

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE FITOPATOLOGIA**

**PERDAS PÓS-COLHEITA E MÉTODOS DE
MANEJO DA “PODRIDÃO-MOLE” CAUSADA
POR *Erwinia chrysanthemi* Burkholder *et al.* E
Erwinia carotovora spp. (Jones) Bergey *et al.* EM
RAÍZES DE MANDIOQUINHA-SALSA
(*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft)**

Gilmar Paulo Henz

**Tese apresentada ao Departamento de
Fitopatologia da Universidade de Brasília
como requisito parcial para a obtenção do
título de Doutor em Fitopatologia.**

**Brasília – DF
2001**

Henz, Gilmar Paulo

Perdas pós-colheita e métodos de manejo da podridão-mole causada por *Erwinia chrysanthemi* Burkholder *et al.* e *Erwinia carotovora* spp. (Jones) Bergey *et al.* em raízes de mandioquinha-salsa (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft) / Gilmar Paulo Henz. – Brasília: UnB, 2001.

256p. (Tese – Doutor em Fitopatologia) – Departamento de Fitopatologia da Universidade de Brasília.

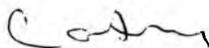
1. Mandioquinha-salsa – Pós-colheita – Perda. 2. Mandioquinha-salsa – Doença – Bactéria – Manejo. 3. Mandioquinha-salsa – Doença – *Erwinia chrysanthemi* – Manejo. 4. Mandioquinha-salsa – Doença – *Erwinia carotovora* – Manejo. 5. Título.

Trabalho desenvolvido nos laboratórios de Fitopatologia e de Pós-Colheita da Embrapa Hortaliças, Brasília-DF, sob a orientação do Dr. Francisco J. B. Reifschneider e co-orientação do Dr. Carlos Alberto Lopes.

Tese apresentada e aprovada em 12/12/2001 por:



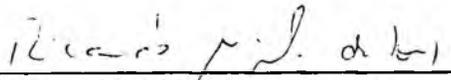
Dr. Francisco J.B. Reifschneider
Grupo Consultivo em Pesquisa Agrícola Internacional, Washington, EUA



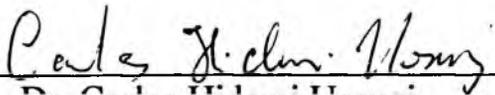
Dr. Carlos Alberto Lopes
Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças, Brasília-DF



Dr. Reginaldo da Silva Romeiro
Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG



Dr. Ricardo Magela de Souza
Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG



Dr. Carlos Hidemi Uesugi
Universidade de Brasília, Brasília-DF

Suplente:

Dra. Marisa Ferreira, UnB, Brasília-DF

AGRADECIMENTOS

Este trabalho é fruto do convívio, aprendizado, colaboração e intercâmbio de idéias e experiências e da ajuda de muitas pessoas, algumas bem próximas e conhecidas e outras quase anônimas. Estas contribuições estão em todas as linhas desta tese, e certamente não alcançaria este ponto se não houvesse esta união de esforços e de conhecimentos.

Esta ajuda coletiva de tantas pessoas foi fundamental no meu aperfeiçoamento como pesquisador e como ser humano. Como uma forma de homenagear todos a uma só vez e não correr o risco de omitir nomes, escolhi citar somente meus pais Arno e Erica e o meu orientador Dr. Francisco J. B. Reifschneider, que sempre foram exemplos e souberam valorizar na justa medida coisas simples e valiosas na vida, como o trabalho, a educação e uma conduta ética. Aproveito também para agradecer às instituições que foram fundamentais na minha vida profissional, especialmente a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (graduação em Engenharia Agrônômica), a Universidade de Brasília (pós-graduação em Fitopatologia) e a Embrapa, onde trabalho como pesquisador.

Sou muito grato a todos (sem ordem de importância!) os professores, pesquisadores, orientadores, membros da banca, laboratoristas, funcionários, auxiliares, estagiários, extensionistas, produtores, beneficiadores, comerciantes, colegas, amigos e familiares pelo apoio e auxílio constante na execução deste trabalho.

A todos minha profunda gratidão e reconhecimento.

“Feliz aquele que transfere o que sabe e aprende o que ensina”

Cora Coralina

**PERDAS PÓS-COLHEITA E MÉTODOS DE MANEJO DA
“PODRIDÃO-MOLE” CAUSADA POR *Erwinia chrysanthemi*
Burkholder *et al.* E *Erwinia carotovora* spp. (Jones) Bergey *et al.* EM
RAÍZES DE MANDIOQUINHA-SALSA (*Arracacia xanthorrhiza*
Bancroft)**

SUMÁRIO	PÁGINA
SUMÁRIO.....	I
RESUMO.....	II
SUMMARY.....	IV
INTRODUÇÃO GERAL.....	VI
FLUXOGRAMA DOS CAPÍTULOS DA TESE.....	VII
CAPÍTULO 1 – ESTUDO DE CASO SOBRE PRODUÇÃO, MANUSEIO PÓS- COLHEITA E DOENÇAS DE MANDIOQUINHA-SALSA NO BRASIL.....	1
CAPÍTULO 2 – IDENTIFICAÇÃO DE ISOLADOS DE <i>ERWINIA</i> SPP. CAUSADORES DA “MELA” EM MANDIOQUINHA-SALSA E AVALIAÇÃO DE SUA CAPACIDADE RELATIVA DE MACERAÇÃO.....	77
CAPÍTULO 3 – ESTIMATIVAS DE PERDAS PÓS-COLHEITA E IDENTIFICAÇÃO DE FATORES CRÍTICOS NA INCIDÊNCIA DA “MELA” EM MANDIOQUINHA- SALSA.....	133
CAPÍTULO 4 – AVALIAÇÃO DE MÉTODOS DE MANEJO DA “MELA” CAUSADA POR <i>ERWINIA</i> SPP. EM RAÍZES DE MANDIOQUINHA-SALSA.....	173
CAPÍTULO 5 – REAÇÃO DE RAÍZES DE GENÓTIPOS DE MANDIOQUINHA-SALSA (<i>ARRACACIA XANTHORRHIZA</i>) À INOCULAÇÃO COM <i>ERWINIA</i> <i>CHRYSANTHEMI</i>.....	207
CAPÍTULO 6 – AVALIAÇÃO DE IMPACTOS ECONÔMICOS DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA REDUÇÃO DE PERDAS EM MANDIOQUINHA- SALSA.....	227

RESUMO

Perdas pós-colheita e manejo da podridão-mole causada por *Erwinia chrysanthemi* Burkholder *et al.* e *Erwinia carotovora* spp. (Jones) Bergey *et al.* em raízes de mandioquinha-salsa (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft).

As principais limitações da cultura da mandioquinha-salsa atualmente são o pequeno número de cultivares disponíveis aos produtores e as elevadas perdas pós-colheita, o que eleva o preço do produto ao consumidor. O mercado paulista é abastecido principalmente pela produção do Paraná e Minas Gerais, maiores produtores brasileiros, vendida por intermediários para os beneficiadores de Piedade e Tapiraí-SP, municípios distantes 130km da CEAGESP em São Paulo-SP. No mais importante sistema de manuseio pós-colheita, as raízes são lavadas durante 30min dentro de redes imersas em um tanque com água e movidas em movimentos pendulares por um braço mecânico acionado por motores. As raízes são selecionadas visualmente por sua aparência e tamanho e embaladas ainda úmidas em caixas de madeira do tipo “K” novas. Na época de verão observa-se repetidos surtos de “mela” ou podridão-mole causada por espécies pectolíticas de *Erwinia* (*Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*, *Ecc*; *E. c.* subsp. *atroseptica*, *Eca*; *E. chrysanthemi*, *Ech*) nas raízes na fase de comercialização, apenas 2-3 dias após a colheita. De 227 isolados obtidos de raízes de mandioquinha-salsa com sintomas de podridão-mole, 90% foi de *E. chrysanthemi* (*Ech*), confirmada através de testes bioquímicos e por PCR (primers ADE1, ADE2, 1491f e L1r). Os isolados de *Erwinia* foram inoculados em raízes através de ferimento e a deposição de 15µl de inóculo (10^8 ufc/ml), embalagem em filme de PVC e incubação a 25°C por três dias, e avaliados pelo diâmetro médio da lesão de podridão-mole. A maior parte dos isolados de *Ech* foi considerada de alta capacidade relativa de maceração (CRM), e a incubação das raízes inoculadas com quatro isolados de *Ech* e *Ecc* em cinco temperaturas (15°C, 20°C, 25°C, 30°C, 35°C) apresentou efeito direto no diâmetro das lesões, e de uma maneira geral os isolados de *Ech* foram mais agressivos que *Ecc* nas temperaturas mais altas. Os surtos da “mela” no verão podem ser creditados a predominância de isolados de *Ech* e sua maior agressividade, principalmente em temperaturas acima de 25°C. As perdas potenciais após três dias de incubação em câmara úmida foram estimadas em 64,7% no verão e 21,7% no inverno, e significativamente maior em raízes lavadas (69,1%) em relação às sem lavar (6,5%). O processo de lavagem

potencializa o início da doença por conta da infiltração de água nas raízes, que pode alcançar até 0,57ml em raízes intactas imersas durante 30min. A temperatura de incubação também apresentou efeito significativo sobre a incidência da podridão-mole, sendo 0% a 3°C, 21,2% a 15°C e 94,6% a 25°C aos seis dias de armazenamento. A umidade das caixas “K” é muito alta devido ao uso de madeira nova e sem secagem adequada e ao excesso d’água e umidade das raízes lavadas, chegando a alcançar 39% do peso da embalagem. As raízes posicionadas nas camadas superior e do fundo das caixas “K” apresentaram maior incidência de injúrias mecânicas em relação a camada do meio, que apresentou maior incidência de podridão-mole provavelmente devido a maior umidade das raízes. A respiração das raízes inoculadas com *Ech* foi maior que aquelas feridas superficialmente e aquelas sem inoculação, variando de 19ml de CO₂.kg⁻¹.h⁻¹ (dia 1) a 58,4ml de CO₂.kg⁻¹.h⁻¹ (dia 3). A manutenção das raízes em três composições atmosféricas (1%, 5% e 10% de O₂ + CO₂) em comparação com o ar resultou em diferenças na incidência da podridão-mole após três dias, alcançando 83,3% a 1% de O₂ + CO₂ em comparação com ar (incidência de 15,8%). Em uma avaliação *in vitro*, oxitetraciclina, oxitetraciclina + estreptomicina e extrato de alho foram os produtos que apresentaram maior halo de inibição ao crescimento de *Ech*. A secagem das raízes reduziu significativamente a incidência da podridão-mole (21,4% a 75,6%) em comparação a raízes lavadas (41,2% a 95,8%) e raízes sem lavar (2,2% a 16,7%). Em um experimento comparando-se os diferentes métodos de manejo da doença, oxitetraciclina foi o que apresentou a menor incidência, mas provocou efeito negativo nas raízes, na forma de áreas encharcadas de cor amarela mais forte, além de não ser registrado para a cultura. A refrigeração (3°C-5°C) foi eficiente na redução da incidência da podridão-mole quando associada com a utilização de embalagens plásticas. Trinta e dois genótipos de mandioquinha-salsa inoculados com *Ech* apresentaram variações em sua reação avaliada pelo diâmetro das lesões, com diferentes graus de suscetibilidade. Foram avaliados os impactos econômicos de alternativas tecnológicas para a redução de perdas em mandioquinha-salsa através do programa “Farmod for Windows”. As três alternativas propostas foram (1) o desenvolvimento de uma nova cultivar mais produtiva para compensar perdas pós-colheita de 30%; (2) uso de refrigeração e caixas de papelão no transporte de mandioquinha-salsa; (3) secagem das raízes após a lavagem. Todas as propostas tecnológicas apresentaram impacto positivo sobre o sistema produtivo, sendo

beneficiados diretamente produtores (nova cultivar) e beneficiadores e agentes de comercialização (refrigeração com embalagem e secagem das raízes).

SUMMARY

Postharvest losses and methods for reducing soft rot of arracacha roots (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft) caused by *Erwinia chrysanthemi* Burkholder *et al.* and *Erwinia carotovora* spp. (Jones) Bergey *et al.*

The main constraints of arracacha crop are the reduced number of available cultivars and the high postharvest losses, and consequently higher prices to consumers. The market of São Paulo is supplied by the production of Paraná and Minas Gerais states, the main producers in Brazil, sold by brokers to packinghouses owners in Piedade and Tapiraí counties, 130km far from CEAGESP, in São Paulo, the main wholesale market in Brazil em São Paulo-SP. In the most important postharvest handling system, roots are washed in cloth nets immersed in water tanks during 30min, moved rithmically by a mechanical arm powered by a motor. Roots are visually sorted by their appearance and size and then packed still wet in wood boxes. Soft rot outbreaks caused by pectolytic erwinias (*Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*, *Ecc*; *E. c.* subsp. *atroseptica*, *Eca*; *E. chrysanthemi*, *Ech*) are common during summer, specially after 2-3 days harvest, during commercialisation. *E. crhysanthemi* (*Ech*) was the predominant species, comprising 90% of 227 isolates, confirmed by biochemical tests and by PCR (primers ADE1, ADE2, 1491f and L1r). *Erwinia* isolates were inoculated in the roots by a puncture and the deposition of 15 μ l of inoculum (10^8 cfu/ml), wrapped in PVC films and kept at 25°C for 3 days, and evaluated by the average diameter of the soft rot lesion. Most of the isolates of *Ech* were considered as highly aggressive, and temperature had a strong effect on lesion diameter. In roots inoculated with four isolates of *Ech* and *Ecc* kept at five temperatures (15°C, 20°C, 25°C, 30°C, 35°C), in general *Ech* was more aggressive than *Ecc*. The outbreaks in summer can be associated with the predominance of *Ech* isolates ant their high aggressiveness in temperatures above 25°C. Potential losses in arracacha roots after 3- day incubation in humid chamber were estimated in 64,7% in summer and 21,7% in winter, and increased in washed roots (69,1%) when compared to unwashed roots (6,5%). During the washing process and the immersion for 30min, up to 0.57ml of water can be infiltrated into intact

roots, increasing soft rot potential. Temperature also had a significant effect on the incidence of soft rot, reaching 94,6% at 25°C, 21,2% at 15°C and 0% at 3°C after six days. Because roots are not properly dried after washing, the excess of water is absorbed by the wood of the boxes, which can take up to 39% of its weight in water. Roots in the bottom and top layers in the wood “K” boxes had higher incidence of mechanical injuries when compared to the medium layer, which had higher incidence of soft rot probably due to higher humidity of the roots. The respiration rate of the roots inoculated with *Ech* was higher than in those superficially injured or non-inoculated, ranging from 19.0ml of CO₂.kg⁻¹.h⁻¹ (day 1) to 58.4ml of CO₂.kg⁻¹.h⁻¹ (day 3). Controlled atmospheres (1%, 5% e 10% of O₂ + CO₂) had a strong effect on the incidence of soft rot when compared to air, reaching 83,3% at 1% of O₂ + CO₂ when compared to air (15,8% of incidence). In an *in vitro* evaluation, Oxytetracycline, oxytetracycline + streptomycin and garlic extract were the products that showed larger halos of *Ech* growth inhibition. Root drying reduced significantly the incidence of soft rot (21.4-75.6%) when compared to washed roots (41.2-95.8%) and unwashed roots (2.2% a 16.7%). When different methods to reduce soft rot incidence were compared, roots treated with oxytetracycline had the lowest incidence but caused dark-yellow and soaked areas and furthermore this antibiotic is not registered for use in arracacha. Refrigeration (3°C-5°C) was efficient in reducing the incidence of soft rot when associated with plastic wrapping. The inoculation of 32 genotypes of arracacha with *Ech* showed differences in the reaction measured by the lesion diameter, with variation in the degree of susceptibility. The economic impact of technological alternatives to reduce losses in arracacha was evaluated by using the “Farmod for Windows” software. The three proposed alternatives were (1) the breed of a new and more productive cultivar; (2) adoption of refrigeration and carton boxes for truck transporting; (3) drying roots after washing. All the technological proposals had a positive impact on the productive system, with benefits to arracacha growers (new cultivar) packinghouses owners and commercialisation agents (refrigeration associated with carton boxes and drying roots).

INTRODUÇÃO GERAL

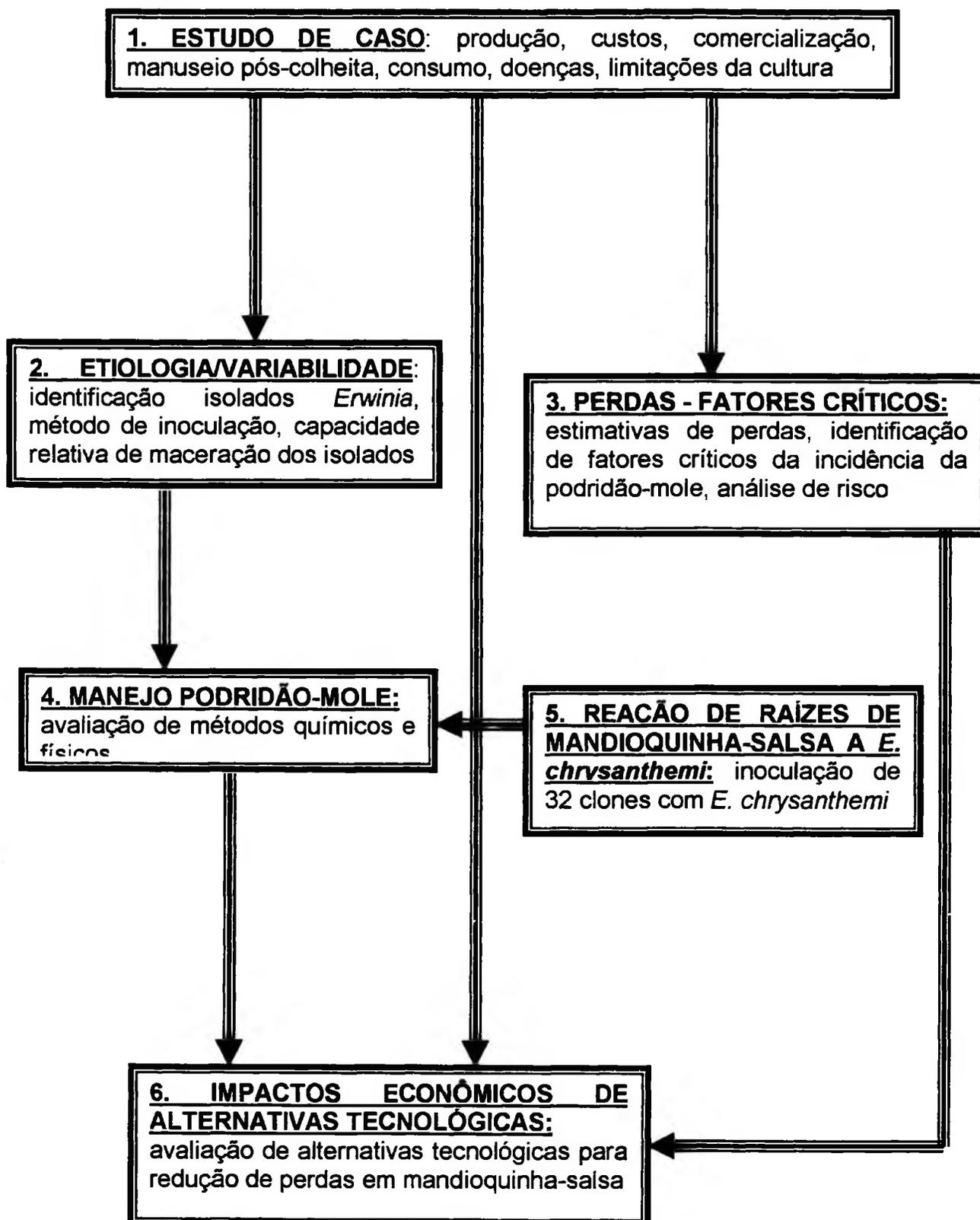
A concepção filosófica deste trabalho de tese difere em muito de outros feitos em Fitopatologia. Ao invés de adotar-se um modelo reducionista, muito comum nas Ciências Biológicas, e aprofundar-se em um tema específico como assunto de tese, preferiu-se usar um modelo mais amplo, muito usado nas Ciências Sociais. O enfoque tradicional da Fitopatologia é o estudo do patógeno ou de aspectos específicos relacionados a doença resultante da interação entre o patógeno x hospedeira. A inserção da epidemiologia no estudo de doenças de plantas introduziu uma nova perspectiva, a dos sistemas, que engloba todos os elementos que atuam e interagem nos patossistemas.

O estudo de caso é muito mais que uma simples revisão bibliográfica geral porque mescla dados e informações da realidade atual da cultura levando em consideração todos os elementos da cadeia produtiva. Sob esta perspectiva, o problema identificado está conectado a outros e inserido no contexto do sistema produtivo. No caso das perdas pós-colheita causadas por *Erwinia* em mandioquinha-salsa, isto significa conhecer o modo de produção, sistemas de manuseio pós-colheita, comercialização, tendências de consumo e as demais doenças da cultura, a etiologia dos agentes envolvidos podridão-mole e os fatores críticos que afetam sua incidência e avaliar medidas de manejo para redução de perdas. Para finalizar, foi realizada uma avaliação do impacto econômico de algumas propostas tecnológicas geradas neste trabalho.

A mandioquinha-salsa certamente não é a cultura mais relevante entre as hortaliças em área cultivada, produção ou volume comercializado. Entretanto, através do estudo de caso identificou-se as elevadas perdas pós-colheita devido a *Erwinia* como uma das principais limitações atuais da cultura. Além disto, a mandioquinha-salsa é muito importante do ponto de vista social, sendo em geral cultivada em pequenas áreas por pequenos agricultores, com mão-de-obra familiar, e apresenta características peculiares para uma hortaliça por ser uma cultura rústica, pouco exigente em insumos e que oferece uma ótima alternativa de renda para os produtores.

Com este enfoque, este trabalho de tese tem como objetivos principais realizar um estudo de caso sobre as perdas pós-colheita causadas por *Erwinia* em raízes de mandioquinha-salsa e propor maneiras de reduzir a incidência da doença.

FLUXOGRAMA DOS CAPÍTULOS DA TESE



CAPÍTULO 1

ESTUDO DE CASO SOBRE PRODUÇÃO, MANUSEIO PÓS-COLHEITA E DOENÇAS DE MANDIOQUINHA- SALSA NO BRASIL

CAPÍTULO 1 - ESTUDO DE CASO SOBRE PRODUÇÃO, MANUSEIO PÓS-COLHEITA E DOENÇAS DE MANDIOQUINHA-SALSA NO BRASIL

SUMÁRIO	PÁGINA
RESUMO	4
ABSTRACT	5
1.1 INTRODUÇÃO	6
1.2 ORIGEM E DISTRIBUIÇÃO DA CULTURA	7
1.3 INTRODUÇÃO NO BRASIL	8
1.4 ASPECTOS SÓCIO-ECONÔMICOS DA PRODUÇÃO NO BRASIL	9
1.5 PESQUISA E INFORMAÇÕES SOBRE A CULTURA	10
1.6 VARIABILIDADE MORFOLÓGICA	11
1.7 ÁREAS DE PRODUÇÃO NO BRASIL	12
1.8 CUSTOS DE PRODUÇÃO	14
1.9 MERCADO E COMERCIALIZAÇÃO	16
1.10 VARIAÇÃO ESTACIONAL DE PREÇOS	17
1.11 COMERCIALIZAÇÃO E CONSUMO EM OUTROS PAÍSES	18
1.12 CARACTERIZAÇÃO DOS CANAIS DE COMERCIALIZAÇÃO	20
1.13 COLHEITA E MANUSEIO PÓS-COLHEITA	22
1.14 MODOS DE COLHEITA	23
1.15 VENDA PELO PRODUTOR	24
1.16 LIMPEZA DAS RAÍZES	26
1.17 CARACTERIZAÇÃO DAS BENEFICIADORAS DE SÃO PAULO	28
1.18 OPERAÇÃO DO SISTEMA	30
1.19 SELEÇÃO DAS RAÍZES	31

SUMARIO	PÁGINA
1.20 SISTEMA DE CLASSIFICAÇÃO.....	32
1.21 EMBALAGEM E TRANSPORTE.....	35
1.22 COMERCIALIZAÇÃO NO ATACADO.....	37
1.23 COMERCIALIZAÇÃO NO VAREJO.....	39
1.24 PROCESSAMENTO INDUSTRIAL.....	41
1.25 TENDÊNCIAS DO CONSUMO.....	42
1.26 PATÓGENOS DA CULTURA.....	42
1.27 LITERATURA CITADA.....	50
1.28 RELAÇÃO DE TABELAS.....	58
1.29 RELAÇÃO DE FIGURAS.....	71

CAPÍTULO 1 - ESTUDO DE CASO SOBRE PRODUÇÃO, MANUSEIO PÓS-COLHEITA E DOENÇAS DE MANDIOQUINHA-SALSA NO BRASIL

RESUMO

A cultura da mandioquinha-salsa ocupa uma área estimada em 13.000ha no Brasil, com uma produção de 120.000t. Os principais estados produtores são Paraná, Minas Gerais, Espírito Santo e Santa Catarina, e os principais centros de distribuição e consumidores são as regiões metropolitanas de São Paulo, Belo Horizonte e Rio de Janeiro. O principal canal de comercialização envolve seis etapas: (1) produção no Paraná, Minas Gerais ou Santa Catarina; (2) compra do produto por um intermediário; (3) beneficiamento (lavação, classificação e embalagem) em Piedade e Tapiraí-SP; (4) comercialização na CEAGESP; (5) venda para outros mercados e para o varejo; (6) consumidor. As lavadoras de São Paulo têm um sistema único de lavar a mandioquinha-salsa, onde redes de algodão com 32kg de raízes são imersas em tanques de água e movimentadas durante 30min de forma ritmada. A CEAGESP, em São Paulo, é o principal mercado atacadista e tem um papel fundamental na regulação da oferta e no estabelecimento de preços. Desde 1999 estão ocorrendo mudanças nos mercados atacadistas e varejistas, com uma maior oferta de produtos diferenciados, principalmente em embalagens e formas de apresentação da mandioquinha-salsa. No mercado atacadista foram identificadas sete formas diferentes de venda, com embalagens de madeira, plásticas e de papelão, como decorrência de demandas específicas. No mercado varejista existem pelo menos nove apresentações do produto *in natura*, de modo a atingir diferentes segmentos de consumidores. Além da tradicional oferta das raízes a granel, a mandioquinha-salsa também é vendida nas formas embalada e refrigerada, minimamente processada (cortada e embalada a vácuo) e como produto orgânico. O consumidor tem uma imagem muito positiva do produto, prefere raízes de tamanho médio a grande e costuma comprar 1-2kg a cada 7-14 dias. No Brasil existem somente cultivares de raízes brancas e amarelas e os consumidores não reconhecem nomes de cultivares. Existem boas perspectivas para a expansão da produção e do consumo de mandioquinha-salsa, com novas oportunidades de mercado e demandas específicas, como o orgânico, e por produtos de maior valor agregado, como as formas processadas. As principais doenças da mandioquinha-salsa no Brasil são o nematóide das galhas (*Meloidogyne* spp.) e a podridão-mole pós-colheita causada por *Erwinia* sp/spp.

ABSTRACT**A case study on production, postharvest handling and diseases of arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft) in Brazil.**

Arracacha is grown and consumed mainly in the south-southeast states of Brazil. In the year 2000, the production was estimated at 120,000 tons on 13,000 ha. The main producing states were Paraná, Minas Gerais, Espírito Santo and Santa Catarina, and the most important distribution and consumption centers were the metropolitan areas of São Paulo, Belo Horizonte and Rio de Janeiro. The production and marketing chain of the arracacha commercialized in São Paulo is segmented in six stages: (1) production in Paraná, Minas Gerais or Santa Catarina states; (2) purchase of the product in the field by a broker; (3) packinghouse operations (washing, sorting, packing) in Piedade and Tapiraí counties, 130 km far from the CEAGESP market; (4) commercialization at the CEAGESP wholesale market; (5) trading to other Brazilian wholesale markets and retail markets; (6) consumers. Postharvest handling and marketing are continuous and speedy, since the arracacha roots are extremely perishable. The packinghouses in São Paulo have a unique system to wash arracacha roots. Cloth nets containing 32 kg of roots are partially immersed in large water tanks, rhythmically and smoothly moved by a 1-2 HP motor during 20-30 minutes. At the CEAGESP wholesale market, the average price of the 22-24 kg wooden "K" boxes during the 1995-1999 period was US\$ 8.23-8.83. Arracacha had low seasonal price variation, with greater offer from May to September. Officially, arracacha is sorted in three classes (namely 3A, 2A and 1A), but there are at least three more classes (B, Extra B; Mixed). Class 3A, B and Extra B are made by high quality, medium to large roots, and are the most valuable in the market, with an average price of R\$ 24,00. Since 1998, six new carton and plastic boxes are being used in addition to the "K" box, especially for more expensive and higher quality roots. Arracacha is sold in the retail market in nine distinct forms, aiming different consumer segments. The most common way of selling arracacha is disposing the roots on open market stalls without wrapping, and the consumer selects and picks out the product, with prices ranging from R\$ 1,90 to R\$ 3,50/kg. Simple postharvest technologies, such as wrapping with PVC films and use of refrigeration (0-4°C) can maintain the arracacha roots for 15 days or even longer periods of time. According to a survey made with consumers from São Paulo, arracacha has a very positive image among other vegetables, and can be considered as a relatively expensive product. Most of the consumers prefer medium to large roots (12-15 cm long, 3-4 cm diameter), and use to buy 1-

2kg of arracacha every 7-14 days in supermarkets or street markets. In Brazil, there are just yellow- and white-root cultivars, known by this trait and not by cultivar names. Consumers recognize that the arracacha roots are very delicate, with an exquisite taste, but deteriorates fast. There are good perspectives for increased arracacha production and consumption in Brazil, and new market opportunities are being opened by specific demands, such as organic and processed forms, which add value to the product. The most important diseases of arracacha in Brazil are the root-knot nematode (*Meloidogyne* sp.) and the postharvest soft-rot caused by *Erwinia* sp./spp.

1.1 INTRODUÇÃO

O objetivo deste capítulo é estudar aspectos da produção, o manuseio pós-colheita e as doenças de mandioquinha-salsa (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft). O estudo de caso é uma etapa preliminar do entendimento das perdas causadas por *Erwinia* spp. na cultura e faz parte de uma abordagem abrangente para futuras propostas de medidas de controle e seu impacto no sistema produtivo. Foram caracterizadas as distintas etapas da cadeia produtiva, analisando-se a produção, custos, manuseio pós-colheita, comercialização, mercado, consumo e doenças da cultura.

A ênfase tradicional da pesquisa na área biológica e agrônômica é o aprofundamento dos conhecimentos em problemas específicos, adotando-se um sistema reducionista. O modelo seguido no presente trabalho é de um estudo de caso, mais comum nas áreas de economia e sociologia, de modo a avaliar o problema de forma mais ampla. Esta abordagem é adequada para a área de pós-colheita, que é tipicamente multidisciplinar, envolvendo as perdas causadas por fungos e bactérias e também aspectos de fisiologia vegetal, melhoramento genético, ciência dos alimentos e economia. Na área de patologia de plantas, este enfoque começou a ser considerado principalmente com o desenvolvimento da epidemiologia. Segundo Bergamin Filho & Amorim (1996), a fitopatologia tem tradicionalmente estudado problemas em níveis sempre inferiores ao da população (raças do patógeno, genes de virulência, mecanismos de resistência), faltando um componente holístico, mais amplo. O estudo de caso pode complementar esta lacuna porque considera todos os componentes do sistema, em seus diferentes níveis, e suas interações.

Entre os problemas mais relevantes da mandioquinha-salsa destacam-se a sua baixa conservação e as perdas pós-colheita, que são as principais causas de seu elevado valor de mercado. A perecibilidade das raízes parece ser uma característica intrínseca da cultura,

potencializada pelo manuseio inadequado que aumenta a incidência de podridões por patógenos e a perda de matéria fresca. A rápida deterioração das raízes é popularmente denominada de “mela”, um problema relativamente antigo para a cultura no Brasil, como atestam os artigos publicados por Normanha (1958), Normanha & Silva (1963) e Silva (1966). Nestes trabalhos, a “mela” é bem caracterizada, associando sua ocorrência à injúrias mecânicas, à época quente e chuvosa, ao processo de lavagem e a secagem deficiente, com uma descrição acurada dos sintomas. Apesar de sua etiologia ser desconhecida, suspeitava-se do envolvimento de fungos ou bactérias.

O método de trabalho para a caracterização do sistema produtivo da mandioquinha-salsa e de sua cadeia de pós-colheita foi baseado na busca de dados e informações já publicados, e quando estes não existiam ou não estavam sistematizados, foram obtidos através de visitas, entrevistas e observações *in loco*. São descritos a origem e a introdução da cultura no País; a situação da pesquisa e fontes de informações; as áreas de produção e aspectos sócio-econômicos; os custos de produção; a situação atual do mercado da mandioquinha-salsa; os canais de comercialização; a variação estacional de preços; comercialização no Brasil e em outros países; a caracterização dos canais de comercialização; o sistema de manuseio pós-colheita; as formas de colheita e venda pelo produtor; os sistema de limpeza das raízes e sua classificação; a embalagem e o transporte; a comercialização no atacado e no varejo; o processamento industrial; as tendências de consumo; a situação atual das doenças da mandioquinha-salsa no Brasil e das doenças pós-colheita das raízes.

1.2 ORIGEM E HISTÓRICO DA CULTURA

A mandioquinha-salsa (*Arracacia xanthorrhiza*) pertence à família Apiaceae (Umbelliferae), mesma família botânica de outras hortaliças importantes, como a cenoura, salsão, salsa, coentro e erva-doce. A mandioquinha-salsa foi considerada uma das plantas cultivadas mais antigas na América do Sul (Leon, 1964). Esta hortaliça é nativa da região andina da Venezuela, Colômbia, Equador, Peru e Bolívia, de onde foi levada em diferentes épocas para outros países da região, como o Brasil. O gênero e a espécie foram descritos por Bancroft em 1825 a partir de um material cultivado introduzido na Jamaica em princípios do século XIX (Hermann, 1997).

Várias tentativas de aclimação da mandioquinha-salsa em países de clima temperado fracassaram porque a planta não chegou a formar raízes comestíveis (Casali &

Sediyama, 1997). Nos Estados Unidos, estes plantios experimentais foram conduzidos nos estados de New York (1925), Maryland (1828-1829), Flórida e Geórgia (1916-1920); e no continente europeu entre 1828 e 1846, na Inglaterra, França e Suíça. Também foi introduzida na Índia, Sri-Lanka (ex-Ceilão), África Oriental (Leon, 1964) e na Austrália (National Research Council, 1989), mas não existem informações adicionais sobre seu cultivo nestes países (Hermann, 1997).

A mandioquinha-salsa é cultivada em regiões de clima ameno, com altitudes entre 700 e 2.000m, na Colômbia, Equador, Venezuela, Brasil, Bolívia e Peru; e em menor escala na América Central e região do Caribe (Costa Rica, Porto Rico, Cuba e outros). Sua produção é mais expressiva em quatro países (Colômbia, Equador, Venezuela e Brasil), com uma área cultivada estimada em 30.000ha (Hermann, 1997). No Brasil, seu cultivo concentra-se nas áreas de altitude elevada e clima ameno dos estados de Minas Gerais, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná e Santa Catarina; cultivos bem sucedidos foram observados em áreas com altitude inferior a 1.000m no Distrito Federal, Goiás e Tocantins (Santos *et al.*, 2000), e também em Mato Grosso do Sul (Heredia Zárate & Vieira, 1999). Uma planta individual pode produzir até 2-3kg de raízes, e sua produtividade média situa-se entre 5 e 15ton/ha, mas em parcelas experimentais pode alcançar até 40ton/ha. Além do ciclo longo, em torno de 10 meses, a mandioquinha-salsa também apresenta outras limitações agrônômicas, tais como falta de adaptabilidade a certas regiões, provavelmente relacionada a exigências em termos de fotoperíodo ou comprimento de dia; intolerância às geadas; suscetibilidade à algumas pragas e doenças; e baixa durabilidade pós-colheita das raízes (National Research Council, 1989). No Brasil, é mais consumida nas principais cidades das regiões Sudeste e Sul, sendo São Paulo o maior mercado. A mandioquinha-salsa é considerada um alimento energético de fácil digestibilidade, sendo recomendado na dieta de crianças, pessoas idosas e convalescentes (Santos *et al.*, 2000).

1.3 INTRODUÇÃO NO BRASIL

A introdução da mandioquinha-salsa no Brasil é imprecisa em relação às circunstâncias e datas (Zanin & Casali, 1984). Existem duas hipóteses: (1) através do Barão de Friburgo, em data desconhecida, a partir de mudas provenientes das Antilhas, de onde adviriam os nomes populares “barão” ou “batata-baroa”, ainda hoje usados no Rio de Janeiro e outras regiões; (2) através do general colombiano Rafael Uribe Uribe, que trouxe as mudas da Colômbia, quando de sua estadia no Brasil (Jaramillo, 1952; Zanin & Casali,

1984). Esta introdução tem um registro escrito, publicado como uma mensagem em uma conferência realizada em 20/07/1907 no Rio de Janeiro, onde o General Uribe oficializa a doação de diversas plantas à Sociedade de Agricultura do Brasil, e entre estas, três espécies de "arracacha" (Santos, 1998). Considerando-se o estado do Rio de Janeiro como o provável local da introdução desta hortaliça no País, não há registros de como foi disseminada para outras regiões brasileiras.

1.4 ASPECTOS SÓCIOECONÔMICOS DA PRODUÇÃO NO BRASIL

A produção e a comercialização da mandioquinha-salsa apresentam particularidades que a diferenciam sobremaneira de outras hortaliças. É considerada uma cultura rústica, com baixos requerimentos em termos de fertilizantes e defensivos agrícolas, possui ciclo longo (8 a 14 meses) e alcança geralmente altos preços no mercado. Devido ao seu ciclo longo, demanda considerável mão-de-obra, sendo importante em pequenas áreas, especialmente para o sistema de agricultura familiar. De acordo com uma caracterização da cultura na região Centro-Sul efetuada por Santos (1993), o produtor típico cultiva uma área de 0,5ha e utiliza pouca tecnologia, sendo comum a participação de mulheres e crianças como mão-de-obra. Alguns produtores a cultivam de forma mais extensiva, com plantios escalonados.

A cadeia produtiva da mandioquinha-salsa foi caracterizada por Muniz & Machado (1995) no Espírito Santo, onde foram identificadas as atividades "antes" e "depois da porteira", utilizando-se como amostragem cerca de 10% dos produtores da hortaliça no estado. As informações foram obtidas através de um questionário, sendo identificados os fatores críticos negativos e positivos para o produtor e dados sobre a propriedade, mão-de-obra, sistema produtivo, tecnologia e comercialização. De acordo com estimativa dos autores, em 1995 a cultura representou 2% do PIB estadual, orçado em R\$ 9 bilhões. Foram mencionados como fatores críticos negativos a baixa qualidade da mão-de-obra, mercado interno pouco exigente, baixa qualidade do produto, alta margem de lucro estabelecida pelos comerciantes e atacadistas e baixa interação do produtor com os demais elos da cadeia produtiva, em especial o consumidor. Em termos médios, a área cultivada com mandioquinha-salsa no Espírito Santo era de 5,7ha em propriedades com 65,2ha, situadas a uma altitude de 971m. A cultura representava 41,4% da renda total da propriedade e ocupava 7,6 pessoas (mão-de-obra familiar: 2,4 pessoas; parceiro: 4,25 pessoas; meeiro: 0,4 pessoa; diarista: 0,2 pessoa). As principais condições indutoras do plantio eram o preço do

produto (82,5%), garantia de mercado (57%) e condições favoráveis da propriedade (68%). Na maior parte das vezes a venda do produto ocorria na propriedade, sendo o comprador responsável pela informação do preço, fornecimento de embalagem e pelo transporte.

À época em que o estado de São Paulo ainda tinha uma produção expressiva, Monteiro *et al.* (1993) classificaram os produtores em dois grupos: (1) pequenos, com área plantada de 0,5 a 1ha e produtividade média de 8-10t/ha; (2) grandes, com área cultivada de 5 a 10ha e produtividade média de 22t/ha, variando de 15 a 30t/ha. Nas pequenas propriedades, constatou-se baixa fertilidade e condições físicas do solo inadequadas e alta incidência de nematóides; nas grandes, era utilizada mecanização, irrigação complementar e rotação de culturas, principalmente com batata e milho.

No Distrito Federal, as áreas cultivadas com mandioquinha-salsa são pequenas (0,15 a 0,25ha), com uma produtividade média de 9,3t/ha, em propriedades de 3 a 6ha, sendo cultivadas outras hortaliças, como tomate, alface, repolho, couve, abobrinha e outras (Santos *et al.*, 1997).

A cultura também vem sendo avaliada sob o sistema de cultivo orgânico no Espírito Santo e apresentou alta produtividade (29 a 34t/ha), tolerância às pragas e doenças e excelente adaptabilidade às práticas orgânicas (Souza, 1998).

1.5 PESQUISA E INFORMAÇÕES SOBRE A CULTURA

Comparada com outras hortaliças, a mandioquinha-salsa é uma cultura relativamente pouco estudada, com carência de informações em algumas áreas agrônômicas. Além disto, algumas publicações são de difícil acesso por terem sido divulgadas em veículos de circulação restrita e sem indexação. Estão nesta condição revistas regionais ou institucionais, resumos ou palestras em anais de congressos e encontros, circulares e boletins técnicos, tanto no Brasil como no exterior. Para recuperar o máximo possível de informações sobre a cultura, a Embrapa Hortaliças publicou em agosto de 1995 a "Bibliografia Internacional de Mandioquinha-Salsa" (Santos *et al.*, 1995), com 336 referências de diferentes fontes (artigos científicos e técnicos, teses, reportagens, folhetos, etc). Posteriormente, esta publicação foi transformada na "Base de Dados sobre Arracacha/Mandioquinha-Salsa", alcançando 661 registros de abrangência internacional em abril/2001 (Embrapa Hortaliças, 2001), com acesso público via *internet* (www.embrapa.br/bd), usando-se palavras-chave para localizar os trabalhos. As publicações mais relevantes sobre a mandioquinha-salsa são dois fascículos do "Informe

Agropecuário”, um sobre umbelíferas (ano 10, n.120, dezembro 1984) e outro específico sobre mandioquinha-salsa (v.19, n.190, dezembro 1997), publicado pela Epamig; um capítulo sobre a cultura no livro “Andean roots and tubers: ahipa, arracacha, maca and yacon” (Hermann & Heller, 1997); e os livros “Mandioquinha-salsa – manejo cultural” (Santos & Carmo, 1998) e “Mandioquinha-salsa no agronegócio do estado do Paraná” (Santos *et al.*, 2000).

As principais instituições brasileiras que fazem pesquisa e extensão rural com a mandioquinha-salsa são a Emater-PR, Emater-MG, Embrapa Hortaliças, Incaper (ex-Emcaper), Epamig, Instituto Agrônômico de Campinas, Unesp Botucatu, Universidade Federal de Viçosa e Universidade Federal do Mato Grosso do Sul. No exterior, o mais importante é o “Centro Internacional de la Papa (CIP)”, em Lima, Peru. Outras universidades e institutos de pesquisa da região andina (Peru, Equador, Colômbia e Venezuela) executam projetos de pesquisa com a cultura. Agências de fomento e apoio a pesquisa da Europa (GTZ, da Alemanha e CODESU, da Suíça) e universidades americanas também participam em programas colaborativos com instituições sul-americanas no desenvolvimento de pesquisas com mandioquinha-salsa.

1.6 VARIABILIDADE MORFOLÓGICA

Considera-se que o gênero *Arracacia* tenha nove espécies distribuídas na América do Sul. Aparentemente, existe pouca variabilidade morfológica no conjunto de genes da espécie cultivada (Hermann, 1997). A raiz é a parte da planta que apresenta maior variação, principalmente em relação a sua coloração, podendo ser separadas em três categorias: branca, amarela ou com pigmentação púrpura no córtex exterior ou nos vasos. A variabilidade na forma das raízes é modesta quando comparada com outras raízes e tubérculos (Hermann, 1997). Baseando-se na quantidade de nomes e nas descrições disponíveis, considera-se que entre todos os países que cultivam mandioquinha-salsa, o Peru tenha a maior diversidade morfológica da cultura.

A mandioquinha-salsa produz sementes verdadeiras, mas em geral sua viabilidade e germinação são baixas. A forma usual de plantio é através de mudas, o que dificulta a identificação precisa de cultivares porque a parte vegetativa e os materiais de raízes amarelas são parecidos entre si. No Brasil são conhecidas apenas cultivares (ou clones) de raízes brancas e amarelas. O genótipo de raízes brancas é cultivado em pequenas áreas, eventualmente no sistema orgânico, mas de uma forma geral tem menor valor comercial e

as raízes apresentam sabor menos acentuado depois de cozidas. As cultivares de raízes amarelas são mais conhecidas e consumidas, e tem maior valor comercial. A cultivar conhecida como “Amarela” (aparentemente sinônimo de “Amarela Comum” e “Amarela de Carandaí”) vem sendo cultivada desde sua introdução no Brasil, no início do século. A autopolinização de diferentes populações deste clone resultou em progênes com uma ampla variação de coloração de raízes, desde branco até amarelo intenso, demonstrando ser altamente heterozigoto (Hermann, 1997).

A Embrapa Hortaliças (1999) lançou em 1998 uma nova cultivar de mandioquinha-salsa, a “Amarela de Senador Amaral”, que apresenta como características precocidade, maior produtividade e boa conformação de raízes. Uma planta produz em média 5-7 raízes comerciais de diferentes formatos e tamanhos, sendo considerada mais produtiva que a tradicional “Amarela Comum”, com maior proporção de raízes comerciais. Em Piên-PR, em um plantio comparando-se estas duas cultivares, obteve-se 94% de raízes comerciais (19,7t/ha) para a “Amarela de Senador Amaral” e 57% (7,1t/ha) para a “Amarela Comum” (Moleta & Santos, 2000). A produção pode ser considerada como boa quando 70% das raízes são classificadas como “Extra”, ou seja, raízes com 15cm de comprimento e boa conformação (Silva, 1967).

1.7 ÁREAS DE PRODUÇÃO NO BRASIL

Tradicionalmente, a cultura era mais expressiva em área cultivada e produção em São Paulo e Minas Gerais. A partir da década de 70, a importância de São Paulo como região produtora decresceu e a cultura era mais expressiva na região sul de Minas Gerais (Santos, 1997a), e nos estados do Paraná e Espírito Santo (Tabela 1.1), de acordo com dados das safras 1992/93 (MG e SP) e 1995/96 (PR, ES e SC). Nestes estados a produtividade era estimada em 8,04 a 13,23t/ha, dependendo da adoção de técnicas de cultivo (espaçamento, irrigação), épocas de plantio e colheita. A partir de 1991, o Paraná começou gradativamente a aumentar a área cultivada, sendo que de 1992 para 1993 a produção teve um incremento de 63,8%, passando de 12.758 para 19.988t e a área cultivada aumentou 69,2%, de 1.742 para 2.518ha (Tabela 1.2).

Paraná Em 1998, a mandioquinha-salsa foi cultivada em mais de treze municípios (3.396 propriedades), com uma área cultivada de 7.633ha e produção de 72.616t, e produtividade média de 9,5t/ha (Santos *et al.*, 2000), bem maior do que a projeção apresentada pela Emater-PR (Tabela 1.2). Entre os municípios com maior área cultivada

destacam-se Pirai do Sul (2.400ha) e Castro (1.000ha), situados perto de Ponta Grossa, e Agudos do Sul (1.500ha), no sul do estado, perto de Santa Catarina.

Minas Gerais Até 1995, a cultura estava presente em onze regiões do estado, com 1.321ha e uma produtividade média de 12,6t/ha (J.A. Santos, 1995). As principais regiões produtoras eram o Sul do estado (Pouso Alegre, Bom Repouso e Senador Amaral); a Zona da Mata (Muriaé e Simonésia); e a Mantiqueira (Carandá). A produtividade média do estado no período 1987-94 era de 9 a 11t/ha (Resende & Mascarenhas, 1997). Na região sul do estado, a mandioquinha-salsa apresentava uma relação área plantada/produtor de 8,68ha/produtor, a mais alta do País, embora algumas propriedades tivessem mais de 100ha. Esta região apresenta condições favoráveis para o cultivo, além de estar estrategicamente localizada perto dos maiores centros consumidores do País (São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte).

São Paulo O estado de São Paulo foi o pioneiro no cultivo da mandioquinha-salsa em escala comercial, a partir da década de 30, abastecendo seu mercado interno e também as cidades do Rio de Janeiro, Belo Horizonte e Curitiba (Monteiro *et al.*, 1993). A produtividade da cultura chegou a alcançar até 35t/ha em avaliações feitas pelo Instituto Agrônomo de Campinas na década de 40. Em 1958, a produtividade média no município de Piedade era de 17t/ha. Monteiro *et al.* (1993) definiram as microregiões paulistas Encosta Ocidental da Mantiqueira Paulista, Sorocaba, Bragança Paulista, Vale do Paraíba, Campos de Itapeninga, Paranapiacaba, Apiaí e Grande São Paulo como as principais no cultivo da mandioquinha-salsa no estado. A cultura já foi mais expressiva (Monteiro *et al.*, 1993), observando-se uma redução da área plantada de 1.189ha no ano agrícola de 1987-88 para somente 205ha em 1992-93. O estado tinha destaque em relação a área cultivada, produção e produtividade até 1986, quando alcançou 14.900t e foram cultivados 1.686ha (Câmara, 1995). Foram apontadas várias razões para o declínio da produção nesta região, como a incidência de nematóides e a dificuldade de seu controle (custo, mão-de-obra, eficiência); ocorrência da broca; valorização imobiliária das terras da região, muito próximas da Grande São Paulo; baixa produtividade dos pequenos produtores e variabilidade na produtividade dos grandes produtores; ciclo muito longo da cultura (Monteiro *et al.*, 1993; Câmara, 1995). Atualmente a mandioquinha-salsa ainda é cultivada em algumas propriedades destas microrregiões, com uma tendência de expansão para outros municípios, como São Bento do Sapucaí-SP e adoção de técnicas de cultivo mais modernas.

Espírito Santo Os primeiros plantios de mandiquinha-salsa no estado foram iniciados na década de 50 na região serrana, em pequenas áreas e sem objetivo comercial (Silva, 1995). A partir de 1970, as áreas de plantio foram crescendo lentamente em função do aumento da demanda por parte de outros estados. Em 1990, a área cultivada no estado era de 250ha passando para 700ha em cinco anos (Silva, 1995), sendo os maiores produtores os municípios de Muniz Freire, Alfredo Chaves, Vargem Alta, Domingos Martins, Marechal Floriano e Venda Nova do Imigrante. O estado consome apenas 5% da produção e o restante destina-se aos mercados de Minas Gerais e Rio de Janeiro. O Espírito Santo é pioneiro na pesquisa no sistema de cultivo orgânico da mandiquinha-salsa, desenvolvida pela Incaper (ex-Emcapa), e os resultados indicaram boa adaptação da cultura ao sistema e obtenção de bons rendimentos (Souza, 1998).

Santa Catarina A principal região produtora localiza-se no Planalto Norte, nos municípios de Campo Alegre, São Bento do Sul, Itaiópolis, Rio Negrinho, Santo Amaro e Major Vieira. Esta região caracteriza-se por pequenas propriedades, onde a mandiquinha-salsa não é o principal cultivo. A produtividade média do estado era de apenas 7,4t/ha devido a baixa adoção de tecnologias, chegando a alcançar 12t/ha em alguns casos (Pedro, 1995). Praticamente toda a produção é destinada para o mercado paulista, sendo beneficiada em Piedade e Tapiraí-SP.

Outros estados A mandiquinha-salsa não é muito expressiva em termos de produção e área plantada nos demais estados brasileiros. Na região Centro-Oeste, existem plantios isolados em pequenas áreas do Distrito Federal, Goiás e Mato Grosso do Sul. Como já demonstrado por vários trabalhos experimentais, é possível a obtenção de alta produtividade nesta região com a adoção das técnicas de cultivo disponíveis, como produção de mudas de melhor qualidade, novas cultivares, irrigação e adubação adequadas. O estado do Rio de Janeiro tem condições de clima e solo favoráveis para a produção desta cultura, principalmente na região Serrana (Nova Friburgo, Petrópolis, Teresópolis), mas a produção é insuficiente para atender a demanda do mercado da região metropolitana do Rio de Janeiro. Em 1987, o estado importou 87,4% do produto de São Paulo (Leal, 1988). Atualmente é abastecido principalmente pela produção do Espírito Santo e eventualmente por Minas Gerais e São Paulo.

1.8 CUSTOS DE PRODUÇÃO

Segundo Santos *et al.* (1997), o custo total de produção para o Distrito Federal (custos variáveis mais custos fixos) foi estimado em R\$ 4.640,00 por hectare, ou seja, R\$ 11,00 por caixa "K" com 22kg de raízes. O custo dos insumos correspondeu a 63% do custo total de produção e os serviços corresponderam a 19% (Tabela 1.3). Em relação a mão-de-obra, estimou-se que a cultura empregava 100 dias/homem/ha, sendo 80% contratada e 20% familiar, mais concentrada na fase de colheita e preparo pós-colheita (Santos *et al.*, 1997). Estes indicadores econômicos da cultura foram estimados pelo método de orçamentação parcial (Noronha, 1981), que analisa as decisões de produção para apenas um ciclo da cultura, fixando-se a densidade de plantas em 31.250 plantas/ha e uma produtividade média de 9,3t/ha. Para cada R\$ 1,00 aplicado na cultura obteve-se um retorno de R\$ 1,39, alcançando-se o equilíbrio entre receitas e custos com uma colheita de no mínimo 240 caixas/hectare. De acordo com estas estimativas, os produtores podem ter uma quebra de safra máxima de 39% sem incorrer em prejuízo desde que alcancem a mesma média de produtividade (9,3 t/ha). O custo de comercialização considera apenas o custo unitário de caixas "K" usadas (R\$ 0,60) e o frete mais a comercialização (R\$ 0,70), chegando a R\$ 1,30/caixa "K". Outra descrição de custo de produção foi feita pelo Sindicato Rural de Mogi das Cruzes-SP (Gishifu, 1997), onde o custo de produção de um hectare de mandioquinha-salsa, incluindo-se material consumido, operações, depreciação de máquinas e arrendamento, foi estimado em R\$ 6.822,57 (Tabela 1.4). O custo de comercialização foi estimado em R\$ 6,80 para uma caixa "K" com 22kg, considerando-se o valor de R\$ 23,79 como preço médio na CEAGESP (Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo), sendo o somatório dos seguintes componentes: comissão (15%), R\$ 3,57; Funrural (2,5%), R\$ 0,59; embalagem, R\$ 1,50; transporte, R\$ 1,00; descarga, R\$ 0,14 (Gishifu, 1997). Também foram estimados os custos de produção considerando-se quatro níveis de produtividade (Tabela 1.5), variando de muito baixa (200 caixas, equivalente a 4,4t/ha) a alta (500 caixas ou 11t/ha).

No Mato Grosso do Sul, a mandioquinha-salsa "Amarela de Carandá" tem apresentado ciclo vegetativo de 7-8 meses, com produção de 10-15ton/ha de raízes comercializáveis, a um custo de produção de R\$ 1.400,00/ha (Heredia Zárate & Vieira, 1999). Para o estado do Paraná, calculou-se o custo de produção baseando-se em dados empíricos obtidos junto a produtores para o ano de 1999 (Tabela 1.6), considerando-se uma produtividade mínima esperada de 19,8t/ha (Santos *et al.*, 2000). Os custos variáveis foram estimados em R\$ 1.830,00/ha, aproximadamente R\$ 3,05 a caixa com 33kg de raízes; o

custo dos insumos ficou em R\$ 710,00 (38,8%); e os serviços manuais R\$ 780,00 (46,6%); serviços de trator e tração animal R\$ 149,60 (18,1%).

1.9 MERCADO E COMERCIALIZAÇÃO

Atualmente o maior produtor nacional de mandioquinha-salsa é o estado do Paraná, com uma área cultivada de 8.558ha e uma produção de 85.580t em 1999. Minas Gerais é o segundo maior produtor, e as estimativas para 1999 foram de 2.700ha de área cultivada, com uma produção de 23.700t. Os outros estados importantes em termos de área cultivada e produção são o Espírito Santo, Santa Catarina e São Paulo (Tabela 1.2).

A comercialização da mandioquinha-salsa apresenta algumas particularidades que a diferencia de outras hortaliças, principalmente no tocante à concentração do produto. Em um estudo sobre produção e comercialização da mandioquinha-salsa em São Paulo no período 1980-86, considerou-se os municípios de Piedade, Tapiraí e Ibiúna como responsáveis por 81,5% da área cultivada no estado, com o período de colheita concentrado no período de dezembro a maio (Perosa *et al.*, 1988). Já naquela época, identificou-se que parte do produto comercializado na CEAGESP como sendo procedente de São Paulo era, na verdade, comprada em outros estados por comerciantes paulistas. A partir de 1982, a participação da produção de São Paulo era menor que a dos outros estados (Monteiro *et al.*, 1993), e a região de Piedade já se caracterizava mais como um pólo de processamento e comercialização do que de produção propriamente dita. Em 1990, foram comercializadas 16.000t na CEAGESP, sendo 48,6% do produto originário do próprio estado de São Paulo, 49,8% de outros estados e 1,6% de outras CEASAs (CEAGESP, 1990). Da porção produzida pelo estado de São Paulo, 31,5% e 6,5% foram provenientes respectivamente de Piedade e do município vizinho de Tapiraí. Em 1991, 75% do volume creditado como originário desta região era proveniente de Minas Gerais, Paraná e Santa Catarina, inclusive de outras localidades do estado de S. Paulo. Em 1995 (Pacheco, 1995), a CEAGESP negociava 50.000 caixas/mês provenientes de São Paulo (Piedade, Ibiúna e Tapiraí), Minas Gerais (Cambuí e Camanducaia) e Paraná (Tijucas do Sul, Pinhalzinho, Mandirituba e Águas do Sul).

Na CEASA-MG, em Belo Horizonte, 80% da mandioquinha-salsa comercializada é produzida no próprio estado, sendo a parte restante oriunda de São Paulo, Espírito Santo e Paraná (Resende & Mascarenhas, 1997). No Espírito Santo, a maior parte da produção é classificada e comercializada nas propriedades, sendo posteriormente exportada para os

mercados de Belo Horizonte e Rio de Janeiro, permanecendo apenas 5% no próprio estado (Santos *et al.*, 1997). O estado do Rio de Janeiro é abastecido pela região de Nova Friburgo e também pela produção de Minas Gerais, Espírito Santo e ocasionalmente por São Paulo. O estado do Paraná é abastecido pela sua própria produção, eventualmente importando de outros estados. Nos demais estados, a produção e o consumo são em menor escala.

1.10 VARIAÇÃO ESTACIONAL DE PREÇOS

De acordo com Perosa *et al.* (1988), a variação estacional dos preços da mandioquinha-salsa na CEAGESP não apresentou grandes oscilações no período 1980-84. Tomando-se o ano de 1980 como referência, os autores determinaram a amplitude do índice sazonal para os preços no atacado em 32,1, valor considerado pequeno quando comparado com outros produtos como a cenoura, que chega a alcançar 101,4. Esta relativa estabilidade dos preços do atacado está relacionada à complementaridade do abastecimento por outros estados. Os preços no varejo apresentaram uma maior oscilação, com uma amplitude do índice sazonal de 41,1. As margens de comercialização variaram de 63 a 76% no primeiro semestre e de 52 a 63% no segundo. Entre 1981 e 1988, a oferta do produto foi instável ao longo do ano, com uma amplitude de 85% para os índices estacionais de quantidade do produto e de 33% para os preços, que foram relativamente estáveis (CEAGESP, 1992). A sazonalidade é bem definida, com uma concentração da oferta no período de junho a outubro e conseqüente queda nos preços. Em 1990 foram comercializadas cerca de 16.000t do produto na CEAGESP, concentrando-se 46% no quadrimestre maio a agosto. Em 1994, a amplitude sazonal foi de 34,2%, demonstrando uma consistente estabilidade de preços da mandioquinha-salsa quando comparada com a cenoura, que apresentou um índice médio de 100,2% (Câmara, 1995). De acordo com Camargo Filho *et al.* (2001), o preço médio no período 1995-1999 foi de R\$ 23,95 a caixa “K” de 22-24kg e apresentou pouca oscilação estacional; a maior oferta ocorreu no período maio-setembro e os preços ficaram abaixo da média em julho e agosto.

A mandioquinha-salsa comercializada na CEASA-MG no período de 1977 a 1994 não apresentou sazonalidade muito acentuada de preços (Resende & Mascarenhas, 1997). Os índices estacionais no período de safra (junho a setembro) foram inferiores a 100, enquanto na entressafra (outubro a maio) foram superiores a 100. Os preços médios alcançaram as cotações máxima e mínima em dezembro e agosto, sendo 9,3% acima e 10,5% abaixo da média anual, respectivamente.

1.11 COMERCIALIZAÇÃO E CONSUMO EM OUTROS PAÍSES

A mandioquinha-salsa também é produzida e comercializada em outros países da América Latina, sendo mais expressiva nos países andinos, principalmente Colômbia, Venezuela e Equador; na Bolívia e Peru é cultivada e consumida apenas em algumas regiões.

Equador No Equador, os consumidores preferem raízes brancas (CIP, 1995), apesar de existirem também clones de raízes amarelas e arroxeadas ("morada"). Neste país, os principais problemas da cultura são as podridões e a alta perecibilidade das raízes, ocorrência de pulgões e a impossibilidade de cultivar duas vezes consecutivamente no mesmo local. Os consumidores de Quito, principal mercado do Equador, desconhecem nomes de cultivares e a existência de cores, formas e sabores diferentes. Um estudo dos hábitos dos consumidores revelou que a frequência de compra é semanal (34,5%), adquirindo aproximadamente 1kg de raízes de tamanho médio. As principais formas de preparo são empadas (60,7%) e purê (40,7%), sendo também cozida, frita, como parte de guisados ou preparadas com creme. Os consumidores atribuem ao produto qualidades como nutritiva e de fácil digestão, e citam que a dificuldade de armazenamento é uma das limitações desta hortaliça.

Colômbia Em um trabalho feito na cidade de Manizales, na Colômbia, foram analisados os processos comerciais e hábitos de consumo de mandioquinha-salsa (Rios Perez, 1985). A maior parte dos dados foi obtida através de questionários, sendo entrevistados 10 atacadistas, 205 varejistas e 270 consumidores, pertencentes a seis diferentes estratos sociais. O principal canal de comercialização (40,2%) incluía os seguintes segmentos: produtor → atacadista → varejista → consumidor, sendo ainda mencionados outros quatro canais envolvendo sempre estas quatro etapas. O volume comercializado em Manizales era de 7.337kg/semana, com um consumo *per capita* de 18,5kg/pessoa/ano, sendo consumida por 59,6% das famílias entrevistadas. A cv. Salaminea Blanca, de raízes brancas, foi mencionada como a mais comercializada em volume, sendo também comercializada a cv. Yema de Huevo, de raízes amarelas, e outra de raízes "moradas" (arroxeadas), menos populares, cujo interior apresenta estrias de coloração púrpura. O transporte entre o produtor e o comércio era feito majoritariamente por camionetas do tipo "Jeep", e a comercialização feita em sacos grandes ("costales de fique"), também usados para batata, com capacidade para 62,5kg. O produto não era armazenado pelo desconhecimento de métodos adequados e por ser altamente perecível,

sendo vendido no máximo entre 3 e 5 dias. Por esta razão, 60% dos atacadistas compravam o produto três vezes por semana e os 40% restantes diariamente. Apesar de terem sido propostas normas de classificação do produto por organizações como a “Federación Nacional de Cafeteros” e pelo Ministério da Agricultura, estas não foram adotadas na prática. Os compradores selecionavam o produto de acordo com suas necessidades e preferências. O tipo de raiz mais valorizado pelos atacadistas era de tamanho médio, com 12cm de comprimento e 5-6cm de diâmetro, de coloração branca, limpa, de aparência fresca, sem feridas. A margem de comercialização era de 44,7% para o produtor; 22,6% para o varejista; 19,1% para o atacadista e 13,6% para o intermediário. A classe média era a maior consumidora de mandioquinha-salsa, preferindo os supermercados pela comodidade, oferta de produtos com maior qualidade e melhor atendimento; já os das classes mais baixas compravam em quitandas, mercearias e de ambulantes por serem mais próximos de suas residências. Os consumidores (52,8%) consideravam o preço da mandioquinha-salsa mais barato que a batata e a mandioca, e que as raízes deveriam ter menor presença de lesões (48%), serem mais homogêneas no tamanho (35%) e mais limpas (17%). Como recomendações, Rios Perez (1985) relacionou o desenvolvimento de métodos adequados de armazenamento e comercialização; a realização de uma campanha educativa para orientar o consumidor sobre o valor alimentício da mandioquinha-salsa; a análise de perdas pós-colheita e a determinação de seu ponto crítico; e a divulgação e aplicação de normas de classificação oficiais em todos os segmentos.

