

CRISTINA SOARES DE SOUZA

**AÇÃO DE REGULADORES DE CRESCIMENTO E
TEMPERATURA EM VARIEDADES DE TAIOBA**

**Tese apresentada à
Universidade Federal de Viçosa,
como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação
em Genética e Melhoramento,
para obtenção do título de
Doctor Scientiae.**

**VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2012**

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV

T

S729a
2012

Souza, Cristina Soares de, 1984-
Ação de reguladores de crescimento e temperatura em
variedades de taioba / Cristina Soares de Souza. – Viçosa,
MG, 2012.

xi, 115f. : il. (algumas col.) ; 29cm.

Inclui apêndice.

Orientador: Fernando Luiz Finger.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Taioba - Melhoramento genético.
 2. *Xanthosoma sagittifolium*.
 3. Reguladores de crescimento.
 4. Refrigeração.
 5. Enzimas.
 6. Peroxidase.
 7. Polifenol oxidase.
 8. Catalase.
 9. Compostos fenólicos.
 10. Carboidratos.
- I. Universidade Federal de Viçosa.
II. Título.

CDD 22. ed. 584.64

CRISTINA SOARES DE SOUZA

**AÇÃO DE REGULADORES DE CRESCIMENTO E
TEMPERATURA EM VARIEDADES DE TAIOBA**

Tese apresentada à
Universidade Federal de Viçosa,
como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação
em Genética e Melhoramento,
para obtenção do título de
Doctor Scientiae.

APROVADA: 17 de fevereiro de 2012.

**Prof. Vicente Wagner Dias Casali
(Coorientador)**

**Prof. Paulo Roberto Cecon
(Coorientador)**

Prof^a. Ana Maria Mapeli

Pesquisador Sânzio Mollica Vidigal

**Prof. Fernando Luiz Finger
(Orientador)**

Dedico o presente trabalho a todos que acreditaram e permitiram que este fosse realizado. Em especial ao meu marido Lucir Antonio de Souza e aos meus pais Gentil Soares da Guintalia e Ivanice Salete da Guintalia.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelas oportunidades que me foram dadas na vida, principalmente por ter conhecido pessoas e lugares interessantes, mas também por ter vivido fases difíceis, que foram matérias-primas de aprendizado.

À Universidade Federal de Viçosa e, em especial ao Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento, pela valiosa oportunidade de realização do curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), e a CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela concessão da bolsa de estudos.

Ao meu orientador e amigo Fernando Luiz Finger, pela competente orientação, pelos ensinamentos e, acima de tudo, pela paciência, compreensão e amizade construída, que levarei por toda minha vida.

Ao professor Vicente Wagner Dias Casali, pela atenção e paciência como conselheiro.

Ao professor Paulo Roberto Cecon, pela preciosa disponibilidade de tempo, pela orientação e ensinamento de estatística, além do ótimo bom humor nas conversas.

Ao professor Adilson Ricken Schuelter, pelas sugestões e conhecimento compartilhado.

Aos professores Ana Maria Mapeli e Sânzio Mollica Vidigal, pela disposição em participar da banca examinadora.

A todos os professores os quais tive contato durante o curso, que me ensinaram com prazer e dedicação parte do que sei e, o que é mais importante, me ensinaram a aprender sozinha.

Aos meus pais, Gentil e Ivanice, e meu irmão Douglas, por todo amor, incentivo e confiança que me conduziram até aqui, pelo encorajamento e força que fizeram reduzir o tempo e a distância. Amo vocês!

À pessoa que me completa, minha razão de viver ... Lucir ... registro um agradecimento especial, por estar ao meu lado, pelo constante apoio, auxílio, dedicação e, principalmente pela compreensão, amor e carinho em

todos os momentos e situações ... na alegria e na tristeza, na saúde e na doença. Te amo marido!

Aos técnicos de laboratório Geraldo, Sebastião e Ribeiro, pela amizade e colaboração na realização dos experimentos de laboratório.

Ao amigo “Quinquin” da casa de vegetação, pela grande ajuda no cultivo das plantas.

Aos funcionários dos campos experimentais, pelo auxílio na condução dos experimentos de campo.

Aos estagiários Ariana, Cleberson e Danilo, por toda ajuda na realização dos experimentos laboratoriais. Obrigada mesmo!

Aos meus amigos do Laboratório de Pós-colheita: Ana Paula, Aline, Aquidauana, Camila, Christiane, Daniela, Deise, Fernanda, Juliane, Júlien, Luciana, Lucilene, Naysa, Paula, Rithiely, Rusthon, Tania, Teresa e todas as “Finguetes” que por lá passaram, pela ótima convivência e maravilhosos momentos de gargalhadas. Também a todos os amigos que fiz durante essa formação, da Genética e Melhoramento, Fisiologia Vegetal, Fitotecnia, Fruticultura, Entomologia, Bioquímica e Solos, agradeço de coração, pois sem amigos, nada se constrói e para nada existimos.

A todas as pessoas que, mesmo não mencionadas aqui, de alguma forma contribuíram na elaboração deste trabalho.

BIOGRAFIA

CRISTINA SOARES DE SOUZA, filha de Gentil Soares da Guintalia e de Ivanice Salete da Guintalia, nasceu em 14 de dezembro de 1984, em Concórdia, Estado de Santa Catarina.

Em fevereiro de 2006, concluiu o curso de Licenciatura e Bacharelado em Ciências Biológicas/Biotecnologia, pela Universidade Paranaense - UNIPAR em Toledo, Paraná.

Em março de 2006, iniciou o Curso de Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento na Universidade Federal de Viçosa - UFV, em Viçosa, Minas Gerais, submetendo-se à defesa da dissertação em fevereiro de 2008.

Em março de 2008, ingressou no Curso de Doutorado no Programa de Pós-graduação em Genética e Melhoramento na Universidade Federal de Viçosa – UFV, em Viçosa, Minas Gerais.

SUMÁRIO

| | |
|--|-------------|
| RESUMO | viii |
| ABSTRACT | x |
| INTRODUÇÃO GERAL | 1 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 5 |
| | |
| CAPÍTULO 1 | 8 |
| Armazenamento refrigerado e substâncias indutoras de brotações sobre a conservação e crescimento de <i>Xanthosoma sagittifolium</i> | |
| | |
| 1.1. Avaliação da temperatura e do tempo de armazenamento na brotação e crescimento de plantas de taioba | 9 |
| 1. INTRODUÇÃO | 11 |
| 2. MATERIAL E MÉTODOS | 13 |
| 2.1. Material vegetal | 13 |
| 2.2. Armazenamento a frio | 13 |
| 2.3. Variáveis quantificadas | 14 |
| 2.4. Delineamento experimental e Análise estatística | 15 |
| 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 16 |
| 4. CONCLUSÕES | 22 |
| 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 23 |
| | |
| 1.2. Reguladores de crescimento e cava apical na quebra da dominância apical em rizomas de taioba | 26 |
| 1. INTRODUÇÃO | 28 |
| 2. MATERIAL E MÉTODOS | 31 |
| 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 34 |
| 4. CONCLUSÕES | 42 |
| 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 43 |

| | |
|--|------------|
| 1.3. Efeito da refrigeração e de reguladores de crescimento sobre a brotação e crescimento de <i>Xanthosoma sagittifolium</i> (L.) Schott | 47 |
| 1. INTRODUÇÃO | 50 |
| 2. MATERIAL E MÉTODOS | 53 |
| 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 56 |
| 4. CONCLUSÕES | 61 |
| 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 62 |
| | |
| CAPÍTULO 2 | 66 |
| Atividade das enzimas oxidativas e metabolismo dos carboidratos na qualidade pós-colheita de <i>Xanthosoma sagittifolium</i> | |
| | |
| 2.1. Efeito do resfriamento sobre a atividade enzimática e conservação pós-colheita de germoplasma de taioba | 67 |
| 1. INTRODUÇÃO | 70 |
| 2. MATERIAL E MÉTODOS | 73 |
| 2.1. Açúcares solúveis totais (AST) | 75 |
| 2.2. Açúcares redutores (AR)..... | 76 |
| 2.3. Amido | 77 |
| 2.4. Análise visual | 78 |
| 2.5. Compostos fenólicos solúveis | 79 |
| 2.6. Peroxidase (1.11.1.7, POD) | 79 |
| 2.7. Catalase (1.11.1.6, CAT)..... | 80 |
| 2.8. Polifenoxidase (1.10.3.1, PPO) | 81 |
| 2.9. Análise estatística | 82 |
| 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 82 |
| 4. CONCLUSÕES | 100 |
| 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 101 |
| | |
| CONCLUSÕES GERAIS | 106 |
| APÊNDICE | 107 |

RESUMO

SOUZA, Cristina Soares de, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2012. **Ação de reguladores de crescimento e temperatura em variedades de taioba.** Orientador: Fernando Luiz Finger. Coorientadores: Vicente Wagner Dias Casali, Paulo Roberto Cecon e Adilson Ricken Schuelter.

Os objetivos deste trabalho foram avaliar o efeito da baixa temperatura e do período de armazenamento a frio, sobre o crescimento de mudas de taioba; avaliar o efeito de reguladores de crescimento e da cava apical sobre a brotação e o crescimento da taioba; verificar o efeito da baixa temperatura e período refrigerado, bem como da aplicação de citocinina e etileno, em rizomas cavados, sobre o desenvolvimento de gemas laterais e a tolerância ao frio de genótipos de taioba; avaliar a tolerância ao frio de cultivares de taioba e verificar a relação dessa resposta com a atividade enzimática, acúmulo de compostos fenólicos e metabolismo pós-colheita dos carboidratos. O armazenamento das plantas de taioba por 7 dias, a 10 °C antes do plantio, foi suficiente por determinar maior crescimento das brotações. O pré-tratamento com frio, por 7 dias promoveu maior comprimento de plantas de taioba, e exposições de 14 dias tiveram maior efeito sobre a expansão da parte aérea. O armazenamento a 10 °C foi eficaz na expansão da área foliar em plantas de taioba, principalmente se prolongado por 14 dias. A produção de novas folhas e a expansão da área foliar foram estimuladas pelo tratamento dos rizomas de taioba com 500 mg L⁻¹ de 6-benzilaminopurina (BAP) e 250 mg L⁻¹ de BAP + 250 mg L⁻¹ de Ethrel. A realização da cava apical induziu maior número de novas brotações foliares, 35 dias após o plantio. Brotações foram antecipadas quando os rizomas, com cava apical, foram tratados com 250 mg L⁻¹ de BAP + 250 mg L⁻¹ de Ethrel. Armazenamento refrigerado de 5 °C, por 3 meses, e de 10 °C, por 6 meses, ocasionou injúrias por frio em rizomas de taioba. O escurecimento interno dos rizomas pode estar associado com o aumento da atividade das enzimas peroxidase e polifenoloxidase, estimulado pelo frio. A suscetibilidade das estruturas propagativas às condições de estresse

mostrou-se dependente do genótipo de taioba. O armazenamento por 20 dias, a 5 e 10 °C, não induziram a alterações nos conteúdos de açúcares solúveis totais e redutores, porém induziram a degradação do amido em folhas de taioba. O frio não estimulou a atividade da peroxidase e polifenoloxidase em folhas para consumo. Folhas de taioba foram insensíveis às baixas temperaturas, não havendo sintomas de escurecimento causado pelo frio. Maior tempo de conservação das folhas foi adquirido no armazenamento a 5 °C.

ABSTRACT

SOUZA, Cristina Soares de, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February of 2012. **Action of growth regulators and temperature on tannia varieties.** Adviser: Fernando Luiz Finger. Coadvisers: Vicente Wagner Dias Casali, Paulo Roberto Cecon and Adilson Ricken Schuelter.

The goals of this work were to evaluate the effect of cold temperature and length of storage on the plant growth of tannia in the greenhouse; evaluate the influence of growth regulators and carving on the rhizomes sprouting and growth of tannia; verify the effect of cold temperature and length of cold storage, as well as the application of cytokinin and ethylene, in carved rhizomes, on the development of lateral sprouts and cold tolerance of tannia genotypes; evaluate the cold tolerance of tannia cultivars and the relation of this response with enzyme activity, accumulation of phenolic compounds and postharvest metabolism of carbohydrates. The storage for 7 days at 10 °C before the transplanting was sufficient to determine higher growth of lateral sprouts. The cold pretreatment for 7 days promoted higher plant growth, and exposition of 14 days had a larger effect over the aerial part growth. The storage at 10 °C was efficient in expanding the leaf area in tannia plants, especially if prolonged for 14 days. The production of new leaves and expansion of leaf area were stimulated by treating the rhizomes with 500 mg L⁻¹ BAP and 250 mg L⁻¹ BAP + 250 mg L⁻¹ Ethrel. Regardless the use of the carving induced higher number of new sprouted leaves, 35 days after planting. Sprouting was anticipated when the carved rhizomes were treated with 250 mg L⁻¹ BAP + 250 mg L⁻¹ Ethrel. Cold storage (5 °C for 3 months, and 10 °C for 6 months) caused chilling injury in tannia rhizomes. The browning of the rhizomes may be associated with increased peroxidase and polyphenoloxidase activity, stimulated by the cold. The susceptibility to stress conditions was dependent of the tannia genotype. The storage for 20 days at 5 and 10 °C didn't induce changes in the contents of soluble sugars and reducing sugars, but induced the degradation of starch in leaves of tannia. The cold didn't stimulate peroxidase and polyphenoloxidase activity in leaves

for consumption. Tannia leaves were insensitive to cold temperatures, without sign of browning caused by the cold. Longer conservation of leaves was acquired in storage at 5 °C.

INTRODUÇÃO GERAL

O gênero *Xanthosoma*, originário dos trópicos do Novo Continente é pertencente à família Araceae que compreende mais de 100 gêneros e 1.500 espécies, distribuídas em todo o mundo, principalmente nas regiões tropicais (Carvalho e Cordeiro, 1990). É provável que as Antilhas e a América Central tenham desempenhado papel primordial na seleção e dispersão de espécies e variedades cultivadas (Bondar, 1954), sendo as espécies *X. sagittifolium* e *X. mafaffa* as de maior importância econômica (Heredia Zárate et al., 2005).

Cultivada no Sudeste brasileiro, a taioba (*Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott) tem grande importância como alimento das populações de regiões tropicais e subtropicais (Mangan et al., 2008). Tem sido cultivada por pequenos produtores, visando principalmente à produção de folhas destinadas ao consumo em pratos típicos ou ração animal. O grande interesse nessa cultura como componente nutricional está no fato de seu total aproveitamento (limbo e pecíolo) (Pinto et al., 2001). É rica em amido, especialmente nos rizomas, cujas folhas são grandes e dotadas de vitamina A (Ramesh et al., 2007; MAPA, 2010), além de ser hortaliça de baixo custo, fácil obtenção de mudas e alta produção de folhas em muitas regiões do Brasil (Mangan et al., 2010), destacando o interior de Minas Gerais, Rio de Janeiro e Espírito Santo (Souza et al., 2010). Apesar de ser nativa tradicional da cultura brasileira, a taioba faz parte de um grupo de hortaliças não convencionais, comercialmente pouco explorado (Dias et al., 2005).

A propagação convencional da taioba é exclusivamente vegetativa, realizada pelo plantio de rizomas inteiros ou parte deles (Carvalho & Cordeiro, 1990; Filgueira, 2008), já que a floração é esporádica (Mbouobda et al., 2007) e quando ocorre, as espádices raramente são férteis, produzindo poucas sementes viáveis (Castro, 2006). A falta de órgãos de propagação é um dos principais problemas que tem dificultado a implantação das culturas de propagação vegetativa (Carvalho, 1991; Fogaça et al., 2007). Assim, métodos alternativos de propagação rápida podem ser ótimas estratégias para essa cultura, possibilitando tempo e custos reduzidos de produção (Souza et al., 2010), além de ampliar as taxas de brotações laterais.

Por ser folhosa, essa hortaliça possui baixa longevidade após a colheita, dependendo, principalmente, das condições a que é submetida. O rápido declínio da qualidade das folhas de taioba, devido à senescência pós-colheita, frequentemente causa sérias perdas comerciais. A qualidade desta hortaliça está intimamente ligada à aparência, cor e dimensão das folhas, ao sabor e à ausência de defeitos, tais como sintomas de deterioração e amarelecimento. Tais atributos são determinados, em parte, pelo genótipo, maturidade das folhas na colheita, temperatura de armazenamento, composição atmosférica e duração do armazenamento (Seganfredo et al., 2001).

Na taioba, baixa temperatura e aplicação de substâncias indutoras de brotação são atividades desconhecidas pelos produtores. A bibliografia consultada não traz referências a esse respeito. No entanto, o emprego dessas estratégias pode ser ótima alternativa de ampliar as taxas de

brotações e obtenção de folhas na cultura da taioba, bem como prolongar a vida de prateleira.

O controle da temperatura é a principal técnica para o retardamento da deterioração, uma vez que diminui os processos metabólicos, como a respiração e o crescimento de patógenos (Mapeli et al., 2008). Além disso, é um importante fator ambiental que controla a resposta dos tecidos, pela redução da sensibilidade, produção de etileno (Hodges & Toivonen, 2008) e pelas alterações no equilíbrio entre hormônios promotores e inibidores do crescimento (Oliveira et al., 2001). A adição de reguladores de crescimento supre as deficiências naturais dos níveis endógenos das plantas de taioba (Souza et al., 2010). Assim, a avaliação da eficácia da refrigeração e de reguladores de crescimento na taioba é muito conveniente e justifica pela escassez de informações e por seu baixo custo de realização.

Dessa forma, o trabalho teve por objetivos:

- avaliar o efeito da baixa temperatura e do período de armazenamento a frio, sobre o crescimento de mudas de taioba Comum, Roxa e BGH/UFV 5932;
- avaliar o efeito de reguladores de crescimento e da cava apical sobre a brotação e o crescimento da taioba, clone 'Caipira';
- verificar o efeito da baixa temperatura e período refrigerado, bem como da aplicação de citocinina e etileno, em rizomas cavados, sobre o desenvolvimento de gemas laterais e a tolerância ao frio de genótipos de taioba Comum, Roxa e Caxixe;

- avaliar a tolerância ao frio das cv. Comum e BGH/UFV 5932 e verificar a relação dessa resposta com a atividade enzimática, acúmulo de compostos fenólicos e metabolismo pós-colheita dos carboidratos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BONDAR, G. 1954. **Taro e taiobas**. São Paulo: Melhoramentos. 32p. (Boletim, 51).
- CARVALHO, E.F. 1991. Propagação de inhame (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) pelo método de divisão de rizomas. **Ciência Agrônômica**, 22: 61-66.
- CARVALHO, E.F.; CORDEIRO, J.A.D. 1990. Um método alternativo e eficiente de propagação vegetativa de inhame (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) e de taioba (*Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott). **Acta Amazônica**, 20: 11-18.
- CASTRO, G.R. 2006. **Studies on cocoyam (*Xanthosoma* spp.) in Nicaragua, with emphasis on *Dasheen mosaic virus***. PhD Thesis. Swedish University of Agricultural Sciences.
- DIAS, A.C.P.; PINTO, N.A.V.D.; YAMADA, L.T.P.; MENDES, K.L.; FERNANDES, A.G. 2005. Avaliação do consumo de hortaliças não convencionais pelos usuários das unidades do programa saúde da família (PSF) de Diamantina – MG. **Alimentos e Nutrição**, 16: 279-284.
- FILGUEIRA, F.A.R. 2008. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**, 3ª ed. Viçosa: UFV. 421p.
- FOGAÇA, C.M.; CORDEIRO, D.C.; CORREIA, T.D.; LAURIANO, M.P.; SANT'ANNA-SANTOS, B.F.; FINGER, F.L.; OTONI, W.C. 2007. Microtuberização de *Colocasia esculenta* L. Schott (Aracea) *in vitro*. **Revista Brasileira de Biociências**, 5: 123-125, Suplemento.

- HEREDIA ZÁRATE, N.A.; VIEIRA, M.C.; PONTIM, B.C.A. 2005. Arranjo de plantas na produção do mangarito (*Xanthosoma mafaffa* Schott) 'Comum'. **Acta Scientiarum: Agronomy**, 27: 409-413.
- HODGES, D.M.; TOIVONEN, P.M.A. 2008. Quality of fresh-cut fruits and vegetables as affected by exposure to abiotic stress. **Postharvest Biology and Technology**, 48: 155-162.
- MANGAN, F.; MENDONÇA, R.U.; MOREIRA, M.; NUNES, S.V.; FINGER, F.L.; BARROS, Z.J.; GALVÃO, H.; ALMEIDA, G.C.; ANDERSON, M.D. 2008. Production and marketing of vegetables for the ethnic markets in the United States. **Horticultura Brasileira**, 26: 6-14.
- MANGAN, F.; MOREIRA, M.; BARROS, Z.; FERNANDES, C.; MATEUS, R.; FINGER, F.; KOENING, A.; BONANNO, R.; AUTIO, W.; ALVARADO, M.; WICK, R. 2010. **Vegetable notes**: For vegetable farmers in Massachusetts. 21: 1-16.
- MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2010. **Manual de hortaliças não-convencionais** / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo – Brasília: Mapa/ACS. 92p.
- MAPELI, A.M.; FINGER, F.L.; BARBOSA, J.G.; BARROS, R.S.; OLIVEIRA, L.S.; SEGATTO, F.B. 2008. Influence of temperature on respiration, ethylene production and longevity of cut orchid (*Epidendrum ibaguense*) flower. In: **9th International Symposium on Postharvest Quality of Ornamental Plants**, Odense. 9th International Symposium on Postharvest Quality of Ornamental Plants (Abstracts). Odense: ISHS. p.8.

- MBOUOBDA, H.D.; BOUDJEKO, T.; DJOCGOUE, P.F.; TSAFACK, T.J.J.; OMOKOLO, D.N. 2007. Morphological characterization and agronomic evaluation of Cocoyam (*Xanthosoma sagittifolium* L. Schott) germoplasm in Cameroon. **Journal of Biological Sciences**, 7: 27-33.
- OLIVEIRA, A.P.; JÚNIOR, R.J.F.; BRUNO, R.L.A. 2001. Efeito de baixa temperatura e do carbureto de cálcio na emergência de túberas-semente do inhame. **Horticultura Brasileira**, 19: 250-252.
- PINTO, N.A.V.D.; CARVALHO, V.D.; CORRÊA, A.D.; RIOS, A.O. 2001. Avaliação de fatores antinutricionais das folhas da taioba (*Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott). **Ciência e Agrotecnologia**, 25: 601-604.
- RAMESH, V.; JOHN, K.S.; RAVINDRAN, C.S; EDISON, S. 2007. Agrotechniques and plant nutrition of tannia (*Xanthosoma* sp.): An overview. **Journal of Root Crops**, 33: 1-11.
- SEGANFREDO, R.; FINGER, F.L.; BARROS, R.S.; MOSQUIM, P.R. 2001. Influência do momento de colheita sobre a deterioração pós-colheita em folhas de taioba. **Horticultura Brasileira**, 19: 316-319.
- SOUZA, C.S.; FINGER, F.L.; SCHUELTER, A.R. 2010. Influência de ANA e BAP e da modalidade de cultivo *in vitro* de taiobas (*Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott). **Plant Cell Culture and Micropropagation**, 6: 40-48.

Capítulo 1

Armazenamento refrigerado e substâncias indutoras de brotações sobre a conservação e crescimento de *Xanthosoma sagittifolium*

Avaliação da temperatura e do tempo de armazenamento na brotação e crescimento de plantas de taioba⁽¹⁾

CRISTINA SOARES DE SOUZA⁽²⁾; FERNANDO LUIZ FINGER⁽²⁾; VICENTE WAGNER DIAS CASALI⁽²⁾; PAULO ROBERTO CECON⁽³⁾; ADILSON RICKEN SCHUELTER⁽⁴⁾

RESUMO

A taioba é uma hortaliça folhosa de propagação exclusivamente vegetativa. O armazenamento das mudas em condições de baixa temperatura pode ser utilizado na comercialização das mesmas para mercados distantes. Objetivou-se com esse trabalho avaliar o efeito da temperatura e do período de armazenamento a frio sobre o crescimento das mudas de taioba cultivadas em casa de vegetação. Três variedades de taioba foram multiplicadas por micropropagação e aclimatadas em casa de vegetação, seguido de armazenamento a 10 °C, após a remoção da parte aérea, sistema radicular e brotações laterais. Dez mudas de cada variedade foram embaladas em sacos de polietileno de baixa densidade perfurados, permanecendo armazenados por 7 e 14 dias a 10 °C. Após isso, as mudas foram transplantadas para vasos em casa de vegetação e, três meses após, foi avaliado o crescimento. A exposição das plantas de taioba, por 7 dias de armazenamento a temperatura de 10 °C antes do replantio, foi suficiente por determinar maior crescimento das brotações laterais. O pré-tratamento com frio, por 7 dias, promoveu maior crescimento das plantas de taioba, Comum e Roxa, sendo necessária exposição de 14 dias do genótipo BGH/UFV, no maior efeito sobre a expansão da parte aérea. O armazenamento a 10 °C é eficaz na expansão da área foliar em plantas de taioba, principalmente se prolongado por 14 dias, com exceção da variedade Comum, que demanda

¹ Parte da Tese de Doutorado da primeira autora, financiada pelo CNPq.

² Departamento de Fitotecnia – UFV. Avenida P.H. Rolfs s/nº, Campus Universitário, CEP 36570-000, Viçosa, MG. E-mail: cristina.souza@ufv.br

³ Departamento de Estatística, Universidade Federal de Viçosa, 36570-000, Viçosa, MG.

⁴ Cooperativa Central de Pesquisa Agrícola (COODETEC), BR 467, Km 98. CEP 85813-450, Cascavel, PR.

menor período refrigerado. A diversidade dos acessos é indicativa do potencial genético e da melhor exploração agrônômica do germoplasma de taioba.

Termos para indexação: *Xanthosoma sagittifolium*, aclimação ao frio, armazenamento.

ABSTRACT

Evaluation of temperature and length of storage on sprout and growth of tannia plants.

Tannia is a leafy vegetable propagated exclusively by vegetative parts. Storage of plantlets at cold temperature could be used to ship them to distant markets. The goal of this work was to evaluate the effects of cold temperature and length of storage on the plant growth in the greenhouse. For this, three varieties of tannia were micro propagated and acclimated in the greenhouse, followed by storage at 10 °C, after removing the leaves, roots and lateral buds. Ten plantlets of each variety were wrapped in perforated low density polyethylene, and stored for 7 and 14 days at 10 °C. After this, the plantlets were transplanted to pots and grown in the greenhouse, and after three months it was determined the plant growth. The storage for 7 days at 10 °C before the transplanting was sufficient to determine higher growth of lateral sprouts. The cold pretreatment for 7 days promoted higher plant growth, Comum and Roxa, requiring exposition for 14 days of the genotype BGH/UFV 5932 to larger effect over the aerial part growth. The storage at 10 °C is efficient in expanding the leaf area in tannia plants, especially if prolonged for 14 days, except for the variety Comum, which requires shorter cold storage period. The accesses diversity is indicative of the potential and better use agronomic of the tannia germoplasm.

Index terms: *Xanthosoma sagittifolium*, acclimatation to cold, storage.

1. INTRODUÇÃO

A taioba (*Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott), hortaliça folhosa originária das regiões tropicais da América do Sul, no Brasil é cultivada principalmente nos Estados da Bahia, Rio de Janeiro, Minas Gerais e Espírito Santo (Silva, 2007). Nesses locais, além de ornamentais, as folhas e rizomas são utilizados na alimentação por serem fontes de vitaminas A e C, e ricos em ferro, potássio, cálcio e manganês (Omokolo et al., 2003; Picerno et al., 2003). Diversas variedades são cultivadas nos estados produtores, destacando-se a taioba Comum, taioba Roxa e a BGH/UFV 5932 (Mangan et al., 2008).

Apesar de haver clima favorável ao cultivo dessa planta, em várias regiões do Brasil, o valor econômico e nutricional é pouco conhecido e explorado (Seganfredo et al., 2001). Em contrapartida, há grande demanda por folhas e partes propagativas nos EUA, onde a imigração brasileira é crescente nos estados de Massachusetts, New York e New Jersey (Mangan et al., 2010). Em decorrência dessa demanda, diversos estudos com taioba vêm sendo desenvolvidos na Universidade Federal de Viçosa, conjuntamente com a University of Massachusetts, Amherst – EUA, com a finalidade de avaliar sistemas de propagação vegetativa de rizomas de taioba, produção e armazenamento de mudas, bem como fisiologia da deterioração das folhas.

Dentre os trabalhos desenvolvidos, diversas estratégias de micropropagação têm sido testadas, objetivando obter mudas isentas de doenças, e com maior taxa de brotações e de produção de folhas por planta.

Porém há necessidade de estabelecer formas de armazenamento das plântulas e mudas de modo que possam ser transportadas aos mercados consumidores. A aclimatação de espécies ao frio é acompanhada por alterações bioquímicas e fisiológicas, que por sua vez, são controladas pela expressão gênica. As alterações fisiológicas podem ser consideradas primárias ou secundárias. Na alteração primária a resposta inicial é rápida e causa disfunção na planta, sendo rapidamente reversível se a temperatura é aumentada até haver condições não indutoras de injúrias por frio. As alterações secundárias são disfunções que ocorrem como consequência da alteração primária e podem não ser reversíveis. Os sintomas visuais característicos de injúrias pelo frio são consequências das alterações secundárias (DaMatta & Ramalho, 2006).

