

ELLEN KARINE ROCO PIFFER DE MEDEIROS BUSO

**TRATAMENTOS NO CULTIVO E NO PRÉ-PLANTIO DE REBENTOS E
DE PÓS-COLHEITA DE RAÍZES DE MANDIOQUINHA-SALSA**

MARINGÁ
PARANÁ - BRASIL
AGOSTO - 2012

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE UMUARAMA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

ELLEN KARINE ROCO PIFFER DE MEDEIROS BUSO

**TRATAMENTOS NO CULTIVO E NO PRÉ-PLANTIO DE REBENTOS E
DE PÓS-COLHEITA DE RAÍZES DE MANDIOQUINHA-SALSA**

Tese apresentada à Universidade Estadual de Maringá, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, para obtenção do título de Doutora.

MARINGÁ
PARANÁ - BRASIL
AGOSTO – 2012

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(Biblioteca Central - UEM, Maringá - PR., Brasil)

B979t Buso, Ellen Karine Roco Piffer de Medeiros
Tratamentos no cultivo e no pré-plantio de
rebentos e de pós-colheita de raízes de
mandioquinha-salsa / Ellen Karine Roco Piffer de
Medeiros Buso. -- Maringá, 2012.
ii-xiii, 54 f. : il., figs., tabs.

Orientador: Prof. Dr. Edmar Clemente.
Tese (doutorado) - Universidade Estadual de
Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Programa de
Pós-Graduação em Agronomia, 2012.

1. Mandioquinha-salsa (*Arracacia xanthorrhiza*
Bancroft) - Plantio. 2. Mandioquinha-salsa
(*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft) - Cultivo. 3.
Mandioquinha-salsa (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft)
- Pós-colheita. 4. Mandioquinha-salsa (*Arracacia*
xanthorrhiza Bancroft) - Polímero - Óleo essencial.
5. Mandioquinha-salsa (*Arracacia xanthorrhiza*
Bancroft) - Resíduo orgânico. 6. Mandioquinha-salsa
(*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft) - Propágulos. 7.
Mandioquinha-salsa (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft)
- Enzima - Oxidantes. I. Clemente, Edmar, orient.
II. Universidade Estadual de Maringá. Centro de
Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em
Agronomia. III. Título.

CDD 21.ed. 635.2

MN-0000501

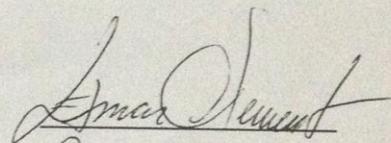
ELLEN KARINE ROCO PIFFER DE MEDEIROS BUSO

TRATAMENTOS NO CULTIVO E NO PRÉ-PLANTIO DE REBENTOS E DE
PÓS-COLHEITA DE RAÍZES DE MANDIOQUINHA-SALSA

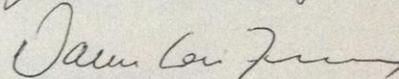
Tese apresentada à Universidade Estadual de Maringá, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Agronomia, na área de concentração em Produção Vegetal, para obtenção do título de Doutor.

APROVADA em 14 de agosto de 2012.

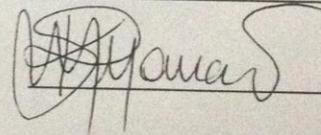
Prof. Dr. Edmar Clemente
Presidente



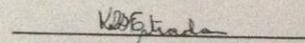
Prof. Dr. Dauri José Tessmann
Membro



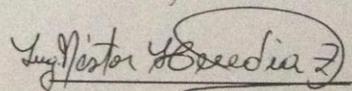
Profª. Drª. Kátia Socorro Mathias Mourão
Membro



Profª. Drª. Kátia Regina Freitas Schwan Estrada
Membro



Prof. Dr. Néstor Antonio Heredia Zárate
Membro



DEDICATÓRIA

*Dedico à minha família, que tanto me apoiou durante
todo este processo de aprendizado.*

AGRADECIMENTOS

Ao grande Deus, pela vida e oportunidades que nos proporciona.

Ao Programa de Pós-graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Maringá, pela oportunidade oferecida.

Ao professor PhD Edmar Clemente, pela orientação e confiança depositados em mim.

À CAPES, pela concessão de bolsa de estudo.

À Universidade Estadual de Maringá – Campus Regional de Umuarama e à UFGD – Universidade Federal da Grande Dourados, pelo grande apoio na realização da parte experimental da pesquisa.

Ao meu marido, Pedro Henrique de Medeiros Buso, que não mediu esforços para a conclusão desta etapa tão importante em minha vida.

À professora Kátia Regina Freitas Schwan Estrada, pelas palavras de apoio nos momentos tão difíceis, também pelo espaço físico e aparelhagem proporcionada, assim como o professor Eliezer Rodrigues de Souto.

Aos amigos e amigas tão essenciais na vida, que tanto cooperaram para que este trabalho se realizasse.

À minha amiga Juliana Santos Batista Oliveira que enfrentou todo o processo junto a mim.

A todos os funcionários da universidade que me apoiaram.

Ao Sérgio Leineker, da Emater de Agudos do Sul-PR.

Ao grande amigo e professor Néstor Antonio Heredia Zárate, que muito ensinou com sua simplicidade e jeito de ser.

BIOGRAFIA

ELLEN KARINE ROCO PIFFER DE MEDEIROS BUSO, filha de Moacir Silvio Piffer (*sempre presente*) e Wilma Roco Piffer, nasceu em Umuarama – Paraná, em 19 de setembro de 1983. É casada com Pedro Henrique de Medeiros Buso e irmã de Marcelo Cesar Piffer, Michele Carla Roco Piffer e Aline Franciele Roco Piffer.

Cursou Agronomia na Universidade Estadual de Maringá – Campus Regional de Umuarama, no período de 2002 a 2006. Teve como título do seu trabalho de conclusão de curso “Levantamento, Diagnóstico e Planejamento de uma Propriedade Rural”.

Em 2007 iniciou no Mestrado e em 2009 no Doutorado, na área de concentração em Produção Vegetal, no Programa de Pós-graduação em Agronomia, da Universidade Estadual de Maringá, que será concluído em 2012.

“Sou só um, mas ainda assim sou um. Não posso fazer tudo..., mas posso fazer alguma coisa. Por não poder fazer tudo, não me recusarei a fazer o pouco que posso”.

Edward Everett Hale

ÍNDICE

LISTA DE TABELAS	vii
LISTA DE FIGURAS	ix
RESUMO	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUÇÃO GERAL	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 ASPECTOS GERAIS DA MANDIOQUINHA-SALSA	3
2.2 CULTIVO DA MANDIOQUINHA-SALSA.....	4
2.2.1 Filmes Plásticos.....	4
2.2.2 Revestimentos Comestíveis	5
2.2.2.1 Quitosana	6
2.2.3 Óleos Essenciais.....	7
2.2.4 Branqueamento	7
2.2.5 Temperatura de Armazenamento e Atmosfera Modificada.....	8
2.2.5.1 Congelamento	9
REFERÊNCIAS	11
CAPÍTULO I	16
TRATAMENTO MÍNIMO DE RAÍZES E DE REBENTOS DE MANDIOQUINHAS-SALSA NA PÓS-COLHEITA	
RESUMO	16
ABSTRACT	17
INTRODUÇÃO	18
MATERIAL E MÉTODOS	20
RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
CONCLUSÃO	31
REFERÊNCIAS	32
CAPÍTULO II	36

PRODUTIVIDADE DE MANDIOQUINHA-SALA ‘AMARELA DE CARANDAÍ’ PROPAGADA COM MUDAS TRATADAS COM DIFERENTES PRODUTOS NATURAIS NO PRÉ-PLANTIO

RESUMO	36
ABSTRACT	37
INTRODUÇÃO	38
MATERIAL E MÉTODOS	39
RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
CONCLUSÃO	47
REFERÊNCIAS	48

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

- Tabela 1** Composição química e enzimática de raízes de mandioquinha-salsa ‘Amarela de Carandaí’ em função da forma de adição ao solo de cama-de-frango (sem cama-SC; cama em cobertura-CO; cama incorporada-IN e cama em cobertura mais incorporada-CO+IN) e dos tratamentos pós-colheita (controle-C; branqueamento-B; óleo essencial de capim-limão-O)22
- Tabela 2** Composição química e enzimática do rebento da mandioquinha-salsa ‘Amarela de Carandaí’ em função da forma de adição ao solo de cama-de-frango (sem cama-SC; cama em cobertura-CO; cama incorporada-IN e cama em cobertura mais incorporada-CO+IN) e dos tratamentos pós-colheita (controle-C; quitosana-Q; óleo essencial de capim-limão-O e quitosana + óleo-Q+O)26
- Tabela 3** Atividade da enzima catalase ($\mu\text{mol min}^{-1} \text{mg}^{-1} \text{protein}$) no rebento da mandioquinha-salsa ‘Amarela de Carandaí’ em função da interação da cama de frango (sem cama-SC; cama em cobertura-CO; cama incorporada-IN e cama em cobertura mais incorporada-CO+IN) e dos tratamentos (controle; quitosana; óleo essencial de capim-limão e quitosana + óleo)27

CAPÍTULO II

- Tabela 1** Altura de plantas (cm) e produção de massa fresca (t ha^{-1}) de folhas, rebentos, coroas, raízes comerciais e raízes não comerciais de plantas de mandioquinha-salsa ‘Amarela de Carandaí’, colhidas aos 240 dias, propagadas com mudas obtidas de plantas cultivadas em solo com diferentes formas de adição de cama-de-frango, e tratadas no pré-armazenamento com diferentes produtos naturais 48

LISTA DE FIGURAS

REVISÃO DE LITERATURA

- Figura 1** Representação esquemática da estrutura primária da quitosana 7

CAPÍTULO I

- Figura 1** Carotenoides ($\mu\text{g g}^{-1}$) das raízes de mandiocquinha-salsa ‘Amarela de Carandaí’ em função da interação dos tratamentos na pós-colheita (controle; branqueamento e óleo essencial de capim-limão) e dos dias após a colheita (a) e em função da interação da forma de adição ao solo da cama-de-frango (sem cama; cama em cobertura; cama incorporada e cama em cobertura mais incorporada) e dos dias após a colheita (b) 24
- Figura 2** Teores de β -1,3-glucanase ($\text{mg glicose min}^{-1} \text{mg}^{-1} \text{proteína}$) (a) e de peroxidase ($\text{Abs min}^{-1} \text{mg}^{-1} \text{proteína}$) (b) nas raízes de mandiocquinha-salsa ‘Amarela de Carandaí’ em função dos dias após a colheita; teores de catalase das raízes de mandiocquinha-salsa ‘Amarela de Carandaí’ em função da interação forma de adição ao solo da cama-de-frango (sem cama, cama de cobertura, cama incorporada e cama em cobertura mais incorporada-CO+IN) e dos dias após a colheita (c) e da interação tratamentos pós-colheita (controle; branqueamento; óleo essencial de capim-limão) e dos dias após a colheita (d) 25
- Figura 3** Sólidos solúveis ($^{\circ}\text{Brix}$) (a) do rebento da mandiocquinha-salsa ‘Amarela de Carandaí’ em função da interação forma de adição ao solo da cama-de-frango (sem cama; cama em cobertura; cama incorporada e cama em cobertura mais incorporada-CO+IN) e dos dias após a colheita; e sólidos solúveis ($^{\circ}\text{Brix}$) (b) em função da interação dos tratamentos pós-colheita (controle; quitosana; óleo essencial de capim-limão e quitosana + óleo) e dos dias após a colheita 28
- Figura 4** Atividade da enzima β -1,3-glucanase ($\text{mg glicose min}^{-1} \text{mg}^{-1} \text{proteína}$) (a) do rebento da mandiocquinha-salsa ‘Amarela de Carandaí’ em função da interação forma de adição ao solo da cama de frango (sem cama; cama de cobertura; cama incorporada e cama em cobertura mais incorporada) e dos dias após a colheita; e β -1,3-glucanase ($\text{mg glicose min}^{-1} \text{mg}^{-1} \text{proteína}$) (b) em função dos dias após a colheita 29
- Figura 5** Peroxidase ($\text{Abs min}^{-1} \text{mg}^{-1} \text{proteína}$) (a) e compostos fenólicos ($\text{mg de ácido gálico g}^{-1}$) (c) do rebento da mandiocquinha-salsa ‘Amarela de Carandaí’ em função da interação forma de adição ao solo da cama de frango (sem cama; cama de cobertura; cama incorporada e cama em cobertura mais incorporada) e dos dias após a colheita; peroxidase ($\text{Abs min}^{-1} \text{mg}^{-1} \text{proteína}$) (b) e compostos fenólicos ($\text{mg de ácido gálico g}^{-1}$) (d) em função da interação dos tratamentos pós-colheita (controle; quitosana; óleo essencial de capim-limão e quitosana + óleo) e dos dias após a colheita 30

CAPÍTULO II

Figura 1	Altura de plantas (cm) de mandioquinha-salsa em diferentes meses do ciclo vegetativo após o plantio	42
Figura 2	Número de folhas de plantas de mandioquinha-salsa em função dos produtos utilizados no tratamento pré-armazenamento das mudas para a propagação e dos meses do ciclo vegetativo após o plantio	43
Figura 3	Diâmetro do coleto (mm) de plantas de mandioquinha-salsa em função dos produtos utilizados no tratamento pré-armazenamento das mudas para a propagação e dos meses do ciclo vegetativo após o plantio	45
Figura 4	Diâmetro do dossel (cm) das plantas de mandioquinha-salsa em função das formas de adição ao solo da cama-de-frango (a) e dos produtos utilizados no tratamento pré-armazenamento das mudas para a propagação (b) e dos meses do ciclo vegetativo após o plantio	46
Figura 5	Teor de clorofila em plantas de mandioquinha-salsa, em diferentes meses do ciclo vegetativo após o plantio	46

RESUMO

BUSO, Ellen Karine Roco Piffer de Medeiros, D. Sc. Universidade Estadual de Maringá, agosto de 2012. **Tratamentos no cultivo e no pré-plantio de rebentos e de pós-colheita de raízes de mandioquinha-salsa.** Professor Orientador: Dr. Edmar Clemente.

A mandioquinha-salsa (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft) é uma hortaliça originária dos Andes Colombianos, foi introduzida no Brasil por volta de 1900. A falta de material propagativo é um fator limitante à expansão do cultivo da mandioquinha-salsa por precisar de grande volume, ser de difícil obtenção e ter custo elevado. Os objetivos deste estudo foram o de apresentar tratamentos de pós-colheita de raízes, que possibilitem uma maior longevidade de armazenamento e de tratamentos pré-plantio de rebentos, utilizados na propagação da mandioquinha-salsa. Em função do exposto, o presente trabalho foi separado por capítulos: um trata da fase de laboratório e outro da fase de campo. No primeiro capítulo avaliaram-se as alterações fisiológicas das raízes e dos rebentos da mandioquinha-salsa, em resposta a diferentes tratamentos pós-colheita com produtos naturais. As raízes e os rebentos de mandioquinha-salsa foram obtidos de plantas cultivadas com diferentes formas de adição de cama de frango (sem cama; cama em cobertura; cama incorporada e cama em cobertura + incorporada). As raízes foram armazenadas por 156 dias a -18°C e os rebentos foram armazenados por 90 dias a 5°C . Os tratamentos das raízes de mandioquinha-salsa foram branqueamento, uso de óleo essencial de capim-limão e o controle (testemunha), arrançados como fatorial 3×4 no delineamento inteiramente casualizado, com cinco épocas de avaliação e três repetições. Os tratamentos dos rebentos foram quitosana, óleo essencial de capim-limão, quitosana + óleo essencial de capim-limão e sem tratamento (testemunha), arrançados como fatorial 4×4 , no delineamento inteiramente casualizado, com quatro épocas de avaliação e três repetições. Nas raízes avaliaram-se pH, sólidos solúveis, acidez titulável, carotenoides, compostos fenólicos, atividade das enzimas catalase, β -1,3-glucanase e peroxidase, nos períodos de 0, 39, 78, 117 e 156 dias de armazenamento. Nos rebentos avaliaram-se pH, sólidos solúveis, acidez titulável, compostos fenólicos, atividade das enzimas catalase, β -1,3-glucanase e peroxidase, nos períodos de 0, 30, 60 e 90 dias de armazenamento. As raízes de mandioquinha-salsa obtidas de plantas cultivadas sem adição ao solo de cama-de-frango e branqueadas na pós-colheita foram as que melhor mantiveram suas características químicas, por um período de 156 dias de armazenamento. Os rebentos obtidos de plantas cultivadas em solo com cama de frango em cobertura e tratados na pós-colheita com quitosana + óleo essencial de capim-limão mantiveram sua qualidade química durante um período de 90 dias de armazenamento. No segundo capítulo, os objetivos do trabalho foram o de caracterizar o crescimento e a produtividade de alguns componentes morfológicos das plantas de mandioquinha-salsa 'Amarela de Carandaí', propagadas com mudas tratadas no pré-armazenamento com produtos naturais [Controle, Quitosana (1,5%), Óleo essencial de capim-limão-OCL (0,05%) e Quitosana (1,5%) + OCL (0,05%)] e obtidas de plantas cultivadas em solo-S com diferentes formas de adição de cama-de-frango-CF [Cobertura-C (10 t ha^{-1}), incorporada-I (10 t ha^{-1}), cobertura (5 t ha^{-1}) + incorporada (5 t ha^{-1})-CI e sem cama]. Os tratamentos foram arrançados como fatorial 4×4 , no delineamento experimental de blocos casualizados, com três repetições. Os parâmetros avaliados por planta, a cada 30 dias, durante o ciclo de cultivo, foram altura; diâmetro do dossel e do colete, número de

folhas e teor de clorofila. A colheita foi realizada aos 240 dias após o plantio, quando se avaliaram as massas frescas de folhas, rebentos, coroas, raízes comerciais (maior que 25 g) e raízes não comerciais (menor que 25 g e as estragadas). Concluiu-se que as plantas de mandioquinha-salsa ‘Amarela de Carandaí’ apresentaram crescimento linear com aumentos diretamente relacionados com os dias do ciclo vegetativo, exceto para diâmetro do dossel que apresentou crescimento quadrático e dependente dos fatores isolados. Para obter maiores produtividades de rebentos e de raízes comerciais, de forma equilibrada, deve-se utilizar, na propagação, mudas obtidas de plantas cultivadas em solo com adição de cama-de-frango em cobertura + incorporada e sem tratamento no pré-armazenamento.

Palavras-chave: *Arracacia xanthorrhiza*, branqueamento, quitosana, óleo-essencial de capim-limão, resíduo orgânico, propágulos.