Venezuela A mandioquinha-salsa é muito apreciada no País, alcançando preços comparativamente mais altos que outros tubérculos e raízes, como inhame (*Dioscorea* sp.), cará (*Xanthosoma* sp.), mandioca e batata (Hermann, 1997). Seu consumo é freqüente e faz parte inclusive do menu de alguns restaurantes elegantes. Não existem dados atualizados acerca da produção e consumo, e de acordo com informações apresentadas por Hermann (1997), é cultivado um material de raízes amarelas, com produtividade de 5-10t/ha, raízes com 5-15cm de comprimento e peso médio de 100g. Entre 1951 e 1967 foram publicados na Venezuela alguns trabalhos pioneiros para aumentar a conservação das raízes, envolvendo tratamentos pós-colheita (Czyhrinciw & Jaffe, 1951; Revetti, 1967).

Bolívia Na Bolívia, a principal região produtora está a 120km de La Paz, na comunidade de San Juan de la Miel. Esta região localiza-se a 1.600-2.000m de altitude, apresenta terrenos acidentados (mais de 50% de declividade) e cerca de 98 produtores cultivam mandioquinha-salsa junto com outros produtos agrícolas (Espinoza Mercado,

1998). A mandioquinha-salsa é a cultura que apresenta maior retorno econômico porque é plantada em diferentes épocas e lugares, proporcionando praticamente um salário mensal devido às colheitas contínuas. É mencionado o uso de herbicidas apesar de também ser considerada uma cultura rústica, que dispensa o uso de fertilizantes e fungicidas. Em La Paz, o produto concentra-se no mercado Rodrigues, onde é monopolizado por três atacadistas. Apresenta pouca variação de preço ao longo do ano, sendo que a margem relativa entre o maior preço (novembro) e o menor (abril) não ultrapassa 10%. O canal de comercialização é simples e envolve quatro segmentos (produtor, atacadista, varejista, consumidor). As principais funções físicas no processo de comercialização envolvem a colheita, classificação, transporte até o rio, lavação, pesagem, empacotamento, carregamento, transporte, descarga e venda. O produtor só não é responsável pelo transporte e as vezes a classificação é feita após a limpeza. A classificação é feita de acordo com o tamanho da raiz (grande, média, pequena), sendo que somente as duas maiores são vendidas; as pequenas servem de ração para animais. A limpeza é feita colocando-se as raízes em sacos dentro da correnteza de rios para eliminar o solo e posteriormente acondicionadas em sacos de juta com até 92kg e transportadas em caminhões. Durante o processo de comercialização, as raízes frequentemente se quebram, ficando mais suscetíveis às podridões. Os sacos são excessivamente grandes e durante o transporte muitas vezes outros produtos são empilhados em cima e até mesmo passageiros sentam-se sobre o produto, aumentando ainda mais as perdas. A maior parte dos agricultores colhe às quartas-feiras e lava e beneficia o produto às quintas-feiras. Neste mesmo dia, um caminhão recolhe durante 5h a mandioquinha de diferentes propriedades e leva mais 6h para percorrer os 120km até La Paz. A venda no atacado acontece principalmente nas sextas-feiras. As margens de comercialização são de 71,4% para o produtor, 14,3% para o atacadista e 14,3% para o varejista. Apesar de os atacadistas ganharem apenas 14,3%, sua renda é muito mais elevada devido ao seu pequeno número (apenas três). Mesmo assim, para o produtor a mandioquinha-salsa é uma das culturas mais rentáveis economicamente. É mencionado que as razões para os altos preços da mandioquinha-salsa na Bolívia são sua perecibilidade e sua inaptidão ao armazenamento (Espinoza Mercado, 1998).

1.12 CARACTERIZAÇÃO DOS CANAIS DE COMERCIALIZAÇÃO

Os canais de comercialização de produtos hortícolas são extremamente dinâmicos, resultado de demandas novas e tradicionais e das oscilações de preços. De forma

simplificada, o sistema produtivo da mandioquinha-salsa pode ser agrupado em quatro grandes segmentos: (1) produção e beneficiamento; (2) atacado e processamento industrial; (3) varejo; e (4) consumo (Figura 1.1). Na Colômbia, na região de Manizales, foram identificados cinco canais de comercialização para a mandioquinha-salsa (Rios Perez, 1985), sendo o principal (40,2%) o que envolvia a seguinte sequência: produtor → atacadista → varejista → consumidor. O segundo mais importante possuía uma etapa a mais, representado pelo intermediário (27,2%): produtor → intermediário → atacadista → varejista → consumidor. No Brasil não foi encontrada nenhuma descrição detalhada dos canais de comercialização desta hortaliça, apesar de serem conhecidos os principais fluxos e seus agentes. Nas nossas condições, constataram-se os mesmos canais descritos na Colômbia, além de outros mais, dependendo da região de produção e do local de venda (Figura 1.1). A comercialização pode ser muito simples, como no caso da venda direta do produtor para o varejo, como ocorre em Brasília e outras localidades situadas em regiões produtoras, que envolve apenas três etapas (produtor → varejo → consumidor). Neste caso, o produtor assume as tarefas de colher, beneficiar (lavar, classificar e embalar) e transportar o produto até o varejo, eliminando três segmentos (intermediário, beneficiador e atacado). A mais complexa é dividida em sete segmentos (produtor → intermediário → lavadora → atacado → distribuidor → varejo → consumidor). Na CEAGESP, maior e mais significativo mercado atacadista brasileiro, o principal canal de comercialização envolve seis etapas: produtor → intermediário → beneficiador → atacadista → varejista → consumidor, diferente do que acontecia na Colômbia, onde este canal representava apenas 27,5% do total comercializado (Rios Perez, 1985). Os intermediários e os beneficiadores tem um papel importante no abastecimento diário do mercado, com uma relação de interdependência. Os intermediários são responsáveis pela compra quase que diária (cinco a seis vezes por semana) de cargas que chegam a 10t de mandioquinha-salsa, que são repassadas para os beneficiadores. A compra da produção pode ser acertada meses antes da colheita ou então pelo contato direto com produtores com lavouras na fase de colheita.

Os canais de comercialização no Brasil podem ter a participação de até oito agentes desde o produtor até o consumidor (Figura 1.1), considerando-se como o principal o que tem a CEAGESP como centralizador da produção. O produtor tem seis possibilidades de venda de seu produto: (1) ao intermediário; (2) ao beneficiador; (3) a outras CEASAs (Belo Horizonte, Rio de Janeiro, Curitiba, Brasília, Florianópolis, Vitória); (4) direto ao varejo;

(5) para empresas de processamento; e (6) diretamente ao consumidor. O principal cliente dos intermediários são os beneficiadores, e eventualmente as empresas de processamento. Os beneficiadores possuem um mercado mais amplo que o intermediário, podendo vender o produto para a (1) CEAGESP; (2) outras CEASAs; (3) varejo, principalmente supermercados; (4) empresas de processamento; e (5) distribuidores. A CEAGESP distribui a mandioquinha-salsa para o varejo (1), para outras CEASAs (2), para empresas de distribuição (3), para indústrias de processamento (4) e internamente para outros atacadistas (5). As outras CEASAs comercializam para o varejo, distribuidores e processadores. As empresas de processamento vendem seus produtos diretamente ao varejo e aos distribuidores, e estes últimos para o varejo ou em alguns casos diretamente ao consumidor. Através do varejo (supermercados, quitandas, sacolões, feiras-livres) a mandioquinha-salsa chega até o consumidor (Figura 1.1).

O aumento do número de canais de comercialização é resultado de um incremento na segmentação do mercado e demandas diferenciadas. A distribuição da mandioquinha-salsa atualmente é mais complexa devido à crescente participação de supermercados na venda de hortaliças, ao surgimento de distribuidores, e ao aumento da demanda por produtos semi-processados e industrializados. Nos últimos anos, uma parte da produção é destinada para as indústrias de alimentos, que processam as raízes de mandioquinha-salsa em várias formas, como desidratação, congelamento, liofilização, cozimento por vapor e minimamente processado. Assim como ocorre para outras hortaliças, também cresce a importância de restaurantes industriais e coletivos (hotéis, quartéis, hospitais, escolas, indústrias) e embaladores como consumidores de mandioquinha-salsa.

1.13 COLHEITA E MANUSEIO PÓS-COLHEITA.

Foram identificados vários sistemas de manuseio pós-colheita para a mandioquinha-salsa, de acordo com o volume da produção e a região. Para este trabalho, considerou-se como o mais importante e significativo nacionalmente o sistema usado no produto comercializado na CEAGESP, em São Paulo-SP, sendo caracterizado com base no trabalho de Kasmire (1985) feito para algumas hortaliças nos Estados Unidos. A cadeia de pós-colheita da mandioquinha-salsa comercializada na CEAGESP pode ser dividida em nove etapas: (1) colheita; (2) carregamento; (3) transporte para o galpão de beneficiamento; (4) descarga; (5) lavagem das raízes; (6) seleção e classificação; (7) encaixotamento; (8) carregamento; (9) transporte para os mercados (Figura 1.2). As diferenças encontradas entre o sistema de manuseio de raízes e tubérculos nos Estados Unidos e a mandioquinha-

salsa no Brasil são basicamente três: (1) ausência do banho com água gelada (“hydrocool”), que retira o calor de campo de produtos como a cenoura e o nabo; (2) ausência do processo de armazenamento e cura antes da limpeza, como feito para batata e batata-doce; e (3) ausência de armazenamento refrigerado temporário. O banho de hortaliças com água gelada ou gelo picado é muito importante nas regiões produtoras do Arizona, Califórnia e Flórida quando a colheita é feita em períodos de calor. Em alguns casos, o produto é transportado por mais de 4.000km por via terrestre, como é caso de hortaliças cultivadas na Califórnia e vendidas em New York. No Brasil, o tempo transcorrido entre a colheita e o consumo da mandioquinha-salsa é o mais rápido possível. A mandioquinha-salsa produzida em Minas Gerais, Paraná e Santa Catarina destinada ao mercado paulista é colhida durante o dia, sendo recolhida no campo, acondicionada em caixas plásticas e carregada nos caminhões até o final da tarde, preferencialmente antes de anoitecer. O transporte é feito à noite, quando a temperatura é mais amena. O armazenamento da mandioquinha-salsa antes da venda no atacado e varejo é ocasional, ocorrendo em duas situações específicas por aspectos de distribuição logística do produto. A mandioquinha-salsa comercializada na CEAGESP nas segundas-feiras é colhida na sexta-feira ou no sábado e transportada até o interior paulista no mesmo dia da colheita. Nas beneficiadoras, as raízes ficam acondicionadas nas próprias caixas em que foram colhidas e transportadas (caixas plásticas de 30-34kg) e são mantidas nos galpões em temperatura e umidade relativa ambiente, sem lavar, até o domingo à noite, quando são beneficiadas. Nesta condição, as feridas cicatrizam e o solo aderido fica menos úmido. Em geral, as beneficiadoras localizam-se em zonas altas (Senador Amaral-MG, 1.200m; Piedade-SP, 781m; Tapiraí-SP, 875m), com temperaturas amenas no verão e baixas no inverno. A segunda situação ocorre em algumas lavadoras em que as cargas não são processadas no mesmo dia. Parte das caixas são reservadas para serem beneficiadas um ou dois dias mais tarde, e nesta condição as raízes sem lavar permanecem submersas nos tanques das lavadoras. No inverno, a temperatura desta água pode chegar a 5°C e mesmo no verão é em geral bem mais baixa que a temperatura atmosférica.

1.14 MODOS DE COLHEITA

Uma das características peculiares da mandioquinha-salsa é apresentar um período de colheita elástico, que pode variar de 8 até 16 meses após o plantio. É possível determinar o período de colheita de acordo com a demanda do mercado ou disponibilidade de mão-de-

obra. A colheita das raízes é manual ou semi-mecanizada e demanda muita mão-de-obra. A colheita pode ser feita manualmente arrancando-se a planta do solo, puxando-a pela parte aérea quando o solo apresentar pouco teor de argila e estiver úmido (Silva, 1967). Em outras situações (solos mais argilosos e/ou mais secos), utiliza-se enxadas ou enxadões, sulcadores tracionados por animais (Silva, 1967) ou implementos agrícolas do tipo usado para a colheita de tubérculos de batata (Santos *et al.*, 2000). Depois de serem arrancadas as touceiras, as raízes são separadas manualmente, da periferia para o centro. As raízes são acondicionadas em contentores plásticos com capacidade para 30-33kg, sem uma seleção prévia. Não existem dados sistematizados dos preços pagos ao produtor, já que grande parte é vendido para intermediários. De acordo com Hermann (1997), o preço médio da mandioquinha-salsa pago ao produtor no Brasil (“farm-gate price”) nos anos precedentes a 1997 situava-se entre R\$ 0,40 e R\$ 0,60/kg, chegando a R\$ 1,50 para raízes lavadas no Distrito Federal em 1996.

Nas propriedades de tamanho médio da região de Castro e Piraí do Sul-PR a colheita é semi-mecanizada. Os produtores tem um implemento específico, uma lâmina feita sob encomenda a um custo de R\$ 700,00 a unidade, tracionada por um trator. A lâmina passa por baixo das raízes de duas leiras de plantas por vez e as plantas ficam soltas, na superfície do solo. Os operários separam as raízes manualmente das plantas e as acondicionam em contentores plásticos de 32kg. Um segundo trator com uma carreta recolhe as caixas do campo e as transporta até um caminhão.

Em lavouras menores ou para pequenos volumes de produto, a colheita é totalmente manual, como ocorre na maior parte das plantações do Distrito Federal. Em áreas com solo friável, arenoso ou rico em matéria orgânica, não é preciso nenhum instrumento agrícola para afrouxar a touceira, bastando arrancar a planta pela parte aérea. Podem ser usados enxadas ou enxadões para facilitar a colheita. Quando a área de beneficiamento é próxima a lavoura, as raízes podem ser transportadas em carrinhos de mão ou em caixas de madeira ou plástico.

1.15 VENDA PELO PRODUTOR

Existem quatro possibilidades principais de venda da mandioquinha-salsa pelos produtores: (1) a venda direta ao consumidor; (2) ao varejo; (3) à indústria de processamento; ou (4) a algum tipo de intermediário, sendo esta última a mais importante em termos de volume do produto. Uma porção significativa da produção do Paraná, Minas

Gerais e Santa Catarina é vendida diretamente no campo, sem beneficiamento algum das raízes. O valor do produto e as condições de pagamento são negociadas com o comprador, geralmente um intermediário. Os menores produtores não tem muito poder na negociação dos preços, e ainda não existem associações ou cooperativas para reunir volumes maiores do produto e ter maior poder de barganha na venda. Os maiores produtores em geral são melhor informados sobre o mercado e condições de venda mais favoráveis. Existem basicamente dois tipos de intermediários: o “olheiro”, ou representante das lavadoras, e o “corretor” de mandioquinha-salsa. O “olheiro”, também conhecido como comprador, permanece constantemente nas regiões produtoras e localiza lavouras em fase de colheita, negociando diretamente com os agricultores. Em geral, o comprador representa mais de um proprietário de beneficiadora ou lavadora, sendo que uma mesma carga do produto pode ser destinada para duas ou mais lavadoras diferentes. Os “corretores” são indivíduos independentes, que compram grandes volumes dos agricultores e posteriormente negociam o produto com os proprietários de galpões de beneficiamento. No Paraná e Santa Catarina, existem mais de sete “corretores” atuando, e que de certa maneira dominam o mercado de compra do produto. Muitas vezes, os “corretores” contratam a compra da produção antecipadamente, antes mesmo do plantio. Também responsabilizam-se pela colheita, pela contratação da mão-de-obra, fornecimento de caixas e pelo caminhão para transporte; o produtor faz o transporte das caixas da lavoura até o caminhão. Em Pirai do Sul, são contratados 28-40 trabalhadores braçais para a colheita, a um custo de R\$ 10,00 por dia de trabalho para cada um, para colheita de 1-2ha (janeiro 2001). O transporte até as lavadoras também é custeado pelos corretores, em seus próprios caminhões. O custo do transporte da região de Castro e Pirai do Sul-PR até o interior de São Paulo (aproximadamente 400km) é de R\$ 400,00, incluindo contratação do motorista, combustível, pedágios, etc. O destino de grande parte da produção do Paraná, Santa Catarina e sul de Minas Gerais são os municípios de Piedade e Tapiraí, situados na região de Sorocaba-SP. Estas localidades concentram um grande número de galpões de beneficiamento, onde são feitas as operações de limpeza, classificação e embalagem, o que aparentemente ocorre desde 1982 (Perosa *et al.*, 1988; Monteiro *et al.*, 1993).

O preço varia de acordo com a demanda do mercado, época do ano, qualidade das raízes, entre outros fatores. A aparência e a proporção de raízes comerciais são duas características importantes na determinação do valor do produto. O preço da caixa plástica com 30-33kg de raízes sem beneficiamento pode alcançar três faixas de preço: (1) baixo:

varia de R\$ 5,00 a 8,00; (2) médio: R\$ 10,00 a 12,00; (3) alto: acima de R\$ 16,00. No Paraná, o preço situa-se entre R\$ 6,00 e R\$ 18,00; em períodos de grande escassez do produto pode chegar a R\$ 50,00. Exemplos da variação dos preços pagos ao produtor: (a) em abril/2000, a cotação de uma caixa na região de Pirai do Sul-PR era de R\$ 19,50, mas apresentou grandes variações nos meses de maio a agosto/2000, de R\$ 6,00 até R\$ 15,00; (b) em janeiro/2001, na mesma região o preço pago a um produtor foi de R\$ 12,00/caixa porque as raízes apresentavam tamanho médio a pequeno, e no dia seguinte em outro produtor R\$ 15,00/caixa, apesar de as raízes estarem velhas, colhidas com 16 meses. No Paraná e Santa Catarina é comum o intermediário pedir um prazo de até 40 dias para efetuar o pagamento ao produtor e a cada 10 caixas compradas pedir uma a mais para cobrir perdas (solo aderido, pontas das raízes, raízes descartadas).

No Distrito Federal alguns produtores cultivam mandioquinha-salsa escalonadamente ao longo do ano, e possuem contratos de venda direta com supermercados de pequeno e médio porte e sacolões. A colheita e lavagem das raízes é manual, já que o volume diário fornecido é de apenas 50-100kg/dia, sendo todas as tarefas executadas por 2-3 operários. Como não existe intermediário, o preço recebido pelo produtor é mais elevado, alcançando de R\$ 25,00 até R\$ 40,00 por caixa "K" de aproximadamente 22kg, ou então R\$ 1,00-1,50/kg.

1.16 LIMPEZA DAS RAÍZES

A limpeza das raízes é essencial para a comercialização de mandioquinha-salsa, sendo que a lavagem das raízes é comum em todas as regiões produtoras. É praticamente impossível comercializar mandioquinha-salsa sem a lavagem, ao contrário de outras hortaliças, como a batata, para a qual existem segmentos de mercado que aceitam tubérculos escovados ou sem lavar. A limpeza melhora a aparência das raízes, ressaltando principalmente seus atributos de cor e forma, embora existam restrições em relação a lavagem. De um modo geral, considera-se que o processo de lavagem acelera a deterioração das raízes, reduzindo a conservação em relação àquelas sem lavar (Thompson, 1980; Câmara, 1984; Henz *et al.*, 1991).

A limpeza das raízes com água pode ser feita de várias maneiras, usando-se tambores, caixas de madeira, sacos telados, cilindros rotativos ou pelo sistema de redes, típico das lavadoras da região de Piedade e Tapiraí-SP (Freire *et al.*, 1984; Santos *et al.*, 2000). A opção por diferentes sistemas depende principalmente do volume de raízes a ser

processado, da disponibilidade de mão-de-obra e de equipamentos, e do custo da operação. A limpeza manual é feita lavando-se as raízes individualmente, uma a uma, com um pano, esponja ou outro material macio. As raízes podem ser acondicionadas dentro de um saco, fazendo um movimento pendular dentro da água de tanques, riachos ou açudes, com dois operários segurando-o pelas extremidades. As raízes também podem ser colocadas em uma caixa ou outro tipo de recipiente com água sob pressão fazendo movimentos circulares até eliminar o solo. De acordo com Silva (1967), um dos critérios para se definir o processo de limpeza é a idade das raízes: para aquelas com menos de 10 meses de idade, de pele pouco aderente, é recomendada a lavagem manual e individual, e para as outras de pele mais firme utilizar o método do saco. No Distrito Federal, foram identificados três sistemas diferentes de limpeza das raízes utilizados por produtores que vendem pequenos volumes (até 150kg/dia) diretamente a varejistas: (1) lavagem manual de cada raiz individualmente, com um pano, feito por um operário; (2) dentro de um saco, segurado nas extremidades por dois operários durante 5-10 minutos, quando o volume de raízes é maior; e (3) com o uso de água sob pressão, com as raízes dentro de um carrinho de mão.

Eventualmente, as raízes de mandioca-salsa também são lavadas em cilindros rotativos, muito usados para raízes de cenoura. Estas máquinas são movidas a eletricidade, e possuem um ângulo aproximado de 15° no sentido da saída das raízes, imersos em água corrente pela metade, com o interior revestido por borracha (Freire *et al.*, 1984). Correia (1984) descreve uma visita a uma propriedade em Barbacena-MG, equipada com uma lavadora com um cilindro giratório dentro d'água, com secagem das raízes através de ventiladores no teto, sendo esta operação realizada durante 20 minutos. Em outras propriedades visitadas, a lavagem era feita manualmente, e a secagem das raízes sem equipamento especial. Santos (1997b) recomenda a lavagem das raízes em um recipiente na forma de um heptaedro (sete faces) em compensado naval, em cujo interior coloca-se uma tubulação com um forte jato de água, mergulhando-se um contentor plástico vazado com as raízes).

O sistema de limpeza mais importante para a mandioca-salsa é utilizado em São Paulo e algumas localidades do Paraná e do sul de Minas Gerais, e toda a produção comercializada na CEAGESP passa por este processo. O sistema é mecanizado, desenvolvido especificamente para lavar grandes volumes de mandioca-salsa, e funciona com redes de pano contendo as raízes, presas pelas extremidades, e que fazem um

movimento pendular parcialmente submersas em tanques de água (Santos *et al.*, 2000) e será descrito detalhadamente a seguir.

1.17 CARACTERIZAÇÃO DAS BENEFICIADORAS DE SÃO PAULO

Os caminhões transportam de 200 a 500 caixas plásticas vazadas (contentores) com aproximadamente 32kg de raízes diretamente do campo dos produtores em Minas Gerais, Paraná ou Santa Catarina, até os galpões de beneficiamento no interior paulista. A origem das máquinas de lavar da região de Piedade e Tapiraí, em São Paulo, é indeterminada, desconhecendo-se a autoria do processo. O sistema de funcionamento das máquinas foi baseado na mecanização da lavagem manual, descrita anteriormente, em que dois operários seguram as extremidades de um saco com as raízes dentro d'água. Antes da mecanização deste processo, foi feito um sistema intermediário em que os sacos com as raízes eram presos pelas extremidades dentro de um tanque com água e dois operários balançando, um de cada lado. Foi mantido o mesmo princípio, com o movimento pendular, substituindo-se a mão-de-obra humana por motores, e assim aumentando a velocidade e a quantidade de raízes lavadas por unidade de tempo. Este tipo de equipamento deve ter sido desenvolvido depois de 1967, pois em nenhum dos artigos sobre a cultura da mandioca-salsa na região é mencionado este tipo de limpeza das raízes (Normanha & Silva, 1963; Silva, 1967). Até então, a lavagem era feita manualmente, de forma bastante lenta, possível de ser utilizada somente para pequenas quantidades de produto. De acordo com informações coletadas na região, um dos pioneiros na adoção da mecanização do processo foi o Sr. Sebastião Labre da Silva, com base no equipamento do Sr. Manoel Garcia, um produtor de Ibiúna-SP, em meados de 1970. Na mesma época ou posteriormente, o marceneiro João Desordi começou a confeccionar estas máquinas no Distrito do Turvo, município de Tapiraí-SP, local que concentra mais de 15 lavadoras. Atualmente, existem diversas variações destas máquinas, executadas por marceneiros, serralheiros e mestres-de-obras da região, de acordo com as especificações demandadas pelos proprietários das lavadoras. As lavadoras podem ser classificadas em pequenas, médias e grandes, de acordo com sua estrutura física e número de empregados. As pequenas possuem apenas um tanque, com 8-10 redes, e empregam 3-5 pessoas; as médias possuem dois tanques, com 16-20 redes, e empregam 6-9 pessoas. As maiores possuem 3-4 tanques, com 30-50 redes e empregam até 25 pessoas.

A descrição a seguir é baseada em observações feitas em cinco lavadoras representativas do sistema do Distrito do Turvo no município de Tapiraí-SP e uma de Senador Amaral-MG. As lavadoras são compostas basicamente por uma área de carga e descarga das caixas, um tanque com água com redes movimentadas por um motor, uma mesa de seleção das raízes e uma área de embalagem (Figuras 1.3 e 1.4). O lugar de instalação das lavadoras sempre dispõe de eletricidade, localiza-se perto de uma fonte de água (córrego, riacho ou açude) e é acessível por estradas. O galpão é coberto, com ou sem paredes laterais de alvenaria, e pode ser dividido em áreas específicas para as operações de descarregamento, lavagem, seleção, embalagem e carregamento (Figura 1.3). O equipamento básico das máquinas de lavar é composto por um motor, que através de polias e de um "braço" mecânico movimenta as redes com as raízes dentro de um tanque com água. A maior parte das máquinas é movida por um motor de 1,5 HP e até 1.730 rpm, que movimenta duas polias com correias, uma com 0,7cm e a outra com 0,5m de diâmetro, ligadas entre si por um pequeno eixo, situado a 1,6m do chão. A polia menor movimenta um "braço" mecânico articulado em duas partes, uma ligada horizontalmente à polia, com 1,9m de comprimento, e a outra vertical, com 1m de comprimento, presa à estrutura retangular ("quadro"), que balança ritmicamente as redes. Também existem máquinas em que este "braço" articulado movimenta o "quadro" por baixo. O "quadro" é sustentado por dois postes de concreto ou de madeira com 0,9m de altura, com dois rolemãs na parte superior para facilitar o movimento do eixo, fazendo com que as redes tenham um movimento pendular. Esta estrutura é de madeira ou ferro, e tem tamanho variável, de acordo com o número de redes de cada lavadora. Em geral, mede 1,2m de largura por 3,6m de comprimento, com pinos de ferro a cada 20cm para prender as redes, sendo cada rede presa por dois pinos em cada um dos dois lados da estrutura. Com estas dimensões, o "quadro" comporta de 8 a 10 redes, com capacidade para lavar até 35kg de raízes em cada rede, embora já existam "quadros" bem maiores, com capacidade para 25 redes, lavando simultaneamente aproximadamente 850kg de raízes. Nas máquinas mais antigas toda a estrutura é de madeira, enquanto nas mais novas é de ferro, material mais resistente e que sustenta um maior número de redes (Figura 1.4).

Os tanques de água são construídos de acordo com as dimensões dos "quadros", sendo um pouco maiores em sua largura e comprimento. Para um "quadro" de 1,2m x 3,6m, o tanque pode ter 4m de comprimento, 1,40m de largura e 0,85-1m de profundidade, com capacidade para 4,8-5,6m³ de água. A água provem de pequenos córregos ou minas

por gravidade, geralmente bem próximos dos galpões e, em alguns casos, é bombeada por motores. Nos tanques, a renovação da água é lenta devido à pequena vazão em relação à quantidade de raízes lavadas simultaneamente. Na maioria das vezes, após a primeira lavagem a água já se torna barrenta, cheia de sedimentos do solo (Figura 1.4). Nas lavadoras que possuem duas ou mais máquinas, a água dos tanques é reaproveitada, passando diretamente de um para o outro.

As mesas de seleção são posicionadas estrategicamente a uma distância de 1,5-2m das máquinas de lavar; suas dimensões são 1,2m de largura, 0,8-1m de altura e 3-4m de comprimento, sustentadas por três cavaletes de ferro ou madeira. Nas laterais da mesa há tábuas com 20-25cm de altura que impedem a queda das raízes. O fundo é feito com tábuas com 5cm de largura, espaçadas com aproximadamente 1cm, de modo a formar frestas por onde escorre o excesso de água.

1.18 OPERAÇÃO DO SISTEMA

O tempo de lavação é de 30 minutos em média, e depende basicamente da aparência das raízes. Os principais fatores que interferem no processo de limpeza são a idade das raízes e a quantidade e o tipo de solo aderido às raízes, que dependem da umidade do solo na colheita. No caso de raízes com muito solo aderido e/ou mais velhas (colhidas com 12 a 15 meses) o tempo de lavação é maior, variando de 60 a 90 minutos, e para as raízes mais novas (8 a 10 meses) ou originárias de solos mais leves e friáveis é de apenas 15 a 20 minutos. Este método parece ser o mais adequado entre aqueles atualmente disponíveis para lavar grandes quantidades de raízes. Praticamente todas as raízes contidas dentro das redes ficam submersas na água, e o movimento pendular do equipamento faz com que se movam lentamente de forma circular, mudando de posição dentro da rede. Aparentemente, o atrito entre as raízes e estas com as redes de algodão é mínimo. Este mesmo sistema é usado para lavar outras hortaliças, como beterraba, batata-doce, cenoura e inhame, apenas reduzindo-se o período de tempo.

É necessário um operário para descarregar as caixas da carroceria do caminhão e mais dois para colocar as caixas com as raízes nas redes estendidas no chão da lavadora e posteriormente levantá-las pelas duas extremidades e prendê-las nos pinos do “quadro” da máquina de lavar. O motor é ligado após a colocação das redes e desligado depois de transcorrido o tempo de lavação decidido pelos critérios expostos anteriormente. Os

mesmos dois operários retiram as redes da máquina e as descarregam sobre uma mesa de seleção.

1.19 SELEÇÃO DAS RAÍZES

As redes são descarregadas sobre mesas de seleção à medida que as raízes vão sendo lavadas. É prática comum na maioria das lavadoras o enxágüe das raízes antes do início da classificação e seleção, para eliminar impurezas ainda remanescentes, como restos de folhas e pontas de raízes, que às vezes ficam aderidos às raízes limpas. O enxágüe é feito com um ou mais baldes de água limpa, proveniente de um reservatório situado próximo à mesa de seleção. Em algumas lavadoras, ao invés do enxágüe com água, são usados produtos químicos para reduzir a ocorrência da "mela", podridão-mole das raízes causada por *Erwinia*. De acordo com observações *in loco*, os produtos usados são kasugamicina ("Kasumin", da Hokko), cloramfenicol ("Soluthor", da Tortuga) e cobre ("Cobre Sandoz", da Sandoz), aplicados sozinhos ou misturados, sem um controle acurado da dosagem. Não existe nenhum produto químico registrado no Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento para uso na cultura da mandioquinha-salsa (Agrofit, 1998). "Kasumin" tem seu uso regulamentado oficialmente como tratamento pós-colheita de tubérculos de batata e raízes de cenoura, com período de carência de dois dias. Não existem informações sobre a eficiência do cobre e destes antibióticos no controle da deterioração em raízes de mandioquinha-salsa.

Os operários procedem à classificação das raízes visualmente, preenchendo as caixas de acordo com o tamanho e qualidade das raízes. Esta tarefa é geralmente feita por mulheres por requerer menor força física e mais atenção. O processo é rápido e contínuo, e cada uma das operárias (até 20 por galpão de beneficiamento) escolhe as raízes de uma determinada classe dentre aquelas disponíveis naquele momento na mesa de seleção. Os critérios de seleção são em parte subjetivos, levando-se em conta principalmente o tamanho e o aspecto visual das raízes. As raízes permanecem úmidas e molhadas quando são embaladas porque apenas o excesso da água de lavação e do enxágüe escorrem pelas frestas da mesa de seleção.

As caixas são colocadas sobre suportes (tábuas sobre cavaletes) dispostos ao lado das mesas de seleção, de modo a ficarem à mesma altura da mesa (Figura 1.4). As raízes de melhor aspecto (tamanho, uniformidade e aparência) de cada classe são escolhidas para preencherem o fundo e as partes laterais das caixas "K", de modo a dar uma idéia de seu

interior (“boca” e “vista”). O restante da caixa é preenchido por raízes de padrão inferior, seja no tamanho como na aparência. É comum o preenchimento de caixas de classes diferentes simultaneamente, o que agiliza a seleção das raízes. Raízes com defeitos graves, que apresentam podridões, partes brocadas, galhas de nematóides, manchas escuras, deformações e formato muito irregular são descartadas em caixas plásticas colocadas no chão. Este descarte é jogado fora ou então serve como ração para animais domésticos.

Um operário é responsável pela montagem e fechamento da caixa “K” com pregos, e pela identificação de sua classe, escrita na própria madeira da caixa, separando-as em grupos para facilitar o carregamento. Alguns atacadistas e supermercados exigem o produto embalado em contentores plásticos, geralmente raízes de qualidade superior (Extra B ou B). Quando todas as raízes foram lavadas, classificadas e embaladas, as caixas são carregadas e agrupadas por classes na carroceria do caminhão, sendo cobertas por uma lona térmica.

As raízes consideradas como comerciais alcançam as melhores cotações de mercado, e geralmente têm de 10 a 18cm de comprimento e de 3 a 5cm de diâmetro (Santos & Câmara, 1995). Freire *et al.* (1984) tipificam as raízes em três tamanhos: longa (16-18cm comprimento e 4-5cm diâmetro), média (13-16cm comprimento e 3-4cm diâmetro) e curta (10-13cm comprimento e <3cm diâmetro). De acordo com Santos (1997b), em períodos de escassez do produto no mercado, raízes fora deste padrão também são comercializadas, tanto aquelas muito grandes (acima de 18cm) como as menores, pequenas e arredondadas (até 10cm de comprimento).

1.20 SISTEMA DE CLASSIFICAÇÃO

Não existe uma norma oficial de classificação para a mandioquinha-salsa no Brasil, apesar de sua importância para unificar a linguagem de mercado e definir preços. Existem na literatura pelo menos sete descrições de classificação, todas baseadas no tamanho e qualidade das raízes (Silva, 1967; Freire *et al.*, 1984; Fonseca, 1984; Santos, 1997b; Santos *et al.*, 1998; Rodrigues, 1998; Santos *et al.*, 2000), sendo a maioria com três ou quatro classes, baseados no tamanho das raízes e sua qualidade ou no número de raízes na parte superior da caixa, popularmente conhecido como “boca” da caixa. Uma das primeiras classificações descritas para a mandioquinha-salsa separa as raízes em quatro classes (Silva, 1967): tipo Extra – raízes com 15cm de comprimento, forma cilíndrica e grossura média; tipo Especial – 16 a 18cm de comprimento e menos grossas que as anteriores; tipo Primeira: tamanho variando de 5 a 10cm; tipo Diversos – tamanho maior que 18cm ou

menor que 5cm. Freire *et al.* (1984) relacionam quatro classes: Extra A - raízes longas, tamanho e formato uniformes, cor amarela e sem esfolamento, com 9-12 raízes na "boca" da caixa; Extra - raízes médias, seleção menos rigorosa quanto à uniformidade e coloração das raízes, "boca" com 12-15 raízes; Especial - raízes curtas e grossas, seleção menos rigorosa que a anterior, "boca" com 15-18 raízes; Primeira - raízes misturadas, desuniformes, grandes e grossas ou pequenas e arredondadas. Na região de Juiz de Fora-MG, também é usado um sistema de classificação com quatro classes (Fonseca, 1984), sendo Extra AA ("boca" com 10 raízes), Extra A (12 raízes), Extra (12-15 raízes) e Primeira (> 16 raízes). Há outro tipo de classificação da mandioquinha-salsa no mercado (Santos, 1997b; Santos *et al.*, 1998), com apenas três classes: Extra 2A (120-140 raízes/caixa "K"), Extra A (140-180 raízes/caixa "K") e Extra (mais de 180 raízes/caixa "K"). Na CEASA-RJ, o produto aparece em geral em duas classificações, tipo Extra, com raízes uniformes de aproximadamente 15cm, e o tipo Especial, com raízes menores e fora do padrão (Rodrigues, 1998). Na CEASA-PR a classificação adotada é a seguinte (Santos *et al.*, 2000): Extra 3A (raízes >18cm), Extra 2A (>15 e <18cm), Extra 1A (>12 e <15cm) e Extra (<12cm). Na CEASA de Belo Horizonte as cotações de preços também são feitas para três classes (Extra A, Extra e Especial). Na CEAGESP, em São Paulo, as cotações do produto são feitas para apenas três classes (Extra 3A, Extra 2A e Extra 1A), embora neste mercado existam classes adicionais, não mencionadas nos seus boletins diários e mensais.

A classificação é uma das etapas mais críticas da cadeia de pós-colheita da mandioquinha-salsa, sendo um dos principais problemas do produto segundo os atacadistas da CEAGESP. A classificação das raízes determina seu valor como produto no mercado, com uma grande variação nos índices de preço, e ao mesmo tempo pode ser usada como um indicador qualitativo. De acordo com compradores ("corretores" e "olheiros") e atacadistas, a raiz ideal é a de tamanho médio e boa aparência, com formato similar ao da cenoura, cônico e retilíneo, com 15cm de comprimento e 4,5cm de diâmetro em sua parte mais grossa. A superfície das raízes deve ser lisa e brilhante, isenta de defeitos e lesões, com coloração amarelo-claro intensa.

A classificação usada na região de Piedade e Tapiraí, e conseqüentemente presente também na comercialização da CEAGESP, é mais ampla do que a relatada previamente na literatura (Freire *et al.*, 1984; Santos, 1997b). A denominação e o número de classes é livre, uma vez que ainda não existe uma norma oficial estabelecida para a mandioquinha-salsa. O sistema de classificação usado pelos diferentes galpões de beneficiamento não é uniforme,

apesar de adotarem um sistema de denominação de classes semelhante, conforme exige o mercado atacadista da CEAGESP. Em geral, utiliza-se o sistema com a letra "A" para denominar diferentes classes (A, AA, AAA ou então 1A, 2A e 3A), associadas ou não com palavras, como "Extra", "Especial", "Primeira". Na região de Piedade e Tapiraí é mais frequente o uso de letras para designar as classes, sendo que a classificação depende da qualidade das raízes de cada lote (carga de caminhão) e do sistema adotado pelas beneficiadoras individualmente. Vários fatores também interferem na classificação, que varia de acordo com a época do ano, preço de mercado, demanda e exigência do atacadista. A classificação de cinco lavadoras do Distrito do Turvo, tomadas ao acaso em 2000, exemplifica as variações encontradas no mercado (Tabela 1.7). A classificação foi dividida em seis classes ("Extra B", "B", "3A", "2A", "1A" e "Toco"), com 76,6% das raízes concentradas na classe de valor mais elevado ("Extra B") e um descarte médio de 6,9%. Existe uma forte tendência por parte das beneficiadoras em concentrar a maior parte do produto nas classes de valor mais elevado, independente de sua qualidade, constatando-se no mercado diversas classes superiores à 3A. O beneficiador faz uma classificação tendenciosa, com maior concentração do produto nas classes mais caras, principalmente se o preço pago ao intermediário por uma caixa de 32kg de raízes for alto. Em períodos de escassez no mercado e elevação de preço é possível comercializar também as classes mais baratas, inclusive aquelas nem sempre aceitas pelo mercado por conta de sua qualidade e aparência inferiores.

A classificação é importante pelo seu reflexo no mercado, regulando o preço de acordo com a qualidade do produto. Por esta razão, a adoção de um sistema comum por todos os segmentos envolvidos na comercialização da mandiquinha-salsa facilitaria a comunicação e determinaria com mais exatidão a qualidade e o preço do produto. Em seus boletins mensais, a CEAGESP considera apenas três classes (Extra 3A, Extra 2A e Extra 1A), mas é possível encontrar-se nos varejistas classes superiores à Extra 3A, como "B", "BX", "Extra B" e "Especial", com raízes grandes, uniformes e de excelente aparência; e também classes inferiores à Extra 2A e 1A, como "Extrinha" e "Miúda", com raízes pequenas; "Diversas", com raízes de tamanho e qualidade variados; e "Quebrada" ou "Toco", com raízes quebradas e pequenas. De acordo com Camargo Filho *et al.* (2001), o preço médio da caixa "K" de 22-24kg na CEAGESP no período 1995-1999 foi de R\$ 23,95. O preço das três classes comercializadas mantém uma proporção entre si, sendo o valor da classe 3A de 1,3-2,0 vezes mais que a 2A, e esta 1,5-2,0 vezes mais que a 1A. Em

fevereiro/1997 o preço da classe 3A era de R\$ 28,17; R\$ 14,67 para a 2A; e R\$ 7,72 para a 1A (CEAGESP, 1997), e em julho/2001, era de R\$ 26,00 para a 3A, R\$ 18,00 para a 2A e R\$ 10,00 para a 1A (CEAGESP, 2001). Na CEASA-BH, a cotação de preços para a mandioquinha-salsa é feita para três classes (Extra A, Extra e Especial), que provavelmente correspondem às mesmas da CEAGESP (1A, 2A e 3A) porque possuem preços similares e mantêm as mesmas proporções de valor entre si.

A porcentagem de raízes descartadas ("refugo") no processo de limpeza e seleção é variável, dependendo da época do ano, qualidade das raízes de cada lote e da demanda do mercado. Em termos médios, o descarte situa-se em torno de 5-10% , mas pode chegar a 25% no caso de raízes que apresentam defeitos graves. Em muitos casos, estas raízes são vendidas por um preço bem mais baixo, distribuídas em diferentes classes, como "Diversos", "Miúda", "Toco" ou "Quebrada". São descartadas raízes brocadas ou com podridões, com lesões de nematóides (galhas), formato de "bola" ou muito afiladas, pontas de raízes e os restos de folhagem.

Um dos reflexos da falta de controle e das reclamações por parte dos atacadistas de São Paulo a respeito da classificação das beneficiadoras é a reclassificação de parte do produto na própria CEAGESP. As melhores classes atualmente encontradas neste mercado, como "B", "Extra B" e "Especial", são o resultado da demanda dos atacadistas a fim de atender uma clientela mais exigente e disposta a pagar por um produto de alto padrão. Na prática, estas classes correspondem à "3A", desde que respeitados o tamanho e a aparência das raízes, sem misturas com outras de padrão inferior. Nos demais estados, o mercado é menos exigente e conseqüentemente a classificação é mais simples, com apenas duas ou três classes.

1.21 EMBALAGEM E TRANSPORTE

A mandioquinha-salsa é comercializada em caixas de madeira do tipo "K", com peso bruto de 25-27kg, de acordo com a Portaria nº 127 de 04/10/1991 do Ministério da Agricultura. As dimensões internas desta caixa devem ter 495mm de comprimento, 355mm de largura e 220mm de altura (Ministério da Agricultura, 1991). Seu peso é variável, devido a diferenças nas dimensões das caixas, condição da madeira (curada ou não) e da quantidade de água retida pela madeira. Na CEASA-RJ, além das tradicionais caixas "K", também são comercializadas caixetas de papelão com aproximadamente 5kg e raízes já

embaladas em bandejas recobertas com filmes plásticos de PVC com aproximadamente 500g para supermercados (Rodrigues, 1998).

Nas beneficiadoras de Piedade e Tapirai-SP, as caixas “K” utilizadas são novas, montadas na hora, feitas a partir de tábuas de pinho provenientes de serrarias da região; somente em casos excepcionais são usadas caixas de segunda mão. As medidas devem estar de acordo com o padrão exigido pela CEAGESP, o mesmo da Portaria nº 127. Na entrada do mercado é feita diariamente uma fiscalização aleatória, que no caso de verificar a existência de caixas fora do padrão, apreende e confisca a carga. Uma carga apreendida e doada à instituições de caridade pode representar uma perda de até R\$ 7.000,00. O custo unitário de uma caixa “K” nova é de R\$ 0,80 a R\$ 1,00, e a de segundo uso varia de R\$ 0,25 a R\$ 0,30, embora este último tipo seja proibido no mercado paulista. Um operário é responsável pela operação de fechamento das caixas, pregando duas tábuas na parte superior da caixa (“boca”), onde escreve com giz ou caneta de ponta grossa a classe do produto. Posteriormente, as caixas são carregadas na carroceria do caminhão, cobertas por uma lona térmica e transportadas até a CEAGESP, distante cerca de 120km da região. Para chegar até a cidade de São Paulo, existem duas rotas: a mais antiga é via Ibiúna e Mogi das Cruzes, uma estrada asfaltada que apresenta a metade do percurso com muitas curvas; a outra é via Sorocaba, pela Rodovia Castelo Branco, uma moderna estrada duplicada com cobrança de pedágio. Dependendo das condições climáticas e da intensidade do trânsito, este percurso é feito em 2-3h. O maior problema é na chegada a São Paulo, principalmente na Marginal Pinheiros, onde são comuns congestionamentos que podem atrasar a viagem em até 2h. Em geral, os caminhões chegam ao seu destino após as 11h da manhã.

A partir de 1999, atacadistas e alguns setores do varejo começaram a demandar das lavadoras produtos diferenciados. Até dezembro/2000, foram identificados seis tipos de caixas usadas por lavadoras de São Paulo e sul de Minas Gerais (Tabela 1.8). Estas mudanças tem um grande significado para a mandioquinha-salsa, uma vez que reduzem as perdas causadas por injúrias mecânicas, de grande incidência quando são usadas as tradicionais caixas de madeira. No Distrito Federal não existe uma preocupação muito grande com a classificação das raízes, selecionando-se mais pela sua aparência do que pelo seu tamanho. Na venda direta do produtor para o varejo, o produto é acondicionado em caixas “K”, contentores plásticos de 30kg ou caixas de papelão de 5kg. Um produtor fornece o produto já embalado para o supermercado, em bandejas de isopor recobertas com filme plástico, com 0,5kg cada.

1.22 COMERCIALIZAÇÃO NO ATACADO

Os dados relativos ao atacado paulista foram obtidos através de um questionário na CEAGESP em 1999 (Anexo 1). Foram entrevistados 25 permissionários que comercializavam mandioquinha-salsa, agrupados em três segmentos (pequenos, médios e grandes), de acordo com o volume de venda diário. A maior parte (18 atacadistas) foi considerada como pequena, comercializando até 50 caixas/dia; o grupo intermediário (5 atacadistas) vendia de 50 a 200 caixas/dia. Estes dois grupos caracterizavam-se também por comercializar várias outras hortaliças, até 25 produtos distintos. O terceiro grupo era composto apenas por dois grandes atacadistas (Comercial Sudeste e Irmãos Senaga), praticamente especializados em mandioquinha-salsa e que comercializavam mais de 200 caixas/dia. Estes dois atacadistas fornecem o produto aos demais em várias situações devido ao grande volume comercializado.

Em 1999, estes dois atacadistas da CEAGESP adotaram novas embalagens para a comercialização da mandioquinha-salsa, como caixas de papelão e de plástico, além da tradicional caixa “K”. A primeira alteração foi uma caixa de papelão com capacidade para 12kg de raízes, denominada de “caixeta”, adotada pelo atacadista Irmãos Senaga, e posteriormente pela Comercial Sudeste. A “caixeta” é uma caixa de papelão ondulado, com 28cm de largura, 44cm de comprimento e 17cm de altura. Em cada uma das duas faces laterais maiores existem quatro furos para ventilação com 2,5cm de diâmetro, dois na base inferior e dois na metade da altura da caixa. Internamente, os quatro cantos são reforçados por uma camada adicional de papelão, o que confere uma boa resistência estrutural à caixa. A caixa possui duas aberturas para se colocar as mãos nas duas faces laterais menores, para facilitar o carregamento e o transporte, sendo identificada na tampa superior pela logomarca, com nome do atacadista, endereço e telefone. Neste tipo de embalagem são comercializadas as raízes das melhores classes, em geral “Extra 3A”, “B” ou “Extra B”, que apresentam raízes maiores e de boa qualidade. Este produto destina-se principalmente a feirantes e pequenos mercados, que necessitam quantidades menores e são mais exigentes em qualidade. De uma caixa “K” são feitas duas “caixetas” por um operário no próprio espaço do atacadista (“box”) da CEAGESP. Esta caixa causa menos injúria mecânica nas raízes quando comparada à caixa de madeira do tipo “K”, além de ter um padrão de tamanho constante, definido industrialmente e não artesanalmente como no caso da caixa “K”. Ao mesmo tempo, equipara-se com as normas adotadas em países desenvolvidos,

como por exemplo as do Mercado Comum Europeu, onde as embalagens para produtos hortícolas não devem ultrapassar 15kg/unidade. Em 2000, a empresa Irmãos Senaga Ltda. adotou uma outra caixa de papelão, maior que a “caixeta”, com 48cm de comprimento, 32cm de largura e 25cm de altura e capacidade para 22kg. Também atende a uma pequena parcela do mercado oferecendo as raízes pré-embaladas em um plástico especial, à vácuo, em unidades de 0,5kg, posteriormente acondicionados em caixas de papelão de 12 ou 22kg. As grandes redes de supermercados, como Carrefour, Extra e Wal-Mart já estão usando embalagens que servem não somente para transportar os produtos, mas também para sua exposição diretamente nos pontos de venda, sem a necessidade de um manuseio adicional. Existem atualmente três tipos de caixas que servem a este propósito: (1) o contentor plástico de 30kg; (2) a caixa plástica “CC23”; e (3) a caixa de papelão do Carrefour. O contentor plástico de 30kg tem 56cm de comprimento, 36cm de largura e 30cm de altura, e está sendo muito usada no transporte e comercialização de várias hortaliças e frutas, em muitos casos substituindo as caixas de madeira do tipo “K”. Estas mesmas caixas também são usadas na colheita e transporte das raízes sem lavar. A caixa plástica vazada “CC23” tem capacidade para 22kg, com 60cm de comprimento, 40cm de largura e 23cm de altura. Está sendo usada para venda do atacado para o hipermercado Wal-Mart em São Paulo e também na venda direta de algumas beneficiadoras e distribuidores para outras redes de supermercados. A caixa de papelão do Carrefour tem 59cm de comprimento, 38cm de largura e 16cm de altura; é usada para acondicionar até 16kg de mandioquinha-salsa, servindo também para várias outras hortaliças. A tendência no uso de embalagens para a mandioquinha-salsa é substituir as caixas “K” por outras de papelão ou plástico, embora o custo unitário das caixas de madeira ainda seja mais baixo. Apesar de mais caras, as caixas plásticas podem ser reutilizadas, com uma vida útil de até cinco anos; as caixas de papelão tem curta duração, mas podem ser recicladas, sendo que a caixa de papelão do Carrefour pode ser usada por até seis meses.

Os principais problemas relatados pelos atacadistas em relação à mandioquinha-salsa, por ordem de importância foram: (1) “mela” no período de verão; (2) baixa conservação pós-colheita; (3) classificação deficiente do produto; (4) perda de cor das raízes; (5) preço elevado; e (6) falta de padronização e uniformidade das caixas “K”. Os consumidores mais frequentes são os supermercados, sacolões e feirantes. A comissão cobrada pelos atacadistas varia de 17 a 20%. No período de maior ocorrência da “mela”, entre novembro e abril, alguns atacadistas fazem tratamento das raízes com o antibiótico

"Kasumin" (kasugamicina) e "Fegatex" (cloreto benzalcônio), sendo este último indicado para o controle de fungos e bactérias em galpões de embalagem, de acordo com as indicações de uso da embalagem do produto.

A partir da CEAGESP, o produto é redistribuído para a região metropolitana de São Paulo, para o interior do estado de São Paulo e para outros estados, inclusive os mais distantes, como Rondônia, Ceará e Mato Grosso. De acordo com a distância e destinatário, são utilizados desde pequenos caminhões ("kombis", "peruas" e "vans") até caminhões cobertos com lonas térmicas e carretas refrigeradas.

1.23 COMERCIALIZAÇÃO NO VAREJO

Diferentemente de outras hortaliças, como tomate, cebola ou alface, a mandioquinha-salsa não é um produto que faça parte de uma dieta diária. Assim sendo, sua oferta no varejo é variável em termos de quantidade e local de venda. Em algumas capitais do Centro-Sul do Brasil (São Paulo, Rio de Janeiro, Curitiba, Belo Horizonte, Brasília) a mandioquinha-salsa é ofertada ao consumidor de forma regular em supermercados, feiras-livres, quitandas e sacolões.

Os preços para o consumidor variam em função da época do ano e disponibilidade do produto. Com base em dados coletados em São Paulo durante treze anos, Silva (1967) observou que os maiores preços ocorriam em novembro e dezembro e os mais baixos em junho e julho. Entre 1991 e 1995, os preços no varejo brasileiro variavam entre R\$ 1,50 e R\$ 3,00/kg, sendo a hortaliça de raiz mais cara, comparável aos preços do pimentão, jiló e quiabo (Hermann, 1997). Em agosto de 1995, nos supermercados de Brasília os preços variavam de R\$ 2,20 e R\$ 3,60/kg, embora no mesmo período do ano seguinte o autor tenha observado um decréscimo nos preços.

Santos *et al.* (1998) calcularam as margens relativas de comercialização (MRC) e "markup" (MRM) em cinco tipos de estabelecimentos em Brasília-DF (supermercado, sacolão, CEASA, frutaria e feira livre), utilizando-se das fórmulas adotadas por Rezende *et al.* (1992) para identificar os problemas da comercialização de hortigranjeiros no mercado de Belo Horizonte-MG. Neste caso, determinou-se que o preço médio pago ao produtor representou cerca de 20% para as frutarias, 22% para supermercado, 36% para sacolão, 43% para feira-livre e 80% para a CEASA na composição do preço final ao consumidor. A maior fatia do preço foi retida pelos segmentos intermediários entre os produtores e os consumidores. As margens médias de "markup" totalizaram aproximadamente 210%

(Santos *et al.*, 1997). A margem de comercialização do preço pago pelo consumidor em São Paulo no primeiro semestre de 1994 variou de 61 a 77%, e no segundo semestre de 48 a 64% (Câmara, 1995). A mesma metodologia foi aplicada em Florianópolis (Santos *et al.*, 1997), onde verificou-se que o preço médio pago ao produtor representou 40%, 45% e 45% na composição do preço final pago pelo consumidor quando comprado respectivamente em frutarias, supermercados e feiras-livres.

A maior parte da mandioquinha-salsa é comercializada *in natura*. Entretanto, seguindo uma forte tendência do mercado de hortaliças atual, já existem estudos sobre o processamento industrial da mandioquinha-salsa na forma de fatias fritas ("chips"), flocos, farinhas e amido (Pereira & Santos, 1997), purê desidratado e como parte da composição de sopas prontas para crianças. Atualmente, observa-se uma enorme variedade nas formas de apresentação e preços do produto ao consumidor, o que não acontecia há alguns anos (Tabela 1.9). As duas formas de venda mais comuns são (a) raízes soltas, a granel, onde o consumidor seleciona o produto (com validade nominal de 3-4 dias), e (b) embaladas em bandejas de isopor recobertas com filme plástico de PVC, mantidas ou não sob refrigeração dependendo do local de venda, com validade de 3 a 7 dias. Na forma de produto minimamente processado, foram encontradas três formas de apresentação: (1) raízes descascadas, em bandejas de isopor embaladas em filmes de PVC, marca Kodama, com peso variável (350-650g), preço de R\$ 4,11/kg, mantida sob balcão frigorífico no supermercado Pão de Açúcar, em Brasília-DF; (2) cortada em fatias e embalada a vácuo em plástico de cinco camadas, marca Kodama, validade de 5 dias, mantida sob refrigeração, vendida ao preço de R\$ 9,33/kg no supermercado Carrefour, em Brasília-DF; (3) raízes descascadas e cortadas em pedaços pré-cozidos e prontos para servir, peso líquido de 500g e validade de 3 meses (2 dias após aberta a embalagem), marca Vapza, indústria de Castro-PR, comercializada ao preço de R\$ 3,10 no supermercado Pão de Açúcar, em Brasília-DF. O produto orgânico é vendido a granel ou embalado em bandejas de isopor recobertas com filme de PVC, com validade variando de 3 a 7 dias, e alcançando preços de até R\$ 9,75/kg, como no caso do produto da marca Horta & Arte, certificado pela AAO (Associação de Agricultura Orgânica) de São Paulo e comercializada no Supermercado Sé, em São Paulo-SP. Outra maneira de apresentação da mandioquinha-salsa ao consumidor é vendê-la a granel, mantendo-se as raízes dentro d'água até o momento da venda e sob refrigeração à noite, como observado em algumas quitandas em Brasília-DF, com preço de venda a R\$ 5,00/kg.

Foi feito um levantamento através de entrevista direta com um questionário com os responsáveis pela seção de perecíveis de vinte estabelecimentos comerciais de Brasília e São Paulo (supermercados, sacolões e quitandas). Os entrevistados foram questionados sobre algumas características do produto, tais como vida de prateleira (durabilidade), porcentagem de perdas e atributos de qualidade. Como resultado, apurou-se que: (1) as perdas neste segmento são estimadas em 15-30%; (2) a vida de prateleira do produto é de apenas dois dias; (3) as raízes perdem cor e apodrecem rapidamente.

1.24 PROCESSAMENTO INDUSTRIAL

O processamento industrial da mandioquinha-salsa é uma alternativa para prolongar sua vida de prateleira, regularizar sua oferta no mercado e agregar valor ao produto. Atualmente no Brasil, a mandioquinha-salsa é processada por quatro empresas, localizadas nos estados de São Paulo e do Paraná. As principais formas de processamento são (1) pré-cozimento e embalagem a vácuo; (2) em pasta, como ingrediente de sopas prontas para crianças; (3) desidratada, como parte de sopas; e (4) congelamento.

A empresa Vapza, de Castro-PR, adotou tecnologia francesa para produzir diferentes produtos na forma pré-cozida e embalada a vácuo, como mandioquinha-salsa, batata, mandioca, feijão, e outros. As raízes são descascadas mecanicamente, primeiramente com vapor e depois passando por “raladores”, cortadas em pedaços e embaladas em plástico de alta densidade e por último cozidas em uma autoclave. A apresentação é de embalagens com 500g, com uma validade de até 90 dias, sendo o único aditivo o bissulfito de sódio (100ppm). É interessante para exportação para regiões distantes e também para outros países pela sua apresentação e vida de prateleira. A empresa compra as raízes diretamente de produtores na própria região, sem beneficiamento das raízes, e eventualmente das classes 1A e 2A da CEAGESP.

A Nestlé, de São José do Rio Pardo-SP, produz sopas prontas, em embalagens de vidro com 150g, em que a mandioquinha-salsa é um dos ingredientes, misturada com carne, batata e cenoura. Nesta forma, o produto tem validade de 16 meses, sendo muito apreciado por crianças. Seu preço médio no varejo é R\$ 1,80 a unidade.

A Nutrimental, de Curitiba-PR, desidrata as raízes e vende o produto nesta forma para outras empresas que possuem uma linha de sopas desidratadas, como a Maggi e a Nestlé. Nesta forma, a mandioquinha-salsa também é misturada com outras hortaliças. A

Lirba Agroindustrial, de Mairinque-SP, processa através de congelamento, e vende o produto para restaurantes coletivos de hospitais, empresas, hotéis e outros.

1.25 TENDÊNCIAS DO CONSUMO

Foi feito um levantamento junto a consumidores da região metropolitana de São Paulo através de um questionário para conhecer sua percepção a respeito da mandioquinha-salsa. Foram abordadas ao acaso 60 pessoas em supermercados, sacolões e feiras livres (20 pessoas em cada), em bairros de classe média, com perguntas sobre formas de consumo, frequência de compra do produto, preferências, etc. Não houve preocupação em seguir uma metodologia de amostragem complexa, uma vez que o objetivo do levantamento foi o de coletar informações preliminares sobre o consumo do produto. O uso culinário mais freqüente é na forma de sopa, seguido por purê e refogada; outros usos relatados foram cozida, como salada, bolinho e frita. Metade dos consumidores consultados conhece apenas a mandioquinha-salsa amarela, enquanto que a outra metade conhece também a de raízes brancas, e consideram que esta última não tem a mesma qualidade culinária e sabor da amarela. O consumidor não reconhece o produto pelo nome de cultivar. A maioria dos consumidores (73%) compra o produto em supermercados e feiras livres, e conserva as raízes embaladas em sacos plásticos e na geladeira, sendo que nesta condição dura em média 3 dias. O tamanho de raiz preferido é médio ou grande, a frequência de compra é a cada 7 ou 14 dias, na quantidade de 1 a 2 kg/compra. Em relação ao produto já processado, 65% dos consumidores comprariam pela facilidade, embora considerem o preço um empecilho. Outras características ressaltadas pelas respostas são que o produto é delicado e de rápida deterioração, possui sabor especial e que deve ser consumido o mais rápido possível. O perfil dos consumidores entrevistados pode ser resumido pelas seguintes características: sexo feminino, faixa etária de 30 a 60 anos, classe média, casadas, com famílias compostas por 3 a 5 membros.

1.26 PATÓGENOS DA CULTURA

Um cultivo de mandioquinha-salsa dificilmente atingirá o ponto de colheita sem apresentar problemas com algum tipo de doença ou praga devido ao seu ciclo relativamente longo, de 6 até 12 meses (Lopes & Henz, 1997). Esta hortaliça é considerada uma cultura rústica, com boa tolerância a doenças e pragas, sendo poucos os relatos de perdas severas devido a problemas fitossanitários. Foram assinaladas 44 doenças para mandioquinha-salsa,

um número reduzido quando comparado com outras hortaliças. Foram registrados para a cultura 27 gêneros de fungos, três de bactérias, nove de nematóides e cinco vírus (Tabelas 1.10 e 1.11). Destes, já foram relatados no Brasil treze fungos, e todos nematóides e bactérias, enquanto nenhum vírus foi oficialmente registrado, embora já tenham sido observadas plantas com sintomas típicos de viroses a campo. Muitos registros estão na forma de resumos, capítulos de livros ou publicações genéricas, desprovidos de uma série de dados relevantes, como provas de patogenicidade, identificação mais acurada, importância da doença, perdas, entre outras. Poucas doenças foram bem caracterizadas, com a relação de patogenicidade e de perdas na produção bem estabelecidos e muitos dos fungos e nematóides registrados são de importância secundária. No Brasil, o nematóide das galhas (*Meloidogyne* spp.) e a podridão-mole pós-colheita causada por *Erwinia* spp. são as principais doenças e causam perdas significativas. Também ocorrem com muita frequência manchas foliares causadas por *Septoria* spp., *Cercospora* spp. e *Xanthomonas campestris* pv. *arracaciae* e em algumas regiões as podridões de plantas a campo causadas por *Sclerotinia sclerotiorum* e *Sclerotium rolfsii*. Como não existe nenhum produto químico oficialmente registrado para a mandioquinha-salsa no Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento, as medidas de controle passíveis de recomendação incluem ações preventivas, como o uso de material propagativo sadio (preferencialmente mudas pré-enraizadas de origem conhecida), a adoção de rotação de culturas, a eliminação de plantas ou partes doentes e a adubação e a irrigação adequadas.

A seguir estão relacionados os patógenos já relatados no Brasil e no exterior em mandioquinha-salsa, com uma análise crítica dos relatos e comentários sobre a situação das doenças mais importantes nas nossas condições. É possível que outros patógenos já tenham sido registrados para a cultura e sua publicação ignorada e deste modo colaborações e correções são bem-vindas.

Fungos Foram registrados 27 gêneros de fungos no Brasil, Peru, Colômbia, Venezuela, Bolívia, Equador e Estados Unidos (Tabela 1.10), sendo que apenas treze foram relatados no País. A maior parte dos fungos pode ser considerada de importância secundária como causadores de perdas para cultura. No Brasil, as doenças causadas por fungos constam de listas em revisões sobre doenças da cultura depois de ter sido registrada sua ocorrência ou associação (Reifschneider *et al.*, 1983; Stradiotto, 1995; Lopes & Henz, 1997; Ventura & Costa, 1998; Mendes *et al.*, 1998), mas muitos não foram formalmente descritos. No exterior, muitas das doenças causadas por fungos são citadas em artigos

genéricos sobre tratamentos culturais, sem muitos detalhes. Em 1997 foi publicado o livro “Enfermedades fungosas y bacterianas de raíces y tubérculos andinos”, por Ames de Icochea, que contém um capítulo sobre doenças de mandioquinha-salsa, com informações sobre etiologia, epidemiologia e controle.

Os primeiros patógenos relatados como problema no Brasil foram *Sclerotium rolfsii* e *Rosellinia bunodes* (Normanha, 1958; Normanha & Silva, 1963), fungos de solo que afetam as raízes e o colo da planta. Posteriormente, também foram incluídos *Sclerotinia sclerotiorum* e *Fusarium* sp. (Reifschneider *et al.*, 1983). Na região serrana do Espírito Santo, *S. sclerotiorum* é um dos principais patógenos da mandioquinha-salsa (Costa *et al.*, 1987; Ventura & Costa, 1998). No Paraná, Jaccoud Filho *et al.* (1999) relataram a ocorrência de perdas significativas devido a *S. sclerotiorum* e *S. rolfsii*, entre outros problemas fitossanitários. Atualmente, estes dois fungos continuam sendo os patógenos de solo mais importantes para a cultura, ocorrendo nas regiões produtoras do Espírito Santo, Minas Gerais e Paraná. Nestes estados, a mandioquinha-salsa é cultivada em regiões serranas, com alta umidade relativa durante todo o ano, condição favorável ao desenvolvimento da doença, sendo que *S. sclerotiorum* predomina em temperaturas mais baixas e *S. rolfsii* nas mais altas. Além disto, estes fungos são polívoros e possuem alta capacidade de sobrevivência.