Plantas tropicais quando expostas às temperaturas entre 0 e 13 °C podem ter injúria por frio e o dano ser reversível ou irreversível, dependendo do tempo de exposição e da suscetibilidade da planta (Levitt, 1980; Larcher, 1995). Contudo, não foram encontradas pesquisas sobre o armazenamento de plantas de taioba em condições de baixa temperatura. Portanto, o objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito da baixa temperatura e do período de armazenamento a frio, sobre o crescimento das mudas de taioba.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Material vegetal

Rizomas de taioba (*Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott), genótipos Comum, Roxa e BGH/UFV 5932, provenientes da área experimental da Horta de Pesquisas da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, foram multiplicados por micropropagação em 2007, perfazendo seis subcultivos durante 14 meses (Souza et al., 2008). Posteriormente, as mudas com aproximadamente 10 cm de altura foram aclimatadas em casa de vegetação, sendo crescidas durante seis meses em vasos até o início do experimento de armazenamento a frio e avaliação do crescimento.

2.2. Armazenamento a frio

Antes do armazenamento das mudas em câmara fria, foram removidas a parte aérea, as raízes e as brotações laterais das plantas, visando evitar a contaminação por fungos e uniformizar as mudas, tendo em vista a posterior avaliação do crescimento. O corte da parte aérea foi realizado na distância aproximada de 15 cm acima da base do pecíolo (Figura 1A). As mudas foram embaladas em sacos de polietileno de baixa densidade (PEBD) (Figura 1B) perfurados, reduzindo a perda de água para o ambiente e evitando a condensação excessiva de água na superfície dos rizomas (Finger & Vieira, 2007). Vinte mudas de cada genótipo foram então armazenadas em câmara fria (10 °C), com umidade relativa média de 89%,

sendo 10 mudas armazenadas por 7 dias e, 10 durante 14 dias. Após esses períodos, o replantio das mudas foi realizado em casa de vegetação, em vasos de 5 litros contendo, por vaso, a mistura de 75% de solo, 25% de adubo orgânico e 30 g de adubo comercial N:P:K (4:14:8).

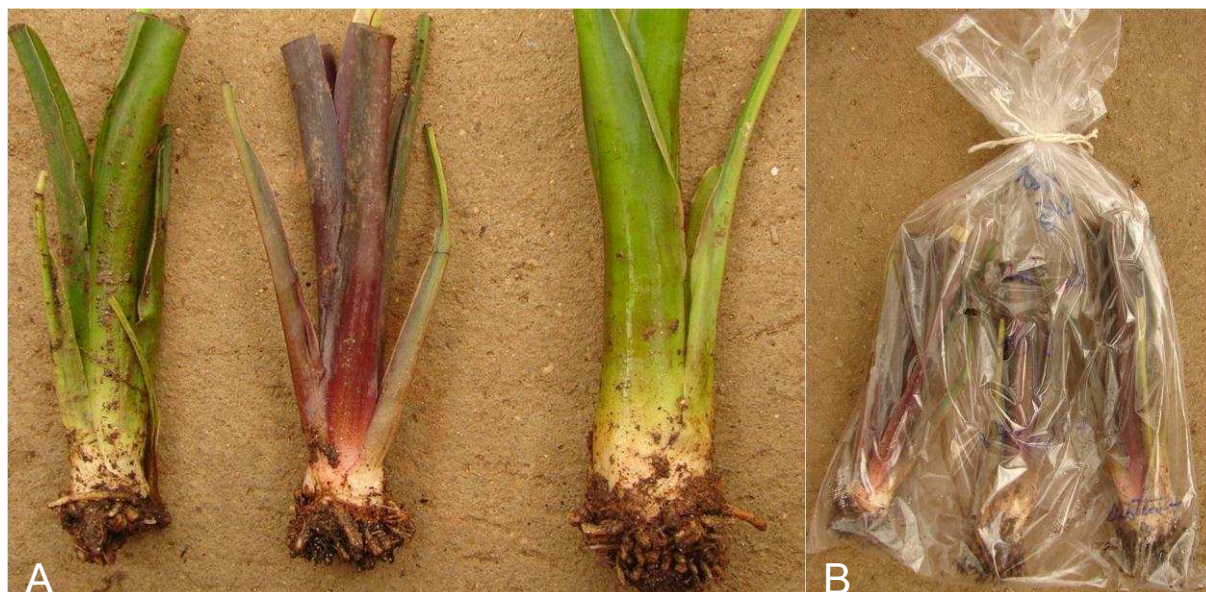


Figura 1. Mudanças de genótipos de taioba BGH/UFV 5932, Roxa e Comum após eliminação da parte aérea, das raízes e brotações laterais (A). Mudanças do genótipo de taioba Roxa, embaladas em sacos de polietileno de baixa densidade (PEBD) (B). Viçosa, UFV, 2008.

2.3. Variáveis quantificadas

As avaliações das plantas crescidas em vasos, após tratamento a frio por 7 e 14 dias foram realizadas três meses após o replantio. Depois de retiradas dos vasos, foi removida a terra, e as raízes lavadas em água corrente. As plantas foram separadas em folhas com pecíolo, raízes e base do pecíolo. Os três genótipos foram analisados quanto às características: número de gemas, número de brotações, número de rizomas, diâmetro da

base do pecíolo, comprimento da parte aérea, número de folhas, área foliar, número de raízes, comprimento da raiz mais longa, peso da matéria das folhas, pecíolo, base do pecíolo e raiz frescas e secas.

O comprimento da parte aérea foi medido pela distância do ponto do corte, logo acima da base do pecíolo, até o ápice do limbo foliar. A área foliar foi determinada pela medição de seu comprimento e largura, na qual o comprimento foi obtido pela distância entre o ápice do limbo das folhas e o ponto de inserção do pecíolo e a largura foi tomada como a soma das distâncias entre a inserção do pecíolo e as extremidades das duas nervuras principais laterais (Chapman, 1964). O peso da matéria de todas as partes frescas foi obtido pela pesagem em balança analítica com precisão de 3 casas decimais. A matéria seca foi determinada por secagem de todas as estruturas das plantas em estufa com ventilação forçada, a 70 °C por 72h (Seganfredo et al., 2001).

2.4. Delineamento experimental e Análise estatística

O experimento foi instalado em esquema fatorial 3×2 , sendo três genótipos (Comum, Roxa e BGH/UFV 5932) e dois períodos de armazenamento a frio (7 e 14 dias), no delineamento inteiramente casualizado, com 10 repetições. Cada unidade experimental foi composta por uma planta, totalizando 20 unidades experimentais por genótipo. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e as médias foram comparadas pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico SAEG versão 9.1 (2007).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Diferenças significativas foram observadas em parte das variáveis quantificadas quanto à interação tratamentos \times genótipos. Contudo quanto ao número de gemas não brotadas, diâmetro da base do pecíolo, número de folhas, peso da matéria das folhas, da base do pecíolo e das raízes frescas e peso da matéria das folhas e das raízes secas, não houve diferença significativa.

A combinação dos níveis (variedade e período de armazenamento) foi significativa na variedade Roxa, com menor porcentagem de brotações (redução de 28,7%), quando armazenada por 14 dias a temperatura de 10 °C, comparada ao armazenamento de 7 dias. Tanto no período de 7 quanto no de 14 dias de armazenamento, a variedade Comum diferenciou-se dos demais genótipos, por gerar menos brotações por planta, com médias de 5 e 4,1, respectivamente (Tabela 1).

O curto período em que as plantas foram crescidas em vasos após replantio até as avaliações, não possibilitou o desenvolvimento dos rizomas central (rizoma-mãe) e laterais (rizomas-filho). Dessa forma, foi medido o diâmetro e pesada a base do pecíolo das mudas, que posteriormente daria origem ao rizoma central.

Baixas temperaturas, além de provocarem a mobilização de reservas, são responsáveis pelo aumento nos níveis endógenos de giberelinas nas plantas; o aumento na concentração desse regulador de crescimento poderia ser a causa do retorno ao crescimento, após determinado período de dormência (Champagnat, 1992). Pereira e colaboradores (1999)

destacaram a controvérsia do aumento nos níveis de giberelinas ser efeito ou causa da quebra de dormência, porém, evidenciaram a ação desse regulador sobre o crescimento das plantas. Apesar dos três genótipos, deste experimento, terem crescido em vasos, em casa de vegetação, todas as plantas formaram excelente parte aérea, com destaque os genótipos BGH/UFV 5932 e Roxa, nos quais os tratamentos promoveram efeitos positivos sobre o comprimento da parte aérea, com plantas de maior porte (32 e 33%, respectivamente) quando expostas por 14 dias consecutivos a 10 °C, comparadas ao genótipo Comum (Tabela 1).

Metivier (1985) mostra que os efeitos mais pronunciados das giberelinas aparecem no crescimento, especialmente no alongamento do caule. Segundo esse mesmo autor, plantas submetidas às baixas temperaturas aumentaram os níveis endógenos de giberelinas, resultando no maior alongamento dos entrenós. Esses resultados poderiam estar relacionados ao grande porte desses genótipos e ao frio que atua sobre a síntese deste regulador.

Nas plantas de genótipo Comum, tratadas 7 dias a 10 °C, houve aumento de 18% na área foliar, comparadas aos demais genótipos na mesma temperatura. No entanto, 14 dias a 10 °C proporcionaram aos genótipos BGH/UFV 5932 e Roxa, melhores resultados quanto à área foliar (aumento de 15 e 24%, respectivamente), comparadas às que permanecerem armazenadas por menor tempo (Tabela 1).

Tabela 1. Valores médios do número de brotações (NB), comprimento da parte aérea (cm) (CPA), área foliar (cm²) (AF), número de raízes (NRA), comprimento da raiz mais longa (cm) (CR), peso (g) da matéria fresca (PMFPE) e seca (PMSPE) do pecíolo e peso (g) da matéria seca da base do pecíolo (PMSBP) de genótipos de taioba BGH/UFV 5932, Comum e Roxa, após tratamentos com 7 ou 14 dias a 10 °C. Viçosa, UFV, 2008.

| VAR/TRAT | NB | | CPA | | AF | | NRA | |
|---------------------|----------|----------|------------|-----------|------------|------------|-----------|-----------|
| | 7 | 14 | 7 | 14 | 7 | 14 | 7 | 14 |
| BGH/UFV 5932 | 6,90 A a | 7,50 A a | 57,81 B ab | 65,89 A a | 557,02 B b | 642,72 A a | 52,30 A b | 56,90 A b |
| Comum | 5,00 A b | 4,10 A b | 51,95 A b | 49,93 A b | 656,61 A a | 683,98 A a | 82,50 A a | 67,00 B b |
| Roxa | 8,70 A a | 6,20 B a | 60,95 A a | 66,38 A a | 556,00 B b | 686,42 A a | 72,10 A a | 80,80 A a |

Continuação...

| VAR/TRAT | CR | | PMFPE | | PMSPE | | PMSBP | |
|---------------------|------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|----------|
| | 7 | 14 | 7 | 14 | 7 | 14 | 7 | 14 |
| BGH/UFV 5932 | 72,62 A ab | 56,69 B b | 191,44 B b | 220,75 A b | 10,98 A a | 11,11 A b | 6,57 A b | 6,63 A a |
| Comum | 80,64 A a | 68,99 A ab | 182,03 A b | 156,87 A c | 11,77 A a | 7,73 B c | 11,24 A a | 7,46 B a |
| Roxa | 64,06 B b | 79,82 A a | 239,64 B a | 269,35 A a | 12,91 A a | 13,65 A a | 10,24 A a | 8,39 A a |

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas, para cada variável, não diferem entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

Maior porcentagem de raízes foi observada em plantas de genótipos Comum e Roxa quando expostas 7 dias ao frio (58 e 38%, respectivamente), em comparação ao genótipo BGH/UFV 5932 e, aumento de 31% de raízes à variedade Roxa, quando prolongado o período de armazenamento. Na variedade Comum, menos dias de frio proporcionaram acréscimo de 23% no enraizamento. Quanto as maiores raízes mensuradas, menos dias de frio proporcionaram aumento de 22% do comprimento no genótipo BGH/UFV 5932, oposto a Roxa, que aparenta demandar período maior de frio visando, o alongamento das raízes (Tabela 1).

Segundo Benincasa (1988), o crescimento das plantas pode ser estudado por meio de várias medidas, como por exemplo, a produção de biomassa pela planta. Com base nesses dados, podem ser estimadas de forma mais precisa as causas do crescimento. Independente do tratamento utilizado, a variedade Roxa se destacou com maior peso de pecíolo fresco e seco, e 14 dias a 10 °C se destacou pelo maior peso de matéria fresca, com aumento de 12% em comparação com 7 dias (Tabela 1). Nas plantas do genótipo Comum, além do menor crescimento da parte aérea, os pesos do pecíolo fresco e seco tiveram redução de 36 e 38%, respectivamente, comparados aos demais genótipos quando expostos por maior tempo à baixa temperatura. O prolongamento do período de frio nessa variedade também proporcionou menor porcentagem de matéria seca da base desses pecíolos (redução de 34%), em comparação aos expostos por 7 dias ao frio (Tabela 1). Esses resultados foram compensados pelo crescimento de área foliar deste genótipo, órgão comercializável da planta.

Os resultados deste trabalho estão coerentes com os obtidos por Cottignies (1987) e Arnould & Young (1990) quanto à produção de matéria seca, segundo os quais, o tratamento de plantas com temperatura de 5 °C, e neste trabalho a 10 °C, seguido da transferência dessas em condições de temperatura mais elevada (20 °C) pode proporcionar maior comprimento, tanto do sistema radicular como da parte aérea das plantas, pois dentre os efeitos do frio a mobilização de reservas pode estar relacionada ao maior crescimento das plantas.

Nas variáveis onde a interação tratamentos x genótipos foi não significativa, o pré-tratamento com 7 dias de frio surtiu efeitos mais positivos no número de gemas não brotadas, no número de folhas e na matéria da base dos pecíolos frescos, enquanto a matéria das raízes frescas, demandou 14 dias de aclimação ao frio (Figura 2A). Independentemente do tempo de resfriamento, plantas de genótipo Roxa foram estatisticamente superiores à Comum quanto ao: número de gemas, diâmetro da base do pecíolo, número de folhas e peso da matéria das folhas secas e, superiores ao genótipo BGH/UFV 5932, quanto ao peso da matéria das raízes frescas e secas (Figura 2B).

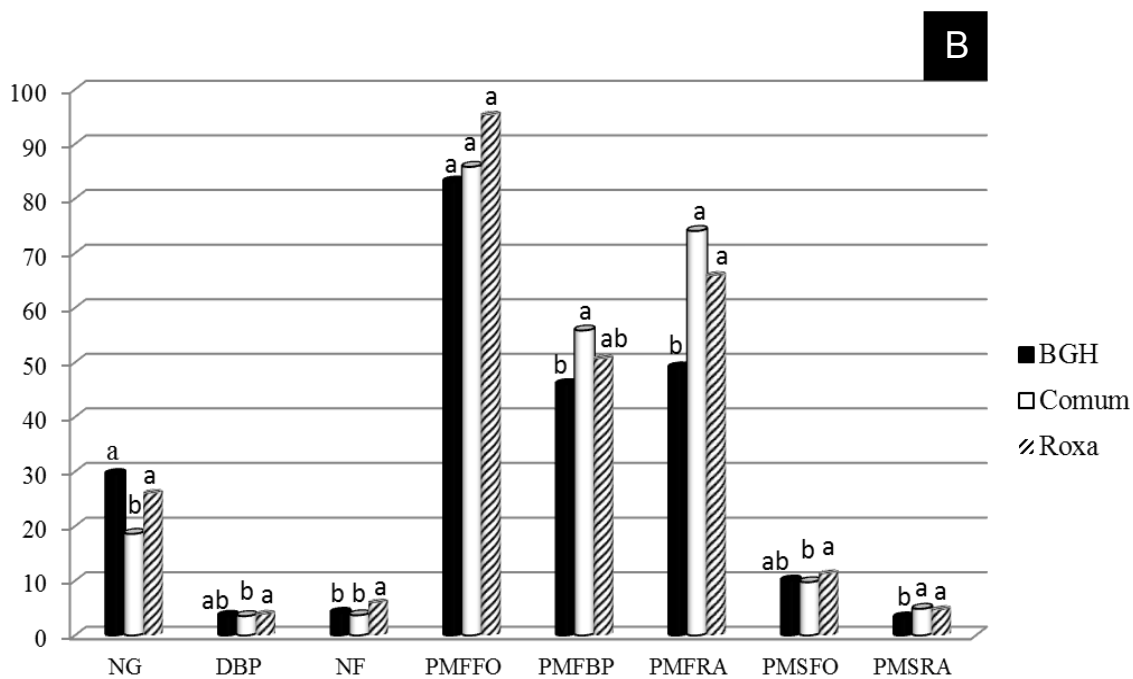
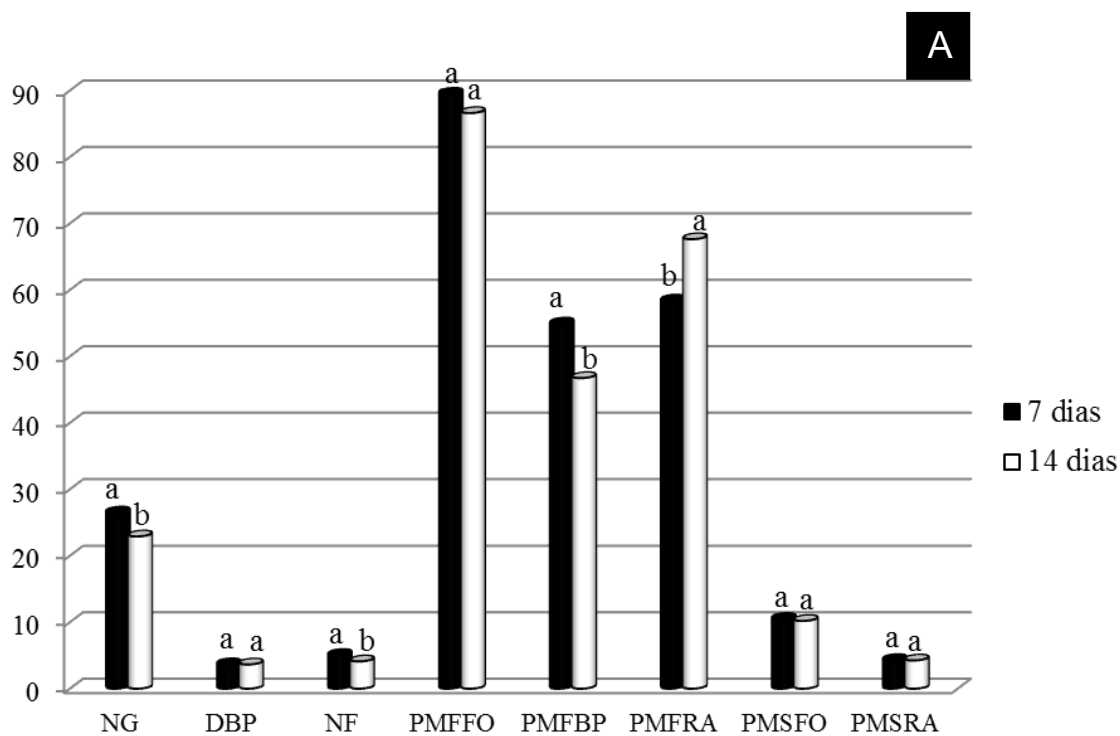


Figura 2. Valores médios do número de gemas (NG), diâmetro da base do pecíolo (cm) (DBP), número de folhas (NF), peso (g) da matéria fresca das folhas (PMFFO), da base do pecíolo (PMFBP) e das raízes (PMFRA), peso (g) da matéria seca das folhas (PMSFO) e das raízes (PMSRA) de genótipos de taioba BGH/UFV 5932, Comum e Roxa, após tratamentos com 7 ou 14 dias a 10 °C. Médias para tratamentos seguidas pela mesma letra (A) e médias para genótipos seguidas pela mesma letra (B), não diferem entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade. Viçosa, UFV, 2008.

4. CONCLUSÕES

1. O armazenamento das plantas de taioba por 7 dias, a 10 °C antes do plantio, é suficiente por determinar maior crescimento das brotações.

2. Pré-tratamento com frio, por 7 dias, satisfaz a obtenção de maior comprimento de plantas de taioba de genótipos Comum e Roxa, sendo necessária exposição de 14 dias do genótipo BGH/UFV 5932, no maior efeito sobre a expansão da parte aérea.

3. O armazenamento a 10 °C é eficaz na expansão da área foliar em plantas de taioba, principalmente se prolongado por 14 dias, com exceção da variedade Comum, que demanda menor período refrigerado.

4. A diversidade dos acessos é indicativa do potencial genético e da melhor exploração agrônômica do germoplasma de taioba.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARNOULD, M.A.; YOUNG, E. 1990. Growth and protein content of apple in response to root and shoot temperature following chilling. **HortScience**, 25: 1583-1588.
- BENINCASA, M.M.P. 1988. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. Jaboticabal: FUNEP, 42p.
- CHAMPAGNAT, P. 1992. Dormance des bourgeons chez les végétaux ligneux. In: CÔME, D. (Ed.). **Les végétaux et le froid**. Paris: Hermann, éditeurs des sciences et des arts. p.203-260.
- CHAPMAN, T. 1964. A note on the measurement of leaf area of the tannia (*Xanthosoma sagittifolium*). **Tropical Agriculture**, 41: 351-352.
- COTTIGNIES, A. Dormance. 1987. **Annales des Sciences Naturelles**, 8: 93-142.
- DAMATTA, F.M.; RAMALHO, J.D.C. 2006. Impacts of drought and temperature stress on coffee physiology and production: a review. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, 18: 55-81.
- FINGER, F.L.; VIEIRA, G. 2007. **Controle da perda pós-colheita de água em produtos hortícolas**. Caderno Didático 19. Viçosa: UFV. 29p.
- LARCHER, W. 1995. **Physiological plant ecology**. 3 ed. Berlin: Springer. 506p.
- LEVITT, J. 1980. **Responses of plants to environmental stresses**. Chilling, freezing and high temperature stresses. 2 ed. New York: Academic, Press. 497p.

- MANGAN, F.; MENDONÇA, R.U.; MOREIRA, M.; NUNES, S.V.; FINGER, F.L.; BARROS, Z.J.; GALVÃO, H.; ALMEIDA, G.C.; ANDERSON, M.D. 2008. Production and marketing of vegetables for the ethnic markets in the United States. **Horticultura Brasileira**, 26: 6-14.
- MANGAN, F.; MOREIRA, M.; BARROS, Z.; FERNANDES, C.; MATEUS, R.; FINGER, F.; KOENING, A.; BONANNO, R.; AUTIO, W.; ALVARADO, M.; WICK, R. 2010. **Vegetable notes**: For vegetable farmers in Massachusetts, 21: 1-16.
- METIVIER, J.R. 1985. Dormência e Germinação. In: FERRI, M. G. (Ed.) **Fisiologia Vegetal 2**. São Paulo: EPU. p.343-392.
- OMOKOLO, N.D.; BOUDJEKO, J.J.; TAKADONG, T. 2003. *In vitro* tuberization of *Xanthosoma sagittifolium* L. Schott: effect of phytohormones, sucrose, nitrogen and photoperiod. **Scientia Horticulturae**, 98: 337-345.
- PEREIRA, J.E.S.; FORTES, G.R.L.; DA SILVA, J.B. 1999. Effect of gibberellic acid on one-year apple rootstock plant growth in the greenhouse. **HortScience**, 34: 493.
- PICERNO P.; MENCHERINI, T.; LAURO, M.R.; BARBATO, F.; AQUINO, R. 2003. Phenolic constituents and antioxidant properties of *Xanthosoma violaceum* leaves. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 51: 6423-6428.
- SAEG - **Sistema para Análises Estatísticas**, 2007. Versão 9.1: Fundação Arthur Bernardes - UFV – Viçosa.
- SEGANFREDO, R.; FINGER, F.L.; BARROS, R.S.; MOSQUIM, P.R. 2001. Influência do momento de colheita sobre a deterioração pós-colheita em folhas de taioba. **Horticultura Brasileira**, 19: 316-319.

SILVA, R.A.N. **Produção e comercialização de hortaliças presentes na culinária brasileira no Estado de Massachusetts/EUA.** 2007. Disponível em: <<http://www.abhorticultura.com.br/downloads/jilo.pdf>>. Acesso em: 01 jan. 2012.

SOUZA, C.S.; FINGER, F.L.; CORREIA, T.D.; SCHUELTER, A.R.; MANGAN, F.; BARROS, Z.J. 2008. Micropropagation of taioba (*Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott) accessions. **Proceedings of the Tropical Region - American Society for Horticultural Science**, 52: 16-19.

Reguladores de crescimento e cava apical na quebra da dominância apical em rizomas de taioba⁽¹⁾

CRISTINA SOARES DE SOUZA⁽²⁾; ANA PAULA SATO FERREIRA⁽²⁾;
DANILO MANOEL PEREIRA⁽²⁾; FERNANDO LUIZ FINGER⁽²⁾

RESUMO

Clones específicos de taioba são comumente usados como hortaliça folhosa em alguns estados brasileiros. A cultura é propagada de forma exclusivamente assexuada pelo plantio dos rizomas, geralmente após alguns anos de produção. Dessa forma, há a necessidade de estratégias de propagação e produção de mudas saudáveis, com maior taxa de brotação na produção de folhas. Este trabalho teve como objetivo avaliar a influência de reguladores de crescimento e da cava apical sobre a brotação de rizomas e o crescimento de taioba. Rizomas curados da cultivar Comum clone 'Caipira' foram armazenados durante 3 meses, à temperatura de 5 °C. Parte dos rizomas teve o meristema apical removido, com corte em forma de "V" (cava apical), para estimular a brotação lateral. Os rizomas foram submersos em soluções contendo 6-benzilaminopurina (BAP) e/ou ácido 2-cloroetilfosfônico (Ethephon), e os respectivos controles. A produção de novas folhas e a expansão da área foliar foram estimuladas pelo tratamento com 500 mg L⁻¹ de BAP e 250 mg L⁻¹ de BAP + 250 mg L⁻¹ de Ethrel. Independente do uso de reguladores do crescimento, a cava apical induziu maior número de novas brotações foliares, 35 dias após o plantio. Da mesma forma, rizomas tratados com 500 mg L⁻¹ de BAP ou 250 mg L⁻¹ de BAP + 250 mg L⁻¹ de Ethel cresceram plantas com maior número de brotos, 49 dias após o plantio. Brotações foram antecipadas quando os rizomas com cava apical foram tratados com 250 mg L⁻¹ de BAP + 250 mg L⁻¹ de Ethrel.

¹ Parte da Tese de Doutorado da primeira autora, financiada pelo CNPq.

² Departamento de Fitotecnia – UFV. Avenida P.H. Rolfs s/nº, Campus Universitário, CEP 36570-000, Viçosa, MG. E-mail: cristina.souza@ufv.br

Termos para indexação: *Xanthosoma sagittifolium*; cava apical; Ethrel; 6-benzilaminopurina; brotações foliares.

ABSTRACT

Growth regulators and carving on breakage apical dominance in tannia rhizomes.

Specific clones of tannia are commonly used as cooking leaves in some Brazilian states. The crop is propagated exclusively asexually by planting the rhizomes usually after a couple years of production. Because of that, there is the need to establish strategies to propagate healthy plantlets with higher sprouting rate for leaf production. This work had the goals to evaluate the influence of growth regulators and carving on the rhizomes sprouting and growth of tannia. Cured rhizomes from the clone 'Caipira' were stored for three months at 5 °C. Afterward, the top of half of the rhizomes were carved in a V shape at the top (carving), to stimulate lateral sprouting. The rhizomes were submerged for 30 minutes in solutions containing 6-benzylaminopurine (BAP) and/or 2-chloroethylphosphonic acid (Ethepon), and the respective control. The production of new leaves and expansion of leaf area were stimulated by treating the rhizomes with 500 mg L⁻¹ BAP and 250 mg L⁻¹ BAP + 250 mg L⁻¹ Ethepon. Regardless the use of growth regulators, the carving induced higher number of new sprouted leaves after 35 days of planting. Similarly, rhizomes treated with 500 mg L⁻¹ BAP or 250 mg L⁻¹ BAP + 250 mg L⁻¹ Ethepon had higher number of sprouts after 49 days of planting. Sprouting was anticipated when the carved rhizomes were treated with 250 mg L⁻¹ BAP + 250 mg L⁻¹ Ethepon.

Index tems: *Xanthosoma sagittifolium*; carving; Ethrel; 6-benzilaminopurine; sprouted leaves.

1. INTRODUÇÃO

A espécie *Xanthosoma sagittifolium* L. Schott, hortaliça folhosa popularmente conhecida no Brasil como taioba, é da família das aráceas, se desenvolve principalmente em regiões de clima tropical e subtropical. As folhas e rizomas têm aproveitamento na alimentação (Rubatzky & Yamaguchi, 1997); as folhas, além de grandes e de fácil preparo, possuem maior riqueza em nutrientes do que os rizomas (Abramo, 1990). No Brasil, a utilização dos rizomas na alimentação humana é insignificante.

