

REGULADORES VEGETAIS SOBRE A BROTAÇÃO E CRESCIMENTO DE TAIOBA REFRIGERADA [*Xanthosoma sagittifolium* (L.) SCHOTT]

Cristina Soares de Souza ¹; Fernando Luiz Finger ²

1 Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), 37780-000, Caldas/MG, Brasil. E-mail: cristina.genetica@gmail.com

2 Universidade Federal de Viçosa (UFV), Departamento de Fitotecnia, 36570-000, Viçosa/MG, Brasil. E-mail: ffinger@ufv.br

1 RESUMO

O trabalho visou avaliar os efeitos da aplicação de reguladores de crescimento sobre o desenvolvimento de gemas laterais e a tolerância ao frio de taioba refrigerada [*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. 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). Após 180 dias do plantio foram quantificadas as seguintes características: número de brotações laterais, número de folhas, área foliar, comprimento da parte aérea, massa fresca e seca total. Processos de depressões e escurecimento 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, devido ao apodrecimento das estruturas propagativas. Na cultivar Comum, quando armazenada a 5 °C por 3 meses houve 10% das plantas brotadas, enquanto que a cultivar Caxixe teve 80% de mortes. Armazenamento refrigerado (5 ou 10 °C) ocasiona injúrias por frio nos rizomas. Pré-tratamento com reguladores de crescimento BAP e Ethrel não induz maior formação de brotações laterais nos genótipos em estudo.

Palavras-chave: taioba, armazenamento refrigerado, injúria por frio, reguladores de crescimento.

PLANT REGULATORS ON SPROUTING AND GROWTH OF TANNIA CHILLED [*Xanthosoma sagittifolium* (L.) SCHOTT]

2 ABSTRACT

This study aimed to evaluate the effects of the application of growth regulators on the development of lateral buds and cold tolerance of tannia chilled [*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. 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). 180 days after planting were quantified the characteristics: buds number, leaf number, leaf area, shoot length and total fresh and dry weight. Cases of depression and browning 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, due to rotting. In Comum cultivar, at 5 °C for 3 months, was 10% of plants sprouted, while the Caxixe cultivar had 80% of dead plants. Cold storage (5 or 10 °C) causes chilling injury in rhizomes. Pre-treatment with growth regulators BAP and Ethrel don't induce increased formation of side shoots in the genotypes studied.

Keywords: tannia, cold storage, chilling injury, growth regulators.

3 INTRODUÇÃO

A taioba [*Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott] é uma espécie da família Araceae, cujas grandes folhas são fontes de vitamina A e os rizomas são ricos em amido (RAMESH et al., 2007; MAPA, 2010). Originária dos trópicos do Novo Continente, tem seu cultivo difundido em regiões tropicais, principalmente no Sudeste brasileiro, destacando o interior dos estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro e Espírito Santo (SOUZA et al., 2010). Embora seja espécie nativa e tradicional da cultura brasileira, a taioba faz parte do grupo de hortaliças não convencionais, além de ser comercialmente pouco explorada (DIAS et al., 2005).

A propagação convencional da taioba é exclusivamente vegetativa. A espécie 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 dos tecidos da planta, pois diminui os processos metabólicos, como a respiração e o

crescimento de patógenos (MAPELI et al., 2011). Além disso, a temperatura é importante fator ambiental que controla a resposta dos tecidos, pela redução da sensibilidade, produção de etileno (HODGES e TOIVONEN, 2008) e pelas alterações no equilíbrio entre hormônios promotores e inibidores do crescimento da planta (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 et al. (1996) citam como método satisfatório de forçar a brotação de tubérculos de batata-semente, 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 (*Dioscorea cayennensis* Lam.), 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 (*X. sagittifolium*).

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 et al. (2001) verificaram efeito positivo do etileno sobre a brotação de rizomas de inhame (*D. cayennensis*), 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 e PEREIRA, 2002). Segundo Taiz e 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 e 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 et al. (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 oportuna 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 aplicação de citocinina e etileno, em rizomas cavados, sobre o desenvolvimento de gemas laterais e a tolerância ao frio de genótipos de taioba refrigerados [*Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott].

4 MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados rizomas de taioba [*Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott], genótipos Comum, Roxa e Caxixe, procedentes de Viçosa, Minas Gerais. Após a colheita, as estruturas propagativas foram transportadas em caixas vazadas de polipropileno até casa de vegetação. 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: A) 3 meses nas temperaturas de 5 e 10 °C e B) 6 meses a 10 °C, enquanto rizomas dos genótipos Roxa e Caxixe permanecerem refrigerados a 5 °C por 3 meses apenas.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com 2 tratamentos e 20 repetições, tendo como unidade experimental uma planta inteira. Passado os períodos de refrigeração, rizomas, destituídos de meristema apical, foram imersos, 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.