ABSTRACT

BUSO, Ellen Karine Roco Piffer de Medeiros, D. Sc. State University of Maringá, August de 2012. **Cultivation and pre-planting treatments of shoots and post-harvest roots arracacha.** Professor Orientador: Dr. Edmar Clemente.

The arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft) is a vegetable originate in the Colombian Andes, has been introduced in Brazil by 1900. The lack of grafts is a limiting factor to the expansion of arracacha cultivation, the need for high-volume is costly and difficult to obtain. The objectives of this study were to provide post-harvest treatments of roots, which allow a greater longevity of storage and pre-planting treatments of shoots, used in arracacha propagating. So, the present study was displayed in separate chapters: a laboratory phase and a field phase. In the first chapter it was evaluated the physiological changes of roots and shoots of arracacha, in response to different post-harvest treatments with natural products. Arracacha roots and shoots were obtained from plants grown with different forms of manure addition (without manure, manure coverage, manure incorporated and manure coverage plus manure incorporated-CO + IN). The roots were treated by bleaching and lemongrass essential oil, in a completely randomized split-plot (five evaluation periods) and three replications, arranged in a factorial 3 x 4. The shoots were treated with chitosan, lemongrass essential oil, lemongrass essential oil plus chitosan, arranged as factorial 4 x 4 in a completely randomized design with split plot in time (four evaluation times) and three replications. In roots evaluated following parameters: pH, soluble solids, titratable acidity, carotenoid, phenolic compounds, activity of catalase, β -1,3-glucanase and peroxidase, at 0, 39, 78, 117 and 156 storage days. The shoots evaluated parameters were: pH, soluble solids, titratable acidity, phenolic compounds, activity of catalase, β -1,3-glucanase and peroxidase, at 0, 30, 60 and 90 storage days. The roots of arracacha obtained from plants grown without chicken manure addition and bleached in post-harvest were those who better maintained their chemical characteristics, for a period of 156 days of storage at -18°C . The shoots obtained from plants grown in soil with chicken manure on soil surface and post-harvest treated with chitosan + lemongrass essential oil maintained their chemical quality over a 90 days period of storage at 5°C . In the second chapter, the objectives were to characterize the growth and productivity of some morphological components of arracacha plant 'Yellow of Carandaí', propagated shoots treated before storage with natural products [Control, Chitosan (1.5%), Lemongrass essential oil-OCL (0.05%) and chitosan (1.5%) + OCL (0.05%)] and obtained from plants grown in soil-S with different chicken manure-CF addiction [Cover-C (10 t ha^{-1}), incorporated-I (10 t ha^{-1}), coverage (5 t ha^{-1}) + incorporated (5 t ha^{-1})-CI and without manure]. The treatments were arranged as a 4x4 factorial in randomized complete block design with three replications. The parameters evaluated per plant every 30 days during the crop cycle, were height, diameter canopy and girth, number of leaves and chlorophyll content. The crop was harvested 240 days after planting, when evaluated fresh mass of leaves, shoots, crowns, commercial roots (greater than 25 g) and non-commercial roots (less than 25 g and the spoiled). It was concluded that plants arracacha 'Yellow of Carandaí' showed linear increase with increases directly related to the day of the vegetative cycle, except for the diameter of the canopy, that grew quadratic and dependent on individual factors. For highest yield of commercial roots and shoots in a

balanced way, shall be used for propagation of seedlings cultivated in soil with addition of manure chicken coverage + incorporated and without pre-treatment storage.

Keywords: *Arracacia xanthorrhiza*, bleaching, chitosan, essential oil of lemongrass, organic residues, seedlings.

INTRODUÇÃO GERAL

A mandioquinha-salsa (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft) é uma hortaliça originária dos Andes Colombianos, que foi introduzida no Brasil por volta de 1900. É cultivada principalmente na região sudeste brasileira, onde se adaptou às condições edafoclimáticas, semelhantes àsquelas da região de origem. É conhecida comumente por mandioquinha, batata-baroa, batata-salsa e mandioca-salsa, entre outros. Sua adaptação às condições brasileiras deve-se, em grande parte, às características de rusticidade, baixa exigência nutricional e reduzida ocorrência de pragas e de doenças (PEREIRA, 1997; BUENO e CARVALHO, 1999; CÂMARA e SANTOS, 2002, COSTA, 2007; FILGUEIRA, 2007).

O cultivo da mandioquinha-salsa apresenta importância econômica, com volume de comercialização em torno de 90.000 t ano⁻¹, e valor ao redor de 50 milhões de dólares. Seu valor alimentício é alto, sendo rica em minerais, vitaminas e fibras, alto valor energético, e também muito apreciada pelo seu sabor e aroma característicos (CÂMARA e SANTOS, 2002).

A falta de material propagativo tem sido um fator limitante à expansão do cultivo da mandioquinha-salsa, por precisar de grande volume, ser de difícil obtenção e ter custo elevado. As mudas devem originar-se de plantas matrizes selecionadas, que tenham completado a etapa vegetativa do ciclo (FILGUEIRA, 2007). As mudas são formadas por rebentos, selecionados de touceiras adultas que já terminaram o ciclo vegetativo, de onde são destacados e, na parte inferior do rebento, cortados na horizontal, padronizando-se assim o tamanho das mudas (PORTZ et al., 2003). Do plantio até a colheita o ciclo varia de oito a onze meses (FILGUEIRA, 2007), mas, no Mato Grosso do Sul a mandioquinha-salsa ‘Amarela de Carandaí’ apresenta ciclo vegetativo de sete a nove meses (HEREDIA ZÁRATE et al., 2010).

Para pequenos e médios produtores, a mandioquinha-salsa é ótima alternativa, especialmente dentro dos conceitos de agricultura familiar, em razão da considerável demanda por mão-de-obra, principalmente no preparo de mudas e no plantio, operações que exigem muito “capricho”, limitando o cultivo de grandes áreas, considerando que o estande varia de 32 a 48 mil plantas por hectare. Assume grande importância socioeconômica nas regiões onde seu cultivo é intenso. Atinge elevadas cotações e a oscilação de preços é relativamente pequena durante o ano, quando comparada a outras olerícolas, minimizando o risco de insucesso (MADEIRA e SOUZA, 2004).

A mandioquinha-salsa apresenta vários problemas pós-colheita, principalmente pela alta perecibilidade e rápida deterioração. De maneira geral, considera-se que a vida de prateleira das raízes é de apenas 2 a 3 dias, quando mantidas sem refrigeração e sem embalagem (SOUZA et al., 2003). Por causa das principais perdas pós-colheita da mandioquinha-salsa, que corresponde a aproximadamente 94% pela incidência de doenças, 3,5% pela desidratação excessiva e 2,5% por danos mecânicos (RIBEIRO et al., 2007) e pelo baixo período de comercialização do produto viável, novos estudos se fazem necessários com relação a métodos que visem aumentar seu tempo de prateleira.

O objetivo geral deste estudo foi o de avaliar tratamentos de pós-colheita de raízes, que possibilitem uma maior longevidade de armazenamento e de tratamentos pré-plantio de rebentos, utilizados na propagação da mandioquinha-salsa.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 ASPECTOS GERAIS DA MANDIOQUINHA-SALSA

A mandioquinha-salsa (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft) é uma hortaliça de alto valor nutritivo, fácil digestibilidade e, por isso, muito indicada para crianças, idosos, gestantes e convalescentes (CÂMARA e SANTOS, 2002). As raízes de mandioquinha-salsa possuem mercado cativo e crescente, gozando da reputação de ser produto saudável, devido à baixa necessidade de agroquímicos para seu cultivo, condição que deve ser preservada e melhor explorada. Por isso, é crescente a demanda de mandioquinha-salsa como matéria-prima para indústrias alimentícias na forma de sopas, cremes, pré-cozidos, alimentos infantis (“papinhas”), fritas fatiadas (“chips”) e “purês”. Com o processamento mínimo e a industrialização do produto, abre-se uma nova oportunidade - a exportação - complicada para o produto *in natura*, em razão da sua reduzida conservação pós-colheita (MADEIRA e SOUZA, 2007).

Os consumidores se preocupam quanto à escolha dos alimentos e da sua vida útil. Como as frutas e hortaliças são fundamentais na dieta alimentar, o consumo desse tipo de alimento tem sido incrementado. Em supermercados, quitandas e sacolões, é cada vez mais comum encontrar frutas e hortaliças já lavadas, higienizadas e embaladas, prontas para o consumo. Estes são produtos minimamente processados, que aliam conveniência e praticidade, conquistando a preferência do consumidor (MELO et al., 2007; MORETTI, 2007).

O processamento mínimo de hortaliças visa basicamente estender a vida útil dos alimentos, o que depende de uma série de fatores, como escolha da matéria-prima, cuidados de higiene e preparo final. Ao contrário da maioria das técnicas de processamento de alimentos, que estabilizam a vida de prateleira dos produtos, o processamento mínimo pode diminuir sua perecibilidade. Em condições de temperatura ambiente, os produtos minimamente processados deterioram-se mais rapidamente, tendo em vista que os processos metabólicos e danos microbiológicos são mais acelerados (MORETTI, 1999; CHITARRA, 2001; OLIVEIRA JUNIOR et al., 2004).

2.2 CULTIVO DA MANDIOQUINHA-SALSA

A multiplicação da mandioquinha-salsa para fins comerciais é feita, exclusivamente, por mudas obtidas dos rebentos que se formam na coroa, os quais variam em comprimento e diâmetro em função do clone e da idade da planta (LEBLANC et al., 2008). Entretanto, dependendo da época de plantio e condições de ambiente, as plantas apresentam floração e produção de sementes via sexual. Estas mudas, ao contrário das obtidas de sementes, mantêm a uniformidade e as características do clone que as originou. Elas não estão em repouso absoluto, pois ocorrem modificações bioquímicas e morfológicas desde sua formação até o enraizamento e produção de nova planta (SEDIYAMA e CASALI, 1997).

No caso da mandioquinha-salsa, o ideal seria não lavar as raízes após a colheita (a não ser no momento do preparo para utilização), e apenas passar uma escova macia para retirar terra ou outras sujidades que, eventualmente existam (CÂMARA e SANTOS, 2002). Isso porque a qualidade e a segurança de produtos frescos dependem de sua flora microbiológica inicial, pois cada etapa percorrida entre o produtor e o consumidor final a influenciará (MAISTRO, 2001).

Com relação à pós-colheita, as injúrias mecânicas podem resultar em deformações plásticas, rupturas superficiais, chegando até à destruição dos tecidos vegetais (SOUZA et al., 2003). Por si só, eles diminuem o potencial do produto, afetando sua aparência, e também sua vida útil pós-colheita, seja direta, em razão da maior perda de água e das mudanças fisiológicas, seja indiretamente, por facilitar a entrada de patógenos e das condições inadequadas de armazenamento (BURDON, 1997; GARCÍA-RAMOS et al., 2004; MARQUES, et al., 2005). Além dos danos diretos, a incidência de ferimentos em frutas e hortaliças pode levar a um aumento de doenças de pós-colheita e alterações fisiológicas e químicas, como a respiração, síntese de etileno, cor, aroma, sabor, textura e outros (CORTEZ et al., 2002). Portanto, a embalagem torna-se um fator essencial do processamento e da distribuição dos alimentos.

2.2.1 Filmes Plásticos

Muitos tipos de filmes e embalagens estão disponíveis no mercado para uso em produtos minimamente processados. As embalagens podem ser bandejas de plástico ou

de poliestireno (isopor), com tampa ou envoltas em filmes de plástico, e sacos de plástico de diferentes composições. Cloreto de polivinila (PVC), polipropileno (PP) e polietileno (PE) são filmes de plásticos largamente empregados (MORETTI, 2007).

2.2.2 Revestimentos Comestíveis

Os revestimentos ou coberturas não substituem as embalagens sintéticas não comestíveis, mas podem atuar como coadjuvantes, reduzindo o uso das embalagens descartáveis. Os materiais utilizados nas formulações podem ser comestíveis ou não, e são usados como filmes, os quais são pré-formados e aplicados sobre o produto ou são usados como cobertura, aplicados diretamente sobre o produto, formando uma camada fina superficial sobre ele (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Os filmes comestíveis são finas camadas de material comestível que revestem os alimentos, isolando-os, com o intuito de protegê-los, melhorando sua conservação. Os filmes mais comumente utilizados são os de polissacarídeos, proteínas e lipídios. Dentre as diversas funções desempenhadas por essas finas camadas, destacam-se a diminuição do transporte de gases e de umidade entre os alimentos e o meio, além de melhorarem a aparência dos produtos e, conseqüentemente, sua aceitação por parte dos consumidores (OLIVEIRA et al., 2007). A utilização de películas comestíveis tem sido bastante explorada para revestimento de frutas e hortaliças frescas, visando minimizar a perda de umidade e reduzir as taxas de respiração, além de conferir aparência brilhante e atraente (AZEREDO, 2003).

Os filmes e revestimentos comestíveis, produzidos a partir de biopolímeros, apresentam numerosas vantagens, dentre elas a de serem biodegradáveis e possuírem boa propriedade de barreira mecânica, contribuindo para melhorar a aparência dos alimentos e proteger suas propriedades durante a estocagem e manipulação (VILLADIEGO et al., 2005).

As coberturas ou revestimentos comestíveis biodegradáveis são também parte da tecnologia de embalagem, na qual se utiliza um filme polimérico comestível aplicado diretamente na superfície do produto. Esses materiais apresentam permeabilidade limitada a gases (O_2 e CO_2) e ao vapor de água, reduzindo as trocas entre o produto e o meio ambiente (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Os revestimentos comestíveis são finas camadas de materiais de proteção que são depositados sobre a superfície do produto como substituto do tecido protetor

(epiderme, casca) removido. Os filmes comestíveis são usados como barreira semipermeável, com diversas finalidades: reduzir a taxa de respiração, retardar a perda de umidade e variação de cor, melhorar a textura e a integridade mecânica, ajudar a reter aromas e inibir o crescimento de microrganismos (MORETTI, 2007). Revestimentos comestíveis têm sido desenvolvidos com as mais diferentes matrizes, entre as quais amidos, caseína e proteínas, componentes de caráter hidrofílico que produzem uma película de baixa barreira ao vapor de água (McHUGH e KROCHTA, 1994).

2.2.2.1 Quitosana

A quitosana, denominação usual para o polímero constituído pela ligação β -(1-4) de 2-amino-2-deoxi-D-glucose, é obtida a partir da desacetilação parcial ou total da quitina, segundo polímero natural mais abundante na superfície da terra, depois da celulose. As principais fontes são as carapaças de crustáceos (por exemplo, lagostas), sendo também encontrados em insetos, moluscos e na parede celular de fungos. Apresenta excelente biocompatibilidade/biodegradabilidade, não é tóxica e absorve água (CHIANDOTTI, 2005).

Pesquisas têm sido realizadas utilizando-se a quitosana, que é biopolímero policatiônico produzido industrialmente, utilizada juntamente com seus derivados para inibir o crescimento de grande número de fungos, que produz filmes claros, consistentes e flexíveis, com boas propriedades de barreira ao oxigênio (VILLADIEGO, 2004; NO et al., 2007).

Os mecanismos da atividade antimicrobiana da quitosana ainda não foram inteiramente elucidados. Uma das hipóteses é que a interação de produtos difundidos da hidrólise com DNA microbiano conduz à inibição do mRNA e da síntese proteica (NO et al., 2007). Uma hipótese mais plausível é uma mudança na permeabilidade celular pelas interações entre as moléculas de quitosana positivamente carregadas e as membranas celulares microbianas negativamente carregadas, conduzindo ao escape de constituintes proteicos e outros intracelulares (CAMPOS, 2008).

A maioria dos alimentos é uma mistura de compostos diferentes (carboidratos, proteínas, gorduras, minerais, vitaminas, sais e outros) e muitos deles podem interagir com a quitosana e conduzir à perda ou ao realce da atividade antibacteriana (CAMPOS, 2008). Estudos recentes verificaram separadamente a influência do amido, proteína do

soro, óleo de girassol e NaCl no efeito antimicrobiano da quitosana, por meio da inoculação com *Candida lambica* ($2 \log \text{CFU mL}^{-1}$) a 7°C . Os resultados mostraram que o amido, a proteína e o NaCl tiveram efeito negativo na atividade antimicrobiana da quitosana e o óleo não teve nenhuma influência (CAMPOS, 2008).

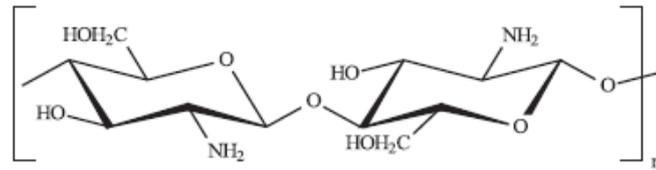


Figura 1 – Representação esquemática da estrutura primária da quitosana (ASSIS et al., 2003).

2.2.3 Óleos Essenciais

Óleo essencial é geralmente uma mistura complexa de hidrocarbonetos, álcoois e compostos carbonílicos. Estes óleos não apresentam nenhuma relação com os óleos comestíveis, uma vez que não são ésteres de glicerol. São inflamáveis e solúveis em álcool e éter, mas insolúveis em água. A sua utilização na indústria de processamento de alimentos continua crescendo, em substituição aos condimentos na forma natural, em virtude de sua uniformidade, estabilidade e higiene (ARAÚJO, 2008).

2.2.4 Branqueamento

O branqueamento de frutas ou cozimento parcial é uma etapa importante no processamento. O produto é geralmente imerso em água quente (88 a 99°C) ou exposto ao vapor. É uma operação que consome em torno de $1/3$ do total de energia requerida no processamento. A maioria dos nutrientes solúveis em água, como ácido ascórbico, é perdida nesta operação. Durante o branqueamento, é imperativo que certas enzimas capazes de alterar o sabor, o odor e a textura sejam inativados. O processo envolve um rápido tratamento térmico aplicado à maioria dos vegetais e também a algumas frutas, com o intuito de inativar enzimas oxidativas como a catalase, peroxidase, ascorbato oxidase e lipoxigenase, a remoção de gases entre os tecidos e a diminuição da carga bacteriana (ARAÚJO, 2008).

2.2.5 Temperatura de Armazenamento e Atmosfera Modificada

Embora seja grande produtor de frutas e hortaliças, o Brasil perde parte significativa da sua produção. Assim, caso algo não seja feito para reduzir essas perdas, aumentos da produção desses alimentos terão menores impactos a cada dia. Em geral, no Brasil não se utilizam tecnologias apropriadas para a colheita e a pós-colheita de produtos perecíveis, exceto em alguns casos raros, geralmente voltados para a economia de exportação. Esse descaso, associado ao mau gerenciamento, contribui para a obtenção de um produto de baixa qualidade e limita a sua competitividade no exterior. O mercado brasileiro apresenta disponibilidade de equipamento, tecnologia e mão-de-obra especializada para o estabelecimento da cadeia do frio (CORTEZ et al., 2002).