A propagação convencional da taioba é exclusivamente vegetativa, realizada pelo plantio de rizomas inteiros ou parte deles (Carvalho & Cordeiro, 1990; Filgueira, 2008). A falta de órgãos de propagação é um dos principais problemas que tem dificultado a implantação das culturas de propagação vegetativa (Carvalho, 1991; Fogaça et al., 2007). Métodos alternativos de propagação rápida podem solucionar o problema desta escassez e reduzir o tempo e custo de produção.

Na taioba, baixa temperatura e aplicação de substâncias indutoras de brotação são atividades desconhecidas pelos produtores. A bibliografia consultada não traz referências a esse respeito. No entanto, o emprego dessas estratégias pode ser ótima alternativa de ampliar as taxas de brotações e obtenção de folhas na cultura da taioba.

As citocininas são reguladores de crescimento que participam ativamente dos processos de diferenciação celular (Coleman et al., 2001). Muitos estudos têm mostrado sua ação no controle de vários aspectos do desenvolvimento vegetal, incluindo: divisão celular, retardo da senescência

de folhas, através da mobilização de nutrientes, dominância apical, quebra de dormência de gemas e desenvolvimento de flores (Garcia et al., 2006; García-Flórez et al., 2009). Dentre estes, o controle da divisão celular é de considerável significância no crescimento e desenvolvimento da planta. As citocininas desempenham função crucial no crescimento de gemas laterais, estando envolvidas na liberação das gemas axilares da dominância apical, aumentando a taxa de multiplicação (Erig & Schuch, 2006; Vieira et al., 2009). Segundo Taiz & Zeiger (2002), o desenvolvimento das gemas laterais é inibido pela maior concentração de AIA (ácido indolil-3-acético) na gema apical, por atuar como dreno de nutrientes e citocininas para a gema apical. Além disso, o elevado nível de auxina nas gemas apicais auxilia na manutenção de altos níveis de ABA (ácido abscísico) nas gemas laterais, inibindo o crescimento dessas (Taiz & Zeiger, 2002). Dessa forma, a remoção da gema apical promoveria o aumento de citocininas nas gemas laterais, favorecendo o desenvolvimento dessas. Entre as citocininas mais utilizadas está a 6-benzilaminopurina (BAP).

O estímulo da divisão celular também pode ser provocado pela aplicação de etileno, resultando na formação de brotações e raízes adventícias (Oliveira et al., 2001). O etileno é um dos reguladores de crescimento mais usados na agricultura, em função dos efeitos sobre muitos processos fisiológicos. Devido à alta taxa de difusão (hormônio gasoso), torna-se difícil a aplicação nas plantas, em condições de campo (Suttle, 2009). No entanto, esta limitação pode ser superada pelo uso de compostos que liberam o etileno (Coleman et al., 2001). O mais amplamente usado é o ethephon (ácido 2-cloroetilfosfônico), comercialmente conhecido como

Ethrel. Também é possível que o etileno exógeno estimule o aumento da síntese de giberelinas (hormônio promotor do crescimento), podendo assim, aumentar ou diminuir a brotação de tubérculos, dependendo da concentração e duração da exposição (Suttle, 1998). Oliveira e colaboradores (2001) verificaram efeito positivo do etileno sobre a brotação de rizomas de inhame, confirmando sua atuação na aceleração da emergência das túberas.

A baixa temperatura tem grande influência no comportamento e desenvolvimento das espécies vegetais. A aclimatação de espécies ao frio é acompanhada por alterações bioquímicas e fisiológicas, que por sua vez, são controladas pela expressão gênica (DaMatta & Ramalho, 2006). A temperatura intervém na membrana, direta ou indiretamente, estimulando as modificações da composição protéica e lipídica ocorrendo alteração no fluxo de água e íons; intervém, ainda, na velocidade das reações enzimáticas, na respiração e nos fenômenos de transporte (Herter et al., 2001). Baixas temperaturas, além de provocarem a mobilização de reservas, são responsáveis pelo equilíbrio hormonal entre hormônios promotores e inibidores de crescimento (Oliveira et al., 2001).

O presente trabalho teve como principal objetivo avaliar o efeito de reguladores de crescimento e da cava apical sobre a brotação e o crescimento da taioba, clone 'Caipira'.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados rizomas de taioba (*Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott) da variedade Comum – clone ‘Caipira’, procedentes da cidade de Inhapim, MG. A colheita foi realizada em abril de 2008, sendo os órgãos propagativos transportados em caixas vazadas de polipropileno, até a casa de vegetação da Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa, MG. Os rizomas foram distribuídos sobre bancadas, permanecendo por 20 dias a temperatura ambiente, durante o processo de cura. Após esse período, 140 rizomas foram selecionados visualmente, de acordo com tamanho médio (aproximadamente 25 g) e aparência, sendo dispostos novamente em caixas vazadas de polipropileno com tampa e armazenados em câmara fria, durante 3 meses, à temperatura de 5 °C, com umidade relativa média de 89% no interior da câmara.

O experimento foi montado em esquema fatorial 7 x 2, sendo composto pela combinação de 6 concentrações de reguladores de crescimento, mais controle com água, em rizomas com e sem cava apical (Figura 1A e B), no delineamento inteiramente casualizado, com 6 repetições. Cada unidade experimental foi composta por uma planta. Das 140 estruturas vegetativas empregadas, passado o período em câmara fria, 70 delas tiveram o meristema apical removido, com corte em forma de “V” (cava apical), possibilitando avaliar o número de gemas laterais brotadas (Figura 1A).

Os tratamentos foram realizados no Laboratório de Pós-colheita do Departamento de Fitotecnia na UFV, onde rizomas com e sem cava apical

foram submetidos, durante 30 minutos, em soluções variando-se a concentração dos reguladores de crescimento 6-benzilaminopurina (BAP) e ácido 2-cloroetilfosfônico (Ethrel), sendo os controles, com e sem o meristema apical, mergulhados em água. As combinações dos tratamentos foram: (1) água (1 L) rizomas com cava apical; (2) água (1 L) rizomas sem cava apical; (3) BAP (250 mg L⁻¹) com cava apical; (4) BAP (250 mg L⁻¹) sem cava apical; (5) BAP (500 mg L⁻¹) com cava apical; (6) BAP (500 mg L⁻¹) sem cava apical; (7) Ethrel (250 mg L⁻¹) com cava apical; (8) Ethrel (250 mg L⁻¹) sem cava apical; (9) Ethrel (500 mg L⁻¹) com cava apical; (10) Ethrel (500 mg L⁻¹) sem cava apical; (11) BAP (250 mg L⁻¹) + Ethrel (250 mg L⁻¹) com cava apical; (12) BAP (250 mg L⁻¹) + Ethrel (250 mg L⁻¹) sem cava apical; (13) BAP (500 mg L⁻¹) + Ethrel (500 mg L⁻¹) com cava apical; (14) BAP (500 mg L⁻¹) + Ethrel (500 mg L⁻¹) sem cava apical.

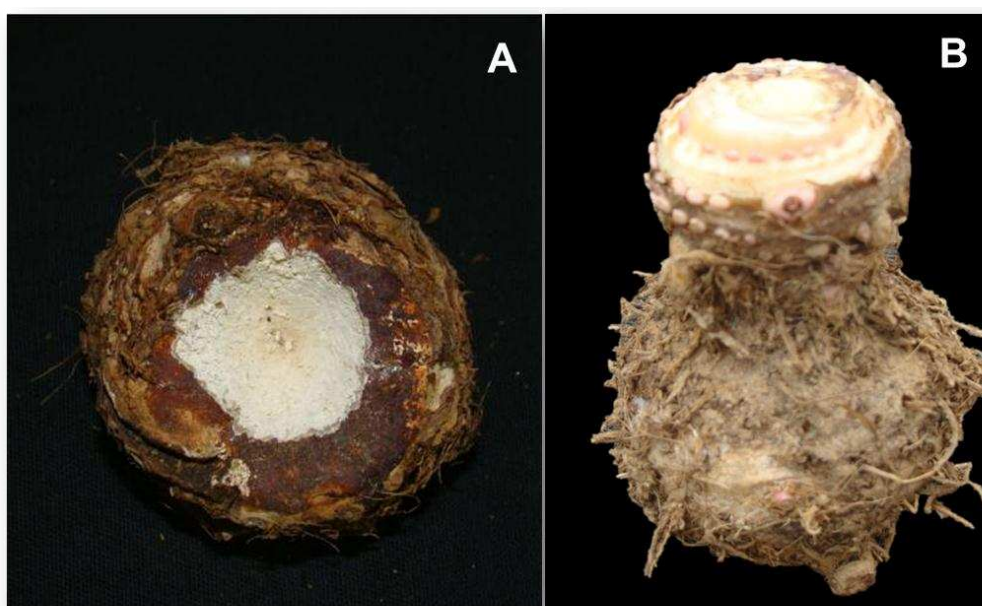


Figura 1. Rizomas do genótipo de taioba 'Caipira', sem meristema apical (com cava apical) (A) e com meristema apical (sem cava apical) (B). Viçosa, UFV, 2008.

As estruturas propagativas foram distribuídas novamente em bancadas em casa de vegetação, permanecendo 3 dias em temperatura ambiente até secagem. O plantio dos rizomas foi inicialmente em vasos com capacidade de 1 litro, contendo substrato comercial. O transplante foi realizado em outubro de 2008, três meses após plantio das estruturas, em vasos de 5 litros, contendo por vaso, a mistura de 75% de solo, 25% de adubo orgânico e 30 g de adubo comercial N:P:K (4:14:8).

As avaliações foram realizadas 120 dias após plantio quanto às características: número de folhas, comprimento da parte aérea, área foliar, matéria fresca e seca da parte aérea. Na variável número de brotações, as avaliações foram feitas periodicamente, a cada 7 dias, a partir do momento em que os rizomas começaram a brotar. O comprimento da parte aérea foi medido pela distância do ponto do corte, logo acima da base do pecíolo até o ápice do limbo foliar. A área foliar foi determinada pela medição de seu comprimento e largura, na qual o comprimento foi obtido pela distância entre o ápice do limbo das folhas e o ponto de inserção do pecíolo e, a largura foi tomada como a soma das distâncias entre a inserção do pecíolo e as extremidades das duas nervuras principais laterais (Chapman, 1964). O peso da matéria fresca da parte aérea foi obtido pela pesagem em balança analítica, com precisão de 3 casas decimais. A matéria seca foi determinada por secagem das plantas em estufa com ventilação forçada, a 70 °C, por 72h, onde obteve peso constante (Seganfredo et al., 2001).

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e as médias comparadas pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade, utilizando o

programa estatístico SAEG versão 9.1 (2007). O número de brotações foi avaliado por análise de regressão.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nenhuma interação estatisticamente significativa foi observada entre os reguladores de crescimento utilizados e as estruturas propagativas com presença ou ausência de meristema apical, nas variáveis dependentes estudadas. Todavia, houve interação dos reguladores de crescimento com os períodos de avaliação e da mesma forma os rizomas com cava apical ou não, na variável brotação, observada periodicamente.

Independentemente dos órgãos propagativos terem ou não meristema retirado, a aplicação dos reguladores de crescimento proporcionou efeitos positivos em todas as características quantificadas das plantas de taioba. A aplicação de 500 mg L⁻¹ de 6-benzilaminopurina (BAP) e a combinação de 250 mg L⁻¹ desse hormônio com a mesma dosagem de Ethrel foram os melhores tratamentos de indução das folhas, comparados às plantas que não receberam aplicação de qualquer reguladores de crescimento, com aumento de aproximadamente 97% e 65,4% de folhas, respectivamente (Tabela 1).

Essa combinação de reguladores de crescimento também favoreceu as plantas quanto à expansão da área foliar, porém não diferindo estatisticamente das plantas que receberam apenas 500 mg L⁻¹ de Ethrel ou controle. Comparadas ao controle, a combinação de 500 mg L⁻¹ de BAP +

Ethrel foi o tratamento que promoveu menores áreas foliares, com redução de 8,8% (Tabela 1).

A junção de 500 mg L⁻¹ dos dois reguladores de crescimento pode caracterizar alta dosagem no crescimento das plantas e o acúmulo de matéria fresca, durante os 120 dias de cultivo após plantio. Pode-se observar que metade da dosagem utilizada na combinação desses reguladores de crescimento proporcionaram plantas aproximadamente 10% maiores e com maior acúmulo de matéria fresca (aproximadamente 42%) da parte aérea (Tabela 1).

A aplicação de reguladores de crescimento nos rizomas desse genótipo de taioba, antes do seu plantio, não demonstrou ter influência sobre o acúmulo de fotoassimilados, ao longo dos 120 dias de cultivo, pois não houve diferença estatística na matéria da parte aérea seca (Tabela 1).

Tabela 1. Valores médios do número de folhas (NF), área foliar (cm²) (AF), comprimento da parte aérea (cm) (CPA), matéria fresca (g) (MF) e seca (g) (MS) da parte aérea de plantas de taioba 'Caipira', com ou sem cava apical, após armazenamento de 3 meses a 5 °C e aplicação de diferentes concentrações de reguladores de crescimento (RC). Viçosa, UFV, 2008.

| RC | Médias | | | | |
|--|--------|-----------|----------|-----------|---------|
| | NF | AF | CPA | MF | MS |
| Controle | 6,5 b | 435,03 a | 48,66 ab | 156,30 ab | 9,42 a |
| Ethrel (250 mg L ⁻¹) | 9,8 ab | 418,83 ab | 53,08 a | 206,30 ab | 11,40 a |
| Ethrel (500 mg L ⁻¹) | 9,0 ab | 439,82 a | 53,50 a | 203,48 ab | 10,97 a |
| BAP (250 mg L ⁻¹) | 8,7 ab | 424,51 ab | 50,83 a | 187,15 ab | 11,51 a |
| BAP (500 mg L ⁻¹) | 12,0 a | 433,40 ab | 55,50 a | 207,20 ab | 12,62 a |
| Ethrel + BAP (250 mg L ⁻¹) | 10,7 a | 438,29 a | 53,50 a | 221,81 a | 12,61 a |
| Ethrel + BAP (500 mg L ⁻¹) | 9,2 ab | 396,51 b | 40,16 b | 136,73 b | 8,86 a |

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas, para cada variável, não diferem entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

A cava feita nas estruturas propagativas não causou efeitos positivos nas variáveis agronômicas avaliadas. Com exceção do número médio de folhas por planta, as demais características tiveram valores inferiores nesses rizomas, comparadas às plantas sem remoção do meristema apical (Tabela 2). No genótipo em estudo, após a realização da cava apical, a mobilização de citocininas endógenas da região meristemática apical até os meristemas laterais, parece não ter efeito para essas variáveis. Nesse sentido, mais estudos são necessários, incluindo outros genótipos, sobre a influência dos reguladores de crescimento ou sobre a expressão gênica.

Tabela 2. Valores médios do número de folhas (NF), área foliar (cm²) (AF), comprimento da parte aérea (cm) (CPA), matéria fresca (g) (MF) e seca (g) (MS) da parte aérea de plantas de taioba 'Caipira', com ou sem cava apical (CA), após armazenamento de 3 meses a 5 °C e aplicação de diferentes concentrações de reguladores de crescimento. Viçosa, UFV, 2008.

| CA | Médias | | | | |
|------------|--------|----------|---------|----------|---------|
| | NF | AF | CPA | MF | MS |
| com | 10,1 a | 413,22 b | 47,92 b | 175,31 b | 10,01 b |
| sem | 8,7 a | 440,04 a | 53,57 a | 201,55 a | 12,10 a |

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas, para cada variável, não diferem entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

O fato dos rizomas desse genótipo terem ou não o meristema apical removido, aliado aos períodos de avaliações pós-plantio, tiveram influência nas brotações das plantas. Na figura 2, o número médio de brotações das plantas com a cava apical, até 28 dias após o plantio (DAP), foi menor comparado às plantas com meristema apical. Dos 35 aos 120 DAP houve

aumento significativo de brotações nessas plantas, superando àquelas sem a cava apical.

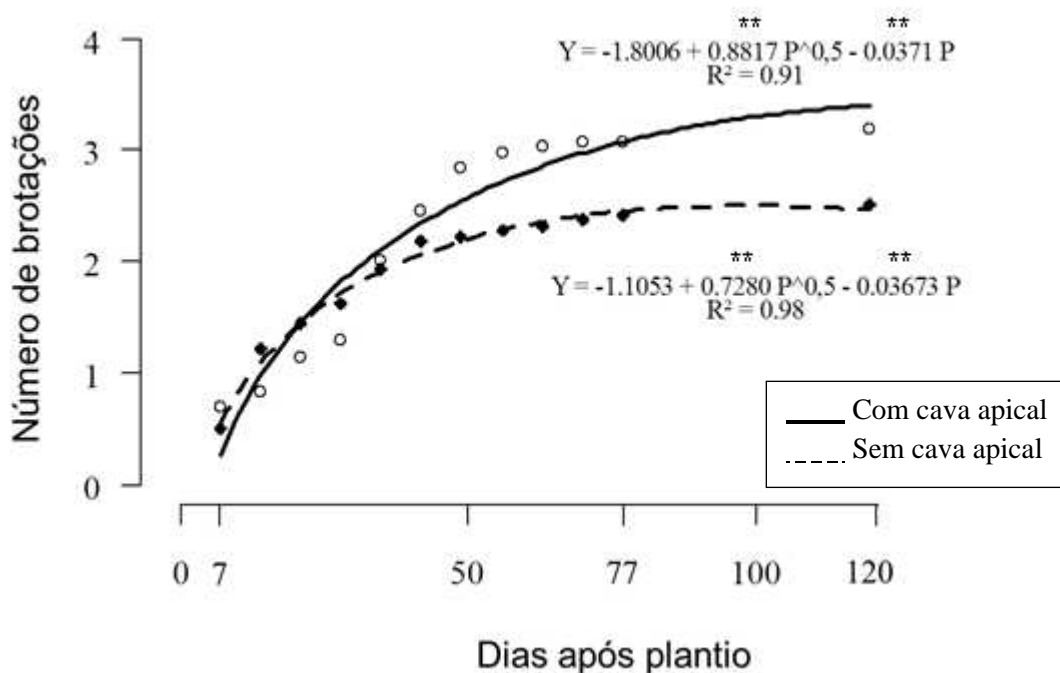


Figura 2. Número de brotações de plantas de taioba 'Caipira', com meristema apical (sem cava apical) ou sem meristema apical (com cava apical), após armazenamento de 3 meses a 5 °C. Viçosa, UFV, 2008. Y = estimador do número de brotações; P = dias após plantio. ** Significativo a 1% de probabilidade.

A interação dos reguladores de crescimento com os períodos das avaliações também demonstrou ter influência sobre as brotações das plantas de taioba 'Caipira'. Nas plantas que não tiveram rizomas tratados com qualquer dosagem de regulador de crescimento, aos 7 DAP a média de brotações foi maior, comparados aos que receberam os tratamentos (Figura

3). Porém, o efeito dos reguladores de crescimento nesse genótipo pode ser notado aos 14 DAP, onde plantas que receberam tratamento hormonal começaram a aumentar as brotações. Esse aumento pode ser visto ao longo do desenvolvimento das plantas, tendo aquelas tratadas com 500 mg L⁻¹ de BAP e 250 mg L⁻¹ de Ethrel + BAP promovido mais brotos por planta dos 49 aos 120 dias. Plantas controle tiveram pequeno aumento nos primeiros dias de avaliação, estabilizando depois dos 42 DAP (Figura 3).

Embora a aplicação de 500 mg L⁻¹ de BAP tenha proporcionado às plantas maior quantidade de brotos, a combinação 250 mg L⁻¹ de Ethrel com 250 mg L⁻¹ de BAP, em rizomas destituídos de meristema apical, anteciparam o desenvolvimento das gemas laterais neste genótipo. Aos 7 DAP, praticamente, todas as plantas de taioba dos rizomas com cava apical, tratados com essa combinação de regulador de crescimento, já estavam com alguma brotação, ocorrendo aumento ao longo do desenvolvimento das plantas. Apesar de o tratamento com 500 mg L⁻¹ de Ethrel em rizomas com cava apical ter propiciado bom resultado inicial de brotamento das plantas, até os 28 DAP esse número permaneceu constante, tendo aumento de brotos a partir dos 35 DAP (Figura 4).

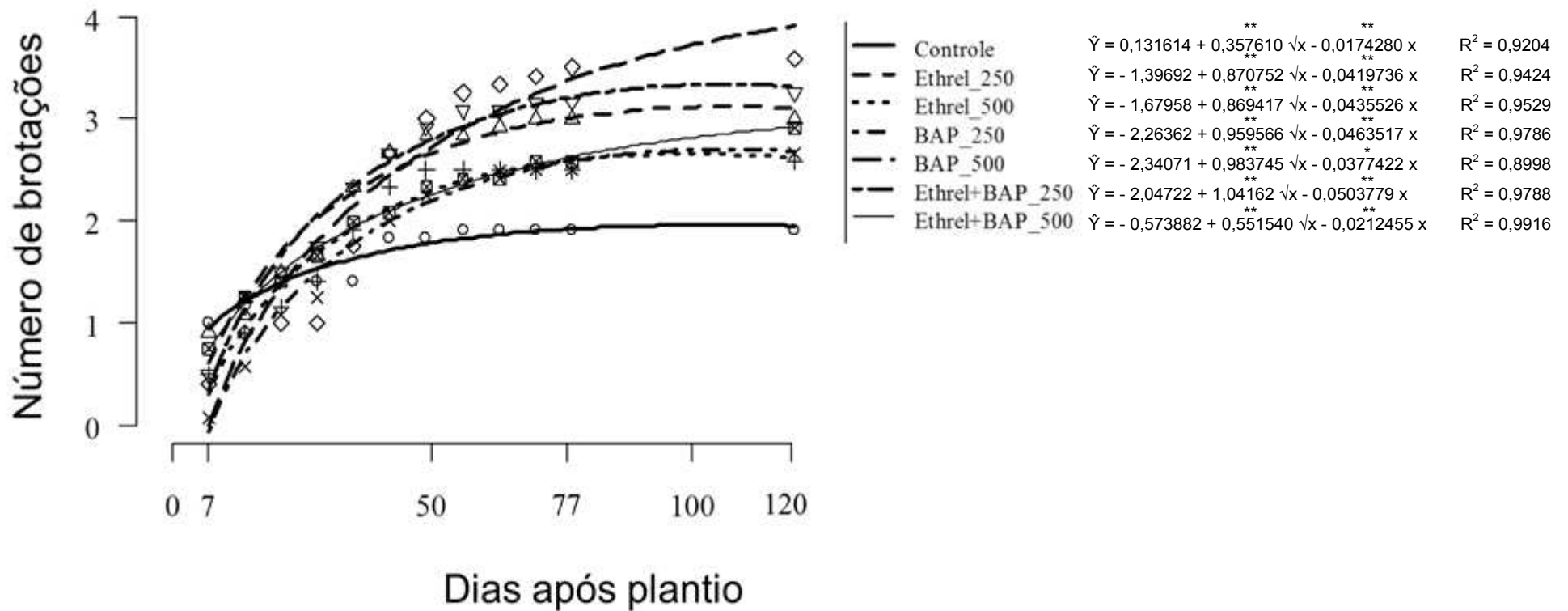


Figura 3. Número de brotações de plantas de taioba 'Caipira', após armazenamento de 3 meses a 5 °C e aplicação de 250 mg L⁻¹ ou 500 mg L⁻¹ dos reguladores de crescimento BAP e/ou Ethrel. Controle: 1 litro de água. Viçosa, UFV, 2008.

\hat{Y} = estimador do número de brotações; x = dias após plantio. ** Significativo a 1% de probabilidade. * Significativo a 5% de probabilidade.

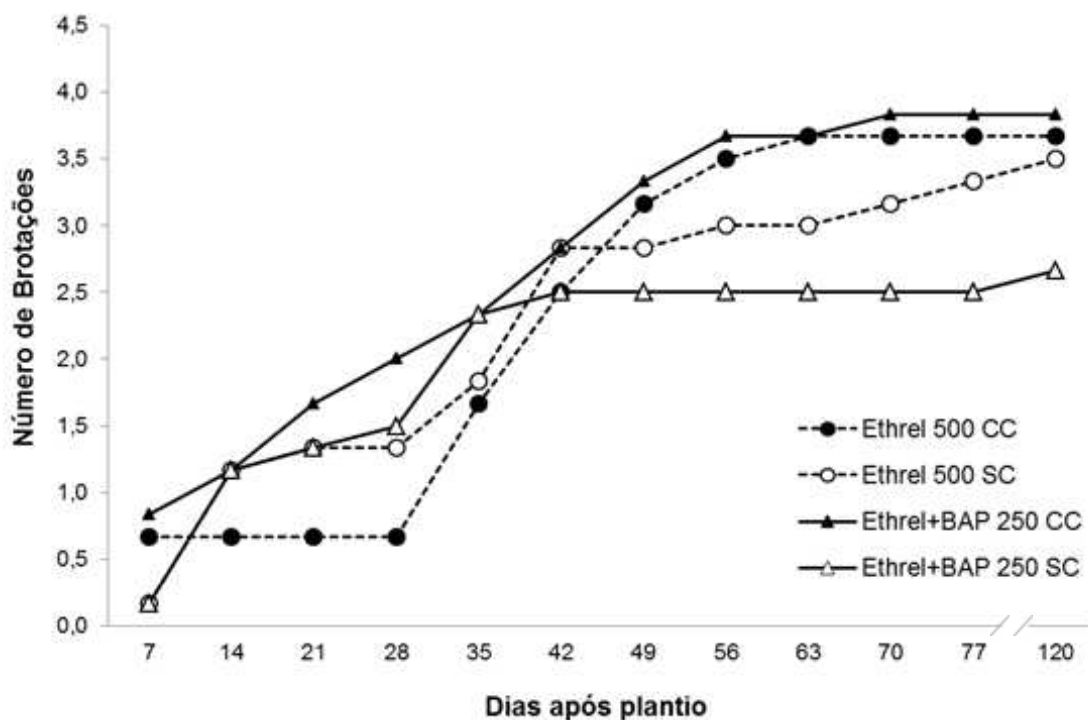


Figura 4. Valores médios do número de brotações de plantas de taioba 'Caipira', sem cava apical (SC) ou com cava apical (CC), após armazenamento de 3 meses a 5 °C e aplicação de 500 mg L⁻¹ de Ethrel ou 250 mg L⁻¹ de BAP + Ethrel. Viçosa, UFV, 2008.

O maior número de brotações dos rizomas submetidos à remoção do meristema apical (com cava apical) deve-se ao forte controle que esse exerce sobre as gemas laterais. A cava causou rápida retomada da divisão celular e do desenvolvimento dos meristemas laterais. Tal controle é exercido através de alguma auxina, possivelmente o ácido indolil 3-acético (AIA), sintetizada na região apical e transportada aos meristemas laterais. Assim, a retirada da gema apical proporcionou o aumento da disponibilidade de citocininas nos meristemas laterais (García-Flórez et al., 2009).

As citocininas também são fundamentais na promoção da brotação de gemas em órgãos propagativos (García-Flórez et al., 2009). A 6-

benzilaminopurina agiu no controle da hidrólise de reservas dos rizomas, sendo necessária à indução da enzima α -amilase para a hidrólise do amido. De acordo com Vieira et al. (2008) o desenvolvimento da atividade da amilase constitui importante evento, podendo ser detectado durante o início da germinação, sendo sua principal função disponibilizar substratos utilizados pela plântula até que se torne fotossinteticamente autossuficiente. Essas reservas nutritivas, digeridas pela enzima e acumuladas na forma de açúcares, aminoácidos e ácidos nucléicos, são, então, transportadas até as gemas laterais nos rizomas. Segundo Ono et al. (2004), a quebra da dominância apical pode ser promovida com citocininas sintéticas, porém trabalhando com mamoeiro (*Carica papaya* L.) constataram que a citocinina utilizada isoladamente, com e sem a retirada da gema apical, não incrementa o desenvolvimento das brotações laterais. Coelho e colaboradores (2009), estudando o efeito de reguladores de crescimento na propagação do abacaxizeiro 'Smooth Cayenne', verificaram maior eficiência do tratamento com 6-benzilaminopurina na concentração de 400 mg L^{-1} sobre a brotação das gemas.

O efeito promotor do etileno (Ethrel) é aumentar a liberação e o movimento dessas enzimas hidrolíticas, além de causar aumento da respiração e do conteúdo de açúcar (Suttle, 2009).

Aliado a esses fatores a que as estruturas vegetativas de taioba foram submetidas, o frio teve importante efeito sobre o crescimento por brotamento, já que todas as atividades metabólicas podem ser reduzidas pelo efeito das baixas temperaturas (Chitarra & Chitarra, 2005). Fato esse comprovado pelo rápido estímulo de brotação aos 7 DAP dos rizomas neste

experimento. Durante o armazenamento, as baixas temperaturas retardam os processos fisiológicos e bioquímicos de amadurecimento dos frutos e vegetais, principalmente a respiração (Brackmann et al., 2010).