Os órgãos propagativos foram distribuídos novamente em bancadas em casa de vegetação, permanecendo três dias em temperatura ambiente até secagem. O plantio dos rizomas refrigerados foi inicialmente em vasos com capacidade de 1 litro, contendo substrato comercial. Com o objetivo de evitar o acúmulo de água nos rizomas devido a cava apical, os orifícios foram preenchidos com vermiculita autoclavada. O transplante 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 características: 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). A massa da parte aérea fresca foi obtida 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, até a obtenção de peso constante (SEGANFREDO et al., 2001).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e as médias comparadas pelo teste Tukey, ($p < 0,05$), 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).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

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, 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.

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).

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 1). 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 1). 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.

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 e 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.

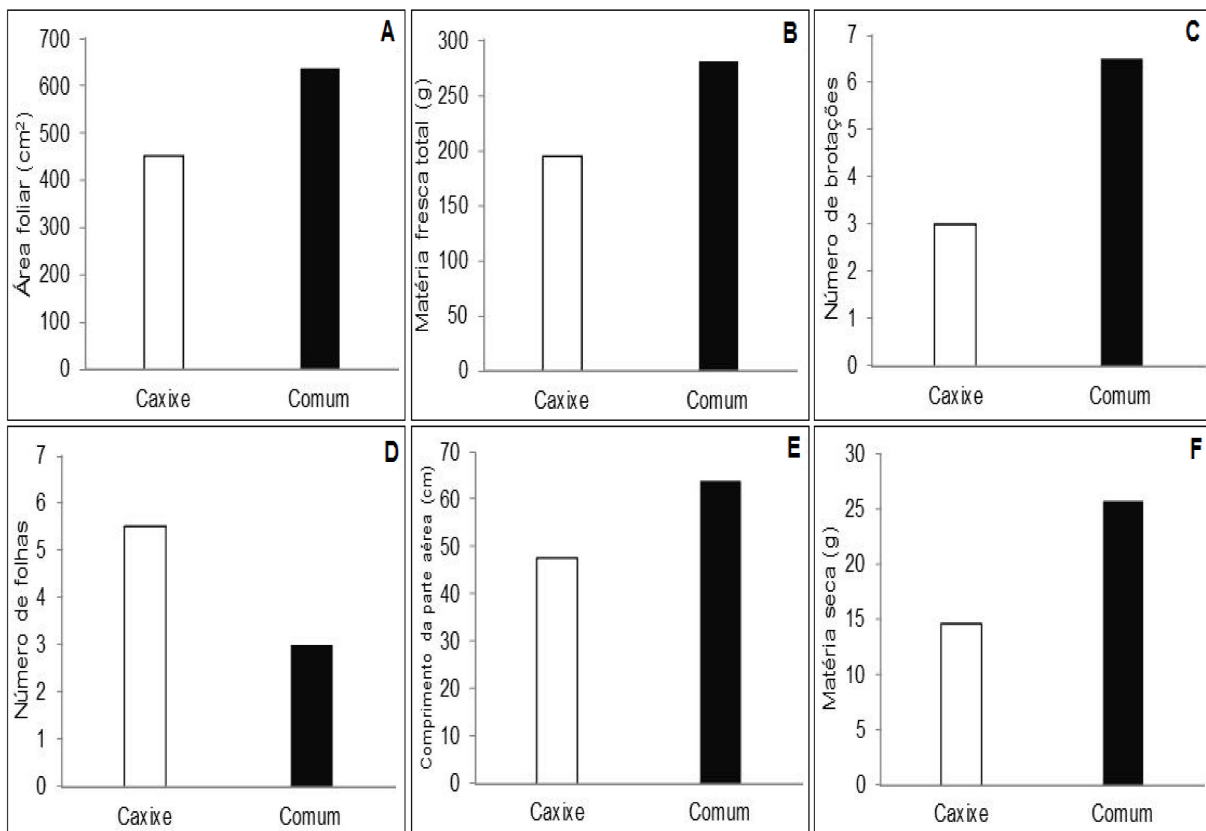


Figura 1. Valores médios (A) da área foliar (cm²) (AF), (B) matéria fresca total (g) (MF), (C) número de brotações laterais (NB), (D) número de folhas (NF), (E) comprimento da parte aérea (cm) (CPA) e (F) matéria seca (g) (MS) total de plantas de taioba controle, genótipos Caxixe (□) e Comum (■), após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

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 características avaliadas foram analisadas pelo teste Tukey. Não houve significância ($P \leq 0,05$) entre os tratamentos controle (1 litro de água) e BAP+Ethrel (250 mg L^{-1}) em nenhuma das variáveis (Figura 2), indicando que a utilização de reguladores de crescimento nessa cultivar, a fim de suprir as deficiências naturais dos níveis endógenos nas plantas, é ineficaz.