O cultivo de hortaliças no Brasil ocupa uma área de aproximadamente 740 mil hectares, gerando para o agronegócio um valor superior a nove bilhões de dólares anuais. Estes números consideram apenas 27 das mais de 50 espécies produzidas no país (incluindo a mandioquinha-salsa). As medidas pós-colheita exercem papel fundamental no atendimento aos anseios dos consumidores. Tão importante quanto o papel da produção, abrangem atividades que devem ser incorporadas pelos produtores, como classificação, embalagens e o uso da tecnologia do frio, desde a propriedade até o consumidor, na organização dos produtores (CORTEZ et al., 2002).

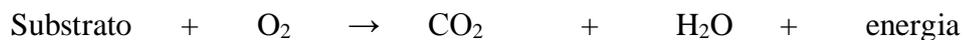
O efeito desejável da redução da temperatura em determinados produtos é a desaceleração da respiração, o retardamento da maturação e o abaixamento da taxa da incidência de doenças pós-colheita (CORTEZ et al. 2002).

A refrigeração é a primeira etapa a ser adotada na conservação de produtos vegetais perecíveis. O abaixamento da temperatura diminui, substancialmente, o metabolismo do produto, bem como inibe e/ou reduz a ação de microrganismos fitopatogênicos (VILAS BOAS, 2002).

Armazenamento em atmosfera modificada refere-se ao armazenamento de frutas e hortaliças, cujas concentrações de oxigênio (O_2), gás carbônico (CO_2) e nitrogênio (N_2) sejam diferentes daquelas encontradas na composição normal do ar ambiente (21% de O_2 , 0,03% de CO_2 e 78% de N_2). Este armazenamento também é definido como o armazenamento em atmosfera com baixo teor de O_2 e alto teor de CO_2 , em que as concentrações destes gases se estabelecem em função da atividade metabólica das frutas e hortaliças (CORTEZ et al., 2002).

O termo atmosfera modificada refere-se ao acondicionamento em que a atmosfera ao redor do produto gradualmente se altera com o decorrer da estocagem, devido à interação do gás com o produto e com a embalagem. Em alguns sistemas, a atmosfera é modificada inicialmente e, com a estocagem, continuamente se altera, devido ao metabolismo do produto e à permeabilidade da embalagem. Em outros sistemas, a relação entre a taxa de respiração do produto e a taxa de permeabilidade a gases da embalagem modifica passivamente a atmosfera ao redor do produto, até que atinja um estado de equilíbrio. Em termos estritos, atmosfera modificada inclui tecnologias como embalagem a vácuo e recobrimento de frutas e hortaliças com ceras ou outros revestimentos que, de alguma maneira, irão mudar ou controlar a micro ou macro atmosfera ao redor do produto (CORTEZ et al., 2002).

Os produtos vegetais mantêm seu estado vivo, mesmo após serem destacados da planta mãe. No caso de produtos vegetais comercializados frescos, este estado vivo deve ser mantido para que se preserve sua qualidade. A vida do vegetal é suportada pelo seu processo respiratório, que se resume na seguinte equação:



Quanto mais ativo o processo respiratório, menor a vida de prateleira do vegetal. Assim sendo, concebe-se que a diminuição da taxa respiratória de vegetais promova a extensão de sua vida pós-colheita. Tal diminuição pode ser obtida através da redução dos níveis de O_2 ou o incremento dos níveis de CO_2 , ao redor do produto vegetal. A manipulação da concentração de gases na atmosfera à qual esteja submetido o produto vegetal é uma das maneiras mais eficazes na redução de sua atividade respiratória e aumento de sua vida pós-colheita. O envolvimento de frutas e hortaliças em simples embalagens plásticas, ou em sofisticados filmes poliméricos é uma maneira simples de se manipular a atmosfera ao seu redor (VILAS BOAS, 2002).

2.2.5.1 Congelamento

O congelamento é o processo de mudança da matéria do estado líquido para o sólido pela ação do frio. A temperatura de congelamento de produtos hortícolas é aquela na qual ocorre formação de cristais de gelo nos tecidos e pode variar conforme a cultivar e as condições de cultivo (CHITARRA, 2006).

Frutas e vegetais armazenados, mesmo à temperatura de congelamento, podem-se deteriorar em razão da presença de certas enzimas. Consequentemente, os vegetais e algumas frutas, para serem preservados por enlatamento, congelamento ou desidratação, são, em sua maioria, branqueados, para inativar as enzimas (ARAÚJO, 2008).

O congelamento é uma técnica muito utilizada porque as características dos produtos são relativamente bem mantidas. São usadas, em média, temperaturas de -10°C a -40°C. O que congela no alimento é a água, mas nem toda água é congelada, mesmo a baixíssimas temperaturas, e sim a água livre, uma vez que a outra porção, a água ligada, encontra-se combinada a solutos diversos, o que impede a sua congelação. O gelo é formado através do processo de cristalização, que consta de duas fases: a nucleação e o crescimento de cristais. A cristalização é a formação de uma fase sólida organizada em uma solução. A formação de cristais de gelo afeta a qualidade do alimento congelado, havendo possibilidade de ruptura celular (GAVA et al., 2008).

No congelamento lento os cristais formam-se inicialmente nos espaços intercelulares. Com o aumento desses cristais, os solutos extracelulares se concentram e promovem a saída da água intercelular por osmose. Com a continuidade do crescimento de cristais ocorrem lesões nas membranas e desidratação das células. Por outro lado, no congelamento rápido, os cristais formam-se ao mesmo tempo no interior e exterior das células, com um pequeno deslocamento de água. Além disso, por serem de tamanho reduzido e arredondado, os cristais causam pouca modificação na estrutura dos tecidos (GAVA et al., 2008).

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, J.M.A. *Química de alimentos: teoria e prática*. 4 ed. Viçosa, MG: UFV, 2008. 596p.

ASSIS, O.B.G.; SILVA, V.L. Caracterização estrutural e da capacidade de absorção de água em filmes finos de quitosana processados em diversas concentrações. *Polímeros – Ciência e Tecnologia*, v.13, n.4, p.223-228, 2003.

AZEREDO, H.M.C. Películas comestíveis em frutas conservadas por métodos combinados: potencial de aplicação. *Boletim CEPPA*, Curitiba, v. 21, n. 2, p. 267-278, 2003.

BUENO, S.C.S.; CARVALHO, A.G. *Mandioquinha-salsa: uma cultura rústica e lucrativa*. Campinas: CATI, 1999. 2p.

BURDON, J. N., Postharvest handling of tropical and subtropical fruit for export. In: MITRA, S. (Ed.). *Postharvest physiology and storage of tropical and subtropical fruits*. Wallingford: CAB International. p. 1-21, 1997.

CÂMARA, F.L.A.; SANTOS, F.F. dos. Cultura da mandioquinha-salsa. In: CEREDA, M. P. *Agricultura: tuberosas amiláceas Latino Americanas*. In: *Cultura da mandioquinha-salsa*. São Paulo: Fundação Cargill, v. 2, p. 519-532, 2002.

CAMPOS, R.P. *Revestimentos biodegradáveis na conservação de morango orgânico 'Camarosa' armazenado sob refrigeração*. 2008. 104p. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Estadual de Maringá, Maringá.

CHIANDOTTI, R.S. *Síntese e propriedades de derivados de quitosana lauroil quitosana*. 2005. 59p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

CHITARRA, M.I.F. *Alimentos Minimamente Processados*. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001. 93p.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. *Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio*. 2.ed. Lavras: UFLA, 2005, 785p.

CHITARRA, M.I.F. *Pós-colheita de frutas e hortaliças: glossário*. Lavras: UFLA, 2006. 256p.

CORTEZ, L.A.B.; HONÓRIO, S.L.; MORETTI, C.L. Resfriamento de frutas e hortaliças. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 428p. (cap. 3, 5 e 6).

COSTA, M. Mandioquinha-Salsa é tema de encontro organizado pela Embrapa Hortaliças e Emater-PR. 2000. Disponível em: <http://www.cnph.embrapa.br/noticias/not_53.html>. Acesso em: 15 jul. 2007.

HEREDIA ZÁRATE, N.A.; SCHWAN-ESTRADA, K.R.F.; VIEIRA, M.C.; HELMICH, M.; MACEDO, R.V.; HEID, D.M. Brotação e produção de mandioquinha-salsa 'Amarela de Carandaí', proveniente de mudas desinfetadas com óleo de eucalipto e enraizadas em bandejas. *Bragantia*, Campinas, v.69, n.4, p. 871-875, 2010.

FILGUEIRA, F.A.R. *Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças*. 3.ed. Viçosa/MG: UFV, 2007. 421p.

GARCÍA-RAMOS, F.J.; ORTIZ-CAÑAVATE, J.; RUIZ-ALTISENT, M. Evaluation and correction of the mechanical aggressiveness of comercial sizers used in stone fruit packing lines. *Journal of Food Engineering*, Amsterdam, v. 63, n. 2, p. 171-176, 2004.

GAVA, A.J., SILVA, C.A.B.; FRIAS, J.R.G. *Tecnologia de alimentos*. Princípios e Aplicações. São Paulo: Nobel, 2008. 511p.

LEBLANC, R.E.G.; PUIATTI, M.; SEDIYAMA, M.A.N.; FINGER, F.L.; MIRANDA, G.V. Influência do pré-enraizamento e de tipos de mudas sobre a população, crescimento e produção da mandioquinha-salsa "Roxa de Viçosa". *Revista Ceres*, v. 55, n. 1, p. 74-82, 2008.

MADEIRA, N.R.; SOUZA, R.J. de. *Mandioquinha-salsa: alternativa para o pequeno produtor*. Lavras: UFLA, 2007.

MAISTRO, L.C. Alface minimamente processada: uma revisão. *Revista de Nutrição* Campinas, v.14, n.3, p.219-224, 2001.

MARQUES, L. de C.S.; FINGER, F.L.; MENDONÇA, H.L. de; SOUZA, S.O. de. et al. Perdas de mandioquinha-salsa, durante a comercialização, na rede varejista de Viçosa-MG. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 23, n. 2, p. 439, 2005.

McHUGH, T.H.; KROCHTA, J.M. Sorbitol-vs glycerol-plasticized whey protein edible films: integrated oxygen permeability and tensile property evaluation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 42, n. 4, p. 841-845, 1994.

MELO, B.; SILVA, C.A.; ALVES, P.R.B. *Processamento mínimo de hortaliças e frutas*. Disponível em: <www.fruticultura.iciag.ufu.br/pminimo.htm>. Acesso em: 15 jun. 2007.

MORETTI, C.L. Processamento mínimo de hortaliças: alternativa viável para a redução de perdas pós-colheita e agregação de valor ao agronegócio brasileiro. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 17, n. 2, p.1, 1999.

MORETTI, C.L. *Manual de processamento mínimo de frutas e hortaliças*. Brasília: Embrapa Hortaliças e SEBRAE, 2007. 531p. (cap. 1 e 6).

NO, H.K.; MEYERS, S.P.; PRINYAWIWATKUL, W.; XU, Z. Applications of chitosan for improvement of quality and shelf life of foods: a review. *Journal of Food Science*, Chicago, v.72, n.5, p. 87-100, 2007.

OLIVEIRA JUNIOR, E.N. de; SANTOS, C.D. dos; ABREU, C.M.P de; CORRÊA, A.D.; SANTOS, J.Z.L. Alterações pós-colheita da “Fruta-de-Lobo” (*Solanum lycocarpum* St. Hil.) durante o amadurecimento: análises físico-químicas, químicas e enzimáticas. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v.26, n.3, p.410-413, 2004.

OLIVEIRA, C.S. de; GRDEN, L.; RIBEIRO, M.C. de O. Utilização de filmes comestíveis em alimento. *Série em Ciência e Tecnologia de Alimentos: Desenvolvimentos em Tecnologia de Alimentos*, Ponta Grossa/PR: Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, v.1, p. 52-57, 2007.

PEREIRA, A.S. Valor nutritivo da mandioquinha-salsa. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v. 19, n. 190, p. 11-12, 1997.

PORTZ, A.; MARTINS, C.A.C.; LIMA, E. Crescimento e produção de raízes comercializáveis de mandioquinha-salsa em resposta à aplicação de nutrientes. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 21, n. 3, p. 485-488, 2003.

RIBEIRO, R.A.; FINGER, F.L.; PUIATTI, M.; CASALI, V.W.D. Vida útil e metabolismo de carboidratos em raízes de mandioquinha-salsa sob refrigeração e filme de PVC. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 42, n. 4, p. 453-458, 2007.

SEDIYAMA, M. A. N.; CASALI, V. W. D. Propagação da mandioquinha-salsa por sementes. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v. 19, n. 190, p. 21-27, 1997.

SOUZA, R.M.; HENZ, G.P.; PEIXOTO, J.R. Incidência de injúrias mecânicas em raízes de mandioquinha-salsa na cadeia pós-colheita. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 21, n. 4, p. 712-718, 2003.

VILAS BOAS, E.V. de B. *Qualidade de alimentos vegetais*. Lavras: UFLA/FAEPE, 2002. 68p.

VILLADIEGO, A.M.D. *Desenvolvimento de um revestimento comestível antimicrobiano à base de amido de inhame com quitosana na conservação de cenoura minimamente processada*. Viçosa-MG: UFV, 2004. (Tese de doutorado) Disponível em: <ftp://ftp.bbt.ufv.br/teses/ciencia%20e%20tecnologia%20de%20alimentos/2004/186613f.pdf>. Acesso em: 20 out. 2008.

VILLADIEGO, A.M.D. ; SOARES, N.F.F. ; ANDRADE, N.J. ; PUSCHMANN, R. ; MINIM, V.P.R. ; CRUZ, R. Filmes e revestimentos comestíveis na conservação de produtos alimentícios. *Revista Ceres*, Viçosa/MG, v. 52, n. 300, p. 221-244, 2005.

CAPÍTULO I

TRATAMENTOS PRÉ E PÓS-COLHEITA PARA A CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE RAÍZES E DE PRÉ-PLANTIO DE REBENTOS DE MANDIOQUINHA-SALSA

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar as alterações fisiológicas das raízes e dos rebentos da mandioquinha-salsa, em resposta a diferentes tratamentos pós-colheita com produtos naturais. As raízes e os rebentos de mandioquinha-salsa foram obtidos de plantas cultivadas com diferentes formas de adição de cama de frango (sem cama; cama em cobertura; cama incorporada e cama em cobertura + incorporada-CO+IN). As raízes foram armazenadas por 156 dias a -18°C e tratadas com branqueamento e óleo essencial de capim-limão. Já os rebentos foram armazenados por 90 dias a 5°C e tratados com quitosana e óleo essencial de capim-limão. O trabalho foi desenvolvido na Universidade Estadual de Maringá, laboratório de Biotecnologia Vegetal, no período de dezembro de 2009 a abril de 2010. As raízes de mandioquinhas-salsa foram tratadas por branqueamento, óleo essencial de capim-limão e o controle, em delineamento inteiramente casualizado, com cinco épocas de avaliação e três repetições, arranjos como fatorial 3×5 . Os rebentos foram tratados com quitosana, óleo essencial de capim-limão, quitosana + óleo essencial de capim-limão e controle, arranjos como fatorial 4×4 , no delineamento inteiramente casualizado, com quatro épocas de avaliação e três repetições. Nas mandioquinhas-salsa avaliaram-se o pH, sólidos solúveis, acidez titulável, carotenoides, compostos fenólicos, atividade das enzimas catalase, β -1,3-glucanase e peroxidase, nos períodos de 0, 39, 78, 117 e 156 dias de armazenamento. Já nos rebentos avaliaram-se o pH, sólidos solúveis, acidez titulável, compostos fenólicos, atividade das enzimas catalase, β -1,3-glucanase e peroxidase, nos períodos de 0, 30, 60 e 90 dias de armazenamento. Os dados foram submetidos à análise de variância e quando se detectou significância pelo teste F, as médias foram submetidas ao teste de Tukey, até 5% de probabilidade. As raízes de mandioquinha-salsa obtidas de plantas cultivadas sem adição ao solo de cama-de-frango e branqueadas na pós-colheita foram as que melhor mantiveram suas características químicas, por um período de 156 dias de armazenamento, a -18°C . Os rebentos obtidos de plantas cultivadas em solo com cama de frango em cobertura e tratados na pós-colheita com quitosana + óleo essencial de capim-limão mantiveram sua qualidade química durante um período de 90 dias de armazenamento, a 5°C .

Palavras-chave: *Arracacia xanthorrhiza*, branqueamento, óleo capim-limão, quitosana.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the physiological changes of roots and shoots of arracacha, in response to different post-harvest treatments with natural products. Roots and arracacha shoots were obtained from plants grown with different addition forms of chicken manure (without manure, manure in coverage, manure incorporated and manure coverage plus incorporated - CO + IN). The roots were stored for 156 days at -18°C and treated with bleach and lemongrass essential oil. Have sprouts were stored for 90 days at 5°C and treated with chitosan and lemongrass essential oil. The study was conducted at Maringá State University, Plant Biotechnology Laboratory, from December 2009 to April 2010. The roots were treated by bleaching, lemongrass essential oil and control with five evaluation periods and three replications, arranged in a factorial 3 x 5. The shoots were treated with chitosan, lemongrass essential oil, lemongrass essential oil plus chitosan and control, arranged as factorial 4 x 4 with four evaluation times and three replications. In roots evaluated pH, soluble solids, titratable acidity, carotenoids, phenolic compounds, activity of catalase, β -1,3-glucanase and peroxidase, at 0, 39, 78, 117 and 156 storage days. The shoots evaluated pH, soluble solids, titratable acidity, phenolic compounds, activity of catalase, β -1,3-glucanase and peroxidase, at 0, 30, 60 and 90 storage days. The data were subjected to analysis of variance and when significance was detected by F test, means were tested with Tukey, 5% probability. The roots of arracacha obtained from plants grown without chicken manure addition and bleached in post-harvest were those who better maintained their chemical characteristics, for a period of 156 days of storage at -18°C. The shoots obtained from plants grown in soil with chicken manure on soil surface and post-harvest treated with chitosan + lemongrass essential oil maintained their chemical quality over a 90 days period of storage at 5°C.

Keywords: Arracacia xanthorrhiza, bleach, lemongrass oil, chitosan.