4. CONCLUSÕES

1. A produção de novas folhas e a expansão da área foliar são estimuladas pelo tratamento dos rizomas de taioba com 500 mg L⁻¹ de BAP e 250 mg L⁻¹ de BAP + 250 mg L⁻¹ de Ethrel.

2. A realização da cava apical induz maior número de novas brotações foliares, 35 dias após o plantio.

3. A combinação de 250 mg L⁻¹ de Ethrel com 250 mg L⁻¹ de BAP, em rizomas cavados, antecipam o brotamento das gemas laterais nesta cultivar.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAMO, M.A. 1990. **Taioba, cará e inhame**. São Paulo: Ícone. 80p.
- BRACKMANN, A.; GASPERIN, A.R.; WEBER, A.; ANESE, R.O. 2010. Condições de temperatura, umidade relativa e atmosfera controlada para o armazenamento de cebola da cultivar 'Crioula'. **Ciência Rural**, 40: 1709-1713.
- CARVALHO, E.F.; CORDEIRO, J.A.D. 1990. Um método alternativo e eficiente de propagação vegetativa de inhame (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) e de taioba (*Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott). **Acta Amazônica**, 20: 11-18.
- CARVALHO, E.F. 1991. Propagação de inhame (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) pelo método de divisão de rizomas. **Ciência Agrônômica**, 22: 61-66.
- CHAPMAN, T. 1964. A note on the measurement of leaf area of the tannia (*Xanthosoma sagittifolium*). **Tropical Agriculture**, 41: 351-352.
- CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. 2005. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: UFLA. 783p.
- COELHO, R.I.; CARVALHO, A.J.C.; THIEBAUT, J.T.L.; LOPES, J.C. 2009. Brotações de gemas em secções de caule de abacaxizeiro 'Smooth Cayenne' tratadas com reguladores de crescimento. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 31: 203-209.
- COLEMAN, W.K.; DONNELLY, D.J.; COLEMAN, S.E. 2001. Potato microtubers as research tools: a review. **American Journal of Potato Research**, 78: 47-55.

- DAMATTA, F.M.; RAMALHO, J.D.C. 2006. Impacts of drought and temperature stress on coffee physiology and production: a review. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, 18: 55-81.
- ERIG, A.C.; SCHUCH, M.W. 2006. Ação da 6-benzilaminopurina e da qualidade da luz na multiplicação *in vitro* de macieira (*Malus domestica* Borkh.) cvs. Galaxy e Mastergala. **Revista Brasileira de Agrociência**, 12: 151-155.
- FILGUEIRA, F.A.R. 2008. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**, 3ª ed. Viçosa: UFV. 421p.
- FOGAÇA, C.M.; CORDEIRO, D.C.; CORREIA, T.D.; LAURIANO, M.P.; SANT'ANNA-SANTOS, B.F.; FINGER, F.L.; OTONI, W.C. 2007. Microtuberização de *Colocasia esculenta* L. Schott (Aracea) *in vitro*. **Revista Brasileira de Biociências**, 5: 123-125, Suplemento.
- GARCIA, A.S.; BRANQUINHO, E.G.A.; MENUCHI, A.C.T.P.; ERLACHER, K.C.; DOMINGUES, M.C.S. 2006. Efeito de reguladores vegetais na germinação e desenvolvimento da semente *Strelitzia reginae*. **Thesis**, 5: 161-176.
- GARCÍA-FLÓREZ, M.; PORTELA-RAMÍREZ, A.; FLÓREZ-RONCANCIO, V.J. 2009. Sustancias con actividad citoquinínica estimulan La brotación de yemas en tuberculos de papa. **Bragantia**, 68: 555-562.
- HERTER, F.G.; MACHADO, L.B.; OLIVEIRA, M.F.; SILVA, J.B. 2001. Efeito do frio na brotação de gemas de pereira (*Pyrus communis* L.) cv. Carrick, em Pelotas, RS. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 23: 261-264.

- OLIVEIRA, A.P.; JÚNIOR, R.J.F.; BRUNO, R.L.A. 2001. Efeito de baixa temperatura e do carbureto de cálcio na emergência de túberas-semente do inhame. **Horticultura Brasileira**, 19: 250-252.
- ONO, E.O.; JÚNIOR, J.F.G.; RODRIGUES, J.D. 2004. Reguladores vegetais na quebra da dormência apical de mamoeiro (*Carica papaya* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, 26: 348-350.
- RUBATZKY, V.E.; YAMAGUCHI, M. 1997. **World vegetables: Principles, production, and nutritive values**. 2^a ed. Chapman & Hall: Nova York. 843p.
- SAEG - **Sistema para Análises Estatísticas**, 2007. Versão 9.1: Fundação Arthur Bernardes - UFV – Viçosa.
- SEGANFREDO, R.; FINGER, F.L.; BARROS, R.S.; MOSQUIM, P.R. 2001. Influência do momento de colheita sobre a deterioração pós-colheita em folhas de taioba. **Horticultura Brasileira**, 19: 316-319.
- SUTTLE, J.C. 1998. Involvement of ethylene in potato microtuber dormancy. **Plant Physiology**, 118: 843-848.
- SUTTLE, J.C. 2009. Ethylene is not involved in hormone- and bromoethane-induced dormancy break in russet burbank minitubers. **American Journal of Potato Research**, 86: 278-285.
- TAIZ L.; ZEIGER, E. 2002. **Plant physiology**. 3.ed. Sunderland: Sinauer Associates. p.423-460.
- VIEIRA, A.R.; OLIVEIRA, J.A.; GUIMARÃES, R.M.; PINHO, E.V.R.V.; PEREIRA, C.E.; CLEMENTE, A.C.S. 2008. Marcador isoenzimático de dormência em sementes de arroz. **Revista Brasileira de Sementes**, 30: 81-89.

VIEIRA, R.F.; SILVA, C.M.; SOUTO, E.R.; HATA, F.T.; MACHADO, M.F.P.S.; MARCUZ, F.S. 2009. Diferentes concentrações de 6-benzilaminopurina e cinetina na micropropagação *in vitro* das variedades RB867515 e RB855156 de cana-de-açúcar. **Campo Digital**, 4: 122-126.

Efeito da refrigeração e de reguladores de crescimento sobre a brotação e crescimento de *Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott⁽¹⁾

CRISTINA SOARES DE SOUZA⁽²⁾; FERNANDO LUIZ FINGER⁽²⁾; VICENTE WAGNER DIAS CASALI⁽²⁾; PAULO ROBERTO CECON⁽³⁾; ADILSON RICKEN SCHUELTER⁽⁴⁾

RESUMO

O trabalho visou avaliar os efeitos da refrigeração e da aplicação de reguladores de crescimento sobre o desenvolvimento de gemas laterais e a tolerância ao frio de taioba (*Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott), genótipos Comum, Roxa e Caxixe. Após 30 dias de cura em temperatura ambiente, as estruturas propagativas foram armazenadas em câmaras frias a 5 e 10 °C. Rizomas do genótipo Comum, permaneceram 3 meses nas temperaturas de 5 e 10 °C e 6 meses a 10 °C, enquanto rizomas dos genótipos Roxa e Caxixe permaneceram refrigerados a 5 °C por 3 meses. O delineamento experimental empregado foi inteiramente casualizado, com 2 tratamentos e 20 repetições, tendo como unidade experimental uma planta inteira. Os tratamentos consistiram na aplicação, durante 30 minutos, de 1 litro de água em rizomas destituídos de meristema apical (Tratamento controle) e da combinação de 250 mg L⁻¹ BAP (6-benzilaminopurina) com 250 mg L⁻¹ Ethrel (ácido 2-cloroetilfosfônico) em rizomas também desprovidos de gemas apicais (Tratamento 2). A remoção das gemas foi feita pelo corte em forma de “V” na região apical, denominado de cava apical. Foram quantificadas as seguintes variáveis: número de brotações laterais, número de folhas, área foliar, comprimento da parte aérea, massa fresca e seca total. As médias foram comparadas pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$) e em casos de mortes das

¹ Parte da Tese de Doutorado da primeira autora, financiada pelo CNPq.

² Departamento de Fitotecnia – UFV. Avenida P.H. Rolfs s/nº, Campus Universitário, CEP 36570-000, Viçosa, MG. E-mail: cristina.souza@ufv.br

³ Departamento de Estatística, Universidade Federal de Viçosa, 36570-000, Viçosa, MG.

⁴ Cooperativa Central de Pesquisa Agrícola (COODETEC), BR 467, Km 98. CEP 85813-450, Cascavel, PR.

estruturas, procedeu-se à análise descritiva de médias. Os resultados mostraram que os rizomas de taioba foram afetados de forma significativa pela temperatura e o tempo de armazenamento. Processos de depressões e escurecimento, pela exposição ao frio, foram verificados em órgãos propagativos armazenados a 5 °C durante 3 meses e a 10 °C por 6 meses. Os rizomas do genótipo Comum refrigerados por 6 meses a 10 °C e da cultivar Roxa armazenados por 3 meses a 5 °C tiveram 100% de mortes, tanto dos controles quanto daqueles tratados com os reguladores de crescimento, devido ao apodrecimento das estruturas propagativas. Na cultivar Comum, quando armazenada a 5 °C por 3 meses houve 10% das plantas brotadas com média de 6,5 brotações laterais, enquanto que a cultivar Caxixe teve 80% de mortes, tendo em média 3 brotações laterais. Não houve significância entre os tratamentos nas características analisadas de plantas do genótipo Comum. Armazenamento refrigerado (5 °C por 3 meses, e de 10 °C por 6 meses) ocasiona injúrias por frio. Pré-tratamento com reguladores de crescimento BAP e Ethrel e realização da cava apical não induzem maior formação de brotações laterais nos genótipos e estudo.

Termos para indexação: taioba; armazenamento refrigerado; injúria por frio; reguladores de crescimento; brotações laterais.

ABSTRACT

Effect of chilling and growth regulators on sprouting and growth of *Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott.

This study aimed to evaluate the effects of cooling and the application of growth regulators on the development of lateral buds and cold tolerance of tannia (*Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott), genotypes Comum, Roxa and Caxixe. After 30 days of curing, at room temperature, the rhizomes were stored in cold at 5 and 10 °C. Rhizomes of the Comum genotype, remained three months at 5 and 10 °C and six months at 10 °C, while Roxa and Caxixe genotypes remained refrigerated at 5 °C, for three months. The experimental design was completely randomized with 2

treatments and 20 repetitions, with the whole plant an experimental unit. The treatments applied, for 30 minutes, were 1 liter of water in rhizomes with apical meristem removed (Control) and the combination of 250 mg L⁻¹ BAP (6-benzylaminopurine) with 250 mg L⁻¹ Ethrel (acid 2-chloroethylphosphonic) in rhizomes also devoid of apical buds (Treatment 2). The removal of the buds was made by cutting a “V” shape in the apical region, called “carving”. The variables quantified were: buds number, leaf number, leaf area, shoot length and total fresh and dry weight. Means were compared by Tukey test ($p \leq 0.05$) and in cases of deaths, preceded to the descriptive analysis of means. The results showed that tannia rhizomes were significantly affected by temperature and length of storage. Cases of depression and browning by exposure to cold were found in rhizomes at 5 °C for 3 months and 10 °C for 6 months. The Comum genotype refrigerated for 6 months at 10 °C and Roxa cultivar stored for 3 months at 5 °C had 100% of dead plants, in controls and in rhizomes treated with growth regulators, due to rotting. In Comum cultivar, at 5 °C for 3 months, was 10% of plants sprouted with media of 6.5 buds, while the Caxixe cultivar had 80% of dead plants, with 3 buds, in media. There was no significance between treatments in traits of Comum genotype. Cold storage (5 °C for 3 months, and 10 °C for 6 months) causes chilling injury. Pre-treatment with growth regulators BAP and Ethrel and carving don't induce increased formation of side shoots in the genotypes studied.

Index terms: tannia; cold storage; chilling injury; growth regulators; side shoots.

1. INTRODUÇÃO

Cultivada no Sudeste brasileiro, a taioba (*Xanthosoma sagittifolium* Schott), espécie da família Araceae, é rica em amido, especialmente nos rizomas, cujas folhas são grandes e dotadas de vitamina A (Ramesh et al., 2007; MAPA, 2010). Tem cultivo difundido em regiões tropicais, destacando o interior de Minas Gerais, Rio de Janeiro e Espírito Santo (Souza et al., 2010). Apesar de ser nativa tradicional da cultura brasileira, a taioba faz parte do grupo de hortaliças não convencionais, comercialmente pouco explorado (Dias et al., 2005).

Cada planta possui um rizoma central grande rodeado por rizomas pequenos laterais, que pelo método convencional, representam os órgãos propagativos da cultura (Ramesh et al., 2007), já que a floração é esporádica (Mbouobda et al., 2007) e quando ocorre, as espádices raramente são férteis, produzindo poucas sementes viáveis (Castro, 2006). Assim, métodos alternativos de propagação rápida podem ser ótimas estratégias, possibilitando tempo e custos reduzidos de produção (Souza et al., 2010), além de ampliar as taxas de brotações laterais.

O controle da temperatura é a principal técnica de retardamento da deterioração, pois diminui os processos metabólicos, como a respiração e o crescimento de patógenos (Mapeli et al., 2008). Além disso, a temperatura é importante fator ambiental que controla a resposta dos tecidos, pela redução da sensibilidade, produção de etileno (Hodges & Toivonen, 2008) e pelas alterações no equilíbrio entre hormônios promotores e inibidores do crescimento (Oliveira et al., 2001). Nos produtos como a taioba, de origem

tropical e subtropical, há necessidade de temperaturas baixas, mas que não estimulem o surgimento de sintomas de danos (Ribeiro et al., 2007), como a chamada injúria por frio, também conhecida como “chilling” (El-Hilali et al., 2003; Menolli et al., 2008; Mapeli et al., 2011). Lopes e colaboradores (1996) citam como método satisfatório de forçar a brotação de tubérculos de batata-mente, temperaturas baixas (3 a 4 °C) em câmaras frigoríficas, em período variando de 90 a 180 dias. Oliveira et al. (2001) não recomendam a utilização de baixa temperatura (5 °C) objetivando eliminar a dormência de túberas de inhame, por ser este método ineficaz. Contudo, o efeito do armazenamento refrigerado sobre a manutenção da qualidade e crescimento de plantas difere amplamente entre as espécies e genótipos, sendo essencial a investigação na cultura da taioba.

A adição de reguladores de crescimento supre as deficiências naturais dos níveis endógenos das plantas de taioba (Souza et al., 2010). O etileno, hormônio gasoso, tem função importante em vários processos do desenvolvimento das plantas. Sua aplicação pode provocar o estímulo da divisão celular resultando na formação de brotações e raízes adventícias (Oliveira et al., 2001). Também é possível que o etileno exógeno estimule o aumento da síntese de giberelinas (hormônio promotor do crescimento), podendo assim, aumentar ou diminuir a brotação de tubérculos, dependendo da concentração e duração da exposição (Suttle, 1998). Oliveira e colaboradores (2001) verificaram efeito positivo do etileno sobre a brotação de rizomas de inhame, confirmando sua atuação na aceleração da emergência das túberas.

As citocininas são classicamente relacionadas com a promoção da brotação de gemas de órgãos subterrâneos, assim como o etileno também pode promover ou inibir esse processo (Almeida & Pereira, 2002). Segundo Taiz & Zeiger (2002), o desenvolvimento das gemas laterais é inibido pela maior concentração de AIA (ácido indolil-3-acético) na gema apical, por atuar como dreno de nutrientes e citocininas para a gema apical. Além disso, o elevado nível de auxina nas gemas apicais auxilia na manutenção de altos níveis de ABA (ácido abscísico) nas gemas laterais, inibindo o crescimento dessas (Taiz & Zeiger, 2002). Dessa forma, a remoção da gema apical promoveria o aumento de citocininas nas gemas laterais, favorecendo o desenvolvimento dessas.

Estudos têm mostrado o efeito das citocininas exógenas sobre o desenvolvimento vegetal. De acordo com Ono et al. (2004), a quebra da dominância apical pode ser promovida com citocininas sintéticas, porém trabalhando com mamoeiro (*Carica papaya* L.) constataram que a citocinina utilizada isoladamente, com e sem a retirada da gema apical, não incrementa o desenvolvimento das brotações laterais. Coelho e colaboradores (2009), estudando o efeito de reguladores de crescimento na propagação do abacaxizeiro 'Smooth Cayenne', verificaram maior eficiência do tratamento com 6-benzilaminopurina na concentração de 400 mg L⁻¹ sobre a brotação das gemas.

A avaliação da eficácia da refrigeração e de reguladores de crescimento na taioba é muito conveniente e se justifica pela escassez de trabalhos e informações na bibliografia consultada e por seu baixo custo de realização.

Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho foi verificar o efeito da baixa temperatura e período refrigerado, bem como da aplicação de citocinina e etileno, em rizomas cavados, sobre o desenvolvimento de gemas laterais e a tolerância ao frio de genótipos de taioba (*Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott).

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados rizomas de taioba (*Xanthosoma sagittifolium* L. Schott), genótipos Comum, Roxa e Caxixe, procedentes da área experimental da Horta de Pesquisas da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. A colheita foi realizada em março de 2009, sendo as estruturas propagativas transportadas em caixas vazadas de polipropileno, até a casa de vegetação da UFV. Os rizomas foram distribuídos sobre bancadas, permanecendo por 30 dias a temperatura ambiente, objetivando o processo de cura. Após esse período, foram selecionados visualmente, de acordo com o volume médio, dentro de cada genótipo, e aparência, sendo dispostos novamente em caixas vazadas de polipropileno com tampa, e armazenados em câmaras frias com refrigeração de 5 e 10 °C, com umidade relativa média de 89% no interior das câmaras. Rizomas do genótipo Comum, permaneceram 3 meses nas temperaturas de 5 e 10 °C e 6 meses a 10 °C, enquanto rizomas dos genótipos Roxa e Caxixe permanecerem refrigerados a 5 °C por 3 meses.

O delineamento experimental empregado foi inteiramente casualizado, com 2 tratamentos e 20 repetições, tendo como unidade

experimental uma planta inteira. Passado os períodos de refrigeração, os tratamentos foram realizados no Laboratório de Pós-colheita do Departamento de Fitotecnia na UFV, onde rizomas, destituídos de meristema apical, foram submetidos, durante 30 minutos, em 1 litro de água (Tratamento controle) ou na solução de 250 mg L⁻¹ BAP (6-benzilaminopurina) + 250 mg L⁻¹ Ethrel (ácido 2-cloroetilfosfônico) (Tratamento 2). Na remoção das gemas foi feito um corte em forma de “V” na região apical, denominado de cava apical (Figura 1).

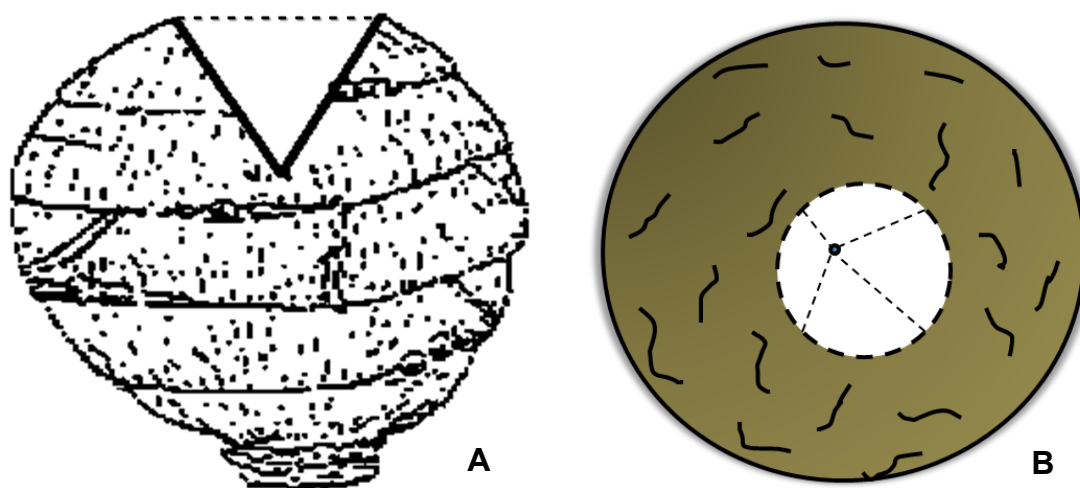


Figura 1. Rizoma de taioba sem a gema apical (com cava apical). Corte em forma de “V”. Vista lateral (A). Vista superior (B).

Os órgãos propagativos foram distribuídos novamente em bancadas em casa de vegetação, permanecendo 3 dias em temperatura ambiente até secagem. O plantio dos rizomas refrigerados por 3 meses foi em julho de

2009 e aqueles armazenados por 6 meses, em outubro do mesmo ano; inicialmente em vasos com capacidade de 1 litro, contendo substrato comercial. Com o objetivo de evitar o acúmulo de água nos rizomas devido à cava apical, os orifícios foram preenchidos com vermiculita autoclavada. O transplântio foi feito três meses após o plantio, em vasos de 5 litros, contendo por vaso, a mistura de 75% de solo, 25% de adubo orgânico e 30 g de adubo comercial N:P:K (4:14:8).

Após 180 dias do plantio, foram medidas as seguintes variáveis: número de brotações laterais, número de folhas, área foliar, comprimento da parte aérea, massa fresca e seca total. O comprimento da parte aérea foi medido pela distância do ponto do corte, logo acima da base do pecíolo até o ápice do limbo foliar. A área foliar foi determinada pela medição de seu comprimento e largura, na qual o comprimento foi obtido pela distância entre o ápice do limbo das folhas e o ponto de inserção do pecíolo e, a largura foi tomada como a soma das distâncias entre a inserção do pecíolo e as extremidades das duas nervuras principais laterais (Chapman, 1964). O peso da matéria fresca da parte aérea foi obtido pela pesagem em balança analítica, com precisão de 3 casas decimais. A matéria seca foi determinada por secagem das plantas em estufa com ventilação forçada, a 70 °C por 72h, onde obteve peso constante (Seganfredo et al., 2001).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e as médias comparadas pelo teste Tukey, a 5 % de probabilidade, utilizando o programa estatístico SAEG versão 9.1 (2007). Nos casos onde ocorreram grandes porcentagens de mortes, procedeu-se à análise

descritiva de médias com o programa estatístico SISVAR versão 5.3 (Ferreira, 2008).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A temperatura e o tempo de armazenamento refrigerado afetaram de forma significativa os rizomas de taioba. No armazenamento a 5 °C durante 3 meses e a 10 °C por 6 meses, a grande maioria das estruturas propagativas manifestaram processos de depressões e escurecimento pela exposição ao frio (Figura 2), com escurecimento interno ao redor das lesões onde foi feita a remoção da gema apical dos rizomas, como observado por Ribeiro et al. (2005) e Menolli et al. (2008) em batata-baroa.



Figura 2. Rizomas de taioba com sintomas de escurecimento, após armazenamento refrigerado. Viçosa, UFV, 2010.

O escurecimento é caracterizado como resposta dos tecidos à injúria por frio e, em analogia a várias espécies, pode estar relacionado à atividade das enzimas peroxidase e polifenoloxidase, não estudadas neste experimento. Foi admitido que essas enzimas estejam relacionadas ao escurecimento, pois as baixas temperaturas que causam a injúria por frio, também induzem estresse oxidativo dos tecidos (El-Hilali et al., 2003).

A presença do escurecimento nos rizomas de taioba pode ser explicada conforme Menolli e colaboradores (2008), pela mudança física dos lipídios saturados das membranas, causada por baixas temperaturas, sendo essa mudança lipídica considerada resposta primária dos tecidos sensíveis ao frio. As moléculas lipídicas passam do estado gel ao estado gel cristalino, resultando em respostas secundárias que incluem aumento da produção de etileno, respiração e extravasamento de solutos, perda da compartimentalização celular e, por fim, mudanças na atividade de enzimas, permitindo assim, oxidações enzimáticas. Como resultado final dessas alterações, há o aparecimento de descolorações generalizadas dos tecidos, depressões superficiais, colapso interno da célula e surgimento de doenças (El-Hilali et al., 2003).

Os rizomas do genótipo Comum refrigerados por 6 meses a 10 °C e da cultivar Roxa armazenados por 3 meses a 5 °C tiveram 100% de mortes, tanto dos controles quanto daqueles tratados com os reguladores de crescimento, devido ao apodrecimento das estruturas propagativas. No entanto, o genótipo Comum quando armazenado por 3 meses a 5 °C teve 10% das plantas controles brotadas; média de 6,5 brotações laterais e 3 folhas por planta, com área de 635,7 cm² (Figura 3). No controle do genótipo

Caxixe, nessas condições, houve 80% de mortes, tendo as plantas brotadas, em média 3 brotações laterais e 5,5 folhas por planta, com 450,8 cm² de área expandida (Figura 3). O tratamento com os reguladores de crescimento não surtiu efeito nessa cultivar, que teve 95% de mortes dos rizomas, resultante das lesões, tendo a planta brotada com apenas uma brotação. Oliveira et al. (2001) trabalhando com refrigeração (5 °C) de inhame também detectaram apodrecimentos das túberas com 25 dias de armazenamento a frio.

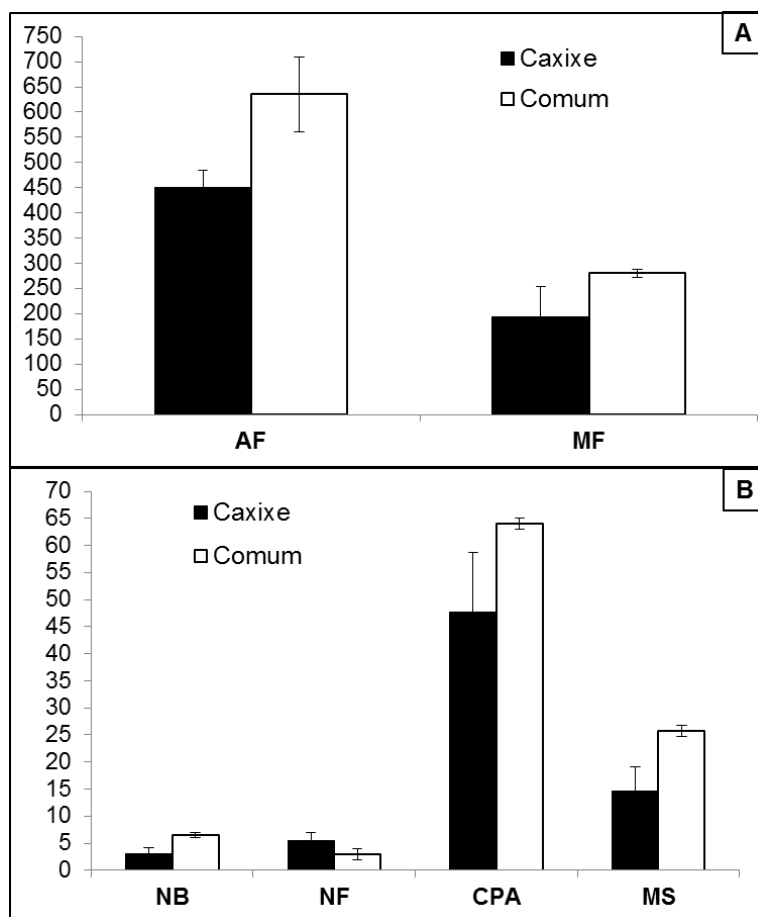


Figura 3. Valores médios (A) da área foliar (cm²) (AF) e matéria fresca total (g) (MF), (B) do número de brotações laterais (NB), número de folhas (NF), comprimento da parte aérea (cm) (CPA) e matéria seca (g) (MS) total de plantas de taioba controle, genótipos Caxixe (■) e Comum (□), após armazenamento refrigerado de 3 meses a 5 °C e aplicação do tratamento controle (1 litro de água). Viçosa, UFV, 2010.

Em geral, todas as plantas com brotações laterais demonstraram excelente crescimento quanto ao porte e acúmulo de fotoassimilados. Entretanto, foram notados claramente pelos resultados, os efeitos negativos da temperatura e do período de armazenamento refrigerado nesses genótipos, indicando que o emprego de refrigeração a 5 °C por menor tempo ou temperatura não tão baixa (10 °C), mas com período maior de exposição ao frio (6 meses), não devem ser recomendados aos genótipos de taioba em estudo. A sensibilidade da estrutura vegetal às condições de estresse, citado por Chitarra & Chitarra (2005), depende de diversas variáveis, dentre elas: espécie e/ou genótipo, maturidade, práticas de colheita e manejo, diâmetro da raiz, condições climáticas e condições de armazenamento. Além disso, é comprovado que em espécies tropicais e subtropicais como a taioba, há desordens fisiológicas quando expostas às temperaturas na faixa de 5 a 15 °C, por causa do “chilling” (Fernández-Trujillo et al., 1998).

Embora tenha ocorrido acima de 50% de perdas, devido ao apodrecimento das estruturas propagativas do genótipo Comum (3 meses em refrigeração de 10 °C), as médias das variáveis avaliadas foram analisadas pelo teste Tukey. Não houve significância ($p \geq 0,05$) entre os tratamentos controle (1 litro de água) e BAP+Ethrel (250 mg L⁻¹) em nenhuma das variáveis (Figura 4A e B), indicando que a utilização de reguladores de crescimento nessa cultivar, a fim de suprir as deficiências naturais dos níveis endógenos nas plantas, é ineficaz. Outrossim, a remoção da gema apical parece não ter contribuído com o aumento da porcentagem de gemas laterais brotadas em nenhum dos genótipos em estudo. Resultados similares foram observados por Ono et al. (2004) com a

aplicação de GA₃ (125 mg L⁻¹) + BA (125 mg L⁻¹) e GA₃ (250 mg L⁻¹) + BA (250 mg L⁻¹) em mamoeiro desprovido de gema apical.