Entre os fungos que atacam a parte aérea da planta, *Septoria apii* (provável sinônimo de *S. apii-graveolentis*) e *Cercospora arracacina* foram identificados na cultura por Viégas (1961) e continuam de ocorrência generalizada no País, causando lesões nas folhas mais velhas, embora não causem grandes perdas. Outros fungos relacionados pelo autor, como *Erysiphe polygoni* e *Puccinia repentina*, não foram mais mencionados em publicações posteriores. *Alternaria* sp. e *Oidium* sp. são mencionados como patógenos, inclusive com uma foto ilustrativa dos sintomas da queima de alternária, mas seu relato não foi formalmente publicado (Santos *et al.*, 1991). O fungo *Albugo ipomoeae-panduratae*, causador da ferrugem branca, é citado no livro "Fungos em Plantas no Brasil" (Mendes *et al.*, 1998) como patógeno de mandioquinha-salsa, entretanto, os três resumos citados referem-se ao patógeno associado à batata-doce (Fitopatologia Brasileira, v.14, n.2, p.114, p.117 e p.155, julho 1989). Nos países andinos já foram registrados vários fungos ainda não constatados no Brasil (Tabela 1.10), como *Ascochyta* sp., *Colletotrichum* sp. (antracnose foliar), *Lasioidiplodia theobromae*, *Leveillula taurica* (oídio), *Macrophomina phaseolina* (podridão carbonosa da raiz) e *Tilletia* sp. (carvão). *Rhizoctonia* sp. foi descrito como um

dos problemas mais sérios na Venezuela (Reyes, 1970), causando mais danos a campo que *Erwinia* spp. As maiores perdas foram observadas em mudas ("filhotes"), raízes e talos das plantas; este fungo também foi registrado na Costa Rica (Subirós, 1984). Frere *et al.* (1975) mencionam a ocorrência de *Rhizoctonia crocorum* na região andina, uma espécie pouco comum deste gênero. *Fusarium solani* foi relatado como patógeno das raízes na Venezuela por Díaz Polanco & Camino (1976), tanto a campo como em pós-colheita, estando associado à *Erwinia* spp. Estes autores propuseram uma nova *forma specialis* (f. sp. *arracaciae*) para *F. solani*, aparentemente não adotado como um nome válido. Na Venezuela, é citada a ocorrência de *Megacladosporium depressum*, um fungo pouco conhecido que é sinônimo de *Cercosporidium depressum* (Farr *et al.*, 1989), e *Gloeosporium* sp., atualmente incorporado ao gênero *Colletotrichum* (Reyes, 1970).

Na fase de pós-colheita, foram relatados como possíveis causadores de podridões das raízes representantes dos gêneros *Aspergillus*, *Botrytis*, *Fusarium*, *Geotrichum*, *Mucor*, *Nigrospora*, *Penicillium*, *Phoma*, *Rhizopus* e *Syncephalastrum* (Burton, 1970; Thompson, 1980; Henz *et al.*, 1994; Ames de Icochea, 1997). No Brasil, *Rhizopus nigricans* já era relatado como problema nos primeiros artigos sobre a cultura (Normanha & Silva, 1963). Por sua agressividade, *Rhizopus* e *Mucor* são os patógenos mais importantes, mas *Fusarium* e *Geotrichum* também podem causar perdas consideráveis, especialmente quando ocorrem em infecções mistas com outros fungos e bactérias. Burton (1970) identificou e comprovou a patogenicidade de *Botrytis cinerea*, *Fusarium oxysporum* e *F. solani*, *Mucor*, *Penicillium* e *Rhizopus* em raízes de mandioquinha-salsa importadas de Porto Rico no mercado de Chicago, nos Estados Unidos. Alguns trabalhos publicados sobre doenças em mandioquinha-salsa incluem *Aspergillus*, *Nigrospora* e *Syncephalastrum* como patogênicos, baseando-se no trabalho de Thompson (1980). O autor apenas identificou estes fungos a partir da água onde as raízes foram lavadas, sem nenhuma menção a provas de patogenicidade, portanto não deve ser considerado como um relato válido. Em mandioquinha-salsa, estes fungos geralmente estão apenas associados à parte externa das raízes, em lesões causadas por injúrias mecânicas, sem estarem diretamente envolvidos na doença, sendo fracamente ou não patogênicos.

Em sementes verdadeiras de mandioquinha-salsa provenientes do Paraná foram detectados *Alternaria* sp., *Septoria* sp., *Aspergillus* sp. e *Colletotrichum* sp. pelos métodos de papel de filtro e incubação em meio de cultura BDA (Menezes & Fayad, 1998). Como

não é mencionada a realização de testes de patogenicidade, estes fungos devem ser considerados como uma associação.

A determinação taxonômica mais acurada de alguns destes fungos é importante para facilitar o reconhecimento das doenças, determinar o círculo de hospedeiras e medidas adequadas de controle. Para alguns gêneros importantes, como *Fusarium*, *Colletotrichum* e *Alternaria*, falta a denominação específica e para outros verificar sua validade, como *Cercospora arracacina*, *Septoria* (*S. apii*, *S. apii-graveolentis*) e *Rhizoctonia* (*R. crocorum*).

Bactérias Cinco bactérias, pertencentes aos gêneros *Xanthomonas*, *Erwinia* e *Pseudomonas*, já foram registradas para a cultura até o momento (Tabela 1.10). Em 1971, Pereira *et al.* relataram pela primeira vez a ocorrência de *Xanthomonas arracaciae* (atualmente *X. campestris* pv. *arracaciae*), causando lesões foliares em mandioquinha-salsa no estado de São Paulo. A denominação comum da doença é queima ou crestamento bacteriano (Pereira *et al.*, 1971; Marques *et al.*, 1994; Oliveira & Moura, 1995). A espécie foi listada no "Guide to Plant Pathogenic Bacteria" de Bradbury (1986) como um novo patovar de *X. campestris*. Em 1985, Romeiro *et al.* relataram a ocorrência desta bactéria em Minas Gerais, sendo particularmente destrutiva no verão. Posteriormente, foram estudados outros aspectos, como a caracterização de diversos isolados e a sua atividade bacteriocinogênica (Romeiro *et al.*, 1988; Siqueira, 1988). O último registro de sua ocorrência foi em Espírito Santo do Pinhal-SP (Paradela *et al.*, 1996), mas aparentemente encontra-se distribuída nas demais regiões produtoras brasileiras (Espírito Santo, Minas Gerais e Distrito Federal), embora ainda não tenha sido formalmente assinalada no Paraná e Santa Catarina.

O primeiro relato da ocorrência de *Erwinia* em raízes de mandioquinha-salsa foi feito por Burton (1970) nos Estados Unidos, identificando-a somente como gênero. Posteriormente, Camino & Diaz Polanco (1972a, 1972b) identificaram *Erwinia amylovora* como o agente causal da murcha e amarelecimento de plantas, necrose foliar e podridão de raízes em campo na Venezuela, e Zapata & Pardo (1974) identificaram *Erwinia* sp. na Colômbia, com sintomas similares. Em 1985, Souza *et al.* relataram em um resumo a ocorrência de *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* em raízes de mandioquinha-salsa em Minas Gerais a campo e em pós-colheita. Este relato foi posteriormente publicado na forma de uma nota na "Plant Pathology" como o primeiro relato da doença e a subespécie *carotovora* como provável agente causal (Romeiro *et al.*, 1988). Entretanto, existem pelo

menos três registros anteriores a este (Camino & Diaz Polanco, 1972a e 1972b; Zapata & Pardo, 1974), mesmo que preliminares e incompletos a respeito da identificação bioquímica dos isolados. Estes trabalhos foram provavelmente ignorados por terem sido publicados em revistas de circulação regional da Venezuela e Colômbia, restritas aos seus países, e pela identificação incorreta da espécie (*E. amylovora*). Gomide & Romeiro (1992) relataram a ocorrência de *E. carotovora* subsp. *carotovora* em mandioquinha-salsa no cinturão-verde de Belo Horizonte, na localidade de Floresta. Em trabalhos posteriores, comprovou-se que as principais erwinias pectolíticas (*Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*, *E. c.* subsp. *atroseptica* e *E. chrysanthemi*) estavam envolvidas nas podridões das raízes (Henz *et al.*, 1992; Marques *et al.*, 1994) e segundo Lopes & Quezado-Soares (1997) *E. carotovora* subsp. *carotovora* é a mais freqüentemente encontrada no Brasil em mandioquinha-salsa.

Uma nova bacteriose foliar causada por *Pseudomonas cichorii* foi descrita por Beriam *et al.* (1998) no estado de São Paulo, provocando lesões de coloração parda, pequenas e angulares, algumas vezes circundadas por um halo amarelado, principalmente nas folhas baixas.

Destas bactérias, as mais importantes são *Xanthomonas campestris* pv. *arracaciae* (*Xca*) e *Erwinia* spp., que tornam-se problemas no verão, quando predominam temperaturas e umidade elevadas. *Xca* ataca principalmente as folhas e os sintomas podem ser confundidos com as lesões causadas por *Cercospora* sp. e *Septoria* sp. (Paradela *et al.*, 1996; Lopes & Quezado-Soares, 1997). *Erwinia* spp. causa a morte de plantas no campo, em geral associada a fermentos causados por brocas ou por implementos agrícolas, e também é responsável pela podridão pós-colheita das raízes, ocasionando grandes perdas na fase de comercialização. *Erwinia*, associada ou não a *Rhizopus*, também pode causar perdas consideráveis no armazenamento dos filhotes e redução do estande a campo, o que pode ser evitado pelo plantio de mudas pré-enraizadas.

A contaminação e a disseminação de bactérias e outros patógenos através de mudas são componentes epidemiológicos negligenciados atualmente. Parente & Marques (1990) detectaram *Xanthomonas campestris* pv. *arracaciae* e *Erwinia* spp. em mudas provenientes da Venezuela, sendo interceptadas pelo serviço de quarentena vegetal brasileiro. Como medida de erradicação destas duas bactérias, as mudas foram tratadas com antibióticos, sendo a cefatoxina sódica o produto mais eficiente nos testes efetuados *in vitro*.

Nematóides Nove gêneros de nematóides já foram relatados para mandioquinha-salsa (Tabela 1.11) e todos estão presentes no Brasil. A primeira relação foi publicada em 1985,

no "Índice de Doenças de Hortaliças no Brasil - Nematóides" (Bittencourt *et al.*, 1985). Àquela época, já haviam sido registrados sete gêneros no Brasil (*Aphelenchoides*, *Aphelenchus*, *Helicotylenchus*, *Heterodera*, *Hoplolaimus*, *Meloidogyne* e *Pratylenchus*). Nesta relação, teoricamente somente foram incluídos registros nos quais foram descritas relações de patogenicidade, desconsiderando-se as referências que descrevem apenas associações. Em outros levantamentos foram acrescentadas as quatro espécies de *Meloidogyne* (*M. exigua*, *M. hapla*, *M. incognita* e *M. javanica*), duas de *Pratylenchus* (*P. penetrans* e *P. coffeae*), *Criconemella* sp. e *Tylenchus* sp. (Manso *et al.*, 1994; Souza *et al.*, 1998).

Os nematóides causadores das galhas foram o primeiro problema fitopatológico detectado na cultura no Brasil. Na década de 50, na seção de consultas da revista "O Biológico" de São Paulo, Viotti (1954) e Bastos Cruz (1958) responderam a dois agricultores do Estado de São Paulo sobre aspectos da biologia do nematóide e medidas gerais de controle disponíveis àquela época, sendo mencionada a identificação de *Meloidogyne incognita* por Jair Carvalho na resposta de Bastos Cruz (1958). Posteriormente, a ocorrência de *Meloidogyne incognita* foi relatada em raízes provenientes de São Paulo e Minas Gerais (Lordello & Zamith, 1960) e *M. hapla* em raízes oriundas de Campos do Jordão-SP (Lordello, 1970). Neste último trabalho, refere-se ao publicado em 1960 como "aparentemente a única notícia existente na literatura sobre incidência de nematóides em mandioquinha-salsa", ignorando os relatos de Viotti (1954) e Bastos Cruz (1958). Nos municípios de Agudos do Sul e Tijucas do Sul, uma das áreas de produção mais importantes de mandioquinha-salsa do Paraná, foram registradas duas espécies do nematóide das galhas: *Meloidogyne incognita* e *M. hapla* (Santos & Silva, 1984). Até 1995, duas revisões sobre doenças causadas por nematóides em umbelíferas (Ferraz & Santos, 1984; Huang & Cares, 1995) mencionam as três espécies de *Meloidogyne* (*M. incognita*, *M. javanica* e *M. hapla*) como sendo as principais espécies causando perdas em mandioquinha-salsa, embora Bittencourt *et al.* (1985) também incluam *M. exigua*. O gênero *Meloidogyne* também ocorre em mandioquinha-salsa nos países andinos.

O gênero *Pratylenchus* só foi mencionado em outro artigo (Charchar & Santos, 1997), embora Monteiro (1980) tenha relatado a primeira ocorrência de *P. penetrans* em raízes oriundas de Embú Guaçu-SP. Neste artigo foram incluídas fotos ilustrativas dos sintomas, na forma de lesões rasas, de coloração pardacenta e tamanho variável, desde pequenas manchas até necrose que chegam a atingir toda a superfície da raiz. Na Colômbia,

Navarro & Castaño (1991) relataram a ocorrência de *Pratylenchus* sp. na principal região produtora de mandiocinha-salsa (Oriente Antioqueño), causando manchas pardas de tamanho variável nas raízes, reduzindo seu valor comercial, além de diminuir o tamanho das plantas e de causar amarelecimento da folhagem. Mais recentemente, Costa *et al.* (1998) identificaram *Pratylenchus coffeae* em mandiocinha-salsa no município de Domingos Martins, região serrana do Espírito Santo, com perda total de raízes comerciais em 2,5ha da cultura, com sintomas na forma de necrose e fendilhamento das raízes.

Os nematóides causadores das galhas continuam sendo um dos principais patógenos da cultura, limitando a produção em algumas áreas, com redução da produtividade e da qualidade das raízes. Afetam a produção de raízes no campo, tornando-as afiladas e sem valor comercial, ou então são descartadas no beneficiamento por causa das galhas. Nestas duas situações as perdas são muito elevadas e podem alcançar até 100%. *Pratylenchus* sp. pode tornar-se problemático em determinadas regiões pela perda do valor comercial das raízes, e sua importância pode estar subestimada pelo não reconhecimento de seus sintomas e falta de diagnose precisa. Não existem informações suficientes a respeito dos demais gêneros de nematóides relatados para a cultura, e ainda não foram adequadamente estabelecidas as relações de patogenicidade, descrição dos sintomas e estimativas de perdas.

Vírus Cinco vírus foram registrados para a mandiocinha-salsa na região andina (Tabela 1.11): *Arracacha virus A* (AVA), *Arracacha virus B* (AVB), *Arracacha virus Y* (AVY), *Arracacha latent virus* (ALV) e o *Potato black ringspot virus* (PBRSV) (Lizárraga *et al.*, 1994; Hermann, 1997; Brunt *et al.*, 2000). Outros dois vírus (AV2 e AV3) foram relatados no Peru, mas sua identificação e validação ainda estão incompletas. O AV2 causa necrose e foi isolado e parcialmente caracterizado (Santa Cruz & Jayasinghe, 1994). O AV3 causa subdesenvolvimento e deformação foliar e foi caracterizado como sendo serologicamente relacionado ao *Potato virus S* (PVS) (Santa Cruz & Lizárraga, 1997).

Ainda não está muito claro como estes vírus afetam as plantas de mandiocinha-salsa e sua produção (Hermann, 1997), mesmo conhecendo-se algumas de suas características (Jones & Kenten, 1978 e 1981; Kenten & Jones, 1979). Até o momento, nenhum destes vírus foi oficialmente registrado em mandiocinha-salsa no Brasil, embora já tenham sido encontradas plantas com sintomas típicos de viroses, como mosaico, nanismo e deformação foliar. Já foram constatadas, através de microscopia eletrônica, inclusões do tipo "catavento", típicas de potyvirus, em tecido foliar de mandiocinha-salsa

com sintomas de mosaico cultivadas em Brasília-DF (E. W. Kitajima, comunicação pessoal).

Há menções da ocorrência no Brasil de “um vírus do tipo tristeza” em duas referências (Camino & Díaz Polanco, 1972b; Kay, 1973), cuja fonte foi a “Bibliografía de Raíces y Tubérculos Tropicales”, publicada por Montaldo (1967) na Revista de la Facultad de Agronomía - UCV, de Maracay, Venezuela. Nesta bibliografía consta somente a seguinte informação “*COSTA, A.S. e J.T. GRANT. (virus de la tristeza en arracacha). Brasil. 1951*”, faltando o título e os dados do periódico (nome, volume, páginas). A referência completa pode ser encontrada na lista de viroses publicada por Kitajima (1986), tratando-se de um artigo de Álvaro S. Costa e T. J. Grant sobre a transmissão do vírus da tristeza dos citros pelo vetor *Aphis citricidus*, publicado na *Phytopathology* (volume 41, número 2, páginas 105-113, 1951). A mandioquinha-salsa, no artigo identificada como *Arracacha esculenta* DC, foi usada apenas para avaliar a retenção do vírus no vetor juntamente com plantas de tangelo cv. Sunshine. Ou seja, os afídeos foram coletados de plantas de citrus infectadas com o vírus e colocadas nestas duas hospedeiras por períodos de tempo variável (24 a 120h), sendo posteriormente transferidos para plantas indicadoras do vírus. No trabalho não é mencionada a infecção de plantas de mandioquinha-salsa pelo vírus. A origem da confusão e da subsequente divulgação errônea desta informação deve ter sido causada pela maneira de citação na bibliografía de Montaldo (1967) e pela falta de acesso pelos autores ao artigo original de Costa & Grant (1951), que repetiram o fato em suas publicações (Camino & Díaz Polanco, 1972b; Kay, 1973).

De acordo com Hermann (1997), em mandioquinha-salsa não foi observado o mesmo grau de degeneração causada por viroses que acontece na batata-semente. Entretanto, a exemplo do que ocorre com outras hortaliças propagadas vegetativamente, como alho e batata-doce, plantas de mandioquinha-salsa afetadas por viroses podem apresentar menor desenvolvimento e produção em relação a plantas sadias. Em um futuro próximo será imprescindível a realização de um levantamento sistematizado de viroses em mandioquinha-salsa no Brasil com técnicas adequadas de detecção. Como a maioria dos vírus é transmitida por mudas, sua identificação é muito importante como medida de controle, evitando-se sua disseminação.

1.27 LITERATURA CITADA

- AMES de ICOCHEA, T. **Enfermedades fungosas y bacterianas de raíces y tubérculos andinos**. Lima: CIP, 1997. 172p.
- AVELAR FILHO, J.A. **Estudo da conservação pós-colheita da mandioquinha-salsa (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft)**. Viçosa: UFV, 1989. 42p. Tese Mestrado.
- BARRANTES, F. **Patologia de raíces y cormos andinos**. In: SEMINARIO, J. (ed.). **Producción de raíces andinas – manual de capacitación**. Lima: CIP, 1998. (Fascículo, 17).
- BASTOS CRUZ, B.P. **Mandioquinha-salsa com nematóide**. *O Biológico*, v.24, n.12, p.275, dezembro 1958. Resumo.
- BERGAMIN FILHO, A. **Avaliação de danos e perdas**. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H. AMORIM, L. (eds.). **Manual de fitopatologia. Volume 1: princípios e conceitos**. São Paulo, Ceres, 1995. p.672-690.
- BERGAMIN FILHO, A.; AMORIM, L. **Doenças de plantas tropicais: epidemiologia e controle econômico**. São Paulo: Ceres, 1996. 289p.
- BERIAM, L.O.S.; ALMEIDA, I.M.G.; RODRIGUES NETO, J.; MALAVOLTA JR., V.A. **Mandioquinha-salsa, novo hospedeiro de *Pseudomonas cichorii***. *Summa Phytopathologica*, v.24, p.261-262, 1998.
- BITTENCOURT, C.; REIFSCHNEIDER, F.J.B.; CORDEIRO, C.M.T. **Índice de doenças de hortaliças no Brasil: nematóides**. Brasília: Embrapa/CNPH, 1985. vol.3. 88p.
- BRADBURY, J.F. **Guide to plant pathogenic bacteria**. London: CAB/International Mycological Institute, 1986. 332p.
- BRUNE, S.; GIORDANO, L.B.; LOPES, C.A.; MELO, P.E. **Tratamento químico de mudas de mandioquinha-salsa**. *Horticultura Brasileira*, v.14, n.2, p.207-210, 1996.
- BRUNT, A.A.; CRABTREE, K.; DALLWITZ, M.J.; GIBBS, A.J.; WATSON L.; ZURCHER, E.J. (eds.). **Plant viruses online: descriptions and lists from the VIDE database (1996 onwards)**. Version: 20th August 1996. Disponível em www.biology.anu.edu.au/Groups/MES/vide/. Consultado em 05/08/00. 16p.
- BURTON, C.L. **Diseases of tropical vegetables on the Chicago market**. *Tropical Agriculture* (Trinidad), v.47, p.303-313, 1970.
- CÂMARA, F.L.A. **Manejo pós-colheita da mandioquinha-salsa**. *Informe Agropecuário*, v.10, n.120, p.70-72, 1984.
- CÂMARA, F.L.A. **Perspectivas para o cultivo de mandioquinha-salsa no Brasil - São Paulo**. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE MANDIOQUINHA-SALSA, 5., 1995, Venda Nova do Imigrante, ES. **Palestras e trabalhos técnicos...** Venda Nova do Imigrante: SOB, 1995. p.7-8.
- CAMARGO FILHO, W.P.; MAZZEI, A.R.; ALVES, H.S. **Mercado de raízes e tubérculos: análise de preços**. *Informações Econômicas*, v.31, n.2, p.36-44, 2001.
- CAMARGO, L.S. **As hortaliças e seu cultivo**. Campinas: Fundação Cargill, 1992. 252p. (Série Técnica, 6).
- CAMINO, J.M.; DÍAZ POLANCO, C. **Identificación de una bacteriosis en apio (*Arracacia xanthorrhiza*)**. *Agronomia Tropical*, Venezuela, n.22, n.5, p.563-567, 1972a.
- CAMINO, J.M.; DÍAZ POLANCO, C. **Identificación de una bacteriosis en apio**. *Noticias Tuberosas*, Venezuela, n.2, p.58, 1972b. Resumo.
- CARVALHO, F.C. **Perdas na comercialização de milho no brasil e seus impactos sócio-econômicos**. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 19, Porto Alegre, 1992. **Conferências...** p.247-258.
- CEAGESP. **Cotação – Legumes**. (www.ceagesp.com.br). Consultado em 24/04/00. 3p.
- CEAGESP. **Cotação – Legumes**. (www.ceagesp.com.br). Consultado em 18/07/01. 3p.
- CEAGESP. **Perfil dos hortigranjeiros comercializados no ETPS - legumes e produtos diversos-1990**. São Paulo: Coordenadoria de Abastecimento/SA, 1992. Manual Técnico. 175p.
- CHARCHAR, J.M.; SANTOS, F.F. **Nematóides em mandioquinha-salsa e seus controles**. *Informe Agropecuário*, v.19, n.190, p.51-53, 1997.
- CHARCHAR, J.M.; SANTOS, F.F. **Resistência de mandioquinha-salsa a infecção por nematóides das galhas**. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.17, n.3, p.282, nov. 1999.

- CHARCHAR, J.M.; SANTOS, F.F. Resistência de mandioquinha-salsa a nematóides de galhas (*Meloidogyne* spp.). *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.14, n.1, p.82, maio 1996.
- CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio. Lavras: ESAL/FAEPE, 1990. 320p.
- COOPERATIVA AGRÍCOLA DE COTIA. Manual de controle de doenças e pragas. São Paulo: CAC-Cooperativa Agrícola de Cotia, 1980. 241p.
- CORREIA, L.G. Relatório do I Encontro de Técnicos de Ensino, Pesquisa e Extensão Rural sobre a Cultura da Mandioquinha-Salsa. In: ENCONTRO DE TÉCNICOS DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO RURAL SOBRE A CULTURA DA MANDIOQUINHA-SALSA, 1., 1984, Barbacena-MG. Relatório... Belo Horizonte: SOB/EMATER-MG/EPAMIG, 1984. 54p.
- COSTA, A.S.; GRANT, T.J. Studies on transmission of the Tristeza virus by the vector *Aphis citricidus*. *Phytopathology*, v.41, n.2, p.105-113, 1951.
- COSTA, H.; SANTOS, J.M.; VENTURA, J.A.; ZAMBOLIM, L. *Pratylenchus coffeae* em mandioquinha-salsa (*Arracacia xanthorrhiza*) no estado do Espírito Santo. *Nematologia Brasileira*, v.22, n.2, p.7, 1998. Resumo.
- COSTA, H.; VENTURA, J.A.; BALBINO, J.M.S. Murcha de *Sclerotinia* em batata-baroa no estado do Espírito Santo. *Fitopatologia Brasileira*, v.12, n.2, p.123, 1987. Resumo.
- CZYHRINCIW, N.; JAFFE, W. Modificaciones químicas durante la conservación de raíces y tubérculos. *Archivos Venezolanos de Nutrición*, v.2, n.1, p.49-67, 1951.
- DÍAZ POLANCO, C.; CAMINO A., J.M. Una nueva forma de *Fusarium solani*, patógeno del apio (*Arracacia xanthorrhiza*) en Venezuela. *Agronomía Tropical*, Venezuela, n.26, n.4, p.353-358, 1976.
- EMBRAPA HORTALIÇAS. Base de dados sobre arracacha/mandioquinha-salsa. Disponível em URL: <http://www.embrapa.br/bd/consalsa.html>. Consultado em 10/11/00.
- EMBRAPA HORTALIÇAS. Mandioquinha-salsa "Amarela de Senador Amaral". Disponível em <http://www.cnph.embrapa.br/cultivares/Mandioquinha.html>. Consultado em 27/04/99. 4p.
- EMBRATER. Sistemas de produção para a cultura da mandioquinha-salsa. Belo Horizonte: Embrater/Embrapa, 1982. 33p.
- FARR, D.J.; BILLS, G.F.; CHAMURIS, G.P.; ROSSMAN, A.Y. Fungi on plants and plant products in the United States. Saint Paul: APS Press, 1989. 1252p.
- FERRAZ, S.; SANTOS, J.M. Os problemas com nematódeos na cultura da cenoura e da mandioquinha-salsa. *Informe Agropecuário*, v.10, n.120, p.52-57, 1984.
- FONSECA, P.C. Cultura da mandioquinha-salsa na região de Juiz de Fora-MG. In: ENCONTRO DE TÉCNICOS DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO RURAL SOBRE A CULTURA DA MANDIOQUINHA-SALSA, 1., 1984, Barbacena-MG. Relatório... Belo Horizonte: SOB/EMATER-MG/EPAMIG, 1984. p.16-20.
- FORNAZIER, M.J.; SANTOS, F.F. Pragas da mandioquinha-salsa. In: SANTOS, F.F.; SIMÕES DO CARMO, C.A. Mandioquinha-salsa: manejo cultural. Brasília: Embrapa, 1998. p.44-49.
- FREIRE, F.L.B.; VIEIRA, G.S.; DUARTE, R.M.M. Colheita, classificação e embalagem da cenoura e da mandioquinha-salsa. *Informe Agropecuário*, v.10, n.120, p.57-59, 1984.
- FRERE, M.; RIJKS, J.A.; REA, J. Estudios climatológicos de la zona andina - informe técnico. Roma: FAO, 1975. p.339-347.
- FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. Avaliação das perdas de produtos agrícolas em Minas Gerais. Belo Horizonte: Fundação João Pinheiro, 1992. 122p.
- GISHIFU, M.T. Custos de produção e comercialização de produtos olerícolas. Mogi das Cruzes: Sindicato Rural de Mogi das Cruzes, 1997. 67p.
- GOMIDE, A.F.; ROMEIRO, R.S. Levantamento de doenças bacterianas em hortaliças na região do cinturão verde de Belo Horizonte. *Fitopatologia Brasileira*, v.17, n.1, p.47-52, 1992.
- HARDENBURG, R.E.; WATADA, A.E.; WANG, C.Y. The commercial storage of fruits, vegetables and florist and nursery stocks. Washington: USDA, 1986. 130p. (USDA Handbook, 66).

- HENZ, G.P.; LOPES, C.A.; SANTOS, F.F. Doenças pós-colheita de mandioquinha-salsa (*Arracacia xanthorrhiza*). **Horticultura Brasileira**, v.10, n.2, p.58, 1992.
- HENZ, G.P.; LOPES, C.A.; SANTOS, F.F. Postharvest diseases of Peruvian carrot (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft). In: Symposium of the International Society for Tropical Root Crops, 10., 1994, Salvador-BA. Abstracts... Salvador: ISTRC, 1994. p.65.
- HENZ, G.P.; SANTOS, F.F.; SANTOS, R.F. Deterioração pós-colheita de mandioquinha-salsa. **Horticultura Brasileira**, v.9, v.1, p.16-18, 1991.
- HEREDIA ZÁRATE, N.A.; VIEIRA, M.C. UFMS mostra a sustentabilidade de mandioquinha-salsa, inhame e cará. **SOB Informa**, v.13, n.1-2, p.26-27, 1999.
- HERMANN, M. Arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft). In: HERMANN, M.; HELLER, J. (ed.). **Andean roots and tubers: ahipa, arracacha, maca and yacón**. Roma: IPGRI, 1997. p.75-172.
- HERMANN, M.; HELLER, J. (ed.). **Andean roots and tubers: ahipa, arracacha, maca and yacón**. Roma: IPGRI, 1997. 256p.
- HUANG, S.P.; CARES, J.E. Doenças causadas por nematóides em umbelíferas. **Informe Agropecuário**, v.17, n.183, p.73-79, 1995.
- JACCOUD FILHO, D.S.; GARDINGO, J.R.; STABACH, A.R.; CELANO, M.M.; SALVADOR, C.A.; FURIATTI, R.S. Levantamento da ocorrência de doenças na cultura da mandioquinha-salsa (*Arracacia xanthorrhiza*) na região dos Campos Gerais do Paraná. **Fitopatologia Brasileira**, v.24 (suplemento), p.292-293, 1999. Resumo.
- JAMES, W.C. Crop loss assessment. In: JOHNSTON, A.; BOOTH, C. (eds.). **Plant pathologist's handbook**. Kew: CMI, 1983. P.130-143.
- JONES, R.A.C.; KENTEN, R.H. A strain of arracacha virus B infecting oca (*Oxalis tuberosa*: Oxalidaceae) in the Peruvian Andes. **Phytopathologische Z.**, v.100, p.88-95, 1981.
- JONES, R.A.C.; KENTEN, R.H. Arracacha virus A, a newly recognized virus infecting arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*, Umbelliferae) in the Peruvian Andes. **Annals of Applied Biology**, v.90, p.85-91, 1978.
- KASMIRE, R.F. Postharvest handling systems: leafy, root, and stem vegetables. In: KADER, A.A.; KASMIRE, R.F.; MITCHELL, F.G.; REID, M.S.; SOMMER, N.F.; THOMPSON, J.F. **Postharvest technology of horticultural crops**. Oakland: University of California, 1985. p.131-138.
- KAY, D.E. **Root crops**. London: TPI Crop and Product Digest, 1973. 245p.
- KENTEN, R.H.; JONES, R.A.C. Arracacha virus B, a second isometric virus infecting arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*: Umbelliferae) in the Peruvian Andes. **Annals of Applied Biology**, v.93, n.1, p.31-36, 1979.
- KITAJIMA, E.W. Lista de publicações sobre viroses e enfermidades correlatas de plantas no Brasil (1911-1985). **Fitopatologia Brasileira** (suplemento), 1986. 91p.
- LEAL, N.R. Algumas considerações sobre o cultivo e a comercialização de batata-baroa no estado do Rio de Janeiro. In: ENCONTRO FLUMINENSE DE OLERICULTURA, 1., 1988, Rio de Janeiro, RJ.; **Resumos dos Trabalhos...** Rio de Janeiro: Editora UFFRJ, 1988. p.31.
- LEON, J. *Arracacia xanthorrhiza* Bancr. In: LEON, J. **Plantas alimentícias andinas**. Lima: IICA-Zona Andina, 1964. p.50-56. (IICA-Zona Andina. Boletín Técnico, 6).
- LIZÁRRAGA, C.; CHUQUILLANQUI, C.; JAYASINGHE, U. Una variante del virus del anillo necrótico de la papa ("potato black ringspot virus", PBRV) aislado de arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*). **Fitopatología**, Lima, v.29, n.2, p.144-149, 1994.
- LOPES, C.A.; HENZ, G.P. Doenças da mandioquinha-salsa. **Informe Agropecuário**, v.19, n.190, p.49-51, 1997.
- LOPES, C.A.; QUEZADO-SOARES, A.M. **Doenças bacterianas das hortícolas: diagnose e controle**. Brasília: Embrapa-CNPq / Embrapa-SPI, 1997. 70p.
- LORDELLO, L.G.E.; ZAMITH, A.P.L. Incidência de nematóides em algumas plantas cultivadas de importância econômica. **Divulgação Agrônômica**, v.2, p.27-33, 1960.
- LORDELLO, L.G.E. Mais um nematóide nocivo à mandioquinha-salsa. **Revista de Agricultura**, v.45, n.1, p.46, 1970.

- LORDELLO, L.G.E.; ZAMITH, A.P.L. Incidência de nematóides em algumas plantas cultivadas de importância econômica. *Divulgação Agrônômica*, v.2, p.27-33, 1960.
- MANSO, E.C.; TENENTE, R.C.V.; FERRAZ, L.C.B.; OLIVEIRA, R.S.; MESQUITA, R. **Catálogo de nematóides fitoparasitos encontrados associados a diferentes tipos de plantas no Brasil**. Brasília: Embrapa/SPI, 488p. 1994.
- MARQUES, A.S.; ROBBS, C.F.; BOITEUX, L.S.; PARENTE, P.M.C. **Índice de fitobacterioses assinaladas no Brasil**. Brasília: EMBRAPA, 1994. 65p.
- MENDES, M.A.S.; SILVA, V.L.; DIANESE, J.C.; FERREIRA, M.A.S.V.; SANTOS, C.E.N.; GOMES NETO, E.; URBEN, A.F.; CASTRO, C. **Fungos em plantas no Brasil**. Brasília: SPI Embrapa, 1998. 569p.
- MENEZES, J.E.; FAYAD, M.G. Detecção de fungos em sementes botânicas de mandioquinha-salsa (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft) provenientes do Paraná. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.16, n.1, maio 1998.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E DA REFORMA AGRÁRIA. **Portaria nº 127**, de 04/10/91.
- MONTALDO, A. **Bibliografía de raíces y tubérculos tropicales**. Maracay: Revista de la Facultad de Agronomía - UCV, 1967. p.478.
- MONTEIRO, A.D.; TREMOCOLDI, W.A.; LORENZI, J.O.; PERESSIN, V.A. A realidade da mandioquinha-salsa no estado de São Paulo. *O Agrônomo*, Campinas, v.45, n.2/3, 1993.
- MONTEIRO, A.R. O nematóide *Pratylenchus penetrans* causa necrose em mandioquinha-salsa no Brasil. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE NEMATOLOGIA, 4., 1979, Piracicaba-SP. **Trabalhos apresentados...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Nematologia, 1980. p.59-63.
- MUNIZ, J.M.; MACHADO, N.D. Visão prospectiva da cadeia produtiva da mandioquinha-salsa no estado do Espírito Santo. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE MANDIOQUINHA-SALSA, 5., 1995, Venda Nova do Imigrante, ES. **Palestras e trabalhos técnicos...** Venda Nova do Imigrante: SOB, 1995. p.10-14.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES (Washington, EUA). Arracacha. In: NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES (Washington, EUA). **Underexploited tropical plants with promising economic value**. Washington, 1975. p.9-32.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. **Pérdidas de post-cosecha de alimentos en países en desarrollo**. Viçosa: CENTREINAR, 1982. 213p. (Série CENTREINAR, 4).
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (Washington, EUA). **Lost crops of the Incas: little-known plants of the Andean with promise for worldwide cultivation**. Washington: National Research Council, 1989. 415p.
- NATIONAL SCIENCE FOUNDATION. **Report of the steering committee for study on postharvest food losses in developing countries**. Washington: National Research Council, 1978. 206p.
- NAVARRO, R.; CASTAÑO, J.J. Mancha parda de los tubérculos de arracacha. *Actualidades ICA*, Medellín, v.5, n.58, 1991.
- NORMANHA, E.S. **Mandioquinha-salsa no município de Piedade**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1958. 5p.
- NORMANHA, E.S.; SILVA, J.R. Mandioquinha-salsa tem vários problemas. *Coopercotia*, v.20, p.36-38, 1963.
- NORONHA, I.F. **Projetos agropecuários – administração financeira, orçamentação e avaliação econômica**. Piracicaba: ESALQ/USP, 1981. 274p.
- OLIVEIRA, J.R.; MOURA, A.B. Doenças causadas por bactérias em umbelíferas. *Informe Agropecuário*, v.17, n.183, p.68-69, 1995.
- PACHECO, P.R.F. Comercialização da mandioquinha-salsa. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE MANDIOQUINHA-SALSA, 5., 1995, Venda Nova do Imigrante, ES. **Palestras e trabalhos técnicos...** Venda Nova do Imigrante: SOB, 1995. p.24-25.
- PARADELA, A.L.; MENTEN, J.O.M.; MALAVOLTA JUNIOR, V.A. Mancha foliar em mandioquinha-salsa causada por *Xanthomonas campestris* pv. *arracaciae* em Espírito Santo do Pinhal-SP, Brasil. *Summa Phytopathologica*, Piracicaba, v.22, n.1, p.64, jan./mar. 1996.

- PARENTE, P.M.G.; MARQUES, A. S. dos A. Suscetibilidade a antibióticos *in vitro* de *Xanthomonas campestris* pv. *arracaciae* e *Erwinia carotovora* isoladas de batata-baroa (*Arracacia xanthorrhiza*). **Fitopatologia Brasileira**, v.15, n.2, p.132, 1990. Resumo.
- PEDRO, A. Situação atual e perspectivas da mandioquinha-salsa no Brasil – Santa Catarina. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE MANDIOQUINHA-SALSA, 5., 1995, Venda Nova do Imigrante, ES. **Palestras e trabalhos técnicos...** Venda Nova do Imigrante: SOB, 1995. p.6.
- PEREIRA, A.S.; SANTOS, F.F. Processamento industrial da mandioquinha-salsa. **Informe Agropecuário**, v.19, n.190, p.56-60, 1997.
- PEREIRA, J.O. A cultura da mandioquinha-salsa na região de Venda Nova do Imigrante. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE MANDIOQUINHA-SALSA, 5., 1995, Venda Nova do Imigrante, ES. **Palestras e trabalhos técnicos...** Venda Nova do Imigrante: SOB, 1995. p.37.
- PEROSA, J.M.Y.; CÂMARA, F.L.A.; ZANIN, A.C.W. Produção e comercialização da mandioquinha-salsa em São Paulo no período 1980/86. **Horticultura Brasileira**, v.6, n.1, p.30-31, 1988.
- REIFSCHEIDER, F.J.B.; SIQUEIRA, C.B.; CORDEIRO, C.M.T. Índice de doenças de hortaliças no Brasil: bactérias e fungos – vol. 1. Brasília: CNPH/EMBRAPA, 1983. 156p.
- RESENDE, L.M.A.; MASCARENHAS, M.H.T. Características econômicas da produção e comercialização da mandioquinha-salsa em Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, v.19, n.190, p.8-10, 1997.
- REVETTI, L.L.M. Gamma irradiation of *Arracacia xanthorrhiza*: a Venezuelan nutritious vegetable. **Food Irradiation**, v.8, n.172, p.41-43, 1967.
- REYES Z., V. Apio criollo. **Agricultor Venezolano**, v.33, n.249, p.38-41, 1970.
- REZENDE, J.B.; CASTRO, A.R.; STARLING, M.B.L. Os problemas da comercialização de hortigranjeiros na região metropolitana de Belo Horizonte. Belo Horizonte: Fundação João Pinheiro, 1992. p.24-38.
- RIOS PEREZ, M.L. Mercadeo de arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*): prácticas de comercialización y hábitos de consumo en la ciudad de Manizales. Manizales, Colômbia: Facultad de Agronomía - Universidad de Caldas, 1985. 117p. Tese de Graduação.
- RIVERA, J.J.; ESTRADA, R.D. Cuantificación *ex ante* del intercambio entre equidad, productividad y sostenibilidad para el diseño de alternativas tecnológicas – el caso del cultivo de arracacha en Colombia. In: RIVERA, B.; AUBAUD, R. (ed.). **El enfoque de sistemas de producción y la incorporación de criterios de política**. Bogotá: CORPOICA, 1996. p.101-112.
- RODRIGUES, A.C.S. Aspectos da comercialização da batata-baroa. Rio de Janeiro: CEASA-RJ, 1998. 8p.
- ROMEIRO, R.S.; SIQUEIRA, M.F.; CARDOSO, M.S.O. Atividade bactericinogênica entre isolamentos de *Xanthomonas campestris* pv. *arracaciae* e outros patovares de *Xanthomonas campestris*. **Fitopatologia Brasileira**, v.13, n.2, p.107, 1988. Resumo.
- ROMEIRO, R.S.; SOUZA, R.M. MUCHOVEJ, J.J.; KIMURA, O. Soft rot Peruvian carrot due to *Erwinia carotovora* in Brazil. **Plant Pathology**, v.37, n.2, p.300-302, 1988.
- ROMEIRO, R.S.; SOUZA, R.M.; KIMURA, O.; SOUZA, O.B. Queima bacteriana (*Xanthomonas campestris* pv. *arracaciae*) da batata-baroa no estado de Minas Gerais. **Fitopatologia Brasileira**, v.10, n.2, p.324, 1985. Resumo.
- SANTA CRUZ, M.; JAYASINGHE, U. Aislamiento y caracterización parcial de un virus (AV2) de arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*). **Fitopatología**, Lima, v.32, n.1, p.9, 1994. Resumo.
- SANTA CRUZ, M.; LIZARRAGA, C. Un virus serologicamente relacionado com PVS en arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft). **Fitopatología**, Lima, v.29, n.1, p.71, 1997. Resumo.
- SANTOS, B.B.; SILVA, L.A.T. Ocorrência de nematóides do gênero *Meloidogyne* Goeldi 1887 (Nematoda, Heteroderidae) em algumas plantas cultivadas no estado do Paraná, Brasil. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v.59, n.1, p.21-26, março 1984.
- SANTOS, F.F. Características sócio-econômicas no processo de produção da mandioquinha-salsa no Brasil. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.11, n.1, p.95, 1993. Resumo.

- SANTOS, F.F. A cultura da mandioquinha-salsa no Brasil. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.19, n.190, p.5-7, 1997a.
- SANTOS, F.F. Colheita, classificação e embalagem da mandioquinha-salsa. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.19, n.190, p.53-54, 1997b.
- SANTOS, F.F. Apresentação do VI Encontro Nacional de Mandioquinha-Salsa. **Horticultura Brasileira**, v.18, n.3, p.256, 2000.
- SANTOS, F.F.; CÂMARA, F.L.A. O cultivo da mandioquinha-salsa (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft). Botucatu: UNESP-CERAT/Brasília: Embrapa CNPH, 1995. 13p. (Série Raízes, 1).
- SANTOS, F.F.; CARMO, C.A.S. (eds.). Mandioquinha-salsa - manejo cultural. Brasília: Embrapa-SPI/Embrapa Hortaliças, 1998. 79p.
- SANTOS, F.F.; CARMO, C.A.S.; VILELA, N.J. Colheita, classificação, embalagem e comercialização. In: SANTOS, F.F.; CARMO, C.A.S. (eds.). Mandioquinha-salsa - manejo cultural. Brasília: Embrapa-SPI/Embrapa Hortaliças, 1998. p.64-79.
- SANTOS, F.F.; COSTA, G.P.; MACEDO, P.; KRIECK, R.S. Mandioquinha-salsa no agronegócio do estado do Paraná. Curitiba: Emater-PR, 2000. 56p. (Informação Técnica, 51).
- SANTOS, F.F.; SPINA, J.B.; LIMA, M.F.B.F. Bibliografia internacional de mandioquinha-salsa (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft). Brasília: Embrapa/CNPH, 1995. 44p. (Embrapa CNPH. Bibliografia, 02).
- SANTOS, F.F.; VIEIRA, J.V.; PEREIRA, A.S.; LOPES, C.A.; CHARCHAR, J.M. Cultivo da mandioquinha-salsa (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft). Brasília: EMBRAPA-CNPH, 1991. n.p. (EMBRAPA-CNPH. Instruções técnicas, 10).
- SANTOS, F.F.; VILELA, N.J.; CARMO, C.A.S. Colheita, classificação, embalagem e comercialização. Curso sobre manejo cultural de mandioquinha-salsa, Florianópolis, 8-12 dezembro de 1997. p.37-45, 1997. 51p.
- SANTOS, J.A. Situação atual e perspectivas da mandioquinha-salsa no Brasil – Minas Gerais. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE MANDIOQUINHA-SALSA, 5., 1995, Venda Nova do Imigrante, ES. Palestras e trabalhos técnicos... Venda Nova do Imigrante: SOB, 1995. p.3-4.
- SCOTT, G.J.; BEST, R.; ROSENGRANT, M.; BOKANGA, M. Roots and tubers in the global food system: a vision statement to the year 2020. Lima: CIP, 2000. 111p.
- SENNA NETO, N. Cultura da mandioquinha-salsa. Governador Valadares: PROHORT, 1976. 14p.
- SILVA, J.R. Principais aspectos da cultura da mandioquinha-salsa ou batata-baroa. **FIR**, São Paulo, v.10, n.4, p.32-37, 1967.
- SIQUEIRA, C.B.; REIFSCHNEIDER, F.J.B.; CORDEIRO, C.M.T. Índice de doenças de hortaliças no Brasil: bactérias e fungos – vol. II. Brasília: EMBRAPA-CNPH, 1985. 89p.
- SIQUEIRA, M.F. Caracterização de *Xanthomonas campestris* pv. *arracaciae*, agente etiológico do crestamento da batata-baroa (*Arracacia xanthorrhiza*). Viçosa: UFV, 1988. 80p. Tese Mestrado.
- SOUZA, J.L. Agricultura orgânica – tecnologias para a produção de alimentos saudáveis. Vitória: EMCAPA, 1998. 176p.
- SOUZA, J.L. Técnicas de cultivo orgânico em mandioquinha-salsa. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE MANDIOQUINHA-SALSA, 5., 1995, Venda Nova do Imigrante, ES. Palestras e trabalhos técnicos... Venda Nova do Imigrante: SOB, 1995. p.34-36.
- SOUZA, J.T. de; CAMPOS, V.P.; MAXIMIANO, C. Ocorrência e distribuição de nematóides associados a hortaliças e plantas medicinais. **Summa Phytopathologica**, v.24, n.3/4, p.283-291, 1998.
- SOUZA, R.A.M.; SILVA, R.O.P.; MANDELLI, C.S.; TASCIO, A.M.P. Comercialização hortícola: análise de alguns setores do mercado varejista de São Paulo. **Informações Econômicas**, v.28, n.10, p.7-23, 1998.
- SOUZA, R.M.; ROMEIRO, R.S.; KIMURA, O. Podridão mole (*Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*) da batata-baroa no estado de Minas Gerais. **Fitopatologia Brasileira**, v.10, n.2, p.324, 1985. Resumo.

- STRADIOTTO, M.F. Doenças das umbelíferas. **Informe Agropecuário**, v.17, n.183, p.64-67, 1995.
- SUBIRÓS, F. El arracache. In: BIAMONTE, P.; ESCOTO, A.; JIMÉNEZ, R.; STERLING, F.; SUBIRÓS, F. (eds.). **Olericultura**. San José, Costa Rica: UNED, 1984. p.301-310.
- THOMPSON, A.K. Reduction of losses during the marketing of arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*). **Acta Horticulturae**, v.116, p.55-60, 1980.
- TSUNECHIRO, A.; UENO, L.H.; PONTARELLI, C.T.G. Avaliação econômica das perdas de hortaliças e frutas no mercado varejista da cidade de São Paulo, 1991/92. **Agricultura em São Paulo**, v.41, n.2, p.1-15, 1994.
- TÚPAC YUPANQUI, A. Postcosecha de las raíces andinas com ênfasis en el manejo del producto fresco: arracacha, achira, maca, yacón, chago y ajipa. In: SEMINÁRIO, J. (ed.). **Producción de raíces andinas – manual de capacitación**. Lima, Peru: Centro Internacional de la Papa. 1998. Fascículo 24.
- UENO, L.H. Perdas na comercialização de produtos hortícolas na cidade de São Paulo. **Informações Econômicas**, São Paulo, v.6, p.5-7, março 1976.
- VENTURA, J.A. Doenças da mandioquinha-salsa. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE MANDIOQUINHA-SALSA, 5., 1995, Venda Nova do Imigrante, ES. **Palestras e trabalhos técnicos...** Venda Nova do Imigrante: SOB, 1995. p.30-31.
- VENTURA, J.A.; COSTA, H. Doenças da mandioquinha-salsa. In: SANTOS, F.F.; SIMÕES DO CARMO, C.A. (eds.). **Mandioquinha-salsa: manejo cultural**. Brasília: Embrapa, 1998. p.50-56.
- VIÉGAS, A.P. **Índice de fungos da América do Sul**. Campinas: IAC, 1961. 921p.
- VILLAS BOAS, G.L.; SANTOS, F.F.; FRANÇA, F.H.; CASTELO BRANCO, M. Pragas da mandioquinha-salsa. **Informe Agropecuário**, v.19, n.190, p.47-49, 1997.
- VIOTTI, J. Galhas de nematóide em mandioquinha. **O Biológico**, v.20, p.177-178, 1954.
- ZANDONÁ, M.S.; ZAPPÍA, V.R.S. Resíduos de agrotóxicos em alimentos: resultado de cinco anos de monitoramento realizado pela Secretaria de Saúde do Paraná. **Pesticidas Revista Técnica Científica**, v.3, n.3, p.49-95, 1993.
- ZAPATA G., M.A.; PARDO C., V.M. Estudios sobre el marchitamiento de la arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*) causado por *Erwinia* sp. **Revista Facultad Nacional de Agronomía**, v.29, n.1, p.39-42, 1974.

RELAÇÃO DE TABELAS

- Tabela 1.1 - Área, número de localidades e de produtores, e produção de mandioquinha-salsa nos cinco principais estados produtores (1992-1996).....pág. 59
- Tabela 1.2 - Produção e área cultivada com mandioquinha-salsa nos estados do Paraná, Minas Gerais, São Paulo e no Distrito Federal (1991-1998).....pág. 60
- Tabela 1.3 - Custo de produção/ha de mandioquinha-salsa no Distrito Federal para uma população de 31.250 plantas/ha e produtividade média de 9.300 kg/ha (1997).....pág. 61
- Tabela 1.4 - Estimativa de custo operacional para a produção de 1ha de mandioquinha-salsa em Mogi das Cruzes-SP (1997).....pág. 62
- Tabela 1.5 - Estimativa de custo por caixa de mandioquinha-salsa de acordo com diferentes níveis de produtividade em Mogi das Cruzes-SP (1997).....pág. 64
- Tabela 1.6 – Custo de produção de 1ha de mandioquinha-salsa mecanizada para uma produtividade mínima de 19.800kg/ha no estado do Paraná (1999).....pág. 65
- Tabela 1.7 - Exemplos de sistemas de classificação adotados por lavadoras do Distrito do Turvo, Tapiraí-SP (1999).....pág. 66
- Tabela 1.8 – Tipo, material, dimensões e capacidade de diferentes embalagens usadas para mandioquinha-salsa em São Paulo (2000).....pág. 67
- Tabela 1.9 – Formas de apresentação da mandioquinha-salsa no varejo de Brasília-DF e São Paulo-SP (2000).....pág. 68
- Tabela 1.10 - Relação de fungos e bactérias relatados para mandioquinha-salsa no Brasil e no exterior (2001).....pág. 69
- Tabela 1.11 – Relação de nematóides e vírus relatados para mandioquinha-salsa no Brasil e no exterior (2001).....pág. 70

Tabela 1.1 - Área, número de localidades e de produtores, e produção de mandioca-salsa nos cinco principais estados produtores (1992-1996).

Estado	Área (ha)	Localidades (n^o)	Produtores (n^o)	Produção (t)
Minas Gerais ¹	6.000	>100	---	48.000
Paraná ²	3.000	27	2.098	24.000
Espírito Santo ²	1.300	5	--	14.300
Santa Catarina ²	850	5	781	11.245
São Paulo ¹	<200	5	10	1.800

¹ safra 92/93; ² safra 95/96.

Fonte: Santos (1997a).

Tabela 1.2 - Produção e área cultivada com mandioquinha-salsa nos estados do Paraná, Minas Gerais, São Paulo e no Distrito Federal (1991-1998).

Ano	Paraná		Minas Gerais		Distrito Federal		São Paulo	
	Prod. (t)	Área (ha)	Prod. (t)	Área (ha)	Prod. (t)	Área (ha)	Prod. (t)	Área (ha)
1991	9.461	1.150	20.280	2.079	18	2	4.349	481
1992	12.747	1.777	11.467	1.031	351	28	5.145	526
1992	12.758	1.742	26.264	2.585	421	35	5.938	585
1993	19.988	2.518	10.721	938	343	20	8.264	834
1994	20.300	2.600	12.351	1.144	293	20	6.072	620
1995	22.770	2.773	15.301	1.377	309	17	6.555	710
1996	29.481	3.412	12.599	1.263	335	24	9.375	1.090
1997	50.944	5.051	27.442	2.259	430	27	8.933	1.057
1998	58.620	7.258	23.779	2.729	148	21	11.125	972

Fontes: Embrapa Hortaliças, Emater-PR, Emater-MG, IEA-SP, Emater-DF

Tabela 1.3 - Custo de produção/ha de mandiocinha-salsa no Distrito Federal para uma população de 31.250 plantas/ha e produtividade média de 9.300 kg/ha (1997).

Item	Unid. ¹	Quantid.	Valor Unit. (R\$)	Valor To- tal (R\$)	Particip. (%)
Insumos					
Mudas	cx.	55,00	15,5	852,50	18,4
Adubo 04-14-08	t	2,00	312	624,00	13,4
Adubo 10-10-10	t	0,60	200	120,00	2,6
Calcário calcinado	t	2,00	50	100,00	2,1
Esterco de galinha	m ³	25,00	18	450,00	9,7
Defensivos	l/kg	19	41,15	782	16,9
Subtotal				2.928,50	63,1
Serviços					
Aração	H/M	3,00	15,00	45,00	1,0
Gradagem	H/M	3,00	15,00	45,00	1,0
Sulcamento	H/M	8,00	15,00	120,00	2,6
Leiras	D/H	3,00	11,00	33,00	0,7
Aplicação corretivos	D/H	3,00	11,00	33,00	0,7
Aplicação Adubos	D/H	3,00	11,00	33,00	0,7
Plantio de mudas	D/H	3,00	11,00	33,00	0,7
Irrigação	D/H	5,00	11,00	55,00	1,2
Adubação cobertura	D/H	4,00	11,00	44,00	0,9
Colheita+ beneficiamento	D/H	40,00	11,00	440,00	9,5
Subtotal				881,00	19,0
Outros					
Frete e comercialização	cx.	380	0,7	266,00	5,7
Caixa "K" usada	un.	120	0,6	72,00	1,5
Energia elétrica/irrigação	Kwh	1,0	185,39	185,39	4,0
Subtotal				523,39	11,3
Custo Operacional total				4.332,89	93,4
Custos fixos					
Depreciação de máquinas				252,36	5,4
Valor do arrendamento				52,40	1,1
Subtotal				304,76	6,5
Custos totais					
(Ct) = Cv + Cf				4.637,65	100
Custo/unidade produzida	cx. "K"			10,96	
Custo por kg				0,50	

Unidades: cx. = caixa; t= tonelada; m³= metro cúbico; l ou kg= litro ou quilograma; H/M= hora/mês; D/H= dia/homem; un.= unidade; kwh= kilowatt hora; cx. "K"= caixa "K"

Fonte: Santos *et al.* (1997).

Tabela 1.4 - Estimativa de custo operacional para a produção de 1ha de mandiquinha-salsa em Mogi das Cruzes-SP (1997).

Item	Mão-de-obra	Tratorista	Trator	Aração ¹	Conj. irrig.	Conj. pulv.	Carreta	Total (R\$)
Operações								
Adub. básica	32,0	0,2	0,2	--	--	--	0,2	59,53
Aração	--	8,0	8,0	8,0	--	--	--	125,80
Calagem	2,0	2,5	2,5	2,0	--	--	0,5	43,09
Gradeação	--	4,0	4,0	4,0	--	--	--	62,94
Sulcamento	--	4,0	4,0	4,0	--	--	--	62,93
Trat. mudas	10,0	--	--	--	--	--	--	17,61
Plantio	130,0	--	--	--	--	--	--	228,96
Adub. cobertura	16,0	--	--	--	--	--	--	28,18
Amontoa/capina	80,0	--	--	--	--	--	--	140,90
Aplic. herbicida	8,0	8,0	8,0	--	--	8,8	--	140,07
Irrigação	40,0	--	--	--	40,0	--	--	341,24
Pulverização	40,0	20,0	20,0	--	--	20,0	--	385,41
Colheita	600,0	15,0	15,0	--	--	--	15,0	1.294,64
Total horas	958,0	61,7	61,7	18,0	40,0	28,0	15,7	
Custo horário	1,76	2,64	13,01	0,09	6,77	0,10	0,21	
Sub-total (R\$)	1.687,25	163,00	802,73	1,57	270,79	2,69	3,28	2.931,29

¹ Inclui serviço de arado, grade, aplicação de calcário e sulcador

Fonte: Gishifu (1997).

Tabela 1.4 - Estimativa de custo operacional para a produção de 1ha de mandioquinha-salsa em Mogi das Cruzes-SP (1997). (continuação)

Material de Consumo	Quantidade	Preço/Unidade (R\$)	Total (R\$)
Adubo 4-14-8	2 t	228,00	456,00
Adubo 10-10-10	0,5 t	249,00	124,50
Calcário dolomítico a granel	2 t	35,00	70,00
Afalon	8 l	27,00	216,00
Tedion	11 l	8,00	88,00
Funguran	5 kg	3,80	19,00
Espalhante Haiten	2 l	2,80	5,60
Omite	5 l	18,50	92,50
Decis	2 l	23,00	46,00
Mandioquinha	35 cx.	20,00	700,00
Sub-total			1.817,60
C-Depreciação de Máquinas			1.737,68
D-Arrendamento			336,00
Custo de produção (A+B+C+D)			6.822,57

Fonte: Gishifu (1997).

Tabela 1.5 - Estimativa de custo por caixa de mandioquinha-salsa de acordo com diferentes níveis de produtividade em Mogi das Cruzes-SP (1997).

Produtividade	Custo Produção/ha (R\$)	Produt./ha (cx.)	Custo Produção/ cx. (R\$)	Custo de Comerc./ cx. (R\$)	Custo Total/ cx. (R\$)
muito baixa	6.822,57	200	34,11	6,80	40,92
baixa	6.822,57	300	22,74	6,80	29,55
média	6.822,57	400	17,06	6,80	23,86
alta	6.822,57	500	13,65	6,80	20,45

Fonte: Gishifu (1997).

Tabela 1.6 – Custo de produção de 1ha de mandiocinha-salsa mecanizada para uma produtividade mínima de 19.800kg/ha no estado do Paraná (1999).

<u>Descrição</u>	<u>Quantid.</u>	<u>Unidade</u>	<u>Valor (R\$)</u>	<u>Partic. (%)</u>
<u>Receitas</u>				
Mandioquinha-salsa	19.800	kg	6.000,00	
Total			6.000,00	
<u>Custos Variáveis</u>				
Mudas	47.600	unid.	190,40	10,4
Total			190,40	10,4
<u>Fertilizantes</u>				
Uréia	100	kg	28,00	1,5
Cloreto de potássio	200	kg	88,00	4,8
Bórax	20	kg	35,00	1,9
NPK 04-30-10	1.300	kg	559,00	30,5
Total			710,00	38,8
<u>Serviços manuais</u>				
Preparo de mudas	10	D/H	100,00	5,4
Adubação básica	2	D/H	20,00	1,1
Plantio	10	D/H	100,00	5,4
Adubação de cobertura	1	D/H	10,00	0,5
Capina (4)	20	D/H	200,00	10,9
Colheita	35	D/H	350,00	19,1
Total	78	D/H	780,00	42,6
<u>Serv. Tração Animal</u>				
Sulcamento	4	D/H	7,60	0,4
Enleiramento	4	D/H	7,60	0,4
Capina (4)	16	D/H	30,40	1,6
Total	24	D/H	45,60	2,5
<u>Serviços Mecanizados</u>				
Aração	3	H/M	48,00	2,6
Gradeação	1,5	H/M	24,00	1,3
Transporte interno	2	H/M	32,00	1,7
Total	6,5	H/M	104,00	5,7
<u>Total Geral</u>			1.830,00	100
	<u>Para 1ha</u>	<u>Para 1 cx. (33kg)</u>		
Renda bruta (R\$)	6.000,00	10,00		
Custo variável (R\$)	1.830,00	3,05		
Margem bruta (R\$)	4.170,00	6,95		

Fonte: Santos *et al.* (2000).

Tabela 1.7 - Exemplos de sistemas de classificação adotados por sete lavadoras do Distrito do Turvo, Tapiraí-SP (1999).

Beneficiadora	Classes (n° caixas "K")							Toco
	Especial	G	Extra B	B	3A	2A	1A	
Lavadora 1	-- ^a	--	--	6	87	--	17	--
Lavadora 2	--	--	--	30	130	20	15	1
Lavadora 3	20 ^b	--	142	--	45	28	17	--
Lavadora 4	--	--	--	--	50	15	21	4
Lavadora 5	24 ^b	--	154	--	--	50	22	--
Lavadora 6	--	2	--	54	9	9	7	--
Lavadora 7	--	--	20	250	--	50	20	--

^a --: não houve esta classe; ^b Especial: caixa plástica com 30kg

Tabela 1.8 - Tipos, material, dimensões e capacidade de diferentes embalagens usadas para mandioquinha-salsa em São Paulo e Minas Gerais (2000).

Tipo de Caixa	Material	Dimensões (cm) (C x L x A)	Peso Líq. (kg)	Capacid. (kg)	Custo (R\$)
caixa K	madeira	50 x 36 x 22	3,2	27	0,80
contentor	plástico	56 x 36 x 30	2,0	30	5,00
caixa CC23	plástico	60 x 40 x 23	2,0	15	5,00
caixeta	papelão	48 x 30 x 17	0,7	12	2,00
caixa Carrefour	papelão	59 x 38 x 16	0,7	16	1,50
caixa 22kg	papelão	48 x 32 x 25	0,7	22	2,00

Tabela 1.9 – Formas de apresentação, preço, validade e marca comercial da mandioquinha-salsa no varejo de São Paulo-SP e Brasília-DF (2000).

Apresentação	Peso (kg)	Preço (R\$/kg)	Valid. (dias)	Marca	Local
granel	--	1,98-4,00	3-4	Não tem	Brasília-DF
granel + água ¹	--	5,00	3-5	Não tem	Brasília-DF
mp/fatias ²	0,4-0,5	9,33	5	Kodama	Brasília-DF
mp/raiz ² descascada	0,4-0,5	4,11-4,20	4	Kodama	Brasília-DF
Prod. orgânico	--	4,00	3	Não tem	São Paulo
Prod. orgânico + PVC ³	0,4-0,6	9,75-10,25	6	Horta & Arte	São Paulo-SP
bandeja + PVC ⁴	0,4-0,6	3,02-4,70	7	Hortibragança	São Paulo-SP
pré-cozida ⁵	0,5	4,66-6,80	90	Vapza	Brasília-DF

¹granel + água: à noite mantido em geladeira (4°C); ²mp= produto minimamente processado; ³ bandeja + PVC= bandeja de isopor recoberta com filme plástico de PVC; ⁴ bandeja + PVC= bandeja de isopor recoberta com filme plástico de PVC; ⁵ pré cozida= pedaços pré-cozidos embalados a vácuo.

Tabela 1.10 – Relação de fungos e bactérias relatados para mandioquinha-salsa no Brasil e no exterior (2001).