INTRODUÇÃO

A cultura da mandioquinha-salsa constitui-se ótima alternativa para pequenos e médios produtores, especialmente dentro dos conceitos de agricultura familiar, em razão da considerável demanda por mão-de-obra, principalmente nas fases de plantio e colheita (MADEIRA e SOUZA, 2004). Segundo Sedyama e Casali (1997), um dos fatores que tem limitado a expansão de várias culturas propagadas vegetativamente, é a escassez de material de plantio e por isso é recomendado o bom aproveitamento das mudas.

Para a mandioquinha-salsa, a falta de material propagativo tem sido um fator limitante à expansão dessa cultura, por ser ele volumoso, de custo elevado e de difícil obtenção. As mudas devem originar-se de plantas matrizes selecionadas, que tenham completado a etapa vegetativa do ciclo (FILGUEIRA, 2007). Os rebentos para a formação das mudas são selecionados de touceiras adultas que já terminaram o ciclo vegetativo, de onde são destacados e cortados em bisel, padronizando-se assim o tamanho das mudas (PORTZ, MARTINS e LIMA, 2003).

Atualmente, procuram-se técnicas e/ou práticas de produção que estejam relacionadas aos fatores pós-colheita, visando ao prolongamento da vida do produto, mantendo, no entanto, sua qualidade (VIEIRA et al., 2002). A conservação pós-colheita da mandioquinha-salsa é fator de extrema importância, por se tratar de raiz delicada, de película fina, sujeita ao processo de lavagem, classificação e embalagem por atacadistas e intermediários. A vulnerabilidade está na afloração dos tecidos protegidos. Há problemas de escurecimento, importantes para o processamento, e de apodrecimento, fundamentais para a conservação pós-colheita do produto *in natura*. A perda de água é a principal causa da deterioração pós-colheita, podendo ser reduzida, conforme a situação, por meio do manuseio cuidadoso e acondicionamento adequado, quanto a ambiente e embalagem (MADEIRA e SOUZA, 2004).

Nos últimos anos, tem havido interesse crescente pelo desenvolvimento de formulações de filmes e coberturas comestíveis aplicáveis à superfície de produtos perecíveis, como frutas e hortaliças. Esse fato advém da demanda crescente dos consumidores por produtos com elevada qualidade e vida útil prolongada. Também tem sido considerada a redução do uso de embalagens descartáveis que não são biodegradáveis e a melhoria no sistema das embalagens recicláveis (TANADA-PALMU et al., 2002; CHITARRA e CHITARRA, 2005).

O processamento mínimo de hortaliças é uma atividade em franca expansão em médios e grandes centros urbanos, com tendência de crescimento em outras regiões do território brasileiro. Este processamento pretende satisfazer a necessidade crescente de maior consumo de frutas e hortaliças por parte da população mundial, adaptando-se à tendência contemporânea de consumo de alimentos convenientes para uso em refeições domésticas e institucionais, em sociedades em que os indivíduos têm menos tempo para se dedicar ao preparo de refeições (MORETTI, 1999 e CHITARRA, 2001).

Em função do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar as alterações fisiológicas das raízes e dos rebentos da mandioquinha-salsa, anteriormente cultivadas em solos com diferentes formas de adição ao solo de cama-de-frango semidecomposta, durante sua vida útil, em resposta a diferentes tratamentos pré e pós-colheita.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento de campo foi instalado no mês de março de 2009 no Horto de Plantas Mediciniais da Faculdade de Ciências Agrárias-FCA, da Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD, em Dourados-MS, situado em latitude de 22°11'44"S, longitude de 54°56'07"W e altitude de 452 m. O clima do município de Dourados, segundo a classificação de Köppen, é Mesotérmico Úmido; do tipo Cwa, com temperaturas e precipitações médias anuais variando de 20° a 24°C e de 1250 a 1500 mm, respectivamente.

O solo da área de cultivo é do tipo Latossolo Vermelho Distroférico, de textura muito argilosa, com as seguintes características químicas: 5,9 de pH em H₂O; 28,9 g dm⁻³ de M.O.; 38,0 mg dm⁻³ de P; 0,0; 3,5; 46,0; 22,0; 53,0; 71,5 e 124,5 mmol_c dm⁻³ de Al³⁺, K, Ca²⁺, Mg²⁺, H⁺+Al³⁺, soma de bases-SB e capacidade de troca catiônica-CTC, respectivamente e 57,0% de saturação por bases. Na parte física, o resultado da análise granulométrica do solo foi de 80 g kg⁻¹ de areia grossa; 130 g kg⁻¹ de areia fina, 160 g kg⁻¹ de silte e 630 g kg⁻¹ de argila.

Para este experimento utilizou-se a cultivar de mandioquinha-salsa Amarela de Carandaí, a qual foi cultivada em solo com adição de diferentes formas de cama de frango semidecomposta (solo sem cama de frango-SC; com cama de frango em cobertura-CO; com cama de frango incorporada-IN; com cama de frango em cobertura + incorporada-CO+IN). Após a colheita, realizada no dia 10-12-2009, seguindo recomendações de Vieira et al. (2002), os rebentos e as raízes de mandioquinha-salsa foram acondicionados em caixas de isopor, com gelo e transportados para o laboratório de Biotecnologia Vegetal da Universidade Estadual de Maringá, em Maringá-PR.

Os tratamentos das raízes de mandioquinha resultaram da combinação das quatro formas de adição ao solo de cama-de-frango e de três tratamentos das raízes, arranjos como fatorial 4 x 3, no delineamento experimental inteiramente casualizado e três repetições e cinco épocas de avaliações.

Os três tratamentos das raízes de mandioquinha-salsa foram o controle (sem tratamento); branqueamento por 2 minutos a 65°C e tratamento com óleo essencial de capim-limão. As raízes foram armazenadas em freezer a -18°C durante todo o período de avaliação. Os parâmetros avaliados nos períodos de 0, 39, 78, 117 e 156 dias de armazenamento foram pH, sólidos solúveis, acidez titulável, carotenoide, compostos fenólicos, atividade das enzimas catalase, β-1,3-glucanase e peroxidase.

Os tratamentos nos rebentos resultaram da combinação das quatro formas de adição ao solo de cama-de-frango e de quatro tratamentos de mudas, arranjos como fatorial 4 x 4, no delineamento experimental inteiramente casualizado, com três repetições e quatro épocas de avaliação.

Os quatro tratamentos das mudas, formadas por rebentos, foram o controle (sem tratamento); quitosana a 1,5%; óleo essencial de capim-limão (*Cymbopogon citratus*) a 0,05% e quitosana 1,5% + óleo essencial capim-limão 0,05%. O armazenamento das mudas foi em BOD a 5°C e manutenção no escuro durante todo o período de avaliação. Os parâmetros avaliados nos períodos de 0, 30, 60 e 90 dias de armazenamento foram pH, sólidos solúveis, acidez titulável, compostos fenólicos, atividade das enzimas catalase, β -1,3-glucanase e peroxidase.

Os sólidos solúveis foram determinados por meio de refratometria, segundo AOAC (1992), e expressos os resultados em °Brix. Para determinar o pH utilizou-se potenciômetro, segundo a metodologia descrita por Carvalho et al. (1990). A acidez total titulável foi determinada segundo o Instituto Adolfo Lutz (2005). O teor de carotenoides foi calculado através da fórmula de Lichtenthaler (1987). A determinação dos compostos fenólicos foi realizada baseando-se no método de Follin-Ciocalteu, de acordo com Bucic-Kojic et al. (2007). A atividade da catalase foi quantificada pelo método de Góth (1991) modificado por Tomanková et al. (2006). A atividade da β -1,3-glucanase foi quantificada pelo método espectrofotométrico indireto, sendo a laminarina utilizada como substrato. Após o período de incubação, os açúcares redutores formados foram quantificados pelo método de Lever (1972). A atividade da peroxidase foi determinada através de método espectrofotométrico direto, descrito por Lusso e Pascholati (1999).

Os dados foram submetidos à análise de variância. Quando se detectou significância pelo teste F, as médias em função de produtos e cama-de-frango foram submetidas ao teste de Tukey. Em função de épocas foram submetidas à regressão, todos até 5% de probabilidade (SAEG, 2007).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises estatísticas mostraram que o pH, a acidez total titulável e a atividade da enzima β -1,3-glucanase em raízes de mandioquinhas-salsa não foram influenciadas significativamente pelo cultivo com cama-de-frango nem pelos tratamentos para o armazenamento. O teor da enzima peroxidase não foi influenciado pela forma de adição ao solo da cama-de-frango. Os teores de sólidos solúveis, de compostos fenólicos e atividade da enzima catalase não foram influenciados pelos tratamentos para o armazenamento (Tabela 1).

Tabela 1. Composição química e enzimática de raízes de mandioquinha-salsa ‘Amarela de Carandaí’ em função da forma de adição ao solo de cama-de-frango (sem cama-SC; cama em cobertura-CO; cama incorporada-IN e cama em cobertura mais incorporada-CO+IN) e dos tratamentos pós-colheita (controle-C; branqueamento-B; óleo essencial de capim-limão-O).

	Sólidos solúveis	pH	Acidez	Compostos Fenólicos	Carotenoides	β -1,3-Glucanase	Catalase	Peroxidase
	°Brix		g ácido málico 100 mL ⁻¹	mg de ácido gálico g ⁻¹	µg g ⁻¹	mg glicose min ⁻¹ mg ⁻¹ proteína	µmol min ⁻¹ mg ⁻¹ proteína	Abs min ⁻¹ mg ⁻¹ proteína
Forma de adição ao solo de cama-de-frango								
SC	6,47b	7,00a	0,18a	23,58b	1,34b	0,28a	36,71a	1,19a
CO	6,81a	6,97a	0,19a	24,45b	1,44a	0,25a	37,74a	1,64a
IN	6,76a	7,02a	0,20a	31,32a	1,29b	0,32a	32,83a	1,85a
CO+IN	6,74a	7,01a	0,17a	24,05b	1,41a	0,32a	30,19b	1,36a
Tratamentos das raízes								
C	6,65a	6,98a	0,19a	23,70a	1,30b	0,29a	34,36a	2,00a
B	6,75a	7,01a	0,19a	26,31a	1,46a	0,31a	34,66a	0,83b
O	6,69a	7,01a	0,18a	27,53a	1,35b	0,27a	34,08a	1,71a
CV(%)	7,24	1,24	2,42	34,35	12,95	79,41	9,93	72,85

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, dentro de cada fator, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

O menor teor de sólidos solúveis foi encontrado nas raízes provenientes de plantas cultivadas em solos sem adição de cama-de-frango, sendo que o aumento destes compostos na mandioquinha-salsa durante o período de armazenamento não é desejável, pois faz com que eleve a porção de sólidos que se encontram dissolvidos na seiva vacuolar e estes sólidos são compostos principalmente por açúcares.

Os teores de compostos fenólicos (Tabela 1) não foram influenciados significativamente pelos tratamentos, provavelmente devido à utilização dos substratos por outras enzimas do metabolismo dos fenilpropanoides, como a peroxidase, assim como observou Guimarães (2006), trabalhando com amora preta. Neste trabalho, o teor de peroxidase nas raízes de mandioquinha-salsa foi influenciado significativamente

pelos tratamentos pós-colheita, sendo a menor atividade desta enzima nas raízes branqueadas, indicando um menor sinal de senescência (Tabela 1).

O maior teor de compostos fenólicos foi observado nas raízes de plantas cultivadas com adição ao solo de cama-de-frango incorporada. Os compostos fenólicos contribuem para as características de sabor (acidez, adstringência, amargor), bem como para a coloração amarela, vermelha ou púrpura de muitos produtos vegetais. A ativação do metabolismo fenilpropanoide com síntese de fenólicos diversos é uma das principais respostas de defesa dos tecidos ao estresse mecânico. Estes compostos atuam na reestruturação dos tecidos visando à manutenção da integridade celular; atuam como fitoalexinas, tóxicos aos patógenos; como compostos tóxicos ao próprio tecido, isolando áreas necrosadas ou formando uma barreira química, que propicia resistência ao ataque de microrganismos. Alguns fenólicos complexam proteínas, funcionando como reguladores de sistemas enzimáticos ou atuam como sinalizadores em condições de estresse. Fazem parte integrante das paredes celulares como a suberina e a lignina (CHITARRA, 2006).

A atividade da enzima catalase nas raízes das plantas de mandioquinhas cultivadas em solo sem adição de cama-de-frango não se diferenciou estatisticamente das raízes de plantas cultivadas com adição ao solo de cama-de-frango em cobertura e incorporada (Tabela 1).

O teor de carotenoides foi influenciado significativamente pela forma de adição ao solo da cama-de-frango e pelo tratamento pós-colheita das raízes de mandioquinha-salsa (Tabela 1) e também pela interação do tratamento pós-colheita com os dias após a colheita (Figura 1a) e pela interação da forma de adição ao solo da cama-de-frango com os dias após a colheita (Figura 1b). Os maiores teores de carotenoides encontrados foram nas raízes de plantas cultivadas em solo com cama-de-frango em cobertura (Figura 1b) e com cama-de-frango em cobertura + incorporada (Tabela 1), tratadas na pós-colheita com branqueamento (Figura 1a e Tabela 1), o que sugere síntese de carotenoides. O mesmo efeito do branqueamento foi observado por Alves et al. (2010), trabalhando com abóbora, cenoura e mandioquinha-salsa.

Sabe-se que, devido ao sistema conjugado de duplas ligações, os carotenoides são estruturas instáveis, sendo alterados ou destruídos por ácidos, luz e calor. Neste trabalho, todo o experimento ficou armazenado no escuro; logo, os carotenoides não foram afetados por este fenômeno. Quanto ao calor, mesmo as mandioquinhas que passaram pelo branqueamento, sendo expostas ao calor, elevaram os teores de

carotenoides durante todo o armazenamento (Figura 1a), devido ao fato de o branqueamento inativar a atividade da enzima peroxidase, pois a atividade desta está ligada à descoloração de carotenoides.

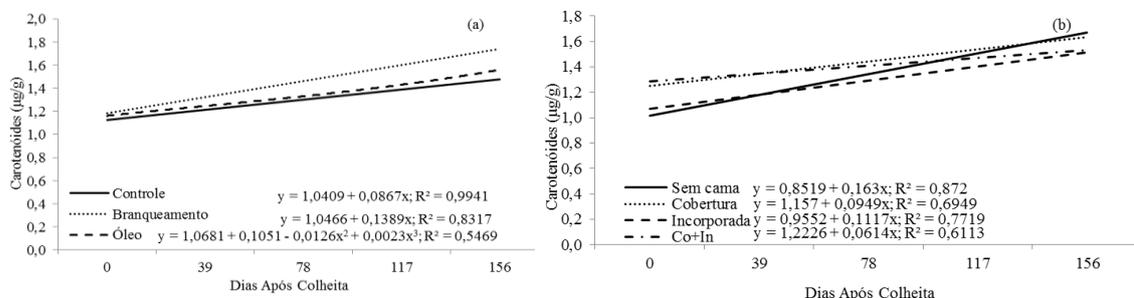


Figura 1. Carotenoides ($\mu\text{g g}^{-1}$) das raízes de mandioca-salsa ‘Amarela de Carandaí’ em função da interação dos tratamentos na pós-colheita (controle; branqueamento e óleo essencial de capim-limão) e dos dias após a colheita (a) e em função da interação da forma de adição ao solo da cama-de-frango (sem cama; cama em cobertura; cama incorporada e cama em cobertura mais incorporada-CO+IN) e dos dias após a colheita (b).

A atividade da enzima β -1,3-glucanase não foi influenciada pelos fatores em estudo, mas teve resposta linear positiva dependente do aumento dos dias após o armazenamento (Figura 2a).

A β -1,3-glucanase é uma enzima que catalisa a hidrólise dos principais carboidratos da parede celular dos fungos: β -1,3-glucano. Por isso, têm recebido progressiva atenção como importante componente do arsenal de proteínas de defesa das plantas. Esta enzima pode ser induzida por patógenos ou produtos químicos exógenos, podendo levar a um pronunciado aumento da atividade dessa enzima, que inibe o crescimento dos fungos (CAMPOS et al., 2004). As β -1,3-glucanases, ao degradarem a parede celular de patógenos os tornam osmoticamente sensíveis, levando à quebra celular e à liberação de oligossacarídeos, que agem como elicitores nas etapas iniciais do processo de indução de resistência, induzindo a produção de fitoalexinas e de compostos fenólicos (VAN LOON et al., 1994; SELITRENNIKOFF, 2001).

As β -1,3-glucanases são proteínas básicas e estão localizadas no vacúolo da célula vegetal, especialmente na epiderme de folhas inferiores e nas raízes de plantas saudáveis (SELITRENNIKOFF, 2001). A síntese e acúmulo de β -1,3-glucanases em tecidos vegetais têm sido associados aos mecanismos de defesa de plantas contra doenças, demonstradas em ensaios *in vitro* e *in vivo* (STICHER et al., 1997). Di Piero & Garda (2008) relacionaram aumento na atividade de β -1,3-glucanase, em folhas de feijão tratadas previamente com quitosana, com a redução da severidade da antracnose,

evidenciando a importância destas enzimas no processo de resistência vegetal a patógenos.

A atividade da enzima peroxidase foi influenciada significativamente pelo tempo de armazenamento, tendo diminuído até os 50 DAC, subindo posteriormente até os 156 DAC (Figura 2a). As peroxidases têm função relacionada aos processos de desenvolvimento e de senescência dos tecidos. A atividade aumenta significativamente após a colheita, quando uma gama de compostos torna-se suscetível à sua ação. Têm sido utilizadas como indicador de eficiência do processamento térmico de frutas e hortaliças, devido à sua relativa estabilidade térmica. Esta atividade relaciona-se com modificações nos atributos sensoriais dos produtos hortícolas (escurecimento, endurecimento, formação de sabores estranhos). Causam mudanças deteriorativas na cor, aroma, sabor e textura das frutas e das hortaliças armazenadas sob baixa temperatura e mesmo com baixa atividade de água (CHITARRA, 2006).

A peroxidase é considerada uma enzima de estresse, estimulada por baixas temperaturas nas espécies que são sensíveis ao frio. Estudos com tubérculos de batata indicam que nessas condições há aumento desordenado na taxa respiratória, causando formação de espécies reativas de oxigênio. A peroxidase tem atividade aumentada nesta condição de estresse, reduzindo, assim, os danos causados pelas espécies reativas de oxigênio, como peróxido de hidrogênio (KAWAKAMI, et al. 2002; EL-HILARI et al., 2003; KUK et al., 2003).