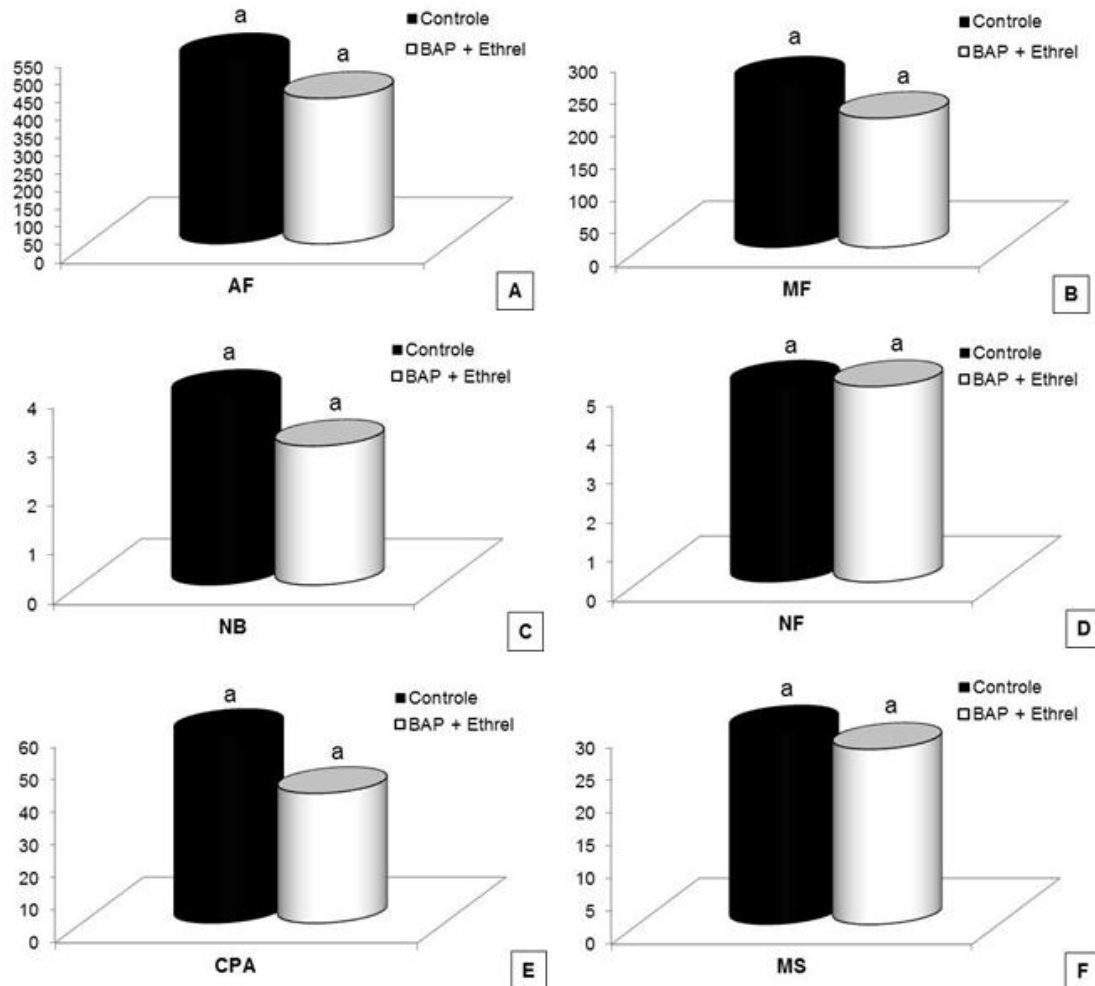


Figura 2. Valores médios (A) da área foliar (cm²) (AF), (B) matéria fresca total (g) (MF), (C) número de brotações laterais (NB), (D) número de folhas (NF), (E) comprimento da parte aérea (cm) (CPA) e (F) matéria seca (g) (MS) total de plantas de taioba Comum, após armazenamento refrigerado de 3 meses 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 ($P \leq 0,05$).

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, ao serem submetidas ao plantio, 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 et al. (2005), as giberelinas de órgãos propagativos estariam envolvidas na desrepressão dos genes que codificam as enzimas hidrolíticas e na produção de RNAm.

6 CONCLUSÕES

A exposição de todos os genótipos de taioba a temperatura de 5 ou 10 °C causou injúrias por frio nos rizomas, independentemente do período de armazenamento.

O pré-tratamento dos rizomas com os reguladores de crescimento BAP (250 mg L⁻¹) + Ethrel (250 mg L⁻¹) não induz maior formação das brotações laterais nos genótipos em estudo.

7 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) para a realização deste trabalho.