Agente Causal/Patógeno¹	País de Ocorrência	Referência
Fungos		
<i>Alternaria</i> sp.	Brasil, Peru	Santos <i>et al.</i> (1991), Ames de Icochea (1997)
<i>Ascochyta</i> sp.	Peru	Ames de Icochea (1997)
<i>Aspergillus</i> sp.	Colômbia ¹	Thompson (1980)
<i>Botrytis cinerea</i>	EUA	Burton (1970)
<i>Cercospora</i> sp. (<i>C. arracacina</i>)	Brasil	Viégas (1961)
<i>Cercosporidium depressum</i>	Venezuela	Reyes (1970)
<i>Colletotrichum</i> sp.	Peru, Venezuela	Reyes (1970), Ames de Icochea (1997)
<i>Erysiphe polygoni</i>	Brasil	Viégas (1961)
<i>Fusarium</i> sp. (<i>F. solani</i> , <i>F. moniliforme</i> , <i>F. oxysporum</i>)	EUA, Venezuela, Brasil, Peru	Burton (1970), Díaz Polanco & Camino (1976), Reifschneider <i>et al.</i> (1983), Ames de Icochea (1997)
<i>Geotrichum</i> sp.	Brasil	Henz <i>et al.</i> (1994)
<i>Lasiodiplodia theobromae</i>	Peru	Ames de Icochea (1997)
<i>Leveillula taurica</i>	Peru	Ames de Icochea (1997)
<i>Macrophomina phaseolina</i>	Peru	Ames de Icochea (1997)
<i>Mucor</i> sp.	EUA, Colômbia, Peru	Burton (1970), Thompson (1980), Ames de Icochea (1997)
<i>Nigrospora</i> sp. ¹	Colômbia	Thompson (1980)
<i>Oidium</i> sp.	Brasil	Santos <i>et al.</i> (1991)
<i>Penicillium</i> sp.	EUA, Colômbia	Burton (1970), Thompson (1980)
<i>Phoma</i> sp.	Brasil	Henz <i>et al.</i> (1994)
<i>Puccinia repentina</i>	Brasil	Viégas (1961)
<i>Rhizoctonia</i> sp. (<i>R. crocorum</i>) ¹	Venezuela	Reyes Z. (1970)
<i>Rhizopus</i> sp. (<i>R. nigricans</i>)	Brasil, EUA, Colômbia, Peru	Normanha (1958), Burton (1970), Thompson (1980), Ames de Icochea 1997)
<i>Rosellinia bunodes</i>	Brasil	Normanha (1958)
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	Brasil, Peru	Reifschneider <i>et al.</i> (1983), Seminario (1998)
<i>Sclerotium rolfsii</i>	Brasil	Normanha (1958)
<i>Septoria</i> (<i>S. apii</i> , <i>S. apii-graveolentis</i>)	Brasil, Peru	Viégas (1961), Ames de Icochea (1997)
<i>Syncephalastrum</i> sp. ¹	Colômbia	Thompson (1980)
<i>Tilletia</i> sp.	Peru	Ames de Icochea (1997)
Bactérias		
<i>Erwinia</i> sp., <i>E. amylovora</i>	EUA, Colômbia, Venezuela	Burton (1970), Camino & Díaz Polanco (1972a), Zapata & Pardo (1974)
<i>E. carotovora</i> subsp. <i>carotovora</i>	Brasil	Souza <i>et al.</i> (1985)
<i>E. carotovora</i> subsp. <i>atroseptica</i>	Brasil	Henz <i>et al.</i> (1994)
<i>E. chrysanthemi</i>	Brasil, Peru	Henz <i>et al.</i> (1994), Ames de Icochea (1997)
<i>Pseudomonas cichorii</i>	Brasil	Beriam <i>et al.</i> (1998)
<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>arracaciae</i>	Brasil	Pereira <i>et al.</i> (1971)

¹ Não foi caracterizada a relação de patogenicidade entre o agente e a cultura da mandioquinha-salsa

Tabela 1.11 – Relação de nematóides e vírus relatados para mandioquinha-salsa no Brasil e no exterior (2001).

Agente Causal/Patógeno¹	País de Ocorrência	Referência
Nematóides		
<i>Aphelenchoides</i> sp. ¹	Brasil	Bittencourt <i>et al.</i> (1985)
<i>Aphelenchus avenae</i>	Brasil	Bittencourt <i>et al.</i> (1985)
<i>Criconemella</i> sp. (<i>C. onoensis</i>) ¹	Brasil	Souza <i>et al.</i> (1998)
<i>Helicotylenchus</i> sp. (<i>H. dihystra</i>)	Brasil	Bittencourt <i>et al.</i> (1985), Souza <i>et al.</i> (1998)
<i>Heterodera</i> sp. ¹	Brasil	Bittencourt <i>et al.</i> (1985)
<i>Hoplolaimus</i> sp. ¹	Brasil	Bittencourt <i>et al.</i> (1985)
<i>Meloidogyne exigua</i>	Brasil	Bittencourt <i>et al.</i> (1985)
<i>M. hapla</i>	Brasil	Lordello (1970)
<i>M. incognita</i>	Brasil	Bastos Cruz (1958)
<i>M. javanica</i>	Brasil	Bittencourt <i>et al.</i> (1985)
<i>Pratylenchus</i> sp.	Colômbia	Navarro & Castaño (1991)
<i>P. penetrans</i>	Brasil	Monteiro (1980)
<i>P. coffeae</i>	Brasil	Costa <i>et al.</i> (1998)
<i>Tylenchus</i> sp. ¹	Brasil	Manso <i>et al.</i> (1994), Souza <i>et al.</i> (1998)
Vírus		
Arracacha virus A (AVA)	Peru	Jones & Kenten (1978)
Arracacha virus B (AVB)	Peru	Kenten & Jones (1979)
Arracacha virus Y (AVY)	Peru	Brunt <i>et al.</i> (2000)
Arracacha latent virus (ALV)	Peru	Brunt <i>et al.</i> (2000)
Potato black ringspot virus (PBRSV)	Peru	Lizárraga <i>et al.</i> (1994)

¹ Não foi caracterizada a relação de patogenicidade entre o agente e a cultura da mandioquinha-salsa

RELAÇÃO DAS FIGURAS

Figura 1.1 – Fluxograma dos canais de comercialização de mandioca-salsa no Brasil.....pág. 72

Figura 1.2 – Principais etapas, atividades e cronologia do manuseio pós-colheita da mandioca-salsa comercializada em São Paulo-SP.....pág. 73

Figura 1.3 – Esquema básico de funcionamento das beneficiadoras de raízes de mandioca-salsa da região de Piedade e Tapiraí-SP.....pág. 74

Figura 1.4 – Beneficiadora de raízes de mandioca-salsa da região de Piedade e Tapiraí-SP: (a) caixas plásticas de 30-34kg de raízes provenientes das lavouras; (b) sistema de lavagem por redes movidas por motor; (c, d, e) redes com raízes com movimento pendular imersas em tanques d'água; (f) mesa de seleção das raízes e fechamento das caixas de madeira do tipo "K"pág.75

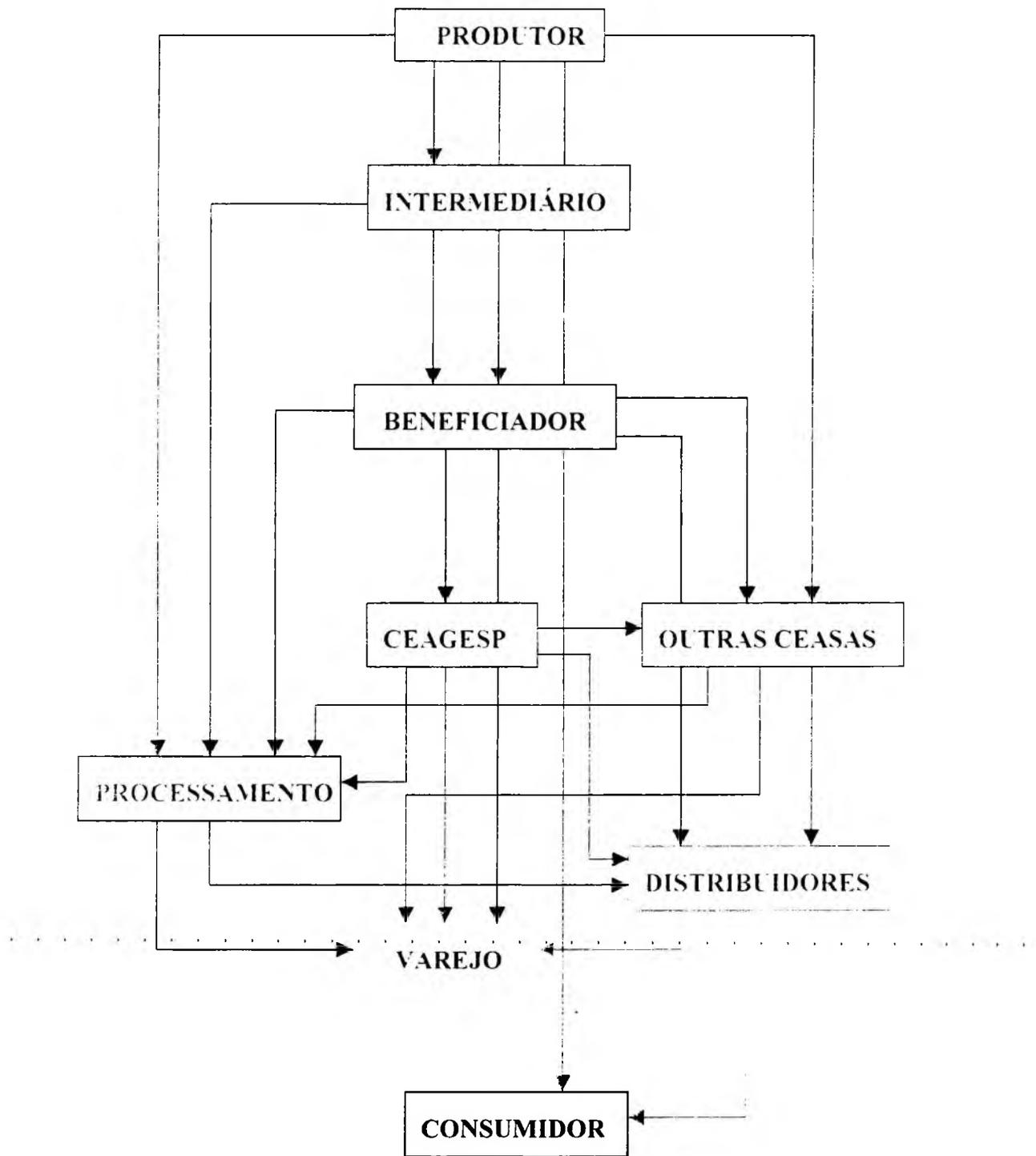


Figura 1.1 - Principais canais de comercialização de mandioca-salsa no Brasil.

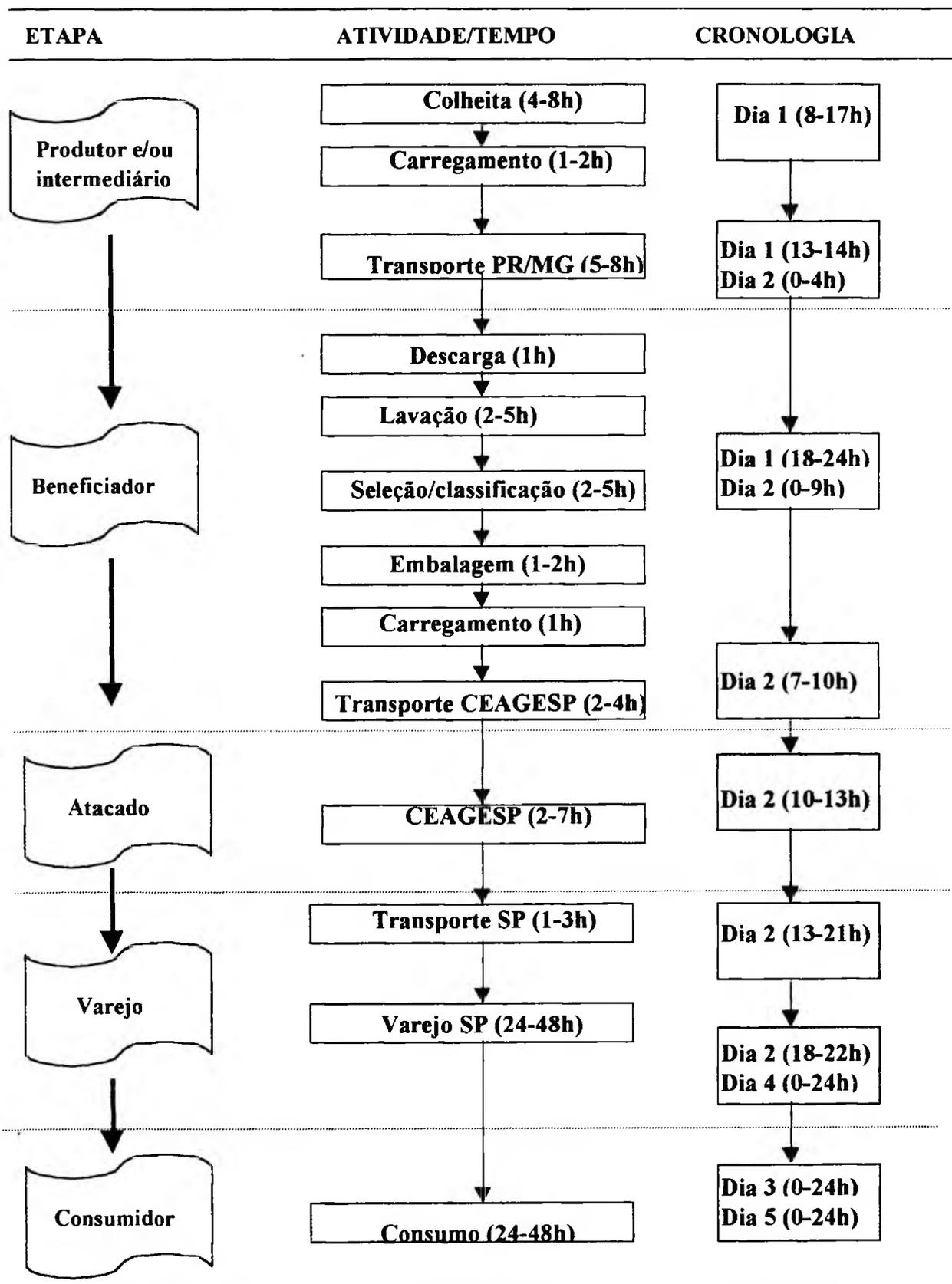


Figura 1.2 - Principais etapas, atividades e cronologia do manuseio pós-colheita da mandiquinha-salsa comercializada em São Paulo.

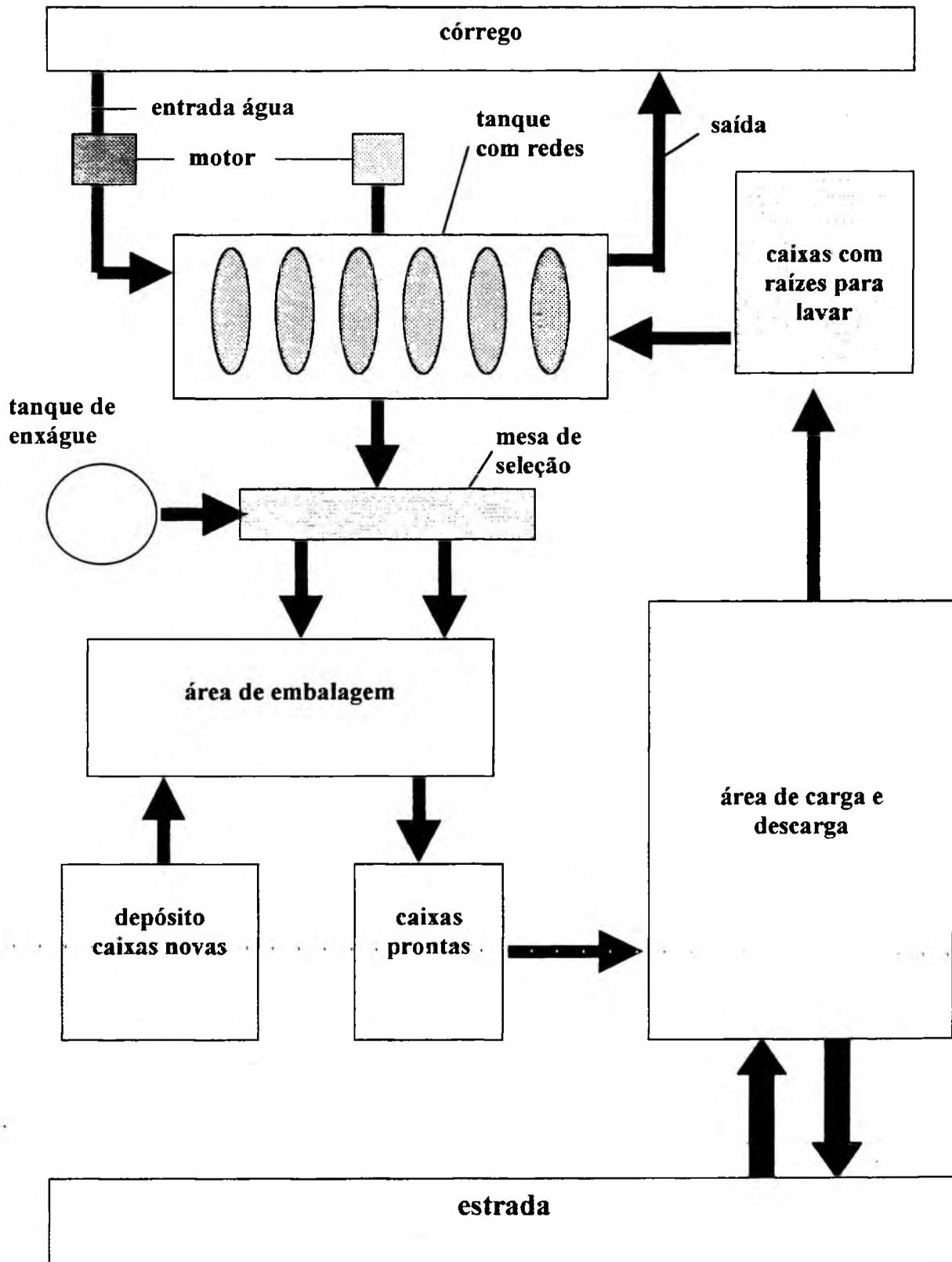


Figura 1.3 - Esquema básico de funcionamento das beneficiadoras de raízes de mandioca-salsa da região de Piedade e Tapiraí-SP.

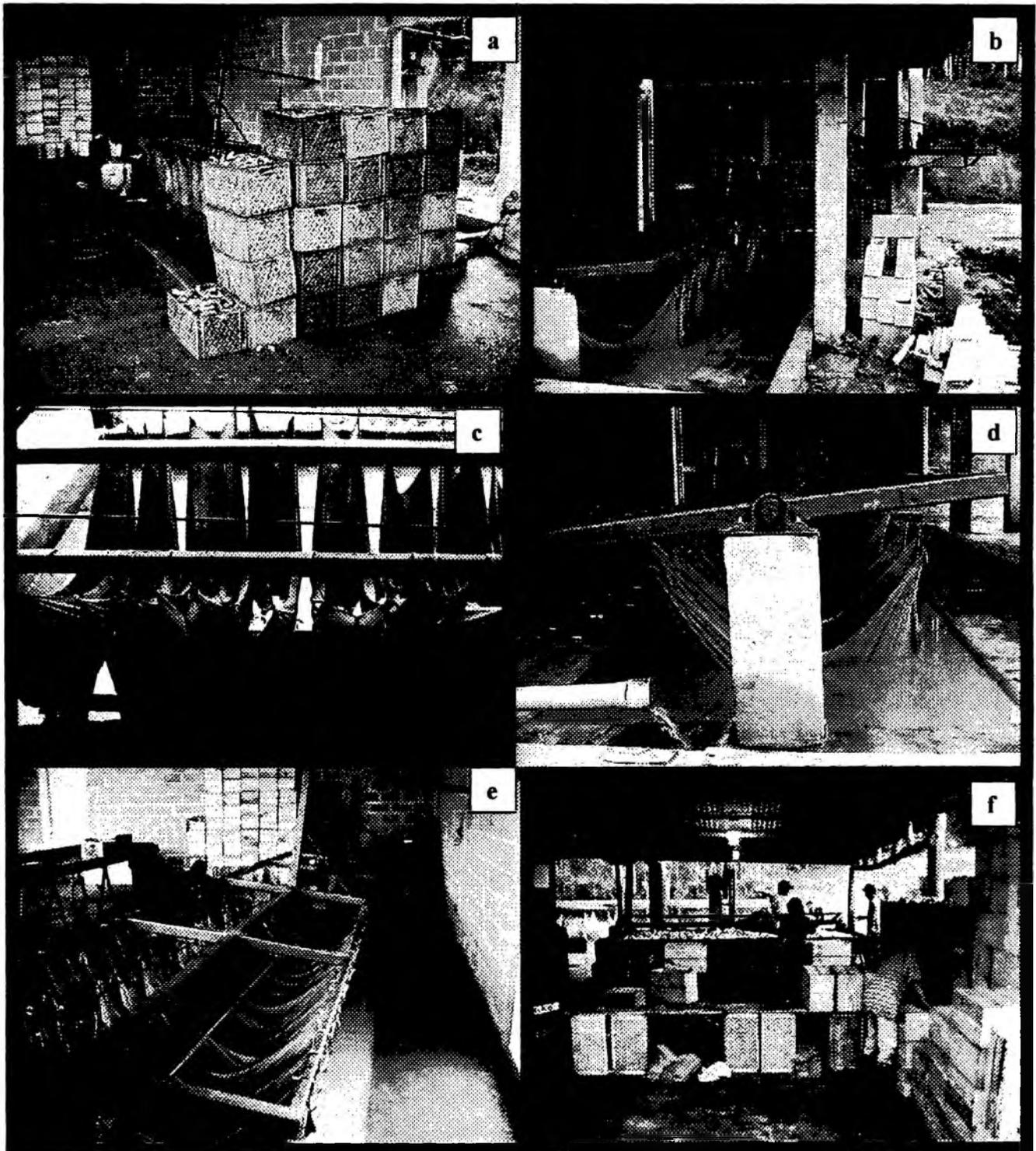


figura 1.4 – Beneficiadora de raízes de mandiocinha-salsa da região de Piedade e Tapiraí-SP: (a) caixas plásticas de 30-34kg de raízes provenientes das lavouras; (b) sistema de lavação por redes movidas por motor; (c, d, e) redes com raízes com movimento pendular imersas em tanques d'água; (f) mesa de seleção das raízes e fechamento das caixas de madeira do tipo “K”.

**IDENTIFICAÇÃO DE ISOLADOS DE *ERWINIA* SPP.
CAUSADORES DA "MELA" EM MANDIOQUINHA-
SALSA E AVALIAÇÃO DE SUA CAPACIDADE
RELATIVA DE MACERAÇÃO**

CAPÍTULO 2 – IDENTIFICAÇÃO DE ISOLADOS DE *ERWINIA* SPP. CAUSADORES DA "MELA" EM MANDIOQUINHA-SALSA E AVALIAÇÃO DE SUA CAPACIDADE RELATIVA DE MACERAÇÃO

SUMÁRIO	PÁGINA
RESUMO.....	79
ABSTRACT.....	80
INTRODUÇÃO.....	81
MATERIAL E MÉTODOS.....	89
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	93
CONCLUSÕES.....	102
AGRADECIMENTOS.....	103
LITERATURA CITADA.....	103
RELAÇÃO DE TABELAS.....	108
RELAÇÃO DE FIGURAS.....	113
ANEXO.....	124

CAPÍTULO 2 – IDENTIFICAÇÃO DE ISOLADOS DE *ERWINIA* SPP. CAUSADORES DA "MELA" EM MANDIOQUINHA-SALSA E AVALIAÇÃO DE SUA CAPACIDADE RELATIVA DE MACERAÇÃO

RESUMO

A "mela" ou podridão-mole das raízes de mandioquinha-salsa é causada por *Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica* (=Eca), *E. carotovora* subsp. *carotovora* (=Ecc) e *E. chrysanthemi* (=Ech). Foram obtidos 227 isolados de *Erwinia* no período 1998-2001 a partir de raízes de mandioquinha-salsa com "mela", que apresentaram atividade pectolítica em raízes de mandioquinha-salsa e frutos de pimentão. Estes isolados foram identificados de acordo com testes de lecitinase, fosfatase, alfa metil glucosídeo, solução redutora, sensibilidade a eritromicina e crescimento a 37°C, sendo 89,9% caracterizados como *Ech*, 9,7% como *Ecc* e apenas um isolado de *Eca* (0,5% da população de isolados). A identificação de sete isolados de *Ech* e catorze de *E. carotovora* foi confirmada por PCR, com *primers* IGS ("1491f" e "L1r") que separam *Ech* de *E. carotovora* e outros dois *primers* específicos para *Ech* ("ADE1" e "ADE2"). A identidade de dois isolados *Ech* e um de *Ecc* através de métodos bioquímicos não foi confirmada com estes *primers*. A capacidade relativa de maceração de isolados de *Erwinia* em mandioquinha-salsa foi avaliada através da inoculação das raízes com um ferimento, deposição de 15µl de inóculo (10⁸ufc/ml) e embalagem da raiz em filme de PVC. As raízes foram incubadas durante três dias a 25°C e a avaliação foi feita pela medição do diâmetro médio das lesões de podridão-mole. Foram feitos dois experimentos, um com 54 isolados de *Erwinia* (39 de *Ech*, 13 de *Ecc* e 2 de *Eca*) e outro com 55 isolados de *Ech*. Os isolados foram categorizados em três classes de acordo com sua capacidade relativa de maceração (=CRM) medida pelo diâmetro médio das lesões pelo método de agrupamentos (distância euclidiana simples). No primeiro ensaio 72,2% dos isolados foi considerada de alta CRM (lesões variando de 1,18 a 1,94cm) e os demais foram de média CRM (18,5%, lesões de 0,66 a 1,10cm) e baixa CRM (9,3%, lesões de 0,23 a 0,46cm). No segundo ensaio foram avaliados somente isolados de *Ech*, sendo 54,5% de alta CRM (lesões de 1,02 a 1,93cm), 29,1% de média CRM (lesões de 0,80 a 0,98cm) e 16,4% de baixa CRM (lesões de 0,38 a 0,73cm). Em outro experimento foi avaliado o efeito de cinco temperaturas (15°C, 20°C, 25°C, 30°C e 35°C) sobre a capacidade relativa de maceração de 4 isolados de *Ech* e 4 de *Ecc*. Houve correlação positiva entre o aumento da temperatura e o diâmetro das lesões dos isolados de *Ech* e *Ecc*, e de uma maneira geral os isolados de *Ech* foram mais agressivos que *Ecc*, com exceção da temperatura de 15°C. Em

tubérculos de batata e raízes de cenoura inoculados com dois isolados de *Ech* (B11 e B12) e mantidos a 15°C, 20°C, 25°C, 30°C e 35°C também houve correlação positiva entre o aumento da temperatura e o diâmetro das lesões. A 35°C as duas hospedeiras foram altamente suscetíveis aos dois isolados, sendo que cenoura não apresentou sintomas a 15°C. Os freqüentes surtos da “mela” em mandioquinha-salsa e as elevadas perdas observadas no verão são justificados pela predominância de *Ech*, pela alta CRM da maior parte de seus isolados, em especial nas temperaturas acima de 25°C.

ABSTRACT

Identification of pectolytic erwinia isolates causing soft rot of arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*) roots and evaluation of its relative maceration ability

The *Erwinia* soft rot is one of the main causes of losses of arracacha roots, especially during commercialization. The disease is caused by *Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica* (=Eca), *E. carotovora* subsp. *carotovora* (=Ecc), and *E. chrysanthemi* (=Ech), and *Ech* is the most frequently isolated subspecies. From January 1998 to July 2001, 227 isolates of pectolytic *Erwinia* were obtained from arracacha roots with typical symptoms of soft rot, most of them washed and packed in the state of São Paulo. All these isolates caused soft rot in arracacha roots and sweetpepper fruits. The *Erwinia* isolates were identified in species/subspecies according to the results of the biochemical tests of lecithinase, phosphatase, alfa metil glucoside, reducing substances from sucrose, erythromycin sensitivity and growth at 37°C. Most of the isolates were characterized as *Ech* (89,9%), 9,7% as *Ecc* and just one isolate as *Eca* (0,5%). The identification of seven isolates of *Ech* and fourteen of *E. carotovora* was confirmed by PCR with primers IGS (“1491f” and “L1r”) to distinguish *Ech* from *E. carotovora*, and two other specific for *Ech* (“ADE1” and “ADE2”). The identity of two *Ech* isolates and one of *Ecc* done by biochemical tests was not confirmed by the primers used. The relative maceration ability (=CRM) was evaluated in arracacha roots by using an inoculation method with a needle puncture and the deposition of 15µl of inoculum suspension (10⁸cfu/ml). Two experiments were carried out, one with 54 isolates (39 of *Ech*, 13 of *Ecc* and 2 of *Eca*) and the second with 55 isolates of *Ech*. The inoculated roots were wrapped in PVC films and kept at 25°C for three days, and then evaluated by measuring the average diameter of the soft rot lesion. Isolates were categorized in three classes of the CRM by cluster analysis (single Euclidean distance), and in the first experiment 72,2% of the isolates were considered of high CRM (lesion diameter ranging

from 1,18 to 1,94cm), 18,5% as medium CRM (lesions from 0,66 to 1,10cm) and 9,3% of low CRM (lesions from 0,23 to 0,46cm). Most of the 55 *Ech* isolates (54,5%) were also considered of high CRM (lesions from 1,02 to 1,93cm), 29,1% were of medium CRM (lesions from 0,80 to 0,98cm) and 16,4% were of low CRM (lesions from 0,38 to 0,73cm). In another trial the effect of five temperatures (15, 20, 25, 30 and 35°C) on the relative maceration ability of 4 isolates of *Ech* and 4 of *Ecc* was evaluated. There was a positive correlation between the increase in temperature and the size of soft rot lesions of *Ech* and *Ecc*, and *Ech* isolates were more aggressive than *Ecc*, except at the temperature of 15°C. In potato tubers and carrot roots inoculated with two *Ech* isolates (B11 and B12) kept at 15°C, 20°C, 25°C, 30°C and 35°C there was a positive correlation between temperature and lesion diameter. At 35°C both hosts were highly susceptible to both isolates, and carrot had no soft rot symptoms at 15°C. The frequent outbreaks of soft rot in arracacha roots during summer and the heavy losses can be explained by the predominance of *Ech* and the high maceration ability of its isolates, especially in temperatures above 25°C.

INTRODUÇÃO

Muitas espécies de bactérias pertencentes aos gêneros *Erwinia*, *Bacillus*, *Pseudomonas* e *Clostridium* podem causar doenças associadas ao tipo de sintoma conhecido como podridão-mole, caracterizado por um colapso dos tecidos vegetais e deterioração de partes das plantas (Lund, 1983). Uma das características comuns a todas estas bactérias é a capacidade de macerar enzimaticamente o tecido parenquimatoso de uma grande variedade de plantas, tanto no período de cultivo como durante o transporte ou armazenamento, e também a ausência de especificidade na interação patógeno-hospedeiro. A importância econômica das perdas causadas por estas bactérias pode ser muito significativa, podendo alcançar em todo o mundo US\$ 50-100 milhões, segundo estimativas de Pérombelon & Kelman (1980). A extensão das perdas é variável, dependendo do valor da cultura, da severidade do ataque, região e clima, condições de cultivo e armazenamento.

As erwinias pectolíticas causadoras de podridão-mole ou pertencentes ao grupo “carotovora” incluem as seguintes espécies e subespécies: *Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica* (=Eca), *E. carotovora* subsp. *carotovora* (=Ecc), *E. carotovora* subsp. *betavasculorum*, *E. carotovora* subsp. *wasabiae*, *E. carotovora* subsp. *odorifera*, *E. chrysanthemi* (=Ech), *E. cypripedii*, *E. rhapontici* e *E. cacticida* (De Boer *et al.*, 2001).

Entre as espécies de erwinias pertencentes ao grupo pectolítico, *Eca*, *Ecc* e *Ech* são as mais importantes, principalmente para hortaliças (Robbs *et al.*, 1981; Takatsu, 1983; Romeiro, 1995; Lopes & Henz, 1998).

A "mela" ou podridão-mole das raízes é uma das principais causas de perdas em mandioquinha-salsa, sendo particularmente importante na fase de pós-colheita. Silva (1967) descreveu de maneira precisa o problema, seus sintomas e sinais nas raízes ("melado ou envolto por uma substância pegajosa"), acreditando ser causado por algum fungo ou bactéria. O primeiro relato da ocorrência de *Erwinia* em plantas de mandioquinha-salsa foi feito por Camino & Diaz Polanco (1972a, 1972b) na Venezuela, quando determinou-se *Erwinia amylovora* como o agente causal da murcha e amarelecimento de plantas, necrose foliar e podridão de raízes em campo. A definição da espécie foi feita com base em três testes (hidrólise de gelatina, redução de nitrito a nitrato e podridão de tubérculos de batata) usados para discriminar *E. carotovora*, *E. amylovora* e *E. tracheiphila*. Os autores determinaram como agente causal *E. amylovora*, apesar do isolado ter causado podridão-mole em batata e mandioquinha-salsa, um teste diferencial característico de *E. carotovora*. Posteriormente, Zapata & Pardo (1974) descreveram a ocorrência de *Erwinia* sp. na Colômbia, com sintomas similares, sem identificar a espécie. O primeiro relato formal de uma erwinia pectolítica em mandioquinha-salsa foi feito em Minas Gerais (Souza *et al.*, 1985), determinando-se a associação de *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* com raízes a campo e em pós-colheita, sendo este resumo posteriormente publicado como uma nota na "Plant Pathology" (Romeiro *et al.*, 1988). Gomide & Romeiro (1992) relataram a ocorrência de *E. carotovora* subsp. *carotovora* em mandioquinha-salsa no cinturão-verde de Belo Horizonte, na localidade de Floresta. Em uma revisão sobre o gênero *Erwinia* no Brasil, Michereff & Mariano (1993) relacionam somente *Ecc* como patógeno de mandioquinha-salsa, com base nos relatos de Romeiro *et al.* (1988) e Gomide & Romeiro (1992). Posteriormente, demonstrou-se que além de *Ecc* também havia o envolvimento de *E. carotovora* subsp. *atroseptica* e *E. chrysanthemi*, sendo *Ech* a espécie predominante no Distrito Federal (Henz *et al.*, 1994). Segundo Lopes & Quezado-Soares (1997), *E. carotovora* subsp. *carotovora* é a mais frequentemente encontrada no Brasil em mandioquinha-salsa.

Identificação de espécies e subespécies de erwinias pectolíticas

As erwinias pectolíticas do grupo “carotovora” são bactérias anaeróbias facultativas, Gram negativas, bastonetiformes, peritríquias, altamente móveis (Klement *et al.*, 1990). O teste mais simples e rápido para caracterizar este grupo é a avaliação da atividade pectolítica para confirmar a capacidade dos isolados em macerar tecido vegetal, que pode também servir como uma prova de patogenicidade quando inoculado na hospedeira de origem e assim cumprir uma das etapas dos Postulados de Koch. Os testes bioquímicos e fisiológicos tradicionais continuam sendo uma maneira prática e relativamente rápida para diferenciar espécies e subespécies de erwinias pectolíticas (Rudolph *et al.*, 1990; Schaad *et al.*, 2001). Como desvantagens, estes testes têm algumas limitações e imperfeições uma vez que alguns isolados apresentam características intermediárias, não sendo possível classificá-los de acordo com as reações aos testes (Jabuonski, 1984; Jabuonski *et al.*, 1986a; Rudolph *et al.*, 1990). A diferenciação das erwinias causadoras de podridão-mole é baseada nos seguintes testes: crescimento a 36-37°C; redução de substâncias a partir de sacarose; produção de ácido a partir de dulcitol, lactose, sorbitol, melibiose, citrato, rafinose, arabitol e maltose; utilização de keto-metil glucosídeo; produção de indol; fosfatase; crescimento em NaCl (5%); sensibilidade a eritromicina; produção de indigoidine (azul) em BDA (Rudolph *et al.*, 1990; De Boer *et al.*, 2001). A divisão de *Ech* em cinco grupos infraespecíficos foi proposta por Dickey (1979) com base em doze propriedades fisiológicas: liquefação de gelatina; sensibilidade a penicilina G; tolerância a KCN; crescimento a 39°C; produção de indol; lecitinase; decarboxilase (L-arginina monohydrate); produção de ácido de D-arabinose, melibiose, rafinose e inulina; e utilização de tartarato de sódio.

Identificação através de ferramentas moleculares

A reação em cadeia da polimerase (PCR) tem sido usada para a identificação de diferentes bactérias fitopatogênicas, inclusive espécies e subespécies de *Erwinia*. Esta técnica consiste basicamente na amplificação enzimática de um fragmento específico do DNA. Além de ser usada na identificação, a técnica da PCR tem sido muito utilizada na detecção de microorganismos em análises clínicas e de alimentos por combinar alta especificidade com alta sensibilidade (Smid *et al.*, 1995). Através da PCR foi possível detectar populações de até 10^3 ufc por tubérculo de *Eca* e *Ech*, superior aos métodos serológicos (Smid *et al.*, 1995), com um conjunto de *primers* específicos para *Eca* (“ERWFOR/ATROREV”) e para *Ech* (“ERWFOR/CHRREV”). Estes *primers* possuem as seguintes seqüências de nucleotídeos, temperatura de desnaturação e porcentagem de

guanina e citosina: “ERWFOR” (5’-ACGCATGAAATCGGCCATGC-3’), 62°C, 55% GC; “ATROREV” (5’-ATCGATAATTTGATTGTCCT-3’), 52°C, 30% GC; e “CHRREV” (5’-AGTGCTGCCGTACAGCACGT-3’), 64°C, 60% GC (Smid *et al.*, 1995). Para *Eca*, foram desenvolvidos mais dois conjuntos de *primers* “ECA1f” e “ECA2r”, com 690pb (De Boer & Ward, 1995) e “Y45” e “Y46”, com 438pb (Frechon *et al.*, 1995, citado por De Boer & Kelman, 2001). Para a identificação de *Ech* foram desenvolvidos dois *primers* que reconhecem genes *pel*: “ADE1” (5’-GATCAGAAAGCCCCGCAGCCAGAT-3’) e “ADE2” (5’-CTGTGGCCGATCAGGATGGTTTTGTCGTGC-3’), ambos com tamanho de 420 oligonucleotídeos (Nassar *et al.*, 1996).

Hospedeiras de erwinias pectolíticas

As três erwinias apresentam diferenças em relação às temperaturas de crescimento, o que parece afetar igualmente sua distribuição geográfica (Pérombelon & Kelman, 1980). A temperatura ótima para o desenvolvimento de podridão-mole é de aproximadamente 27°C para *Eca*, de 27 a 35°C para *Ecc* e de 34 a 37°C para *Ech*. No Brasil, *Ecc* é considerada a subespécie mais importante e que apresenta maior diversidade de hospedeiras, sendo patogênica em mais de 50 plantas, entre as quais várias hortaliças como abobrinha, alface, alho, batata, batata-doce, berinjela, cebola, cenoura, chicória, couve, couve-flor, mandioquinha-salsa, melão, nabo, pepino, pimentão, quiabo, repolho e tomate (Michereff & Mariano, 1993; Lopes & Henz, 1998). Aparentemente, a gama de hospedeiras das outras duas erwinias pectolíticas é mais restrita, sendo que *Eca* foi relatada em 18 hospedeiras no País até 1992 (Michereff & Mariano, 1993), incluindo abobrinha, acelga, alface, batata, beterraba, brócolos, cebolinha, cenoura, couve-flor, girassol, mamão, mandioca, picão, pepino, pimentão, repolho, salsa e tomate. Originalmente *Ech* foi definida como uma nova espécie baseando-se em isolados provenientes de crisântemo (Burkholder *et al.*, 1953). Posteriormente foi isolada em outras plantas hospedeiras de importância econômica, como cana-de-açúcar, arroz, milho, banana, abacaxi, batata, cenoura, batata-doce e várias plantas ornamentais, como violeta africana, poinsetia, cravo, filodendron, comigo-ninguém-pode, orquídea, ciclamen e dália (Dickey, 1979). Até 1980, isolados de *Ech* já haviam sido avaliados em relação a patogenicidade e capacidade relativa de maceração dos tecidos em 118 espécies ou cultivares de plantas (Dickey, 1981). No Brasil, *Ech* foi isolada de alcachofra, alface, batata, batata-doce, bico-de-papagaio, cebolinha, comigo-ninguém-pode, couve-flor, crisântemo, fumo, girassol, milho-doce, orquídea, palma forrageira, pimentão,

repolho e tomate (Michereff & Mariano, 1993), mandioquinha-salsa (Henz *et al.*, 1994; Marques *et al.*, 1994) e em cravo (Almeida & Malavolta Jr, 1995).

Taxonomia das erwinias pectolíticas

Young *et al.* (1979) propuseram a divisão de *E. chrysanthemi* em quatro patovares: pv. *dieffenbachiae*, pv. *parthenii*, pv. *chrysanthemi* e pv. *zetae*, correspondentes as subdivisões I, II, III e IV da proposta de Dickey (1979). Uma nova patovar de *Ech* foi proposta para isolados de cravo (pv. *dianthicola*), correspondente a subdivisão V de Dickey (1979), e outro para *Musa paradisiaca* (pv. *paradisiaca*) por Dickey & Victoria (1980). Na descrição de *E. carotovora* subsp. *betavasculorum*, Thomson *et al.* (1981) diferenciaram a nova subespécie de outros membros de *E. carotovora* e de *E. chrysanthemi* com base em propriedades nutricionais. Adicionalmente, sugerem a mudança dos patovares de *Ech* para o *status* de espécie, inclusive para isolados obtidos de plantas de *Philodendron*. Dickey (1981) propôs a divisão de isolados de *Ech* em 21 grupos de acordo com a reação de patogenicidade em cinco espécies de plantas (*Dieffenbachia amoena* e *D. maculata*; *Philodendron panduriforme* e *P. selloum*; *Syngonium podophyllum*; *Dianthus caryophyllus*; *Zea mays*). A análise de proteínas da membrana de isolados de *Erwinia chrysanthemi* de diferentes hospedeiras através de eletroforese de gel de poliacrilamida-SDS demonstrou haver diferentes padrões de polipeptídeos relacionados com as hospedeiras, sendo as bandas próximas a 40.0kd mais relacionadas aos patovares (Uesugi *et al.*, 1990). Os polipeptídeos da proteína da membrana podem ser importantes na determinação da especificidade da hospedeira (Uesugi *et al.*, 1990).

A divisão de *Ech* em seis patovares foi mantida até meados de 1990 como nomenclatura aceita (Moffet & Dye, 1983; Bradbury, 1986), uma vez que suas propriedades bioquímicas e as suas relações serológicas eram bem correlacionadas com as plantas hospedeiras de origem (Cothier & Sivasithamparam, 1983). No Brasil, foi descrita a ocorrência de *E. chrysanthemi* pv. *parthenii* como agente causal de podridão de cenoura e tomate (Malavolta Jr. *et al.*, 1995). Quarenta e um isolados de *Ech* de várias hospedeiras (*Aechmea fasciata*, *Aglaonema* sp., *Cichorium intybus*, *Dieffenbachia* sp., *Kalanchoe* sp., *Philodendron erubescens*, *Scindapsus pictus*, *Solanum tuberosum*) foram comparados com isolados de referência obtidos de crisântemo, cravo, batata, milho, *Philodendron* e *Dieffenbachia* através de testes fisiológicos, bioquímicos, serológicos e de patogenicidade (Janse & Ruissen, 1988). Os isolados foram classificados em quatro biovares e no serogrupo

1, e nos testes de patogenicidade todos os isolados foram patogênicos em batata e milho. Os isolados de *Kalanchoe*, chicória e batata (“KCP strains”) não foram patogênicos a *Philodendron*, não cresceram a 39°C e apresentaram baixa atividade pectolítica a 37°C, sendo considerados como um grupo de *Ech* separado dos demais, aparentemente melhor adaptados à plantas cultivadas em condição temperada. Estas propostas de divisão de *Ech* em níveis infraespecíficos foram consideradas insuficientes e pouco confiáveis, mesmo reconhecendo-se que ocorre especificidade por planta hospedeira em parte dos isolados (Rudolph *et al.*, 1990). A divisão subespecífica de *Ech* tem sido sugerida por causa da grande heterogeneidade da espécie, mas não existem descrições satisfatórias de subespécies ou designação de patovares (Young *et al.*, 1992; De Boer *et al.*, 2001).

Recentemente, Hauben *et al.* (1998) propuseram o novo gênero *Brenneria* e várias mudanças nos gêneros *Erwinia* e *Pectobacterium* baseando-se na análise de sequências de rDNA 16S das bactérias. De acordo com esta nova proposição, as erwinias causadoras de podridões (*Ecc*, *Eca*, *Ech*) passariam para o gênero *Pectobacterium* Waldee 1945, que incluiria também as subespécies de *E. carotovora* (*betavasculorum*, *odorifera*, *wasabiae*), *E. cacticida* e *E. cyripdedii* (Skerman *et al.*, 1980; Duarte, 1999; Hauben *et al.*, 1998).

Métodos de inoculação

A maior parte das pesquisas com resistência à podridão-mole e variabilidade de isolados é feita para o patossistema *Erwinia* x batata. Considera-se que os princípios dos métodos de inoculação, incubação e avaliação podem ser estendidos até certo ponto para estudos com a podridão-mole em outras espécies de plantas (Döpke & Rudolph, 1990). Além de avaliar a reação de resistência de plantas a patógenos, a definição de métodos de inoculação serve também para estudar a capacidade relativa de maceração dos tecidos de isolados e simular o efeito de certas condições ambientais sobre o desenvolvimento de doenças. Por esta razão, devem obedecer a uma série de requerimentos básicos, como ser de fácil execução, rápidos e apresentarem resultados confiáveis e reproduzíveis, que representem a reação das plantas nas condições de campo ou armazenamento. Em batata, existe uma diversidade relativamente grande de métodos de inoculação, dependendo do objetivo principal e a doença estudada (canela preta de plantas ou podridão-mole dos tubérculos). Para a podridão-mole dos tubérculos, o método de inoculação pode ser feito através de ferimento, infiltração de micropipetas no tecido, injeção do inóculo, infiltração a vácuo ou simulação de injúria mecânica. As condições de incubação também variam de

acordo com a inoculação, com diferenças na temperatura, umidade relativa, período de tempo, condição aeróbia/anaeróbia. A reação à inoculação pode ser avaliada pelo diâmetro ou volume da lesão, peso ou porcentagem do tecido com podridão-mole, incidência ou escala de notas (Döpke & Rudolph, 1990). Em geral, para a podridão-mole da batata a inoculação é feita em tubérculos inteiros ou em fatias (Lapwood *et al.*, 1984; Bain & Pérombelon, 1988; Allefs *et al.*, 1995). O método que utiliza fatias do tubérculo com 1cm de espessura (Lapwood *et al.*, 1984) têm sido extensivamente usado em programas de melhoramento de batata por conta de sua facilidade e por ter sido demonstrado que vários fatores que potencialmente afetam a resistência à podridão-mole têm pequena influência na classificação da reação de resistência dos clones de batata avaliados (Wastie *et al.*, 1988; Allefs *et al.*, 1995). Tubérculos inteiros são inoculados pela injeção de 0,01ml da suspensão bacteriana (10^4 - 10^6 ufc/ml) com uma seringa em 2-3 pontos, a 2-5mm de profundidade, cobrindo-se os pontos de inoculação com vaselina (French & De Lindo, 1979; Hidalgo & Echandi, 1982). Depois de inoculados, os tubérculos são envolvidos em papel toalha e embalados em duas camadas de filme de PVC e incubados a 25°C por três dias.

Entre quatro métodos de inoculação de *Erwinia* em cenoura, o que apresentou uma resposta mais consistente foi a deposição de discos de papel filtro com 0,5cm de diâmetro embebidos em inóculo (10^8 ufc/ml) em fatias transversais das raízes (Michalik *et al.*, 1992), sendo a avaliação feita por uma escala de notas (0-5). Este mesmo método foi usado para avaliar a resistência de tubérculos de batata a *Ecc*, com bons resultados (Nishijima *et al.*, 1996). Não foi encontrada nenhuma descrição de método específico de inoculação de *Erwinia* em mandioquinha-salsa na literatura.

Patogenicidade e capacidade relativa de maceração dos tecidos

As erwinias causadoras de podridão-mole são caracterizadas pela produção de grandes quantidades de enzimas pectolíticas, provavelmente seu determinante de patogenicidade mais importante (Collmer & Keen, 1986). Como o termo “virulência” pode representar diferentes conceitos, neste trabalho as diferenças entre isolados de erwinias pectolíticas serão consideradas apenas em relação ao seu efeito, como capacidade de causar podridão-mole ou maceração de tecidos, diâmetro ou volume da lesão, conforme recomendado por Lacy & Stromberg (2001). Diferenças na capacidade relativa de maceração dos tecidos entre espécies e subespécies de *Erwinia* causadoras de podridão-mole têm sido registradas por vários autores (Pérombelon & Lowe, 1975; Pérombelon &

Kelman, 1980; Jabuonski *et al.*, 1988b; Smith & Bartz, 1990), em geral referidos como variação em “virulência”. Trinta e cinco isolados de *Ecc* obtidos de diferentes hospedeiras, na maior parte plantas ornamentais, apresentaram diferença significativa em termos de agressividade (Smith & Bartz, 1990). Jabuonski *et al.* (1988b) avaliaram a capacidade relativa de maceração dos tecidos de 29 isolados de *Erwinia* spp. (10 isolados de *Ecc*, 10 de *Eca* e 9 de *Ech*) em tubérculos de batata da cv. Bintje mantidos em três temperaturas (20°C, 28°C e 37°C), sendo que a 20°C somente os isolados de *Eca* provocaram podridão-mole, enquanto nas temperaturas mais altas os isolados de *Ech* foram mais agressivos.

Pérombelon (1979) considerou a temperatura o fator ambiental mais importante na expressão da patogenicidade das erwinias pectolíticas em batata. Foi constatado que as subespécies de *E. carotovora* apresentavam diferenças entre si, com prevalência de *Eca* em regiões mais frias e *Ecc* em climas mais quentes e também na patogenicidade e na expressão de sintomas (podridão-mole de tubérculos e canela preta). *Ech* não foi incluída nestas avaliações porque não era isolada com frequência em regiões temperadas, sendo considerada uma espécie mais comum em regiões tropicais. No Rio Grande do Sul, observou-se predominância de *Eca* (55%) e *Ecc* (42%) em lavouras de batata de quatro regiões, sendo que aparentemente as condições ambientais são desfavoráveis ao desenvolvimento de *Ech* (Oliveira *et al.*, 2000).

Já foram identificados diferentes mecanismos relacionados a fatores de virulência das erwinias pectolíticas, sendo os mais importantes a produção de enzimas pectolíticas regulada pelos genes *pelABCE* (Keen *et al.*, 1984; Tamaki *et al.*, 1988; Pérombelon & Salmond, 1995) e os sistemas *hrp* (resposta de hipersensibilidade e patogenicidade) e o *sap* (sensibilidade a peptídeos antimicrobianos) (López-Solanilla *et al.*, 2001). A disponibilidade de ferro controla a expressão de genes *pel* e a função de transporte dos íons deste elemento, sendo outro determinante da patogenicidade do isolado “3937” de *Ech* (Franza *et al.*, 1999). A expressão de determinados genes em bactérias fitopatogênicas está condicionada à densidade da população bacteriana através da produção de sinais que detectam sua concentração (*quorum-sensing signals*) (Cha *et al.*, 1998), sendo demonstrado que a transcrição dos genes *pel* de *Ech* responde a estes sinais (Nasser *et al.*, 1998).

Os surtos de “mela” em raízes de mandiocinha-salsa causados por erwinias pectolíticas continuam sendo a principal limitação da cultura no período de verão para o produto comercializado na CEAGESP, em São Paulo-SP, o mais importante mercado

brasileiro de produtos hortícolas. O objetivo deste trabalho foi identificar os isolados de *Erwinia* envolvidos na “mela” de raízes de mandioquinha-salsa, definir um método de inoculação e avaliar a capacidade relativa de maceração dos tecidos dos isolados.

MATERIAL E MÉTODOS

Coleta e obtenção de isolados

Os isolados foram obtidos a partir de raízes de mandioquinha-salsa com sintomas típicos de podridão-mole e eventualmente de outras hospedeiras, como raízes de cenoura, tubérculos de batata e frutos de pimentão. As raízes foram coletadas nas beneficiadoras de Piedade e Tapiraí-SP, na CEAGESP (São Paulo-SP), e nas CEASAs de Brasília e do Rio de Janeiro, no período compreendido entre janeiro/1998 e julho/2001. A mandioquinha-salsa beneficiada e comercializada em São Paulo é originária do Paraná, Minas Gerais, Santa Catarina e ocasionalmente do próprio estado. As raízes coletadas em Brasília foram provenientes de produtores locais e também da CEAGESP e no Rio de Janeiro o produto era originário do Espírito Santo. Os isolamentos foram feitos de duas maneiras: (1) diretamente das hospedeiras quando os sintomas de podridão-mole apresentavam-se em seu estágio inicial, com lesões isoladas e de tamanho reduzido; e (2) indiretamente através da inoculação em frutos de pimentão com palitos de dente previamente embebidos em lesões de podridão-mole das raízes de mandioquinha-salsa (Takatsu *et al.*, 1981), incubados posteriormente em câmara úmida durante 24-48h a $\pm 25^{\circ}\text{C}$. Após o aparecimento dos sintomas de podridão-mole nos frutos de pimentão ou diretamente das lesões nas raízes de mandioquinha-salsa, procedeu-se ao isolamento direto em meio de cultura NA ou 523 (Kado & Heskett, 1970). Após 24-48h de incubação a 28°C , as placas foram examinadas e foram sendo selecionadas colônias típicas de erwinias pectolíticas, com coloração creme, opacas, formato circular-amebóide, bordos irregulares, com 1,5-3,0mm de diâmetro (Rudolph *et al.*, 1990). Paralelamente também foram isoladas colônias com aspecto diverso daquelas de *Erwinia* para avaliar sua provável patogenicidade em mandioquinha-salsa. Para completar os postulados de Koch, os isolados considerados como *Erwinia* foram inoculados através de palitos de dente com massa bacteriana em raízes de mandioquinha-salsa previamente desinfestadas com álcool (70%) e enxaguadas com água esterilizada. As raízes foram incubadas em câmara úmida ($24-26^{\circ}\text{C}$; 97-100% UR) por 48h, considerando-se como patogênicos aqueles isolados que reproduziam o sintoma de podridão-mole. Para testes

posteriores, os isolados foram conservados em tubos com água esterilizada, mantidos em temperatura ambiente, sendo repicados a cada 12 meses.

Para avaliar o envolvimento de outras bactérias freqüentemente isoladas em meio de cultura a partir de raízes de mandioquinha-salsa com sintomas típicos de “mela”, selecionou-se 56 isolados para um teste preliminar de patogenicidade. Estas bactérias foram repicadas e cultivadas em meio 523 ou NA durante dois dias a 28°C. Raízes de mandioquinha-salsa foram desinfestadas com álcool (70%), enxaguadas com água esterilizada e deixadas secar naturalmente em câmara asséptica. A inoculação foi feita retirando-se uma parte do tecido em forma de “V” da raiz com um bisturi, colocando-se no local uma alça cheia de massa bacteriana retirada diretamente das placas e tampando-se novamente o ferimento com o mesmo tecido. Após a inoculação, as raízes foram mantidas em uma câmara úmida (25°C, 98-100% UR) durante três dias.

Identificação dos isolados com testes bioquímicos e moleculares

Os testes bioquímicos e fisiológicos foram feitos de acordo com as descrições e recomendações compiladas por Rudolph *et al.* (1990) e De Boer & Kelman (2001). A separação dos isolados em espécies/subespécies de *Erwinia* foi baseada na reação aos seguintes testes: atividade pectolítica (inoculação em raízes de mandioquinha-salsa e frutos de pimentão), crescimento rápido a 37°C, lecitinase, fosfatase, substâncias redutoras de sacarose, produção de ácido a partir de alfa-metil glucosídeo, sensibilidade a eritromicina (Tabela 2.1). Dois isolados representativos de *Ech* (B2 e 154) foram também identificados através do sistema “Biolog”, com a utilização de 95 fontes de carbono, sendo comparados com outros dois isolados de identidade confirmada (Tabela 2, Anexo).

A identificação de isolados usando técnicas moleculares foi feita pelo Dr. Valmir Duarte no “Centre of Expertise for Potato Diseases, Canadian Food Inspection Agency”, Charlottetown, Canadá. O DNA das regiões IGS de isolados de *Erwinia* spp. foi amplificado usando os *primers* “1491F” (5'-GAAGTCGTAACAAGGTA-3') e “L1r” (5'-CA(A/G)GGCATCCACCGT-3'), das sequências conservadas próximas ao terminal 3' do gene rRNA 16S e terminal 5' do gene rRNA 23S (Fessehaie *et al.*, 2001 – dados não publicados). A reação foi conduzida com um ciclo de 2 minutos a 94°C, seguido de 31 ciclos de 94°C por 45 segundos, 62°C por 45 segundos, 72°C por 1,5 minuto; e finalmente um único ciclo de 72°C por 10 minutos. A presença de genes *pel* específicos de *Ech* foi verificada a partir da amplificação do DNA usando *primers* “ADE1” (5'-

GATCAGAAAGCCCGCAGCCAGAT-3') e "ADE2" (5'-CTGTGGCCGATCAGGATGGTTTTGTCGTGC-3') (Nassar *et al.*, 1996). A reação foi conduzida com um ciclo de 4 minutos a 94°C, seguido de 34 ciclos de um minuto a 94°C, 65°C por um minuto, 72°C por um minuto e um único ciclo de 72°C por 5 minutos. Os produtos de PCR foram fracionados em agarose (2%) e corados com 0,5µg/ml brometo de etídio.

Preparo do inóculo

Os isolados foram cultivados em meio sólido NA ou 523 a partir dos tubos com água esterilizada, incubando-os a 27°C durante 2-3 dias. Após seu crescimento, foram novamente repicados nos mesmos meios e condição de incubação. O inóculo foi preparado pela raspagem superficial das colônias bacterianas com uma alça de platina e posterior diluição em água esterilizada. A determinação da concentração do inóculo foi feita utilizando-se um espectrofotômetro com comprimento de onda de 550nm, a partir de uma curva de calibração previamente determinada. De acordo com esta curva, a concentração de 10⁸ ufc/ml corresponde a 52% de transmitância.

Método de inoculação

Foram avaliados dois métodos de inoculação de *Erwinia* em raízes de mandioquinha-salsa previamente lavadas e desinfestadas com álcool (70%) ou solução de hipoclorito de sódio (0,1%) durante 5min e enxágue com água esterilizada, deixando-se secar em temperatura ambiente. Foi utilizado o método proposto por Michalik *et al.* (1990) para raízes de cenoura, que consiste na deposição de discos de papel filtro embebidos em inóculo (10⁸ ufc/ml) em seções transversais das raízes mantidas em câmaras úmidas (bandejas de isopor com papel toalha umedecido no fundo recobertas com um filme plástico). O outro método é uma adaptação daquele descrito por French & De Lindo (1979) e Hidalgo & Echandi (1982) para a inoculação de *Ech* em tubérculos de batata. Ao invés da injeção da suspensão a 2cm de profundidade, foi feito um ferimento com um instrumento metálico (1cm de altura x 0,2cm de diâmetro) e depois de 1-4 minutos a deposição de 15µl do inóculo (10⁸ ufc/ml) com uma micropipeta (Figura 2.1). As raízes foram embaladas individualmente em filme de PVC, sem envolvê-las em papel toalha como feito em batata (French & De Lindo, 1979; Hidalgo & Echandi, 1982). A seqüência de etapas deste método de inoculação podem ser melhor visualizadas na Figura 2.1. Para ambos os métodos, a incubação foi feita a 25°C durante três dias medindo-se o diâmetro médio da lesões.

Após a definição do método de inoculação, foram executados dois experimentos para determinar os efeitos da concentração do inóculo e da temperatura de incubação no desenvolvimento da doença. As raízes foram desinfestadas e inoculadas como exposto anteriormente, sendo os experimentos conduzidos em delineamento casualizado, com três repetições (15 raízes/parcela), utilizando-se o isolado 40 de *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* da coleção de bactérias fitopatogênicas da Embrapa Hortaliças. Foram avaliadas três concentrações de inóculo (10^8 , 10^6 e 10^4 ufc/ml) e uma testemunha com água esterilizada. Após a inoculação as raízes foram mantidas a 25°C durante três dias. Em outro experimento, as raízes foram inoculadas com uma concentração (10^8 ufc/ml) e mantidas em quatro temperaturas (5°C, 15°C, 25°C e 30°C). A reação das raízes de mandioquinha-salsa à inoculação com *Erwinia* foi aferida de quatro maneiras: (a) medindo-se o diâmetro médio da lesões; (b) calculando-se o volume médio, considerando-se que o formato da lesão assemelhava-se à metade de uma esfera, obtido pela fórmula $V = (4/3\sqrt{R^3})/2$, onde o raio (=R) equivale à metade do diâmetro da lesão; (c) peso do tecido lesionado, obtido pela diferença do peso da raiz antes e depois da remoção mecânica da podridão-mole com jatos de água; (d) porcentagem de tecido lesionado, obtido pelo cálculo da porção do tecido desintegrado em relação ao peso da raiz.

Avaliação da capacidade relativa de maceração dos tecidos de isolados

A capacidade relativa de maceração dos tecidos de isolados das três espécies pectolíticas de *Erwinia* em raízes de mandioquinha-salsa foi avaliada em duas etapas, sendo na primeira 54 isolados (39 de *Ech*, 13 de *Ecc* e 2 de *Eca*) da coleção de bactérias da Embrapa Hortaliças (hospedeiras batata, mandioquinha-salsa e cenoura) e os isolados obtidos de mandioquinha-salsa, e na segunda etapa 55 isolados de *Ech* provenientes de mandioquinha-salsa. Foi usado o mesmo método de inoculação (ferimento e deposição de 15µl do inóculo na concentração de 10^8 ufc/ml), sendo inoculadas 15 raízes de mandioquinha-salsa em dois pontos. Após a inoculação, as raízes foram embaladas em filme de PVC e incubadas a 25°C. A avaliação foi realizada três dias após através do diâmetro das lesões.

Efeito da temperatura na agressividade de isolados de *Ecc* e *Ech*

Quatro isolados de *Ech* (B2, B11, C9, D3) e quatro de *Ecc* (P1, P9, P28, P31) foram inoculados da maneira descrita anteriormente e incubados em cinco temperaturas

(15°C, 20°C, 25°C, 30°C e 35°C) durante três dias. A avaliação foi feita com base no diâmetro médio das lesões de podridão-mole.

Em outro experimento, dois isolados de *Ech* (B11 e B12) foram inoculados em raízes de cenoura cv. Brasília e em tubérculos de batata cv. Bintje com o mesmo método descrito anteriormente (ferimento e embalagem em filme de PVC) e armazenados durante três dias a 15°C, 20°C, 25°C, 30°C e 35°C.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Isolamento de erwinias pectolíticas

A progressão das lesões na forma de “mela” e podridão-mole nas raízes de mandioquinha-salsa causadas por *Erwinia* spp. é muito rápida sob condições favoráveis (temperaturas entre 23°C e 40°C e umidade relativa acima de 95%). As raízes ficam completamente deterioradas de um a três dias após a lavagem e nesta condição proliferam bactérias e fungos secundários nas lesões iniciadas pelas erwinias pectolíticas. Em muitos casos, a tentativa de isolamento de *Erwinia* diretamente das lesões de podridão-mole em meio de cultura foi negativo, resultando no crescimento rápido e abundante de bactérias com colônias diferentes em forma e coloração das erwinias pectolíticas. Nenhum dos isolados com características de colônias distintas daquelas de *Erwinia* foi considerado como patogênico, não observando-se maceração do tecido ou podridão-mole ou outro tipo de sintoma, sendo desconsiderados neste trabalho. Por esta razão, a maior parte dos isolados foi obtida a partir de raízes que apresentavam lesões pequenas e isoladas de podridão-mole ou indiretamente através da inoculação em frutos de pimentão pelo método do palito (Takatsu *et al.*, 1981). Quando a raiz estava “melada” (pegajosa ou com a epiderme solta) ou com lesões extensas de podridão-mole, na maioria das vezes cresceram somente bactérias oportunistas.

Foram obtidos mais de 400 isolados com colônias semelhantes àquelas de *Erwinia* em meio NA ou 523. Destes, 227 causaram sintomas típicos da podridão-mole quando inoculados em frutos de pimentão e raízes de mandioquinha-salsa, sendo repicados para placas com meio de cultura para testes posteriores. Os isolados foram conservados em tubos com água esterilizada mantidos em temperatura ambiente, com repicagens anuais.

Identificação dos isolados

Os isolados com atividade pectolítica comprovada foram identificados em espécies/subespécies através dos testes de lecitinase, fosfatase, alfa metil glucosídeo, solução redutora de sacarose, sensibilidade a eritromicina e crescimento a 37°C (Rudolph *et al.*, 1990; De Boer & Kelman, 2001). De acordo com os resultados destes testes (Tabela 2.1), foram identificados 204 isolados como *E. chrysanthemi* (89,8%), 22 como *E. carotovora* subsp. *carotovora* (9,7%) e apenas um como *E. carotovora* subsp. *atroseptica* (0,5%). Dois isolados de *Ech* (B2 e 154) foram também identificados através do sistema “Biolog”, apresentando respectivamente 0,967 e 0,891%% de similaridade com *Ech* (banco de dados do Biolog), maior inclusive que os dois isolados padrão incorporados no teste como testemunhas. Com base nos resultados, considerou-se como 100% a probabilidade de pertencerem a *Ech* com base na utilização de 95 fontes de carbono (Tabela 2, Anexo).

Desde o relato de sua ocorrência em mandioquinha-salsa no Brasil (Souza *et al.*, 1985; Romeiro *et al.*, 1988), *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* tem sido considerada como a subespécie mais importante entre as erwinias pectolíticas e a mais amplamente distribuída nas diferentes regiões produtoras da cultura (Gomide & Romeiro, 1992; Michereff & Mariano, 1993; Lopes & Quezado-Soares, 1997). No Distrito Federal foi relatada a ocorrência das três espécies/subespécies de *Erwinia* em mandioquinha-salsa, sendo *Ech* considerada a espécie predominante (Henz *et al.*, 1994; Marques *et al.*, 1994), embora o número de isolados avaliados tenha sido relativamente pequeno.