O teor da enzima catalase nas raízes de mandioquinha-salsa foi influenciado significativamente pela interação forma de adição ao solo da cama-de-frango e dias após a colheita (Figura 2c) e pela interação tratamentos pós-colheita e dias após a colheita (Figura 2d). O teor desta enzima aumentou de forma quadrática até os 80 DAC e após este período começou a diminuir até o final do armazenamento, quando houve diminuição 4,8 e 4,2 vezes menor nas raízes provenientes de plantas cultivadas em solo sem cama de frango e com cama de frango em cobertura, respectivamente, comparada às raízes obtidas das plantas cultivadas em solo com cama de frango em cobertura + incorporada e só incorporada. A função principal da catalase é prevenir os efeitos potencialmente danosos causados por mudanças na homeostase do H_2O_2 . As catalases são as principais enzimas que detoxificam H_2O_2 em plantas, podendo dismutar H_2O_2 diretamente ou oxidar substratos como metanol, etanol, formaldeído e ácido fórmico (VAN BREUSEGEM et al., 2001).

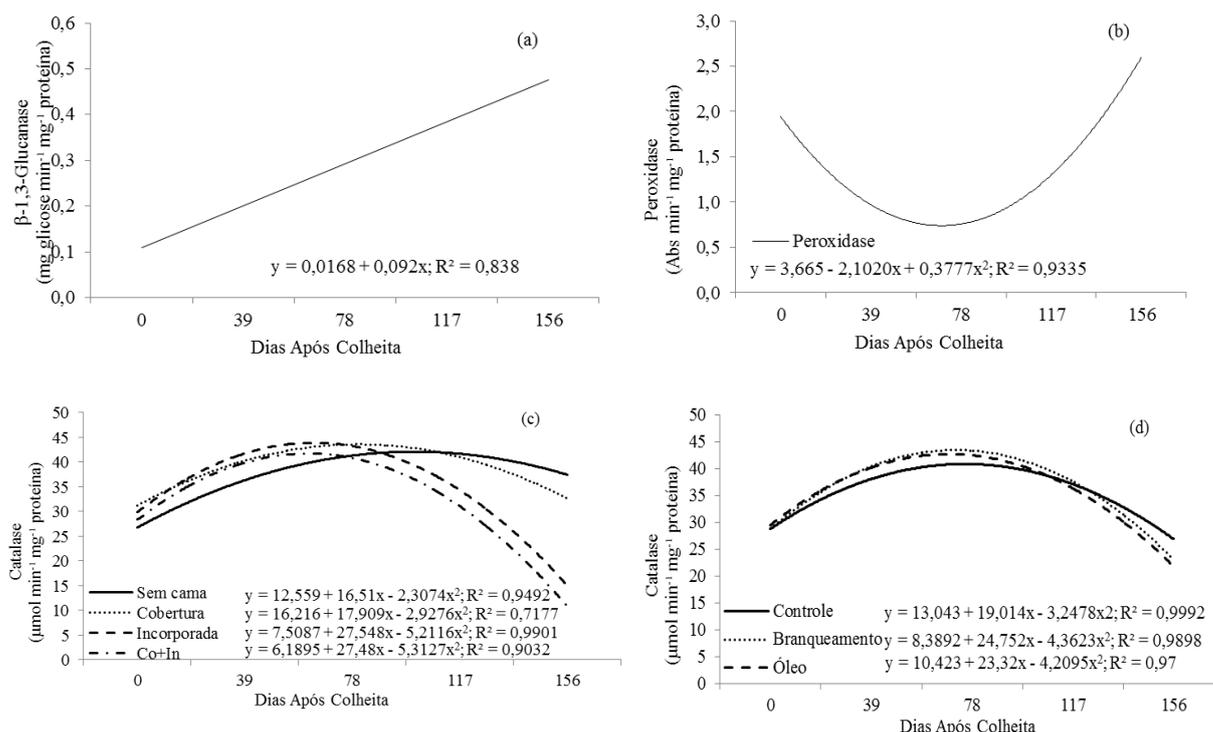


Figura 2. Teores de β -1,3-glucanase ($\text{mg glicose min}^{-1} \text{mg}^{-1} \text{proteína}$) (a) e de peroxidase ($\text{Abs min}^{-1} \text{mg}^{-1} \text{proteína}$) (b) nas raízes de mandioquinha-salsa ‘Amarela de Carandaí’ em função dos dias após a colheita; teores de catalase das raízes de mandioquinha-salsa ‘Amarela de Carandaí’ em função da interação forma de adição ao solo da cama-de-frango (sem cama, cama de cobertura, cama incorporada e cama em cobertura mais incorporada-CO+IN) e dos dias após a colheita (c) e da interação tratamentos pós-colheita (controle; branqueamento; óleo essencial de capim-limão) e dos dias após a colheita (d).

O pH, a acidez total titulável e a atividade da enzima peroxidase nos rebentos (Tabela 2) não foram influenciados significativamente pela adição ao solo de cama-de-frango para o cultivo das plantas de mandioquinha-salsa, nem pelos tratamentos pós-colheita usados para o armazenamento. Os teores de compostos fenólicos não foram influenciados pelos tratamentos pós-colheita, mas foram influenciados pelas formas de adição ao solo da cama-de-frango. Os maiores teores foram obtidos nos rebentos de plantas cultivadas em solo com cama-de-frango em cobertura e em solo com a cama-de-frango incorporada. O menor teor de sólidos solúveis foi determinado nos rebentos obtidos de plantas cultivadas com cama-de-frango em cobertura e tratados com quitosana + óleo essencial de capim-limão.

A atividade da enzima β -1,3-glucanase não foi influenciada pelos tratamentos pós-colheita, mas foi influenciada pelas formas de adição ao solo da cama-de-frango. A maior atividade desta enzima foi encontrada nos rebentos obtidos de plantas cultivadas em solo sem cama-de-frango, não se diferenciando estatisticamente dos rebentos das plantas cultivadas em solo com cama-de-frango incorporada e com cama-de-frango em

cobertura + incorporada. O menor valor foi obtido nos rebentos de plantas cultivadas em solo com cobertura de cama-de-frango.

Tabela 2. Composição química e enzimática do rebento da mandioquinha-salsa ‘Amarela de Carandaí’ em função da forma de adição ao solo de cama-de-frango (sem cama-SC; cama em cobertura-CO; cama incorporada-IN e cama em cobertura mais incorporada-CO+IN) e dos tratamentos pós-colheita (controle-C; quitosana-Q; óleo essencial de capim-limão-O e quitosana + óleo-Q+O).

	Sólidos solúveis	pH	Acidez	Compostos Fenólicos	β -1,3-Glucanase	Peroxidase
	$^{\circ}$ Brix		g ácido málico 100 mL ⁻¹	mg de ácido gálico g ⁻¹	mg glucose min ⁻¹ mg ⁻¹ proteína	Abs min ⁻¹ mg ⁻¹ protein
Forma de adição ao solo de cama-de-frango						
SC	9,27b	6,49a	0,30a	35,32c	1,23a	3,08a
CO	9,20b	6,52a	0,28a	43,70a	0,57b	3,87a
IN	9,41b	6,43a	0,31a	43,73a	1,17a	3,44a
CO+IN	9,81a	6,46a	0,33a	41,03b	1,16a	3,99a
Tratamentos dos rebentos						
C	9,50a	6,48a	0,31a	41,47a	0,96a	3,11a
Q	9,27b	6,48a	0,30a	39,92a	1,13a	4,02a
O	9,69a	6,49a	0,30a	41,89a	1,06a	3,83a
Q+O	9,24c	6,45a	0,31a	40,50a	0,98a	3,41a
CV(%)	7,65	1,61	20,35	17,64	96,63	75,50

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, dentro de cada fator, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Os teores da enzima catalase foram influenciados significativamente pela interação forma de adição ao solo da cama-de-frango e pelos tratamentos pós-colheita (Tabela 3). As maiores atividades desta enzima foram encontradas nos rebentos obtidos de plantas cultivadas em solo sem cama-de-frango e em solo com cama-de-frango em cobertura + incorporada, quando tratados com quitosana + óleo essencial de capim-limão. Nos rebentos de plantas cultivadas em solo com cama-de-frango em cobertura foi melhor o tratamento pós-colheita com óleo essencial de capim-limão e nos rebentos das plantas cultivadas em solo com cama-de-frango incorporada foi melhor o tratamento com quitosana.

Tabela 3. Atividade da enzima catalase ($\mu\text{mol min}^{-1} \text{mg}^{-1} \text{protein}$) no rebento da mandioquinha-salsa ‘Amarela de Carandaí’ em função da interação da cama de frango (sem cama-SC; cama em cobertura-CO; cama incorporada-IN e cama em cobertura mais incorporada-CO+IN) e dos tratamentos (controle; quitosana; óleo essencial de capim-limão e quitosana + óleo-Q+O).

Forma de adição ao solo de cama-de-frango	Tratamentos dos rebentos			
	Controle	Quitosana	Óleo essencial	Q+O
SC	112,18bA	77,76cD	66,18dD	117,58aA
Co	107,88aB	84,23dC	111,33bA	96,32cC
In	75,33dD	97,56aA	91,69bC	84,59cD
Co+In	103,42bC	93,83dB	100,42cB	113,34aB

Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, dentro de cada fator, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

A catalase é uma enzima desintoxicante, que atua como antioxidante nos tecidos vegetais, sequestrando os radicais livres (oxigênio ativo) resultantes de estresses oxidativos vegetais em muitos sistemas biológicos, impedindo o seu acúmulo em níveis tóxicos, pois, quando não inativados, induzem a peroxidação lipídica, a qual inicia as mudanças deteriorativas associadas à senescência dos tecidos. A baixa atividade dessas enzimas pode ser um indicativo do envelhecimento dos tecidos ou de condições especiais de estresse (CHITARRA, 2006).

Os teores de sólidos solúveis foram influenciados significativamente pela interação forma de adição ao solo da cama-de-frango e dias após a colheita (Figura 3a) e pelo tratamento pós-colheita e dias após a colheita (Figura 3b). Nos rebentos de plantas cultivadas em solo sem cama-de-frango e com cama-de-frango em cobertura, os teores de sólidos solúveis foram 44% (-3,58°Brix) e 28% (-2,54°Brix) mais baixos, respectivamente, quando comparados com os rebentos das plantas cultivadas em solo com cama-de-frango em cobertura + incorporada (11,64°Brix).

Os teores de sólidos solúveis representam boa parte dos açúcares (85 a 90%) encontrados na maioria dos frutos, sendo o restante constituído de vitaminas, fenólicos, pectinas e ácidos orgânicos. De acordo com Nunes et al. (2009), o acúmulo de açúcares durante a vida útil dos vegetais pode ocorrer em decorrência da conversão do amido em açúcares. Pode vir também da síntese de compostos fenólicos simples, em resposta às etapas do processamento mínimo (CHITARRA, 2001) e também pelo acúmulo de ácidos orgânicos.

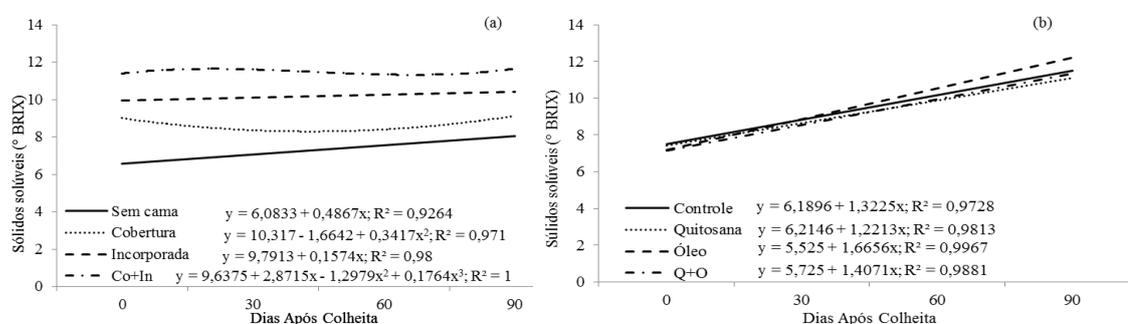


Figura 3. Sólidos solúveis (°Brix) (a) do rebento da mandiquinha-salsa ‘Amarela de Carandaí’ em função da interação forma de adição ao solo da cama-de-frango (sem cama; cama em cobertura; cama incorporada e cama em cobertura mais incorporada) e dos dias após a colheita; e sólidos solúveis (°Brix) (b) em função da interação dos tratamentos pós-colheita (controle; quitosana; óleo essencial de capim-limão e quitosana + óleo) e dos dias após a colheita.

Nos rebentos com diferentes tratamentos pós-colheita, os menores teores de sólidos solúveis foram encontrados nos rebentos tratados com quitosana e com quitosana + óleo essencial de capim-limão, apesar dos valores numéricos entre o maior e o menor valor terem sido de apenas 1,1°Brix de diferença. O aumento do teor dos sólidos solúveis nos rebentos durante o período de armazenamento não é desejável, ocorrendo aumento da porção de sólidos que se encontram dissolvidos na seiva celular e que são compostos principalmente por açúcares, reduzindo suas reservas para o posterior desenvolvimento no campo.

A atividade da enzima β -1,3-glucanase foi influenciada significativamente pela interação forma de adição ao solo da cama-de-frango e dias após a colheita (Figura 4a) aumentando em todo o período de armazenamento (Figura 4b). Certos cátions e ânions, assim como compostos quelantes e detergentes (exemplo: alta inibição por Cu^{+2} , NH_4^+ , EDTA, Hg^{2+} , Pb^+ , sulfato de sódio (SDS)) podem inibir as β -glucanases em diferentes níveis (GIESE et al. 2003). Na análise química do solo e da cama-de-frango utilizada no experimento não foi constatado nenhum desses compostos.

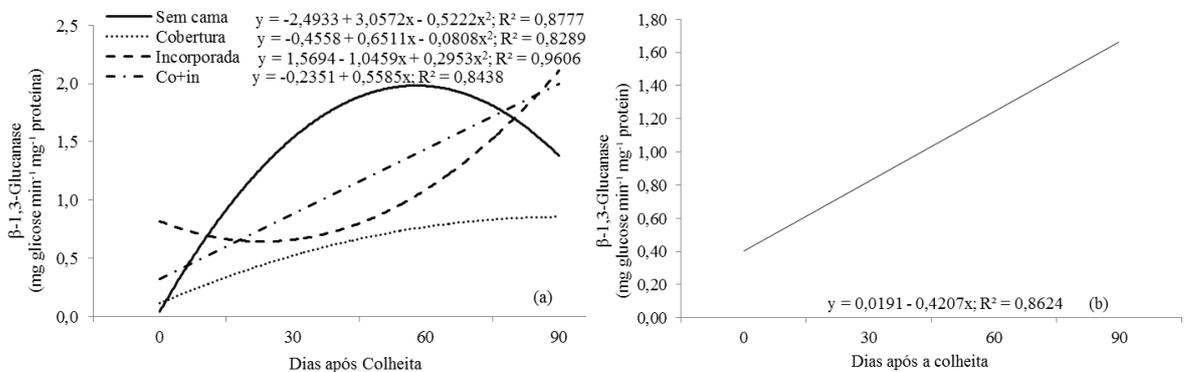


Figura 4. Atividade da enzima β -1,3-glucanase (mg glicose min⁻¹ mg⁻¹ proteína) (a) do rebento da mandioquinha-salsa ‘Amarela de Carandaí’ em função da interação forma de adição ao solo da cama de frango (sem cama; cama de cobertura; cama incorporada e cama em cobertura mais incorporada) e dos dias após a colheita; e β -1,3-glucanase (mg glicose min⁻¹ mg⁻¹ proteína) (b) em função dos dias após a colheita.

Os teores de peroxidase e dos compostos fenólicos foram influenciados significativamente pela interação forma de adição ao solo da cama-de-frango e dias após a colheita (Figuras 5a e 5c, respectivamente) e pela interação tratamentos pós-colheita e dias após a colheita (Figura 5b e 5d, respectivamente). A enzima peroxidase tem sua função relacionada aos processos de desenvolvimento e de senescência dos tecidos. Sua

atividade aumenta significativamente após a colheita, quando uma gama de compostos torna-se suscetível à sua ação (CHITARRA, 2006). Cantos et al. (2002) e Nunes et al. (2010) sugerem que em temperaturas mais baixas a peroxidase atua formando lignina induzida pelo frio, e na figura 5a observamos o aumento da enzima peroxidase durante todo o período de armazenamento estudado, nos rebentos cultivados com cama de frango em cobertura, tendendo à estabilidade aos 90DAC; e na figura 5b, quando comparamos os tratamentos, observamos uma maior atuação da enzima peroxidase nos rebentos tratados com óleo essencial de capim-limão.

O aumento da atividade da peroxidase logo no início do armazenamento sugere que esta enzima estava sendo utilizada para reconstrução dos tecidos dos rebentos destacados da planta-mãe, e o contínuo aumento sugere que os rebentos iniciaram o desenvolvimento de novas raízes e brotos.

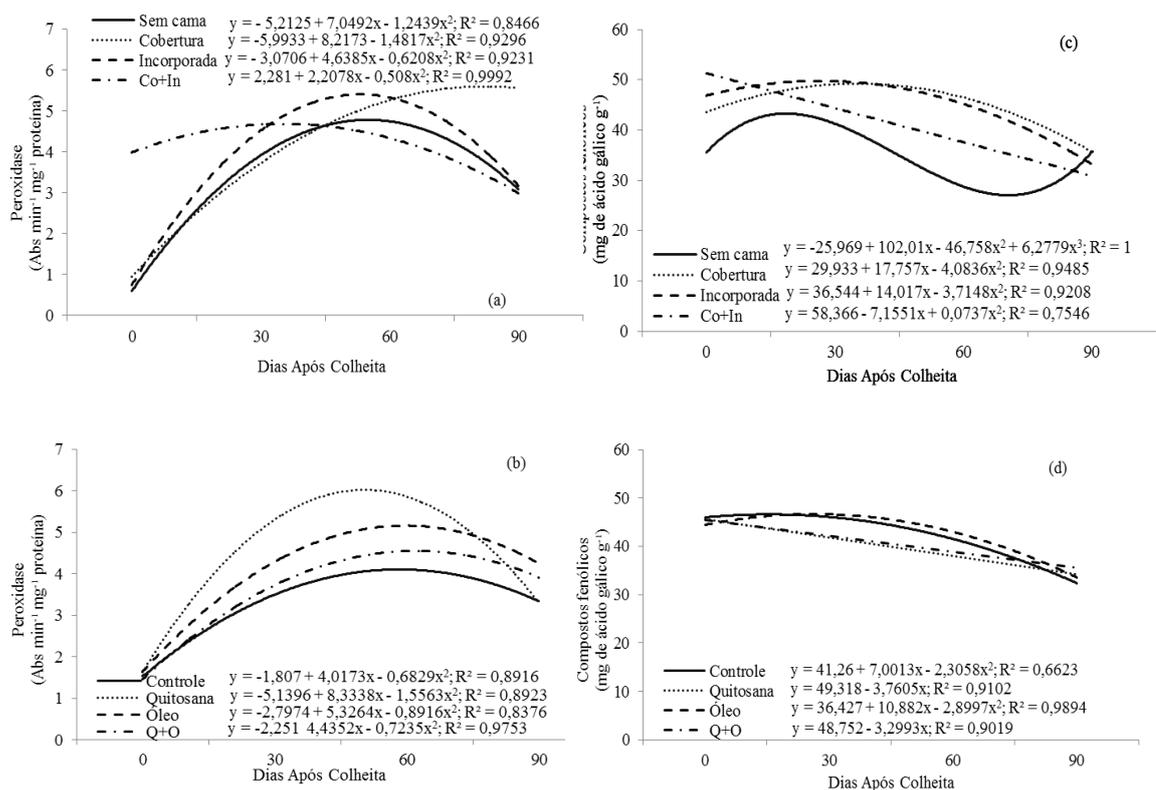


Figura 5. Peroxidase (Abs min⁻¹ mg⁻¹ proteína) (a) e compostos fenólicos (mg de ácido gálico g⁻¹) (c) do rebento da mandioquinha-salsa ‘Amarela de Carandaí’ em função da interação forma de adição ao solo da cama de frango (sem cama; cama de cobertura; cama incorporada e cama em cobertura mais incorporada) e dos dias após a colheita; peroxidase (Abs min⁻¹ mg⁻¹ proteína) (b) e compostos fenólicos (mg de ácido gálico g⁻¹) (d) em função da interação dos tratamentos pós-colheita (controle; quitosana; óleo essencial de capim-limão e quitosana + óleo) e dos dias após a colheita.