O armazenamento refrigerado facilitou a brotação e o crescimento das plantas desse genótipo, quando expostas a temperatura ambiente. Na presença de frio ocorre alteração do balanço hormonal, havendo aumento do nível de hormônios promotores e diminuição do nível de inibidores de crescimento. O inibidor mais comumente encontrado é o ácido abscísico (ABA), cujos níveis endógenos caem durante o resfriamento (Almeida et al., 2005). Quando as estruturas propagativas foram expostas à temperatura ambiente favorável, as gemas iniciaram seu desenvolvimento, sendo esse processo associado ao aumento no nível de giberelinas e outras substâncias promotoras do crescimento, como as citocininas e o etileno. De acordo com Almeida e colaboradores (2005), as giberelinas de órgãos propagativos estariam envolvidas na desrepressão dos genes que codificam as enzimas hidrolíticas e na produção de RNAm.

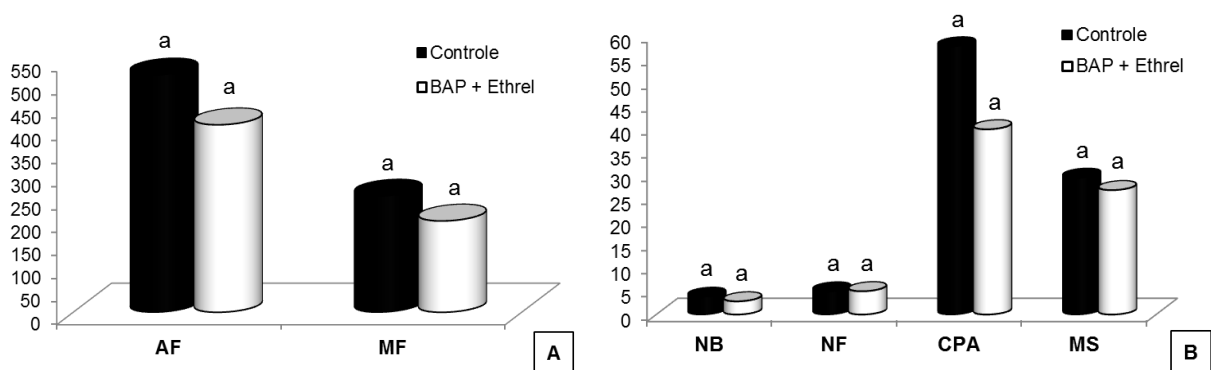


Figura 4. Valores médios (A) da área foliar (cm²) (AF) e matéria fresca total (g) (MF), (B) do número de brotações laterais (NB), número de folhas (NF), comprimento da parte aérea (cm) (CPA) e matéria seca (g) (MS) total de plantas de taioba cultivar Comum, após armazenamento refrigerado de 3 meses a 10 °C e aplicação dos tratamentos controle (■) (1 litro de água) e BAP + Ethrel (□) (250 mg L⁻¹). Médias seguidas pela mesma letra para cada variável, não diferem entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade. Viçosa, UFV, 2010.

4. CONCLUSÕES

1. Armazenamento refrigerado de 5 °C por 3 meses, e de 10 °C por 6 meses, ocasionam injúrias por frio em rizomas de taioba genótipos Comum, Roxa e Caxixe.

2. O escurecimento interno dos rizomas pode estar associado com o aumento da atividade das enzimas peroxidase e polifenoloxidase, estimulado pelo frio.

3. A remoção da gema apical dos órgãos propagativos e o pré-tratamento dos rizomas com os reguladores de crescimento BAP (250 mg L^{-1}) + Ethrel (250 mg L^{-1}) não induzem maior formação das brotações laterais nos genótipos em estudo.

4. A suscetibilidade das estruturas propagativas às condições de estresse é dependente do genótipo de taioba.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, J.A.S.; KASCHERES, C.; PEREIRA, M.F.D.A. 2005. Ethylene and abscisic acid in the control of development of the rhizome of *Kohleria eriantha* (Benth.) Hanst. (Gesneriaceae). **Brazilian Journal of Plant Physiology**, 17: 391-399.
- ALMEIDA, J.A.S.; PEREIRA, M.F.D.A. 2002. Brotação do rizoma de *Kohleria* sp. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, 14: 45-50.
- CASTRO, G.R. 2006. **Studies on cocoyam (*Xanthosoma* spp.) in Nicaragua, with emphasis on *Dasheen mosaic virus***. PhD Thesis. Swedish University of Agricultural Sciences.
- CHAPMAN, T. 1964. A note on the measurement of leaf area of the tannia (*Xanthosoma sagittifolium*). **Tropical Agriculture**, 41: 351-352.
- CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. 2005. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: UFLA. 783p.
- COELHO, R.I.; CARVALHO, A.J.C.; THIEBAUT, J.T.L.; LOPES, J.C. 2009. Brotações de gemas em secções de caule de abacaxizeiro 'Smooth Cayenne' tratadas com reguladores de crescimento. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 31: 203-209.
- DIAS, A.C.P.; PINTO, N.A.V.D.; YAMADA, L.T.P.; MENDES, K.L.; FERNANDES, A.G. 2005. Avaliação do consumo de hortaliças não convencionais pelos usuários das unidades do programa saúde da família (PSF) de Diamantina – MG. **Alimentos e Nutrição**, 16: 279-284.

- EL-HILALI, F.; AIT-OUBAHOU, A.; REMAH, A.; AKHAYAT, O. 2003. Chilling injury and peroxidase activity changes in “Fortune” mandarin fruit during low temperature storage. **Bulgarian Journal of Plant Physiology**, 29: 44-54.
- FERNÁNDEZ-TRUJILLO, J.P.; MARTINEZ, J.A.; ARTES, F. 1998. Modified atmosphere packaging affects the incidence of cold storage disorder and keeps “flat” peach quality. **Food Research International**, 31: 571-579.
- FERREIRA, D.F. 2008. Sisvar: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Científica Symposium**, 6: 36-41.
- HODGES, D.M.; TOIVONEN, P.M.A. 2008. Quality of fresh-cut fruits and vegetables as affected by exposure to abiotic stress. **Postharvest Biology and Technology**, 48: 155-162.
- LOPES, E.B.; SILVA, F.C.P.; MOURA, F.T. 1996. **Recomendações técnicas para o cultivo da batatinha (*Solanum tuberosum* L.) no Estado da Paraíba**. João Pessoa – PB: EMEPA-PB. 61p. (Circular técnica, 07).
- MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2010. **Manual de hortaliças não-convencionais** / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo – Brasília: Mapa/ACS. 92p.
- MAPELI, A.M.; FINGER, F.L.; BARBOSA, J.G.; BARROS, R.S.; OLIVEIRA, L.S.; SEGATTO, F.B. 2008. Influence of temperature on respiration, ethylene production and longevity of cut orchid (*Epidendrum ibaguense*) flower. In: **9th International Symposium on Postharvest Quality of Ornamental Plants**, Odense. 9th International Symposium on Postharvest Quality of Ornamental Plants (Abstracts). Odense: ISHS. p.8.

- MAPELI, A.M.; FINGER, F.L.; BARBOSA, J.G.; BARROS, R.S.; OLIVEIRA, L.S.; SEGATTO, F.B. 2011. Influence of storage temperature on *Epidendrum ibaguense* flowers. **Acta Scientiarum Agronomy**, 33: 111-115.
- MBOUOBDA, H.D.; BOUDJEKO, T.; DJOCGOUE, P.F.; TSAFACK, T.J.J.; OMOKOLO, D.N. 2007. Morphological characterization and agronomic evaluation of Cocoyam (*Xanthosoma sagittifolium* L. Schott) germoplasma in Cameroon. **Journal of Biological Sciences**, 7: 27-33.
- MENOLLI, L.N.; FINGER, F.L.; PUIATTI, M.; BARBOSA, J.M.; BARROS, R.S. 2008. Atuação das enzimas oxidativas no escurecimento causado pela injúria por frio em raízes de batata-baroa. **Acta Scientiarum Agronomy**, 30: 57-63.
- OLIVEIRA, A.P.; JÚNIOR, R.J.F.; BRUNO, R.L.A. 2001. Efeito de baixa temperatura e do carbureto de cálcio na emergência de túberas-semente do inhame. **Horticultura Brasileira**, 19: 250-252.
- ONO, E.O.; JÚNIOR, J.F.G.; RODRIGUES, J.D. 2004. Reguladores vegetais na quebra da dormência apical de mamoeiro (*Carica papaya* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, 26: 348-350.
- RAMESH, V.; JOHN, K.S.; RAVINDRAN, C.S.; EDISON, S. 2007. Agrotechniques and plant nutrition of tannia (*Xanthosoma* sp.): An overview. **Journal of Root Crops**, 33: 1-11.
- RIBEIRO, R.A.; FINGER, F.L.; PUIATTI, M.; CASALI, V.W.D. 2005. Chilling injury sensitivity in (*Arracacia xanthorrhiza*) roots. **Tropical Science**, 45: 55-57.
- RIBEIRO, R.A.; FINGER, F.L.; PUIATTI, M.; CASALI, V.W.D. 2007. Vida útil e metabolismo de carboidratos em raízes de mandioquinha-salsa sob refrigeração e filme de PVC. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 42: 453-458.

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

SEGANFREDO, R.; FINGER, F.L.; BARROS, R.S.; MOSQUIM, P.R. 2001. Influência do momento de colheita sobre a deterioração pós-colheita em folhas de taioba. **Horticultura Brasileira**, 19: 316-319.

SOUZA, C.S.; FINGER, F.L.; SCHUELTER, A.R. 2010. Influência de ANA e BAP e da modalidade de cultivo *in vitro* de taiobas (*Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott). **Plant Cell Culture and Micropropagation**, 6: 40-48.

SUTTLE, J.C. 1998. Involvement of ethylene in potato microtuber dormancy. **Plant Physiology**, 118: 843-848.

TAIZ L.; ZEIGER, E. 2002. **Plant physiology**. 3.ed. Sunderland: Sinauer Associates. p.423-460.

Capítulo 2

**Atividade das enzimas oxidativas e metabolismo dos
carboidratos na qualidade pós-colheita de *Xanthosoma
sagittifolium***

Efeito do resfriamento sobre a atividade enzimática e conservação pós-colheita de germoplasma de taioba⁽¹⁾

CRISTINA SOARES DE SOUZA⁽²⁾; FERNANDO LUIZ FINGER⁽²⁾; VICENTE WAGNER DIAS CASALI⁽²⁾; PAULO ROBERTO CECON⁽³⁾; ADILSON RICKEN SCHUELTER⁽⁴⁾

RESUMO

O trabalho visou avaliar a tolerância de dois acessos de taioba ao frio e verificar a relação dessa resposta com a atividade enzimática, acúmulo de compostos fenólicos e metabolismo pós-colheita dos carboidratos. Os tratamentos constituíram de duas temperaturas de armazenamento (5 e 10 °C), dispostos no delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições de folhas. As folhas foram acomodadas em sacos plásticos, dentro de caixas de papelão e mantidas por 20 dias, em câmaras frias. Amostras de folhas foram retiradas ao zero, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18 e 20 dias de armazenamento e avaliadas visualmente, além de determinar: a atividade das enzimas peroxidase, catalase e polifenoloxidase, a concentração de compostos fenólicos solúveis e o teor de açúcares solúveis totais, açúcares redutores e amido. Interação tripla significativa da temperatura, período de armazenamento e cultivar foi observada no teor de açúcares redutores ($p \leq 0,01$) e na atividade das enzimas catalase ($p \leq 0,01$) e polifenoloxidase ($p \leq 0,05$). O armazenamento por 20 dias, às temperaturas de 5 e 10 °C, não induziram alterações nos conteúdos de açúcares solúveis totais e redutores, porém induziram a degradação do amido em folhas de taioba cv. Comum e BGH/UFV 5932. O frio não estimulou a atividade da peroxidase nos dois genótipos avaliados. A

¹ Parte da Tese de Doutorado da primeira autora, financiada pelo CNPq.

² Departamento de Fitotecnia – UFV. Avenida P.H. Rolfs s/nº, Campus Universitário, CEP 36570-000, Viçosa, MG. E-mail: cristina.souza@ufv.br

³ Departamento de Estatística, Universidade Federal de Viçosa, 36570-000, Viçosa, MG.

⁴ Cooperativa Central de Pesquisa Agrícola (COODETEC), BR 467, Km 98. CEP 85813-450, Cascavel, PR.

elevação na atividade da catalase ocorreu após 14 dias de armazenamento das folhas da cv. Comum e a partir do 6º dia no genótipo BGH/UFV 5932, refrigeradas a 10 °C. Baixa temperatura não induziu alterações na atividade da polifenoloxidase em folhas de taioba para consumo. Esses resultados indicam que os dois genótipos são insensíveis às baixas temperaturas, não havendo sintoma de escurecimento causado pelo frio. Maior tempo de conservação das folhas é adquirido no armazenamento a 5 °C.

Termos para indexação: *Xanthosoma sagittifolium*; refrigeração; carboidratos; peroxidase; catalase; polifenoloxidase.

ABSTRACT

Effect of cooling on enzyme activity and postharvest conservation of tannia germplasm.

This study aims to evaluate the cold tolerance of two accessions of tannia and the relation of this response with enzyme activity, accumulation of phenolic compounds and postharvest metabolism of carbohydrates. Treatments consisted of two stored temperatures (5 and 10 °C), arranged in a completely randomized design with five replicates of leaves. The leaves were put in plastic bags, inside cardboard boxes and kept for 20 days in cold. Leaf samples were taken at zero, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18 and 20 days of storage and visually evaluated, besides to determine: the activity of peroxidase, polyphenoloxidase and catalase, the concentration of soluble phenolic compounds and content of total soluble sugar, reducing sugar and starch. It was observed significant triple interaction of temperature, length of storage and cultivar in reducing sugar content ($p \leq 0.01$), catalase activity ($p \leq 0.01$) and polyphenoloxidase activity ($p \leq 0.05$). The storage for 20 days at temperatures of 5 and 10 °C didn't induce the degradation of starch in leaves of tannia Comum and BGH/UFV 5932. The cold didn't stimulate peroxidase activity in both genotypes. The increase in catalase activity occurred after 14 days storage of leaves cv. Comum and from the 6th day in genotype BGH/UFV 5932, chilling to 10 °C. Cold temperature didn't

induce changes in polyphenoloxidase activity in leaves of tannia for consumption. These results indicate that the genotypes are insensitive to cold temperatures, without sign of browning caused by the cold. Longer conservation of leaves is acquired in storage at 5 °C.

Index terms: *Xanthosoma sagittifolium*; cooling; carbohydrates; peroxidase; catalase; polyphenoloxidase.

1. INTRODUÇÃO

Taioba (*Xanthosoma sagittifolium* L. Schott) é uma cultura herbácea com folhas perenes, tem grande importância como alimento de populações em regiões tropicais e subtropicais (Mangan et al., 2008). Tem sido cultivada por pequenos produtores, visando principalmente à produção de folhas destinadas ao consumo em pratos típicos ou ração animal. O grande interesse nessa cultura como componente nutricional está no fato de seu total aproveitamento (limbo e pecíolo) (Pinto et al., 2001a) e suas folhas possuírem elevados teores de proteínas, fibras e vitamina C (Pinto et al., 2001b; Morais et al., 2006), além de ser hortaliça de baixo custo, fácil obtenção de mudas e alta produção de folhas em muitas regiões do Brasil (Mangan et al., 2010). Em estudo sobre a composição nutricional das folhas, Pinto et al. (1999) enquadraram a taioba entre as principais fontes de minerais, principalmente ferro, potássio, cálcio e manganês, sendo indicada por satisfazer o requisito de energia na suplementação da dieta humana (Ojinnaka et al., 2009).

Por ser folhosa, essa hortaliça possui baixa longevidade após a colheita, dependendo, principalmente, das condições a que é submetida. O rápido declínio da qualidade das folhas de taioba, devido à senescência pós-colheita, frequentemente causa sérias perdas comerciais. Segundo Seganfredo et al. (2001), poucas horas após destacadas da planta, as folhas passam por alterações visuais, como amarelecimento e murchamento, limitando seu período de exposição e armazenamento no comércio.

Do mesmo modo como a maioria das hortaliças, a qualidade da taioba está intimamente ligada à aparência, cor e dimensão das folhas, bem como ao sabor e à ausência de defeitos, tais como sintomas de deterioração e amarelecimento. Tais atributos são determinados, em parte, pelo genótipo, maturidade das folhas na colheita, temperatura de armazenamento, composição atmosférica e duração do armazenamento (Seganfredo et al., 2001).

Hortaliças folhosas perdem água por causa da grande superfície específica (razão entre a área e o volume do produto). A perda de água por transpiração determina, em grande parte, as perdas quantitativas e qualitativas, em geral, dos produtos hortícolas (Finger & Vieira, 2007), que afetam diretamente a aparência e o peso do produto comercializado, influenciando fortemente o avanço da senescência (Álvares et al., 2010).

Por não armazenarem quantidade expressiva de carboidratos, necessários ao processo respiratório, o potencial de armazenamento nos produtos hortícolas é reduzido. Os carboidratos geralmente são, depois da água, os constituintes mais abundantes nas hortaliças folhosas e a perda destes substratos nos tecidos vegetais pode contribuir com a queda de qualidade, principalmente de sabor (Wills et al., 2004).

Diversas são as técnicas pós-colheita que visam prolongar a vida de prateleira de produtos hortícolas. Dentre estas, Menolli et al. (2008) destacam a refrigeração como o mais simples procedimento pós-colheita possível de reduzir o metabolismo do produto, permitindo assim, menor perda de água do órgão armazenado, respiração e dificultando o desenvolvimento de doenças pós-colheita. Porém, de acordo com a

bibliografia consultada, produtos hortícolas de origem tropical e subtropical, como no caso da taioba, quando armazenados em temperaturas não congelantes, entre 5 °C e 15 °C são propícios às desordens fisiológicas. Essas desordens ou injúrias causadas pela exposição dos tecidos às baixas temperaturas são denominadas de injúria por frio ou “*chilling*” (Fernández-Trujillo et al., 1998; Wills et al., 1998) e tem como resultado o escurecimento dos tecidos (Menolli et al., 2008).

Plantas sensíveis à baixa temperatura, quando expostas à temperatura injuriante, induzem modificações físicas da fase lipídica e alterações específicas em proteínas (Lyons & Raison, 1970). Entretanto, a taxa de desenvolvimento dos sintomas é função da temperatura de armazenamento, do tempo de exposição e da susceptibilidade da espécie ou genótipo (Wang, 1982).

A resposta dos tecidos à injúria por frio pode estar relacionada às reações oxidativas de substâncias fenólicas, próximas ao local da descompartimentalização celular, preferencialmente pela atividade das enzimas peroxidase e polifenoloxidase (Leon et al., 2002; Freitas et al., 2008; Guida et al., 2011; Koksai, 2011; Tayefi-Narabadi et al., 2011).

O dano, como o escurecimento ocorrido durante a refrigeração que induz o estresse oxidativo dos tecidos, também controla a expressão gênica. Genes não relacionados à defesa da planta têm expressão diminuída, enquanto àqueles envolvidos com a cicatrização ao dano são aumentados (Kombrink & Hahlbrock, 1990). Entre os genes que têm a expressão aumentada estão os das enzimas polifenoloxidase (E.C. 1.10.3.1, PPO),

peroxidase (E.C. 1.11.1.7, POD) e catalase (E.C. 1.11.1.6, CAT) (Okey et al., 1997; Messias et al., 2006).

O estresse oxidativo estimula as peroxidases, as quais atuam na remoção de átomos de hidrogênio dos álcoois, combinando-os com peróxido de hidrogênio (H₂O₂) e formando moléculas de água (Freitas et al., 2008; Menolli et al., 2008). A catalase também atua contra o estresse oxidativo causado pela injúria, promovendo a formação de oxigênio e água a partir do peróxido de hidrogênio (Messias et al., 2006). As polifenoloxidasas catalisam a oxidação dos fenóis naturalmente encontrados nos vegetais, formando quinonas que rapidamente se condensam, originando pigmentos insolúveis e escuros, denominados melanina, ou podem reagir não-enzimaticamente com aminoácidos, proteínas ou açúcares (Toralles et al., 2010).

A caracterização de genótipos quanto à sensibilidade ao frio é de fundamental importância, pois uma alternativa para diminuir a atividade das enzimas oxidativas e, por consequência, as reações de escurecimento resultante, é caracterizar e inativar os genes que codificam tais enzimas.

Os objetivos do presente trabalho foram avaliar a tolerância de dois acessos de taioba ao frio e verificar a relação dessa resposta com a atividade enzimática, acúmulo de compostos fenólicos e metabolismo pós-colheita dos carboidratos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Universidade Federal de Viçosa-MG, com folhas de taioba (*Xanthosoma sagittifolium*), genótipos: Comum

(comestível), obtida de um produtor local da cidade de Matozinhos-MG e BGH/UFV 5932 (ornamental), procedente do Banco de Germoplasma de Hortaliças da UFV. As folhas foram selecionadas de acordo com o padrão comercial e colhidas pela manhã, no mês de março/2011. O corte foi realizado no pecíolo com, aproximadamente, 15 cm de comprimento. Imediatamente após a colheita, as folhas foram hidratadas durante 20 minutos por meio de sua completa imersão em água a 23 ± 2 °C, visando reduzir a perda de massa durante o armazenamento (Shibairo & Upadhyaya, 1998).

O experimento foi instalado em esquema fatorial $2 \times 2 \times 10$, sendo 2 variedades (Comum e BGH/UFV 5932), 2 temperaturas de armazenamento (5 e 10 °C) e 10 períodos de armazenamento, dispostos no delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições de folhas. A unidade experimental foi constituída de um limbo foliar. As folhas foram acomodadas em sacos plásticos, dentro de caixas de papelão e mantidas por 20 dias, em câmaras frias, com temperaturas de 5 ou 10 °C e umidade relativa média de $68 \pm 5\%$. Amostras de folhas foram retiradas ao zero, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18 e 20 dias de armazenamento e avaliadas visualmente, além de determinar: a atividade das enzimas peroxidase, catalase e polifenoloxidase, a concentração de compostos fenólicos solúveis e o teor de açúcares solúveis totais, açúcares redutores e amido.

2.1. Açúcares solúveis totais (AST)

a) Extração

Na obtenção das amostras representativas foi pesado 0,5 g de folhas de taioba, sendo trituradas em politron Ultra Turrax, com etanol 80% a 65-70 °C, centrifugado a 2.000 g (10 min.) e filtrado em papel filtro. Após 3 lavagens do papel filtro, com 5 mL de etanol 80% (T °C ambiente) em cada fase, intercaladas por centrifugação (10 min.), o volume combinado das filtragens foi completado nas provetas com etanol 80%, a 20 mL na cultivar Comum e a 25 mL na cultivar BGH/UFV 5932. O extrato alcoólico foi armazenado em geladeira, em vidros vedados com parafilme, objetivando posterior quantificação dos açúcares solúveis totais e redutores. O resíduo retido no papel filtro foi secado em estufa a 65 °C por 24 horas e armazenado em dessecadores até o momento da determinação do teor de amido.

b) Quantificação

Na quantificação dos açúcares solúveis totais foi adotado o método fenol-sulfúrico (Dubois et al., 1956). Primeiramente, foram feitas as diluições prévias de 10 vezes na cultivar comestível e de 5 vezes na cultivar ornamental. Sempre em duplicata, uma alíquota de 250 µL do extrato diluído foi retirada e transferida ao tubo de ensaio com rosca. A esta alíquota adicionaram-se 250 µL de fenol 5%. Os tubos foram agitados e 1,25 mL de

ácido sulfúrico concentrado foram acrescentados, agitando-se novamente. Posteriormente, os tubos permaneceram em banho-maria a 30 °C, durante 20 minutos. As leituras foram realizadas em espectrofotômetro, no comprimento de onda de 490 nm. Os valores obtidos foram comparados com a curva padrão de sacarose 1%. O teor de açúcares solúveis totais foi expresso em % AST de matéria fresca.

2.2. Açúcares redutores (AR)

a) Amostras

Foram utilizadas as mesmas amostras do extrato alcoólico usado na quantificação de açúcares solúveis totais.

b) Quantificação

A quantificação de açúcares redutores foi feita com a técnica de Somogy-Nelson (Nelson, 1944). Foi realizada a diluição de 5 vezes no genótipo de taioba BGH/UFV 5932. A cultivar comestível foi utilizada sem diluição. Sempre em duplicata, uma alíquota de 200 µL foi retirada e transferida ao tubo de ensaio com rosca, onde foram adicionados 200 µL do reagente de Nelson (8 mL do reagente de Nelson 1 e 2 mL do reagente de Nelson 2). Os tubos foram agitados e incubados, por 15 minutos, em água fervente. Após o resfriamento em banho de gelo, adicionou-se 200 µL da solução arsenomolibdica, com posterior agitação dos tubos. Foram

acrescidos 600 µL de água desionizada e os tubos foram novamente agitados. As leituras em espectrofotômetro foram realizadas no comprimento de onda de 540 nm. Os valores obtidos foram comparados com a curva padrão de glicose 1%. O teor de açúcares redutores foi expresso em % AR de matéria fresca.

2.3. Amido

a) Extração

A extração do amido foi realizada utilizando o resíduo presente no filtro de papel, obtido da extração de açúcares solúveis totais, que foi seco a 65 °C durante 24 horas. Seguindo-se a metodologia descrita por McCready et al. (1950), foram adicionados a aproximadamente 0,05 g de material seco 2,5 mL de água desionizada e 3,25 mL de ácido perclórico 52%, em tubos de centrífuga. Os tubos foram agitados e deixados em repouso por 30 minutos, seguido de centrifugação a 2.000 *g*, por 15 minutos. Os sobrenadantes foram recolhidos em provetas de 25 mL. Esse procedimento foi repetido por 3 vezes e o volume das provetas completados até 20 mL em ambos os genótipos. O extrato foi armazenado em geladeira até o momento da quantificação.

b) Quantificação

Primeiramente, o extrato foi diluído 10 vezes no genótipo Comum e 5 vezes no genótipo BGH/UFV 5932. Em seguida, a quantificação de amido foi realizada seguindo o mesmo procedimento de quantificação de açúcares solúveis totais. O cálculo do teor de amido foi feito semelhantemente ao do teor de açúcares solúveis totais, multiplicando o valor obtido por 0,9. O teor de amido foi expresso em % amido de matéria fresca.

2.4. Análise visual

A análise visual das folhas foi realizada a cada dois dias, ao zero, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18 e 20 dias de armazenamento, sendo utilizadas 5 folhas de cada cultivar avaliadas simultaneamente. A intensidade das respostas ao frio foi avaliada na superfície das folhas, segundo a escala de notas subjetiva, descrita por Ribeiro et al. (2005) com modificações, conforme o grau de severidade, variando de 0 a 4: 0 = sem sinal de amarelecimento; 1 = levemente amareladas (limbo com até 25% de sintoma); 2 = moderadamente amareladas (limbo com 26 a 50% de sintoma); 3 = extremamente amareladas (limbo com 51 a 75% de sintoma); 4 = completamente amareladas (limbo com mais de 76% de sintoma).

2.5. Compostos fenólicos solúveis

A determinação da concentração de compostos fenólicos solúveis, nas folhas de taioba, foi feita de acordo com método de Prince & Butler (1977). Aproximadamente 0,5 g de amostra vegetal foram anteriormente triturados em politron, homogeneizados com 10 mL de metanol e centrifugados a 14.000 g por 15 minutos. Na determinação dos compostos fenólicos solúveis, 0,5 mL do sobrenadante foi misturado a 2,5 mL do reagente de Folin-Ciocalteu (diluído 1:3) e 2 mL de carbonato de sódio anidro a 10%, reagindo por uma hora, na ausência de luz. Em seguida, foi realizada a centrifugação a 14.000 g, durante 5 minutos. As leituras da concentração de fenóis solúveis, em espectrofotômetro, foram feitas no comprimento de onda 700 nm, e os resultados expressos em mg de D-catequina g⁻¹ matéria fresca. A curva de calibração foi realizada usando a D-catequina como padrão.

2.6. Peroxidase (1.11.1.7, POD)

A determinação da atividade da peroxidase foi realizada em aproximadamente 1 g de folha, previamente armazenado a 5 e a 10 °C, sendo triturado em politron, homogeneizado em 10 mL de tampão de extração (tampão fosfato a 100 mM, pH 6,5; bissulfito de sódio a 0,1% e cloreto de sódio a 150 mM), e a suspensão resultante foi filtrada em quatro camadas de gaze, com posterior centrifugação a 17.000 g, por 30 minutos, a 4 °C. Na determinação enzimática, 0,5 mL do sobrenadante foi misturado a

1,5 mL de tampão fosfato a 100 mM, pH 6,5; 0,5 mL de guaiacol (1,7%) e 0,5 mL de H₂O₂ (1,8%) (Neves, 2003). A reação foi iniciada pela adição do sobrenadante centrifugado e medida a alteração na absorvância em espectrofotômetro, no comprimento de onda de 470 nm, a 25 °C, durante 2,5 minutos. A atividade da enzima foi expressa em unidades de absorvância (UA).min⁻¹.mg⁻¹ de proteína.