No presente levantamento, todos os isolamentos foram feitos a partir de raízes na fase de pós-colheita, submetidas ao processo de lavagem. A predominância de *E. chrysanthemi* como causadora da “mela” da mandioquinha-salsa pode estar relacionada com as condições extremamente favoráveis ao seu desenvolvimento, como as temperaturas prevalecentes nas regiões produtoras à época da colheita e principalmente na fase de pós-colheita (transporte, beneficiamento e comercialização) e a alta umidade das raízes. Em um levantamento sobre a incidência e a distribuição de erwinias pectolíticas em lavouras de batata no Rio Grande do Sul, a maior parte dos 408 isolados obtidos foi identificada como *Eca* (55%) e *Ecc* (42%), sendo apenas 1% de *Ech* (Oliveira *et al.*, 2000). A temperatura tem efeito fundamental em vários fatores associados à patogênese das erwinias pectolíticas, afetando sua distribuição, círculo de plantas hospedeiras, tipo de sintoma e capacidade relativa de maceração dos tecidos (Pérombelon, 1982). As três espécies/subespécies

pectolíticas de *Erwinia* que causam podridão-mole em hortaliças e outras hospedeiras possuem amplitudes de temperaturas (mínima, ótima e máxima) de crescimento diferentes. A temperatura ótima de crescimento para *Eca* é 27°C (mínima 3°C e máxima 35°C); 28-30°C (mínima 6°C e máxima 37-42°C) para *Ecc*; e 34-37°C (mínima 6°C e máxima 45°C) para *Ech* (Pérombelon & Kelman, 1980; Lund, 1983).

Existe a possibilidade das três espécies/subespécies de *Erwinia* causarem podridão-mole em um só órgão vegetal, como estarem presentes na mesma lesão (Pérombelon & Kelman, 1980; Pérombelon & Salmond, 1995). No presente trabalho foram feitos diversos isolamentos de uma mesma raiz com sintomas e inclusive da mesma lesão, obtendo-se somente isolados de *Ech* ou *Ecc*. Em todas as épocas em que foram feitos os isolamentos, as raízes com lesões foram mantidas em temperaturas que variaram de 22 a 27°C. Os isolamentos indiretos feitos a partir de frutos de pimentões inoculados com palitos de dentes e mantidos em câmara úmida em condição ambiente (23 a 26°C) podem ter favorecido a proliferação de *Ech*, embora nestas condições as três principais erwinias pectolíticas podem desenvolver-se bem e causar doença. Outra possibilidade para a predominância de *Ech* nos isolamentos pode ter sido o processo de lavagem e as temperaturas mais elevadas nas regiões de cultivo e beneficiamento. Um surto desta espécie em cenoura na Califórnia em 1998 foi diretamente relacionado à irrigação excessiva e a ocorrência de temperaturas extraordinariamente elevadas durante o cultivo (Farrar *et al.*, 2000).

Identificação com métodos moleculares

Dos 20 isolados avaliados por PCR, sete foram identificados como sendo *Ech* pelos *primers* IGS (“1491f” e “L1r”) e seis pelos *primers* “ADE1” e “ADE2” (Tabela 2.2), e destes apenas dois apresentaram resultado positivo para um teste adicional de fosfatase, uma das principais características diferenciadoras bioquímicas de *Ech* das duas subespécies de *E. carotovora*. Foram utilizados como padrões os isolados *Ech* 571, *Eca* 31 e *Ecc* 51. Para os *primers* IGS (“1491f” e “L1r”), os isolados 41, 42, 47, 48, 49, 50, 54, 56, P1, P2, P9, P14 e Q1 apresentaram duas bandas bem próximas (600pb) características das subespécies de *Erwinia carotovora*, e os isolados 46, 53, P5, P6, Q2, Q5 e Q20 apresentaram duas bandas distintas, mais separadas, características de *E. chrysanthemi* (Figura 2.2A e 2.2B). O resultado negativo (bandas mais próximas) para os *primers* IGS identifica isolados de *Erwinia carotovora*, sem separar as duas subespécies (*Eca* e *Ecc*). Os *primers* IGS (“1491f” e “L1r”) foram eficientes em identificar os genes *pel* típicos de *Ech*, confirmando os dados

parciais de um trabalho em processo de publicação (Fessehaie, A.; De Boer, S.H.; Lévesque, C.A. *Molecular characterization of DNA encoding 16S-23S r RNA intergenic spacer regions and 16S rRNA of Erwinia species*, 2001), executado no “Canadian Food Inspection Agency”, no Canadá.

Os *primers* “ADE1” e “ADE2” reconhecem genes *pel*, que codificam a produção de enzimas pectolíticas específicas de *Ech* (Nassar *et al.*, 1996), característica que a distingue de *Erwinia carotovora*. Apenas os isolados 46, 53, P5, P6, Q5 e Q20 apresentaram a mesma banda característica do isolado usado como controle (*Ech* 571) enquanto os demais isolados (*Eca* 31, *Ecc* 51, 41, 42, 47, 48, 49, 50, 54, 56, P1, P2, P9, P14, Q1 e Q2) não apresentam esta seqüência de DNA (Figura 2.3A e 2.3B). O isolado Q2 identificado como *Ech* por testes bioquímicos e com os *primers* “1491F” e “L1r” não apresentou a banda característica da espécie com os *primers* “ADE1” e “ADE2” e pode ser deficiente para esta seqüência específica, o que aparentemente não é muito comum.

Os isolados P14 e Q1 foram considerados como pertencentes a *Ech* e o isolado 46 como *Ecc* pelos testes bioquímicos, o que não foi confirmado pelos dois conjuntos de *primers* usados (Figura 2.2B e 2.3B). Testes adicionais de fosfatase, lecitinase e alfa-metil glucosídeo foram feitos com estes três isolados e pelos resultados confirmou-se o isolado Q1 como *Ech* e o isolado 46 como *Ecc*. O isolado P14 foi fracamente positivo para fosfatase, negativo para lecitinase e alfa-metil glucosídeo e desta forma parece realmente pertencer à *E. carotovora*, conforme identificado pelos *primers*. Testes bioquímicos adicionais estão sendo conduzidos para confirmar sua identificação. A definição de espécies e subespécies de erwinias pectolíticas associando-se os resultados de testes bioquímicos e fisiológicos com técnicas moleculares parece ser a melhor alternativa para a confirmação da posição taxonômica de isolados. À medida que novos conjuntos de *primers* vêm sendo desenvolvidos, novas regiões do DNA podem ser utilizadas para separar espécies e subespécies.

Um segundo conjunto de isolados de *E. chrysanthemi* de mandioquinha-salsa foram identificados através de PCR com os *primers* “149LF” e “L1r4a” (Figura 2.4), “ADE1” e “ADE2” (Figura 2.5), e “Ech571” e “L1r” (Figura 2.6). Foi confirmada a identidade dos seguintes isolados de *Ech*: a, B2, B8, B11, B12, C1, C3, C6, C7, C9, C16, D5, D7, D9, i, 154, 155, 161, 163, 164, 166 e 171.

A classificação de *Ech* em subdivisões (Dickey, 1979), grupos (Dickey, 1981) ou patovares (Young *et al.*, 1979; Moffet & Dye, 1983; Bradbury, 1986) não foi feita neste trabalho porque considerou-se que nenhum destes sistemas é satisfatório para a taxonomia da espécie (Young *et al.*, 1992; De Boer *et al.*, 2001a). A maior parte dos isolados de *Ech* do presente trabalho foram obtidos de mandioquinha-salsa, alguns de batata, cenoura e pimentão, sendo que todos causaram sintomas típicos de podridão-mole em suas respectivas hospedeiras e também em inoculações cruzadas. As subdivisões propostas implicam na patogenicidade de isolados em plantas de milho, cravo, banana, *Philodendron* e *Dieffenbachia*, hospedeiras que não tem relação direta com hortaliças.

Método de inoculação

O método de inoculação de *Ech* em tubérculos de batata adaptado de Hidalgo & Echanti (1982) apresentou melhores resultados para o patossistema *Erwinia* x mandioquinha-salsa do que a inoculação em fatias proposta originalmente por Michalik *et al.* (1990) para cenoura. O corte de raízes de mandioquinha-salsa em fatias transversais e sua manutenção em câmara úmida em temperaturas acima de 23°C provocou rápido escurecimento e deterioração, independente do método de desinfestação utilizado, sendo descartado como método de inoculação. A embalagem das raízes com filmes de PVC permite a manutenção de alta umidade relativa e evita a perda de matéria fresca das raízes para o ambiente em temperaturas elevadas ou ambientes excessivamente secos. Também observou-se que não houve necessidade de usar vaselina para vedar os pontos de inoculação, já que o filme plástico tem elasticidade e fica firmemente aderido às raízes (Figura 2.1). Estes resultados estão de acordo com as recomendações gerais compiladas de diferentes artigos por Döpke & Rudolph (1990) na avaliação da reação de tubérculos de batata à *Erwinia*. O estabelecimento de algumas condições específicas são muito importantes, tais como a manutenção de alta umidade após a inoculação, em especial quando são comparadas diferentes temperaturas; a determinação de um tempo padrão entre o ferimento e a inoculação dos tubérculos; a utilização de uma concentração de inóculo padrão acima de 10⁶ ufc/ml; e a avaliação da doença através de medidas objetivas, como diâmetro ou área da lesão, ou peso do tecido afetado (Döpke & Rudolph, 1990).

Determinação da concentração do inóculo e da temperatura de incubação

As lesões nas raízes são visíveis ao redor do ferimento depois de 24h da inoculação nas temperaturas acima de 25°C, primeiro com aspecto encharcado, com cor mais forte,

evoluindo para amolecimento e desintegração do tecido, típicos da podridão-mole causada por *Erwinia*. Definiu-se o diâmetro médio das lesões como o modo de avaliação do método de inoculação por ferimento porque foi a maneira mais rápida e prática. O diâmetro médio das lesões aumentou proporcionalmente com o incremento da temperatura (Figura 2.7), sendo respectivamente 0mm; 11,3mm; 14,2mm e 18,1mm nas temperaturas de 5°C, 15°C, 25°C e 30°C, com uma alta correlação ($R^2 = 0,97$) entre temperatura e o diâmetro (equação de regressão $Y = -0,88 + 0,596x$). Na avaliação através do peso do tecido lesionado e porcentagem de podridão-mole da raiz também obteve-se correlações significativas, com grande diferença na quantidade de tecido com podridão-mole entre as temperaturas de 25°C e 30°C. Nas raízes mantidas a 30°C as lesões eram muito grandes e profundas, com tendência a ser irregulares. Nesta condição, o tamanho das raízes (principalmente seu diâmetro) é importante porque em muitos casos a lesão a partir do ponto de inoculação (com 2cm de profundidade) alcançava seu lado oposto rapidamente, separando a raiz em duas metades e limitando o avanço proporcional da lesão somente às partes proximal e distal da raiz, onde ainda havia tecido sadio disponível. Desta maneira optou-se pelo diâmetro de lesões como parâmetro de avaliação por ser mais fácil e rápido.

Houve diferença significativa do efeito da concentração de inóculo no diâmetro das lesões das raízes de mandioquinha-salsa mantidas a 25°C, sendo respectivamente 2,1mm, 7,6mm e 14,8mm para as concentrações de 10^4 , 10^6 e 10^8 ufc/ml (Figura 2.8A), o mesmo ocorrendo para o peso do tecido deteriorado, com 3,3g; 7,9g e 10,7g respectivamente para as concentrações de 10^4 , 10^6 e 10^8 ufc/ml (Figura 2.8B). O tratamento testemunha (raízes tratadas com água esterilizada) não apresentaram sintomas de podridão-mole, e os ferimentos permaneceram secos, aparentemente suberizados. As raízes inoculadas com 10^4 ufc/ml apresentaram grande variação na expressão de sintomas, sendo que não houve podridão mole em algumas das raízes. Em quase todos os métodos de inoculação com erwinias pectolíticas são utilizadas concentrações de inóculo relativamente altas, variando de 10^5 a 10^9 ufc/ml (Döpke & Rudolph, 1990), e no presente trabalho optou-se pela concentração de 10^8 ufc/ml por garantir uma rápida resposta a 25°C.

Capacidade relativa de maceração (CRM) dos isolados

Observou-se variação no grau de CRM entre os 54 isolados das espécies/subespécies de *Erwinia* inoculados em raízes de mandioquinha-salsa mantidas a 25°C, divididos em três classes pelo método de agrupamentos, distância euclidiana simples (Tabela 2.3). A maior

parte dos isolados (72,2%) foi considerada como de alta CRM, com o diâmetro das lesões variando de 1,18 a 1,94cm; a classe de média CRM foi composta por 18,5% dos isolados (lesões de 0,66 a 1,10cm); e 9,3% dos isolados foram classificados como de baixa CRM (lesões de 0,23 a 0,46cm). Todos os isolados da classe com maior capacidade de maceração eram *Ech* e *Ecc*, geralmente mais agressivos a 25°C quando comparados com *Eca*. Na segunda avaliação da capacidade relativa de maceração, 55 isolados de *Ech* foram também divididos em três grupos pelo mesmo método de agrupamentos (Tabela 2.4). Trinta isolados (54,5%) foram considerados de alta CRM (lesões variando de 1,10 a 1,93cm), 16 isolados (29,1%) de média CRM (lesões de 0,81 a 0,98cm) e 9 isolados (16,4%) de baixa CRM (lesões de 0,38 a 0,73cm).

Diferenças na capacidade relativa de maceração ou agressividade entre isolados de erwinias pectolíticas e/ou dentro de uma mesma espécie/subespécie são esperadas porque este grupo de bactérias apresentam heterogeneidade para várias características. A capacidade de causar maceração de tecidos está relacionada a vários fatores, principalmente planta hospedeira e temperatura, que pode determinar a predominância de uma espécie/subespécie nos diferentes nichos (Pérombelon & Salmond, 1995). De uma maneira geral, considera-se que *Eca* predomina em temperaturas mais baixas, enquanto *Ecc* e *Ech* desenvolvem-se melhor em temperaturas mais altas. A temperatura é o fator ambiental mais importante na expressão da patogenicidade das erwinias pectolíticas, com prevalência de *Eca* em regiões mais frias e *Ecc* em climas mais quentes (Pérombelon, 1979). Em tubérculos de batata da cv. Bintje inoculados com 10 isolados de *Ecc*, 10 isolados de *Eca* e 9 isolados de *Ech* e mantidos em três temperaturas (20°C, 28°C e 37°C), demonstrou-se que a 20°C somente os isolados de *Eca* provocaram podridão-mole, enquanto nas temperaturas mais altas os isolados de *Ech* foram mais agressivos (Jabuonski *et al.*, 1988b). Em uma comparação de 37 isolados de erwinias pectolíticas obtidos de diferentes plantas hospedeiras, observou-se grande variação na incidência da doença em frutos de pimentão e tomate inoculados através de ferimentos e na maceração de tecido em tubérculos de batata (Smith & Bartz, 1990). De uma maneira geral, os isolados que causaram maior dano em batata também provocaram maior incidência em tomate e pimentão; em batata, o peso do tecido doente variou de 3g (isolado de pimentão “Pep-1”) a 40g com o isolado “Fer-1”, da samambaia *Nephrolepis exaltata* (Smith & Bartz, 1990). Em frutos de pimentão inoculados em duas temperaturas com as três erwinias pectolíticas (dois isolados de cada), a 23°C os

isolados mais agressivos foram *Ech*, *Ecc* e *Eca* nesta ordem, e a 10°C a ordem de agressividade foi inversa (Stommel *et al.*, 1996). Em cenoura, a comparação de três isolados de *Ech* e *Ecc* demonstrou diferenças na maceração de tecido entre as espécies e entre os isolados em cinco temperaturas distintas (Farrar *et al.*, 2000).

Existem diferentes abordagens para definir fatores da capacidade relativa de maceração dos tecidos de erwinias pectolíticas, sendo uma das mais importantes a produção de enzimas pectolíticas extracelulares (pectinases, celulases e proteases) que degradam as paredes de células vegetais (Pérombelon & Salmond, 1995). Foram caracterizados quatro genes (*pel/pelABCE*) de *Ech* “EC16” que codificam as principais isoenzimas da pectato liase (Keen *et al.*, 1984; Tamaki *et al.*, 1988). A função destes genes na patogênese foi demonstrada pela redução significativa na capacidade relativa de maceração de um mutante desprovido dos quatro genes (Ried & Collmer, 1988), que ainda manteve parcialmente sua habilidade de maceração como resultado da produção de um segundo conjunto de isoenzimas *Pel* induzidas pela planta (Kelemu & Collmer, 1993). Outras estirpes de *Ech* “EC16” foram obtidas com múltiplas mutações envolvendo os três sistemas de virulência conhecidos, como o *pel*, que codifica as principais pectato liases (*pelABCE*), o *hrp*, responsável pela resposta de hipersensibilidade e patogenicidade, e o *sap*, que tem relação com a sensibilidade a peptídeos antimicrobianos (López-Solanilla *et al.*, 2001). Em tubérculos de batata, a mutação *sap* apresentou maior efeito na redução da capacidade relativa de maceração quando comparado às mutações *pel* e *hrp* (López-Solanilla *et al.*, 2001). As diferenças na capacidade relativa de maceração observadas entre isolados de *Ech* podem ser causadas pela presença e expressão de genes relacionados a estes sistemas de virulência, e também a sinais ambientais regulados por um complexa rede que modula a expressão da atividade pectinolítica (Hugovieux-Cotte-Pattat *et al.*, 1992).

Recomenda-se verificar periodicamente a capacidade relativa de maceração dos isolados de *Erwinia* utilizados em experimentos que envolvam inoculação porque isolados com baixa capacidade relativa de maceração ou a manutenção de condições desfavoráveis à bactéria no período de incubação podem ocasionar baixas taxas de infecção (Döpke & Rudolph, 1990). Em tubérculos de batata, não observou-se diferença no grau relativo de suscetibilidade de diferentes cultivares quando comparou-se isolados de *Ecc* e *Eca* (Lapwood *et al.*, 1984) e entre *E. carotovora* e *Ech* (Hidalgo & Echandi, 1982). Apesar de haver diferenças significativas na capacidade relativa de maceração entre as

espécies/subespécies de *Erwinia* pectolíticas, e também dentro da mesma espécie/subespécie, atualmente considera-se que é suficiente escolher-se uma das três principais erwinias pectolíticas (*Eca*, *Ecc*, *Ech*) para a avaliação da reação de plantas hospedeiras (Döpke & Rudolph, 1990). No presente trabalho foram selecionados isolados de *Ech* de média e alta capacidade relativa de maceração para avaliações posteriores da reação de clones de mandioquinha-salsa e também em antibiogramas porque crescem bem em meio de cultura e são representativos da população de erwinias pectolíticas de mandioquinha-salsa.

Efeito da temperatura sobre isolados de *Ech* e *Ecc*

Houve diferença significativa no diâmetro das lesões três dias após a inoculação de quatro isolados de *Ech* e quatro de *Ecc* em raízes de mandioquinha-salsa mantidas em cinco temperaturas (Figura 2.9). Nas temperaturas acima de 20°C, os isolados de *Ech* foram em média mais agressivos que *Ecc*, enquanto que a 15°C as lesões de *Ecc* foram em média maiores (0,23cm) que aquelas causadas por *Ech* (0,13cm). Para *Ech* observou-se uma correlação positiva entre temperatura e diâmetro de lesão ($r^2=0,67$), sendo que a 35°C observou-se uma maior variação entre os isolados (de 0,73 a 2,02cm de diâmetro), enquanto que a 30°C foi mais uniforme, variando de 1,01 a 1,59cm de diâmetro (Figura 2.9). Para *Ecc* também houve correlação positiva entre temperatura e diâmetro de lesão ($r^2=0,61$), com lesões variando de 0,95 a 1,35cm de diâmetro a 30°C e 0,66 a 1,21cm de diâmetro a 35°C (Figura 2.9). Em um experimento feito com cenoura nas mesmas temperaturas e com três isolados de *Ecc* e de *Ech* (Farrar *et al.*, 2000), observou-se que os isolados de *Ecc* não reduziram o peso das porções da raiz inoculadas a 35°C e, de uma maneira geral, os isolados de *Ech* foram mais agressivos nas temperaturas mais elevadas; a 15°C não observou-se redução do peso, apenas áreas de tecido encharcadas. Existem registros de que em temperaturas mais elevadas há uma redução na severidade de podridão-mole para alguns isolados de *Ech* e *Ecc*. Em chicória, isolados de *Ecc* foram mais agressivos a 30°C do que a 35°C (Schober & Zadoks, 1999), e em *Phyllodendron selloum* isolados de *Ech* causaram maior dano a 28-34°C (Haygood & Strider, 1979). Entre isolados de *Eca*, *Ecc* e *Ech* inoculados em tubérculos de batata mantidos a 20°C, 25°C, 30°C e 35°C, *Ech* foi a mais agressiva a 30°C e 35°C; *Eca* causou maior dano a 25°C; e nenhum dos isolados causou doença a 20°C (Jabuonski *et al.*, 1988a). Em outro experimento, foi avaliada a capacidade relativa de maceração de 10 isolados de *Ecc*, 10 isolados de *Eca* e 9 de *Ech* em tubérculos

de batata mantidos a 20°C, 28°C e 37°C (Jabuonski *et al.*, 1988b). Os isolados de *Eca* foram muito agressivos e causaram podridão-mole com taxas de apodrecimento variando de 0,02 a 0,52cm²/24h a 20°C, 1,04 a 3,21cm²/24h a 28°C e 0,08 a 2,15cm²/24h a 37°C; os isolados de *Ecc* foram pouco agressivos nas três temperaturas avaliadas e os isolados de *Ech* foram mais agressivos a 37°C, apresentando taxas de apodrecimento variando de 0,14 a 3,65cm²/24h (Jabuonski *et al.*, 1988b). Em frutos de pimentão, a inoculação por fermento de *Eca*, *Ecc* e *Ech* em duas temperaturas (10°C e 23°C) demonstrou que a proporção de perda de peso de tecido foi maior a 23°C para os isolados de *Ecc* e *Ech*, enquanto *Eca* foi mais agressiva a 10°C (Stommel *et al.*, 1996).

Inoculação de cenoura e batata com *Ech* em cinco temperaturas

Observou-se alta correlação entre temperatura e o diâmetro das lesões após três dias de incubação nas diferentes temperaturas para os dois isolados e as duas hospedeiras, variando de R²=0,88 (batata, isolado B11) a R²=0,99 (cenoura, isolado B12) (Figura 2.10). Houve diferença significativa na reação das hospedeiras ao mesmo isolado nas diferentes temperaturas. Não ocorreu doença nas raízes de cenoura a 15°C para ambos os isolados, e em tubérculos de batata nesta mesma temperatura as lesões foram marcadamente menores (< 0,5cm de diâmetro). Os dois isolados de *E. chrysanthemi* foram muito agressivos a 35°C em raízes de cenoura e tubérculos de batata. Nesta condição ambas as hospedeiras foram extremamente suscetíveis e chegam a ficar completamente deterioradas em três dias, característica já registrada por outros autores (Janse & Ruissen, 1988; Farrar *et al.*, 2000). Aparentemente, os dois isolados de *Ech* de mandioquinha-salsa apresentam como principal mecanismo de virulência a produção de enzimas pectolíticas e são igualmente patogênicos em raízes de cenoura e tubérculos de batata, sem especificidade para estas três plantas hospedeiras.

CONCLUSÕES

- *Erwinia chrysanthemi* foi a espécie predominante nos isolamentos em meio de cultura a partir de raízes de mandioquinha-salsa submetidas ao processo de lavagem e com sintomas de “mela”;
- a identificação de erwinias pectolíticas através de testes fisiológicos e bioquímicos apresenta limitações, podendo ser complementada e confirmada através de PCR com os *primers* disponíveis atualmente;

- o método de inoculação de *Erwinia* através de ferimento, deposição do inóculo (15µl de uma suspensão com 10⁸ ufc/ml), embalagem em filme plástico de PVC e incubação a 25°C durante três dias foi o mais eficiente para raízes de mandioquinha-salsa;
- a alta capacidade relativa de maceração da maioria dos isolados de *Ech* e de *Ecc* avaliados no presente trabalho e a suscetibilidade da mandioquinha-salsa em temperaturas acima de 23°C justificam os altos índices de perdas pós-colheita observados no verão nas regiões sul e sudeste do Brasil.

AGRADECIMENTOS

Meus agradecimentos especiais ao Prof. Valmir Duarte que dedicou parte de seu precioso tempo do pós-doutoramento na identificação por PCR de parte dos isolados desta tese no “Canadian Food Inspection Agency”, em Charlottetown, Canadá, e a equipe de funcionários dos laboratórios de Fitopatologia e Pós-Colheita da Embrapa Hortaliças.

LITERATURA CITADA

- ALLEFS, J.J.H.M.; VAN DOOIJEWERT, W.; DE JONG, E.R.; PRUMMEL, W.; HOOGENDOORN, J. Factors affecting potato soft-rot resistance to pectolytic *Erwinia* species in a tuber-slice assay. **Journal of Phytopathology**, v.143, p.705-711, 1995.
- ALFANO, J.R.; COLLMER, A. Bacterial pathogens in plants: life against the wall. **Plant Cell**, v.8, p.1683-1698, 1996.
- ALMEIDA, I.M.G.; MALAVOLTA JR., V.A. Ocorrência e caracterização de *Erwinia chrysanthemi* em cravo (*Dianthus caryophyllus*) no Brasil. **Summa Phytopathologica**, v.21, n.2, p.184-188, 1995.
- BAIN, R.A.; PÉROMBELON, M.C.M. Methods of testing potato cultivars for resistance to soft rot of tubers caused by *Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica*. **Plant Pathology**, v.37, p. 431-437, 1988.
- BARRAS, F.; VAN GIJSEGEM, F.; CHATTERJEE, A.K. Extracellular enzymes and pathogenesis of soft-rot *Erwinia*. **Annual Review of Phytopathology**, v.32, p.201-234, 1994.
- BRADBURY, J.F. **Guide to plant pathogenic bacteria**. Farhan House: CAB International, 1986. 322p.
- BURKHOLDER, W.H.; McFADDEN, L.A.; DIMOCK, A.W. A bacterial blight of chrysanthemums. **Phytopathology**, v.43, p.522-526, 1953.
- CHA, C.; GAO, P.; CHEN, Y.-C.; SHAW, P.D.; FARRAND, S.K. Production of acyl-homoserine lactone quorum-sensing signals by Gram-negative plant-associated bacteria. **Molecular Plant-Microbe Interaction**, v.11, p.1119-1129, 1998.
- COLLMER, A.; KEEN, N.T. The role of pectic enzymes in plant pathogenesis. **Annual Review of Phytopathology**, v.24, p.383-409, 1986.
- COTHER, E.J.; SIVASITHAMPARAM, K. *Erwinia*: the "carotovora" group. In: FAHY, P.C.; PERSLEY, G.J. (ed.). **Plant bacterial diseases - a diagnostic guide**. North Ryde: Academic Press, 1983. p.87-106.
- DE BOER, S.H.; COPLIN, D.L.; JONES, A.L. Gram-negative bacteria: *Erwinia* and *Pantoea*. In: SCHAAD, N.W.; JONES, J.B.; CHUN, W. (eds.). **Laboratory guide for identification of plant pathogenic bacteria - Third edition**. St. Paul: APS Press, 2001. p.36-39.

- DE BOER, S.H.; KELMAN, A. Gram-negative bacteria: *Erwinia* soft rot group. In: SCHAAD, N.W.; JONES, J.B.; CHUN, W. (eds.). **Laboratory guide for identification of plant pathogenic bacteria** - Third edition. St. Paul: APS Press, 2001. p.56-72.
- DE BOER, S.H.; WARD, L.J. PCR Detection of *Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica* associated with potato tissue. **Phytopathology**, v.85, p.854-858, 1995.
- DICKEY, R.S. *Erwinia chrysanthemi*: a comparative study of phenotypic properties of strains from several hosts and other *Erwinia* species. **Phytopathology**, v.69, n.4, p.324-329, 1979.
- DICKEY, R.S. *Erwinia chrysanthemi*: reactions of eight plant species to strains from several hosts and to strains of other *Erwinia* species. **Phytopathology**, v.71, p.23-29, 1981.
- DICKEY, R.S.; VICTORIA, J.I. Taxonomy and emended description of strains of *Erwinia* isolated from *Musa parasidiaca* Linnaeus. **International Journal of Systematic Bacteriology**, v.30, p.129-134, 1980.
- DÖPKE, F.; RUDOLPH, K. Screening for resistance to soft rots. In: KLEMENT, Z.; RUDOLPH, K.; SANDS, D.C. (ed.). **Methods in phyto bacteriology**. Budapest: Akademiai Kiado, 1990. p.343-353.
- DUARTE, V. Taxonomia do gênero *Erwinia*. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v.7, p.197-212, 1999.
- DYE, D.W. A numerical taxonomic study of the genus *Erwinia*. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v.24, p.223-229, 1981.
- DYE, D.W. A taxonomic study of the genus *Erwinia*. II. The "carotovora" group. **New Zealand Journal of Science**, v.12, p.91-97, 1969.
- DYE, D.W.; BRADBURY, J.F.; GOTO, M.; HAYWARD, A.C.; LELLIOTT, R.A.; SCHROTH, M.F. International standards for naming pathovars of phytopathogenic bacteria and a list of pathovar names and pathotype strains. **Review of Plant Pathology**, v.59, p.153-168, 1980.
- FARRAR, J.J.; NUNEZ, J.J.; DAVIS, R.M. Influence of soil saturation and temperature on *Erwinia chrysanthemi* soft rot of carrot. **Plant Disease**, v.84, p.665-668, 2000.
- FRANZA, T.; SAUVAGE, C.; EXPERT, D. Iron regulation and pathogenicity in *Erwinia chrysanthemi* 3937: role of the *Fur* repressor protein. **Molecular Plant-Microbe Interaction**, v.12, p.119-128, 1999.
- GOMIDE, A.F.; ROMEIRO, R.S. Levantamento de doenças bacterianas em hortaliças na região do cinturão verde de Belo Horizonte. **Fitopatologia Brasileira**, v.17, n.1, p.47-52, 1992.
- HAUBEN, L.; MOORE, E.R.B.; VAUTERIN, L.; STEENACKERS, M.; MERGAERT, J.; VERDONCK, L.; SWINGS, J. Phylogenetic position of phytopathogens within the Enterobacteriaceae. **Systematic Applied Microbiology**, v.21, p.384-397, 1998.
- HENZ, G.P.; LOPES, C.A.; SANTOS, F.F. Postharvest diseases of Peruvian carrot (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft). In: SYMPOSIUM OF THE INTERNATIONAL SOCIETY FOR TROPICAL ROOT CROPS, 10., 1994, Salvador-BA. **Abstracts...** Salvador: ISTRC, 1994. p.65.
- HIDALGO, O.A.; ECHANDI, E. Evaluation of potato clones for resistance to tuber and stem rots induced by *Erwinia chrysanthemi*. **American Potato Journal**, v.59, p.585-592, 1982.
- HUGOUVIEUX-COTTE-PATTAT, N.; DOMINGUEZ, H.; ROBERT-BAUDOY, J. Environmental conditions affect transcription of the pectinase genes of *Erwinia chrysanthemi* 3937. **Journal of Bacteriology**, v.174, p.7807-7818, 1992.
- JABUONSKI, R.E. Estudos sobre a variabilidade e identificação das espécies do gênero *Erwinia* que causam a podridão mole em batata, tomate e outras plantas hospedeiras. Brasília: UnB, 1984. 83p. Tese mestrado.
- JABUONSKI, R.E.; REIFSCHNEIDER, F.J.B.; TAKATSU, A. Influência da temperatura no dano causado por *Erwinia* spp. em tubérculos de batateira. **Fitopatologia Brasileira**, v.13, n.4, p.317-319, 1988a.
- JABUONSKI, R.E.; REIFSCHNEIDER, F.J.B.; TAKATSU, A. Avaliação da virulência de espécies de *Erwinia* em tubérculos de batateira sob diferentes temperaturas de incubação. **Fitopatologia Brasileira**, v.13, n.4, p.320-324, 1988b.

- JABUONSKI, R.E.; TAKATSU, A.; REIFSCHNEIDER, F.J.B. Levantamento e identificação de espécies de *Erwinia* de diferentes plantas hospedeiras e regiões do Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, v.11, n.1, p.185-195, 1986a.
- JABUONSKI, R.E.; TAKATSU, A.; REIFSCHNEIDER, F.J.B. Avaliação da patogenicidade de bactérias do gênero *Erwinia* isolados de batateira, tomateiro e outras plantas hospedeiras. **Fitopatologia Brasileira**, v.11, n.6, p.587-597, 1986b.
- JANSE, J.D.; RUISSSEN, M.A. Characterization and classification of *Erwinia chrysanthemi* strains from several hosts in The Netherlands. **Phytopathology**, v.78, p.800-808, 1988.
- KADO, C.I.; HESKETT, M.G. Selective media for isolation of *Agrobacterium*, *Corynebacterium*, *Erwinia*, *Pseudomonas* and *Xanthomonas*. **Phytopathology**, v.60, p.969-976, 1970.
- KEEN, N.T.; DAHLBECK, D.; STASKAWICZ, B.; BELSER, W. Molecular cloning of pectate lyase genes from *Erwinia chrysanthemi* and its expression in *Escherichia coli*. **Journal of Bacteriology**, v.159, p.825-831, 1984.
- KELEMU, S.; COLLMER, A. *Erwinia chrysanthemi* EC16 produces a second set of plant-inducible pectate lyase isozymes. **Applied Environmental Biology**, v.59, p.1756-1761, 1993.
- LACY, G.H.; STROMBERG, E.L. Virulence. In: MALOY, O.C.; MURRAY, T.D. **Encyclopedia of plant pathology - vol.2**. New York: John Wiley & Sons, 2001. p.1081-1082.
- LAPWOOD, D.H.; READ, P.J.; SPOKES, J. Methods for assessing tuber susceptibility of potato tubers of different cultivars to rotting by *Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica* and *carotovora*. **Plant Pathology**, v.33, p.13-20, 1984.
- LOPES, C.A.; HENZ, G.P. Podridões-mole das hortaliças causadas por bactérias. Brasília: Embrapa-CNPq, 1998. 6p. (Embrapa-CNPq. Comunicado Técnico da Embrapa Hortaliças, 8).
- LOPES, C.A.; QUEZADO-SOARES, A.M. Doenças bacterianas das hortaliças: diagnose e controle. Brasília: Embrapa-CNPq / Embrapa-SPI, 1997. 70p.
- LÓPEZ-SOLANILLA, E.; LLAMA-PALACIOS, A.; COLLMER, A.; GARCÍA-OLMEDO, F.; RODRÍGUEZ-PALENZUELA, P. Relative effects on virulence of mutants in the *sap*, *pel* and *hrp* loci of *Erwinia chrysanthemi*. **Molecular Plant-Microbe Interactions**, v.14, n.3, p.386-393, 2001.
- LUND, B.M. Bacterial soft-rot of potatoes. In: LOVELOCK, D.W. (ed.). **Plant pathogens**. London: Academic Press, 1979. p.19-49
- LUND, B.M. Bacterial spoilage. In: DENNIS, C. (ed.). **Post-harvest pathology of fruits and vegetables**. London: Academic Press, 1983. p.218-264.
- MALAVOLTA JR., V.A.; ALMEIDA, I.M.G.; RODRIGUES NETO, J.; BERIAM, L.O.S. Podridão em cenoura e tomate causada por *Erwinia chrysanthemi* pv. *parthenii* no Brasil. **Summa Phytopathologica**, v.21, n.1, p.48, 1995.
- MARQUES, A.S.; ROBBS, C.F.; BOITEUX, L.S.; PARENTE, P.M.C. Índice de fitobacterioses assinaladas no Brasil. Brasília: EMBRAPA, 1994. 65p.
- MICHALIK, B.; SIMON, P.W.; GABELMAN, W.H. Assessing susceptibility of carrot roots to bacterial soft rot. **Hort Science**, v.27, n.9, p.1020-1022, 1992.
- MICHEREFF, S.J.; MARIANO, R.L.R. Gênero *Erwinia* no Brasil. **Summa Phytopathologica**, v.19, n.3-4, p.137-144, 1993.
- MOFFET, M.L.; DYE, D.W. Valid names of plant pathogenic bacteria. In: FAHY, P.C.; PERSLEY, G.J. (ed.). **Plant bacterial diseases - a diagnostic guide**. North Ryde: Academic Press, 1983. p.299-315.
- NASSAR, A.; DARRASSE, A.; LEMATTRE, M.; KOTOUJANSKY, A.; DERVIN, C.; VEDEL, R.; BERTHEAU, Y. Characterization of *Erwinia chrysanthemi* by pectinolytic isozyme polymorphism and restriction fragment length polymorphism analysis of PCR-amplified fragments of *pel* genes. **Applied Environmental Microbiology**, v.62, p.2228-2235, 1996.
- NASSER, W.; BOUILLANT, M.L.; SALMOND, G.; REVERCHON, S. Characterization of the *Erwinia chrysanthemi* *expI-expR* locus directing synthesis of two N-acyl-homoserine lactone signals molecules. **Molecular Microbiology**, v.29, p.1391-1405, 1998.

- NISHIJIMA, M.L.; YORINORI, N.A.; HENZ, G.P. Avaliação da suscetibilidade de tubérculos de batata a *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*. **Fitopatologia Brasileira**, v.21, suplemento, p.338, 1996.
- OLIVEIRA, A.M.R.; MORAES, M.G.; DUARTE, V. Incidência e distribuição de erwinias pectolíticas em lavouras de batata no estado do Rio Grande do Sul. **Fitopatologia Brasileira**, v.25 (suplemento), p.439, 2000.
- PARENT, J.G.; LACROIX, M.; PAGÉ, D.; VÉZINA, L. Identification of *Erwinia carotovora* from soft rot diseased plants by random amplified polymorphic DNA (RAPD) analysis. **Plant Disease**, v.80, n.5, p.494-499, 1996.
- PÉROMBELON, M.C.M. Diversity in erwinias as plant pathogens. In: LEMATTRE, M.; FREIGOUN, S.; RUDOLPH, K.; SWINGS, J.G. (eds.). **Plant pathogenic bacteria**. Paris: INRA/ORSTOM, 1994. p.113-128.
- PÉROMBELON, M.C.M. The impaired host and soft rot bacteria. In: MOUNT, M.S.; LACY, G.H. (eds.). **Phytopathogenic prokaryotes**. New York: Academic Press, 1982. p.55-69.
- PÉROMBELON, M.C.M.; KELMAN, A. Ecology of the soft rot erwinias. **Annual Review of Phytopathology**, v.18, p.361-387, 1980.
- PÉROMBELON, M.C.M.; LOWE, R. Studies on the initiation of bacterial soft rot in potato tubers. **Potato Research**, v.18, p.64-72, 1975.
- PÉROMBELON, M.C.M.; SALMOND, G.P.C. Bacterial soft rots. In: SINGH, U.S.; SINGH, R.P.; KOSHMOTO, K. (eds.). **Pathogenesis and host specificity in plant diseases – histopathological, biochemical, genetic and molecular bases**. Oxford: Pergamon/Elsevier Science, 1995. p.1-20.
- RIED, J.L.; COLLMER, A. Construction and characterization of an *Erwinia chrysanthemi* mutant with directed deletions in all the pectate lyase structural genes. **Molecular Plant-Microbe Interactions**, v.1, p.32-38, 1988.
- ROMEIRO, R.S. **Bactérias fitopatogênicas**. Viçosa: UFV, 1995. 283p.
- ROMEIRO, R.S.; SOUSA, R.M.; MUCHOVEJ, J.J.; KIMURA, O. Soft rot of Peruvian carrot due to *Erwinia carotovora* in Brazil. **Plant Pathology**, v.37, p.300-302, 1988.
- RUDOLPH, K.; ROY, M.A.; SASSER, M.; STEAD, D.E.; DAVIS, M.; SWINGS, J.; GOSSELE, F. Isolation of bacteria. In: KLEMENT, Z.; RUDOLPH, K.; SANDS, D.C. (ed.). **Methods in phytobacteriology**. Budapest: Akademiai Kiado, 1990. p.43-94.
- SAMSON, R.; POUTIER, R.; SAILLY, M.; JOUAN, B. Caracterisation des *Erwinia chrysanthemi* isolées de *Solanum tuberosum* et d'autres plantes-hotes selon les biovars et serogroupes. **EPPO Bulletin**, v.17, p.11-16, 1989.
- SCHAAD, N.W.; JONES, J.B.; CHUN, W. **Laboratory guide for identification of plant pathogenic bacteria - Third edition**. St. Paul: APS Press, 2001. 373p.
- SILVA, J.R. Principais aspectos da cultura da mandioquinha-salsa ou batata-baroa. **FIR**, São Paulo, v.10, n.4, p.32-37, 1967.
- SINGH, U.; TREVORS, C.M.; DE BOER, S.H.; JANSE, J.D. A fimbrial-specific monoclonal antibody-based ELISA test for European potato strains of *Erwinia chrysanthemi* and comparison to PCR. **Plant Disease**, v.84, p.443-448, 1999.
- SKERMAN, V.B.D.; MCGOWAN, V.; SNEATH, P.H.A. Approved lists of bacterial names. **International Journal of Systematic Bacteriology**, v.30, p.225-420, 1980.
- SMID, E.J.; JANSEN, A.H.J.; GORRIS, L.G.M. Detection of *Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica* and *Erwinia chrysanthemi* in potato tubers using polymerase chain reaction. **Plant Pathology**, v.44, p.1058-1069, 1995.
- SMITH, C.; BARTZ, J.A. Variation in the pathogenicity and aggressiveness of strains of *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* isolated from different hosts. **Plant Disease**, v.74, n.7, p.505-509, 1990.
- SOUZA, R.M.; ROMEIRO, R.S.; KIMURA, O. Podridão mole (*Erwinia carotovora* pv. *carotovora*) da batata-baroa no estado de Minas Gerais. **Fitopatologia Brasileira**, v.10, n.2, p.324, 1985. Resumo.

- STOMMEL, J.R.; GOTH, R.W.; HAYNES, K.G.; KIM, S.H. Pepper (*Capsicum annuum*) soft rot caused by *Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica*. **Plant Disease**, v.80, n.10, p.1109-1112, 1996.
- TAKATSU, A. Erwinias do grupo carotovora no Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, v.8, n.3, p.535-536, 1983.
- TAKATSU, A.; MELLO, S.C.M.; GARCIA, E.S.O.B. Fruto de pimentão como meio parcialmente seletivo para isolamento de *Erwinia carotovora*. **Fitopatologia Brasileira**, v.6, n.3, p.550-551, 1981.
- TAMAKI, S.J.; GOLD, S.; ROBESON, M.; MANULIS, S.; KEEN, N.T. Structure and organization of the *pel* genes from *Erwinia chrysanthemi* EC16. **Journal of Bacteriology**, v.170, p.3468-3478, 1998.
- THOMSON, S.V.; HILDEBRAND, D.C.; SCHROTH, M.N. Identification and nutritional differentiation of the *Erwinia* sugar beet pathogen from members of *Erwinia carotovora* and *Erwinia chrysanthemi*. **Phytopathology**, v.71, p.1037-1042, 1981.
- UESUGI, C.H.; TSUCHIYA, K.; TSUNO, K.; MATSUYAMA, N.; WAKIMOTO, S. SDS-polyacrylamide gel electrophoretic profiles of membrana proteins associated with host of origin in *Erwinia chrysanthemi* strains. **Annals of the Phytopathological Society of Japan**, v.56, n.5, p.597-604, 1990.
- WALDEE, E.L. Comparative studies of some peritrichous phytopathogenic bacteria. **Iowa State College Journal of Science**, v.19, p.435-484, 1945.
- WASTIE, R.L.; JELLIS, G.J.; LAPWOOD, D.H.; LOGAN, C.; LITTLE, G.; PHILLIPS, M.S. Assessing potato cultivars for resistance to tuber soft rot (*E. carotovora* subsp. *atroseptica*) at four test centers in the UK. **Potato Research**, v.31, p.67-72, 1988.
- YOUNG, J.M.; DYE, D.W.; BRADBURY, J.F.; PANAGOPOULOS, C.G.; ROBBS, C.F. A proposed nomenclature and classification for plant pathogenic bacteria. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v.21, p.151-175, 1979.
- YOUNG, J.M.; TAKIKAWA, Y.; GARDAN, L.; STEAD, D.E. Changing concepts in the taxonomy of plant pathogenic bacteria. **Annual Review of Phytopathology**, v.30, p.67-105, 1992.

RELAÇÃO DE TABELAS

Tabela 2.1 – Testes bioquímicos e fisiológicos básicos para a identificação das três principais erwinias pectolíticas (*Eca*, *Ecc* e *Ech*).....pág. 109

Tabela 2.2 – Identificação de isolados de *Erwinia* pectolíticas por PCR com *primers* IGS e “ADE1” e “ADE2”pág. 110

Tabela 2.3 – Classes de capacidade relativa de maceração (CRM) de 54 isolados de *Erwinia* (*Eca*, *Ecc* e *Ech*) em raízes de mandioquinha-salsa cv. Amarela Comum.....pág. 111

Tabela 2.4 – Classes de capacidade relativa de maceração (CRM) de 55 isolados de *Erwinia chrysanthemi* em raízes de mandioquinha-salsa cv. Amarela Comum.pág. 112

Tabela 2.1 – Testes bioquímicos e fisiológicos básicos para a identificação das três principais erwinias pectolíticas (Schaad *et al.*, 2001).

Teste	<i>Eca</i>	<i>Ecc</i>	<i>Ech</i>
lecitinase	–	–	+
fosfatase	–	–	+
α -metil glucosídeo	+	–	–
solução redutora de sacarose	+	–	–
sensibilidade eritromicina	–	–	+
crescimento a 37°C	–	±	+

Tabela 2.2 – Identificação de isolados de *Erwinia* pectolíticas por PCR com *primers* “IGS” e “ADE1” e “ADE2”.

Isolado ^a	Identificação preliminar	<i>primers</i> IGS “1491F” e “L1r” ¹	<i>primers</i> “ADE1” e “ADE2” ²	Identificação c/ <i>primers</i>
41	<i>Ecc</i>	-	-	<i>Ec</i>
42	<i>Ecc</i>	-	-	<i>Ec</i>
46 ^a	<i>Ecc</i>	+	+	<i>Ech</i>
47	<i>Ecc</i>	-	-	<i>Ec</i>
48	<i>Ecc</i>	-	-	<i>Ec</i>
49	<i>Eca</i>	-	-	<i>Ec</i>
50	<i>Ecc</i>	-	-	<i>Ec</i>
53	<i>Ech</i>	+	+	<i>Ech</i>
54	<i>Ecc</i>	-	-	<i>Ec</i>
56	<i>Eca</i>	-	-	<i>Ec</i>
P1	<i>Ecc</i>	-	-	<i>Ec</i>
P2	<i>Ecc</i>	-	-	<i>Ec</i>
P5	<i>Ech</i>	+	+	<i>Ech</i>
P6	<i>Ech</i>	+	+	<i>Ech</i>
P9	<i>Ecc</i>	-	-	<i>Ec</i>
P10	<i>Eca</i>	-	-	<i>Ec</i>
P14	<i>Ech</i>	-	-	<i>Ec</i>
Q1	<i>Ech</i>	-	-	<i>Ec</i>
Q2 ^a	<i>Ech</i>	+	-	<i>Ech</i>
Q5	<i>Ech</i>	+	+	<i>Ech</i>
Q20	<i>Ech</i>	+	+	<i>Ech</i>

^a Isolados com resultados discordantes: 46- confirmado como *Ech* por PCR e testes bioquímicos adicionais; Q2- *Ech* mas com resultado negativo para *primers* “ADE1” e “ADE2”;

¹Fessehaie *et al.* (2001); ² Nassar *et al.* (1996).

Tabela 2.3 – Classes de capacidade relativa de maceração (CRM) de 54 isolados de *Erwinia* (*Eca*, *Ecc* e *Ech*) em raízes de mandioquinha-salsa cv. Amarela Comum a 25°C.

Classe de CRM	Intervalo diâmetro lesão (cm)	Número (%)	Isolados
Baixa	0,23 – 0,46	5 (9,3 %)	Eca5, Ech11, EccP3, EccP34, EccP35
Média	0,66 – 1,10	10 (18,5%)	Eca8, Ech68, EchF1, EchG3, EccI3, EccI4, EchM8, EchM15, EchN18, Ech159
Alta	1,18 – 1,94	39 (72,2%)	EchB2, EchB6, EchB8, EchB14, EchC1, EchC5, EchC9, EchC13, EchD2, EchD3, EchD7, EchD10, EchD12, EchE5, EchG1, EchG6, EchG15, EchG22, EchH1, EchH4, EchH5, EchI5, EchN4, EchN5, EchN6, EccP1, EccP2, EccP4, EccP7, EccP8, EccP9, EccP28, EccP31, Ech154, Ech155, Ech157, Ech161, Ech163, EchPim4

Tabela 2.4 – Classes de capacidade relativa de maceração (CRM) de 55 isolados de *Erwinia chrysanthemi* em raízes de mandioquinha-salsa cv. Amarela Comum a 25°C.

Classe de CRM	Intervalo diâmetro lesão (cm)	Número (%)	Isolados de <i>Ech</i>
Baixa	0,38 – 0,73	9 (16,4%)	C3, C16, D5, D9, F1, F5, Q27, Q2, 166
Média	0,80 – 0,98	16 (29,1%)	B8, B12, C7, C13, C15, D1, D4, D12, D16, F4, P13, Q20, 164, 167, 170, 171
Alta	1,02 – 1,93	30 (54,5%)	B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7, B9, B11, C1, C2, C4, C5, C6, C8, C9, C10, C11, C12, C14, D2, D3, D6, D7, D8, D10, D11, D13, E1, 169

RELAÇÃO DE FIGURAS

- Figura 2.1 - Método de inoculação de *Erwinia* através de perfuração (a, b, c), deposição de 15µl inóculo (10^8 ufc/ml) com uma micropipeta (d, e, f) e embalagem da raiz de mandioquinha-salsa em filme plástico de PVC..... pág. 114
- Figura 2.2 - Resultado da amplificação por PCR das regiões IGS de erwinias pectolíticas usando *primers* “1491f” e “L1r”.....pág. 115
- Figura 2.3 - Resultado da amplificação por PCR de fragmentos de genes *pel* de *E. chrysanthemi* com *primers* “ADE1” e “ADE2”.....pág. 116
- Figura 2.4 - Produto da amplificação por PCR das regiões IGS rDNA 16S-23S de espécies de *Erwinia* usando os *primers* “149LF”, “L1ra” e “L1rg”.....pág. 117
- Figura 2.5 - Produto da amplificação por PCR de fragmentos de *pelADE* de espécies de *Erwinia* usando os *primers* “ADE1” e “ADE2”.....pág. 118
- Figura 2.6 - Produto da amplificação por PCR de regiões parciais de IGS rDNA 16S-23S de espécies de *Erwinia* usando os *primers* “Ech571” e “L1r”.....pág. 119
- Figura 2.7 - Diâmetro das lesões resultante da inoculação de *Erwinia chrysanthemi* em raízes de mandioquinha-salsa e incubação em quatro temperaturas.....pág. 120
- Figura 2.8 - Diâmetro da lesão (A) e peso do tecido lesionado (B) causado por *Erwinia* em raízes de mandioquinha-salsa em função de quatro concentrações de inóculo (10^0 , 10^4 , 10^6 e 10^8 ufc/ml).....pág. 121
- Figura 2.9 - Diâmetro das lesões em raízes de mandioquinha-salsa causadas por quatro isolados de *Ech* (B2, B11, C9, D3) e de *Ecc* (P1, P9, P28, P31) em cinco temperaturas após três dias de incubação.....pág. 122
- Figura 2.10 - Diâmetro das lesões de dois isolados de *Ech* (B11 e B12) em cenoura cv. Brasília e batata cv. Bintje em cinco temperaturas após três dias de incubação.....pág. 123

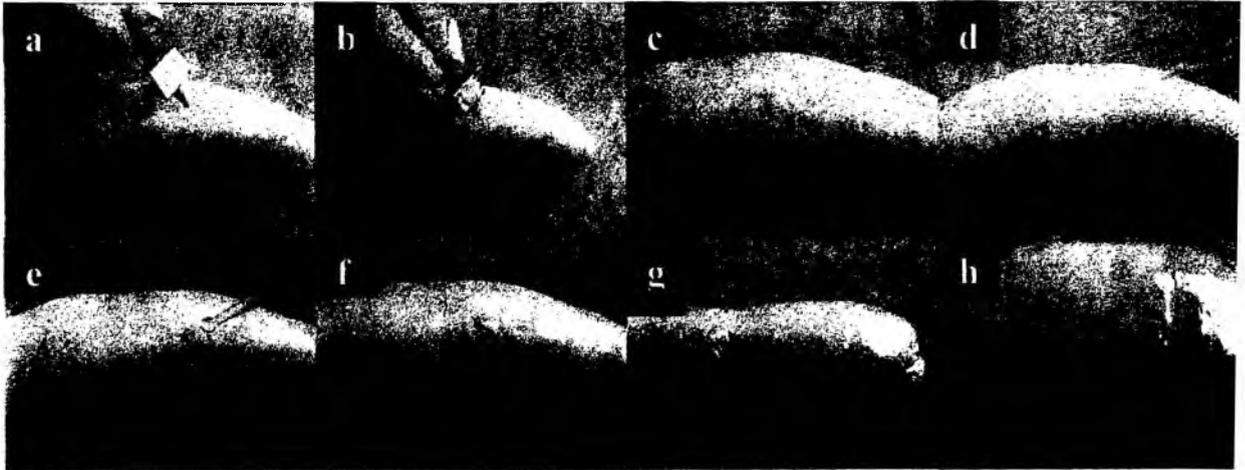


Figura 2.1 – Método de inoculação de *Erwinia* através de perfuração (a, b, c), deposição de 15µl inóculo (10^8 ufc/ml) com uma micropipeta (d, e, f) e embalagem da raiz de mandioca-salsa em filme plástico de PVC (g, h).

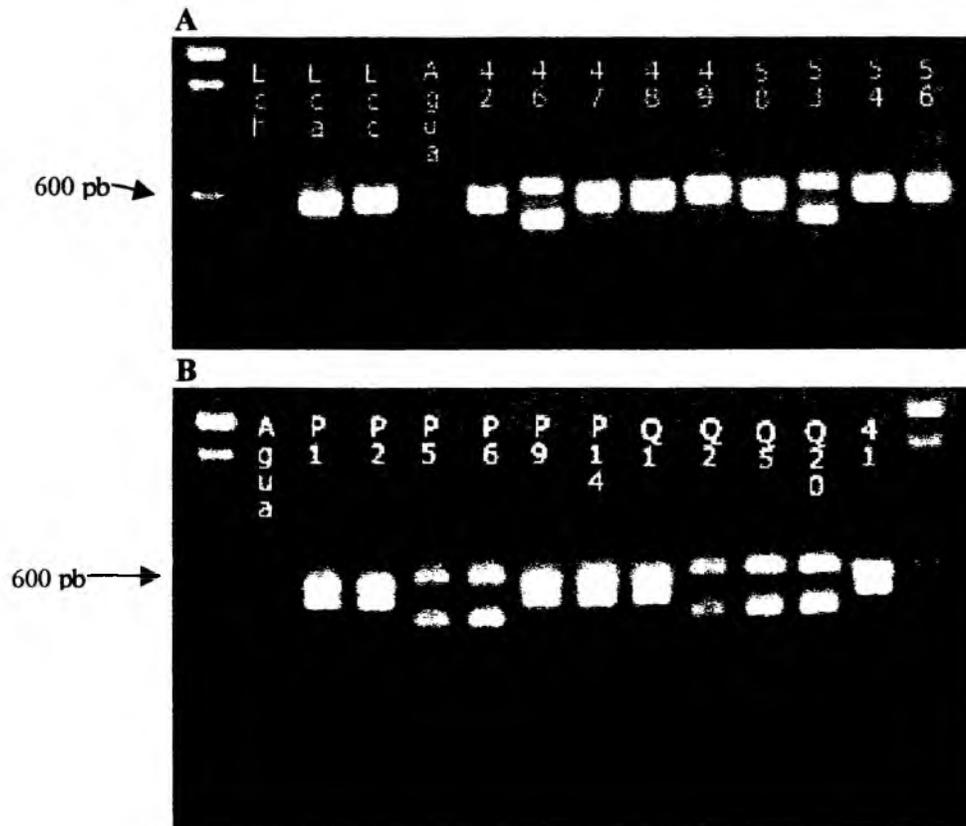


Figura 2.2 – Resultado da amplificação por PCR das regiões IGS de erwinias pectolíticas usando *primers* “1491f” e “L1r” (isolados de *Ecc* e *Eca* formam duas bandas mais próximas: isolados 42, 47, 48, 49, 50, 54, 56, P1, P2, P9, P14, Q1, 41; isolados de *Ech* formam duas bandas mais separadas: 46, 53, P5, P6, Q2, Q5, Q20).

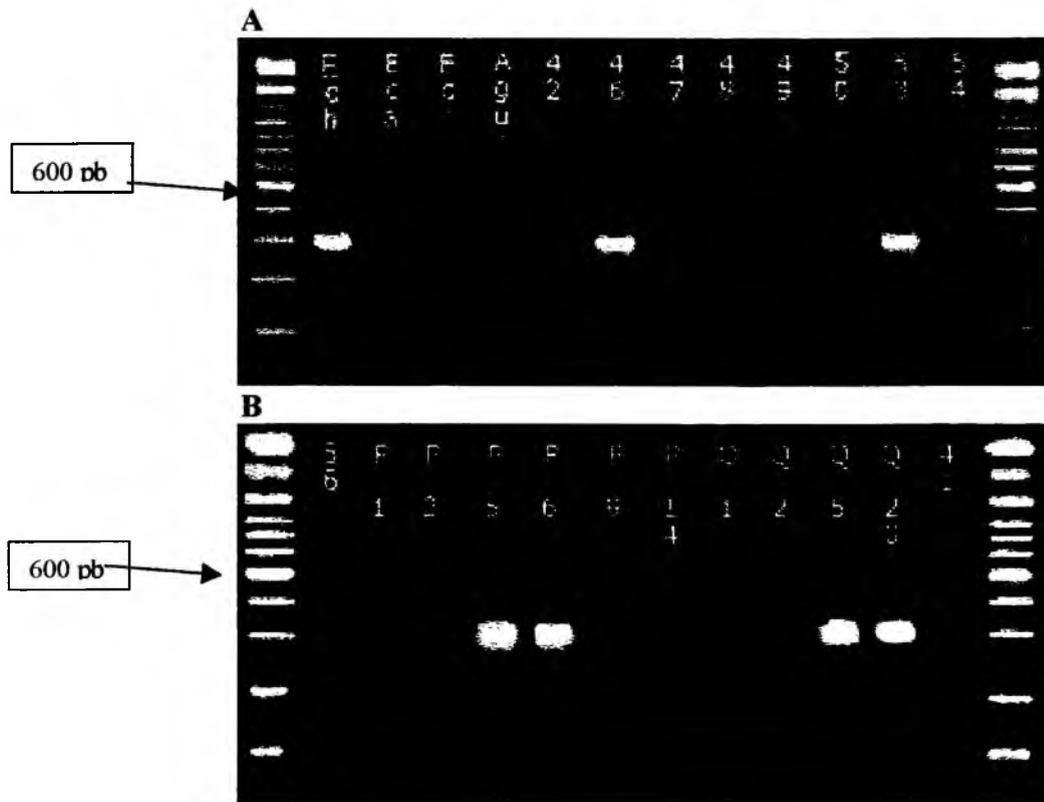


Figura 2.3 – Resultado da amplificação por PCR de fragmentos de genes *pel* de *E. chrysanthemi* com primers “ADE1” e “ADE2” (isolados de *Ech* formam uma banda única: 46, 53, P5, P6, Q5, Q20).

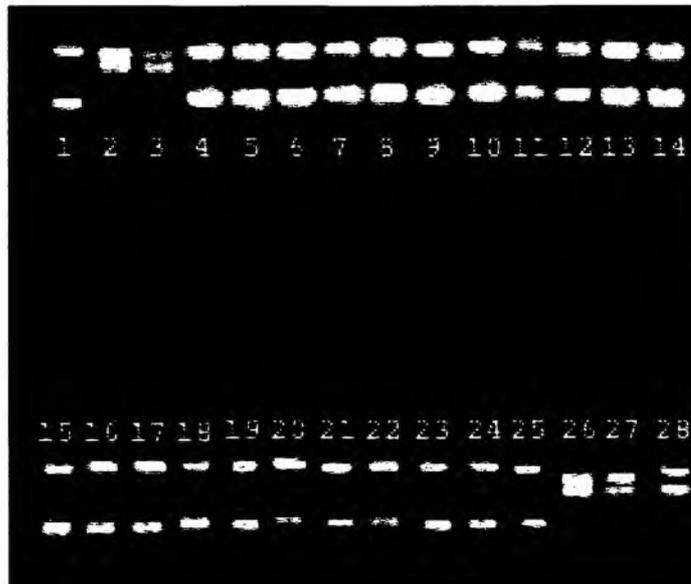


Figura 2.4- Produto da amplificação por PCR das regiões IGS rDNA 16S-23S de espécies de *Erwinia* usando os primers “149LF” e “L1ra”. Linhas 1 = estirpe 571 de *E. chrysanthemi*, 2 = estirpe 31 de *E. carotovora* subsp. *atroseptica*, 3 = estirpe 71 de *E. carotovora* subsp. *carotovora*, 4 = isolado "a", 5 = isolado B2, 6 = isolado B8, 7 = isolado B11, 8 = isolado B12, 9 = isolado C1, 10 = isolado C3, 11 = isolado C6, 12 = isolado C7, 13 = isolado C9, 14 = isolado C16, 15 = isolado D5, 16 = isolado D7, 17 = isolado D9, 18 = isolado "i", 19 = isolado 154, 20 = isolado 155, 21 = isolado 161, 22 = isolado 163, 23 = isolado 164, 24 = isolado 166, 25 = isolado 171, 26 = isolado F5 (*Eca*), 27 = isolado P1 (*Ecc*) e 28 = isolado de tomateiro (*Ec*). Os produtos da PCR, após 25 ciclos, foram separados por eletroforese em agarose gel 1% por 1 h. Condições da PCR - IGS - 94°C/2', (94°C/45", 62°C/45", 72°C/90")25X, 72°C/10', 4°C/5'. IGS (“intergenic spacer region”) 16S-23S; *E. chrysanthemi* - 354-356 (menor) e 480 pb (maior); *E. carotovora* - 440-453 (menor) e 475-490 pb (maior).

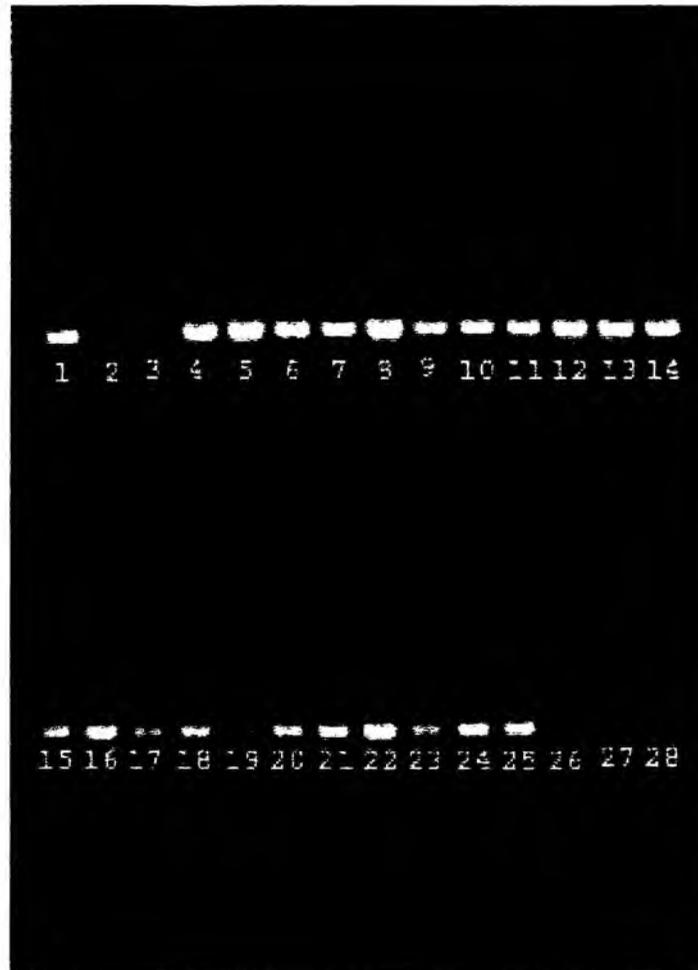


Figura 2.5 - Produto da amplificação por PCR de fragmentos de pelADE de espécies de *Erwinia* usando os primers "ADE1" e "ADE2". Linhas 1 = estirpe 571 de *E. chrysanthemi*, 2 = estirpe 31 de *E. carotovora* subsp. *atroseptica*, 3 = estirpe 71 de *E. carotovora* subsp. *carotovora*, 4 = isolado "a", 5 = isolado B2, 6 = isolado B8, 7 = isolado B11, 8 = isolado B12, 9 = isolado C1, 10 = isolado C3, 11 = isolado C6, 12 = isolado C7, 13 = isolado C9, 14 = isolado C16, 15 = isolado D5, 16 = isolado D7, 17 = isolado D9, 18 = isolado "i", 19 = isolado 154, 20 = isolado 155, 21 = isolado 161, 22 = isolado 163, 23 = isolado 164, 24 = isolado 166, 25 = isolado 171, 26 = isolado F5 (*Eca*), 27 = isolado P1 (*Ecc*) e 28 = isolado de tomateiro (*Ec*). Os produtos da PCR, após 25 ciclos, foram separados por eletroforese em agarose gel 1% por 1 h. Condições da PCR: ADE - 94°C/4', (94°C/1', 65°C/1', 72°C/1')25X, 72°C/5', 4°C/5'. Volume 10 µl = Primer 1 (1 µM) - 0,4 µl; primer 2 - (1 µM) 0,2 µl; primer 3 - (1 µM) 0,2 µl; tampão PCR - 1 µl; dNTP - 1 µl; MgCl₂ - 1 µl; TAQ - 0,2 µl; amostra 1 µl.