A ativação do metabolismo fenilpropanóide com síntese de fenólicos diversos é uma das principais respostas de defesa dos tecidos ao estresse mecânico. Estes compostos atuam na reestruturação dos tecidos visando à manutenção da integridade celular (CHITARRA, 2006). Durante o período do armazenamento foi observado maior teor desses compostos fenólicos nos rebentos tratados após a colheita com quitosana + óleo (Figura 5d). Os maiores teores de compostos fenólicos foram encontrados nos rebentos obtidos de plantas cultivadas em solo com cama-de-frango em cobertura, quando comparadas com as outras formas adição da cama-de-frango (Figura 5c).

A diminuição dos teores dos compostos fenólicos no final do armazenamento deve ter ocorrido pela provável utilização dos substratos por outras enzimas do metabolismo dos fenilpropanóides, como, por exemplo, a peroxidase, como foi proposto por Guimarães (2006) ao realizar estudo semelhante com amora preta.

CONCLUSÃO

As raízes de mandioquinha-salsa obtidas de plantas cultivadas sem adição ao solo de cama-de-frango e branqueadas na pós-colheita foram as que melhor mantiveram suas características químicas, por um período de 156 dias de armazenamento, a -18°C.

Os rebentos obtidos de plantas cultivadas em solo com cama de frango em cobertura e tratados na pós-colheita com quitosana + óleo essencial de capim-limão mantiveram sua qualidade química durante um período de 90 dias de armazenamento, a 5°C.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, J.A.; VILAS BOAS, E.V.B.; VILAS BOAS, B.M.; SOUZA, É.C. Qualidade de produto minimamente processado à base de abóbora, cenoura, chuchu e mandioquinha-salsa. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 30, n. 3, p. 625-634, 2010.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. *Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry*. 12 ed. Washington, 1992, 1015p.

BUCIC-KOJIC, A.; PLANINIC, M.; TOMAS, S.; BILIC, M.; CELIC, D. Study of solid-liquid extraction kinetics of total polyphenols from grape seeds. *Journal of Food Engineering*, v. 81, n. 1, p. 236-242, 2007.

CAMPOS, A. D.; FERREIRA, A. G.; HAMPE, M. M. V.; ANTUNES, I. F.; BRANCÃO, N.; SILVEIRA, E. P.; OSÓRIO, V. A.; AUGUSTIN, E. Atividade de peroxidase e polifenoloxidase na resistência do feijão à antracnose. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 39, n. 7, p. 637- 643, 2004.

CANTOS, E.; TUDELA, J.A.; GIL, M.I.; ESPIN, J.C. Phenolic compounds and related enzymes are not rate-limiting in browning development of fresh-cut potatoes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Washington, v. 50, p. 3015-3023, 2002.

CARVALHO, C.R.L.; MANTOVANI, D.N.B.; CARVALHO, P.R.N. *Análises químicas de alimentos*. Campinas-SP: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1990. 121p.

CHITARRA, M.I.F. *Alimentos Minimamente Processados*. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001. 93p.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. *Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio*. Lavras: UFLA, 2005. 785p.

CHITARRA, M.I.F. *Pós-colheita de frutas e hortaliças: glossário*. Lavras: UFLA, 2006. 256p.

DI PIERO, R. M.; GARDA, V. M. *Quitosana reduz a severidade da antracnose e aumenta a atividade de glucanase em feijoeiro-comum*. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 43, n. 9, p. 1121-1128, set. 2008.

EL-HILARI, F.; AIT-OUBAHOU, A.; REMAH, A.; AKHAYAT, O. Chilling injury and peroxidase activity change in “Fortune” mandarin fruit during low temperature storage. *Bulgari Journal Plant Physiology*, Bulgaria, v. 29, n. 1-2, p. 44-54, 2003.

FILGUEIRA, F.A.R. *Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças*. 3. ed. Viçosa/MG: UFV, 2007. 421p.

GIESE, E.C.; BARBOSA, A.M.; SILVA, M.L.C. Glucanases fúngicas: produção e aplicação das β -1,3 e β -1,6 glucanases. *Revista Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento*, Brasília, ano 6, n. 30, p. 97-104, 2003.

GÓTH, L. A simple method for determination of serum catalase activity and revision of reference range. *Clinica Chimica Acta*, Amsterdam, v. 196, n. 2-3, p. 143-151, 1991.

GUIMARÃES, D.P. *Estudo bioquímico de algumas características da peroxidase, polifenoloxidase e pectinametilesterase de amora preta (Rubus spp.)*. 2006. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos). Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas.

VIEIRA, M.C.; HEREDIA ZÁRATE, N.A.; GOMES, E.E. Produção de mandioquinha-salsa em função da desinfecção das mudas e da cobertura do solo com cama-de-frango de corte semidecomposta. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, p. 1465-1470, 2002.

IAL. Instituto Adolfo Lutz. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. *Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos*. 4 ed. Brasília: Ministério da Saúde, p. 116-141, 2005. (Série A: Normas Técnicas e Manuais Técnicos). (cap. IV).

KAWAKAMI, S.; MATSUMOTO, Y.; MATSUNAGA, A.; MAYAMA, S.; MIZUNO, M. Molecular cloning of ascorbate peroxidase in potato tubers and its response during storage at low temperature. *Plant Science*, Limerick, v. 163, n. 1, p. 829-836, 2002.

KUK, Y.I.; SHIN, J.S.; BURGOS, N.R.; HWANG, T.E.; HAN, O.; CHO, B.H.; JUNG, S.; GUH, J.O.. Antioxidative enzymes offer protection from chilling damage in rice plants. *Crop. Science*, Madison, v. 43, n. 1, p. 2109-2117, 2003.

LEVER, M. A new reaction for colorimetric determination of carbohydrates. *Analytical Biochemistry*, Orlando, v. 47, n. 1, p. 273-279, 1972.

LICHTENTHALER, H. K. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. *Methods in Enzymology*, v. 148, n. 22, p. 346-382, 1987.

LUSSO, M.F.G.; PASCHOLATI, S.F. Activity and isoenzymatic pattern of soluble peroxidases in maize tissues after mechanical injury or fungal inoculation. *Summa Phytopathologica*, Botucatu, v. 25, p. 244-249, 1999.

MADEIRA, N.R.; SOUZA, R.J. *Mandioquinha-salsa*: alternativa para o pequeno produtor. Lavras: UFLA, 2004. (Boletim Agropecuário da Universidade Federal de Lavras, 60).

MORETTI, C.L. Processamento mínimo de hortaliças: alternativa viável para a redução de perdas pós-colheita e agregação de valor ao agronegócio brasileiro. *Horticultura Brasileira*, v. 17, n. 2, p. 1, 1999.

NUNES, E.E.; VILAS BOAS, E.V.B.; XISTO, A.L.R.P.; VILAS BOAS, B.M. Qualidade de mandioquinha-salsa minimamente processada e armazenada sob atmosfera modificada. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 39, n. 7, p. 2185-2190, 2009.

NUNES, E.E.; VILAS BOAS, E.V.B.; PICCOLI, R.H.; XISTO, A.L.R.P.; VILAS BOAS, B.M. Efeito de diferentes temperaturas na qualidade de mandioquinha-salsa minimamente processada. *Horticultura Brasileira*, v. 28, n. 3, p. 311-315, 2010.

PORTZ, A.; MARTINS, C.A.C.; LIMA, E. Crescimento e produção de raízes comercializáveis de mandioquinha-salsa em resposta à aplicação de nutrientes. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 21, n. 3, p. 485-488, 2003.

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

SEDIYAMA, M.A.N.; CASALI, V.W.D. Propagação vegetativa da mandioquinha-salsa. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v. 19, n. 190, p. 24-27, 1997.

SELITRENNIKOFF, C. P. Antifungal Proteins. *Applied and Environmental Microbiology*, Washington, v. 67, p. 2883-2894, 2001.

STICHER, L.; MAUCH-MANI, B.; MÉTRAUX J. P. Systemic acquired resistance. *Annual Review of Phytopathology*, v. 35, p. 235- 270, 1997.

TANADA-PALMU, P.S.; FAKHOURI, F.M.; GROSSO, C.R.F. Filmes biodegradáveis. *Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento*, Brasília, v. 5, n. 26, p. 12-17, 2002.

TOMÁNKOVÁ, K.; LUHOVÁ, L.; PETŘIVALSKÝ, M.; PEČ P.; LEBEDA A. Biochemical aspects of reactive oxygen species formation in the interaction between *Lycopersicon* spp. and *Oidium neolycopersici*. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, London, v. 68, p. 22–32, 2006.

VAN BREUSEGEM, F.; VRANOVÁ, E.; DAT, J.F.; INZÉ, D. The role of active oxygen species in plant signal transduction. *Plant Science*, v. 161, n. 3, p. 405–414, 2001.

VAN LOON, L.; PIERPOINT, W. S.; BOLLER, T. H.; CONEJERO, V. Recommendations for naming plant pathogenesis-related proteins. *Plant Molecular Biology*, v. 12, n. 3, p. 245-264, 1994.

CAPÍTULO II

CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DE PLANTAS DE MANDIOQUINHA-SALSA PROPAGADAS COM MUDAS TRATADAS COM DIFERENTES PRODUTOS NATURAIS NO PRÉ-ARMAZENAMENTO

RESUMO

Os objetivos do trabalho foram o de caracterizar o crescimento e a produtividade de alguns componentes morfológicos das plantas de mandioquinha-salsa ‘Amarela de Carandaí’, propagadas com mudas tratadas no pré-armazenamento com produtos naturais [Controle, Quitosana (1,5%), Óleo essencial de capim-limão-OCL (0,05%) e Quitosana (1,5%) + OCL (0,05%)] e obtidas de plantas cultivadas em solo-S com diferentes formas de adição de cama-de-frango-CF [Cobertura-C (10 t ha⁻¹), incorporada-I (10 t ha⁻¹), cobertura (5 t ha⁻¹) + incorporada (5 t ha⁻¹)-CI e sem cama]. Os tratamentos foram arranjados como fatorial 4x4, no delineamento experimental de blocos casualizados, com três repetições. A colheita foi realizada aos 240 dias após o plantio. O crescimento em altura das plantas apresentou aumentos lineares, com a maior altura (33,44 cm) no oitavo mês após o plantio. O maior número de folhas foi de 25,23 nas plantas do tratamento controle. O maior diâmetro do coleto foi de 74,27 mm nas plantas do tratamento controle e o menor foi de 62,32 mm no tratamento quitosana + óleo de capim limão. O maior diâmetro do dossel calculado seria de 50,34 cm no tratamento sem cama, aos 8 meses após o plantio e o menor diâmetro foi de 47,01 cm aos 7,37 meses após o plantio no CF-CI. Também foi observado que o maior dossel foi de 48,50 cm, aos 7,41 meses após o plantio no tratamento controle e o menor dossel seria de 47,14 cm aos 8 meses no tratamento quitosana + óleo de capim limão. O maior teor de clorofila foi de 47,08 no oitavo mês do ciclo vegetativo. Na colheita foi observado que as alturas das plantas propagadas utilizando mudas do cultivo em SCFI (32,42 cm) e em SCFCI (33,25 cm) e tratadas no pré-armazenamento com OCL foram significativamente maiores. Em relação à massa de folhas, o efeito significativo foi observado nas plantas propagadas com mudas do cultivo em SCFI, com as maiores produtividades nas mudas tratadas com OCL (6,71 t ha⁻¹). As massas frescas dos rebentos foram maiores nas plantas provenientes das mudas sem tratamento e obtidas de plantas cultivadas anteriormente em solo sem CF, com CFC e com CF-CI. As diferenças significativas nas produtividades de massas frescas de coroas foram observadas nas plantas propagadas com mudas do cultivo em SCFCI, quando tratadas com quitosana (2,83 t ha⁻¹) e no controle (2,81 t ha⁻¹). Concluiu-se que as plantas de mandioquinha-salsa ‘Amarela de Carandaí’ apresentaram crescimento linear com aumentos diretamente relacionados com os dias do ciclo vegetativo, exceto para diâmetro do dossel que apresentou crescimento quadrático e dependente dos fatores isolados. Para obter maiores produtividades de rebentos e de raízes comerciais, de forma equilibrada, devem utilizar-se na propagação, mudas obtidas de plantas cultivadas em solo com adição de cama-de-frango em cobertura + incorporada e sem tratamento no pré-armazenamento.

Palavras-chave: *Arracacia xanthorrhiza*, propágulos, resíduo orgânico, tratamento de mudas.

ABSTRACT

The objectives were to characterize the growth and productivity of some morphological components of arracacha plant 'Yellow of Carandaí', propagated shoots treated before storage with natural products [Control, Chitosan (1.5%), Lemongrass essential oil-OCL (0.05%) and chitosan (1.5%) + OCL (0.05%)] and obtained from plants grown in soil-S with different chicken manure-CF addition [Cover-C (10 t ha^{-1}), incorporated-I (10 t ha^{-1}), coverage (5 t ha^{-1}) + incorporated (5 t ha^{-1})-CI and without manure]. The treatments were arranged as a 4x4 factorial in randomized complete block design with three replications. The crop was harvested 240 days after planting. The growth in height showed linear increases with the maximum height (33.44 cm) in the eighth month after planting. The highest number of leaves was 25.23 in control plants. The largest stem diameter was 74.27 mm in the control plants and the lowest was 62.32 mm in the treatment chitosan + lemongrass oil. The largest calculated canopy diameter was 50.34 cm in the treatment without manure at 8 months after planting and the smallest diameter was 47.01 cm to 7.37 months after planting in CFCI. We also observed that the largest canopy was 48.50 cm, 7.41 months after planting in control treatment and lower canopy would be 47.14 cm to 8 months in chitosan + lemongrass oil treatment. The highest chlorophyll content was 47.08 at the eighth month of the vegetative cycle. At harvest was observed that the heights of plants propagated using shoots from cultivation in SCFI (32.42 cm) and SCFCI (33.25 cm) and pre-storage treated with OCL were significantly higher. For leaves mass, the effect was observed in plants propagated from shoots of SCFI crop, with highest yield in shoots treated with OCL (6.71 t ha^{-1}). Fresh weight of shoots were higher in plants from untreated plants and from plants grown in soil without previous CF, CFC and CFCI. Significant differences in fresh mass of crowns were observed in plants propagated from shoots of the crop in SCFCI when treated with chitosan (2.83 t ha^{-1}) and control (2.81 t ha^{-1}). It was concluded that plants arracacha 'Yellow of Carandaí' showed linear increase with increases directly related to the day of the vegetative cycle, except for the diameter of the canopy, that grew quadratic and dependent on individual factors. For highest yield of commercial roots and shoots in a balanced way, shall be used for propagation of seedlings cultivated in soil with addition of manure chicken coverage + incorporated and without pre-treatment storage.

Keywords: *Arracacia xanthorrhiza*, seedlings, organic waste, treatment of seedlings.

INTRODUÇÃO

A cultura da mandioquinha-salsa (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft) constitui-se ótima alternativa para pequenos e médios produtores, especialmente dentro dos conceitos de agricultura familiar, em razão da considerável demanda por mão-de-obra, principalmente nas fases de plantio e colheita. Particularmente, o preparo de mudas e o plantio, operações que exigem critério e capricho especiais, limitam o cultivo de grandes áreas, considerando que o estande varia de 32 a 48 mil plantas por hectare. Por se tratar de espécie de propagação vegetativa, isto é, sem o uso de sementes, e por ser cultura cujo sistema produtivo não utiliza grande quantidade de insumos, o interesse por parte das empresas privadas é praticamente nulo e da comunidade científica, incipiente (MADEIRA e SOUZA, 2007).

No Brasil, a mandioquinha-salsa, com suas mudas denominadas de rebentos, filhotes ou propágulos (MADEIRA e BENITES, 2000) é cultivada principalmente nas regiões Sudeste e Sul, em pequenas áreas, com pouco uso de insumos, e em sua maioria com mão-de-obra familiar. Os Estados do Paraná e de Minas Gerais são os principais produtores de raízes de mandioquinha-salsa, com produtividade média de 8,8 t ha⁻¹. Minas Gerais possui mais de 6.000 ha cultivados em mais de 100 municípios e a Região Sul do Estado é a mais expressiva, correspondendo a, aproximadamente, 70% da produção (SEDIYAMA et al., 2008). O ciclo da cultura da mandioquinha-salsa varia de oito a onze meses (FILGUEIRA, 2007), e no Mato Grosso do Sul a mandioquinha-salsa ‘Amarela de Carandaí’ apresenta ciclo vegetativo de sete a nove meses (HEREDIA ZÁRATE et al., 2010).

Atualmente, procuram-se técnicas e/ou práticas pré-colheitas de produção que estejam relacionadas aos fatores pós-colheita, visando ao prolongamento da vida do produto utilizado na alimentação humana (HEREDIA ZÁRATE et al., 2010) ou da parte vegetativa que serve para reprodução (no caso da mandioquinha-salsa, os rebentos), mantendo, no entanto, suas qualidades.