A concentração de proteína nas preparações enzimáticas foi determinada de acordo com Bradford (1976), usando soro albumina bovina (BSA) como padrão.

2.7. Catalase (1.11.1.6, CAT)

Na determinação da atividade da catalase, aproximadamente 1 g de folha, anteriormente refrigerado em câmaras frias a 5 e a 10 °C, foi triturado em politron e homogeneizado em 10 mL de tampão de extração (tampão fosfato a 50 mM, pH 7,8; polyvynil-pyrrolidone (PVP-40) a 1%). A suspensão triturada foi filtrada em quatro camadas de gaze, seguida de centrifugação a 17.000 g, a 4 °C, por 30 minutos. Na determinação da atividade enzimática foram utilizados 0,85 mL de tampão de reação a 50 mM, pH 7,8; 0,5 mL de H₂O₂ a 30 mM e uma alíquota de 0,15 mL do extrato (Aebi, 1983). A reação de decomposição do H₂O₂ foi iniciada pela adição do extrato, no comprimento de onda de 240 nm, sendo determinada por 2,5 minutos, a 25 °C. A atividade da enzima foi expressa em unidades de absorvância (UA).min⁻¹.mg⁻¹ de proteína.

A concentração de proteína nas preparações enzimáticas foi determinada de acordo com Bradford (1976), usando soro albumina bovina (BSA) como padrão.

2.8. Polifenoloxidase (1.10.3.1, PPO)

Na determinação da atividade da polifenoloxidase, aproximadamente 1 g de folha, previamente armazenado em câmaras a 5 e a 10 °C, foi triturado em politron e homogeneizado em 10 mL de tampão de extração (tampão fosfato a 100 mM, pH 6,5; polyvynil-pyrrolidone (PVP-40) a 1% e Triton x-100 a 0,1%, objetivando evitar a ação de fenóis e dissolver as membranas (Concellon et al., 2004)). O triturado foi filtrado em quatro camadas de gaze e centrifugado a 17.000 g, a 4 °C, por 30 minutos. Na determinação da atividade, a alíquota de 0,5 mL do sobrenadante foi adicionada a 0,5 mL de catecol a 15 mM e 0,5 mL de tampão de reação a 100 mM, pH 7,0 (Neves, 2003). A reação foi iniciada pela adição do sobrenadante centrifugado, e a variação da absorbância no comprimento de onda de 420 nm foi determinada por 2,5 minutos, a 25 °C. A atividade da enzima foi expressa em unidades de absorbância (UA).min⁻¹.mg⁻¹ de proteína.

A concentração de proteína nas preparações enzimáticas foi determinada de acordo com Bradford (1976), usando soro albumina bovina (BSA) como padrão.

2.9. Análise estatística

Os dados de atividade enzimática, acúmulo de fenólicos e carboidratos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e de regressão no programa estatístico SAEG versão 9.1 (2007). Para comparar as médias dos períodos de avaliação com o controle foi utilizado o teste Dunnett, adotando-se o nível de 5% de probabilidade. Os modelos foram obtidos baseados na significância dos coeficientes de regressão, utilizando o teste de “t”, adotando-se o nível de 5% de probabilidade, no coeficiente de determinação e no comportamento do fenômeno em estudo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A temperatura e o tempo de armazenamento influenciaram significativamente a atividade enzimática, a concentração de compostos fenólicos solúveis e o metabolismo dos carboidratos, com exceção do teor de açúcares solúveis totais, nos dois genótipos estudados. Interação tripla significativa da temperatura, período de armazenamento e cultivar foi observada no teor de açúcares redutores ($p \leq 0,01$) e na atividade das enzimas catalase ($p \leq 0,01$) e polifenoxidase ($p \leq 0,05$).

As hortaliças folhosas são órgãos que não armazenam quantidade expressiva de carboidratos e a falta de reserva energética reduz o potencial de armazenamento (Finger & Vieira, 2007). Os níveis de carboidratos decaíram com o aumento do tempo de avaliação, nas duas temperaturas. O teor de açúcares solúveis totais (Figura 1) e de açúcares redutores (Figura

2) foi explicado pela regressão linear, com exceção da cv. Comum, refrigerada a 5 °C, que teve comportamento quadrático, tendo um ponto de mínima entre 12 e 14 dias de armazenamento (Figura 2).

A glicose e a frutose, por apresentarem uma função aldeídica e uma cetônica livre, respectivamente, são capazes de reduzir cátions como o cobre e a prata transformando-se em produtos mais oxidados. Por essas características, são denominados açúcares redutores e podem ser quantificados facilmente (Demiate et al., 2002).

Maior porcentagem de açúcares solúveis totais foi detectada nas folhas para consumo (Figura 1). Folhas ornamentais conteram em torno de 2 vezes mais açúcares redutores em comparação à Comum (Figura 2). O consumo dos açúcares ao longo dos períodos de avaliação não foi significativo se comparado com a porcentagem de açúcares nas folhas sem armazenamento refrigerado (Tabela 1). Na pós-colheita, Seganfredo et al. (2001) obtiveram degradação dos açúcares em folhas de taioba colhidas 5; 8 e 15 dias após a completa expansão do limbo foliar, sem armazenamento refrigerado.

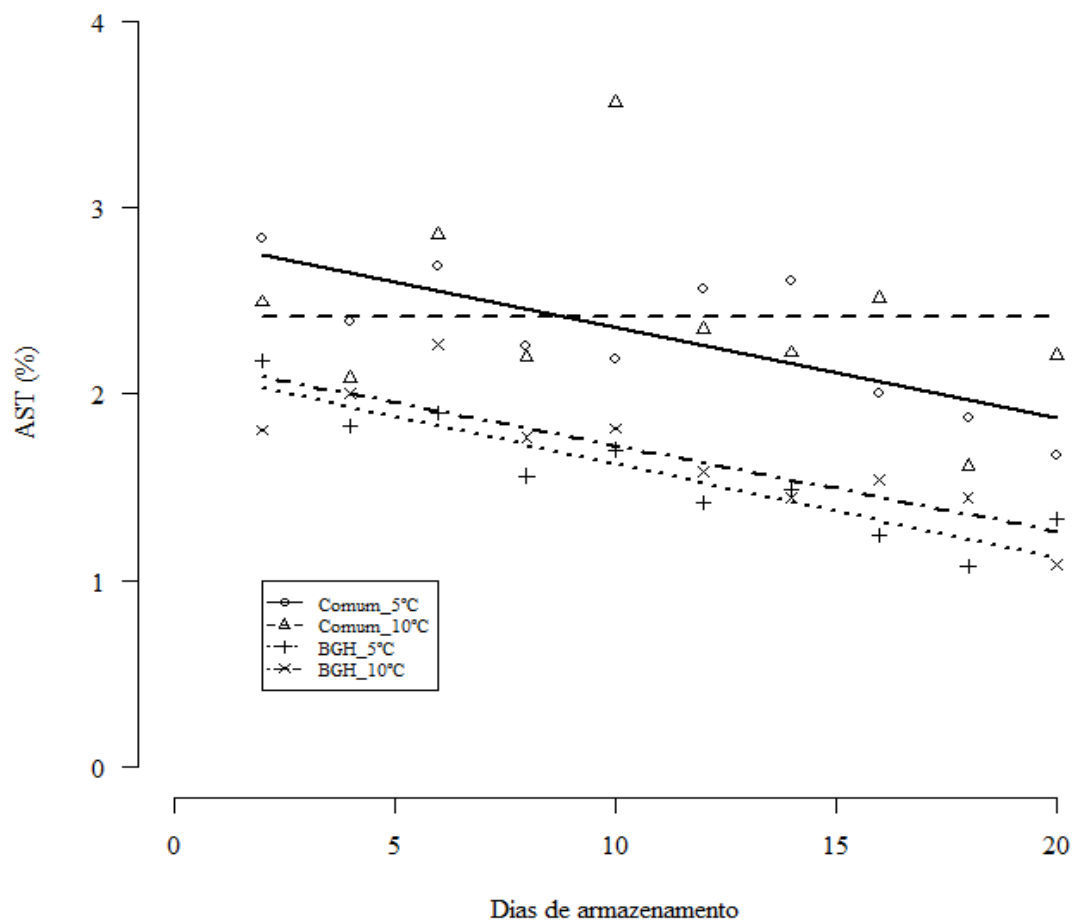


Figura 1. Teor de açúcares solúveis totais em folhas de taioba, cv. Comum e BGH/UFV 5932, armazenadas por 20 dias, às temperaturas de 5 °C e 10 °C. Viçosa, UFV, 2011.

o _____ $\hat{Y} = 2,83973 - 0,0485504 x$ ($r^2 = 0,6073$)
 Δ _____ $\hat{Y} = 2,4099$
 + _____ $\hat{Y} = 2,13090 - 0,0507219 x$ ($r^2 = 0,8446$)
 × _____ $\hat{Y} = 2,18375 - 0,0461446 x$ ($r^2 = 0,7157$)

Glicose e frutose, como açúcares redutores, são substratos imediatos do processo respiratório e foram consumidos durante o armazenamento das folhas (Figura 2). O mesmo fenômeno foi manifestado em trabalho realizado por Simões et al. (2010) ao armazenarem couve, processada ou não, em diferentes temperaturas.

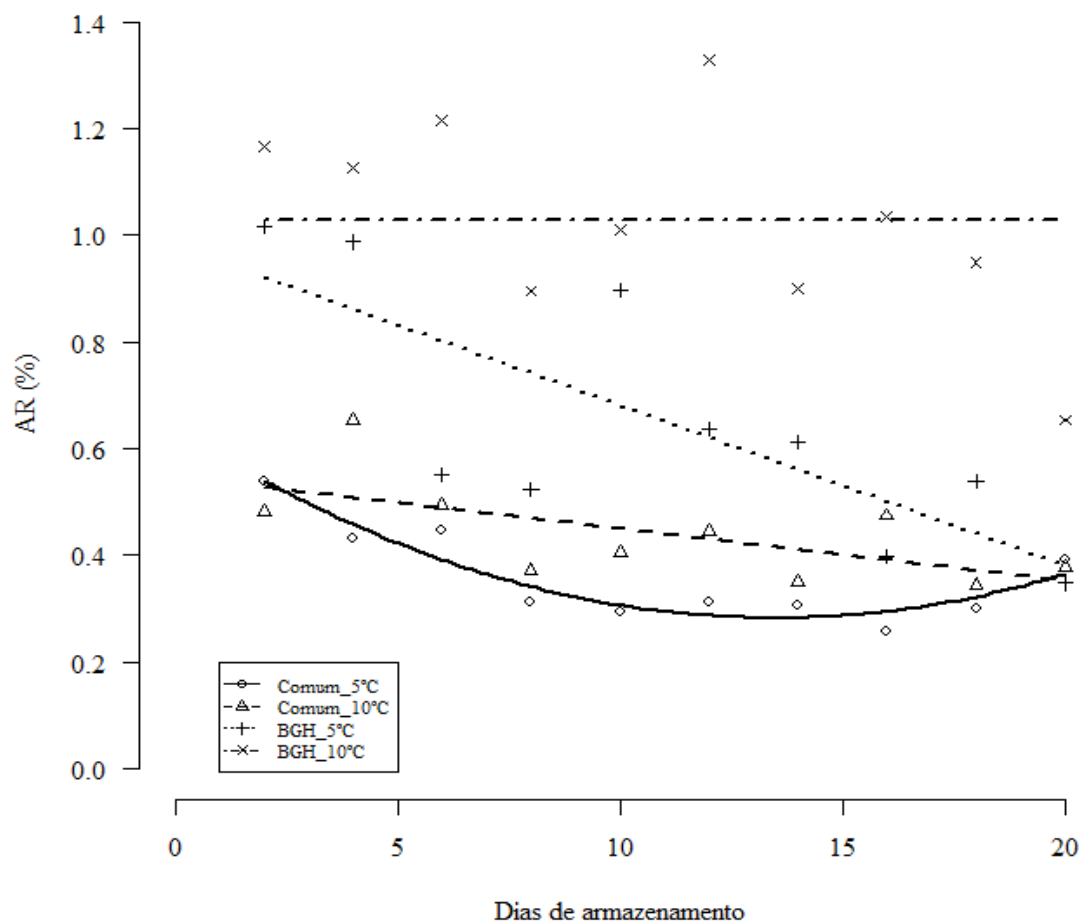


Figura 2. Teor de açúcares redutores em folhas de taioba, cv. Comum e BGH/UFV 5932, armazenadas por 20 dias, às temperaturas de 5 °C e 10 °C. Viçosa, UFV, 2011.

o _____ $\hat{Y} = 0,637505 - 0,0525585 x + 0,00194851 x^2$ ($r^2 = 0,8823$)
 Δ _____ $\hat{Y} = 0,547537 - 0,00976001 x$ ($r^2 = 0,4045$)
 + _____ $\hat{Y} = 0,981337 - 0,0300394 x$ ($r^2 = 0,5924$)
 × _____ $\hat{Y} = 1,0280$

A porcentagem de amido encontrada nas folhas controle, do genótipo BGH/UFV 5932, equivalia-se às testemunhas da cv. Comum, porém, o teor de amido teve um declínio significativo nesse genótipo no momento em que estas foram expostas à baixa temperatura de 5 e 10 °C, prolongando-se até o 20º dia de armazenamento (Tabela 1). Resultados semelhantes foram detectados por Simões et al. (2010) em trabalho com couve, ocorrendo

redução nos teores de amido em função do tempo de armazenamento em diferentes temperaturas. Folhas comestíveis refrigeradas mostraram ter maior quantidade de amido do que folhas ornamentais (Figura 3).

Não se verificou efeito do tempo para o teor de amido em folhas de taioba da cv. Comum, armazenada a 10 °C (Figura 3). Folhas de taioba refrigeradas dessa cultivar manifestaram queda significativa na porcentagem de amido, no decorrer do armazenamento, com aumento não significativo ao final dos tratamentos, comparadas à testemunha (Tabela 1). Tubérculos de batata, armazenados em temperaturas inferiores a 10 °C são suscetíveis ao processo de adoçamento, pelo aumento da degradação de amido e acúmulo de sacarose e, principalmente, o aumento dos níveis de glicose e frutose (Blenkinsop et al., 2003). Ribeiro et al. (2007) obtiveram indução ao acúmulo de açúcares solúveis e à intensa degradação do amido em raízes de mandioquinha-salsa, armazenadas às temperaturas de 5 e 10 °C. Neste trabalho, apesar de as baixas temperaturas influenciarem a degradação do amido, as alterações na composição dos açúcares não foram significativas.

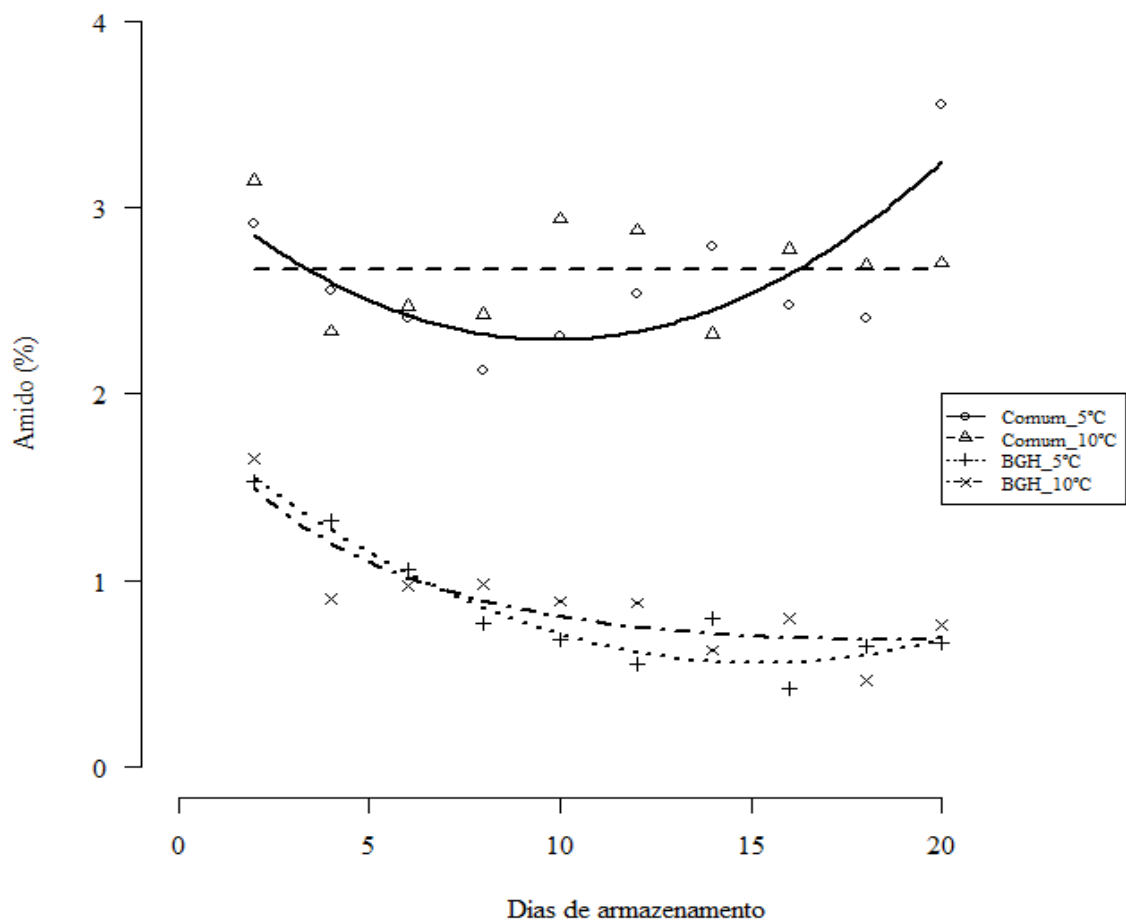


Figura 3. Teor de amido em folhas de taioba, cv. Comum e BGH/UFV 5932, armazenadas por 20 dias, às temperaturas de 5 °C e 10 °C. Viçosa, UFV, 2011.

○ _____ $\hat{Y} = 3,17283 - 0,180416 x + 0,00920317 x^2$ ($r^2 = 0,6038$)

△ _____ $\hat{Y} = 2,6671$

+ _____ $\hat{Y} = 1,87310 - 0,173185 x + 0,00570106 x^2$ ($r^2 = 0,9197$)

× _____ $\hat{Y} = 2,50434 - 0,852868 \sqrt{x} + 0,100013 x$ ($r^2 = 0,7509$)

Tabela 1. Valores médios do metabolismo de carboidratos em folhas de taioba cv. Comum e BGH/UFV 5932, armazenadas durante 20 dias às temperaturas de 5 e 10 °C. Viçosa, UFV, 2011.

| Tempo de armazenamento (dias) | Comum | | BGH/UFV 5932 | |
|-------------------------------------|-----------|-----------|--------------|-----------|
| | 5 °C | 10 °C | 5 °C | 10 °C |
| <i>Açúcares Solúveis Totais (%)</i> | | | | |
| 0 | 2,5889 | 2,5889 | 1,9959 | 1,9959 |
| 2 | 2,8326 ns | 2,4914 ns | 2,1803 ns | 1,8078 ns |
| 4 | 2,3842 ns | 2,0868 ns | 1,8324 ns | 2,0038 ns |
| 6 | 2,6887 ns | 2,8533 ns | 1,9001 ns | 2,2641 ns |
| 8 | 2,2536 ns | 2,1962 ns | 1,5616 ns | 1,7668 ns |
| 10 | 2,1859 ns | 3,5613 ns | 1,7014 ns | 1,8166 ns |
| 12 | 2,5590 ns | 2,3489 ns | 1,4203 ns | 1,5851 ns |
| 14 | 2,6049 ns | 2,2220 ns | 1,4847 ns | 1,4455 ns |
| 16 | 2,0029 ns | 2,5146 ns | 1,2399 ns | 1,5426 ns |
| 18 | 1,8704 ns | 1,6161 ns | 1,0785 ns | 1,4453 ns |
| 20 | 1,6746 ns | 2,2086 ns | 1,3305 ns | 1,0839 ns |
| <i>Açúcares Redutores (%)</i> | | | | |
| 0 | 0,3842 | 0,3842 | 0,6793 | 0,6793 |
| 2 | 0,5405 ns | 0,4824 ns | 1,0157 ns | 1,1672 ns |
| 4 | 0,4315 ns | 0,6527 ns | 0,9873 ns | 1,1259 ns |
| 6 | 0,4459 ns | 0,4952 ns | 0,5514 ns | 1,2161 ns |
| 8 | 0,3122 ns | 0,3729 ns | 0,5243 ns | 0,8957 ns |
| 10 | 0,2940 ns | 0,4054 ns | 0,8969 ns | 1,0106 ns |
| 12 | 0,3134 ns | 0,4444 ns | 0,6367 ns | 1,3274 ns |
| 14 | 0,3077 ns | 0,3512 ns | 0,6117 ns | 0,9000 ns |
| 16 | 0,2585 ns | 0,4741 ns | 0,3982 ns | 1,0347 ns |
| 18 | 0,2999 ns | 0,3448 ns | 0,5388 ns | 0,9491 ns |
| 20 | 0,3909 ns | 0,3786 ns | 0,3480 ns | 0,6535 ns |
| <i>Amido (%)</i> | | | | |
| 0 | 3,2921 | 3,2921 | 3,2357 | 3,2357 |
| 2 | 2,9129 ns | 3,1412 ns | 1,5326 * | 1,6560 * |
| 4 | 2,5516 * | 2,3357 * | 1,3241 * | 0,9042 * |
| 6 | 2,4063 * | 2,4675 * | 1,0593 * | 0,9756 * |
| 8 | 2,1252 * | 2,4288 * | 0,7749 * | 0,9844 * |
| 10 | 2,3057 * | 2,9363 ns | 0,6828 * | 0,8885 * |
| 12 | 2,5371 * | 2,8752 ns | 0,5505 * | 0,8798 * |
| 14 | 2,7862 ns | 2,3205 * | 0,7974 * | 0,6277 * |
| 16 | 2,4744 * | 2,7768 ns | 0,4230 * | 0,8003 * |
| 18 | 2,4032 * | 2,6880 ns | 0,6463 * | 0,4647 * |
| 20 | 3,5530 ns | 2,7008 ns | 0,6693 * | 0,7637 * |

*: médias na coluna diferem do controle (0), a 5% de probabilidade pelo teste Dunnett.

ns: médias na coluna não diferem do controle (0), a 5% de probabilidade pelo teste Dunnett.

A atividade da peroxidase (POD) foi 5 vezes maior que a atividade da catalase (CAT) (Figuras 4 e 5). A cv. Comum, à temperatura de 5 °C, teve aumento na atividade da POD ao longo dos dias de armazenamento, porém, a atividade diminuiu após o 12º dia. Não se verificou efeito do tempo para a atividade da POD em folhas de taioba da cv. BGH/UFV 5932, armazenadas a 5 e a 10 °C, sendo que, folhas refrigeradas a 10 °C revelaram atividade 2 vezes maior, àquelas armazenadas à 5 °C (Figura 4). El-Hilali et al. (2003) analisando frutos de mandarina 'Fortune' detectaram aumento contínuo da atividade da POD durante o período de armazenamento a 4 °C. No entanto, a 8 °C a atividade da POD aumentou durante as primeiras duas semanas, seguido por um declínio acentuado até o fim do armazenamento. Menolli et al. (2011) verificaram sintomas de injúria internos e externos em raízes de batata-baroa, expostas à temperatura de 5 °C, devido a expressão da atividade da POD de estresse.

A atividade da POD não diferiu estatisticamente dos controles (tempo 0), ao longo dos 20 dias de armazenamento, em ambos os genótipos, com exceção das folhas da cv. BGH/UFV 5932 em refrigeração de 10 °C, que manifestaram um pico na atividade de aproximadamente 251% aos 12 dias de armazenamento (Tabela 2).

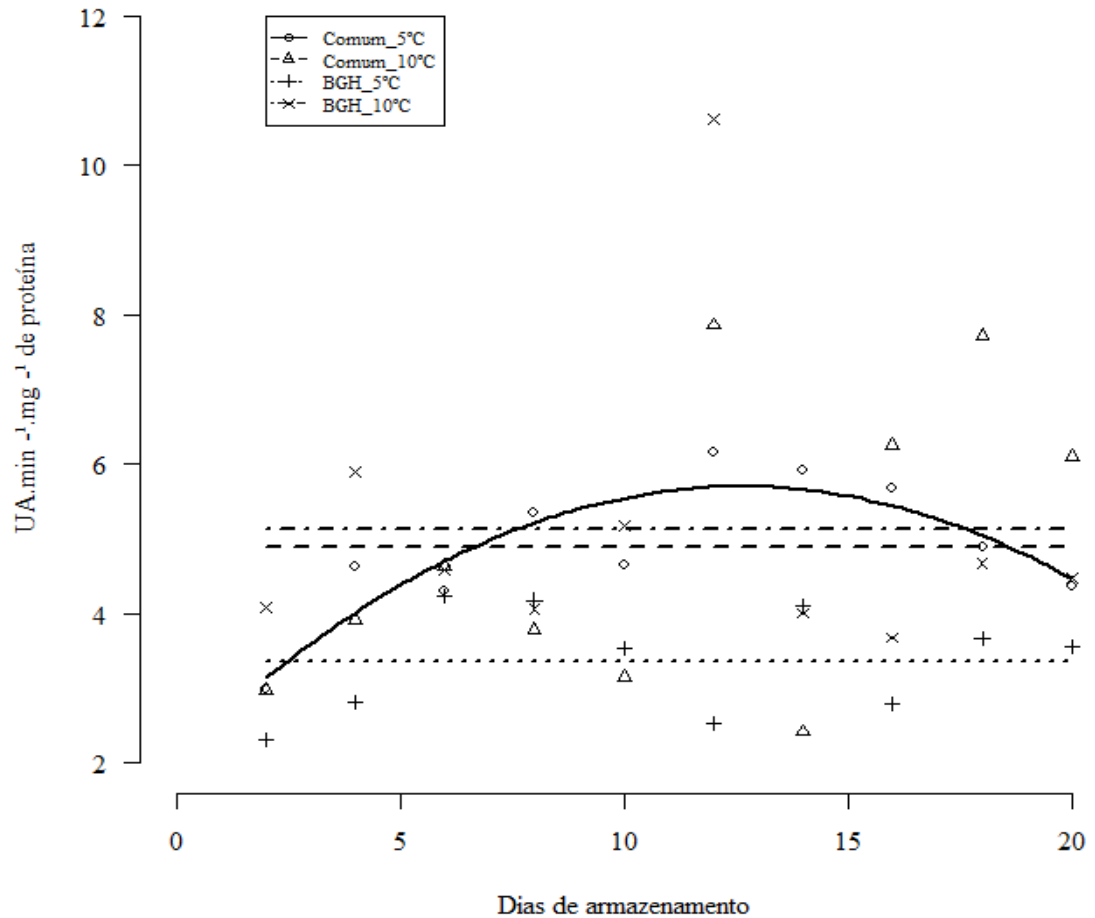


Figura 4. Atividade da enzima peroxidase em folhas de taioba, cv. Comum e BGH/UFV 5932, armazenadas por 20 dias, às temperaturas de 5 °C e 10 °C. Viçosa, UFV, 2011.

o _____ $\hat{Y} = 2,07782 + 0,573600 x - 0,0227114 x^2$ ($r^2 = 0,7760$)
 Δ _____ $\hat{Y} = 4,8810$
 + _____ $\hat{Y} = 3,3706$
 x _____ $\hat{Y} = 5,1229$

A menor atividade da CAT nas folhas da cultivar comestível, armazenadas às temperaturas de 5 e 10 °C (Figura 5), deve-se à maior atividade da POD (Figura 4), que também tem como substrato o peróxido de hidrogênio (H₂O₂). Estudos com a enzima ascorbato peroxidase, em tubérculos de batata, indicaram que em resposta ao armazenamento em baixas temperaturas, a POD reduz o H₂O₂ à água, e devido a sua maior

afinidade pelo peróxido de hidrogênio em relação à CAT, a peroxidase atua como a enzima responsável pela desintoxicação dos tecidos (Kawakami et al., 2002). De igual forma, esse fato também explica a menor atividade da CAT na cv. Comum, quando comparadas com o genótipo ornamental (Figura 5).

A variação na atividade dessa enzima durante o período de refrigeração a 5 °C não diferiu estatisticamente da atividade daquelas não armazenadas nas duas cultivares. Porém, à temperatura de 10 °C ocorreu aumento significativo da atividade, de aproximadamente 180%, nos últimos dias de armazenamento do genótipo comestível, e de até 73%, a partir do 6º até o 20º dia do genótipo ornamental, diferindo das folhas controle (Tabela 2). Resultados similares foram obtidos por Messias et al. (2006), com folhas de manjeriço armazenadas por 5 dias a 5 °C, em que a atividade da CAT foi maior nos dois últimos dias de armazenamento.