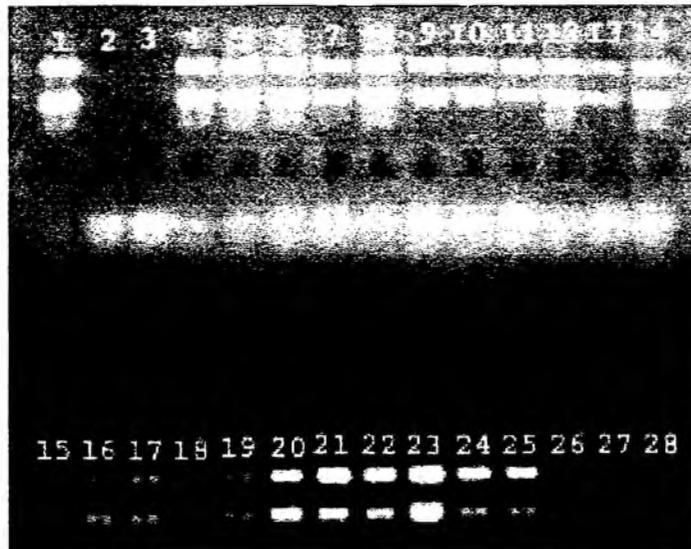


Figura 2.6 - Produto da amplificação por PCR de regiões parciais de IGS rDNA 16S-23S de espécies de *Erwinia* usando os primers “Ech571” e “L1r”. Linhas 1 = estirpe 571 de *E. chrysanthemi*, 2 = estirpe 31 de *E. carotovora* subsp. *atroseptica*, 3 = estirpe 71 de *E. carotovora* subsp. *carotovora*, 4 = isolado “a”, 5 = isolado B2, 6 = isolado B8, 7 = isolado B11, 8 = isolado B12, 9 = isolado C1, 10 = isolado C3, 11 = isolado C6, 12 = isolado C7, 13 = isolado C9, 14 = isolado C16, 15 = isolado D5, 16 = isolado D7, 17 = isolado D9, 18 = isolado “i”, 19 = isolado 154, 20 = isolado 155, 21 = isolado 161, 22 = isolado 163, 23 = isolado 164, 24 = isolado 166, 25 = isolado 171, 26 = isolado F5 (*Eca*), 27 = isolado P1 (*Ecc*) e 28 = isolado de tomateiro (*Ec*). Os produtos da PCR (tamanho aproximado de 330 e 550 pb), após 25 ciclos, foram separados por eletroforese em agarose gel 1% por 1 h. Condições da PCR: *Ech* – 94°C/2', (94°C/45", 62°C/45", 72°C/90')X25, 72°C/10', 4°C/5'. primers Ech571 = Primer 1: “149LF” (5'-GAA GTC GTA ACA AGG TA-3'); Primer 2: “echavai” (5'-CTC GGG ATA TGA GTA TTT TGA G-3') – segundo primer baseado em local de restrição da enzima *Ava*I na região menor do IGS de *Ech*.

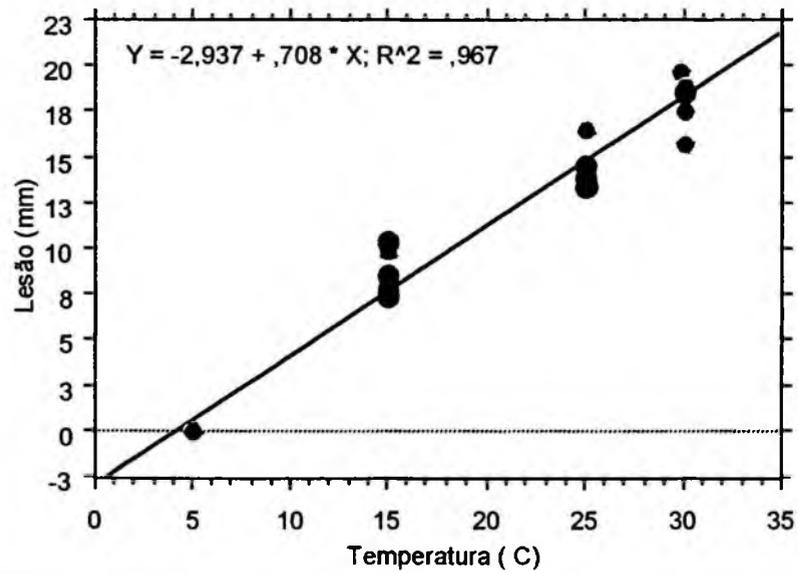


Figura 2.7 - Diâmetro das lesões resultante da inoculação de *Erwinia chrysanthemi* em raízes de mandioca e incubação em quatro temperaturas

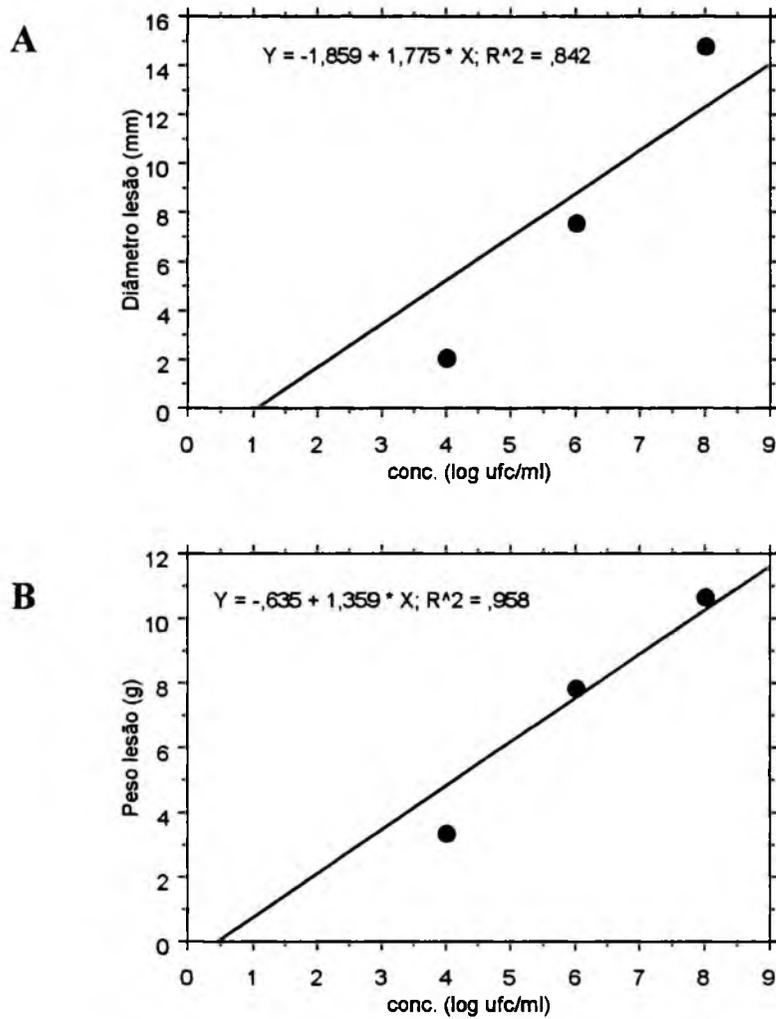


figura 2.8 – Diâmetro da lesão (A) e peso do tecido lesionado (B) causada por *Erwinia chrysanthemi* em raízes de mandioquinha-salsa em função de quatro concentrações de inóculo (0, 10^4 , 10^6 e 10^8 ufc/ml).

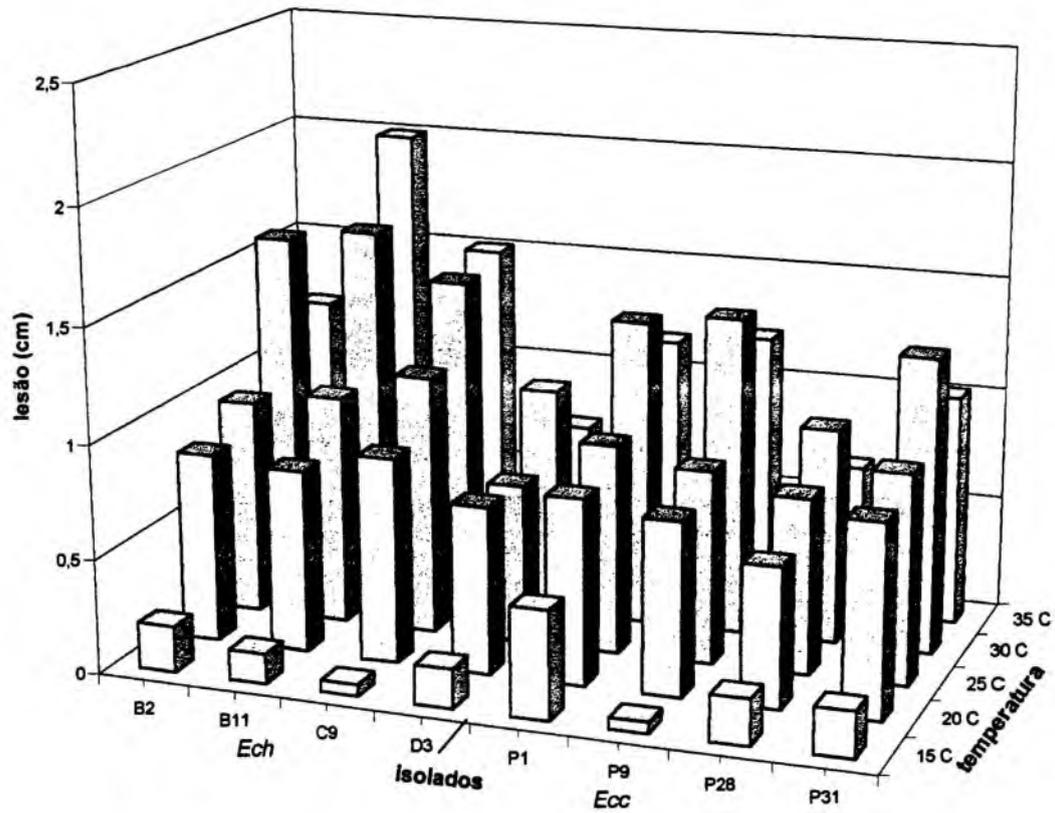


Figura 2.9 – Diâmetro das lesões de quatro isolados de *Ech* (B2, B11, C9, D3) e de *Ecc* (P1, P9, P28, P31) em cinco temperaturas após três dias de incubação.

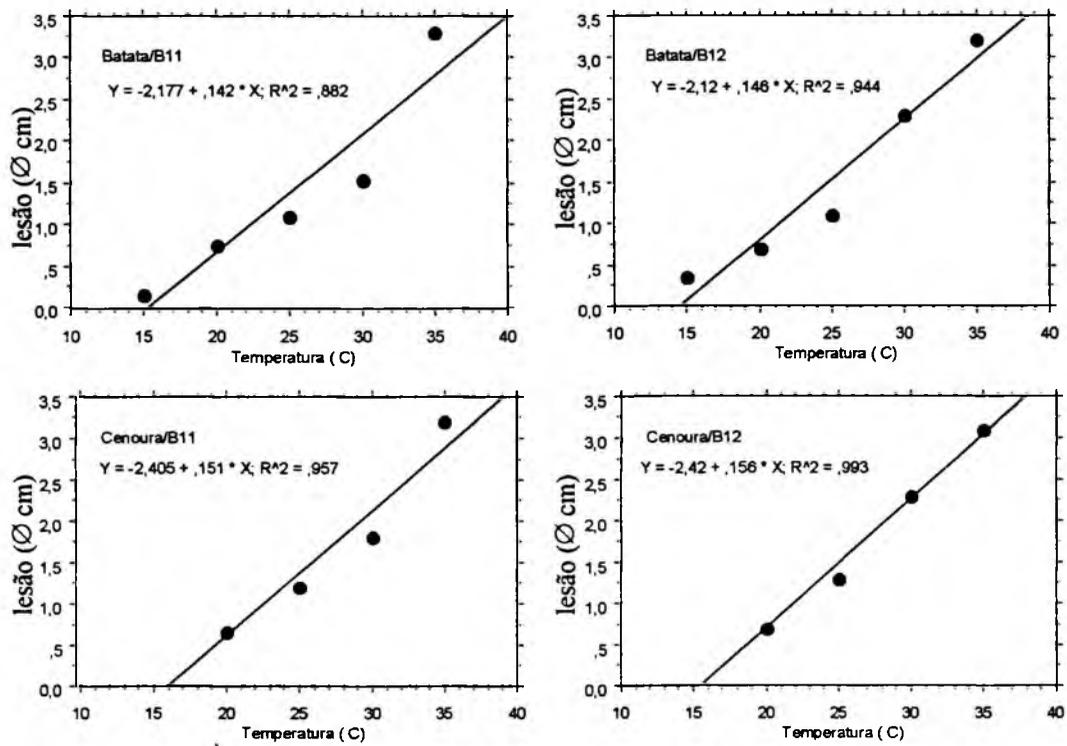


Figura 2.10 – Diâmetro das lesões de dois isolados de *Ech* (B11 e B12) em cenoura cv. Brasília e batata cv. Bintje em cinco temperaturas após três dias de incubação.

ANEXO

Tabela 1 – Código, identificação, hospedeira, procedência e data de coleta dos isolados de *Erwinia* avaliados.

Código	Identif.	Hospedeira	Procedência	Data	Observações ¹
A1	<i>Ecc</i>	mandioquinha-salsa	Distrito Federal	abril/00	raiz amarela
A2	<i>Ecc</i>	mandioquinha-salsa	Distrito Federal	abril/00	raiz amarela
A5	<i>Ecc</i>	mandioquinha-salsa	Distrito Federal	abril/00	raiz amarela
A6	<i>Ecc</i>	mandioquinha-salsa	Distrito Federal	abril/00	raiz amarela
B1	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Paraná	maio/00	raiz armazenada a 15°C (15/01)
B2	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Paraná	maio/00	raiz armazenada a 15°C (15/02)
B3	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Paraná	maio/00	raiz armazenada a 15°C (15/03)
B4	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Paraná	maio/00	raiz armazenada a 15°C (15/04)
B5	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Paraná	maio/00	raiz armazenada a 15°C (15/05)
B6	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Paraná	maio/00	raiz armazenada a 15°C (15/06)
B7	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Paraná	maio/00	raiz armazenada a 15°C (15/07)
B8	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Paraná	maio/00	raiz armazenada a 15°C (15/08)
B9	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Paraná	maio/00	raiz armazenada a 15°C (15/09)
B10	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Paraná	maio/00	raiz armazenada a 15°C (15/10)
B11	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Paraná	maio/00	raiz armazenada a 15°C (15/11)
B12	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Paraná	maio/00	raiz armazenada a 15°C (15/12)
B13	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Paraná	maio/00	raiz armazenada a 15°C (15/13)
B14	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Paraná	maio/00	raiz armazenada a 15°C (15/14)
B15	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Paraná	maio/00	raiz armazenada a 15°C (15/15)
B16	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Paraná	maio/00	raiz armazenada a 15°C (15/16)
C1	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Distrito Federal	fevereiro/00	supermercado
C2	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Distrito Federal	fevereiro/00	supermercado
C3	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Distrito Federal	fevereiro/00	supermercado
C4	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Distrito Federal	fevereiro/00	supermercado
C5	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Distrito Federal	fevereiro/00	supermercado
C6	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Distrito Federal	fevereiro/00	supermercado
C7	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Distrito Federal	fevereiro/00	supermercado
C8	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Distrito Federal	fevereiro/00	supermercado
C9	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Distrito Federal	fevereiro/00	supermercado
C10	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Distrito Federal	fevereiro/00	supermercado
C11	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Distrito Federal	fevereiro/00	supermercado
C12	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Distrito Federal	fevereiro/00	supermercado
C13	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Distrito Federal	fevereiro/00	supermercado
C14	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Distrito Federal	fevereiro/00	supermercado
C15	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Distrito Federal	fevereiro/00	supermercado
C16	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Distrito Federal	fevereiro/00	supermercado
D1	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Paraná	março/99	Pirai do Sul
D2	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Paraná	março/99	Pirai do Sul
D4	<i>Ecc</i>	mandioquinha-salsa	Paraná	março/99	Pirai do Sul
D5	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Paraná	março/99	Pirai do Sul
D6	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Paraná	março/99	Pirai do Sul
D7	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Paraná	março/99	Pirai do Sul
D8	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Paraná	março/99	Pirai do Sul
D9	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Paraná	março/99	Pirai do Sul
D10	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Paraná	março/99	Pirai do Sul
D11	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Paraná	março/99	Pirai do Sul

Tabela 1 – continuação

Código	Identif.	Hospedeira	Procedência	Data	Observações¹
D12	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Paraná	março/99	Pirai do Sul
D13	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Paraná	março/99	Pirai do Sul
D14	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Paraná	março/99	Pirai do Sul
D15	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Paraná	março/99	Pirai do Sul
D16	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Paraná	março/99	Pirai do Sul
E1	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Paraná	fevereiro/99	raiz amarela
E4	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Paraná	fevereiro/99	raiz amarela
E5	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Paraná	fevereiro/99	raiz amarela
E6	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Paraná	fevereiro/99	raiz amarela
E8	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Paraná	fevereiro/99	raiz amarela
F4	<i>Ech</i>	pimentão	São Paulo	março/99	raiz amarela
F10	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Paraná	março/99	raiz amarela
F11	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Paraná	março/99	raiz amarela
G1	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Paraná	março/99	raiz amarela
G2	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Paraná	março/99	raiz amarela
G3	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Minas Gerais	março/99	raiz amarela
G4	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Minas Gerais	março/99	raiz amarela
G5	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Paraná	março/99	raiz amarela
G6	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Paraná	março/99	raiz amarela
G7	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Paraná	março/99	raiz amarela
G8	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Paraná	março/99	raiz amarela
G9	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Paraná	março/99	raiz amarela
G10	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Minas Gerais	março/99	raiz amarela
G11	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Minas Gerais	março/99	raiz amarela
G12	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Paraná	março/99	raiz amarela
G13	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Paraná	março/99	raiz amarela
G14	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Paraná	março/99	raiz amarela
G15	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Minas Gerais	março/99	raiz amarela
G16	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Minas Gerais	março/99	raiz amarela
G17	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Paraná	março/99	raiz amarela
G18	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Paraná	março/99	raiz amarela
G19	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Paraná	março/99	raiz amarela
G20	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Paraná	março/99	raiz amarela
G21	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Minas Gerais	março/99	raiz amarela
G22	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Minas Gerais	março/99	raiz amarela
H1	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Paraná	março/99	raiz amarela
H2	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Paraná	março/99	raiz amarela
H3	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Paraná	março/99	raiz amarela
H4	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Paraná	março/99	raiz amarela
H5	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Paraná	março/99	raiz amarela
H6	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Paraná	março/99	raiz amarela
H7	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Paraná	março/99	raiz amarela
I1	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Paraná	março/99	raiz amarela
I3	<i>Ecc</i>	mandioquinha-salsa	Paraná	março/99	raiz amarela
I4	<i>Ecc</i>	mandioquinha-salsa	Paraná	março/99	raiz amarela
J3	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Rio de Janeiro	maio/99	raiz amarela
J5	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Rio de Janeiro	maio/99	raiz branca

Tabela 1 – continuação

Código	Identif.	Hospedeira	Procedência	Data	Observações¹
J7	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Rio de Janeiro	maio/99	raiz amarela
J12	<i>Ecc</i>	mandioquinha-salsa	Rio de Janeiro	maio/99	raiz amarela
K4	<i>Ech</i>	cenoura	Distrito Federal	junho/99	raiz amarela
M1	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Minas Gerais	março/99	Bom Repouso
M2	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Minas Gerais	março/99	Bom Repouso
M3	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Minas Gerais	março/99	Bom Repouso
M4	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Minas Gerais	março/99	Bom Repouso
M5	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Minas Gerais	março/99	Bom Repouso
M10	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Paraná	março/99	raiz amarela
M11	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Paraná	março/99	raiz amarela
M12	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Paraná	março/99	raiz amarela
M16	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Paraná	março/99	Agudos do Sul
M17	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Minas Gerais	março/99	raiz amarela
N1	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Paraná	março/99	Agudos do Sul
N2	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Paraná	março/99	Agudos do Sul
N4	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Minas Gerais	março/99	raiz amarela
N5	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Paraná	março/99	raiz amarela
N6	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Paraná	março/99	raiz amarela
N8	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Paraná	março/99	raiz amarela
N9	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Paraná	março/99	raiz amarela
N10	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Minas Gerais	março/99	raiz amarela
N11	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Minas Gerais	março/99	raiz amarela
N12	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Paraná	março/99	raiz amarela
N13	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Paraná	março/99	raiz amarela
N15	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Paraná	março/99	raiz amarela
N17	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Paraná	março/99	raiz amarela
N20	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Paraná	março/99	raiz amarela
N21	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Minas Gerais	março/99	Bom Repouso
N22	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Minas Gerais	março/99	Bom Repouso
N23	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Minas Gerais	março/99	Bom Repouso
N24	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Paraná	março/99	caixa devolvida (deteriorada)
N25	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Paraná	março/99	caixa devolvida (deteriorada)
N26	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Paraná	março/99	caixa devolvida (deteriorada)
N27	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Paraná	março/99	caixa devolvida (deteriorada)
N28	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Minas Gerais	março/99	Bom Repouso
N32	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Paraná	março/99	caixa devolvida (deteriorada)
N33	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Paraná	março/99	caixa devolvida (deteriorada)
N34	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Minas Gerais	março/99	Bom Repouso
O6	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Minas Gerais	março/99	Bom Repouso
O7	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Paraná	março/99	raiz amarela
O8	<i>Eca</i>	mandioquinha-salsa	Paraná	março/99	raiz amarela
O10	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Minas Gerais	março/99	raiz amarela
O13	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Minas Gerais	março/99	raiz amarela
O14	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Paraná	março/99	caixa devolvida (deteriorada)
P1	<i>Ecc</i>	mandioquinha-salsa	Distrito Federal	abril/99	Embrapa Hortaliças
P2	<i>Ecc</i>	mandioquinha-salsa	Distrito Federal	abril/99	Embrapa Hortaliças

Tabela 1 – continuação

Código	Identif.	Hospedeira	Procedência	Data	Observações¹
P4	<i>Ecc</i>	mandioquinha-salsa	Distrito Federal	abril/99	Embrapa Hortaliças
P5	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Distrito Federal	abril/99	Embrapa Hortaliças
P6	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Distrito Federal	abril/99	Embrapa Hortaliças
P7	<i>Ecc</i>	mandioquinha-salsa	Distrito Federal	abril/99	Embrapa Hortaliças
P8	<i>Ecc</i>	mandioquinha-salsa	Distrito Federal	abril/99	Embrapa Hortaliças
P9	<i>Ecc</i>	mandioquinha-salsa	Distrito Federal	abril/99	Embrapa Hortaliças
P11	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Distrito Federal	abril/99	Embrapa Hortaliças
P12	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Distrito Federal	abril/99	Embrapa Hortaliças
P13	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Distrito Federal	abril/99	Embrapa Hortaliças
P14	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Distrito Federal	abril/99	Embrapa Hortaliças
P15	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Distrito Federal	abril/99	Embrapa Hortaliças
P16	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Distrito Federal	abril/99	Embrapa Hortaliças
P17	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Distrito Federal	abril/99	Embrapa Hortaliças
P20	<i>Ecc</i>	mandioquinha-salsa	Distrito Federal	abril/99	Embrapa Hortaliças
P21	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Distrito Federal	abril/99	Embrapa Hortaliças
P22	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Distrito Federal	abril/99	Embrapa Hortaliças
P23	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Distrito Federal	abril/99	Embrapa Hortaliças
P24	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Distrito Federal	abril/99	Embrapa Hortaliças
P25	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Distrito Federal	abril/99	Embrapa Hortaliças
P26	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Distrito Federal	abril/99	Embrapa Hortaliças
P27	<i>Ecc</i>	mandioquinha-salsa	Distrito Federal	abril/99	Embrapa Hortaliças
P28	<i>Ecc</i>	mandioquinha-salsa	Distrito Federal	abril/99	Embrapa Hortaliças
P29	<i>Ecc</i>	mandioquinha-salsa	Distrito Federal	abril/99	Embrapa Hortaliças
P30	<i>Ecc</i>	mandioquinha-salsa	Distrito Federal	abril/99	Embrapa Hortaliças
P31	<i>Ecc</i>	mandioquinha-salsa	Distrito Federal	abril/99	Embrapa Hortaliças
P36	<i>Ecc</i>	mandioquinha-salsa	Distrito Federal	abril/99	Embrapa Hortaliças
P38	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Distrito Federal	abril/99	Embrapa Hortaliças
P40	<i>Ecc</i>	mandioquinha-salsa	Distrito Federal	abril/99	Embrapa Hortaliças
P41	<i>Ecc</i>	mandioquinha-salsa	Distrito Federal	abril/99	Embrapa Hortaliças
P42	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Distrito Federal	abril/99	Embrapa Hortaliças
P43	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Distrito Federal	abril/99	Embrapa Hortaliças
P44	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Distrito Federal	abril/99	Embrapa Hortaliças
Q1	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Paraná	abril/99	Ponta Grossa
Q2	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Paraná	abril/99	Ponta Grossa
Q3	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Paraná	abril/99	Ponta Grossa
Q4	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Paraná	abril/99	Ponta Grossa
Q5	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Paraná	abril/99	Ponta Grossa
Q6	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Paraná	abril/99	Ponta Grossa
Q7	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	S. Catarina	abril/99	Caçador
Q8	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	S. Catarina	abril/99	Caçador
Q9	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	S. Catarina	abril/99	Caçador
Q10	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	S. Catarina	abril/99	Caçador
Q13	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	S. Catarina	abril/99	Caçador
Q14	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	S. Catarina	abril/99	Caçador
Q15	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	S. Catarina	abril/99	Caçador
Q16	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	S. Catarina	abril/99	Caçador
Q17	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	S. Catarina	abril/99	Caçador
Q18	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	S. Catarina	abril/99	Caçador
Q19	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Distrito Federal	abril/99	Embrapa Hortaliças
Q20	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Distrito Federal	abril/99	Embrapa Hortaliças
Q21	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Distrito Federal	abril/99	Embrapa Hortaliças
Q23	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Distrito Federal	abril/99	Embrapa Hortaliças

Tabela II – continuação

Código	Identif.	Hospedeira	Procedência	Data	Observações ¹
Q24	Ech	mandioquinha-salsa	Distrito Federal	abril/99	Embrapa Hortaliças
Q25	Ech	mandioquinha-salsa	Distrito Federal	abril/99	Embrapa Hortaliças
Q26	Ech	mandioquinha-salsa	Distrito Federal	abril/99	Embrapa Hortaliças
Q27	Ech	mandioquinha-salsa	Distrito Federal	abril/99	Embrapa Hortaliças
Q28	Ech	mandioquinha-salsa	Distrito Federal	abril/99	Embrapa Hortaliças
Q29	Ech	mandioquinha-salsa	Distrito Federal	abril/99	Embrapa Hortaliças
Q32	Ech	mandioquinha-salsa	Minas Gerais	abril/99	Bom Repouso
Q33	Ech	mandioquinha-salsa	Minas Gerais	abril/99	Bom Repouso
Q34	Ech	mandioquinha-salsa	Minas Gerais	abril/99	Bom Repouso
Q35	Ech	mandioquinha-salsa	Minas Gerais	abril/99	Bom Repouso
Q36	Ech	mandioquinha-salsa	Minas Gerais	abril/99	Bom Repouso
151	Ech	mandioquinha-salsa	Paraná	abril/00	raiz tratada com Clorox®
152	Ech	mandioquinha-salsa	Paraná	abril/00	raiz tratada com Clorox®
154	Ech	mandioquinha-salsa	Paraná	abril/00	raiz tratada com Clorox®
155	Ech	mandioquinha-salsa	Paraná	abril/00	raiz tratada com Cobre Sandoz®
156	Ech	mandioquinha-salsa	Paraná	abril/00	raiz tratada com Cobre Sandoz®
157	Ech	mandioquinha-salsa	Paraná	abril/00	raiz tratada com Cobre Sandoz®
158	Ech	mandioquinha-salsa	Paraná	abril/00	raiz tratada com Cobre Sandoz®
159	Ech	mandioquinha-salsa	Paraná	abril/00	raiz tratada com Agrimaicin®
160	Ech	mandioquinha-salsa	Paraná	abril/00	raiz tratada com Agrimaicin®
161	Ech	mandioquinha-salsa	Paraná	abril/00	raiz tratada com Agrimaicin®
162	Ech	mandioquinha-salsa	Paraná	abril/00	raiz tratada com Agrimaicin®
163	Ech	mandioquinha-salsa	Paraná	abril/00	raiz tratada com Agrimaicin®
164	Ech	mandioquinha-salsa	Paraná	abril/00	raiz tratada com Agrimaicin®
166	Ech	mandioquinha-salsa	Paraná	abril/00	raiz sem tratamento
167	Ech	mandioquinha-salsa	Paraná	abril/00	raiz sem tratamento
168	Ech	mandioquinha-salsa	Paraná	abril/00	raiz sem tratamento
169	Ech	mandioquinha-salsa	Paraná	abril/00	raiz sem tratamento
170	Ech	mandioquinha-salsa	Paraná	abril/00	raiz sem tratamento
171	Ech	mandioquinha-salsa	Paraná	abril/00	raiz sem tratamento
172	Ech	mandioquinha-salsa	Paraná	abril/00	raiz sem tratamento
173	Ech	mandioquinha-salsa	Paraná	abril/00	raiz sem tratamento
175	Ech	mandioquinha-salsa	Paraná	abril/00	raiz sem tratamento
177	Ech	mandioquinha-salsa	Paraná	abril/00	raiz tratada com Kasumin®
178	Ech	mandioquinha-salsa	Paraná	abril/00	raiz tratada com Kasumin®
179	Ech	mandioquinha-salsa	Paraná	abril/00	raiz tratada com Kasumin®
182	Ech	mandioquinha-salsa	Paraná	abril/00	raiz sem tratamento
183	Ech	mandioquinha-salsa	Paraná	abril/00	raiz sem tratamento
184	Ech	mandioquinha-salsa	Paraná	abril/00	raiz sem tratamento
185	Ech	mandioquinha-salsa	Paraná	abril/00	raiz tratada com Soluthor®
187	Ech	mandioquinha-salsa	Paraná	abril/00	raiz tratada com Soluthor®
188	Ech	mandioquinha-salsa	Paraná	abril/00	raiz tratada com Soluthor®
189	Ech	mandioquinha-salsa	Paraná	abril/00	raiz tratada com Soluthor®
190	Ech	mandioquinha-salsa	Paraná	abril/00	raiz tratada com Soluthor®
40	Ecc	mandioquinha-salsa	Distrito Federal	setembro/88	raiz amarela
41	Eca	mandioquinha-salsa	Distrito Federal	setembro/88	raiz amarela
42	Eca	mandioquinha-salsa	Distrito Federal	setembro/88	raiz amarela
43	Eca	mandioquinha-salsa	Distrito Federal	setembro/88	raiz amarela
44	Eca	mandioquinha-salsa	Distrito Federal	setembro/88	raiz amarela

Tabela 1 – continuação

Código	Identif.	Hospedeira	Procedência	Data	Observações¹
45	<i>Eca</i>	mandioquinha-salsa	Distrito Federal	setembro/88	raiz amarela
46	<i>Eca</i>	mandioquinha-salsa	Distrito Federal	setembro/88	raiz amarela
47	<i>Eca</i>	mandioquinha-salsa	Distrito Federal	setembro/88	raiz amarela
48	<i>Eca</i>	mandioquinha-salsa	Distrito Federal	setembro/88	raiz amarela
49	<i>Eca</i>	mandioquinha-salsa	Distrito Federal	setembro/88	raiz amarela
50	<i>Eca</i>	mandioquinha-salsa	Distrito Federal	setembro/88	raiz amarela
51	<i>Ecc</i>	mandioquinha-salsa	Distrito Federal	setembro/88	raiz amarela
52	<i>Ecc</i>	mandioquinha-salsa	Distrito Federal	setembro/88	raiz amarela
53	<i>Ecc</i>	mandioquinha-salsa	Distrito Federal	setembro/88	raiz amarela
54	<i>Ecc</i>	mandioquinha-salsa	Distrito Federal	setembro/88	raiz amarela
55	<i>Ecc</i>	mandioquinha-salsa	Distrito Federal	setembro/88	raiz amarela
56	<i>Ecc</i>	mandioquinha-salsa	Distrito Federal	setembro/88	raiz amarela
57	<i>Ecc</i>	mandioquinha-salsa	Distrito Federal	setembro/88	raiz amarela
58	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Distrito Federal	setembro/88	raiz amarela
59	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Distrito Federal	setembro/88	raiz amarela
60	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	Distrito Federal	setembro/88	raiz amarela
a	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	São Paulo	outubro/01	raiz amarela
i	<i>Ech</i>	mandioquinha-salsa	São Paulo	outubro/01	raiz amarela

Tabela 2 – Perfil metabólico de dois isolados de *Ech* (B2 e 154) de mandioquinha-salsa em comparação com dois isolados padrões (*Ech* 92 e *Ech* 571) baseado na avaliação de 95 fontes de carbono do “Biolog System”.

Perfil Metabólico	Reação ¹			
	B2	154	Ech 92 ²	Ech 571 ²
Similaridade com Ech (%) (Banco de dados do Biolog)	0,967	0,891	0,656	0,555
Probabilidade de ser Ech (%) – Biolog System	100	100	100	100
Positivos/Limites/Negativas	26/3/67	29/3/64	38/3/55	44/5/47
Fonte de carbono				
1. (A3) Dextrin	-	-	+	++
2. (A6) Tween 80	-	-	+	+
3. (A8) N-acetyl-D-glucosamine	++	++	++	++
4. (A10) L-arabinose	-	++	++	++
5. (A12) Cellobiose	++	-	++	-
6. (B2) D-fructose	++	++	++	++
7. (B4) D-galactose	++	++	++	++
8. (B5) Gentiobiose	+	++	++	-
9. (B6) α-D-glucose	++	++	++	++
10. (B7) m-inositol	++	++	++	++
11. (B8) α-lactose	-	-	++	++
12. (B10) Maltose	-	-	-	+
13. (B11) D-mannitol	++	++	++	++
14. (B12) D-mannose	++	++	++	++
15. (C1) D-melibiose	++	++	++	++
16. (C2) β-methyl D-glucoside	++	++	++	++
17. (C3) Psicose	++	+	++	++
18. (C4) D-raffinose	++	++	++	++
19. (C5) L-rhamnose	-	-	-	++
20. (C6) D-sorbitol	-	-	-	+
21. (C7) Sucrose	++	++	++	++
22. (C11) Methyl pyruvate	++	++	++	++
23. (C12) Mono-methyl succinate		++	++	++
24. (D1) Acetic acid	+	-	++	++
25. (D2) cis-aconitic acid	-	-	-	++
26. (D3) Citric acid	++	++	++	++
27. (D4) Formic acid	++	++	++	++
28. (D6) D-galacturonic acid	++	++	++	++
29. (D7) D-gluconic acid	+	++	++	++
30. (D8) D-glucosaminic acid	-	-	-	++
31. (D9) D-glucuronic acid	-	-	++	++
32. (E6) D,L-lactic acid	-	-	-	++
33. (E7) malonic acid	-	-	-	++
34. (E10) D-saccharic acid	++	++	++	++
35. (E12) succinic acid	++	++	++	++
36. (F1) Bromo succinic acid	++	++	++	++
37. (F2) Succinamic acid	-	++	++	++
38. (F3) glucoronamide	-	+	-	++
39. (F4) alaninamide	-	-	-	++
40. (F6) L-alanine	-	-	+	++
41. (F7) L-alanyl-glycine	-	-	-	+
42. (F8) L-asparagine	++	++	++	++
43. (F9) L-aspartic acid	++	++	++	++
44. (F10) L-glutamic acid	-	+	++	++
45. (F11) glycyl-L-aspartic acid	-	-	-	+
46. (G9) L-serine	-	++	++	++
47. (H3) Uridine	-	-	++	-
62. (H4) Thymidine			++	++
64. (H9) Glycerol	++	++	++	++
65. (H10) D,L-α-glycerol phosphate	++	++	++	++
66. (H11) glucose-1-phosphate	-	-	-	++
67. (H12) Glucose-6-phosphate	++	++	++	++

¹ Reação: ++ = positivo; + = positivo fraco (“borderline”); - = negative

² Ech = *E. chrysanthemi*; Ech 92 e Ech 571 = isolados oriundos da batata

Letra e número entre parênteses = localização da fonte de carbono na placa “Gram Negative Biolog”.

Tabela 3 - Resultados da confirmação da identidade de isolados de *Ech* obtidos de mandioquinha-salsa através de testes fisiológicos, bioquímicos e PCR com *primers* da região intergênica entre 16S-23S e *primers* específicos para *Ech*.

Isol. ¹	Hosped. ²	α m g ³	Fosf. ⁴	Cres. 37°C ⁵	meio CVP ⁶	<i>primers</i> IGS ⁷ Produtos (pb)				<i>primers</i> ADE1 e ADE2 ⁸	<i>primers</i> Ech571 e 149LF ⁹
						<i>Ech</i> (pb)		<i>Ec</i> (pb)			
						350	480	440- 453	475- 490	420	330 e 550
a	<i>Arracacia</i>	-	+	+	+	+	+	-	-	+	+
B2	<i>Arracacia</i>	-	+	+	+	+	+	-	-	+	+
B8	<i>Arracacia</i>	-	+	+	+	+	+	-	-	+	+
B11	<i>Arracacia</i>	-	+	+	+	+	+	-	-	+	+
B12	<i>Arracacia</i>	-	+	+	+	+	+	-	-	+	+
C1	<i>Arracacia</i>	-	+	+	+	+	+	-	-	+	+
C3	<i>Arracacia</i>	-	+	+	+	+	+	-	-	+	+
C6	<i>Arracacia</i>	-	+	+	+	+	+	-	-	+	+
C7	<i>Arracacia</i>	-	+	+	+	+	+	-	-	+	+
C9	<i>Arracacia</i>	-	+	+	+	+	+	-	-	+	+
C16	<i>Arracacia</i>	-	+	+	+	+	+	-	-	+	+
D5	<i>Arracacia</i>	-	+	+	+	+	+	-	-	+	+
D7	<i>Arracacia</i>	-	+	+	+	+	+	-	-	+	+
D9	<i>Arracacia</i>	-	+	+	+	+	+	-	-	+	+
i	<i>Arracacia</i>	-	+	+	+	+	+	-	-	+	+
154	<i>Arracacia</i>	-	+	+	+	+	+	-	-	+	+
155	<i>Arracacia</i>	-	+	+	+	+	+	-	-	+	+
161	<i>Arracacia</i>	-	+	+	+	+	+	-	-	+	+
163	<i>Arracacia</i>	-	+	+	+	+	+	-	-	+	+
164	<i>Arracacia</i>	-	+	+	+	+	+	-	-	+	+
166	<i>Arracacia</i>	-	+	+	+	+	+	-	-	+	+
171	<i>Arracacia</i>	-	+	+	+	+	+	-	-	+	+
Ecc F5	<i>Arracacia</i>	+	-	+	+	-	-	+	+	-	-
Eca PI	<i>Arracacia</i>	-	-	+	+	-	-	+	+	-	-
Ec	tomateiro	-	-	+	+	-	-	+	+	-	-

¹ Isolados: códigos da coleção deste trabalho; ² Hospedeira: *Arracacia*= *A. xanthorrhiza*, mandioquinha-salsa; ³ alfa-metil-glucosídeo; ⁴ teste de fosfatase; ⁵ crescimento em meio de cultura a 37°C; ⁶ atividade pectolítica em meio de CVP (cristal violeta pectato); ⁷ *primers* IGS (“intergenic spacer region”): - pode-se distinguir *Ech* e *Ec*, mas não a subespécie; ⁸ *primers* “ADE1” e “ADE2”: desenhados para reconhecer enzima pectolítica produzida por *E. chrysanthemi*; ⁹ *primers* “Ech571” = Primer 1- “149LF” (5'-GAA GTC GTA ACA AGG TA-3'); Primer 2- “echavai” (5'-CTC GGG ATA TGA GTA TTT TGA G-3'); segundo primer baseado em local de restrição da enzima *Ava*I.

CAPÍTULO 3

ESTIMATIVAS DE PERDAS PÓS-COLHEITA E IDENTIFICAÇÃO DE FATORES CRÍTICOS NA INCIDÊNCIA DA “MELA” EM MANDIOQUINHA- SALSA

CAPÍTULO 3 – ESTIMATIVAS DE PERDAS PÓS-COLHEITA E IDENTIFICAÇÃO DE FATORES CRÍTICOS NA INCIDÊNCIA DA “MELA” EM RAÍZES DE MANDIOQUINHA-SALSA

SUMÁRIO	PÁGINA
RESUMO.....	135
ABSTRACT.....	136
INTRODUÇÃO.....	137
MATERIAL E MÉTODOS.....	142
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	147
CONCLUSÕES.....	156
AGRADECIMENTOS.....	157
LITERATURA CITADA.....	158
RELAÇÃO DE FIGURAS.....	160
ANEXO.....	169

CAPÍTULO 3 – ESTIMATIVAS DE PERDAS PÓS-COLHEITA E IDENTIFICAÇÃO DE FATORES CRÍTICOS NA INCIDÊNCIA DA “MELA” EM RAÍZES DE MANDIOQUINHA-SALSA

RESUMO

Os surtos de “mela” causada por erwinias pectolíticas em raízes de mandioquinha-salsa são freqüentes na fase de pós-colheita durante o verão. O objetivo deste trabalho foi identificar alguns dos componentes epidemiológicos da doença e estimar as perdas decorrentes da deterioração das raízes. As perdas potenciais por deterioração de *Erwinia* foram estimadas em duas épocas (inverno e verão), em raízes lavadas e sem lavar do mesmo lote de dez cargas diferentes beneficiadas no estado de São Paulo, sendo significativamente mais altas no verão (64,7%) e nas raízes lavadas (69,1%), em comparação com a época do inverno (21,7%) e nas raízes sem lavar (6,5%). O processo de lavação através da imersão das raízes em tanques de água durante 30 minutos potencializa o início da doença pela infiltração de até 0,57ml de água nas raízes intactas e 0,23ml em raízes cortadas, podendo alcançar 0,95ml nas raízes inteiras imersas durante 120min. A temperatura de armazenamento das raízes apresentou um grande efeito sobre a incidência de deterioração potencial, sendo de 0% a 3°C, 21,2% a 15°C e 94,6% a 25°C aos seis dias. Os surtos de podridão-mole também podem ser explicados pela incidência de altas temperaturas e manutenção das raízes úmidas após a lavação. A umidade das caixas “K” é muito alta devido ao uso de madeira nova e sem secagem adequada e ao excesso d’água e umidade das raízes lavadas, chegando a alcançar 39% do peso da embalagem. As caixas “K” causam injúrias mecânicas nas raízes, principalmente naquelas posicionadas nas camadas superior e do fundo da caixa, que apresentaram os maiores índices de severidade de lesões superficiais (2,47 e 2,15, respectivamente). Entretanto, as raízes da camada do meio apresentaram maior incidência de deterioração (89%), significativamente diferente da camada superior e do fundo (54-60%), provavelmente devido à maior umidade relativa e pouca circulação interna de ar. A respiração de raízes inoculadas com *E. chrysanthemi* mantidas a 24°C foi crescente, variando de 19,0ml de CO₂.kg⁻¹.h⁻¹ (dia 1) a 58,4ml de CO₂.kg⁻¹.h⁻¹ (dia 3), enquanto as raízes com fermento superficial apresentaram aumento de respiração no segundo dia (30,6ml de CO₂.kg⁻¹.h⁻¹) seguido por um decréscimo. As raízes do tratamento testemunha apresentaram uma lenta evolução da respiração, alcançando 28,0ml de CO₂.kg⁻¹.h⁻¹ no terceiro dia. A manutenção das raízes em diferentes composições de atmosfera controlada visou a simulação da condição de raízes

embaladas a vácuo. Houve aumento significativo na incidência de podridão-mole, sendo 83,3% aos três dias nas raízes mantidas a 1% CO₂ + 1% O₂ e 15,8% nas raízes mantidas na atmosfera normal (ar). A incidência da “mela” em mandioquinha-salsa está diretamente relacionada ao processo de lavagem das raízes, com conseqüente infiltração de água, manutenção das raízes úmidas e em condição de alta umidade relativa, associadas com temperaturas acima de 20°C durante grande parte do manuseio pós-colheita.

ABSTRACT

Estimatives of postharvest losses and identification of critical factors on the incidence of soft rot of arracacha roots (*Arracacia xanthorrhiza*).

Outbreaks of postharvest soft rot in arracacha roots are frequent during summer in Brazil. The objectives of this paper are the identification of some epidemiological components of soft rot and an estimative of postharvest losses due to deterioration. Potential losses caused by pectolytic erwinias in the state of São Paulo were estimated in two periods (summer and winter), in washed and unwashed roots in ten different times. Potential losses were higher in summer (64.7%) and in the washed roots (69.1%) when compared to winter (21.7%) and unwashed roots (6.5%). Arracacha roots are cleaned by immersion in water tanks during 30min, and the simulation of this system caused an infiltration of 0.57ml of water into intact roots and 0.23ml in cut roots, reaching 0.95ml in intact roots immersed for 120min. Temperature had a major effect on the potential decay incidence after six days of storage, being 0% at 3°C, 21.2% at 15°C and 94.6% at 25°C. The outbreaks of soft rot are also favored by high temperatures and the maintenance of wet roots after washing, since they are not usually dried. Pine-wood boxes (known as “K” boxes) with 22-27kg capacity are the trade unit of arracacha roots in the Brazilian domestic market. Almost 39% of the weight of the “K” boxes consisted of water, due to the excess of water from wet roots and the new and not-cured pine wood. The “K” boxes also cause mechanical damage to the roots, mainly in the upper and the bottom layers inside the boxes, which had higher severity indexes of superficial lesions (2.47 and 2.15, respectively). Nevertheless, roots of the middle layer showed higher potential decay after 3 days (89%), significantly different from the upper and bottom layers (54-60% of decay), probably due to the higher relative humidity and restricted air circulation inside the box. Respiration rates of *E. chrysanthemi* inoculated roots kept at 24°C increased from 19.0ml of CO₂.kg⁻¹.h⁻¹ (day

1) to 58.4ml of $\text{CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ (day 3), while roots superficially injured showed an increase in the respiration rate in the second day (30,6ml of $\text{CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$) followed by a decrease in the third day. Roots of the check treatment had a slow respiration evolution, reaching 28.0ml of $\text{CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ at the third day. Controlled atmosphere increased the decay potential of arracacha roots, reaching 83.3% of the roots kept at 1% CO_2 + 1% O_2 after 3 days, compared to 15.8% of the roots kept in normal atmosphere (air). The incidence of soft rot in arracacha is related to the washing process of the roots, which causes infiltration of water, and also to the root wetness associated with high humidity and temperatures above 20°C during the postharvest handling.

INTRODUÇÃO

As definições de alguns termos usados para representar perdas são variáveis com a área da ciência considerada e com o contexto em que são utilizados e também porque envolvem múltiplos valores e diferentes atributos de qualidade dos produtos (National Academy of Sciences, 1982; Chitarra & Chitarra, 1990). Kays (1991) define *perda pós-colheita* como qualquer alteração na qualidade ou quantidade de um produto após a colheita que impeça ou modifique sua utilização final pretendida ou diminua seu valor.

Perdas pós-colheita em mandioquinha-salsa

A mandioquinha-salsa é extremamente perecível, e sua vida pós-colheita em condição ambiente (23-25°C, 55-85% UR) é de apenas 2-3 dias após a colheita. As principais causas de sua rápida deterioração são a perda de matéria fresca e as doenças causadas por fungos e bactérias. Ao mesmo tempo, as raízes perdem seu brilho característico e lesões mecânicas tornam-se progressivamente escuras, afetando diretamente sua qualidade e a aparência, e conseqüentemente seu valor comercial (Hermann, 1997). A lavagem das raízes melhora substancialmente a aparência do produto, mas ao mesmo tempo potencializa sua deterioração (Thompson, 1980; Câmara, 1984; Henz *et al.*, 1991).

Os relatos de perdas para mandioquinha-salsa realizados no Brasil até o momento são baseados em questionários, e podem ser considerados como determinações (National Academy of Sciences, 1982; Chitarra & Chitarra, 1990). Em um levantamento efetuado na cidade de São Paulo, Ueno (1976) determinou as porcentagens de perdas para a mandioquinha-salsa de acordo com o local de comercialização, sendo 28% em supermercados, 11% em feiras-livres e 18% em quitandas. Em Minas Gerais, as perdas para a mandioquinha-salsa foram 5% na

propriedade na estação seca (inverno) e 10% na estação chuvosa (verão); 20% no varejo e 25% no atacado (Fundação João Pinheiro, 1991). Tsunehiro *et al.* (1994) consideraram 8,6% a média das perdas em mandioquinha-salsa, distribuída em 10,2% nos supermercados, 17,6% nas quitandas e 6,7% nas feiras livres. No Distrito Federal, perdas pós-colheita em mandioquinha-salsa foram estimadas em 10% no produtor devido ao descarte de raízes fora do padrão comercial e 2% devido a fermentos e quebra de raízes no processo de lavagem; de 15 a 22% nos supermercados; 10 a 20% nos sacolões; 10 a 15% nas frutarias e 5 a 9% nas feiras-livres (Santos *et al.*, 1998).

Identificação de fatores críticos associados à ocorrência de *Erwinia* spp.

A identificação de componentes epidemiológicos é fundamental para compreender o processo de infecção e o desenvolvimento da podridão-mole causada por *Erwinia* em hortaliças e assim propor medidas de manejo da doença. Não existem muitos artigos publicados sobre epidemiologia de doenças de pós-colheita por conta de suas particularidades. Existem dois tipos básicos de progresso da doença em pós-colheita: quando existe ou não a disseminação da doença para unidades de produto próximas (Berger, 1984). As podridões causadas por *Erwinia* podem ser disseminadas para unidades vizinhas de produtos dentro de uma embalagem, da mesma maneira como ocorre para as doenças causadas por *Rhizopus*, *Penicillium*, *Botrytis* e *Sclerotinia*. O início da podridão-mole ocorre ao acaso dentro da embalagem, e a disseminação subsequente é tridimensional a partir do foco inicial (Berger, 1984), o que é um problema na avaliação da doença. A forma do foco de unidades doentes pode variar em função da disseminação da bactéria por gravidade, tamanho da embalagem, número de unidades do produto/embalagem, além de outros efeitos físicos e biológicos. Um dos poucos artigos publicados especificamente sobre a análise de curva de progresso de uma doença de pós-colheita foi feito para o patossistema *Erwinia x Lycopersicon* por Berger & Bartz (1982). Neste caso, os autores consideram a podridão-mole de frutos de tomate causada por *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* como uma doença de juro simples (*sensu* Vanderplank), e conduziram diversos experimentos monocíclicos para examinar componentes específicos do patossistema, e a maior parte das curvas de progresso da doença assemelharam-se ao modelo monomolecular. Alguns dos fatores que desencadeiam o início e o desenvolvimento do processo de doença foram descritos e identificados para o patossistema *Erwinia x batata*, mas envolvem principalmente *Eca* e *Ecc*, e podem ser específicos para os tubérculos de batata, que apresentam diferenças

fisiológicas e anatômicas muito grandes quando comparados com raízes de mandioquinha-salsa.

Processo de limpeza

Os processos de lavagem de produtos hortícolas que envolvem imersão em água podem causar aumento da infecção por bactérias pectolíticas através das lenticelas e ferimentos (Segall *et al.*, 1977; Lund, 1982), envolvendo absorção ou infiltração de água (Calbo & Nery, 2000). Em frutos de tomate, só ocorre infiltração em profundidades superiores a 122cm devido à natureza hidrofóbica da cicatriz do pedúnculo (Bartz, 1982). O potencial da podridão-mole causada por *Erwinia carotovora* em batata apresentou relação direta com o aumento da duração da imersão dos tubérculos em água, com a população da bactéria suspensa em água, a pressão hidrostática nos tubérculos submersos e com a concentração de um produto surfactante nas suspensões através da redução da tensão superficial (Bartz & Kelman, 1984a). A temperatura da água e dos tubérculos também podem afetar o potencial de ocorrência da podridão-mole, aumentando quando a temperatura dos tubérculos era maior ou igual à da suspensão bacteriana (Bartz & Kelman, 1984b). A severidade da doença foi maior quando os tubérculos foram previamente armazenados a 20-30°C.

De um modo geral, as hortaliças ficam em um estado de déficit hídrico depois de colhidos. A respiração e a transpiração são os principais processos fisiológicos pós-colheita das hortaliças, e dependem diretamente da temperatura e da umidade relativa do ambiente (Wills *et al.*, 1998). A perda de água em até 5-7% é suficiente para a maior parte das hortaliças ficarem murchas e com a aparência comprometida para comercialização e consumo. A incidência e a severidade da podridão-mole também estão relacionadas ao *status* hídrico de raízes e tubérculos durante a fase de cultivo, como demonstrado em um surto causado por *Ech* em cenoura na Califórnia que ocasionou perdas estimadas em 1.800t em 1998 (Farrar *et al.*, 2000). As condições do surto (altas temperaturas e irrigação excessiva) foram reproduzidas em plantas de cenoura cultivadas em vasos saturados com água e incubados a 20°C, 25°C, 30°C e 35°C, sendo avaliados entre 12 e 96h após a inoculação. Houve um incremento na incidência e na severidade da doença em função da temperatura e a duração do tempo de saturação (Farrar *et al.*, 2000).

Temperatura

A temperatura é provavelmente o fator individual que apresenta maior efeito na incidência e na severidade das podridões-mole causadas por erwinias pectolíticas

(Pérombelon & Kelman, 1980). Em termos gerais, o armazenamento refrigerado em temperaturas um pouco acima do limite de injúria por frio para cada produto hortícola minimiza a deterioração causada por patógenos (Spotts, 1984). Em frutos de tomate, a temperatura afetou diretamente o progresso da doença, e os frutos armazenados a 30°C apresentaram uma alta taxa de aumento alcançando 100% de incidência em onze dias (Berger & Bartz, 1982). Já os frutos armazenados a 12,8°C e 21°C apresentaram taxas de doença menores, retardando o aparecimento dos sintomas iniciais. Temperaturas mais baixas restringem o desenvolvimento de podridão-mole em batata, e o processo de refrigeração ajuda a secar a superfície dos tubérculos (Cromarty & Easton, 1973).

Injúrias mecânicas e embalagem

A incidência de injúrias mecânicas é um dos principais fatores que predispõe frutas e hortaliças à infecção por microorganismos, principalmente para patógenos oportunistas como *Erwinia* spp., além de acelerar a perda de água do produto (Kelman, 1984; Wills *et al.*, 1998). A importância de ferimentos como portas de entrada para fungos e bactérias em produtos hortícolas têm sido exaustivamente comprovada por diversos autores (Kelman, 1984). O problema pode ocorrer em todas as etapas da cadeia de pós-colheita, desde a colheita manual ou mecânica no campo até a manipulação pelo consumidor no momento da compra no mercado. Vários fatores afetam diretamente a incidência de danos mecânicos em hortaliças, e no Brasil uma das maiores causas de perdas é o manuseio e transporte associados à embalagens com materiais e dimensões inadequados. Grande parte das hortaliças são embaladas em caixas de madeira do tipo “K”, que podem causar diferentes tipos de danos mecânicos, como cortes, abrasão e amassamentos.

Efeito de atmosfera controlada sobre a incidência de podridão-mole

Alterações nas concentrações de oxigênio (O₂), dióxido de carbono (CO₂), nitrogênio (N₂), monóxido de carbono (CO) e etileno (C₂H₄) podem afetar significativamente a hospedeira e o patógeno (Spotts, 1984). A atmosfera controlada (AC) é obtida pela regulação estrita dos níveis dos gases componentes da atmosfera, enquanto que na atmosfera modificada (AM) não existe um controle da composição atmosférica, podendo ser obtida pela embalagem dos produtos hortícolas em sacos plásticos, por exemplo. Os benefícios da alteração da composição atmosférica (AC ou AM) na hospedeira é a redução da taxa respiratória e o retardamento da deterioração, e ao mesmo tempo pode ter um efeito adverso no desenvolvimento de patógenos. Alterações nas concentrações de O₂ e CO₂ são a maneira mais simples de atmosferas

controladas e modificadas, sendo que para cada produto hortícola existe uma combinação adequada da atmosfera em associação com uma temperatura específica. Tubérculos de batata cv. White Rose foram submetidos a atmosferas controladas com quatro níveis de O₂ (0,5%; 1%; 5% e 20%) em três temperaturas (5°C, 15°C e 20°C) simulando um período de transporte de oito dias (Lipton, 1967). Houve redução na formação da periderme e suberização nas atmosferas com 0,5% e 1% de O₂ e podridão nas temperaturas de 15°C e 20°C. A suscetibilidade de tubérculos de batata à inoculação com *Eca* foi significativamente maior a 2% de O₂ do que nas atmosferas com 6% e 10% de O₂ (De Boer & Kelman, 1978). O efeito de alterações da atmosfera também foi avaliado sobre o crescimento de *Ecc*, *Eca* e *Pseudomonas fluorescens* cultivadas em meio líquido (Wells, 1974). Diferentes composições de atmosfera foram comparadas com o crescimento das bactérias com ar, sendo que a combinação de diferentes concentrações de O₂ (0%, 0,25%, 0,5%, 3% e 21%) com 3% CO₂ resultou em uma redução linear do crescimento de todas as bactérias. As erwinias não cresceram nas diferentes concentrações de O₂ na ausência de CO₂; e na atmosfera com 21% de O₂ desenvolveram-se melhor quando combinada com 3% de CO₂ (Wells, 1974).

Têm-se observado que raízes de mandioquinha-salsa inteiras embaladas à vácuo em sacos plásticos selados comercializadas em supermercados de São Paulo e Brasília apresentam uma rápida deterioração em condição ambiente, com perda do vácuo na embalagem. É provável que a modificação da atmosfera interna desta embalagem afete a incidência e a severidade da podridão-mole, mas não existem informações sobre o efeito de diferentes combinações de O₂ e CO₂ sobre a fisiologia da mandioquinha-salsa ou sobre a interação do patógeno com a hospedeira.

Tubérculos e raízes de hortaliças possuem taxas respiratórias consideradas baixas a médias, e geralmente podem ser armazenadas por períodos de tempo mais longos. A taxa respiratória da mandioquinha-salsa foi estimada em 12 ml CO₂.kg⁻¹.h⁻¹ por Avelar Filho (1989) e aparentemente não está relacionada diretamente com sua alta perecibilidade.

Identificação de pontos críticos

A indústria de alimentos utiliza há muitos anos um protocolo de monitoramento e análise da qualidade de seus processos conhecido pela sigla HACCP (“Hazard Analysis and Critical Control Points”) traduzida para o Português como APPCC (“Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle”), que pode ser estendido à cadeia pós-colheita de produtos hortícolas (Wills *et al.*, 1998). A análise dos pontos críticos

(APPCC) requer um conhecimento detalhado do sistema considerado, e baseia-se em alguns princípios, como a identificação e análise de todos os riscos e pontos de controle críticos; estabelecimento de procedimentos de monitoramento e de ações corretivas, e de sua verificação (Wills *et al.*, 1998). Com base nos princípios da análise de risco e na identificação de componentes epidemiológicos individuais, pretende-se avaliar as etapas e processos mais críticos em relação à incidência de podridão-mole na cadeia de pós-colheita da mandioquinha-salsa.

Existem diferentes tipos de manuseio pós-colheita identificados para a mandioquinha-salsa, dependendo da região produtora e do mercado de destino. Do mesmo modo, existem diversos canais de comercialização que determinam uma série de particularidades e afetam a durabilidade e qualidade das raízes. Devido ao volume e valor econômico, elegeu-se a mandioquinha-salsa comercializada através da CEAGESP (Centrais de Entrepósitos e Abastecimento de São Paulo) como a mais representativa para o produto. Neste mercado, o produto passa pelas seguintes etapas: (1) produção: as raízes são originárias dos estados do Paraná, Minas Gerais, Santa Catarina e São Paulo; (2) beneficiamento: são lavadas, classificadas e embaladas em Piedade e Tapiraí-SP em até 24h após a colheita; (3) atacado: são comercializadas na CEAGESP, em São Paulo-SP; (4) varejo: o produto é vendido em supermercados, feiras-livres, quitandas e sacolões em São Paulo e outros estados; (5) consumo: o produto é guardado em geladeira e consumido de três a cinco dias após a colheita. Neste sistema, as raízes de mandioquinha-salsa são lavadas em um sistema de redes submersas em água, classificadas e embaladas em caixas de madeira do tipo “K”, e transportadas em caminhões sem refrigeração. Por conta da alta perecibilidade do produto, todos os processos da cadeia de pós-colheita são realizados de maneira rápida e contínua, de modo a chegar até o consumidor no espaço de tempo mais curto possível.

Os objetivos deste trabalho foram estimar as perdas pós-colheita em raízes de mandioquinha-salsa com base em dados experimentais e identificar fatores críticos associados à ocorrência de perdas causadas por erwinias pectolíticas, com uma análise de risco da incidência de podridão-mole nas diferentes etapas do manuseio pós-colheita como uma etapa preliminar na definição de estratégias para sua redução.

MATERIAL E MÉTODOS

Estimativa do potencial de perdas por “mela”

Para estimar o potencial de perdas de mandioca-salsa, considerou-se o sistema de manuseio pós-colheita com o beneficiamento das raízes em Piedade e Tapiraí-SP e comercialização na CEAGESP, em São Paulo-SP. Foram feitas estimativas de perdas em função da estação do ano (inverno e verão), sendo tomadas dez amostras ao acaso de dois galpões de beneficiamento em duas estações do ano, inverno (junho a agosto) e verão (dezembro a fevereiro) no período 1999-2000. As raízes foram lavadas nas máquinas típicas da região, em redes submersas em tanques com água submetidas a um movimento pendular constante durante 30-50min. Após a lavagem, as raízes foram selecionadas e classificadas de acordo com sua qualidade e tamanho. Cada amostra foi constituída por 100 raízes, separadas em quatro parcelas de 25 raízes cada, em um delineamento casualizado. Cada parcela foi acondicionada em sacos de plástico fechados de modo a formar uma câmara úmida (21-25°C, 95-100%). As raízes foram avaliadas diariamente durante três dias, considerando-se como deterioradas as raízes que apresentavam uma ou mais lesões de podridão-mole com pelo menos 0,5cm de diâmetro. Considerou-se cada experimento como uma repetição no tempo, procedendo-se a uma análise conjunta.

Em outra série de dez experimentos executados da mesma forma que os anteriores, comparou-se raízes lavadas com raízes sem lavar originárias das mesmas cargas, no período março-maio dos anos 1999 e 2000. O delineamento experimental, período e condição de incubação e a maneira de avaliação foram feitos do mesmo modo que o descrito anteriormente.

Infiltração de água nas raízes

Para avaliar a possibilidade de infiltração de água nas raízes durante a lavagem foram executados duas simulações. A porção de água infiltrada nas raízes em função da pressão foi avaliada em um experimento com cinco níveis de pressão (5, 10, 20, 35 e 50mmHg). As raízes foram imersas em água dentro de um dissecador vedado submetido a vácuo por um motor que retira o ar do interior do sistema. Os diferentes níveis de pressão foram obtidos pela imersão por 5min para a saída do ar do interior das raízes e depois abrindo-se a válvula por mais 5min para permitir a infiltração de água. Para cada tratamento foram selecionadas 15 raízes de tamanho médio a pequeno (10-12cm de comprimento), sem ferimentos, correspondente a classe 2A, adquiridas da CEAGESP, em São Paulo e transportadas via rodoviária até Brasília. Imediatamente após o tratamento, as raízes foram secadas com papel toalha e pesadas em balança digital. Em outro experimento, avaliou-se o efeito do tempo de imersão (0, 10, 30, 60min) a uma

profundidade de 15cm, com o mesmo delineamento adotado no experimento anterior (15/raízes/tratamento) e modo de avaliação.

Temperatura

Para avaliar o efeito da temperatura na incidência de perdas por “mela”, raízes de mandioquinha-salsa provenientes da CEAGESP foram acondicionadas em caixas de plástico, vedadas com sacos de plástico e armazenadas em três temperaturas (3°C, 15°C, 24°C) durante seis dias, com três repetições ao acaso (30 raízes/parcela). A avaliação foi feita diariamente examinando-se as raízes individualmente, considerando-se como deteriorada a raiz com pelo menos uma lesão de podridão-mole com 0,5cm de diâmetro. Foram também usadas as Normais Climatológicas (1961-1990) do Departamento Nacional de Meteorologia para estimar os efeitos do clima nas zonas de produção, beneficiamento e comercialização de mandioquinha-salsa (Tabela 2, Anexo).