Dentre os fatores pré-colheita das plantas de mandioquinha-salsa cita-se o uso de resíduos orgânicos adicionados ao solo. Heredia Zárate et al. (2002) citam que pouco se sabe sobre a quantidade de cama-de-frango que deve ser aplicada ao solo e sua forma de aplicação mais adequada, a fim de proporcionar aumentos de produtividade nas culturas e permitir a utilização eficiente dos nutrientes pelas plantas, sem, contudo, ocasionar prejuízos às propriedades do solo e à composição do vegetal. Isso porque as

quantidades e formas de aplicação variam de acordo com o tipo de solo, a natureza e a composição dos resíduos, as condições climáticas e a espécie vegetal.

A capacidade de a planta produzir bem depende, principalmente, da qualidade das mudas para o plantio, que determina diferenças na velocidade de enraizamento, crescimento e, conseqüentemente, na produção e duração do ciclo vegetativo (HEREDIA ZÁRATE et al., 2009). Segundo Madeira e Souza (2007), algumas práticas devem ser consideradas pelos produtores visando melhoria da qualidade das mudas tendo como primeiro passo a escolha criteriosa das plantas-matrizes, com boa sanidade e vigor. A conservação pós-colheita dos rebentos de mandioquinha-salsa, produtos utilizados como propágulos, é fator de extrema importância para a propagação da espécie, mas não existem trabalhos de pesquisa que mostrem técnicas para manter a qualidade e a vida útil desses rebentos. Têm-se observado que a perda de água e a presença de fitopatógenos são as principais causas da deterioração pós-colheita, podendo ser reduzida, conforme a situação, por meio do manuseio cuidadoso e acondicionamento adequado, quanto a ambiente e embalagem.

O tratamento fitossanitário dos rebentos, após o destaque da planta-mãe, é prática indispensável. Frente a esse problema, uma estratégia atual da agricultura é a busca de métodos alternativos para o controle de doenças e pestes, que visem causar menos danos ao ambiente e à saúde humana. Trabalhos desenvolvidos com extratos brutos ou óleos essenciais, obtidos a partir de plantas medicinais, têm indicado o potencial delas no controle de fitopatógenos (SCHWAN-ESTRADA et al., 2000; AMARAL e BARA, 2005).

Em função do exposto, os objetivos do trabalho foram o de caracterizar o crescimento e a produtividade de alguns componentes morfológicos das plantas de mandioquinha-salsa ‘Amarela de Carandaí’, propagadas com mudas tratadas no pré-armazenamento com produtos naturais e obtidas de plantas cultivadas em solo com diferentes formas de adição de cama-de-frango.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho experimental foi conduzido na Horta da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD, em Dourados – MS, situado em latitude de 22°11'44"S, longitude de 54°56'07"W e altitude de 452 m. O clima do município de Dourados, segundo a classificação de Köppen, é Mesotérmico Úmido; do tipo Cwa, com temperaturas e precipitações anuais variando de 20° a 24°C e de 1250 a 1500 mm, respectivamente.

O solo da área de cultivo é do tipo Latossolo Vermelho Distroférico, de textura muito argilosa, originalmente sob vegetação de Cerrado, com as seguintes características químicas: 5,9 de pH em H₂O; 28,9 g dm⁻³ de M.O.; 38,0 mg dm⁻³ de P; 0,0; 3,5; 46,0; 22,0; 53,0; 71,5 e 124,5 mmol_c dm⁻³ de Al³⁺, K, Ca²⁺, Mg²⁺, H⁺+Al³⁺, soma de bases-SB e capacidade de troca catiônica - CTC, respectivamente e 57,0 % de saturação por bases. Na parte física, os resultados da análise granulométrica do solo foram de 80 g kg⁻¹ de areia grossa; 130 g kg⁻¹ de areia fina, 160 g kg⁻¹ de silte e 630 g kg⁻¹ de argila.

Os fatores em estudo foram mudas obtidas de plantas cultivadas em solo com diferentes formas de adição de cama-de-frango [Cobertura (10 t ha⁻¹), incorporado (10 t ha⁻¹), cobertura (5 t ha⁻¹) + incorporado (5 t ha⁻¹) e sem cama] e tratamento pré-armazenamento das mudas para a propagação [Controle, Quitosana (1,5%), Óleo essencial de capim limão (0,05%) e Quitosana (1,5%) + Óleo essencial de capim limão (0,05%)]. Os tratamentos foram arrançados como fatorial 4 x 4 no delineamento experimental de blocos casualizados, com três repetições. As parcelas tiveram área total de 1,5 m² (1,5 m de largura por 1,0 m de comprimento), sendo que a largura efetiva do canteiro foi de 1,0 m, contendo duas fileiras espaçadas de 50,0 cm e com espaçamento entre plantas de 20,0 cm, perfazendo população de 66.000 plantas por hectare.

As mudas para a propagação foram oriundas das plantas de mandioquinha-salsa cultivadas no ano anterior em solo com as diferentes formas de adição da cama-de-frango e colhidas aos 249 dias após o plantio. Os tratamentos pré-armazenamento foram com quitosana utilizada na concentração de 1,5%, obtida da empresa Polymar, com grau de desacetilação de 98,18%. Utilizou-se 0,6% de ácido cítrico para homogeneização em mixer manual por 2 minutos. O óleo essencial capim-limão (*Cymbopogon citratus*) foi utilizado na concentração de 0,05%. Para maior aderência deste óleo na mandioquinha utilizou-se o espalhante Tween.

Para a propagação das mudas tratadas no pré-armazenamento com os produtos naturais, o terreno foi preparado com trator, uma semana antes do plantio, com uma aração e uma gradagem e, posteriormente, foram levantados os canteiros com rotoencanteirador. No dia do plantio, no canteiro, foram abertos sulcos de plantio de 5 cm de largura e 5 cm de profundidade. No dia de plantio, os rebentos foram cortados horizontalmente na parte basal, foram colocados no fundo dos sulcos de plantio, com os ápices para cima e cobertos com solo.

As irrigações foram feitas utilizando o sistema de aspersão, sendo que na fase inicial, até as plantas apresentarem em torno de 10 cm de altura, os turnos de rega foram diários e, posteriormente, a cada dois dias. Durante o ciclo da cultura não foram feitas adubações e calagem para corrigir o solo, uma vez que os resultados das análises foram considerados como apropriadas para o cultivo da mandioquinha-salsa. As capinas foram feitas com enxada, entre os canteiros, e manualmente, dentro dos canteiros.

A partir de 30 dias após o plantio e, posteriormente, a cada 30 dias, durante o ciclo de cultivo, foram determinados: a altura das plantas, desde o nível do solo até a curvatura da folha mais alta (com régua graduada em milímetros); o número de folhas por planta; o diâmetro do coleto, imediatamente acima do solo (com paquímetro digital graduado em mm); o diâmetro do dossel, entre as bordaduras externas das duas folhas mais externas (com régua graduada em milímetros) e o teor de clorofila total (com clorofilômetro digital FALKER CFL). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e quando houve diferenças entre as médias, pelo teste F, a 5% de probabilidade, realizou-se a análise de regressão.

A colheita foi realizada aos 240 dias após o plantio, utilizando-se como indicativo do ponto de colheita o amarelecimento e secamento de cerca de 50% das folhas externas das plantas. No campo foi determinada a altura das plantas (desde o nível do solo até a altura da folha mais alta, utilizando régua graduada em milímetros) e no laboratório de Pós-colheita, as massas frescas de folhas, rebentos, coroas, raízes comerciais (maior que 25 g) e raízes não comerciais (menor que 25 g e as estragadas). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e quando se detectou significância pelo teste F, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, até 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No crescimento das plantas

O crescimento em altura das plantas apresentou aumentos lineares, com taxas positivas e diretamente relacionadas com os dias após o plantio (Figura 1). A maior altura foi de 33,44 cm no oitavo mês após o plantio e que se mostrou ligeiramente superior à média obtida, aos 239 dias após o plantio, nas plantas cultivadas por Heredia Zárate et al. (2009), propagadas com mudas grandes-MG (22,1 g); médias-MM (14,1 g); pequenas-MP (9,7 g) e muito pequenas-MMP (5,7 g) e plantadas com duas-2F e três fileiras-3F, no canteiro.

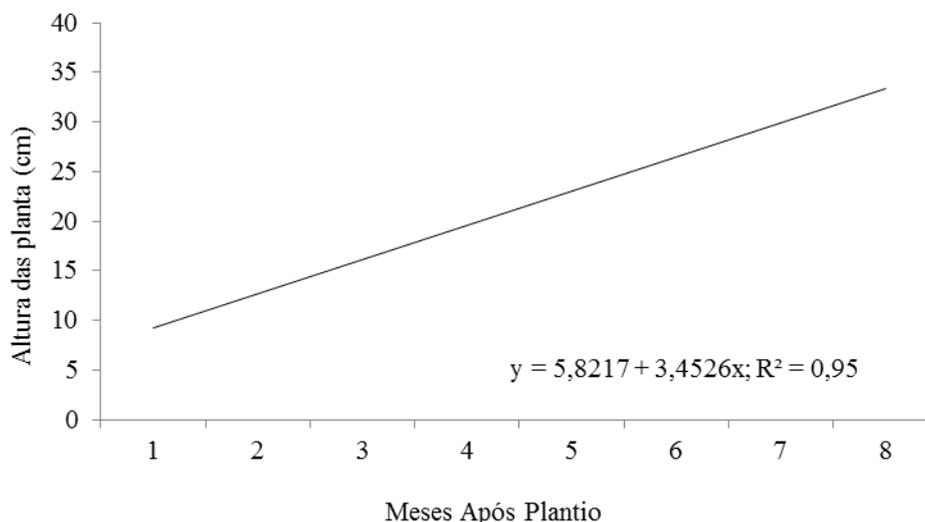


Figura 1. Altura de plantas (cm) de mandioquinha-salsa em diferentes meses do ciclo vegetativo após o plantio.

O número de folhas por planta teve influência significativa da interação produto utilizado no tratamento pré-armazenamento das mudas para a propagação e com a época do ciclo vegetativo (Figura 2). Observou-se que houve aumentos lineares, com taxas positivas e diretamente relacionadas com os dias após o plantio, sendo observadas as maiores diferenças entre os tratamentos no oitavo mês. O maior número de folhas foi de 25,23 nas plantas do tratamento controle que superou em 0,66; 2,48 e 4,93 as plantas dos tratamentos com óleo de capim limão, quitosana e quitosana + óleo de capim limão, respectivamente. Essas diminuições podem ter relação com o provável aumento do gasto de fotossintatos de reserva para ativar mecanismos de defesa latentes, existentes na planta, em resposta ao tratamento com agentes abióticos, como destacado por Schwan-Estrada et al., 2008).

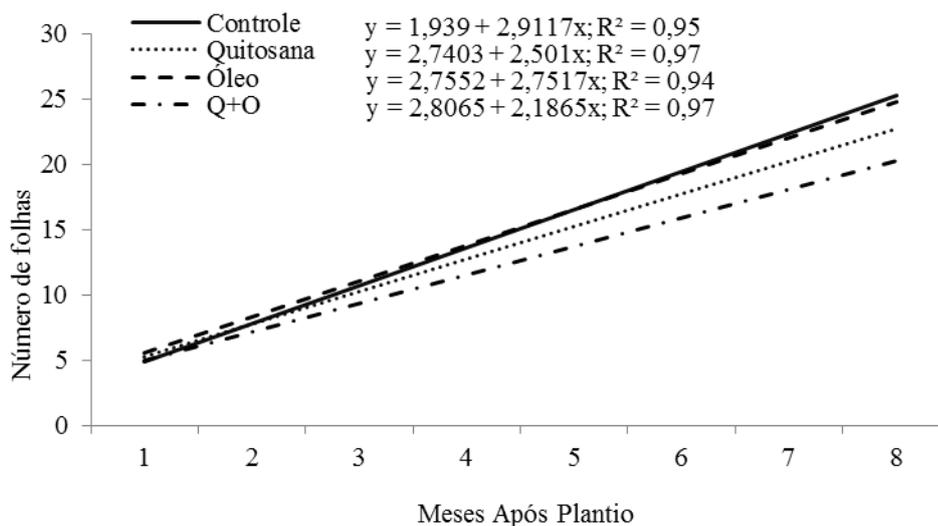


Figura 2. Número de folhas de plantas de mandioquinha-salsa em função dos produtos utilizados no tratamento pré-armazenamento das mudas para a propagação e dos meses do ciclo vegetativo após o plantio.

O diâmetro do coleto das plantas de mandioquinha-salsa foi influenciado significativamente pela interação produto utilizado no tratamento pré-armazenamento das mudas para a propagação e com a época do ciclo vegetativo (Figura 3).

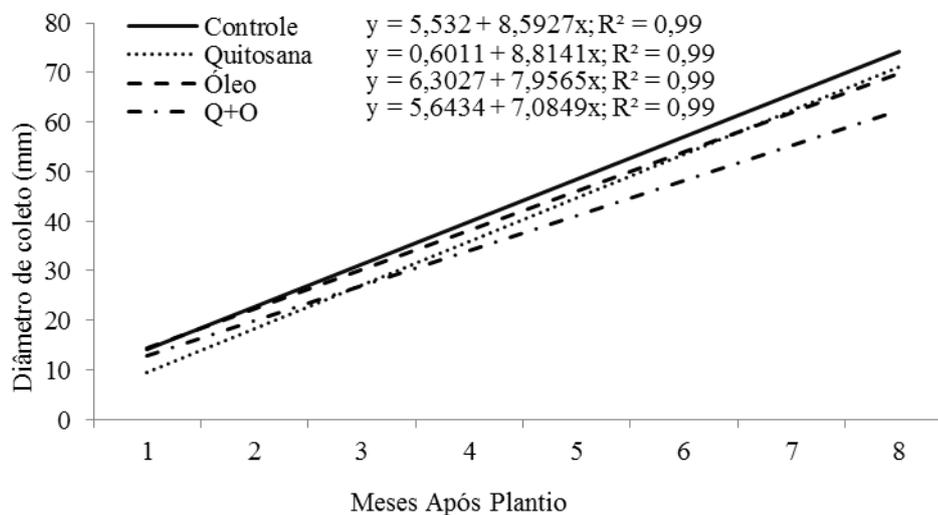


Figura 3. Diâmetro do coleto (mm) de plantas de mandioquinha-salsa em função dos produtos utilizados no tratamento pré-armazenamento das mudas para a propagação e dos meses do ciclo vegetativo após o plantio.

De forma semelhante ao número de folhas por planta, nos diâmetros dos coletos foram observados aumentos lineares, com taxas positivas e diretamente relacionadas com os dias após o plantio, com as maiores diferenças entre os tratamentos

no oitavo mês. Essa semelhança no comportamento deve ter relação com a forma de composição do coleto, que é um pseudocaulé, formado pelas bases das folhas. O maior diâmetro do coleto foi de 74,27 mm nas plantas do tratamento controle e o menor foi de 62,32 mm no tratamento quitosana + óleo de capim limão.

O diâmetro do dossel das plantas de mandioca-salsa apresentou influência das interações formas de adição ao solo da cama-de-frango e época do ciclo vegetativo (Figura 4a) e dos produtos utilizados no tratamento pré-armazenamento das mudas para a propagação e época do ciclo vegetativo (Figura 4b).

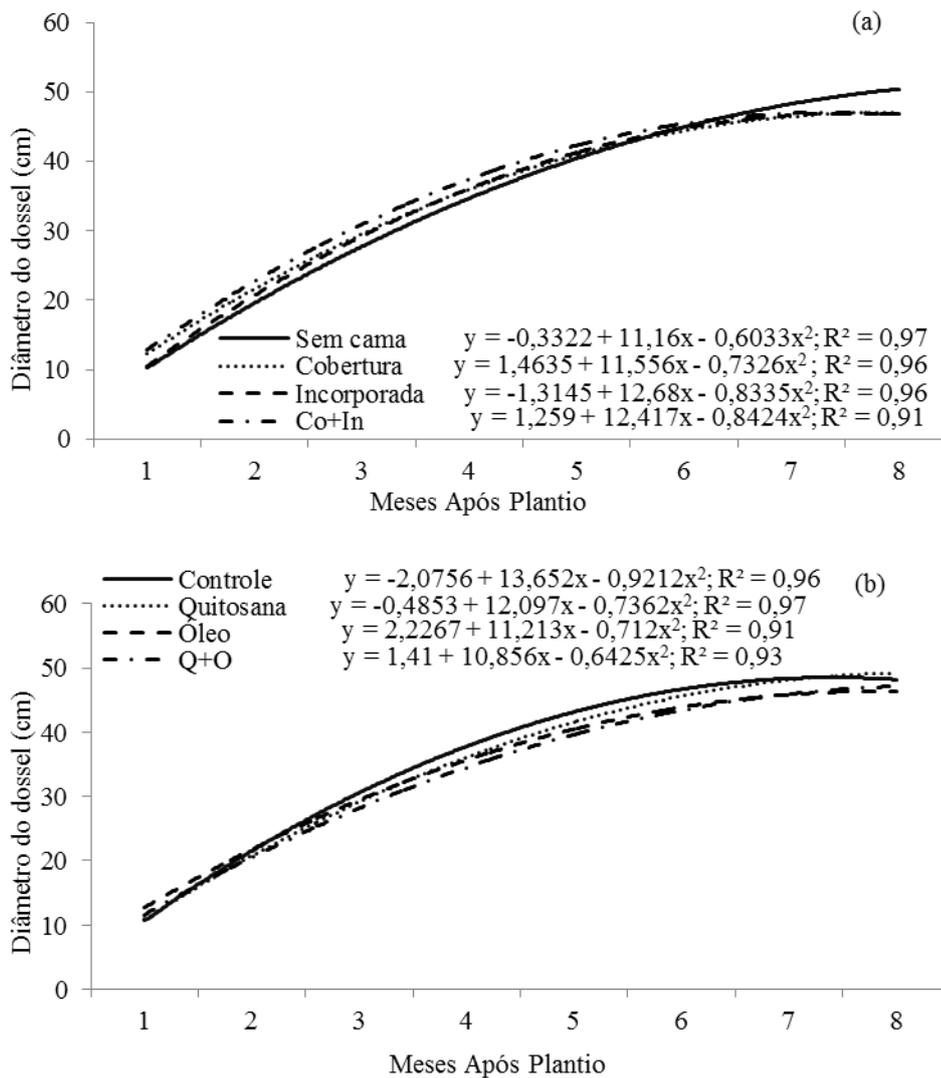


Figura 4. Diâmetro do dossel (cm) das plantas de mandioca-salsa em função das formas de adição ao solo da cama-de-frango (a) e dos produtos utilizados no tratamento pré-armazenamento das mudas para a propagação (b) e dos meses do ciclo vegetativo após o plantio.