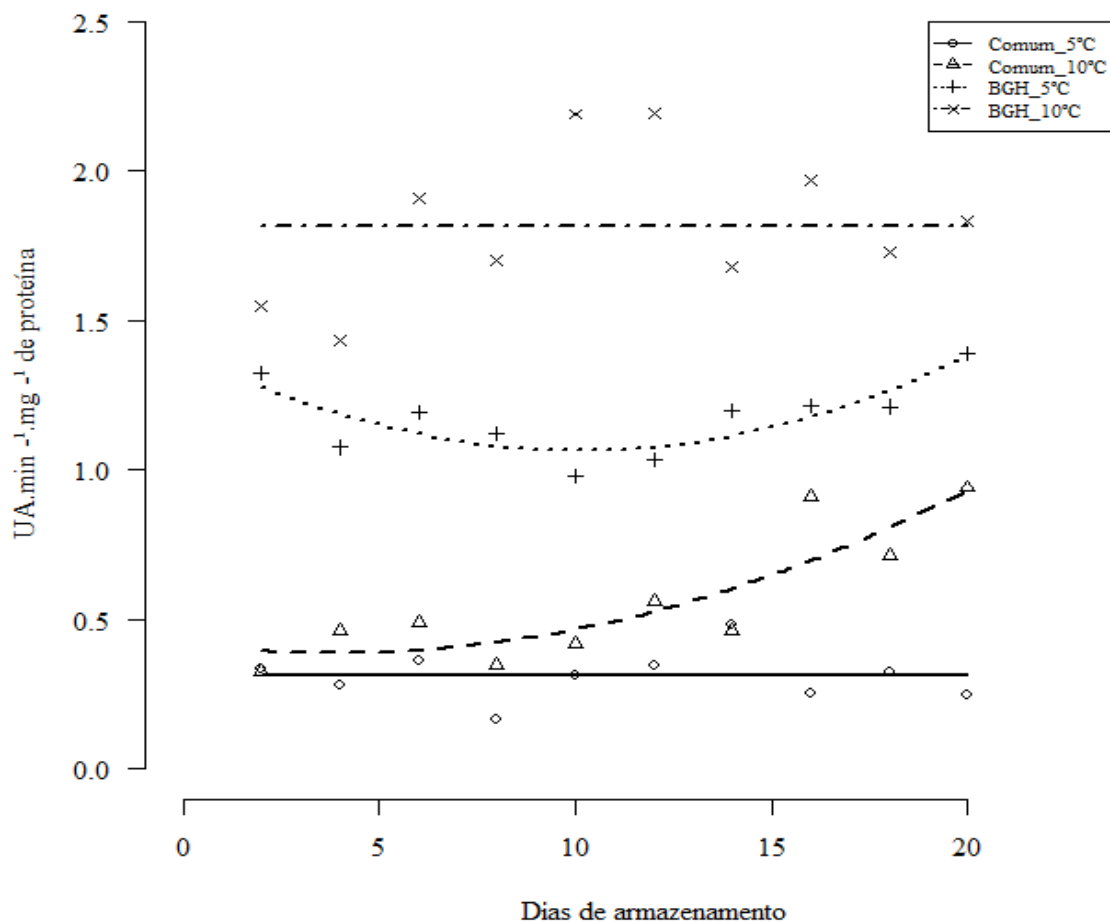


Figura 5. Atividade da enzima catalase em folhas de taioba, cv. Comum e BGH/UFV 5932, armazenadas por 20 dias, às temperaturas de 5 °C e 10 °C. Viçosa, UFV, 2011.

o _____ $\hat{Y} = 0,3103$
 Δ _____ $\hat{Y} = 0,417433 - 0,0158704 x + 0,00208297 x^2$ ($r^2 = 0,7647$)
 + _____ $\hat{Y} = 1,39358 - 0,0652929 x + 0,00323464 x^2$ ($r^2 = 0,7027$)
 × _____ $\hat{Y} = 1,8173$

Não se verificou efeito do tempo para a atividade da enzima polifenoloxidase (PPO), ao longo das avaliações, em folhas de taioba BGH/UFV 5932, refrigeradas a 5 e 10 °C e Comum, a 10 °C (Figura 6). Porém, inversamente ao ocorrido com a POD (Figura 4), a cv. Comum armazenada a 5 °C teve aumento na atividade da enzima PPO a partir do 12º dia até o fim do tratamento refrigerado, consumindo em maior

quantidade o substrato catecol (Figura 6). Contudo, a atividade enzimática, não representou diferenças significativas em comparação com a atividade nas folhas controle (Tabela 2). Efeito significativo (53,2%) foi observado ao 2º dia em folhas da cv. Comum, refrigeradas a 10 °C.

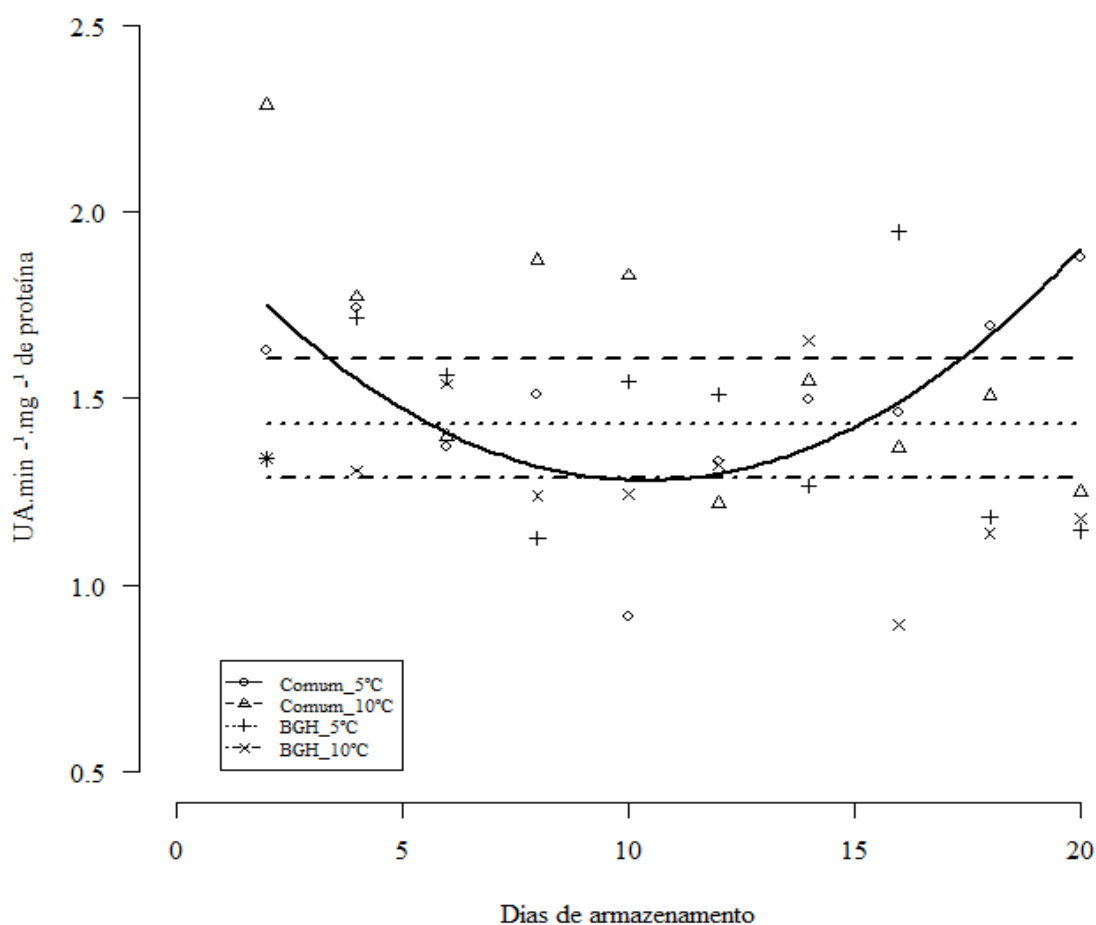


Figura 6. Atividade da enzima polifenoloxidase em folhas de taioba, cv. Comum e BGH/UFV 5932, armazenadas por 20 dias, às temperaturas de 5 °C e 10 °C. Viçosa, UFV, 2011.

o _____ $\hat{Y} = 1,99986 - 0,138733 x + 0,00668442 x^2$ ($r^2 = 0,6224$)
 Δ _____ $\hat{Y} = 1,6047$
 + _____ $\hat{Y} = 1,4340$
 × _____ $\hat{Y} = 1,2862$

O tratamento controle do genótipo BGH/UFV 5932 teve maior atividade da PPO do que os tratamentos em baixas temperaturas. Quedas significativas na atividade da enzima foram observadas ao longo do armazenamento em ambas as temperaturas, representando cerca de 43% (5 °C) e 41% (10 °C) aos 20 dias de armazenamento (Tabela 2).

O acúmulo de compostos fenólicos solúveis, manifestado em folhas da cv. ornamental, foi 4 vezes maior do que nas folhas para consumo (Figura 7). As curvas de regressão não foram ajustadas para esse genótipo, indicando não haver efeito do tempo para o acúmulo de fenóis, ao longo das avaliações. Pinto et al. (2001a) encontraram baixos teores de fenólicos em taioba fresca, com limbos representando cerca de 1%, podendo ser ingerida sem prejuízo nutricional.

A cv. Comum teve uma regressão quadrática (Figura 7), com aumento significativo de fenóis ao final do tratamento refrigerado a 10 °C (Tabela 2). Nessa temperatura, o genótipo BGH/UFV 5932 manifestou um pico no acúmulo de fenólicos (cerca de 24%) aos 10 dias de armazenamento, que pode estar relacionado com o início do aumento na atividade da enzima POD no 12º dia, reduzindo sua concentração nas folhas, provavelmente por causa da utilização dos substratos pela POD (Tabela 2) (Guimarães, 2006).

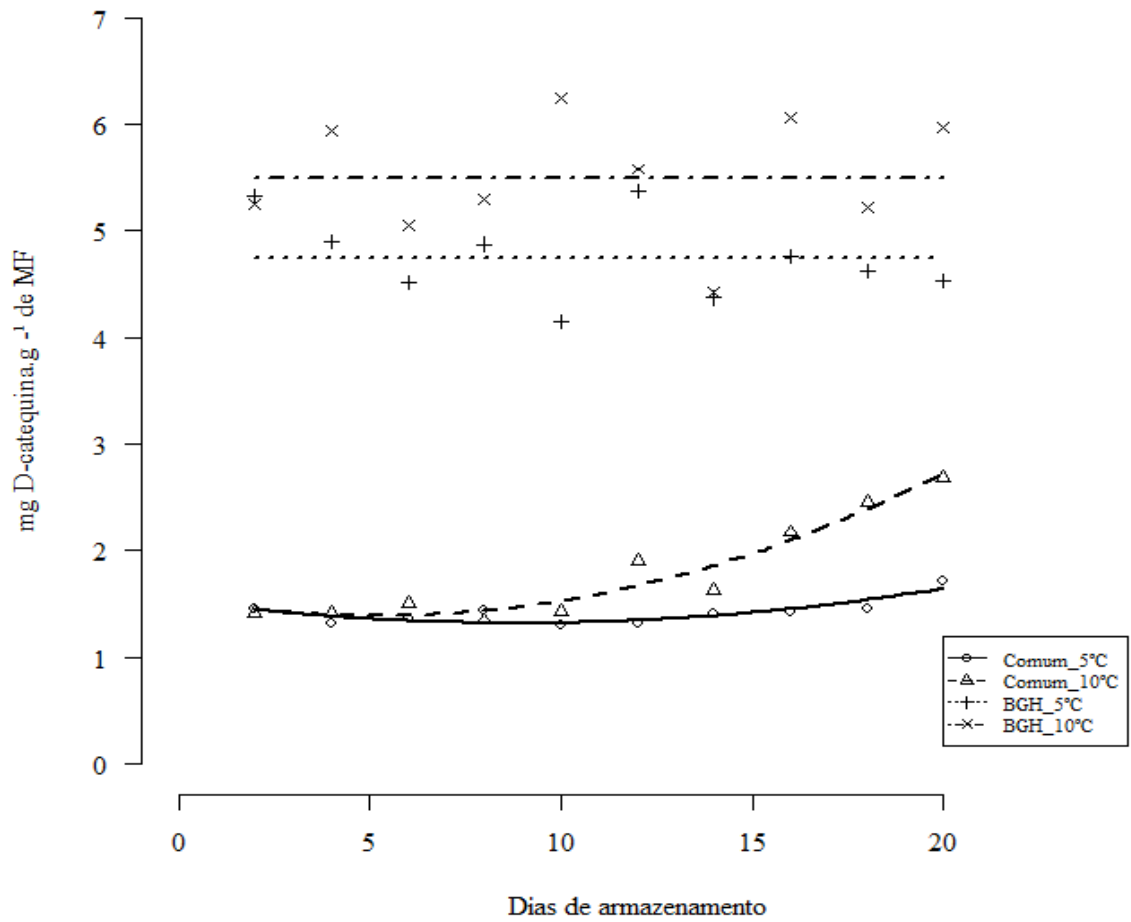


Figura 7. Concentração de compostos fenólicos solúveis em folhas de taioba, cv. Comum e BGH/UFV 5932, armazenadas por 20 dias, às temperaturas de 5 °C e 10 °C. Viçosa, UFV, 2011.

○ _____ $\hat{Y} = 1,53170 - 0,0471623 x + 0,00264790 x^2$ ($r^2 = 0,7467$)
 △ _____ $\hat{Y} = 1,55409 - 0,0631958 x + 0,00608895 x^2$ ($r^2 = 0,9275$)
 + _____ $\hat{Y} = 4,7404$
 × _____ $\hat{Y} = 5,5015$

Tabela 2. Valores médios da atividade enzimática e da concentração de compostos fenólicos em folhas de taioba cv. Comum e BGH/UFV 5932, armazenadas durante 20 dias às temperaturas de 5 e 10 °C. Viçosa, UFV, 2011.

| Tempo de armazenamento (dias) | Comum | | BGH/UFV 5932 | |
|--|-----------|-----------|--------------|-----------|
| | 5 °C | 10 °C | 5 °C | 10 °C |
| <i>Peroxidase (UA.min⁻¹.mg⁻¹ de proteína)</i> | | | | |
| 0 | 5,0314 | 5,0314 | 3,0232 | 3,0232 |
| 2 | 2,9827 ns | 2,9753 ns | 2,3084 ns | 4,0854 ns |
| 4 | 4,6194 ns | 3,9144 ns | 2,8052 ns | 5,8982 ns |
| 6 | 4,2911 ns | 4,6379 ns | 4,2373 ns | 4,5841 ns |
| 8 | 5,3508 ns | 3,7862 ns | 4,1790 ns | 4,0541 ns |
| 10 | 4,6457 ns | 3,1475 ns | 3,5299 ns | 5,1737 ns |
| 12 | 6,1654 ns | 7,8601 ns | 2,5213 ns | 10,6054 * |
| 14 | 5,9227 ns | 2,4172 ns | 4,1076 ns | 4,0054 ns |
| 16 | 5,6790 ns | 6,2573 ns | 2,7980 ns | 3,6785 ns |
| 18 | 4,8836 ns | 7,7134 ns | 3,6691 ns | 4,6707 ns |
| 20 | 4,3582 ns | 6,1009 ns | 3,5507 ns | 4,4740 ns |
| <i>Catalase (UA.min⁻¹.mg⁻¹ de proteína)</i> | | | | |
| 0 | 0,3362 | 0,3362 | 1,2687 | 1,2687 |
| 2 | 0,3334 ns | 0,3273 ns | 1,3217 ns | 1,5467 ns |
| 4 | 0,2790 ns | 0,4614 ns | 1,0749 ns | 1,4334 ns |
| 6 | 0,3615 ns | 0,4891 ns | 1,1935 ns | 1,9095 * |
| 8 | 0,1676 ns | 0,3484 ns | 1,1212 ns | 1,7004 * |
| 10 | 0,3111 ns | 0,4197 ns | 0,9795 ns | 2,1887 * |
| 12 | 0,3458 ns | 0,5622 ns | 1,0332 ns | 2,1921 * |
| 14 | 0,4830 ns | 0,4619 ns | 1,1989 ns | 1,6762 * |
| 16 | 0,2505 ns | 0,9117 * | 1,2127 ns | 1,9695 * |
| 18 | 0,3239 ns | 0,7143 * | 1,2110 ns | 1,7269 * |
| 20 | 0,2472 ns | 0,9405 * | 1,3884 ns | 1,8297 * |
| <i>Poififenoloxidase (UA.min⁻¹.mg⁻¹ de proteína)</i> | | | | |
| 0 | 1,4917 | 1,4917 | 2,0268 | 2,0268 |
| 2 | 1,6270 ns | 2,2853 * | 1,3382 ns | 1,3399 ns |
| 4 | 1,7442 ns | 1,7718 ns | 1,7180 ns | 1,3076 * |
| 6 | 1,3705 ns | 1,3993 ns | 1,5646 ns | 1,5390 ns |
| 8 | 1,5105 ns | 1,8717 ns | 1,1263 * | 1,2406 * |
| 10 | 0,9167 ns | 1,8290 ns | 1,5444 ns | 1,2436 * |
| 12 | 1,3302 ns | 1,2181 ns | 1,5089 ns | 1,3213 ns |
| 14 | 1,4966 ns | 1,5469 ns | 1,2644 * | 1,6560 ns |
| 16 | 1,4637 ns | 1,3669 ns | 1,9455 ns | 0,8952 * |
| 18 | 1,6958 ns | 1,5068 ns | 1,1841 * | 1,1404 * |
| 20 | 1,8767 ns | 1,2513 ns | 1,1457 * | 1,1778 * |
| <i>Compostos Fenólicos Solúveis (mg de D-catequina.g⁻¹ MF)</i> | | | | |
| 0 | 1,3695 | 1,3695 | 5,0417 | 5,0417 |
| 2 | 1,4499 ns | 1,4180 ns | 5,3247 ns | 5,2486 ns |
| 4 | 1,3192 ns | 1,4118 ns | 4,8950 ns | 5,9417 ns |
| 6 | 1,3654 ns | 1,5122 ns | 4,5178 ns | 5,0461 ns |
| 8 | 1,4389 ns | 1,3475 ns | 4,8744 ns | 5,2971 ns |
| 10 | 1,3039 ns | 1,4298 ns | 4,1432 ns | 6,2383 * |
| 12 | 1,3118 ns | 1,9040 ns | 5,3665 ns | 5,5780 ns |
| 14 | 1,4125 ns | 1,6269 ns | 4,3704 ns | 4,4293 ns |
| 16 | 1,4220 ns | 2,1734 ns | 4,7579 ns | 6,0588 ns |
| 18 | 1,4592 ns | 2,4537 ns | 4,6176 ns | 5,2135 ns |
| 20 | 1,7242 ns | 2,6891 * | 4,5367 ns | 5,9641 ns |

*: médias na coluna diferem do controle (0), a 5% de probabilidade pelo teste Dunnett.

ns: médias na coluna não diferem do controle (0), a 5% de probabilidade pelo teste Dunnett.

Durante todo o período em que as folhas permaneceram refrigeradas, nenhum sintoma de escurecimento, resultante de injúria por frio, foi percebido. Esse fato, aliado ao comportamento da concentração de fenólicos e da atividade das enzimas POD, CAT e PPO durante o armazenamento, mostram que os genótipos em estudo não são propensos a esse fenômeno biológico, sendo insensíveis ao frio. De maneira mesma, as alterações na composição dos carboidratos, devidas ao frio, não contribuíram na ocorrência desse distúrbio, o que explicaria o escurecimento não-enzimático.

Nas análises visuais foi constatado amarelecimento dos limbos foliares ao longo do armazenamento em câmaras frias (Figura 8). Porém, a causa desse sintoma foi devido ao envelhecimento natural nas folhas e não pelo efeito de injúria por frio. Segundo Lipton (1987), o amarelecimento é o mais comum e mais conhecido sintoma de senescência de hortaliças verdes folhosas. De acordo com esse mesmo autor, a taxa de perda de clorofila em folhas pode ser influenciada pela temperatura, pela cultivar, além de estresse hídrico, luz, hormônios e atmosfera modificada.

Folhas das duas cultivares mantidas em refrigeração de 5 °C tiveram maior conservação do que aquelas armazenadas a 10 °C, sem sintomas de amarelecimento, até o final dos tratamentos (Figura 8). Resultados similares foram encontrados em folhas de salsa por Álvares et al. (2010) e Lisiewska et al. (1997), onde a redução da temperatura influenciou na decomposição dos pigmentos de clorofila, obtendo menores taxas de degradação dos mesmos. Aos 20 dias de armazenamento, o genótipo ornamental mantido a 10 °C tinha em torno de 51 a 75% dos limbos amarelados. No entanto, apesar da severidade dos sintomas, o genótipo BGH/UFV 5932 foi mais

resistente nessa temperatura, em comparação com a cv. Comum, que 18 dias armazenadas já estavam completamente amareladas (> 76%) (Figura 8).

De acordo com Paull (1999), a baixa temperatura é o método mais eficiente e barato de retardamento da senescência de frutas e vegetais. Além disso, possui vantagens adicionais na manutenção do valor nutricional, aparência, textura, sabor e odor dos alimentos. A redução da temperatura durante o armazenamento promove a diminuição da atividade respiratória dos produtos e a redução da capacidade do ambiente em absorver umidade promovendo, como consequência, a menor perda de água por transpiração (Finger & Vieira, 2007). Seganfredo et al. (2001) constataram que folhas mais velhas de taioba, colhidas 15 dias após a completa expansão do limbo foliar, tinham maior resistência à desidratação, provavelmente devido aos diferentes mecanismos associados ao aumento da resistência à transpiração, como espessamento da folha.

Embora a temperatura de 5 °C tenha contribuído na maior conservação da cor das folhas, durante 20 dias de armazenamento, o fim da vida de prateleira da taioba cv. Comum foi caracterizado pela perda de água e consequente murchamento das folhas, o qual ocorreu após 10 dias em câmara. Dessa forma, não se recomenda a comercialização após esse período, pois tais observações desqualificam a hortaliça na venda e consequentemente determinam o fim da vida de prateleira. Álvares et al. (2007; 2010) constataram com pré-resfriamento em salsa, seguido de armazenamento a 5 °C, que o aumento da vida de prateleira resultou da

redução da perda de massa, da degradação de clorofila e da queda na taxa de desidratação do produto.

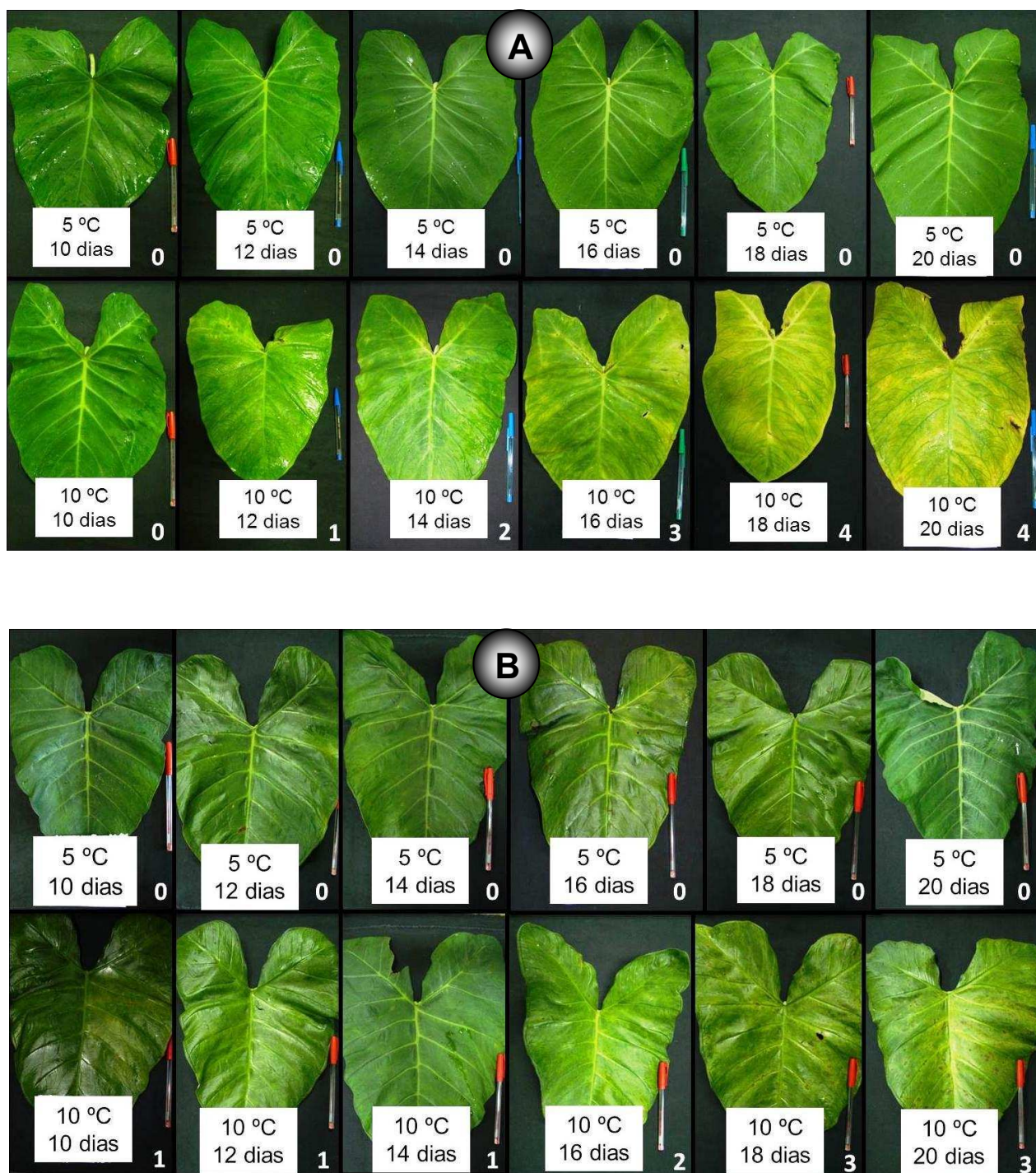


Figura 8. Avaliação visual em folhas de taioba cv. Comum (A) e cv. BGH/UFV 5932 (B), armazenadas a 5 °C e 10 °C durante 20 dias. 0 = sem sinal de amarelecimento; 1 = levemente amareladas (25%); 2 = moderadamente amareladas (26 a 50%); 3 = extremamente amareladas (51 a 75%); 4 = completamente amareladas (> 76%). Viçosa, UFV, 2011.

4. CONCLUSÕES

1. O armazenamento por 20 dias, a 5 e 10 °C, não induzem a alterações nos conteúdos de açúcares solúveis totais e redutores, porém induzem a degradação do amido em folhas de taioba cv. Comum e BGH/UFV 5932.

2. Folhas comestíveis possuem maior teor de amido, comparadas às ornamentais.

3. O frio não estimula a atividade da peroxidase nos dois genótipos avaliados, no entanto, sua atividade nas folhas de consumo é 5 vezes superior à atividade da catalase.

4. A elevação na atividade da catalase ocorre após 14 dias de armazenamento das folhas da cv. Comum e a partir do 6º dia no genótipo BGH/UFV 5932, refrigeradas a 10 °C.

5. Baixa temperatura não induz alterações na atividade da polifenoloxidase em folhas de taioba para consumo.

6. Folhas ornamentais têm acúmulo de compostos fenólicos 4 vezes maior que folhas da cv. Comum, as quais não alteram as concentrações de fenóis em refrigeração.

7. Os dois genótipos são insensíveis às baixas temperaturas, não havendo sintoma de escurecimento causado pelo frio.

8. Maior tempo de conservação das folhas é adquirido no armazenamento a 5 °C.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AEBI, H.U. 1983. **Catalase**; in **Methods in enzymatic analysis** (ed.) BERGMAYER, H.U. (New York: Academic Press), 3: 276-286.
- ÁLVARES, V.S.; FINGER, F.L.; SANTOS, R.C.A.; NEGREIROS, J.R.S.; CASALI, V.W.D. 2007. Effect of pre-cooling on the postharvest of parsley leaves. **Journal of Food, Agriculture & Environment**, 5: 31-34.
- ÁLVARES, V.S.; NEGREIROS, J.R.S.; RAMOS, P.A.S.; MAPELI, A.M.; FINGER, F.L. 2010. Pré-resfriamento e embalagem na conservação de folhas de salsa. **Brazilian Journal of Food Technology**, 13: 107-111.
- BLENKINSOP, R.W.; COPP, L.J.; YADA, R.Y.; MARANGONI, A.G. 2003. A proposed role for the anaerobic pathway during low-temperature sweetening in tubers of *Solanum tuberosum*. **Physiologia Plantarum**, 118: 206-212.
- BRADFORD, M.M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Analytic Biochemistry**, 72: 248-254.
- CONCELLON, A.; ANON, M.; CHAVES, A. 2004. Characterization and changes in polyphenoloxidase from eggplant fruit (*Solanun melongena* L.) during storage at low temperature. **Food Chemistry**, 88: 17- 24.
- DEMIATE, I.M.; WOSIACKI, G.; CZELUSNIAK, C.; NOGUEIRA, A. 2002. Analysis of total and reducing sugar in foods. A comparative study between colorimetric and titration techniques. **Exact and Soil Science, Agrarian S. and Engineering**, 8: 65-78.
- DUBOIS, M.; GILLES, K.A.; HAMILTON, J.K.; REBERS, P.A.; SMITH, F. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Analytical Chemistry**, 28: 350-356.
- EL-HILALI, F.; AIT-OUBAHOU, A.; REMAH, A.; AKHAYAT, O. 2003. Chilling injury and peroxidase activity changes in "Fortune" mandarin fruit during low temperature storage. **Bulgarian Journal of Plant Physiology**, 29: 44-54.