Embalagem

A embalagem mais usada para a mandioquinha-salsa no mercado brasileiro é a caixa de madeira do tipo “K”, que apresenta uma série de inconveniências. Raízes de mandioquinha-salsa foram acondicionadas em quatro tipos de embalagens: uma caixa de madeira do tipo “K” com capacidade para 24kg; uma caixa de plástico tipo “CC23” com capacidade para 23kg; uma caixa de papelão com capacidade para 12kg; e uma caixa de papelão com capacidade para 20kg com preenchimento dos espaços vazios com vermiculita (0,8kg) para absorver o excesso de umidade das raízes. O experimento foi feito em uma beneficiadora do Distrito do Turvo, município de Tapiraí-SP, com raízes lavadas e classificadas (classes 2A e 3A), embaladas de acordo com a capacidade das caixas. As caixas de papelão foram lacradas com fita gomada, a caixa de madeira foi fechada com duas ripas pregadas na parte superior e a caixa de plástico coberta por papel comum, como ocorre nos mercados paulistas. Posteriormente as caixas foram carregadas e transportadas por caminhão pela manhã (\cong 120km) até a CEAGESP, onde permaneceram durante 5h. Ao final da tarde, as caixas foram novamente carregadas em uma carga mista de frutas e hortaliças em um caminhão de um atacadista e transportadas para a CEASA-DF em Brasília (\cong 1.000km), chegando às 6h da manhã seguinte. Da CEASA-DF foram transportadas até o laboratório de Pós-Colheita da Embrapa Hortaliças, onde foram tomadas ao acaso 90 raízes de cada caixa, distribuídas em três parcelas (30 raízes/parcela), incubadas em câmara úmidas (21-25°C, 95-100%) e avaliadas quanto a incidência de podridão-mole diariamente durante três dias.

Em outro experimento foi avaliada a umidade da madeira das caixas "K". Estas caixas são feitas de madeira de pinho nova, montadas nas próprias beneficiadoras, fechadas com duas ripas na parte superior. De uma maneira geral, estas caixas chegam ao mercado atacadistas excessivamente úmidas internamente, e o objetivo deste experimento foi avaliar a umidade da madeira das caixas sem as raízes e das tampas separadamente. Caixas "K" originárias das beneficiadoras do Distrito do Turvo, no município de Tapiraí-SP, foram transportadas por caminhão até a CEAGESP, em São Paulo-SP (130km) e depois para Brasília-DF (1.000km). No período de fevereiro a abril/2000, foram selecionadas ao acaso três caixas "K" de cada carga, provenientes de três carregamentos diferentes. Na chegada à CEASA-DF em Brasília, as caixas foram transportadas para a Embrapa Hortaliças. As caixas "K" sem as raízes e sem as tampas foram deixadas em condição ambiente (23-25°C, 55-85% UR) sendo pesadas diariamente durante cinco dias para avaliar a umidade da madeira. Para efeito de comparação, as raízes (3 parcelas de 15 raízes cada) foram deixadas na mesma condição pelo mesmo período de tempo.

Incidência de injúrias mecânicas

Foi avaliada a incidência de lesões superficiais nas raízes de mandioquinha-salsa em duas situações: no interior das caixas de madeira do tipo "K" e nas diferentes etapas do manuseio pós-colheita. No interior das caixas "K" considerou-se três posições distintas das raízes: camada superior ("boca"), meio e fundo. Foram avaliadas caixas "K" com mandioquinha-salsa da classe 3A originárias da CEAGESP, São Paulo-SP, e comercializadas na CEASA-DF. Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Pós-Colheita da Embrapa Hortaliças em Brasília-DF. Em março e abril/2001, foram escolhidas ao acaso cinco cargas distintas, avaliando-se duas caixas "K" de cada carga. Em cada uma destas camadas foram examinadas em média 30 raízes, avaliando-se a incidência de lesões superficiais em cada raiz individualmente em duas faces com uma escala de notas, onde 1= sem lesão; 5= 35% ou mais da área lesionada, baseada na escala de Souza & Henz (2000) (Figura 1, Anexo). Posteriormente, as raízes foram incubadas em uma câmara úmida por três dias, repetindo-se o experimento três vezes. Em outro experimento foi avaliada a incidência de lesões das raízes em três etapas da cadeia de pós-colheita (beneficiador, atacado e varejo) no estado de São Paulo. Foram tomadas ao acaso 10 amostras de 100 raízes cada, em dois beneficiadores no Distrito do

Turvo, município de Tapiraí-SP, em dois atacadistas da CEAGESP e cinco supermercados da cidade de São Paulo. Para os dois experimentos calculou-se o índice de severidade (IS) pela fórmula: $IS = \sum (i.n)/N$, onde i = nota atribuída; n = número de raízes/nota; N = número total de raízes.

Atmosfera controlada

Foram avaliadas quatro atmosferas controladas com diferentes concentrações de O₂ e CO₂, em comparação com ar. As seguintes composições foram obtidas através da mistura de gases de botijões (CO₂ e O₂) da empresa White Martins: (1) 100% CO₂, fluxo de 123,3ml/min CO₂; (2) 10% CO₂ + 10% O₂, fluxo de 12,3ml/min CO₂; (3) 5% CO₂ + 5% O₂, fluxo de 6,16ml/min CO₂; (4) 1% CO₂ + 1% O₂, fluxo de 1,23ml/min CO₂; (5) testemunha (\cong 0,03% CO₂ + 21% O₂, fluxo de 123,3ml/min de ar). A umidade relativa foi mantida em aproximadamente 95% pela passagem dos fluxos em um jarro com água, com borbulhamento, e a temperatura durante o experimento foi mantida em 23°C \pm 2°C. Em cada frasco foram colocadas 15-16 raízes, até alcançar aproximadamente 800g, sendo hermeticamente fechados. Após três dias, foi avaliada a incidência da podridão-mole nas raízes considerando-se como deteriorada a raiz que apresentava pelo menos uma lesão com um diâmetro mínimo de 0,5cm.

Respiração de mandioquinha-salsa inoculadas com *Ech*

Foi avaliada a respiração de raízes inoculadas com *Ech*, com ferimentos superficiais e intactas (testemunha) durante três dias. As raízes foram inoculadas com *Ech* isolado B12 através de fermento e deposição de 15 μ l de inóculo (10⁸ ufc/ml), outras raízes foram somente feridas superficialmente, comparando-se com uma testemunha sem ferimento ou inoculação. Cada tratamento teve três repetições, com 1kg raízes/parcela, correspondente a 12-15 raízes, mantidas a 24°C em frascos de vidro com 5 litros de capacidade fechados durante 1h para a retirada de amostras da atmosfera interna com uma seringa hipodérmica de 0,1ml. De cada frasco foram retiradas quatro amostras diariamente, durante três dias. As amostras foram injetadas em um cromatógrafo para determinar a concentração de CO₂.

Análise de risco

A análise de risco foi fundamentada nos conceitos utilizados para a indústria de alimentos (Wills *et al.*, 1998). A cadeia de pós-colheita típica para a mandioquinha-salsa comercializada na CEAGESP foi avaliada com a finalidade de identificar-se fatores associados à incidência das perdas por “mela”. Esta cadeia é composta basicamente por cinco grandes segmentos (produtor, beneficiador, atacado, varejo e

consumidor), envolvendo diferentes atividades, como colheita, transporte, lavação, classificação, embalagem e comercialização. Através de visitas *in loco* foram feitas observações sobre as operações executadas, materiais utilizados, período de tempo gasto em todas as etapas e quaisquer atividade que pudesse ter relação com a incidência de perdas. Os pontos críticos em relação à incidência de perda potencial em raízes de mandioquinha-salsa foram identificados atribuindo-se três notas de acordo com o risco (baixo, médio, alto).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Estimativa do potencial de perdas causadas por “mela”

No contexto deste trabalho, adotou-se o conceito de *perda* proposto por Kays (1991). A “mela” ou as lesões de podridão-mole causadas por *Erwinia* spp. têm efeito direto na quantidade disponível e na qualidade das raízes de mandioquinha-salsa, reduzindo seu valor e impedindo seu consumo, correspondendo ao conceito de *dano* usado em fitopatologia (Bergamin Filho & Amorim, 1995). As perdas causadas pela “mela” em mandioquinha-salsa são tanto quantitativas como qualitativas e nutricionais, mas neste caso somente foram consideradas sob o ponto de vista quantitativo.

Houve diferença estatística significativa nas simulações de perdas pós-colheita das raízes de mandioquinha-salsa nos dois períodos avaliados (verão e inverno). Após três dias de armazenamento, o potencial de perdas médio no verão foi estimado em 64,7%, variando de 31,8 a 100%; no inverno as perdas foram menores, sendo a média 21,7%, variando de 0 a 56,8% (Figura 3.1A). Estes resultados confirmam os dados obtidos no Capítulo 2 e os relatos informais de atacadistas, varejistas e consumidores acerca das perdas, sempre maiores no verão. Como as raízes foram submetidas a condições extremamente favoráveis ao desenvolvimento da “mela”, ou seja, alta umidade relativa e temperaturas médias a altas (22-27°C), considerou-se estes valores como *potencial* e não *perda* propriamente dita.

O processo de lavação acelera a deterioração e conseqüentemente aumenta a incidência de perdas em mandioquinha-salsa (Thompson, 1980; Câmara, 1984). Houve diferença estatística significativa na deterioração nas avaliações efetuadas três dias após o tratamento entre raízes lavadas e sem lavar (Figura 3.1B). Em média, a perda potencial nas raízes sem lavar foi de 6,5% (variando de 2,1 a 16,7%) e de 69,1% para as raízes lavadas (variando de 41,4 a 100%). A grande amplitude observada nos percentuais de deterioração dentro de cada um dos dois tratamentos é devida a

diversidade do produto. Cada experimento foi executado em períodos de tempo distintos e com as raízes provenientes de diferentes lavouras das zonas produtoras do Paraná, Santa Catarina e Minas Gerais. Para cada carga beneficiada, as raízes podem apresentar características diferentes que variam de acordo com a época do ano, tipo de solo, ocorrência de chuvas antes da colheita, entre outros.

Existem quatro trabalhos relatando perdas pós-colheita em mandioquinha-salsa no Brasil até 1999 (Ueno, 1976; Fundação João Pinheiro, 1991; Tsunechiro *et al.*, 1994; Santos *et al.*, 1998). Em todos estes trabalhos, os dados foram obtidos a partir de respostas a questionários ou entrevistas, sem experimentos específicos para uma aferição das perdas, e não identificam especificamente as causas. De acordo com as definições da “National Academy of Sciences” (1982) e Chitarra & Chitarra (1990), estes trabalhos correspondem a uma determinação das perdas, ou seja, uma aproximação quantitativa, enquanto os valores do presente trabalho são uma medição (cálculo de dados quantitativos a partir de um processo mais preciso e objetivo) e também uma estimativa (processo de interpretação de um número de medidas científicas). As perdas relatadas são variáveis, sendo de 5 a 10% no produtor (Fundação João Pinheiro, 1990; Santos *et al.*, 1998); 2% no beneficiamento (Santos *et al.*, 1998); 25% no atacado (Fundação João Pinheiro, 1990); e no varejo variam de 5% (Santos *et al.*, 1998) até 28% (Ueno, 1976). As perdas acumuladas em todas as etapas da cadeia pós-colheita nos levantamentos efetuados em Minas Gerais (Fundação João Pinheiro, 1990) e no Distrito Federal (Santos *et al.*, 1998) foram respectivamente 50-55% e 17-34%. Estes valores são coerentes com as médias obtidas no presente trabalho nos períodos de verão (64,7%) e inverno (21,7%). As perdas no produtor não foram consideradas porque praticamente tudo o que é colhido é vendido, sem uma seleção ou classificação.

Os surtos de “mela” em raízes de mandioquinha-salsa aparentemente estão diretamente associados ao processo de lavagem em redes submersas em tanques com água, mas aspectos relacionados a infecção propriamente dita são desconhecidos. Em tubérculos de batata, o início da podridão causada por *Erwinia* está relacionado a uma conjunção de fatores, como condição anaeróbica, presença de água livre cobrindo a superfície dos tubérculos, ocorrência de temperaturas acima do mínimo requerido para o crescimento do patógeno e a incidência de fatores fisiológicos, como alto potencial de água (Pérombelon & Kelman, 1980).

Infiltração de água durante o processo de lavagem

Foram feitas duas simulações da lavagem da mandiquinha-salsa para avaliar o potencial de infiltração de água nas raízes durante o período de tempo em que permanecem imersas. Raízes intactas (peso médio de 68,7g) e cortadas ao meio (peso médio de 28,8g) mantidas a 23-24°C foram imersas em água a 15cm de profundidade (temperatura 21-23°C), sendo a quantidade de água infiltrada determinada por pesagens periódicas em balança de precisão após cinco períodos de tempo (1, 15, 30, 60 e 120 minutos). Observou-se alta correlação ($R^2 = 0,93$ e $0,94$) entre o tempo de imersão das raízes e a infiltração de água, ajustando-se a funções lineares. A infiltração variou de 0,08ml (1min) a 0,50ml (120min) nas raízes cortadas (Figura 3.2 A) e de 0,08ml (1min) a 0,95ml (120min) nas raízes intactas (Figura 3.2 B). Nas raízes submetidas a cinco níveis de pressão (5cm, 10cm, 20cm, 35cm e 50cm de coluna de Hg) durante cinco minutos, a infiltração de água nas raízes variou de 1,08ml (5cm coluna Hg) a 3,10ml (50cm coluna Hg), ajustando-se a uma função exponencial (Figura 3.2 C), com uma equação de curva $Y = 0,993 \exp^{(0,02x)}$.

O tempo de imersão e a profundidade aumentam a probabilidade de infiltração ou absorção de água pelas raízes e possivelmente de células bacterianas. Nas lavadoras de Piedade e Tapiraí-SP, as raízes permanecem imersas de 20 a 50min em profundidades que podem alcançar até 70cm. Além disto, a água fica carregada de sedimentos de solo, provavelmente concentrando também bactérias e outros microorganismos que podem ser potencialmente patogênicos às raízes e também para o ser humano. A renovação da água é muito pequena em relação ao volume de raízes lavadas simultaneamente e, em muitos casos, várias lavadoras utilizam a água de um mesmo córrego. Praticamente todas as hortaliças estão sob estresse hídrico após a colheita e por esta razão tendem a absorver água no caso de serem molhadas ou lavadas. Em uma simulação da lavagem de raízes de batata-doce intactas ou cortadas em segmentos, observou-se maior infiltração de água nos volumes intercelulares quando as raízes estavam totalmente imersas em relação àquelas parcialmente submersas (Calbo & Nery, 2000). Nas raízes intactas ocorreu apenas absorção de água através das paredes e membranas celulares, enquanto que nos segmentos cortados o processo dominante foi a infiltração de água. É possível que células bacterianas possam ser infiltradas para o interior de raízes de batata-doce durante a lavagem através de ferimentos considerando-se as dimensões transversais dos volumes intercelulares da raiz (Calbo & Nery, 2000). Em frutos de tomate, a infiltração de *Ecc* só foi obtida experimentalmente em profundidades superiores a 122cm devido à natureza hidrofóbica da cicatriz do

pedúnculo (Bartz, 1982). Em tubérculos de batata, a infiltração de água é considerada um dos principais fatores na iniciação da doença, porque aumenta o turgor do tecido, o qual está geralmente sob estresse hídrico (Gandar & Tanner, 1976). A taxa de absorção de água depende do grau de suberização da periderme dos tubérculos e, de uma maneira geral, considera-se que a suscetibilidade à podridão-mole está relacionada com o potencial de água (Pérombelon & Kelman, 1980).

A infiltração da água nas raízes de mandiocinha-salsa também aumenta o turgor do tecido e ajuda a manter as raízes úmidas depois de lavadas, fatores que afetam a incidência de podridão-mole.

Temperatura

A temperatura apresentou efeito direto na incidência de perdas causadas por *Erwinia* spp. em raízes de mandiocinha-salsa naturalmente infestadas pelo patógeno e mantidas em câmara úmida, sendo respectivamente 0%; 21,2% e 94,6% nas temperaturas de 3°C, 15°C e 25°C ao final de seis dias (Figura 3.3). A progressão da doença é retardada à medida que decresce a temperatura, e a manutenção de uma cadeia de frio imediatamente após a lavagem é uma alternativa de controle para as raízes lavadas no sistema de redes, em que ocorre infiltração de água nas raízes. O efeito positivo da refrigeração na incidência de podridão-mole causada por erwinias pectolíticas é bem conhecida em batata, inclusive ajuda a secar a superfície dos tubérculos por conta da ventilação forçada no interior das câmaras (Cromarty & Easton, 1973; Bartz & Kelman, 1984a).

Uma das causas mais prováveis das elevadas perdas no verão são as temperaturas mais altas nesta estação nas principais zonas de produção no Paraná e Minas Gerais, no local de beneficiamento em Piedade e Tapiraí-SP e na comercialização na cidade de São Paulo e em Brasília-DF. As normais climatológicas de trinta anos (1961 a 1990) do Departamento Nacional de Meteorologia (1992) foram consultadas para traçar uma relação da incidência da “mela” em mandiocinha-salsa e no caso de não haver informações para uma determinada localidade, considerou-se os dados de municípios próximos e com características de relevo semelhantes. Considerou-se as temperaturas mensais médias, mínimas e máximas, precipitação pluviométrica e umidade relativa dos municípios produtores de Rio Negro e Castro-PR e Cambuí-MG (dados de São Lourenço-MG); os locais de beneficiamento de Piedade e Tapiraí-SP (dados de Itapeva-SP), e São Paulo-SP e Brasília-DF como locais de comercialização e consumo (Tabelas 1 e 2, Anexo). Nas zonas de produção, as temperaturas médias em Rio Negro e Castro-

PR foram respectivamente 20,3°C e 19,3°C no verão e 12,9°C e 12,8°C no inverno, e em Cambuí-MG foi 22,3°C no verão e 14,8°C no inverno. Na região de Piedade e Tapirai, onde é feito a maior parte do beneficiamento da mandioquinha-salsa comercializada na CEAGESP, as temperaturas médias foram estimadas em 20,9°C no verão e 14,7°C no inverno. Em São Paulo-SP e Brasília-DF, duas praças de comercialização, as temperaturas médias no verão são 21,8°C e 21,6°C e no inverno 16,4°C e 19,8°C, respectivamente. As temperaturas médias anuais destas localidades são amenas, mas as temperaturas médias máximas no ano são extremamente favoráveis à ocorrência da podridão-mole, variando de 21,5°C (junho) a 28,3°C (fevereiro) na região de Piedade; 24,2°C (junho) a 29°C (março) em São Paulo-SP, e 25,2°C (junho) a 28,3°C (setembro) em Brasília-DF (Tabela 2, Anexo). Não há muita variação na umidade relativa entre o inverno e o verão em cada uma destas localidades, entretanto há uma marcada diferença em relação a precipitação pluviométrica, sendo maior no verão em todas as localidades, variando de 158,0mm em Piedade-SP a 262,6mm em Cambuí-MG, e no inverno apenas 11,1mm em Brasília-DF a 100,3mm em Castro-PR.

A sobrevivência de *Erwinia* spp. no solo é maior em épocas mais quentes e chuvosas, coincidente com o verão nas principais zonas de produção, beneficiamento e comercialização. Relatos informais de deterioração em mandioquinha-salsa e as estimativas deste trabalho também associam o verão como o período mais crítico. Após o beneficiamento, a mandioquinha-salsa é transportada em caminhões cobertos por lonas, chegando à CEAGESP por volta das 10-13h, período do dia em que as temperaturas já começam a subir. Na parte da tarde, as caixas são mantidas fechadas, nos “boxes” dos atacadistas em temperatura ambiente até serem vendidas e novamente transportadas até os pontos de venda do varejo. Neste intervalo de tempo as raízes permanecem úmidas no interior das embalagens e a ocorrência de temperaturas acima de 20°C favorece a incidência da doença.

Embalagem

Mais de 38% do peso bruto das caixas e das tampas de madeira é água (Figura 3.4), que pode ser originária da madeira ainda “verde”, uma vez que esta não é devidamente curada ou secada e também resultante do excesso de água das raízes excessivamente úmidas e molhadas. A taxa de perda de água da madeira foi de 7,8%/dia, sendo que ao final de cinco dias em condição ambiente (23-26°C, 65-75% UR) as caixas perderam 39,3% e as tampas 38,6% de seu peso devido à evaporação. No mesmo período de tempo e condição de armazenamento as raízes perderam 15,8% de

matéria fresca, em uma taxa diária de 3,1%/dia. Com base na aparência e nas recomendações para outras raízes e tubérculos, as raízes de mandioquinha-salsa podem perder no máximo 6% de matéria fresca para que permaneçam comercializáveis, o que neste trabalho ocorreu antes do terceiro dia. As caixas de madeira do tipo "K" usadas para o transporte e a comercialização da mandioquinha-salsa são feitas de tábuas novas de pinho, montadas no galpão de beneficiamento. No processo de beneficiamento adotado em Piedade e Tapiraí-SP, após a lavagem as raízes são colocadas em uma mesa de seleção ripada e enxaguadas com água limpa ou com algum produto químico (antibiótico e/ou composto cúprico). Não há tempo suficiente para a secagem adequada das raízes durante a seleção, e somente o excesso d'água é eliminado. Ao mesmo tempo, a madeira de pinho ainda não está completamente seca e curada ("verde") e provavelmente contém excesso de umidade. As caixas são fechadas e transportadas em caminhões com a carroceria coberta por lona. A distância de 1.000km de São Paulo para Brasília é feita à noite e os caminhões chegam de madrugada, entre 5 e 7h, apenas 48h depois das raízes terem sido colhidas no Paraná, Santa Catarina ou Minas Gerais. Nesta condição, a umidade relativa no interior das caixas é muito alta, alcançando 95-100%. Muitas vezes, a superfície das raízes ainda está úmida ou mesmo molhada na chegada do produto em Brasília. Os atacadistas e beneficiadores não secam as raízes porque afeta sua aparência e conseqüentemente seu valor comercial. As raízes das cultivares amarelas ficam com ótimo aspecto quando úmidas ou molhadas, com maior intensidade de cor e brilho. À medida que vão secando e também perdendo matéria fresca, as raízes vão ficando com cor mais clara e opacas.

Injúrias Mecânicas

Houve diferença significativa para o índice de severidade de lesões superficiais das raízes nas três camadas das caixas "K" (Figura 3.5A), avaliada pela escala de notas proposta por Souza & Henz (2000). As raízes da camada superior ("boca") foram as que apresentaram o maior índice de severidade (2,47), seguido pela camada inferior (IS= 2,15); a camada do meio foi a que apresentou a menor incidência de lesões superficiais (IS= 1,47). O problema de injúrias mecânicas ocasionadas pela caixa "K" está bem caracterizado para algumas hortaliças, como o tomate. Como os frutos em geral apresentam índices de maturação diferentes, é comum a ocorrência de injúrias por compressão e por lesões superficiais decorrentes do contato dos frutos com as paredes da caixa. As raízes da mandioquinha-salsa são mais firmes e duras que os frutos de tomate e assim as lesões superficiais são mais importantes.

A maior incidência de lesões superficiais na camada superior está relacionada com o excesso de raízes na caixa e pela operação de fechamento da tampa. A caixa "K" é a unidade de comercialização adotada atualmente para a mandioquinha-salsa nos principais centros de distribuição e consumo do País (São Paulo, Belo Horizonte e Rio de Janeiro). Como estas caixas não são pesadas, os atacadistas exigem que as embalagens estejam bem cheias. Para atender esta demanda, os operários que fazem a seleção e preenchem as caixas no beneficiamento sempre colocam uma quantidade de raízes superior à capacidade da embalagem. As raízes da última camada são forçadas para dentro das caixas pela tampa, composta por duas tábuas de madeira pregadas na parte de cima das caixas, que geralmente fica arqueada, exercendo uma pressão sobre o produto. Depois do beneficiamento, as caixas "K" passam por diferentes etapas em que várias operações serão repetidas, como carregamento e descarregamento, empilhamento, manuseio e transporte. Como a parte superior das caixas não é completamente plana, o empilhamento de até seis caixas na carroceria dos caminhões faz uma grande pressão sobre aquelas posicionadas na parte inferior da carga, o mesmo acontecendo nos "boxes" dos atacadistas e no transporte do atacado para o varejo.

Na avaliação da deterioração causada por *Erwinia* em raízes posicionadas em três camadas nas caixas "K", observou-se maior incidência na camada do meio, diferindo significativamente das camadas superior e inferior (Figura 3.5B), sem relação com o índice de lesões superficiais (Figura 3.5A). As raízes posicionadas nas camadas superior e do fundo são parcialmente expostas ao ambiente através de aberturas entre as ripas das caixas e provavelmente perdem parte de sua umidade para o ambiente durante o transporte e a comercialização, e também para a madeira das caixas, que absorve o excesso d'água. As raízes da camada do meio permanecem úmidas por um período de tempo maior, prolongando a condição favorável ao desenvolvimento da doença.

O índice de severidade de lesões superficiais nas raízes nas etapas de comercialização (atacado e varejo) foi significativamente maior em comparação ao beneficiador. Depois de serem lavadas e antes do acondicionamento em caixas "K", as raízes apresentaram poucas lesões superficiais (IS= 1,23), aumentando no atacado (IS= 2,81) e no varejo (IS= 2,76). As raízes no varejo apresentam um índice de severidade um pouco menor porque quando expostas nas gôndolas dos supermercados muitas vezes as raízes lesionadas são descartadas regularmente por funcionários.

Efeito de atmosfera controlada sobre a incidência da “mela”

A composição da atmosfera apresentou efeito significativo sobre a incidência de podridão-mole após três dias de incubação (Figura 3.6). A deterioração foi de 15,8% nas raízes mantidas na atmosfera normal (ar) e variou de 41,2 a 83,3% para os três níveis de oxigênio e dióxido de carbono (1, 5 e 10% de CO₂ + O₂) na atmosfera interna de cada um dos jarros. A combinação de 1% CO₂ + 1% O₂ foi a que apresentou a maior incidência de deterioração (83,3%). Em raízes de mandioquinha-salsa inteiras acondicionadas em sacos plásticos sob vácuo, é comum observar-se altos índices de deterioração quando mantidas em temperatura ambiente, provavelmente causado pelo efeito de redução dos teores de O₂ e CO₂, conforme demonstrado neste trabalho. Em meio de cultura líquido, a atmosfera mais favorável ao desenvolvimento de *Eca* e *Ecc* foi 3% CO₂ + 21% de O₂, mas o crescimento foi menor do que na atmosfera normal (Wells, 1974). Em batata, houve maior desenvolvimento de podridão-mole nos tubérculos mantidos a 2% de O₂ em relação a 6 ou 10% de O₂, e a redução da concentração de O₂ causou um aumento exponencial na deterioração em tubérculos, independente da umidade relativa (De Boer & Kelman, 1978).

A deterioração de tubérculos por *Erwinia* foi favorecida por altos níveis de CO₂, mas somente tubérculos cobertos por um filme de água iniciaram o processo de podridão em condição anaeróbica (Pérombelon & Lowe, 1975). Em mandioquinha-salsa, observou-se que a composição da atmosfera também afetou a incidência da podridão-mole nas raízes, sendo maior nos níveis mais baixos de O₂ e CO₂. A umidade das raízes ou a formação de um filme d'água em sua superfície são fatores que também devem afetar diretamente a infecção, em conjunto com a temperatura. Em geral, a técnica de atmosfera controlada é usada associada à baixas temperaturas, de maneira a obter-se um benefício duplo na redução da respiração e da perda de matéria fresca dos produtos hortícolas.

Respiração de mandioquinha-salsa

Houve diferença significativa na taxa respiratória a 24°C das raízes inoculadas com *Ech* após três dias em relação às raízes feridas e a testemunha (Figura 3.7). No primeiro dia, as taxas respiratórias variaram de 19,0 a 23,2ml de CO₂.kg⁻¹.h⁻¹, e aumentaram significativamente nas raízes inoculadas, alcançando 58,4ml de CO₂.kg⁻¹.h⁻¹ no terceiro dia. As raízes com ferimento apresentaram um aumento da respiração no segundo dia (30,6 ml de CO₂.kg⁻¹.h⁻¹), com decréscimo no terceiro dia (20,6ml de de CO₂.kg⁻¹.h⁻¹), enquanto as raízes do tratamento testemunha (sem ferimento ou

inoculação) apresentaram uma lenta evolução na taxa respiratória, alcançando 28,0ml de CO₂.kg⁻¹.h⁻¹ no terceiro dia (Figura 3.7). Na maioria dos patossistemas, é comum o aumento da respiração em tecidos infectados, principalmente envolvendo fungos que atacam a parte aérea das plantas, que afetam também a fotossíntese (Leite & Pascholati, 1995; Agrios, 1997). As células dos tecidos doentes passam a utilizar suas reservas de carboidratos, aumentando a atividade metabólica. A taxa respiratória da mandioquinha-salsa pode ser considerada como baixa e não é uma das principais causas de perdas do produto. É inferior à respiração de raízes de cenoura, estimada em 46-95ml de CO₂.kg⁻¹.h⁻¹ a 21°C (Hardenburg *et al.*, 1990), e outras hortaliças que possuem alta taxa respiratória, como brócolos e aspargo. Em geral, o aumento na respiração é maior em plantas mais resistentes, como uma rápida resposta à infecção através da mobilização de mecanismos de defesa das células, principalmente o acúmulo e a oxidação de compostos fenólicos e tem uma tendência a diminuir após a infecção. Nas raízes apenas feridas este fenômeno pode ser comprovado pelo acréscimo na respiração no segundo dia e a redução no terceiro dia provavelmente devido à mecanismos de defesa, como a formação de compostos fenólicos e suberização do tecido injuriado. Nas raízes inoculadas com *Erwinia* o aumento na taxa respiratória deve estar relacionado à desintegração dos tecidos.

Identificação de fatores associados à incidência de perdas por “mela”

As etapas mais críticas em relação ao risco de incidência de perdas associadas à incidência de podridão-mole e outras causas na cadeia pós-colheita da mandioquinha-salsa são o processo de lavagem, a embalagem em caixas de madeira do tipo “K”, a comercialização no varejo e o período de tempo antes do consumo propriamente dito (Figura 3.8). A lavagem aumenta consideravelmente o risco da incidência de podridão-mole, principalmente pela ausência da secagem das raízes, e também a embalagem em caixas do tipo “K” fechadas e feitas com madeira nova, que propicia um ambiente de alta umidade. Caso a venda no varejo e o consumo não forem rápidos, a probabilidade de perdas nestas duas fases são muito grandes pela alta perecibilidade do produto, estimada em até três dias quando exposto em condição ambiente. A maneira de apresentação da mandioquinha-salsa nas gôndolas dos pontos de venda e a conservação das raízes nas residências têm um papel fundamental em sua vida útil e qualidade. As etapas que apresentam risco médio são o transporte das caixas das beneficiadoras até a CEAGESP, a comercialização do produto no atacado, realizado no mesmo dia e a distribuição para o mercado varejista (Figura 3.8). Em geral, estas etapas são feitas em

um curto espaço de tempo, podendo tornar-se crítica em períodos de temperatura e umidade relativa elevadas ou quando o manuseio das caixas é excessivo e descuidado redundando em alta incidência de injúrias mecânicas nas raízes. As demais etapas consideradas (colheita, carregamento das caixas no campo, transporte do campo até as beneficiadoras, descarga das caixas, seleção/classificação e carregamento) são consideradas de baixo risco.

A adaptação dos princípios da análise de risco (“APPCC”) da indústria de alimentos mostrou-se apropriada para identificar pontos críticos na cadeia pós-colheita da mandioquinha-salsa e estimar perdas. Nesta adaptação, levou-se em consideração que o enfoque da APPCC na indústria de alimentos é a prevenção de riscos e perigos de contaminação para o consumidor enquanto que neste caso em particular é a manutenção da qualidade do produto (mandioquinha-salsa). A metodologia e os conceitos da APPCC são muito úteis para a solução de problemas pós-colheita porque é possível propor modificações no manuseio e avaliar seu efeito direto sem perder de perspectiva a cadeia e suas implicações técnicas e econômicas. O uso destes princípios neste trabalho permitiu identificar as etapas específicas que podem afetar a ocorrência da “mela” causada por *erwinias* pectolíticas nas raízes de mandioquinha-salsa e indicar possíveis medidas para reduzir a incidência e a severidade da doença.

CONCLUSÕES

- a perda potencial de raízes de mandioquinha-salsa causada por *erwinias* pectolíticas foi significativamente maior no verão (64,7%) e em raízes lavadas (69,1%);
- a simulação do processo de lavagem através da imersão das raízes em água durante 30min demonstrou a possibilidade de infiltração de até 0,57ml de água em raízes intactas;
- a temperatura de armazenamento das raízes de mandioquinha-salsa afetou significativamente a incidência da podridão-mole sendo 0% a 3°C, 21,2% a 15°C e 94,6% a 25°C após seis dias;
- o excesso de água das raízes após a lavagem e a umidade da madeira nova das caixas “K” proporcionam uma condição de alta umidade no interior da embalagem;
- a incidência de injúrias mecânicas superficiais nas raízes de mandioquinha-salsa não está diretamente relacionada com a incidência da podridão-mole;

- raízes inoculadas com *E. chrysanthemi* apresentaram maiores níveis de respiração (58,4ml de CO₂.kg⁻¹.h⁻¹) após três dias quando comparadas com raízes feridas superficialmente e raízes intactas;
- a alteração da composição atmosférica (1%, 5% e 10% de CO₂ + O₂) aumentou a incidência da podridão-mole em mandioquinha-salsa quando comparada com ar, simulando uma situação que pode ocorrer em raízes embaladas a vácuo e mantidas a 25°C;
- através da análise de risco é possível identificar pontos específicos da cadeia de pós-colheita que apresentam maior probabilidade de causarem aumento na incidência da podridão-mole.

AGRADECIMENTOS

A realização deste trabalho só foi possível graças à colaboração dos proprietários de beneficiadoras do Distrito do Turvo, Tapiraí-SP; do atacadista Irmãos Senaga Ltda. e Comercial Sudeste Ltda., na CEAGESP, em São Paulo-SP; da equipe de agrônomos e técnicos da chefiados pela Dra. Anita Gutierrez na CEAGESP, São Paulo-SP; do atacadista Ki-Frutt Ltda., CEASA-DF, Brasília-DF; e da equipe de funcionários dos laboratórios de Fitopatologia e Pós-Colheita da Embrapa Hortaliças. A todos os meus mais sinceros agradecimentos por todo apoio e ajuda.

LITERATURA CITADA

- AGRIOS, G.N. **Plant pathology**. San Diego: Academic Press, 1997. 635p.
- AVELAR FILHO, J.A. **Estudo da conservação pós-colheita da mandioquinha-salsa (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft)**. Viçosa: UFV, 1989. 42p. Tese Mestrado.
- BARTZ, J.A. Infiltration of tomatoes immersed at different temperatures to different depths in suspensions of *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*. **Plant Disease**, v.66, n.4, p.302-306, 1982.
- BARTZ, J.A.; KELMAN, A. Inoculation of potato tubers with *Erwinia carotovora* during simulated commercial washing and flumming practices. **American Potato Journal**, v.61, p.495-507, 1984a.
- BARTZ, J.A.; KELMAN, A. Bacterial soft rot potential in washed potato tubers in relation to temperatures of tubers and water during simulated commercial handling practices. **American Potato Journal**, v.61, p.485-493, 1984b.
- BERGAMIN FILHO, A.; AMORIM, L. **Doenças de plantas tropicais: epidemiologia e controle econômico**. São Paulo: Ceres, 1995. 289p.
- BERGER, R.D. Epidemiology of postharvest diseases. In: MOLINE, H.E. (ed.). **Postharvest pathology of fruits and vegetables: postharvest losses in perishable crops**. Berkeley: University of California, 1984. (UC Bulletin, 1914). p.31-35.
- BERGER, R.D.; BARTZ, J.A. Analysis of monocyclic pathosystems with *Erwinia-Lycopersicon* as the model. **Phytopathology**, v.72, n.4, p.365-369, 1982.

- BURTON, W.G.; WIGGINTON, M.J. The effect of a film of water upon the oxygen status of a potato tuber. *Potato Research*, v.13, p.150-186, 1970.
- CALBO, A.G.; NERY, A.A. Absorção e infiltração de água por raízes de batata-doce através de ferimentos durante a lavagem. *Scientia Agricola*, v.57, n.3, p.547-551, 2000.
- CÂMARA, F.L.A. Manejo pós-colheita da mandioquinha-salsa. *Informe Agropecuário*, v.10, n.120, p.70-72, 1984.
- CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. Pós-colheita de frutos e hortaliças – fisiologia e manuseio. Lavras: ESAL-FAEPE, 1990. 320p.
- CROMARTY, R.W.; EASTON, G.D. The incidence of decay and factors affecting bacterial soft rot of potatoes. *American Potato Journal*, v.50, p.398-407, 1973.
- DE BOER, S.H.; KELMAN, A. Influence of oxygen concentration and storage factors on susceptibility of potato tubers to bacterial soft rot (*Erwinia carotovora*). *Potato Research*, v.21, p.65-80, 1978.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Normais climatológicas (1961-1990). Brasília: Ministério da Agricultura e Reforma Agrária, 1992. 84p.
- ELPHINSTONE, J.G.; PÉROMBELON, M.C.M. Contamination of potatoes by *Erwinia carotovora* during grading. *Plant Pathology*, v.35, n.1, p.25-33, 1986.
- FARRAR, J.J.; NUNEZ, J.J.; DAVIS, R.M. Influence of soil saturation and temperature on *Erwinia chrysantemi* soft rot carrot. *Plant Disease*, v.84, n.6, p.665-668, 2000.
- FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. Avaliação das perdas de produtos agrícolas em Minas Gerais. Belo Horizonte: Fundação João Pinheiro, 1992.122p.
- GANDAR, P.W.; TANNER, C.B. Potato leaf and tuber water potential measurements with a pressure chamber. *American Potato Journal*, v.53, n.1, p.1-14, 1976.
- HARDENBURG, R.E.; WATADA, A.E.; WANG, C.Y. The commercial storage of fruits, vegetables and florist and nursery stocks. Washington: ARS-USDA, 1990. 130p. (Agriculture Handbook, 66).
- HENZ, G.P.; SANTOS, F.F.; SANTOS, R.F. Deterioração pós-colheita de mandioquinha-salsa. *Horticultura Brasileira*, v.9, n.1, p.16-18, 1991.
- HERMANN, M. Arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft). In: HERMANN, M.; HELLER, J. (ed.). Andean roots and tubers: ahípa, arracacha, maca and yacón. Roma: IPGRI, 1997. p.75-172.
- KAYS, S.J. Postharvest physiology of perishable plant products. New York: Van Nostrand Reinhold, 1991. 532p.
- KNOWLES, N.R.; IRITANI, W.M.; WELLER, L.D.; GROSS, D.C. Susceptibility of potatoes to bacterial rot and weight loss as a function of wound-healing interval and temperature. *American Potato Journal*, v.59, n.11, p.515-522, 1982.
- LEITE, B.; PASCHOLATI, S.F. Hospedeiro: alterações fisiológicas induzidas por fitopatógenos. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. Manual de fitopatologia – princípios e conceitos (3ª ed.). 1995. p.393-416.
- LIPTON, W.J. Some effects of low oxygen atmospheres on potato tubers. *American Potato Journal*, v.44, n.8, p.292-299, 1967.
- LUND, B.M. The effect of bacteria on postharvest quality of vegetables and fruits, with particular reference to spoilage. In: RHODES-ROBERT, M.E.; SKINNER, F.A. *Bacteria and plant*. London: Academic Press, 1982. p.133-153.
- LUND, B.M.; WYATT, G.M. The effect of oxygen and carbon dioxide concentrations on bacterial soft rot of potatoes. I. King Edward potatoes inoculated with *Erwinia carotovora* var. *atroseptica*. *Potato Research*, v.15, p.174-179, 1972.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E DA REFORMA AGRÁRIA. Portaria nº 127, de 04/10/91.
- MOLINA, J.J.; HARRISON, M.D. The role of *Erwinia carotovora* in the epidemiology of potato blackleg. II. The effect of temperature on disease severity. *American Potato Journal*, v.57, n.8, p.351-363, 1980.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. Pérdidas de post-cosecha de alimentos en países en desarrollo. Viçosa: CENTREINAR, 1982. 213p. (Série CENTREINAR, 4).

- NORMANHA, E.S. Mandioquinha-salsa no município de Piedade. Campinas: Instituto Agrônômico, 1958. 5p.
- NORMANHA, E.S.; SILVA, J.R. Mandioquinha-salsa tem vários problemas. *Coopercotia*, v.20, p.36-38, 1963.
- PÉROMBELON, M.C.M.; KELMAN, A. Ecology of the soft rot erwinias. *Annual Review of Phytopathology*, v.18, p.361-387, 1980.
- PÉROMBELON, M.C.M.; LOWE, R. Studies on the initiation of bacterial soft rot in potato tubers. *Potato Research*, v.18, p.64-82, 1975.
- POWELSON, M.L. Seasonal incidence and cause of blackleg and a stem soft rot of potatoes in Oregon. *American Potato Journal*, v.57, n.7, p.301-306, 1980.
- SANTOS, F.F.; CARMO, C.A.S.; VILELA, N.J. Colheita, classificação, embalagem e comercialização. In: SANTOS, F.F.; CARMO, C.A.S. (eds.). *Mandioquinha-salsa - manejo cultural*. Brasília: Embrapa-SPI/Embrapa Hortaliças, 1998. p.64-79.
- SEGALL, R.H.; HENRY, F.E.; DOW, A.T. Effect of dump-tank water temperature on the incidence of bacterial soft rot of tomatoes. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*, v.90, p.204-205, 1977.
- SILVA, J.R. Principais aspectos da cultura da mandioquinha-salsa ou batata-baroa. *FIR*, São Paulo, v.10, n.4, p.32-37, 1967.
- SOUZA, R.M.; HENZ, G.P. Escala diagramática para avaliação de injúria mecânica em raízes de mandioquinha-salsa. *Horticultura Brasileira*, v.18, n.32, p. 262, 2000.
- SPOTTS, R.A. Environmental modification for control of postharvest decay. In: MOLINE, H.E. (ed.). *Postharvest pathology of fruits and vegetables: postharvest losses in perishable crops*. Berkeley: University of California, 1984. (UC Bulletin, 1914). p.67-72.
- TANAKA, T.; KIKUMOTO, T. Inhibition of growth and movement of soft rot bacteria by lowering the water content in the leaf tissue of Chinese cabbage. *Bull. Inst. Agric. Res. Tohoku Univ.*, v.27, p.89-101, 1976.
- THOMPSON, A.K. Reduction of losses during the marketing of arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*). *Acta Horticulturae*, v.116, p.55-60, 1980.
- TSUNECHIRO, A.; UENO, L.H.; PONTARELLI, C.T.G. Avaliação econômica das perdas de hortaliças e frutas no mercado varejista da cidade de São Paulo, 1991/92. *Agricultura em São Paulo*, v.41, n.2, p.1-15, 1994.
- UENO, L.H. Perdas na comercialização de produtos hortícolas na cidade de São Paulo. *Informações Econômicas*, São Paulo, v.6, p.5-7, março 1976.
- WELLS, J.M. Growth of *Erwinia carotovora*, *E. atroseptica* and *Pseudomonas fluorescens* in low oxygen and high carbon dioxide atmospheres. *Phytopathology*, v.64, n.7, p.1012-1015, 1974.
- WILLS, R.; McGLASSON, B.; GRAHAM, D.; JOYCE, D. *Postharvest: an introduction to the physiology and handling of fruit, vegetables and ornamentals (4th edition)*. New York: CAB International, 1998. 262p.

RELAÇÃO DE FIGURAS

- Figura 3.1 – Estimativas do potencial de perdas pós-colheita por deterioração aos três dias em raízes de mandioca-salsa nas beneficiadoras de Piedade e Tapiraí-SP em função da estação do ano (A) e de sua condição (lavada, sem lavar) (B); (barras indicam desvio padrão das médias; Tukey, 5%).....pág. 161
- Figura 3.2 – Infiltração de água em raízes mandioca-salsa inteiras (A) e cortadas ao meio (B) em função do tempo de imersão, e raízes submetidas a cinco níveis de pressão (C).....pág. 162
- Figura 3.3 - Efeito da temperatura na incidência de deterioração por *Erwinia* spp. em raízes de mandioca-salsa (barras indicam desvio padrão das médias; médias seguidas por letras distintas diferem entre si aos 6 dias pelo teste de Tukey, 5%).....pág. 163
- Figura 3.4 - Perda de água das raízes, das tampas e caixas de madeira do tipo “K” durante cinco dias em condição ambiente (22-26°C, 45-75% UR); (barras indicam o desvio padrão das médias).....pág. 164
- Figura 3.5 - Índice de severidade de lesão superficial (escala de notas 1-5) (A) e potencial de deterioração (B) após três dias em raízes de mandioca-salsa em três camadas da caixa “K”; (barras indicam desvio padrão da média; médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey, 5%).....pág. 165
- Figura 3.6- Efeito de diferentes concentrações de O₂ e CO₂ obtidas por atmosfera controlada na incidência de podridão-mole em raízes de mandioca-salsa após três dias a 24°C (barras indicam desvio padrão das médias; médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey, 5%).....pág. 166
- Figura 3.7- Respiração de raízes de mandioca-salsa intactas, feridas superficialmente e inoculadas com *E. chrysanthemi* durante três dias a 24°C (barras indicam desvio padrão das médias; médias no terceiro dia seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey, 5%).....pág. 167
- Figura 3.8 – Risco de perdas em raízes de mandioca-salsa de acordo com as etapas e atividades da cadeia de pós-colheita do produto comercializado em São Paulo (¹Risco: ★= baixo; ★★= médio; ★★★= alto).....pág. 168

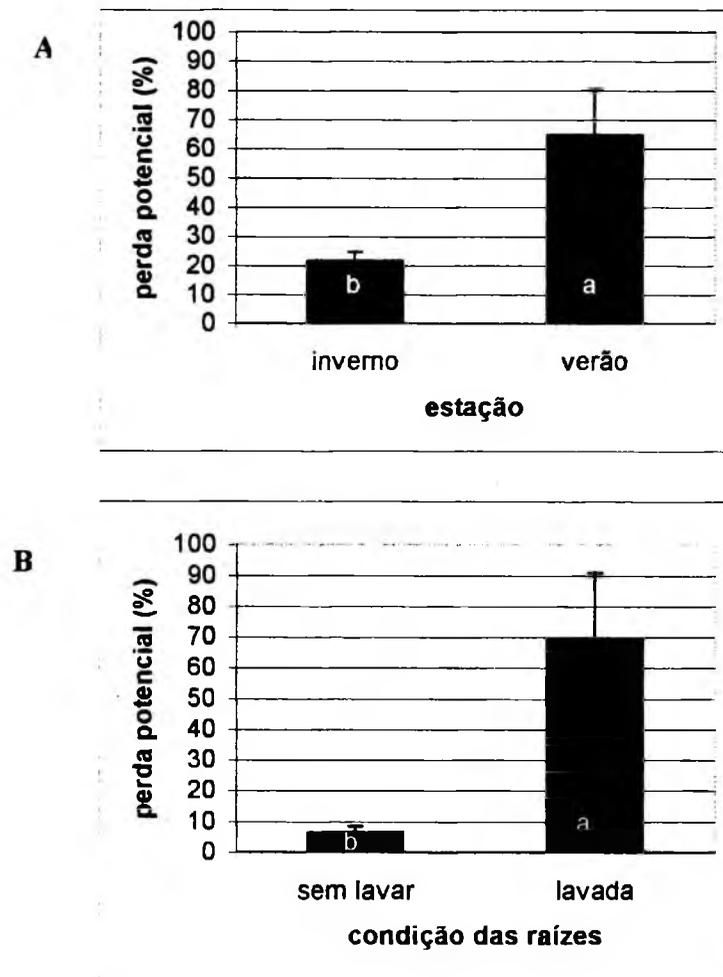


Figura 3.1 – Estimativas do potencial de perdas pós-colheita por deterioração aos três dias em raízes de mandioca-salsa nas beneficiadoras de Piedade e Tapiraí-SP em função da estação do ano (A) e de sua condição (lavada, sem lavar) (B); (barras indicam desvio padrão das médias; Tukey, 5%).

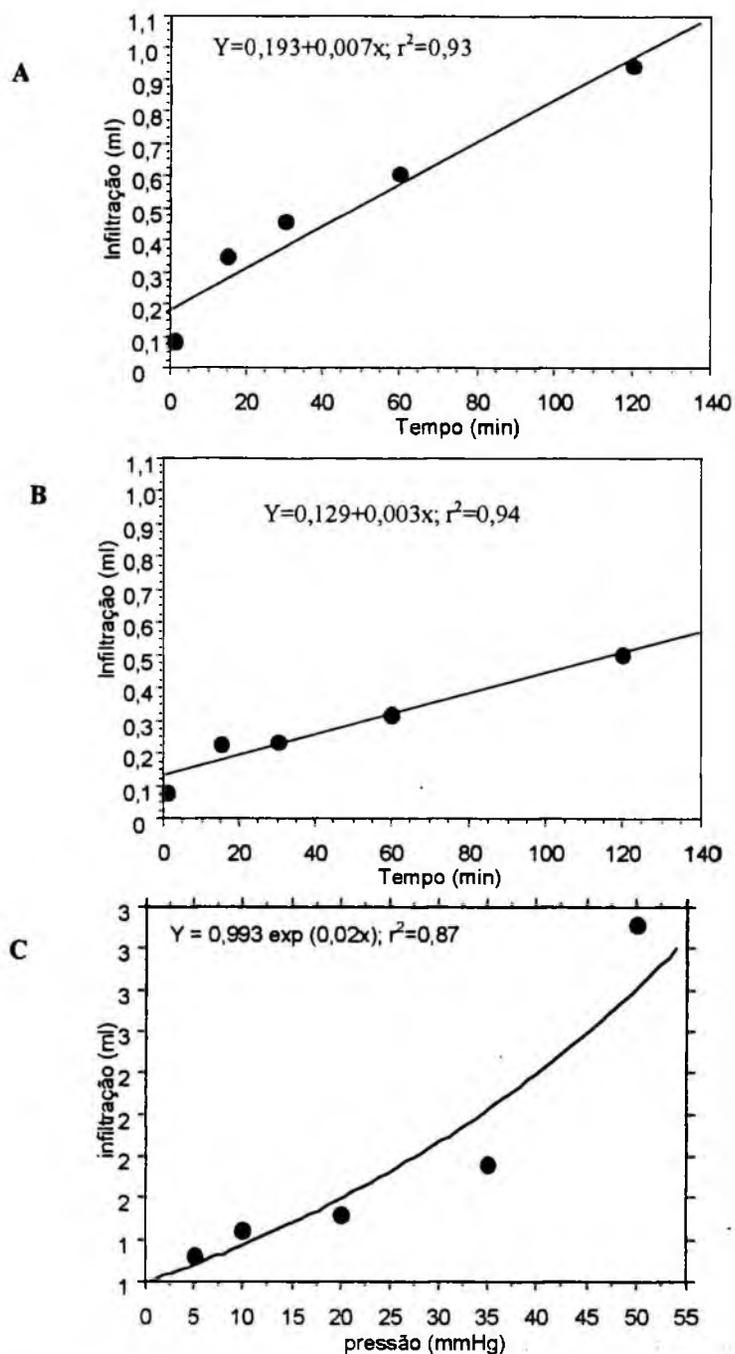


Figura 3.2 – Infiltração de água em raízes mandiquinha-salsa inteiras (A) e cortadas ao meio (B) em função do tempo de imersão, e raízes submetidas a cinco níveis de pressão (C).

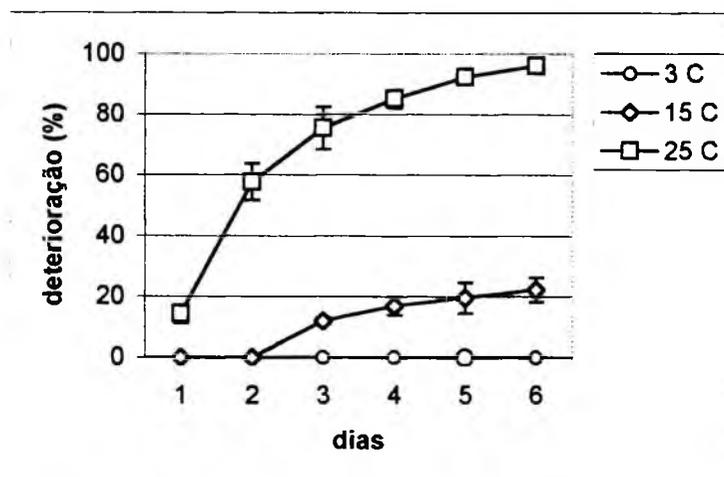


Figura 3.3 - Efeito da temperatura na incidência de deterioração por *Erwinia* spp. em raízes de mandioca-salsa (barras indicam desvio padrão das médias).

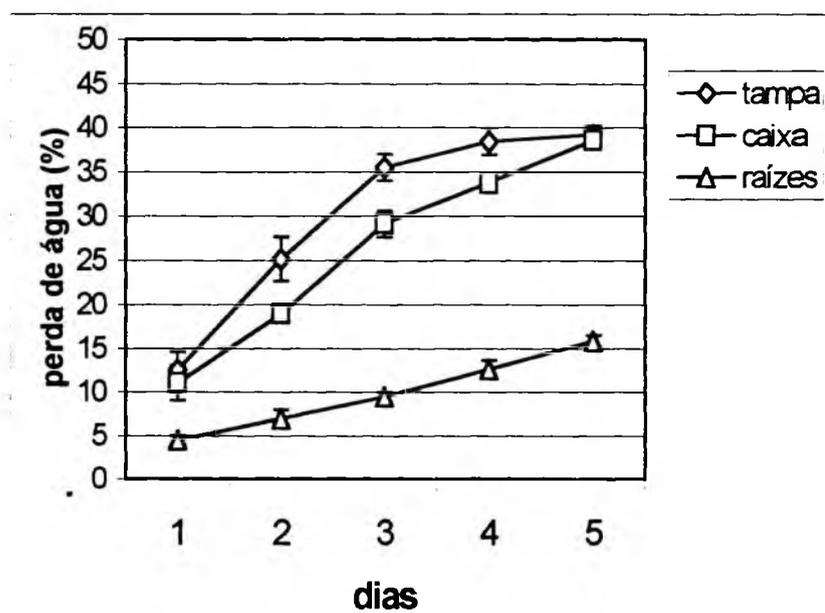


Figura 3.4 - Perda de água das raízes, das tampas e caixas de madeira do tipo "K" durante cinco dias em condição ambiente (22-26°C, 45-75% UR) (barras indicam o desvio padrão das médias).

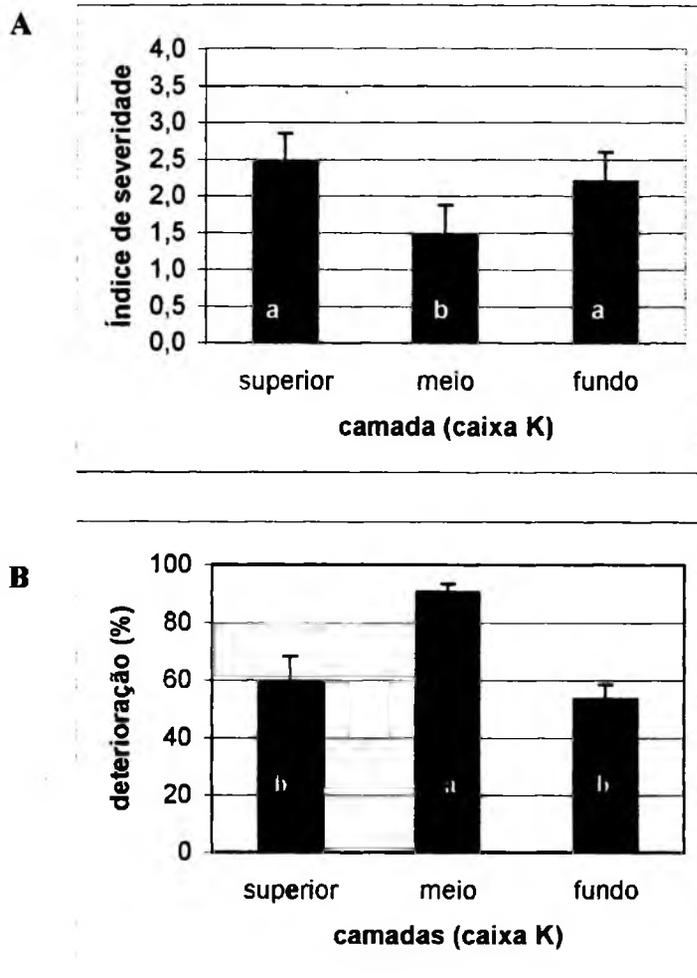


Figura 3.5 - Índice de severidade de lesão superficial (escala de notas 1-5) (A) e potencial de deterioração (B) após três dias em raízes de mandiquinha-salsa em três camadas da caixa “K” (barras indicam desvio padrão da média; médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey, 5%).

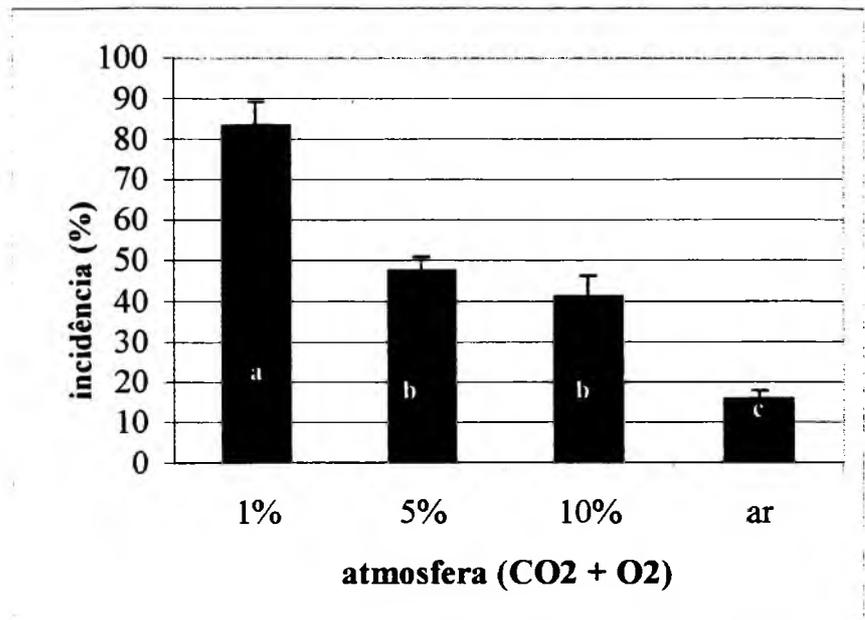


Figura 3.6- Efeito de diferentes concentrações de O₂ e CO₂ obtidas por atmosfera controlada na incidência de podridão-mole em raízes de mandioca-sals após três dias a 24°C (barras indicam desvio padrão das médias; média seguida por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey, 5%).

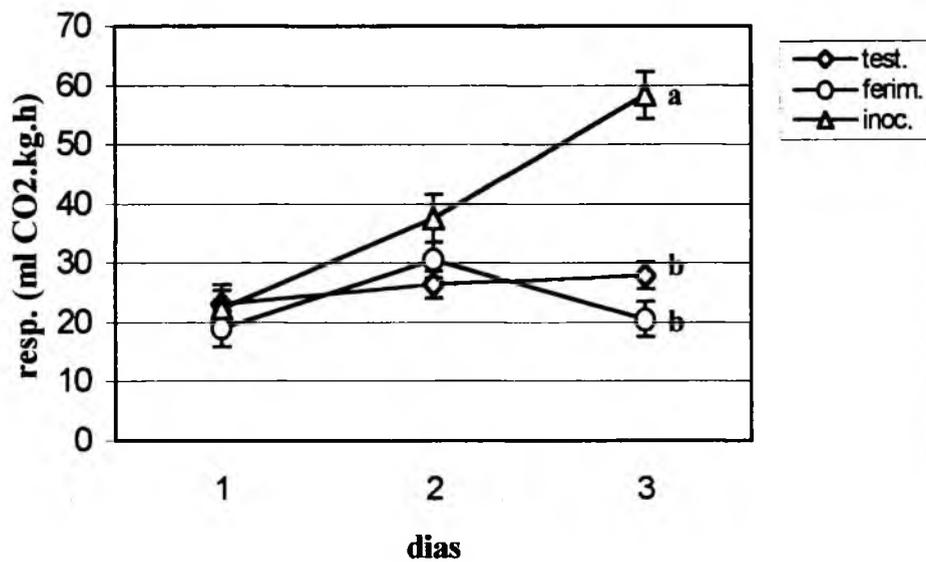


Figura 3.7- Respiração de raízes de mandiocinha-salsa intactas, feridas superficialmente e inoculadas com *E. chrysanthemi* durante três dias a 24°C (barras indicam desvio padrão das médias; médias no terceiro dia seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey, 5%).

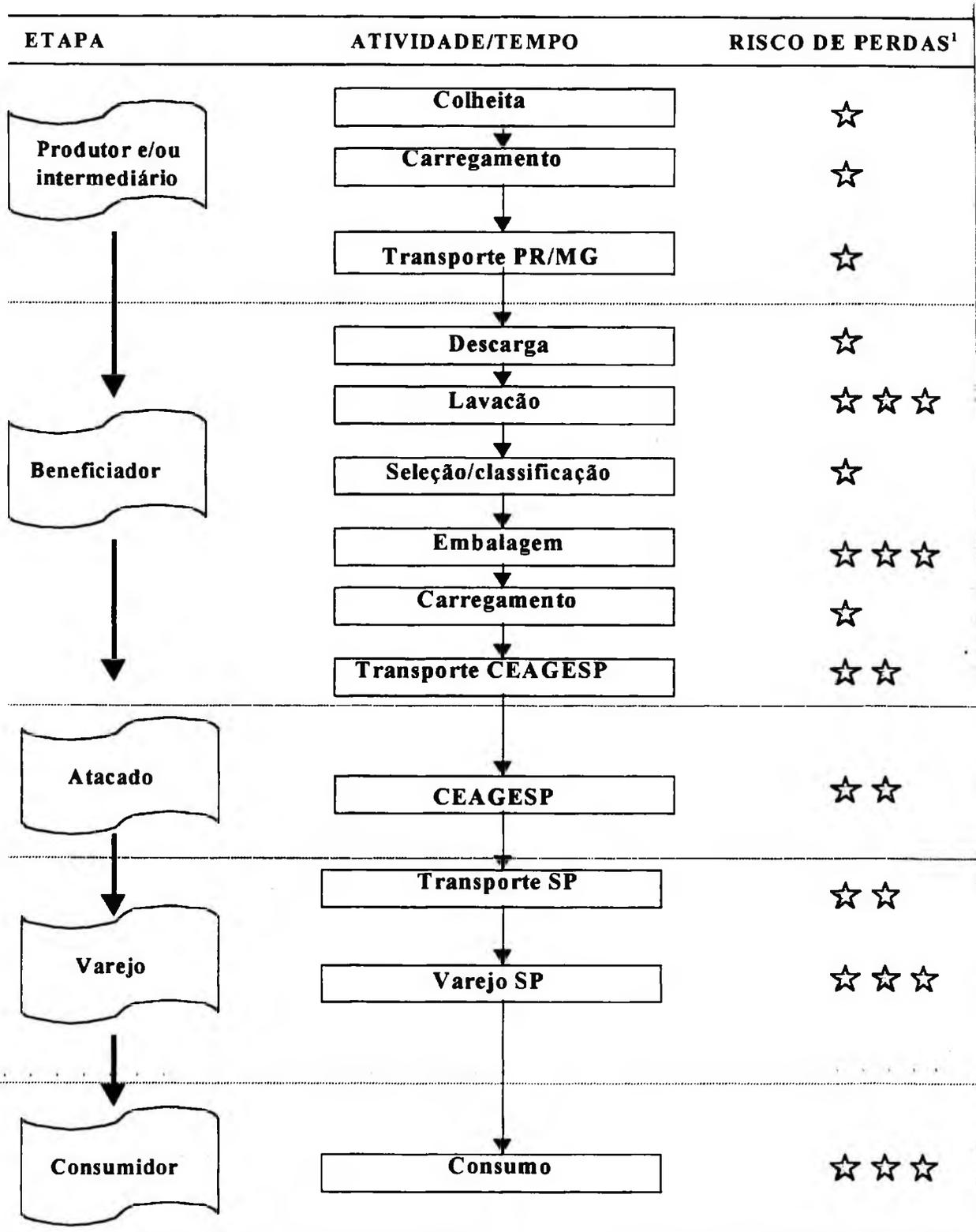


Figura 3.8 – Risco de perdas em raízes de mandioca-salsa de acordo com as etapas e atividades da cadeia de pós-colheita do produto comercializado em São Paulo (¹Risco: ☆ = baixo; ☆☆ = médio; ☆☆☆ = alto).

ANEXO

Tabela 1 - Latitude, longitude e altitude de municípios produtores (Rio Negro e Castro-PR; Cambuí-MG), beneficiadores (Tapiraí, Piedade-SP), e mercado consumidor (São Paulo, Brasília-DF) de mandioquinha-salsa.

Local	Latitude	Longitude	Altitude (m)
Rio Negro-PR	26°10'58"	49°79'75"	781
Castro-PR	24°79'11"	50°01'19"	999
Cambuí-MG ^a	22°06'00"	45°01'00"	900
Tapiraí-SP, Piedade-SP ^b	23°57'00"	48°53'00"	649
São Paulo-SP	23°57'75"	46°63'61"	760
Brasília-DF	15°56'00"	47°08'00"	970

^aDados do município de São Lourenço-MG; ^bDados do município de Itapeva-SP

Tabela 2 - Temperaturas média, máxima e mínima, umidade relativa e precipitação de municípios produtores (Rio Negro e Castro-PR; São Lourenço-MG), beneficiadores (Tapiraí, Piedade-SP), e mercado consumidor de mandioca-salsa (São Paulo-SP, Brasília-DF).