O diâmetro do dossel apresentou crescimento quadrático, com taxas positivas e diretamente relacionadas com os dias após o plantio, sendo observadas as maiores diferenças entre os tratamentos no oitavo mês. Quando considerada a cama-de-frango, o

maior diâmetro do dossel calculado seria de 50,34 cm no tratamento sem cama, aos 8 meses após o plantio e o menor diâmetro foi de 47,01 cm aos 7,37 meses após o plantio no solo com cama-de-frango adicionada em cobertura + incorporada (Figura 4a). Ao relacionar os produtos utilizados no tratamento pré-armazenamento das mudas para a propagação foi observado que o maior dossel foi de 48,50 cm, aos 7,41 meses após o plantio no tratamento controle e o menor dossel seria de 47,14 cm aos 8 meses no tratamento quitosana + óleo de capim limão (Figura 4b).

Esses resultados mostram que os sistemas ecológicos são capazes de se autorregular com base no equilíbrio das relações de interferência e na grande capacidade de adaptação do organismo individual e das populações (LARCHER, 2006).

O teor de clorofila apresentou aumentos lineares, com taxas positivas e diretamente relacionadas com os dias após o plantio (Figura 5). Essa forma de crescimento permite levantar a hipótese de que o teor de clorofila é um caráter intrínseco da cultivar em determinadas condições de ambiente e de formas de cultivo. O maior teor foi de 47,08 no oitavo mês do ciclo vegetativo.

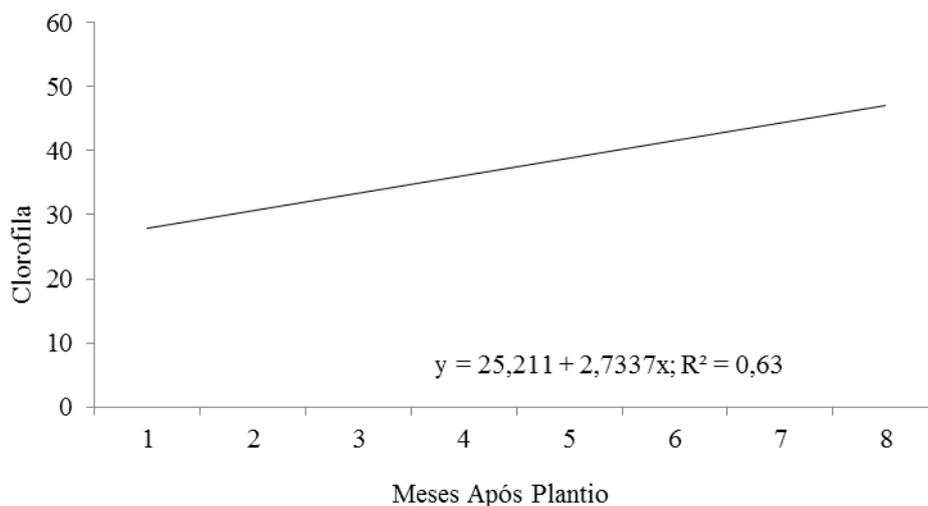


Figura 5. Teor de clorofila em plantas de mandioquinha-salsa, em diferentes meses do ciclo vegetativo após o plantio.

Na colheita

As alturas das plantas e as massas frescas de folhas, coroas, raízes comerciais e raízes não comerciais, colhidas aos 240 dias após o plantio, foram influenciadas significativamente pela interação forma de adição de cama-de-frango e tratamento das mudas (Tabela 1). Esses resultados confirmam a influência dos tratamentos culturais nas respostas das plantas e que, embora a planta inteira seja autotrófica, seus órgãos

individuais dependem uns dos outros, para obter nutrientes e fotoassimilados (LARCHER, 2006).

Tabela 1. Altura de plantas (cm) e produção de massa fresca ($t\ ha^{-1}$) de folhas, rebentos, coroas, raízes comerciais e raízes não comerciais de plantas de mandioquinha-salsa ‘Amarela de Carandá’, colhidas aos 240 dias, propagadas com mudas obtidas de plantas cultivadas em solo com diferentes formas de adição de cama-de-frango, e tratadas no pré-armazenamento com diferentes produtos naturais.

Forma de adição de cama-de-frango	Componente botânico	Tratamento das mudas no pré-armazenamento			
		Controle	Quitosana	Oleo	Q + O
Sem	Altura	32,33 a	31,00 a	31,17 a	30,08 a
	Folhas	6,37 a	4,62 a	6,43 a	5,09 a
	Rebentos	2,70 a	2,11 ab	2,56 a	1,82 b
	Coroa	2,31 a	1,72 a	2,08 a	1,94 a
	Raiz comercial	7,15 a	5,59 ab	7,21 a	4,60 b
	Raiz não-comercial	1,69 a	1,40 ab	1,08 b	1,30 ab
Cobertura	Altura	31,83 a	31,08 a	30,50 a	30,50 a
	Folhas	8,09 a	6,33 a	6,25 a	6,50 a
	Rebentos	3,67 a	2,53 b	2,55 b	2,37 b
	Coroa	2,48 a	2,37 a	2,29 a	2,06 a
	Raiz comercial	7,07 ab	5,36 bc	5,06 c	8,40 a
	Raiz não-comercial	2,45 a	2,24 a	1,26 b	0,86 b
Incorporada	Altura	30,92 ab	31,17 ab	32,42 a	28,75 b
	Folhas	6,28 ab	5,59 ab	6,71 a	4,00 b
	Rebentos	2,73 b	2,21 b	3,60 a	1,80 c
	Coroa	2,13 a	2,08 a	2,87 a	1,77 a
	Raiz comercial	5,94 b	5,33 b	8,20 a	5,28 b
	Raiz não-comercial	1,56 b	1,24 b	2,37 a	1,04 b
Cobertura + Incorporada	Altura	33,08 a	32,25 a	33,25 a	29,17 b
	Folhas	6,82 a	5,80 a	6,34 a	5,23 a
	Rebentos	3,37 a	2,43 b	2,50 b	2,38 b
	Coroa	2,81 a	2,83 a	2,34 ab	1,66 b
	Raiz comercial	8,08 a	6,27 b	7,77 ab	5,04 c
	Raiz não-comercial	2,77 a	1,94 b	1,36 b	1,28 b

Médias seguidas pelas mesmas letras nas linhas, para cada componente botânico dentro de forma de adição ao solo de cama-de-frango, não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

As alturas das plantas provenientes da propagação utilizando mudas do cultivo em solo com cama incorporada (32,42 cm) e em solo com cama em cobertura + cama incorporada (33,25 cm) e tratadas no pré-armazenamento com óleo de capim-limão foram significativamente maiores em 3,67 cm e 4,08 cm, respectivamente, que as tratadas com quitosana + óleo de capim-limão. Nas plantas provenientes dos solos sem cama-de-frango e com cama adicionada em cobertura não foram encontradas diferenças induzidas pelos tratamentos das mudas.

Em relação à massa de folhas, o efeito significativo foi observado nas plantas provenientes da propagação utilizando mudas do cultivo em solo com cama incorporada, com as maiores produtividades nas mudas tratadas com óleo de capim-limão ($6,71\ t\ ha^{-1}$), que superou em $2,71\ t\ ha^{-1}$ as das plantas provenientes de mudas

tratadas com quitosana + óleo de capim-limão. No geral, a maior massa de folhas foi de $8,09 \text{ t ha}^{-1}$, das plantas provenientes de mudas propagadas em solo com cama-de-frango em cobertura e sem tratamento pré-armazenamento e a menor massa foi de $4,0 \text{ t ha}^{-1}$, das plantas provenientes da propagação utilizando mudas do cultivo em solo com cama incorporada e mudas tratadas com quitosana + óleo de capim-limão. Esses efeitos diferenciados reforçam a hipótese de que a partição de fotoassimilados é função do genótipo e das relações fonte-dreno, em que a eficiência de conversão fotossintética, dentre outros fatores, pode ser alterada pelas condições do solo, clima e estágio fisiológico da cultura (LARCHER, 2006).

As massas frescas dos rebentos foram maiores nas plantas provenientes das mudas do controle (sem tratamento das mudas) e obtidas de plantas cultivadas anteriormente em solo sem cama, com cobertura e com cobertura + incorporada. Nas plantas provenientes do solo com cama incorporada, foi melhor o tratamento com óleo de capim-limão. As menores massas foram das plantas provenientes de mudas tratadas com quitosana + óleo de capim-limão (Tabela 1).

As diferenças significativas nas produtividades de massas frescas de coroas foram observadas nas plantas provenientes de mudas obtidas no cultivo em solo com cama-de-frango em cobertura + incorporado, quando tratadas com quitosana ($2,83 \text{ t ha}^{-1}$) e no controle ($2,81 \text{ t ha}^{-1}$), superando em $1,17$ e $1,15 \text{ t ha}^{-1}$, respectivamente, a produtividade das plantas oriundas de mudas tratadas com quitosana + óleo de capim-limão. Esses resultados podem ser explicados por Vieira (1998), citado por Gomes et al. (2010), quando relata que rebento e coroa são órgãos caulinares de transporte e armazenamento e, como tal, são responsáveis pela conexão do transporte de fotoassimilados desde as folhas até as raízes. Conseqüentemente, sua massa é variável em função das forças do dreno que, nessa espécie, é constituído, principalmente, pelas raízes tuberosas.

As produtividades de massas frescas de raízes comerciais foram variáveis e dependentes significativamente da origem das mudas e do tratamento. As maiores produtividades das plantas originadas de mudas obtidas de plantas cultivadas em solo sem cama de frango ($7,21 \text{ t ha}^{-1}$) e nas do solo com cama incorporada ($8,20 \text{ t ha}^{-1}$) foram das tratadas no pré-armazenamento com óleo de capim-limão e que superaram em $2,61$ e $2,92 \text{ t ha}^{-1}$, respectivamente, em relação às menores produtividades que foram das plantas originadas de mudas tratadas com quitosana + óleo de capim-limão. Nas plantas provenientes de mudas obtidas em solo com cama-de-frango em cobertura, a maior

produtividade foi das originadas de mudas tratadas com quitosana + óleo de capim-limão (8,40 t ha⁻¹) superando em 3,34 t ha⁻¹ as das mudas tratadas com óleo de capim-limão, que tiveram a menor produtividade. Nas plantas provenientes de solo com cama-de-frango em cobertura + incorporado, a maior produtividade foi das plantas provenientes das mudas controle (8,08 t ha⁻¹) que superaram em 3,04 t ha⁻¹ a menor produtividade, que foi das plantas originadas de mudas tratadas com quitosana + óleo de capim-limão.

Ao relacionar as produtividades de raízes não-comerciais, observou-se que foram maiores nas plantas provenientes de mudas obtidas de plantas cultivadas em solo com cama-de-frango em cobertura + incorporada e com cama em cobertura, respectivamente, e sem tratamento das mudas (controle) superando em 1,49 e 1,59 t ha⁻¹ as produtividades obtidas nas plantas tratadas com quitosana + óleo de capim-limão, que foram as com menores produtividades. Isso indica que o uso de cama de frango favoreceu a maior turgidez das raízes, pela maior capacidade de retenção de água da matéria orgânica. Isso por ter melhorado os atributos físicos, químicos e microbiológicos do solo, além de ter reduzido a perda de nutrientes por lixiviação (CARVALHO et al., 2005).

Os resultados produtivos obtidos e que mostraram relação com a forma como as plantas produtoras das mudas foram cultivadas revelam que os sistemas vegetais têm mecanismos de autorregulação, com base na capacidade de adaptação do organismo individual e das populações ou no equilíbrio das relações de interferência, como competição por nutrientes, água e outros (HEREDIA ZÁRATE et al., 2008). Ao relacionar as formas de tratamento pré-armazenamento das mudas e a provável proteção conferida pelo óleo de capim-limão e pela quitosana observou-se que esses produtos naturais tinham a capacidade da indução de resistência (ou indução de proteção, imunidade adquirida ou resistência sistêmica adquirida) que deve ter envolvido a ativação de mecanismos de defesa latentes, existentes nas plantas em resposta ao tratamento com agentes bióticos ou abióticos (SCHWAN-ESTRADA et al., 2000). Também confirmam o relatado por Kuhn (2007), quando cita que muitos trabalhos foram desenvolvidos e a eficiência da indução de resistência foi comprovada; no entanto, poucos pesquisadores se preocuparam com a produtividade das culturas em meio a esse fenômeno.

CONCLUSÃO

Nas condições em que foi desenvolvido o experimento, concluiu-se que as plantas de mandioquinha-salsa ‘Amarela de Carandaí’ apresentaram crescimento linear com aumentos diretamente relacionados com os dias do ciclo vegetativo, exceto para diâmetro do dossel, que apresentou crescimento quadrático e dependente dos fatores isolados.

Para obter maiores produtividades de rebentos e de raízes comerciais, de forma equilibrada, deve-se utilizar na propagação mudas obtidas de plantas cultivadas em solo com adição de cama-de-frango em cobertura + incorporada e sem tratamento no pré-armazenamento.

CONCLUSÃO GERAL

Nas condições em que foram conduzidos os experimentos observou-se que:

- 1- A conservação das raízes comerciais de mandiquinha-salsa foram dependentes dos tratamentos para o cultivo e para a pós-colheita;
- 2- A produtividade das plantas foram dependentes dos tratamentos de cultivo das plantas produtoras de rebentos;
- 3- Os produtos ou talvez as doses dos produtos utilizados no tratamento pré-plantio dos rebentos não foram recomendáveis, mas devem considerar-se os tratamentos para o cultivo.

REFERÊNCIAS

AMARAL, M.F.Z.J.; BARA, M.T.F. 2005. Avaliação da atividade antifúngica de extratos de plantas sobre o crescimento de fitopatógenos. *Revista Eletrônica de Farmácia*, v. 2, p. 5-8.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, G.A.; CAMARGO, F.A.O. *Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais*. Porto Alegre: Gênese, 1999, p. 9-26.

CARVALHO, J.E.; ZANELLA, F.; MOTA, J.H.; LIMA, A.L.S. Cobertura morta do solo no cultivo de alface cv. Regina 2000, em Ji-Paraná/RO. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 29, n. 5, p. 935-939, 2005.

FILGUEIRA, F.A.R. *Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças*. 3.ed. rev. e ampl. Viçosa/MG: UFV, 2007. 421p.

GOMES HE; HEREDIA ZÁRATE NA; VIEIRA MC; GASSI RP; TORALES EP; MACEDO RV. 2010. Produção de mudas e de raízes comerciais de mandioquinha-salsa 'Amarela de Carandaí' em função de espaçamentos e amontoa. *Semina: Ciências Agrárias* 31: 1121-1132.

HEREDIA ZÁRATE NA; VIEIRA MC; GOMES EE. 2002. Produção de mandioquinha-salsa em função da desinfecção das mudas e da cobertura do solo com cama-de-frango de corte semidecomposta. *Ciência e Agrotecnologia* Edição Especial: 1465-1470.

HEREDIA ZÁRATE NA; VIEIRA MC; RECH J; GRACIANO JD; GOMES HE; PONTIM BCA. 2008. Número de fileiras no canteiro e espaçamento entre plantas na produção e na rentabilidade da beterraba em Dourados, Estado do Mato Grosso do Sul. *Acta Scientiarum: Agronomy* 30: 397-401.

HEREDIA ZÁRATE, N.A.; VIEIRA, M.C.; GRACIANO, J.D.; FIGUEIREDO, P.G.; BLANS, N.B.; CURIONI, B.M. Produtividade de mandioquinha-salsa sob diferentes densidades de plantio e tamanho das mudas. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 33, p. 139-143, 2009.

HEREDIA ZÁRATE, N.A.; SCHWAN-ESTRADA, K.R.F.; VIEIRA, M.C.; HELMICH, M.; MACEDO, R.V.; HEID, D.M. Brotação e produção de mandioquinha-

salsa 'Amarela de Carandaí', proveniente de mudas desinfectadas com óleo de eucalipto e enraizadas em bandejas. *Bragantia*, Campinas, v. 69, n. 4, p. 871-875, 2010.

KIEHL, E.J. *Adubação orgânica – 500 perguntas e respostas*. Piracicaba: Agronômica Ceres, 2005. 240 p.

KUHN OJ. 2007. *Indução de resistência em feijoeiro (Phaseolus vulgaris) por acinbezolar-S-metil e Bacillus cereus: aspectos fisiológicos, bioquímicos e parâmetros de crescimento e produção*. 138 f. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade de São Paulo, Piracicaba.

LARCHER W. *Ecofisiologia vegetal*. 2006. São Paulo: Rima Artes e Textos. 531 p.

MADEIRA, N.R.; BENITES, F.R.G. Armazenamento de mudas de mandioquinha-salsa sob estresse hídrico e térmico e sua relação com o pendoamento precoce. *Horticultura Brasileira*, v. 18, 2000.

MADEIRA, N.R.; SOUZA, R.J. *Mandioquinha-salsa: alternativa para o pequeno produtor*. Lavras: UFLA, 2007.

SEDIYAMA, M.A.N.; FREITAS, R.S.; PEREIRA, P.C.; SEDIYAMA, T.; MASCARENHAS, M.H.T.; FERREIRA, F.A. Avaliação de herbicidas no controle de plantas daninhas em mandioquinha-salsa. *Bragantia*, Campinas, v. 67, n. 4, p. 921-926, 2008.

SCHWAN-ESTRADA, K.R.F.; STANGARLIN, J.R.; CRUZ, M.E.S. 2000. Uso de extratos vegetais no controle de fungos fitopatogênicos. *Floresta* v. 30, p. 129-138.

SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; SUZUKI, C. C. L. F.; ITAKO, A. T. Utilização de extratos vegetais no controle de doenças de plantas. In: POLTRONIERI, L. S.; ISHIDA, A. K. N. (Ed.). *Métodos alternativos de controle de insetos-praga, doenças e plantas daninhas: panorama atual e perspectivas na agricultura*. Belém, EMBRAPA, 2008. p.131-152.

TORALES, E.P.; HEREDIA ZÁRATE, N.A.; VIEIRA, M.C.; RESENDE, M.M.; SANGALLI, C.M.S.; GASSI, R.P. 2010. Doses de cama-de-frango e densidade de plantio na produção de mandioquinha-salsa 'Amarela de Carandaí'. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina v. 31, p. 1165-1176.

VIEIRA, M.C.; CASALI, V.W.D.; CARDOSO, A.A.; MOSQUIM, P.R. Crescimento e produção de mandioquinha-salsa em função da adubação fosfatada e da utilização da cama-de-aviário. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 16, n. 1, p. 68-72, 1998.