8 REFERÊNCIAS

ALMEIDA, J. A. S.; KASCHERES, C.; PEREIRA, M. F. D. A. Ethylene and abscisic acid in the control of development of the rhizome of *kohleria eriantha* (Benth.) Hanst. (Gesneriaceae). **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 17, p. 391-399, 2005.

ALMEIDA, J. A. S.; PEREIRA, M. F. D. A. Brotação do rizoma de *Kohleria* sp. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 14, p. 45-50, 2002.

CASTRO, G. R. **Studies on cocoyam (Xanthosoma spp.) in Nicaragua, with emphasis on Dasheen mosaic virus**. PhD Thesis. Swedish University of Agricultural Sciences. 2006.

CHAPMAN, T. A note on the measurement of leaf area of the tannia (*Xanthosoma sagittifolium*). **Tropical Agriculture**, v. 41, p. 351-352, 1964.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: UFLA. 2005. 783p.

COELHO, R. I.; CARVALHO, A. J. C.; THIEBAUT, J. T. L.; LOPES, J. C. Brotações de gemas em secções de caule de abacaxizeiro 'Smooth Cayenne' tratadas com reguladores de crescimento. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, p. 203-209, 2009.

DIAS, A. C. P.; PINTO, N. A. V. D.; YAMADA, L. T. P.; MENDES, K. L.; FERNANDES, A. G. Avaliação do consumo de hortaliças não convencionais pelos usuários das unidades do programa saúde da família (PSF) de Diamantina – MG. **Alimentos e Nutrição**, v. 16, p. 279-284, 2005.

EL-HILALI, F.; AIT-OUBAHOU, A.; REMAH, A.; AKHAYAT, O. Chilling injury and peroxidase activity changes in “Fortune” mandarin fruit during low temperature storage. **Bulgarian Journal of Plant Physiology**, v. 29, p. 44-54, 2003.

FERREIRA, D. F. Sisvar: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Científica Symposium**, v. 6, p. 36-41, 2008.

HODGES, D. M.; TOIVONEN, P. M. A. Quality of fresh-cut fruits and vegetables as affected by exposure to abiotic stress. **Postharvest Biology and Technology**, v. 48, p. 155-162, 2008.

LOPES, E. B.; SILVA, F. C. P.; MOURA, F. T. **Recomendações técnicas para o cultivo da batatinha (*Solanum tuberosum L.*) no Estado da Paraíba**. João Pessoa – PB: EMEPA-PB. 61p. 1996. (Circular técnica, 07).

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de hortaliças não-convencionais / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo – Brasília: Mapa/ACS. 92p. 2010.

MAPELI, A. M.; FINGER, F. L.; BARBOSA, J. G.; BARROS, R. S.; OLIVEIRA, L. S.; SEGATTO, F.B. Influence of storage temperature on *Epidendrum ibaguense* flowers. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 33, p. 111-115, 2011.

MBOUOBDA, H. D.; BOUDJEKO, T.; DJOCGOUE, P. F.; TSAFACK, T. J. J.; OMOKOLO, D. N. Morphological characterization and agronomic evaluation of Cocoyam (*Xanthosoma sagittifolium L.* Schott) germoplasma in Cameroon. **Journal of Biological Sciences**, v. 7, p. 27-33, 2007.

MENOLLI, L. N.; FINGER, F. L.; PUIATTI, M.; BARBOSA, J. M.; BARROS, R. S. Atuação das enzimas oxidativas no escurecimento causado pela injúria por frio em raízes de batata-baroa. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 30, p. 57-63, 2008.

OLIVEIRA, A. P.; JÚNIOR, R. J. F.; BRUNO, R. L. A. Efeito de baixa temperatura e do carbureto de cálcio na emergência de túberas-semente do inhame. **Horticultura Brasileira**, v. 19, p. 250-252, 2001.

ONO, E. O.; JÚNIOR, J. F. G.; RODRIGUES, J. D. Reguladores vegetais na quebra da dormência apical de mamoeiro (*Carica papaya* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, p. 348-350, 2004.

RAMESH, V.; JOHN, K. S.; RAVINDRAN, C. S; EDISON, S. Agro-techniques and plant nutrition of tannia (*Xanthosoma* sp.): An overview. **Journal of Root Crops**, v. 33, p. 1-11, 2007.

RIBEIRO, R. A.; FINGER, F. L.; PUIATTI, M.; CASALI, V. W. D. Chilling injury sensitivity in (*Arracacia xanthorrhiza*) roots. **Tropical Science**, v. 45, p. 55-57, 2005.

RIBEIRO, R. A.; FINGER, F. L.; PUIATTI, M.; CASALI, V. W. D. Vida útil e metabolismo de carboidratos em raízes de mandiocinha-salsa sob refrigeração e filme de PVC. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, p. 453-458, 2007.

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

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

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

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

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