- FERNÁNDEZ-TRUJILLO, J.P.; MARTINEZ, J.A.; ARTES, F. 1998. Modified atmosphere packaging affects the incidence of cold storage disorder and keeps "flat" peach quality. **Food Research International**, 31: 571-579.
- FINGER, F.L.; VIEIRA, G. 2007. **Controle da perda pós-colheita de água em produtos hortícolas**. Caderno Didático 19. Viçosa: UFV. 29p.
- FREITAS, A.A.; FRANCELIN, M.A.; HIRATA, G.F.; CLEMENTE, E.; SCHMIDT, F.L. 2008. Atividades das enzimas peroxidase (POD) e polifenoloxidase (PPO) nas uvas das cultivares Benitaka e Rubi e em seus sucos e geléias. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 28: 172-177.
- GUIDA, V.; CRISCUOLO, G.; TAMBURINO, R.; MALORNI, L.; PARENTE, A.; DI MARO, A. 2011. Purification and enzymatic properties of a peroxidase from leaves of *Phytolacca dioica* L. (Ombú tree). **BMB Rep.**, 44: 64-9.
- GUIMARÃES, D. P. 2006. **Estudo bioquímico de algumas características da peroxidase, polifenoloxidase e pectinametilsterase de amora preta (*Rubus spp.*)**. Campinas, 99p. Tese (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas.
- KAWAKAMI, S.; MATSUMOTO, Y.; MATSUNAGA, A.; MAYAMA, S.; MIZUNO, A. 2002. Molecular cloning of ascorbate peroxidase in potato tubers and its response during storage at low temperature. **Plant Science**, 163: 829-836.
- KOKSAL, E. 2011. Peroxidase from leaves of spinach (*Spinacia oleracea*): partial purification and some biochemical properties. **Intentional Journal of Pharmacology**, 7: 135-139.
- KOMBRINK, E.; HAHLBROCK, K. 1990. Rapid, systemic repression of the synthesis of ribulose 1,5-bisphosphate carboxylase small-subunit mRNA in fungus-infected or elicitor-treated potato leaves. **Planta**, 181: 216-219.
- LEON, J.C.; ALPEEVA, I.S.; CHUBAR, T.A.; GALAEV, I.Y.; CSOREGI, E.; SAKHAROV, I.Y. 2002. Purification and substrate specificity of peroxidase from sweet potato tubers. **Plant Science**, 163: 1011-1019.

- LIPTON, W. J. 1987. Senescence of leafy vegetables. **HortScience**, 22: 854-859.
- LISIEWSKA, Z.; KMIĘCIK, W.; BUDNIK, A. 1997. Effect of conditions and time of storage on technological quality changes of parsley leaves. **Folia Hort.**, 9: 21-29.
- LYONS, J.M.; RAISON, J.K. 1970. Oxidative activity of mitochondria isolated from plant tissues sensitive and resistant to chilling injury. **Plant Physiology**, 45: 386-389.
- MANGAN, F.; MENDONÇA, R.U.; MOREIRA, M.; NUNES, S.V.; FINGER, F.L.; BARROS, Z.J.; GALVÃO, H.; ALMEIDA, G.C.; ANDERSON, M.D. 2008. Production and marketing of vegetables for the ethnic markets in the United States. **Horticultura Brasileira**, 26: 6-14.
- MANGAN, F.; MOREIRA, M.; BARROS, Z.; FERNANDES, C.; MATEUS, R.; FINGER, F.; KOENING, A.; BONANNO, R.; AUTIO, W.; ALVARADO, M.; WICK, R. 2010. **Vegetable notes**: For vegetable farmers in Massachusetts. 21: 1-16.
- McCREADY, R.M.; GUGGOLZ, J.; SILVEIRA, V.; OWENS, H.S. 1950. Determination of starch and amylose in vegetables. **Analytic Chemistry**, 22: 1156-1158.
- MENOLLI, L.N.; FINGER, F.L.; BARBOSA, J.M.; CORREIA, T.D.; VIEIRA, L.M. 2011. Peroxidase activity in roots of arracacha affected by pH and temperature. **Acta Scientiarum Agronomy**, 33: 513-518.
- MENOLLI, L.N.; FINGER, F.L.; PUIATTI, M.; BARBOSA, J.M.; BARROS, R.S. 2008. Atuação das enzimas oxidativas no escurecimento causado pela injúria por frio em raízes de batata-baroa. **Acta Scientiarum Agronomy**, 30: 57-63.
- MESSIAS, U.; GALVÃO, H.L.; FINGER, F.L.; OLIVEIRA, J.A.; CORRÊA, P.C. 2006. Resposta pós-colheita do manjericão à indução da injúria por frio. **Revista Brasileira de armazenamento**, 31: 103-108.
- MORAIS, V.S.; MARTINS, J.A.; WEBER, M.B.; SENA, D.R. 2006. Efeito do tipo de cultivo no conteúdo de vitamina C em folhas de taioba (*Xanthosoma sagittifolium* schoot). **Revista Capixaba de Ciência e Tecnologia**, 1: 64-68.

- NELSON, N. 1944. A photometric adaptation of the Somogyi method for the determination of glucose. **The Journal of Biological Chemistry**, 153: 375-380.
- NEVES, L.L.M. 2003. **Envolvimento de enzimas oxidativas no escurecimento do quiabo [*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench]**. Viçosa, 72p. Tese de Doutorado em Fisiologia Vegetal – Universidade Federal de Viçosa.
- OJINNAKA, M.C.; AKOBUNDU, E.N.T; IWE, M.O. 2009. Cocoyam starch modification effects on functional, sensory and cookies qualities. **Pakistan Journal of Nutrition**, 8: 558-567.
- OKEY, E.N.; DUNCAN, E.J.; SIRJU-CHARRAN, G.; SREENIVASAN, T.N. 1997. Phytophthora canker resistance in cacao: role of peroxidase, polyphenoloxidase and phenylalanine ammonia-lyase. **Journal of Phytopathology**, 145: 295-299.
- PAULL, R. E. 1999. Effect of temperature and relative humidity on fresh commodity quality. **Postharvest Biology and Technology**, 15: 263-277.
- PINTO, N.A.V.D.; CARVALHO, V.D.; CORRÊA, A.D.; RIOS, A.O. 2001a. Avaliação de fatores antinutricionais das folhas da taioba (*Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott). **Ciência e Agrotecnologia**, 25: 601-604.
- PINTO, N.A.V.D.; FERNANDES, S.M.; THÉ, P.M.P.; CARVALHO, V.D. 2001b. Variabilidade da composição centesimal, vitamina C, ferro e cálcio de partes da folha de taioba (*Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott). **Revista Brasileira de Agrociência**, 7: 205-208.
- PINTO, N.A.V.D.; VILAS BOAS, B.M.; CARVALHO, V.D. 1999. Caracterização mineral das folhas de taioba (*Xanthosoma sagittifolium* Schott). **Ciência e Agrotecnologia**, 23: 57-61.
- PRINCE, M.L; BUTLER, L.G. 1977. Rapid visual estimation and spectrophotometric determination of tannin content of sorghum grain. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 25: 1268-1273.
- RIBEIRO, R.A.; FINGER, F.L.; PUIATTI, M.; CASALI, V.W.D. 2005. Chilling injury sensitivity in (*Arracacia xanthorrhiza*) roots. **Tropical Science**, 45: 55-57.

- RIBEIRO, R.A.; FINGER, F.L.; PUIATTI, M.; CASALI, V.W.D. 2007. Vida útil e metabolismo de carboidratos em raízes de mandioquinha-salsa sob refrigeração e filme de PVC. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 42: 453-458.
- SAEG - **Sistema para Análises Estatísticas**, 2007. Versão 9.1: Fundação Arthur Bernardes - UFV – Viçosa.
- SEGANFREDO, R.; FINGER, F.L.; BARROS, R.S.; MOSQUIM, P.R. 2001. Influência do momento de colheita sobre a deterioração pós-colheita em folhas de taioba. **Horticultura Brasileira**, 19: 316-319.
- SHIBAIRO, S.I.; UPADHYAYA, M.K. 1998. Replacement of postharvest moisture loss by recharging and its effects on subsequent moisture loss during short-term storage of carrots. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, 123: 141-145.
- SIMÕES, A.N.; PUIATTI, M.; SALOMÃO, L.C.C.; MOSQUIM, P.R.; PUSCHMANN, R. 2010. Effect in the quality of intact and minimally processed leaves of collard greens stored at different temperatures. **Horticultura Brasileira**, 28: 81-86.
- TAYEFI-NASRABADI, H.; DEHGHAN, G.; DAEIHASSANI, B.; MOVAFEGI, A.; SAMADI, A. 2011. Some biochemical properties of guaiacol peroxidases as modified by salt stress in leaves of salt-tolerant and salt-sensitive safflower (*Carthamus tinctorius* L. cv.) Cultivars. **African Journal of Biotechnology**, 10: 751-763.
- TORALLES, R.P.; VENDRUSCOLO, J.L.; VENDRUSCOLO, C.L.; DEL PINO, F.A.B.; ANTUNES, P.L. 2010. Controle da atividade da polifenoloxidase de pêssego por interação do pH, da temperatura e da concentração de ácido ascórbico. **Brazilian Journal Food Technology**, 13: 120-127.
- WANG, C.Y. 1982. Physiological and biochemical responses of plants to chilling stress. **HortScience**, 17: 173-186.
- WILLS, R.; McGLASSON, B.; GRAHAM, D.; JOYCE, D. 2004. **Postharvest: an introduction to the physiology & handling of fruit, vegetables & ornamentals**. 4. ed. Wallingford: New South Wales University Press. 262p.

CONCLUSÕES GERAIS

Pelos resultados experimentais obtidos, pode-se concluir que:

1. Pré-resfriamento por 7 dias a 10 °C antes do plantio é eficiente por determinar maior comprimento de plantas de taioba e, exposições de mudas durante 14 dias a 10 °C tem maior efeito sobre a expansão da área foliar.

2. A realização da cava apical induz maior número de novas brotações foliares. Brotações são antecipadas quando rizomas com cava apical são tratados com 250 mg L⁻¹ de BAP + 250 mg L⁻¹ de Ethrel.

3. Armazenamento refrigerado de 5 °C por 3 meses, e de 10 °C por 6 meses ocasionam injúrias por frio em rizomas de taioba, sendo que a suscetibilidade das estruturas propagativas às condições de estresse é dependente do genótipo.

4. O armazenamento por 20 dias, a 5 e 10 °C, não induzem a alterações nos conteúdos de açúcares solúveis totais e redutores, porém induzem a degradação do amido em folhas de taioba.

5. O frio não estimula a atividade da peroxidase e polifenoloxidase em folhas da cv. Comum, manifestando maior conservação com armazenamento a 5 °C.

APÊNDICE

ARTIGO 1.1

Quadro 1. Resumo da análise de variância do número de gemas (NG), número de brotações (NB), diâmetro da base do pecíolo (DBP), comprimento da parte aérea (CPA), número de folhas (NF), área foliar (AF), número de raízes (NRA), comprimento da raiz mais longa (CR), peso da matéria fresca das folhas (PMFFO), pecíolo (PMFPE), base do pecíolo (PMFBP) e raízes (PMFRA) e peso da matéria seca das folhas (PMSFO), pecíolo (PMSPE), base do pecíolo (PMSBP) e raízes (PMSRA) de taiobas var. BGH/UFV 5932, Comum e Roxa, após tratamentos com 7 ou 14 dias a 10 °C. Viçosa, UFV, 2008.

| FV | GL | QUADRADOS MÉDIOS | | | | | | | |
|------------|----|-----------------------|------------|----------------------|-------------|----------------------|-------------|---------------------|------------------------|
| | | NG | NB | DBP | CPA | NF | AF | NRA | CR |
| TRAT | 1 | 194,4000 * | 13,0666 * | 0,0081 ^{ns} | 220,0335 * | 14,0167 ** | 98812,74 ** | 8,067 ^{ns} | 232,8540 ^{ns} |
| VAR | 2 | 622,9500 ** | 51,6500 ** | 0,3861 * | 947,4932 ** | 27,0166 ** | 26082,05 ** | 2954,450 ** | 548,5415 ^{ns} |
| TRAR x VAR | 2 | 99,6500 ^{ns} | 12,0166 * | 0,1791 ^{ns} | 137,1125 * | 1,5166 ^{ns} | 13350,14 * | 838,717 ** | 1478,2360 ** |
| Resíduo | 54 | 43,0185 | 3,0370 | 0,1005 | 38,5956 | 0,5462 | 3920,86 | 143,333 | 213,2292 |
| CV (%) | | 26,55 | 27,23 | 8,66 | 10,56 | 16,12 | 9,93 | 17,45 | 20,72 |

Continuação ...

| FV | GL | QUADRADOS MÉDIOS | | | | | | | |
|------------|----|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|----------------------|------------|------------|----------------------|
| | | PMFFO | PMFPE | PMFBP | PMFRA | PMSFO | PMSPE | PMSBP | PMSRA |
| TRAT | 1 | 127,0215 ^{ns} | 1910,833 ^{ns} | 1009,4200 ** | 1278,8170 * | 1,3201 ^{ns} | 16,7481 * | 51,7081 ** | 0,0806 ^{ns} |
| VAR | 2 | 806,1502 ^{ns} | 36393,560 ** | 483,9847 * | 3242,0930 ** | 11,9495 * | 63,7771 ** | 49,7831 ** | 14,2445 ** |
| TRAR x VAR | 2 | 484,6205 ^{ns} | 4981,548 * | 233,0847 ^{ns} | 481,5262 ^{ns} | 3,3571 ^{ns} | 33,8411 ** | 18,4321 * | 1,1301 ^{ns} |
| Resíduo | 54 | 275,0822 | 1022,031 | 117,1954 | 313,2578 | 2,9506 | 3,7552 | 5,1522 | 1,2134 |
| CV (%) | | 18,83 | 15,22 | 21,29 | 28,09 | 16,60 | 17,06 | 26,95 | 25,73 |

ns: F não significativo a 5% de probabilidade.

** : F significativo a 1% de probabilidade.

*: F significativo a 5% de probabilidade.

ARTIGO 1.2

Quadro 1. Resumo da análise de variância do número de folhas (NF), área foliar (AF), comprimento da parte aérea (CPA), matéria fresca (MF) e seca (MS) da parte aérea de plantas de taioba 'Caipira', com ou sem cava apical (CA), após armazenamento de 3 meses a 5 °C e aplicação de diferentes concentrações de reguladores de crescimento (RC). Viçosa, UFV, 2008.

| FV | GL | QUADRADOS MÉDIOS | | | | |
|----------------|----|------------------|-------------|-------------|-------------|------------|
| | | NF | AF | CPA | MF | MS |
| RC | 6 | 36,4127 ** | 2797,063 * | 318,9722 ** | 11438,99 ** | 25,3869 ns |
| CA | 1 | 37,3333 ns | 15106,61 ** | 668,6786 ** | 14457,19 * | 91,7719 ** |
| RC * CA | 6 | 7,6111 ns | 961,4764 ns | 34,2341 ns | 1500,257 ns | 6,2557 ns |
| Resíduo | 70 | 11,7047 | 938,6779 | 68,3119 | 3446,007 | 12,711 |
| CV (%) | | 36,19 | 7,18 | 16,28 | 31,15 | 32,23 |

ns: F não significativo a 5% de probabilidade.

** : F significativo a 1% de probabilidade.

*: F significativo a 5% de probabilidade.

Quadro 2. Resumo da análise de variância do número de brotações (NB) de plantas de taioba 'Caipira', com ou sem cava apical (CA), após armazenamento de 3 meses a 5 °C e aplicação de diferentes concentrações de reguladores de crescimento (RC). Viçosa, UFV, 2008.

| FV | GL | QM |
|--------------------|-----|------------|
| RC | 6 | 11,4695 ns |
| CA | 1 | 22,3214 ns |
| RC * CA | 6 | 6,7936 ns |
| Erro (a) | 70 | 7,3111 |
| P | 11 | 50,9816 ** |
| P * RC | 66 | 1,0590 ** |
| P * CA | 11 | 4,1370 ** |
| P * RC * CA | 66 | 0,2460 ns |
| Erro (b) | 770 | 0,4383 |

CV (%) subparcela = 32,05

CV (%) parcela = 130,90

ns: F não significativo a 5% de probabilidade.

** : F significativo a 1% de probabilidade.

ARTIGO 1.3

Quadro 1. Resumo da análise de variância do número de brotações (NB), número de folhas (NF), área foliar (AF), comprimento da parte aérea (CPA), matéria fresca (MF) e seca (MS) total de plantas de taioba cultivar Comum, após armazenamento refrigerado de 3 meses a 10 °C. Viçosa, UFV, 2010.

| FV | GL | QUADRADOS MÉDIOS | | | | | |
|---------|----|----------------------|----------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------|-----------------------|
| | | NB | NF | AF | CPA | MF | MS |
| TRAT | 1 | 3,3864 ^{ns} | 0,0000 ^{ns} | 38251,57 [*] | 1032,9690 ^{**} | 9621,363 ^{ns} | 23,6770 ^{ns} |
| Resíduo | 11 | 8,5173 | 12,1818 | 11363,15 | 276,2056 | 8976,416 | 152,2156 |
| CV (%) | | 86,22 | 69,80 | 22,85 | 33,60 | 41,55 | 43,73 |

ns: F não significativo a 5% de probabilidade.

** : F significativo a 8% de probabilidade.

* : F significativo a 9% de probabilidade.

Quadros das estatísticas descritivas da taioba cultivar Comum, armazenada por 3 meses a 5 °C. Viçosa, UFV, 2010.

NB

| Amostra original | |
|-----------------------|------------|
| 6.00000000 | 7.00000000 |
| n: | 2 |
| Média: | 6.500000 |
| Variância: | 0.500000 |
| Desvio padrão: | 0.707107 |
| Coeficiente variação: | 10.878566 |
| Erro padrão da média: | 0.500000 |
| Coef. de assimetria: | 0.000000 |
| Coef. de Curtose: | 1.000000 |
| Mínimo: | 6.000000 |
| Máximo: | 7.000000 |
| Amplitude total: | 1.000000 |
| Mediana: | 6.500000 |
| Moda: | 6.500000 |

NF

| Amostra original | |
|-----------------------|------------|
| 2.00000000 | 4.00000000 |
| n: | 2 |
| Média: | 3.000000 |
| Variância: | 2.000000 |
| Desvio padrão: | 1.414214 |
| Coeficiente variação: | 47.140452 |
| Erro padrão da média: | 1.000000 |
| Coef. de assimetria: | 0.000000 |
| Coef. de Curtose: | 1.000000 |
| Mínimo: | 2.000000 |
| Máximo: | 4.000000 |
| Amplitude total: | 2.000000 |
| Mediana: | 3.000000 |
| Moda: | 3.000000 |

AF

| Amostra original | |
|-----------------------|--------------|
| 709.80000000 | 561.70000000 |
| n: | 2 |
| Média: | 635.750000 |
| Variância: | 10966.805000 |
| Desvio padrão: | 104.722514 |
| Coeficiente variação: | 16.472279 |
| Erro padrão da média: | 74.050000 |
| Coef. de assimetria: | 0.000000 |
| Coef. de Curtose: | 1.000000 |
| Mínimo: | 561.700000 |
| Máximo: | 709.800000 |
| Amplitude total: | 148.100000 |
| Mediana: | 635.750000 |
| Moda: | 635.750000 |

CPA

| Amostra original | |
|-----------------------|-------------|
| 65.00000000 | 63.00000000 |
| n: | 2 |
| Média: | 64.000000 |
| Variância: | 2.000000 |
| Desvio padrão: | 1.414214 |
| Coeficiente variação: | 2.209709 |
| Erro padrão da média: | 1.000000 |
| Coef. de assimetria: | 0.000000 |
| Coef. de Curtose: | 1.000000 |
| Mínimo: | 63.000000 |
| Máximo: | 65.000000 |
| Amplitude total: | 2.000000 |
| Mediana: | 64.000000 |
| Moda: | 64.000000 |

MF

| Amostra original | |
|-----------------------|--------------|
| 272.60000000 | 288.10000000 |
| n: | 2 |
| Média: | 280.350000 |
| Variância: | 120.125000 |
| Desvio padrão: | 10.960155 |
| Coeficiente variação: | 3.909454 |
| Erro padrão da média: | 7.750000 |
| Coef. de assimetria: | 0.000000 |
| Coef. de Curtose: | 1.000000 |
| Mínimo: | 272.600000 |
| Máximo: | 288.100000 |
| Amplitude total: | 15.500000 |
| Mediana: | 280.350000 |
| Moda: | 280.350000 |

MS

| Amostra original | |
|-----------------------|-------------|
| 26.80000000 | 24.70000000 |
| n: | 2 |
| Média: | 25.750000 |
| Variância: | 2.205000 |
| Desvio padrão: | 1.484924 |
| Coeficiente variação: | 5.766696 |
| Erro padrão da média: | 1.050000 |
| Coef. de assimetria: | 0.000000 |
| Coef. de Curtose: | 1.000000 |
| Mínimo: | 24.700000 |
| Máximo: | 26.800000 |
| Amplitude total: | 2.100000 |
| Mediana: | 25.750000 |
| Moda: | 25.750000 |

Quadros das estatísticas descritivas da taioba cultivar Caxixe, armazenada por 3 meses a 5 °C. Viçosa, UFV, 2010.

NB

| Amostra original | | | | |
|-----------------------|------------|------------|------------|------------|
| | 1.00000000 | 6.00000000 | 3.00000000 | 2.00000000 |
| n: | 4 | | | |
| Média: | 3.000000 | | | |
| Variância: | 4.666667 | | | |
| Desvio padrão: | 2.160247 | | | |
| Coeficiente variação: | 72.008230 | | | |
| Erro padrão da média: | 1.080123 | | | |
| Coef. de assimetria: | 0.687243 | | | |
| Coef. de Curtose: | 2.000000 | | | |
| Mínimo: | 1.000000 | | | |
| Máximo: | 6.000000 | | | |
| Amplitude total: | 5.000000 | | | |
| Mediana: | 1.833333 | | | |
| Moda: | 1.500000 | | | |

NF

| Amostra original | | | | |
|-----------------------|------------|------------|------------|------------|
| | 3.00000000 | 8.00000000 | 8.00000000 | 3.00000000 |
| n: | 4 | | | |
| Média: | 5.500000 | | | |
| Variância: | 8.333333 | | | |
| Desvio padrão: | 2.886751 | | | |
| Coeficiente variação: | 52.486388 | | | |
| Erro padrão da média: | 1.443376 | | | |
| Coef. de assimetria: | 0.000000 | | | |
| Coef. de Curtose: | 1.000000 | | | |
| Mínimo: | 3.000000 | | | |
| Máximo: | 8.000000 | | | |
| Amplitude total: | 5.000000 | | | |
| Mediana: | 5.500000 | | | |
| Moda: | 5.500000 | | | |

AF

| Amostra original | | | | |
|-----------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | 375.90000000 | 452.70000000 | 437.30000000 | 537.30000000 |
| n: | 4 | | | |
| Média: | 450.800000 | | | |
| Variância: | 4426.040000 | | | |
| Desvio padrão: | 66.528490 | | | |
| Coeficiente variação: | 14.757873 | | | |
| Erro padrão da média: | 33.264245 | | | |
| Coef. de assimetria: | 0.293548 | | | |
| Coef. de Curtose: | 1.984919 | | | |
| Mínimo: | 375.900000 | | | |
| Máximo: | 537.300000 | | | |
| Amplitude total: | 161.400000 | | | |
| Mediana: | 402.800000 | | | |
| Moda: | 392.040000 | | | |

CPA

| Amostra original | | | | |
|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | 15.00000000 | 55.00000000 | 59.00000000 | 62.00000000 |

| | | | | |
|-----------------------|------------|--|--|--|
| n: | 4 | | | |
| Média: | 47.750000 | | | |
| Variância: | 484.916667 | | | |
| Desvio padrão: | 22.020823 | | | |
| Coeficiente variação: | 46.116908 | | | |
| Erro padrão da média: | 11.010412 | | | |
| Coef. de assimetria: | -1.096779 | | | |
| Coef. de Curtose: | 2.287780 | | | |
| Mínimo: | 15.000000 | | | |
| Máximo: | 62.000000 | | | |
| Amplitude total: | 47.000000 | | | |
| Mediana: | 54.166667 | | | |
| Moda: | 57.300000 | | | |

MF

| Amostra original | | | | |
|------------------|-------------|--------------|--------------|--------------|
| | 16.60000000 | 269.70000000 | 271.10000000 | 219.40000000 |

| | | | | |
|-----------------------|--------------|--|--|--|
| n: | 4 | | | |
| Média: | 194.200000 | | | |
| Variância: | 14596.886667 | | | |
| Desvio padrão: | 120.817576 | | | |
| Coeficiente variação: | 62.212964 | | | |
| Erro padrão da média: | 60.408788 | | | |
| Coef. de assimetria: | -1.025933 | | | |
| Coef. de Curtose: | 2.216807 | | | |
| Mínimo: | 16.600000 | | | |
| Máximo: | 271.100000 | | | |
| Amplitude total: | 254.500000 | | | |
| Mediana: | 228.683333 | | | |
| Moda: | 245.650000 | | | |

MS

| Amostra original | | | | |
|------------------|------------|-------------|-------------|-------------|
| | 1.50000000 | 21.40000000 | 19.90000000 | 15.80000000 |

| | | | | |
|-----------------------|-----------|--|--|--|
| n: | 4 | | | |
| Média: | 14.650000 | | | |
| Variância: | 82.456667 | | | |
| Desvio padrão: | 9.080565 | | | |
| Coeficiente variação: | 61.983381 | | | |
| Erro padrão da média: | 4.540283 | | | |
| Coef. de assimetria: | -0.935662 | | | |
| Coef. de Curtose: | 2.140124 | | | |
| Mínimo: | 1.500000 | | | |
| Máximo: | 21.400000 | | | |
| Amplitude total: | 19.900000 | | | |
| Mediana: | 18.083333 | | | |
| Moda: | 19.410000 | | | |

ARTIGO 2.1

Quadro 1. Resumo da análise de variância dos açúcares solúveis totais (AST), amido (AM), açúcares redutores (AR), compostos fenólicos (CF) e atividade das enzimas peroxidase (POD), catalase (CAT) e polifenoloxidase (PPO) de genótipos de taiobas Comum e BGH/UFV 5932, após tratamentos com diferentes períodos (P) de armazenamento, a temperaturas (T) de 5 °C e 10 °C. Viçosa, UFV, 2011.

| FV | GL | QUADRADOS MÉDIOS | | | | | | | |
|--------------------------|-----|------------------|-------------|-----------|-------------|------------|------------|-----------|--|
| | | AST | AM | AR | CF | POD | CAT | PPO | |
| VAR | 1 | 26,8824 ** | 155,9467 ** | 9,6648 ** | 616,8174 ** | 20,3934 * | 56,0142 ** | 1,8792 ** | |
| T | 1 | 0,5379 ns | 0,1512 ns | 2,6204 ** | 16,1618 ** | 37,9963 ** | 10,0609 ** | 0,0268 ns | |
| T * VAR | 1 | 0,000014 ns | 0,002132 ns | 1,0979 ** | 1,8546 ns | 38,7698 ** | 1,9059 ** | 0,7772 ns | |
| Erro (a) | 16 | 0,3507 | 0,4150 | 0,0178 | 0,8282 | 4,8687 | 0,0325 | 0,2728 | |
| P | 9 | 1,9136 ** | 0,9978 ** | 0,2954 ** | 1,0609 * | 18,0126 ** | 0,1929 ** | 0,2309 ns | |
| P * VAR | 9 | 0,2942 ns | 0,6364 ** | 0,1101 ** | 0,9028 * | 5,5946 ns | 0,5914 ns | 0,4052 * | |
| P * T | 9 | 0,4939 ns | 0,4536 ** | 0,0824 ** | 0,9810 * | 15,8819 ** | 0,2134 ** | 0,4400 ** | |
| P * T * VAR | 9 | 0,4465 ns | 0,2039 ns | 0,6004 ** | 0,6333 ns | 7,6458 ns | 0,2085 ** | 0,4196 * | |
| Erro (b) | 144 | 0,3176 | 0,1526 | 0,2237 | 0,4570 | 4,5999 | 0,0374 | 0,1672 | |
| CV (%) subparcela | | 28,3 | 22,28 | 24,14 | 20,09 | 46,97 | 20,01 | 28,06 | |
| CV (%) parcela | | 29,74 | 36,74 | 21,55 | 27,04 | 48,32 | 18,64 | 35,85 | |

ns: F não significativo a 5% de probabilidade.

** : F significativo a 1% de probabilidade.

* : F significativo a 5% de probabilidade.