Local	Temperatura média do ar (°C)											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Rio Negro-PR	20,4	20,7	19,3	16,6	14,1	12,9	12,3	13,6	15,0	16,6	18,3	19,7
Castro-PR	20,4	19,8	19,6	17,1	14,2	12,5	12,4	13,7	14,1	16,3	16,6	17,5
Cambuí-MG ^a	22,1	22,4	21,7	19,7	17,6	16,5	15,8	17,1	17,8	19,0	20,3	21,1
Piedade-SP ^b	21,5	21,8	21,0	18,7	16,3	14,4	14,2	15,5	16,6	18,3	19,6	19,6
São Paulo-SP	22,1	22,4	21,6	19,5	16,4	14,5	13,7	16,3	18,7	20,4	21,2	22,4
Brasília-DF	21,6	21,8	22,0	21,4	20,2	19,1	19,1	21,2	22,5	22,1	21,7	21,5
Local	Temperatura máxima do ar (°C)											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Rio Negro-PR	27,4	27,5	26,1	23,6	21,4	19,9	19,9	21,2	22,2	23,5	25,7	26,7
Castro-PR	26,6	26	26,1	23,7	21,4	20,0	20,2	20,8	20,8	22,8	22,6	22,9
Cambuí-MG ^a	27,3	28	27,2	25,1	23,0	21,8	21,8	23,3	23,9	24,8	25,9	26,3
Piedade-SP ^b	27,7	28,3	27,5	25,2	22,9	21,5	21,7	23,0	23,2	25,0	26,1	25,3
São Paulo-SP	28,8	28,9	29,0	27,5	25,3	24,2	24,5	25,6	27,3	27,6	28,2	27,9
Brasília-DF	26,9	26,7	27,1	26,6	25,7	25,2	25,1	27,3	28,3	27,5	26,6	26,2
Local	Temperatura mínima do ar (°C)											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Rio Negro-PR	16,1	16,6	15,0	12,0	9,1	7,0	6,8	7,9	10,3	12,1	13,5	15,2
Castro-PR	15,9	15,6	15,2	12,4	8,9	7,0	6,6	7,9	9,4	11,6	12,0	13,4
Cambuí-MG ^a	18,7	18,8	18,2	16,3	13,8	12,4	11,7	12,8	13,9	15,3	16,6	17,7
Piedade-SP ^b	17,2	17,4	16,5	14,0	11,5	9,4	9,0	10,2	12,5	14,1	15,6	15,5
São Paulo-SP	18,1	17,4	16,6	13,8	10,4	7,9	7,0	8,6	11,8	14,7	15,9	17,0
Brasília-DF	17,4	17,4	17,5	16,8	15,0	13,3	12,9	14,6	16,0	17,4	17,5	17,5
Local	Umidade relativa do ar (%)											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Rio Negro-PR	81	83	83	83	81	83	81	80	82	80	78	80
Castro-PR	81	82	85	86	87	86	84	82	77	80	72	75
Cambuí-MG ^a	79	80	83	83	81	81	77	75	82	81	78	79
Piedade-SP ^b	73	73	74	74	75	75	72	70	74	74	73	69
São Paulo-SP	79	77	79	79	79	77	76	71	70	74	75	79
Brasília-DF	76	77	76	75	68	61	56	49	53	66	75	79
Local	Precipitação pluviométrica (mm)											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Rio Negro-PR	153,0	170,7	148,1	67,4	97,3	92,7	79,6	87,6	117,9	144,6	107,3	153,5
Castro-PR	192,8	156,2	141,8	110,7	124,6	127,2	89,8	84,1	126,4	145,6	115,8	158,4
Cambuí-MG ^a	238,7	217,4	159,8	75,8	73,6	55,7	44,1	38,9	80,5	123,6	145,8	200,9
Piedade-SP ^b	160,2	146,0	91,9	61,8	95,6	73,9	58,1	51,2	88,8	116,2	120,8	167,8
São Paulo-SP	278,1	231,5	169,8	71,0	57,4	34,5	24,7	32,3	75,0	131,3	185,1	278,2
Brasília-DF	241,4	214,7	188,9	123,8	39,3	8,8	11,8	12,8	51,9	172,1	238,0	248,6

^aDados do município de São Lourenço-MG; ^bDados do município de Itapeva-SP

Fonte: Dados Normais (1961-1990), Depto. Nacional de Meteorologia., MARA (1992).

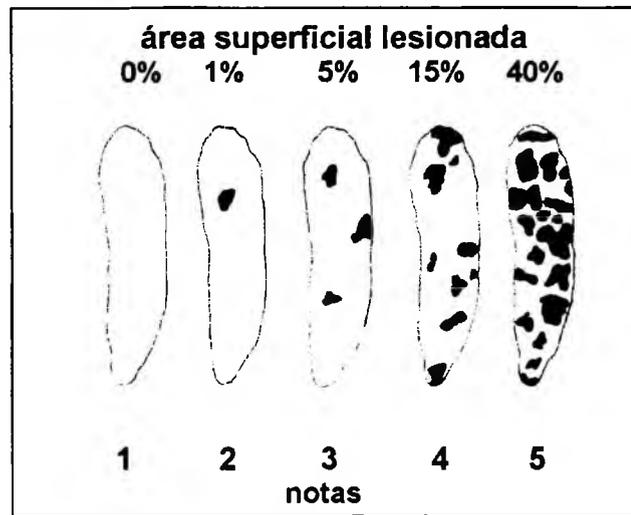


Figura 1 - Escala de notas para avaliação de lesão superficial em raízes de mandioca-salsa (Souza & Henz, 2000).

**AVALIAÇÃO DE MÉTODOS DE MANEJO DA
"MELA" CAUSADA POR *ERWINIA* SPP. EM
RAÍZES DE MANDIOQUINHA-SALSA**

**CAPÍTULO 4 - AVALIAÇÃO DE MÉTODOS DE MANEJO DA "MELA
CAUSADA POR *ERWINIA* SPP. EM RAÍZES DE MANDIOQUINHA-SALSA**

SUMÁRIO	PÁGINA
RESUMO.....	175
ABSTRACT.....	176
INTRODUÇÃO.....	177
MATERIAL E MÉTODOS.....	182
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	186
CONCLUSÕES.....	194
LITERATURA CITADA.....	194
RELAÇÃO DE TABELAS.....	199
RELAÇÃO DE FIGURAS.....	204

CAPÍTULO 4 - AVALIAÇÃO DE MÉTODOS DE MANEJO DA "MELA" CAUSADA POR *ERWINIA* SPP. EM RAÍZES DE MANDIOQUINHA-SALSA

RESUMO

Não existe nenhum estudo sobre métodos de manejo da "mela" em raízes de mandioquinha-salsa. Após serem lavadas, as raízes são eventualmente enxaguadas com água ou com produtos químicos (kasugamicina, cloranfenicol, hipoclorito de sódio ou cúpricos), mas estes produtos parecem pouco eficientes no controle da "mela" causada por erwinias pectolítica e também não são oficialmente registrados para a cultura. O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência de diferentes medidas na redução da incidência da podridão-mole em mandioquinha-salsa através da avaliação *in vitro* (a) e *in vivo* (b) de produtos químicos ou alternativos; (c) avaliação de métodos físicos (secagem, imersão em água quente); (d) refrigeração. Em uma avaliação da ação bacteriostática *in vitro* de antibióticos, desinfestantes e produtos alternativos (extratos de plantas e outros), oxitetraciclina, oxitetraciclina + estreptomicina e extrato de alho apresentaram maior halo de inibição (de 1,27 a 2,75cm) ao crescimento de *Erwinia chrysanthemi* (Ech). Os demais produtos avaliados apresentaram um pequeno halo de inibição (0,50 a 0,80cm) na dose recomendada ou não diferiram da testemunha com água esterilizada. A incidência de deterioração potencial por *Erwinia* em mandioquinha-salsa foi avaliada em dez cargas de diferentes procedências, comparando-se (a) raízes lavadas da maneira usual, (b) sem lavar e (c) lavadas e secadas manualmente com um secador de cabelos. A secagem das raízes reduziu significativamente a incidência da deterioração potencial após três dias de incubação em câmara úmida, variando de 21,4% a 75,6%, enquanto nas raízes lavadas foi de 41,2% a 95,8% e nas raízes sem lavar 2,2% a 16,7%. O tratamento das raízes por imersão em água quente em diferentes temperaturas (45°C, 50°C e 54°C) e tempos de imersão (2', 5' e 10') não foi eficiente na redução da deterioração. Os métodos de controle que apresentaram algum potencial *in vitro* (oxitetraciclina, oxitetraciclina + estreptomicina, extrato de alho) ou mais usados (cloridrato de kasugamicina, cloranfenicol, hipoclorito de sódio) foram comparados em uma avaliação *in vivo* com secagem das raízes (5min a 52°C) e tratamento térmico (2min a 45°C), sendo o mais eficiente oxitetraciclina (12,3% de deterioração), que não diferiu estatisticamente das raízes sem lavar (2,7% de deterioração). Além de não ser registrado para a cultura e ter um prazo de carência de 7 dias em outras hortaliças, oxitetraciclina afetou a aparência das raízes, causando áreas encharcadas de cor amarela mais forte. A refrigeração apresentou efeito significativo sobre a incidência de deterioração aos seis dias de armazenamento, sendo 4% nas raízes mantidas a 5°C, 24% a 15°C e 98% a 25°C. Entre os diferentes métodos de manejo avaliados, a maneira mais eficiente para minimizar a deterioração de mandioquinha-salsa no sistema de manuseio com lavação

das raízes são a secagem das raízes e/ou a refrigeração associada com embalagens plásticas, com a manutenção da cadeia de frio até o produto chegar ao consumidor.

ABSTRACT

Methods to reduce the incidence of the soft rot caused by pectolytic erwinia in arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft) roots.

In the most important postharvest handling system of arracacha in Brazil, roots are washed and rinsed with clean water or eventually with chemical products (kasugamicin, chloramphenicol, chlorine or copper compounds), but none of these methods are either registered nor efficient in controlling the soft rot caused by pectolytic erwinia. The objective of this work was to study methods to reduce the incidence of soft rot in arracacha roots through (a) the screening *in vitro* of chemicals and alternative products (plant extracts or others); (b) *in vivo* screening; (c) test of physical methods (drying, hot water); (d) refrigeration. Different products considered as bacteriostatics were tested *in vitro* against *Erwinia chrysanthemi*, and oxytetracyclin, oxytetracyclin + streptomycin and garlic extract showed larger inhibition growth halos (1.27-2.75cm). Ten different loads of arracacha roots were submitted to three different treatments: unwashed roots, washed in the usual way, and washed and forced-air dried. Drying the roots reduced significantly decay after three days of incubation in a humid chamber, ranging from 21.4% to 75.6%; unwashed roots showed 2.2% to 16.7% of decay, while washing increased rotting (41.2% to 95.8%). Arracacha roots treated with hot water in different temperatures (45°C, 50°C and 54°C) combined with immersion periods of time (2', 5' and 10') had no significant difference in decay when compared to washed roots. The products that showed bacteriostatic activity *in vitro* (oxytetracyclin, oxytetracyclin + streptomycin, garlic extract) and the most frequently used ones (kasugamicin, chloramphenicol and chlorine) were compared to forced-air drying (5min at 52°C) and hot water (2min at 45°C) treatments in an *in vivo* trial. After three days, roots treated with oxytetracyclin had 12.3% of decay, statistically not different of unwashed roots (2.7% of decay). Despite its efficiency, oxytetracyclin is not officially registered for arracacha roots and affected their appearance, causing soaked, dark-yellow areas in the root surface. Refrigeration storage during six days had a significant effect on the incidence of decay caused by pectolytic erwinia, reaching 4% in the roots kept at 5°C, 24% at 15°C and 98% at 25°C. The best ways to reduce deterioration of arracacha are

drying the roots after washing and/or by using refrigeration associated to packing with plastic, maintaining the cold chain until consumption.

INTRODUÇÃO

O principal problema da mandioquinha-salsa na fase de pós-colheita são as elevadas perdas pela podridão-mole (ou "mela") causadas por espécies pectolíticas de *Erwinia* spp. principalmente no período de novembro a abril. Os sintomas da doença nas raízes surgem em apenas 24h depois da colheita em períodos de temperatura e umidade relativa elevadas, inicialmente como pequenas áreas encharcadas que evoluem para lesões superficiais onde a epiderme fica solta e posteriormente ocorre a desintegração do tecido, formando buracos ou apodrecendo toda a raiz. As raízes com sintomas são descartadas, e as perdas financeiras decorrentes da deterioração da mandioquinha-salsa são absorvidas pelos beneficiadores, atacadistas e varejistas, o que contribui para a elevação do preço final do produto aos consumidores.

As três espécies/subespécies pectolíticas de *Erwinia* estão envolvidas na deterioração pós-colheita da mandioquinha-salsa no Brasil, sendo registradas *E. carotovora* subsp. *carotovora* (=Ecc) em Minas Gerais (Romeiro *et al.*, 1988; Gomide & Romeiro, 1992) e *E. carotovora* subsp. *atroseptica* (=Eca), *E. chrysanthemi* (=Ech) e *Ecc* no Distrito Federal (Henz & Lopes, 1994; Lopes & Quezado-Soares, 1997).

Vários métodos de controle têm sido avaliados para o controle de podridões causadas por *Erwinia* spp. em hortaliças, envolvendo métodos físicos, químicos e biológicos, embora poucos tenham controlado efetivamente a doença. As recomendações para reduzir a incidência da podridão-mole em hortaliças na fase de pós-colheita são compostas quase exclusivamente por medidas preventivas, através de práticas sanitárias, como a remoção de restos culturais de galpões e armazéns e a desinfestação das paredes e pisos com formaldeído e sulfato de cobre, redução de injúrias mecânicas em raízes e tubérculos, cicatrização de ferimentos e armazenamento refrigerado (Agrios, 1997; De Boer, 2001). Em uma revisão sobre o gênero *Erwinia* no Brasil, Michereff & Mariano (1993) relacionam várias medidas gerais de controle compiladas de vários artigos, a maior parte específica para batata, tais como o uso de variedades resistentes; evitar a lavagem de tubérculos; fazer a desinfestação de batata-semente; armazenar os tubérculos em local bem ventilado, seco e frio; fazer rotação de culturas na área por 3-4 anos;

desinfestar depósitos e armazéns com sulfato de cobre; evitar fermentos nos tubérculo na colheita, transporte e armazenamento.

Uso de produtos químicos

O controle de doenças pós-colheita de produtos hortícolas através de agrotóxico: é um desafio para a pesquisa por conta de suas particularidades. O produto ideal para este uso específico deve apresentar alta eficiência, baixa toxicidade e curto prazo de carência porque frutas e hortaliças são consumidas majoritariamente *in natura* e em pouco tempo depois de colhidos. Até o presente (setembro/2001), não existe nenhum agrotóxico registrado oficialmente para a mandioquinha-salsa no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA (Agrofit, 2001). Existe uma cultura entre os envolvidos na cadeia de pós-colheita de mandioquinha-salsa de tentar solucionar o problema da "mela" através do uso de produtos químicos. Esta tendência é resultado da facilidade de aquisição e uso dos produtos químicos e de sua pronta adaptação ao sistema de manuseio pós-colheita vigente, porque podem ser aplicados logo após a lavagem como enxágüe das raízes na mesa de seleção. As perdas elevadas e o desconhecimento das causas reais da "mela" levam à recomendação de produtos proibidos ou de eficácia duvidosa por pessoas não qualificadas, culminando com o uso empírico de antibióticos como o cloranfenicol, atualmente restrito a uso veterinário em aves ornamentais, ou outros não avaliados ou registrados para a cultura.

Produtos químicos de diferentes classes e com distintos mecanismos de ação têm sido avaliados no controle de *Erwinia*, como antibióticos (kasugamicina, oxitetraciclina, estreptomicina e cefatoxina sódica), fungicidas cúpricos, hipoclorito de sódio, ácido acetilsalicílico, e outros compostos bacteriostáticos e desinfestantes (Parente & Marques, 1990; Henz *et al.*, 1991; Michereff & Mariano, 1993; López-López *et al.*, 1995; Hassuike *et al.*, 1997; Lourenço *et al.*, 1997). Para o controle de *Erwinia* spp. em hortaliças no Brasil estão registrados no MAPA o oxiclureto de cobre para a podridão-mole de alface, cenoura, pimentão, batata e brássicas; calda bordalesa e oxiclureto de cobre para a canela-preta da batata; e hidróxido de cobre, óxido cuproso e oxiclureto de cobre para o talo-oco e a podridão-mole do tomate (Lopes & Henz, 1998; Agrofit, 2001). Os antibióticos registrados para o controle da canela-preta da batata são o sulfato de estreptomicina + oxitetraciclina, a oxitetraciclina e o cloridrato de kasugamicina, e para a podridão-mole de raízes de cenoura o cloridrato de kasugamicina (Lopes & Henz, 1998; Agrofit, 2001). O uso de bactericidas tem proporcionado resultados irregulares no

controle de *Erwinia* (Jabuonski & Hidalgo, 1987) e vêm sendo investigados há muito tempo no Brasil. O uso de estreptomicina + sulfato de diidroestreptomicina não foi eficiente no controle de *Ecc* e *Eca* em tubérculos de batata (Robbs, 1959), enquanto que distreptine controlou as podridões de pré-emergência causadas por *Ecc* em batata-mente (Robbs, 1963). Em couve-flor, produtos como estreptomicina, distreptine e cupravit não apresentaram efeito no controle de podridão causada por *Ecc* (Barradas & Soave, 1976). No controle da canela preta da batata a campo com antibióticos, fungicidas cúpricos e/ou ditiocarbamatos, não observou-se diferença significativa entre os tratamentos e a testemunha na ocorrência da doença e na produção de tubérculos (Narita & Kurozawa, 1991). Diferentes concentrações de kasugamicina e oxiclreto de cobre foram utilizadas no controle da canela-preta em batata cv. Bintje (Hassuiké *et al.*, 1997) e tomate cv. Rio Grande (Lourenço *et al.*, 1997), sendo as melhores combinações oxiclreto de cobre (67,5g/100l) e kasugamicina + oxiclreto de cobre (5 + 45g/100l) para a batata e kasugamicina (7,5ml/100l) para o tomate.

Existem poucos trabalhos publicados especificamente sobre o controle de doenças em mandioquinha-salsa. A cultura é considerada rústica quando comparada com outras hortaliças, e poucas doenças são realmente limitantes. As podridões causadas por *Erwinia* spp. e *Rhizopus* em mudas causam perdas significativas de estande a campo (Senna Neto, 1976), e em uma avaliação do tratamento de mudas curadas ou não com cal hidratada, captan, hipoclorito de sódio e kasugamicina, obteve-se maior porcentagem de estande final em mudas curadas e mudas sem cura tratadas com cal hidratada (Brune *et al.*, 1996). O uso de solução de cloro e SOPP (ortofenilfenato de sódio) mais DCNA (2,6-dicloro-4-nitroanilina) associados ao uso de cera e de pré-resfriamento com água gelada apresentaram boa proteção de áreas cortadas das raízes de mandioquinha-salsa contra fungos de pós-colheita (Burton, 1970). O tratamento fitossanitário de raízes de mandioquinha-salsa com cloreto de kasugamicina (1ppm), ozônio (2,3ppm) e hipoclorito de sódio (200ppm) não foram eficientes no controle de *Erwinia* e *Rhizopus* (Kimura & Cruz, 1989). Durante o processo de quarentena pós-entrada, Parente & Marques (1990) detectaram a contaminação de mudas de mandioquinha-salsa com *Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica* e *Xanthomonas*, e avaliaram diferentes antibióticos e concentrações *in vitro*, destacando-se sulfato de estreptomicina e cefactoxina sódica, sendo escolhido este último para tratar as mudas. A desinfestação de raízes de mandioquinha-salsa depois de lavadas com hipoclorito de sódio (500ppm) durante dois minutos reduziu

significativamente a incidência de deterioração nos dois primeiros dias (28%) em relação à testemunha lavada (92%), mas não teve efeito posterior (Henz *et al.*, 1991).

Uso de extratos vegetais e outros produtos

Existe atualmente uma forte demanda pelo mercado por produtos orgânicos, ou com menos resíduos de agrotóxicos. O uso de produtos alternativos ou pouco convencionais e o controle biológico parecem ser boas opções para o manejo de doenças de pós-colheita, como as podridões causadas por *Erwinia* spp. devido às dificuldades em encontrar-se bactericidas com curto período de carência, baixa toxicidade e de alta eficiência. Uma alternativa aos pesticidas sintéticos são os extratos de plantas, em geral menos perigosos e mais aceitos pelos consumidores, principalmente óleos essenciais já registrados para uso em alimentos que poderiam ser usados como tratamentos antifúngicos e antibacterianos em produtos consumidos *in natura* (Jobling, 2001), denominados em Inglês de “GRAS” (“generally regarded as safe”). Uma das maiores limitações da agricultura orgânica atualmente é a disponibilidade de produtos ou práticas agrícolas para o controle de pragas e doenças coerentes com o sistema (Abreu Júnior, 1998; Burg & Mayer, 1999). A cal hidratada e a “cal virgem” (hidróxido de cálcio, 2-4g/l) são indicadas para o controle em pós-colheita de frutos (tomate, morango, banana, manga) e desinfecção de batata e desinfestação de verduras; o alho (3 cabeças/10l água) é recomendado como repelente de insetos e para bactérias e fungos; calda bordalesa para podridões de solanáceas; e o preparado “Biodinâmico 500” aumenta a resistência das plantas e a conservação pós-colheita (Abreu Júnior, 1998). Existem indicações empíricas da ação antimicrobiana de vários produtos vegetais, obtidos a partir de infusões, extratos ou óleos essenciais. Muitos são usados na medicina caseira para combater bactérias que causam inflamação ou infecções, como romã, alho, gengibre, sucupira e copaíba (Luz, 2001). O uso potencial de óleos essenciais no controle de patógenos pós-colheita já foi demonstrado por alguns trabalhos preliminares, como tomilho (“red thyme”, *Thymus zygis*), brotos de *Eugenia caryophyllata* e folhas de cinamomo (*Cinnamomum zeylanicum*) no controle de *Botrytis cinerea* (Wilson *et al.*, 1997; Reddy Bhaskara *et al.*, 1997; Jobling, 2001). Óleos essenciais de camomila, eucalipto, hortelã e cedro apresentaram efeito antagonista a bactérias que causam deterioração ou contaminação em alimentos, como *Listeria monocytogenes*, *Clostridium botulinum* e *Bacillus cereus* (Jobling, 2001). A sensibilidade ou resistência de bactérias a antibióticos e outros produtos químicos pode ser avaliada preliminarmente *in vitro* através de antibiogramas

(Burr & Norelli, 1990; Sekizawa & Wakabayashi, 1990; Nijishima, 1997; Mariano *et al.*, 2000), que apresentam como principais vantagens a rapidez de resultados e uma relativa confiabilidade. Os resultados precisam necessariamente ser validados posteriormente em testes *in vivo* para confirmar a eficiência dos produtos que apresentaram antibiose, em situações reais dos sistemas produtivos.

Tratamento térmico

Outros métodos de controle de doenças pós-colheita envolvem a aplicação de princípios físicos, como a temperatura (tratamento térmico e refrigeração), secagem ou ventilação. O tratamento térmico na forma de vapor úmido ou água quente tem sido usado comercialmente no controle de doenças pós-colheita de mamão papaia, manga, melão e frutas de caroço (Wills *et al.*, 1998) e também para o tratamento de sementes de hortaliças (Reifschneider & Lopes, 1982). O uso de água quente pode controlar infecções superficiais e aquelas que já penetraram na epiderme, sem deixar resíduos nos produtos. O controle da temperatura da água deve ser rigorosamente administrado para não danificar o produto. Para o controle de fungos e bactérias de sementes de hortaliças, a temperatura da água deve ser entre 48°C e 52°C, e o tempo de exposição entre 15 e 30min (Reifschneider & Lopes, 1982).

A imersão de tubérculos de batata-semente a 50-55°C por 5-10min reduziu significativamente a contaminação de *Erwinia* causadora da canela-preta (Mackay & Shipton, 1983). O tratamento a 44,5°C durante 30min também reduziu a contaminação de batata-semente, particularmente quando seguido pela secagem através da ventilação forçada (Wale & Robinson, 1986, citados por Elphinstone, 1988). Robinson & Foster (1987) avaliaram a possibilidade de usar a “pasteurização” de batata-semente, determinando-se *in vitro* o tempo necessário para alcançar 100% de inativação de *Ecc*, *Eca* e *Ech* cultivadas em meio líquido em três temperaturas, sendo >90min a 45°C; de 30 a 55min a 47°C; e 30min (*Ecc*), 15min (*Eca*) e 40min (*Ech*) a 50°C. Para batata-semente, quando a temperatura utilizada for abaixo de 50°C deve-se prolongar o tratamento, mas temperaturas mais altas podem reduzir a brotação.

Secagem

O potencial da deterioração causada por erwinias pectolíticas em batata aumenta com a manutenção dos tubérculos úmidos ou cobertos por um filme de água (Bartz & Kelman, 1986), principalmente com a ocorrência simultânea de outros fatores importantes como temperatura e disponibilidade de oxigênio (De Boer & Kelman, 1978;

Pérombelon & Salmond, 1995). A secagem ao ar e a prevenção do molhamento da superfície dos tubérculos foi o meio mais eficiente de reduzir perdas por deterioração causadas por *Erwinia* em batata (Bartz & Kelman, 1986).

A associação de causa-efeito entre a incidência de deterioração e a lavagem e manutenção de tubérculos de batata úmidos é conhecida há mais de 50 anos nos Estados Unidos (Bartz & Kelman, 1986), e por esta razão a maior parte da batata comercializada não é lavada, e a porção do produto lavada passa por um processo de secagem. No Brasil, praticamente toda a produção de batata é lavada, e no final do processo os tubérculos passam por um túnel com ar quente forçado, que seca sua superfície. Outras raízes e tubérculos, como cenoura, batata-doce, beterraba, inhame e a mandioquinha-salsa, também são lavados, mas não são secados.

Refrigeração

A refrigeração é uma alternativa de controle de doenças porque desfavorece o desenvolvimento de alguns patógenos e ao mesmo tempo reduz o metabolismo e mantém a resistência de produtos hortícolas (Lund, 1988). O armazenamento a 0°C ou 5°C associado ao uso de filmes plásticos apresentou um efeito altamente benéfico para a mandioquinha-salsa, reduzindo a deterioração e prolongando a vida útil das raízes (Czhrinciw & Jaffé, 1951; Câmara & Medina, 1983; Câmara, 1984; Casali *et al.*, 1988; Kimura & Cruz, 1989; Avelar Filho, 1989). A refrigeração reduz drasticamente a perda de matéria fresca e a transpiração das raízes de mandioquinha-salsa e mantém a cor e a aparência das raízes. As temperaturas ótimas para crescimento das erwinias pectolíticas e o desenvolvimento de podridão-mole são relativamente elevadas, sendo 27°C para *Eca*, 28-30°C para *Ecc* e 34-37°C para *Ech* (Pérombelon & Kelman, 1980; Lund, 1983), e as temperaturas mínimas são 3°C para *Eca* e 6°C para *Ecc* e *Ech*.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência de produtos químicos e outros compostos *in vitro* e *in vivo* e métodos envolvendo princípios físicos (refrigeração, água quente, secagem) no controle da podridão-mole ou "mela" das raízes de mandioquinha-salsa causada por *Erwinia* spp.

MATERIAL E MÉTODOS

Avaliação de produtos químicos *in vitro*

A ação de antibióticos e de outros produtos comerciais recomendados para desinfestação ou conservação de alimentos foi avaliada *in vitro* através de antibiogramas

pela deposição de discos de papel embebidos nas soluções dos produtos em placas de Petri com meio de cultura inoculados com células de *Ech* (Burr & Novelli, 1990; Mariano, 2000). Dois isolados de *Ech* (B11 e P31) foram cultivados em placas de Petri com meio 523 durante dois dias a 28°C. O inóculo foi preparado pela suspensão das células bacterianas em água destilada esterilizada em tubos de ensaio, agitação em aparelho “Vortex” e ajuste da concentração em espectrofotômetro (10^7 ufc/ml) de acordo com uma curva de calibração previamente elaborada. Com o auxílio de uma micropipeta, foram colocados em cada placa 200µl da suspensão de inóculo, espalhados uniformemente na superfície do meio com uma alça de vidro. Deixou-se secar a superfície do meio de cultura durante 30min e após foram colocados discos de papel de filtro (marca “Whatman”) com 0,5cm de diâmetro previamente embebidos em soluções aquosas dos seguintes princípios ativos e dosagem recomendada: cítrex, 10ml/l; amônio quaternário, 100ml/l; hipoclorito de sódio, 20ml/l; cloridrato de kasugamicina, 1ml/l; cloranfenicol, 0,5ml/l; oxitetraciclina, 3g/l; oxitetraciclina + estreptomicina, 3g/l; dióxido de cloro, 4ml/l; oxiclreto de cobre + cloreto básico de cobre, 2g/l; proteínas bioativas, 200mg/l; óxido cuproso, 2g/l. Cada tratamento teve três repetições (3 placas) com 4 discos de papel em cada uma, utilizando-se duas doses do produto, a recomendada nos respectivos rótulos e dez vezes mais concentrado. As placas foram incubadas a 28°C durante dois dias e a avaliação foi feita medindo-se o halo de inibição ao redor do disco de papel filtro embebido nos produtos.

Um segundo antibiograma foi feito com produtos “alternativos” ou não convencionais, de uso empírico ou indicação informal, com provável ação bacteriostática. Foram avaliados os seguintes produtos e doses: açúcar (10g/10ml), sal (5g/10ml), vinagre (10ml/10ml), calda (partes iguais de açúcar, vinagre e sal dos tratamentos anteriores), ácido acetil salicílico, 500mg/10ml); *Lactobacillus casei*, sem diluição; extrato de “dentes” de alho (*Allium sativum*), 11,7g/10ml; extrato de semente de sucupira branca (*Bowdichia virgilioides*), 5,8g/10ml; extrato de casca de romã (*Punica granatum*), 13,5g/10ml; extrato de raízes de gengibre (*Zingiber zingiber*, 2,5g/10ml); bicarbonato de sódio (1g/10ml); e óleo mineral (1ml/10ml), comparados com cloridrato de kasugamicina (1ml/l) e uma testemunha constituída por água esterilizada. Para todos os tratamentos foi feita uma diluição de 10^{-1} da dose descrita anteriormente. O método utilizado e as condições de execução do experimento foram as mesmas descritas anteriormente, sendo utilizado apenas um isolado de *Ech* (B11).

Avaliação de produtos químicos *in vivo*

O experimento foi conduzido em um galpão de beneficiamento de raízes de mandioquinha-salsa no Distrito do Turvo, em Tapiraí-SP. Após a lavagem no sistema de redes imersas em tanques com água durante 30min, foram escolhidas na mesa de seleção raízes de tamanho pequeno a médio (12-15cm de comprimento), sem sintomas aparentes de doenças, pragas ou lesões de injúria mecânica. Cada tratamento foi feito em 90 raízes, com três repetições (30 raízes/parcela), em um delineamento experimental completamente casualizado. Foram avaliados os seguintes princípios ativos: cítrex, 10ml/l; amônio quaternário, 100ml/l; hipoclorito de sódio, 20ml/l; cloridrato de kasugamicina, 1ml/l; cloranfenicol, 0,5ml/l; oxitetraciclina, 3g/l; oxitetraciclina + estreptomicina, 3g/l; dióxido de cloro, 4ml/l; oxiclreto de cobre + cloreto básico de cobre, 2g/l; proteínas bioativas, 200mg/l; óxido cuproso, 2g/l. Os tratamentos foram feitos em baldes plásticos com 10 litros de capacidade com a adição de três gotas de Tween 80. O tempo médio de duração da exposição das raízes aos produtos foi de 3-5 minutos, com exceção para dióxido de cloro e hipoclorito de sódio, especificado nos respectivos rótulos dos produtos como sendo 5 e 10 minutos.

Depois do tratamento, deixou-se escorrer o excesso d'água das raízes durante 10-15 minutos, como é feito usualmente nas beneficiadoras, acondicionando-se as raízes em sacos de plástico durante três dias a temperatura ambiente (22-27°C). A avaliação foi feita visualmente examinando-se diariamente cada uma das raízes individualmente, considerando-se como lesionada a raiz que apresentasse uma ou mais lesões de podridão-mole com mais de 0,5cm de diâmetro.

Tratamento térmico

O tratamento térmico pela imersão em água quente foi feito em baldes com 10 litros de capacidade, esquentando-se a água com aquecedor elétrico manual e agitando-se a água constantemente até atingir a temperatura desejada, medida por um termômetro digital. Foram avaliadas três temperaturas (45°C, 50°C e 54°C) combinadas com três períodos de duração do tratamento (2, 5 e 10 minutos), sendo os tratamentos testemunhas raízes molhadas em água a 23°C e raízes secadas naturalmente durante 4h em condição ambiente (23-26°C; 55-70%UR). As raízes foram adquiridas da CEAGESP, em São Paulo-SP, e transportadas em caixas "K" por caminhão até Brasília-DF. Cada tratamento teve três repetições (30 raízes/parcela) em um delineamento experimental

completamente casualizado. A incubação das raízes e a avaliação foram feitas da mesma maneira descrita anteriormente.

Secagem das raízes

Para avaliar o efeito da secagem das raízes após a lavação, foram feitos dez experimentos com cargas de diferentes procedências junto às beneficiadoras de Tapiraí-SP, comparando-se raízes sem lavar, raízes lavadas e raízes secadas. De cada carga, foi tomada uma amostra das raízes sem lavar diretamente dos contentores plásticos provenientes das lavouras, uma amostra de raízes lavadas da mesa de seleção, e uma terceira amostra de raízes lavadas e posteriormente secadas manualmente durante 5 minutos com um secador de cabelos (temperatura $52^{\circ}\text{C} \pm 4^{\circ}\text{C}$, ventilação média). Cada tratamento teve 90 raízes (30 raízes/parcela) tomadas ao acaso e acondicionadas em sacos plásticos fechados a $22-26^{\circ}\text{C}$, sendo avaliados diariamente durante três dias. Considerou-se como deterioradas as raízes que apresentavam pelo menos uma lesão de podridão-mole com diâmetro maior que 0,5cm, calculando-se a incidência (n° raízes doentes/ n° total raízes).

Comparação de métodos de controle

Foram comparados os produtos químicos e outros compostos mais promissores nos testes *in vitro* e *in vivo* com os tratamentos dos outros métodos (secagem, imersão em água quente) e os produtos eventualmente usados pelos beneficiadores. O experimento foi conduzido em uma beneficiadora do Distrito do Turvo, Tapiraí-SP, em um delineamento experimental completamente casualizado, com três repetições por tratamento (30 raízes/parcela). Foram comparados os seguintes tratamentos: cloridrato de kasugamicina, 1ml/l; cloranfenicol, 0,5ml/l; oxitetraciclina + estreptomicina, 3g/l; oxitetraciclina, 3g/l; hipoclorito de sódio, 20ml/l; extrato de alho (100g/l), secagem das raízes (52°C por 5min), imersão em água quente (42°C por 5min), e raízes lavadas e sem lavar (testemunhas). Após os tratamentos, acondicionou-se as raízes em sacos plásticos durante três dias à temperatura ambiente ($22-27^{\circ}\text{C}$). A avaliação foi feita visualmente examinando-se diariamente cada uma das raízes individualmente, considerando-se como lesionada a raiz que apresentasse uma ou mais lesões de podridão-mole com mais de 0,5cm de diâmetro.

Refrigeração

Foram adquiridas raízes de mandioquinha-salsa da CEAGESP, lavadas e transportadas em caixas “K” em caminhões até Brasília-DF. No laboratório de Pós-

Colheita da Embrapa Hortaliças, as raízes foram separadas em lotes homogêneos em relação ao tamanho (12-15 cm comprimento, 3-4cm de diâmetro) e aparência (ausência de lesões por doenças). As raízes foram acondicionadas em sacos de plástico fechados e armazenadas em câmaras frigoríficas mantidas em três temperaturas (5°C, 15°C e 25°C, $\pm 2^\circ\text{C}$), em um experimento conduzido com delineamento casualizado com quatro repetições/tratamento (com 25 raízes/parcela). As avaliações foram feitas diariamente durante seis dias examinando-se individualmente as raízes. Considerou-se como deterioradas as raízes que apresentavam pelo menos uma lesão de podridão-mole com diâmetro maior que 0,5cm, calculando-se a incidência (n° raízes doentes/ n° total raízes).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Avaliação de produtos químicos *in vitro*

Houve diferença significativa entre os produtos avaliados na inibição do crescimento *in vitro* dos isolados B11 e P31 de *Ech* (Tabela 4.1). Os produtos que apresentaram maior efeito nas duas concentrações avaliadas e para os dois isolados foram oxitetraciclina e oxitetraciclina + estreptomicina, diferindo significativamente entre si e dos demais tratamentos. Os halos de inibição variaram de 2,17 a 3,92cm para o isolado B11 e de 1,27 a 2,92cm para o isolado P31, sendo maior na dose mais alta (Tabela 4.1). Os produtos amônio quaternário, hipoclorito de sódio e cloranfenicol apresentaram halos de inibição variando de 0,95 a 2,42cm para os dois isolados na dose mais elevada (dez vezes); para dióxido de cloro o halo de inibição (=2,07cm) foi maior apenas na maior concentração (dez vezes) e somente para o isolado B11. Os produtos citrex e cloridrato de kasugamicina apresentaram baixo efeito inibidor nas duas concentrações avaliadas e oxiclreto de cobre + cloreto básico de cobre, proteínas bioativas e óxido cuproso não diferiram da testemunha nas duas concentrações avaliadas, sem nenhum efeito inibitório. Para o isolado *Ech* B11, caracterizado anteriormente como sendo de alta virulência, o aumento da concentração da dose recomendada nominalmente nos rótulos dos produtos em dez vezes incrementou em 3,1-3,7 vezes o halo de inibição de cloranfenicol e dióxido de cloro, e 1,2-1,8 vezes para os demais produtos.

De um modo geral, o isolado de virulência intermediária *Ech* P31 apresentou menores halos de inibição. Em alguns dos galpões de beneficiamento do estado de São Paulo eventualmente são usados produtos químicos após a lavagem das raízes de mandioquinha-salsa, mesmo sem nenhuma recomendação oficial ou avaliação de sua

efetividade. Entre estes, cloridrato de kasugamicina, oxiclreto de cobre + cloreto básico de cobre e óxido cuproso apresentaram baixa eficiência *in vitro* na inibição do crescimento de dois isolados de *Ech*, enquanto cloranfenicol apresentou maior efeito para um dos isolados e na maior concentração (Tabela 4.1).

Resultados semelhantes *in vitro* foram obtidos por Nijishima (1997) para *Ralstonia solanacearum*, onde oxitetraciclina e oxitetraciclina + estreptomicina foram os produtos que apresentaram maior inibição do crescimento; cloranfenicol apresentou efeito intermediário, e o cloridrato de kasugamicina não diferiu da testemunha. Aparentemente, *Erwinia chrysanthemi* e *Ralstonia solanacearum* são mais sensíveis a antibióticos do grupo das tetraciclinas, considerando-se os produtos e as concentrações avaliados.

Um segundo antibiograma foi feito com extratos vegetais e outros produtos com provável ação bacteriostática e uso empírico (Tabela 4.2). O extrato de “dentes” de alho (11,7g de alho/10ml água) foi o melhor tratamento nas duas concentrações avaliadas, diferindo estatisticamente dos demais produtos e da testemunha. Bicarbonato de sódio, *Lactobacillus casei*, extrato de semente de sucupira, extrato de raízes de gengibre e de casca de frutos de romã não apresentaram nenhum efeito inibitório do crescimento *in vitro* de *Ech* nas concentrações usadas, não diferindo da testemunha. Os demais produtos (ácido acetil salicílico, cloridrato de kasugamicina, óleo mineral, açúcar, vinagre, sal e “calda” - uma combinação destes três últimos ingredientes) apresentaram halos de inibição variando de 0,50 a 0,70cm, não diferindo estatisticamente entre si nas duas concentrações.

A avaliação *in vitro* é uma técnica simples e útil na seleção de diferentes produtos com ação bacteriostática, sendo possível avaliar um grande número de produtos. Este tipo de avaliação é muito útil para a mandioquinha-salsa pelas dificuldades em simular as condições reais dos galpões de beneficiamento de São Paulo e também pelo alto custo das raízes. Entretanto, deve-se levar em consideração que a antibiose *in vitro* não indica necessariamente que o controle a campo será efetivo (Norelli & Gilpatrick, 1982), e vice versa. Por esta razão, os produtos e tratamentos mais promissores (oxitetraciclina, oxitetraciclina + estreptomicina, extrato de alho) e aqueles eventualmente usados pelos beneficiadores de São Paulo (cloridrato de kasugamicina, cloranfenicol, hipoclorito de sódio) foram também avaliados em experimentos de controle químico *in vivo*.

Avaliação de produtos químicos *in vivo*

Cloranfenicol, hipoclorito de sódio, cloridrato de kasugamicina, oxitetraciclina, oxitetraciclina + estreptomicina foram os produtos que apresentaram redução na incidência de deterioração, diferindo estatisticamente da testemunha lavada (dados não apresentados); no segundo ensaio a calda preparada com açúcar (40,3%) foi o único tratamento que diferiu da testemunha (51,6%). Os demais produtos não reduziram a incidência de deterioração, sem diferença estatística da testemunha. A calda preparada com açúcar alterou a cor e a aparência das raízes e por esta razão foi desconsiderada para uma avaliação posterior. Cloridrato de kasugamicina têm sido muito usado no Brasil no controle de doenças causadas por *Erwinia*, como a canela-preta de batata e tomate e a podridão-mole de batata e cenoura, apresentando como principal vantagem um prazo de carência de apenas dois dias (Agrofit, 2001). A campo o produto foi considerado o mais eficiente no controle da canela-preta do tomateiro cv. Rio Grande (Lourenço *et al.*, 1997), na concentração de 7,5ml/100L, e na canela-preta da batata cv. Bintje associado com oxiclureto de cobre (Hassuiki *et al.*, 1997). Os demais produtos diferiram da testemunha mas apresentam uma série de limitações de uso em mandioquinha-salsa, principalmente a falta de registro no Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento.

Tratamento térmico

Não houve interação significativa entre temperatura e o tempo de tratamento, embora tenha sido observada menor incidência na menor temperatura (60,0% de incidência a 45°C) e no menor tempo de exposição (55,9% de incidência nas raízes tratadas por dois minutos). As raízes secadas em condição ambiente apresentaram 18,9% de incidência de podridão-mole após três dias, diferindo estatisticamente da testemunha com as raízes molhadas que apresentou 52,5%. Com exceção do tratamento a 45°C durante dois minutos (45,2% de incidência), todos os demais apresentaram aumento na incidência da “mela” em relação à testemunha molhada, variando de 55,5 a 78,8%.

Em raízes de mandioquinha-salsa não foi observado o mesmo efeito benéfico do tratamento térmico relatado para o controle de fungos causando doenças de pós-colheita em algumas frutas (Wills *et al.*, 1998). O objetivo do uso do tratamento térmico em batata visa basicamente o controle de *Erwinia* em tubérculos usados como semente, com indicações variando de 44,5°C a 55°C por períodos de tempo variando de 5 a 30 minutos (Mackay & Shipton, 1983; Wale & Robinson, 1986). O tratamento térmico nas

temperaturas mais elevadas e nos períodos de tempo mais prolongados afetou a aparência das raízes, deixando-as com um amarelo mais forte, com aspecto “cozido”. As raízes também apresentam diferenças muito grandes em relação aos tubérculos de batata, principalmente por ser um produto mais delicado, com epiderme mais fina. O uso de água quente apresenta como desvantagens a necessidade de tratamentos adicionais, como resfriamento e/ou secagem das raízes, além de ser um processo relativamente demorado e necessitar um equipamento preciso no controle da temperatura da água.

Secagem das raízes

Houve diferença significativa na deterioração entre as raízes não lavadas, secadas e somente lavadas. O processo de lavagem aumentou significativamente a probabilidade de incidência de deterioração das raízes três dias após incubação em câmara úmida nas dez cargas distintas, variando de 41,2 a 95,8% nas raízes lavadas, enquanto as raízes sem lavar apresentaram 2,2% a 16,7% de deterioração (Figura 4.1). O processo de secagem das raízes reduziu significativamente a incidência de deterioração, variando de 21,5% a 75,4%, e é uma alternativa para a redução da podridão-mole causada por *Erwinia*. Nas raízes sem lavar, a deterioração causada por *Erwinia* em geral estava associada com lesões de injúria mecânica (abrasões, cortes, rachaduras e quebras) e a ocorrência simultânea com fungos, principalmente *Rhizopus*. Assim como ocorre para outras raízes e tubérculos de hortaliças, a lavagem é fundamental para a comercialização da mandioquinha-salsa porque valoriza sua aparência e o consumidor pode visualizar melhor o produto no momento da compra. Evitar este processo de limpeza, como sugerido por Câmara (1984), não é factível no mercado atual, apesar dos benefícios diretos na preservação das raízes. No Brasil, a escovação da batata é adotada quando os tubérculos são cultivados em solo arenoso ou de textura leve, ou ainda quando apresentam lesões que afetam sua aparência, como as causadas pela sarna-comum (*Streptomyces scabies*) que desvaloriza comercialmente o produto. A escovação não é adequada para as raízes de mandioquinha-salsa por conta de sua epiderme delicada e do tipo de solo argiloso em que geralmente é cultivado. A secagem apresenta como desvantagem uma pequena alteração na coloração das raízes das cultivares amarelas (“Amarela Comum” ou “Amarela de Carandai” e “Amarela de Senador Amaral”), que perdem seu brilho característico.

No atual sistema de beneficiamento, as raízes depois de lavadas são colocadas em mesas de seleção onde somente o excesso de água escorre pelas frestas, e em menos de

30 minutos são embaladas em caixas de madeira, sem tempo para uma secagem natural das raízes. A manutenção da umidade na superfície da raiz ressalta a cor amarela característica do produto e tem melhor cotação de preço no mercado, e na maior parte dos casos os beneficiadores não associam a incidência da “mela” com o molhamento das raízes. Além disto, não existem equipamentos adequados para a secagem de mandioquinha-salsa no mercado, somente para batata, mesmo porque o sistema de beneficiamento e as máquinas de lavar foram desenvolvidas empiricamente na própria região.

A secagem natural ao ar e a prevenção do molhamento da superfície dos tubérculos foi o meio mais eficiente para reduzir perdas por deterioração causadas por *Ecc* em batata (Bartz & Kelman, 1986), mas o método tem algumas limitações como uma prática de controle. A secagem não é eficiente quando os tubérculos apresentam alta incidência de injúrias mecânicas e as lenticelas foram infiltradas com células de erwinias pectolíticas (Bartz & Kelman, 1984). A secagem também é ineficiente em batata quando ocorre condensação de água após o processo, que pode ocorrer em tubérculos embalados em sacos de plástico fechados, em tubérculos retirados de câmara fria e transferidos para uma temperatura mais alta ou no caso de ocorrer pequenas flutuações de temperatura em ambientes com alta umidade relativa (Lund, 1982). A manutenção de um filme contínuo d’água sobre a superfície de tubérculos de batata mantidos a 22°C resultou na depleção de oxigênio em seu interior em 2h30min (Burton & Wigginton, 1970).

A grande variação observada na incidência da podridão-mole nas raízes lavadas (41,2% a 95,8%) e secadas (21,5% a 75,4%) está relacionada com a contaminação natural das raízes e a infiltração das células bacterianas durante a imersão em água no processo de lavação, como demonstrado em tubérculos de batata (Bartz & Kelman, 1984) e frutos de tomate (Bartz, 1982). Ao contrário do que observou-se em batata (Bartz & Kelman, 1984), as injúrias mecânicas nas raízes de mandioquinha-salsa parecem ser secundárias na ocorrência da podridão-mole. A incidência de ferimentos nas fases que antecedem o beneficiamento e durante o processo de lavação é baixa, de acordo com dados obtidos nas lavadoras do interior paulista.

Comparação de métodos de controle

O melhor tratamento foi deixar as raízes sem lavar, que apresentou apenas 2,7% de incidência de podridão-mole aos três dias de incubação (Tabela 4.4). O tratamento

com oxitetraciclina reduziu a incidência da deterioração das raízes para apenas 18,3% aos três dias de incubação (Tabela 4.4), em contraste com 94,8% da testemunha. Cloranfenicol, hipoclorito de sódio e o processo de secagem apresentaram efeito semelhante (deterioração entre 51,3% e 59,3%) não diferindo estatisticamente entre si. O antibiótico oxitetraciclina está registrado no MAPA para o controle de *Erwinia* em batata-semente, *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* em tomate e pimentão e *Clavibacter michiganensis* em tomate, com período de carência de sete dias para todos estes casos (Agrofit, 2001). O seu uso em mandioquinha-salsa depende de avaliações adicionais, estudos do efeito residual nas raízes e definição de um prazo de carência seguro, e registro no MAPA e demais órgãos competentes. Considerando-se o prazo já determinado para outras hortaliças, o produto é inadequado para uso no atual sistema de manuseio pós-colheita devido ao curto espaço de tempo transcorrido entre a lavagem e o consumo, bem menor que os sete dias preconizados para o produto.

A incidência da podridão-mole causada por *Erwinia* nas raízes de mandioquinha-salsa está diretamente relacionada ao processo de lavagem e a manutenção das raízes úmidas em temperaturas acima de 20°C na fase de pós-colheita. O uso de antibióticos como tratamento pós-colheita para a mandioquinha-salsa é proibido porque não existe registro oficial no MAPA para uso na cultura. Uma das principais razões para que esta proibição seja mantida é a constatação de que o produto é consumido *in natura*, em curto espaço de tempo e maior parte dos produtos químicos têm prazos de carência variando de 2 a 7 dias. O tempo transcorrido entre o beneficiamento e o consumo das raízes situa-se entre 1 a 4 dias, considerando-se a comercialização (venda no atacado e varejo) e o armazenamento doméstico em geladeiras.

Refrigeração

A refrigeração teve efeito significativo na incidência de podridão-mole nas raízes a partir do primeiro dia de armazenamento. Na temperatura mais baixa (5°C) as raízes apresentaram somente 4% de deterioração aos seis dias de armazenamento. As raízes mantidas a 25°C apresentaram uma rápida progressão de deterioração, alcançando 15% no primeiro dia de avaliação, 44% no segundo e 68% no terceiro (Figura 4.2). Após seis dias de armazenamento, as raízes mantidas a 15°C apresentaram 24% de deterioração, enquanto aquelas mantidas a 25°C alcançaram 98%. A refrigeração é recomendada para produtos hortícolas porque retarda a maturação e as alterações na textura, resistência mecânica e coloração; reduz o processo de respiração e outras alterações metabólicas

indesejadas; diminui a perda de matéria fresca; e reduz a deterioração causada por fungos e bactérias (Hardenburg *et al.*, 1990; Wills *et al.*, 1998). O efeito benéfico de baixas temperaturas na conservação de raízes de mandioquinha-salsa já foi demonstrado em alguns trabalhos (Czhrinciw & Jaffé, 1951; Câmara, 1984; Casali *et al.*, 1988; Kimura & Cruz, 1989; Avelar Filho, 1989), principalmente quando associado ao uso de embalagens de plástico, que previnem lesões de injúria por frio (“chilling”) nas raízes quando conservadas a 0°C e 5°C por quatro semanas (Câmara, 1984).

Além de reduzir a perda de matéria fresca e manter a boa aparência do produto, o armazenamento refrigerado de raízes de mandioquinha-salsa em embalagens de plástico em temperaturas variando de 0 a 5°C pode reduzir substancialmente a incidência da deterioração causada por *Erwinia*. As erwinias pectolíticas mais importantes envolvidas na podridão-mole de raízes de mandioquinha-salsa no Brasil são *Ecc* e *Ech*, cujas temperaturas ótimas de desenvolvimento são respectivamente 28-30°C e 34-37°C, e a temperatura mínima para crescimento de ambas é 6°C (Pérombelon & Kelman, 1980; Lund, 1983). Para a batata, temperaturas mais baixas restringem o desenvolvimento da podridão-mole, e o processo de refrigeração ajuda a secar a superfície dos tubérculos (Cromarty & Easton, 1973; Bartz & Kelman, 1964). De acordo com Pérombelon (1988), a temperatura é o principal fator que afeta a virulência relativa das bactérias causadoras de podridão-mole, o que explica a grande incidência de deterioração nas raízes mantidas a 25°C.

Os melhores tratamentos foram a secagem das raízes (a 52°C durante 5min), a refrigeração (temperatura ideal entre 1-5°C durante 7-10 dias) associada ao uso de filmes plásticos. O manuseio ideal para a mandioquinha-salsa deve associar a secagem das raízes após a lavagem e a adoção da cadeia de frio em todas as fases de pós-colheita (beneficiamento, comercialização, consumidor). O desconhecimento de técnicas básicas de pós-colheita e os altos custos de equipamentos, energia elétrica e combustíveis são os principais entraves para a adoção de tecnologias que poderiam reduzir significativamente as perdas por deterioração. Atualmente, a venda da mandioquinha-salsa embalada em bandejas de isopor envoltas em filmes de PVC (0,4-0,6kg) em balcões refrigerados é restrita a alguns estabelecimentos de varejo (supermercados, quitandas e “sacolões”) localizados em áreas de população com maior poder aquisitivo. A maior parte do produto é comercializada a granel, exposta em gôndolas em temperatura ambiente, onde o consumidor seleciona as raízes e define a quantidade a ser comprada. Nesta condição

de venda as raízes têm uma vida útil de no máximo 2-3 dias porque apresentam simultaneamente sintomas de desidratação devido à rápida perda de matéria fresca, escurecimento de lesões mecânicas, e podridões causadas principalmente por *Erwinia* ou fungos como *Rhizopus*, *Fusarium* e *Geotrichum*.

Além de possíveis modificações no sistema de manuseio pós-colheita de raízes de mandioquinha-salsa, outros métodos de controle devem ser melhor estudados, como o uso de bactérias antagonistas e o processo de cura. Apesar de existirem alguns relatos de controle biológico de erwinias pectolíticas em hortaliças, a sua adoção efetiva como método de manejo da doença deve ser levada em consideração no atual sistema de manuseio pós-colheita. Além da questão de custos, o tratamento deve ser rápido e prático, e não depender de equipamentos especiais. A irradiação com cobalto 60 foi avaliada como método de controle da podridão-mole em raízes embaladas em sacos plásticos no Centro de Energia Nuclear na Agricultura-CENA, em Piracicaba-SP, mas não foi eficiente nas doses avaliadas e não diferiu da testemunha mantida sob refrigeração. Este tipo de tratamento poderia ser considerado no caso do produto ser transportado a grandes distâncias ou eventualmente exportado, mas provavelmente seu custo, disponibilidade do equipamento e reação do público consumidor não justificam seu uso. Um experimento preliminar com cura de fatias transversais de raízes de mandioquinha-salsa mantidas a 5°C, 9°C, 14°C e 18°C e 98-100% de umidade relativa e inoculadas depois de 24h, 48h e 72h com *Ech* demonstrou que nas temperaturas mais altas (14°C e 18°C) começa haver a formação de súber na superfície das raízes a partir do segundo dia, evidenciada pela reação de resistência a bactéria. São necessários estudos adicionais para determinar-se a combinação ideal entre temperatura, umidade relativa e período de tempo necessários para a otimização do processo de suberização, uma vez que para outras raízes e tubérculos de hortaliças estas condições são também extremamente favoráveis ao desenvolvimento de podridões-moles (temperaturas e umidade relativa altas).

Uma outra alternativa de controle pode ser a identificação de cultivares ou genótipos de mandioquinha-salsa com níveis mais altos de tolerância ou menor grau de suscetibilidade às erwinias pectolíticas. Entre todas as medidas de controle atualmente disponíveis, as mais simples e eficientes são a secagem das raízes e o uso da refrigeração, associados com embalagens de papelão ou o acondicionamento das raízes em embalagens plásticas.

CONCLUSÕES

- os princípios ativos oxitetraciclina e oxitetraciclina + estreptomicina e o extrato de alho apresentaram maior halo de inibição a *Ech in vitro*;
- o sistema de lavação aumenta a incidência de podridão-mole em raízes de mandioquinha-salsa, sendo de 41,2-95,8% em raízes lavadas, 21,4%-75,6% em raízes secadas e 2,2%-16,7% em raízes sem lavar originárias de dez cargas;
- o tratamento térmico (temperatura de 45°C, 50°C e 54°C combinados com períodos de imersão de 2, 5 e 10 minutos) não foi eficiente na redução da incidência da podridão-mole das raízes de mandioquinha-salsa;
- oxitetraciclina foi o princípio ativo que apresentou maior redução na incidência da podridão-mole da raízes de mandioquinha-salsa, mas causou efeito fitotóxico nas raízes e não é registrado para a cultura no MAPA;
- a refrigeração (5°C) e a secagem das raízes foram considerados os tratamentos mais adequados para a redução da incidência da podridão-mole em mandioquinha-salsa.

AGRADECIMENTOS

A realização deste trabalho só foi possível graças à colaboração dos proprietário de beneficiadoras do Distrito do Turvo, Tapiraí-SP; dos atacadistas Irmãos Senaga Ltda e Comercial Sudeste Ltda., na CEAGESP, em São Paulo-SP; da equipe de agrônomos técnicos chefiados pela Dra. Anita Gutierrez na CEAGESP, São Paulo-SP; do atacadista Ki-Frutt Ltda., CEASA-DF, Brasília-DF; e da equipe de funcionários dos laboratórios de Fitopatologia e Pós-Colheita da Embrapa Hortaliças. A todos os meus mais sincero agradecimentos por todo apoio e ajuda.

LITERATURA CITADA

- ABREU JÚNIOR, H. **Práticas alternativas de controle de pragas e doenças na agricultura - coletânea de receitas**. Campinas: EMOPI, 1998. 112p.
- AGRIOS, G.N. **Plant pathology**, 4th ed. San Diego: Academic Press, 1997. 635p.
- AGROFIT. **Agrofit on line**. Departamento de Defesa e Inspeção Vegetal. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Disponível em <http://www.agricultura.gov.br/agrofit>. Consultado em 20/05/2001.
- AVELAR FILHO, J.A. **Estudo da conservação pós-colheita da mandioquinha-salsa (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft)**. Viçosa: UFV, 1989. 42p. Tese Mestrado.
- AVELAR FILHO, J.A. Manejo pós-colheita de mandioquinha-salsa. **Informe Agropecuário**, v.19, n.190, p.55-56, 1997.

- BAIN, R.A.; PÉROMBELON, M.C.M. Methods of testing potato cultivars for resistance to soft rot of tubers caused by *Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica*. **Plant Pathology**, v.37, p. 431-437, 1988.
- BARRADAS, C.I.N.; SOARES, J.A. Estudos sobre o controle de podridão-mole da cabeça de couve-flor (*Brassica oleracea* var. *botrytis*) causadas por *Erwinia carotovora*. **Revista de Olericultura**, v.16, p.108-110, 1976.
- BARTZ, J.A. Infiltration of tomatoes immersed at different temperatures to different depths in suspensions of *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*. **Plant Disease**, v.66, n.4, p.302-306, 1982.
- BARTZ, J.A.; KELMAN, A. Infiltration of lenticels of potato tubers by *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* under hydrostatic pressure in relation to bacterial soft rot. **Plant Disease**, v.69, n.1, p.69-74, 1985.
- BARTZ, J.A.; KELMAN, A. Effect of air-drying on soft rot potential of potato tubers inoculated by immersion in suspensions of *Erwinia carotovora*. **Plant Disease**, v.69, n.2, p.128-131, 1985.
- BARTZ, J.A.; KELMAN, A. Reducing the potential for bacterial soft rot in potato tubers by chemical treatments and drying. **American Potato Journal**, v.63, p.481-493, 1986.
- BURG, I.C.; MAYER, P.H. **Manual de alternativas ecológicas para a prevenção de pragas e doenças**. Francisco Beltrão-PR: ASSESOAR, 153p. 1999.
- BURR, T.J. Future development of chemical and biological controls for bacterial diseases of plants. In: DE BOER, S.H. (ed.). **Plant pathogenic bacteria – Proceedings of the 10th International Conference on Plant Pathogenic Bacteria**, Charlottetown, Prince Edward Island, Canada, July 23-27, 2000. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2001. p.19-23.
- BURR, T.J.; NORELLI, J.L. Antibiotics. In: KLEMENT, Z.; RUDOLPH, K.; SANDS, D.C. (ed.). **Methods in phyto bacteriology**. Budapest: Akademiai Kiado, 1990. p.327-331.
- BURTON, W.G.; WIGGINTON, M.J. The effect of a film of water upon the oxygen status of a potato tuber. **Potato Research**, v.13, p.150-156, 1970.
- CÂMARA, F.L.A. Manejo pós-colheita de mandioquinha-salsa. **Informe Agropecuário**, v.10, n.120, p.70-72, 1984.
- CHO, J.J. Control of soft rot of crisphead type lettuce in Hawaii. **Plant Disease Reporter**, v.61, n.9, p.783-787, 1977.
- CLARK, C.A. Postharvest diseases of sweet-potatoes and their control. **Postharvest News and Information**, v.3, n.4, p.75N-79N, 1992.
- CLARK, C.A.; PAGE, C.S. Screening for sweet potato storage root reaction to *Erwinia chrysanthemi*. **Phytopathology**, v.77, n.12, p.1212, 1987.
- CROMARTY, R.W.; EASTON, G.D. The incidence of decay and factors affecting bacterial soft rot of potatoes. **American Potato Journal**, v.50, p.398-407, 1973.
- CZHRINCIW, N.; JAFFÉ, W. Modificaciones químicas durante la conservación de raíces y tubérculos. **Archivos Venezolanos de Nutrición**, v.2, n.1, p.49-67, 1951.
- DE BOER, S.H. Soft rots. In: MALOY, O.C.; MURRAY, T.D. **Encyclopedia of plant pathology – vol.2**. New York: John Wiley, 2001. p.928-930.
- DE BOER, S.H.; KELMAN, A. Influence of oxygen concentration and storage factors on susceptibility of potato tubers to bacterial soft rot (*Erwinia carotovora*). **Potato Research**, v.21, p.65-74, 1978.
- ELPHINSTONE, J. Methods of control of *Erwinia* diseases of the potato. In: CIP. **Bacterial diseases of the potato – Report of the Planning Conference on Bacterial Diseases of the Potato**. Lima: CIP, 1988. p.187-192.
- GOMIDE, A.F.; ROMEIRO, R.S. Levantamento de doenças bacterianas em hortaliças na região do cinturão verde de Belo Horizonte. **Fitopatologia Brasileira**, v.17, 47-52, 1992.
- HARDENBURG, R.E.; WATADA, A.E.; WANG, C.Y. **The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks**. Washington: USDA, 1986. 130p. (Agriculture Handbook, 66 - revised).

- HASSUIKE, J.T.; GIANASI, L.; LOURENÇO, S.A.; FERNANDES, N.; BERGAMIN FILHO, A. Efeito da kasugamicina + oxicloreto de cobre sobre a canela preta da batateira. **Fitopatologia Brasileira**, v.22 (suplemento), p.235, 1997. Resumo.
- HENZ, G.P.; LOPES, C.A.; SANTOS, F.F. Postharvest diseases of Peruvian carrot (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft). In: Symposium of the International Society for Tropical Root Crops, 10., 1994, Salvador-BA. Abstracts... Salvador: ISTRC, 1994. p.65.
- HENZ, G.P.; SANTOS, F.F.; SANTOS, R.F. Deterioração pós-colheita de mandioquinha-salsa. **Horticultura Brasileira**, v.9, v.1, p.16-18, 1991.
- JABUONSKI, R.E.; TAKATSU, A.; REIFSCHNEIDER, F.J.B. Levantamento e identificação de espécies de *Erwinia* de diferentes plantas hospedeiras e regiões do Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, v.11, n.1, p.185-195, 1986.
- JOBLING, J. Essential oils: a new idea for postharvest disease control. Sydney Postharvest Laboratory Information Sheet. Disponível em www.postharvest.com.au. Consultado em 15/07/2001. 3p.
- KIMURA, S.; CRUZ, R. Uso de filmes plásticos na conservação de mandioquinha-salsa (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PÓS-COLHEITA, 2., 1989, São Paulo, SP. **Trabalhos Técnicos...** São Paulo, 1989. p.15. Resumos.
- LAGO, F.C.P.; ANDRADE, D.E.G.; MARIANO, R.L.R. Efeito de fungicidas e bactericidas sobre o crescimento *in vitro* de bactérias fitopatogênicas. **Fitopatologia Brasileira**, v.18, p.293, 1993. Resumo.
- LEWIS, B.G.; GARROD, B. Carrots. In: DENNIS, C. (ed.). **Post-harvest pathology of fruits and vegetables**. London: Academic Press, 1983. p.103-124.
- LOPES, C.A.; HENZ, G.P. Podridões-moles das hortaliças causadas por bactérias. Brasília: Embrapa CNPH, 1998. (Embrapa CNPH. Comunicado Técnico da Embrapa Hortaliças, 8).
- LOPES, C.A.; QUEZADO-SOARES, A.M. Doenças bacterianas das hortaliças: diagnose e controle. Brasília: Embrapa-CNPH/Embrapa-SPI, 1997. 70p.
- LOURENÇO, S.A.; GIANASI, L.; HASSUIKE, J.T.; FERNANDES, N.; BERGAMIN FILHO, A. Controle químico da canela preta do tomateiro. **Fitopatologia Brasileira**, v.22 (suplemento), p.235, 1997. Resumo.
- LUND, B.M. Bacterial spoilage. In: DENNIS, C. (ed.). **Post-harvest pathology of fruits and vegetables**. London: Academic Press, 1983. p.218-264.
- LUZ, F.J.F. Plantas medicinais de uso popular em Boa Vista, Roraima, Brasil. **Horticultura Brasileira**, v.19, n.1, p.88-96, 2001.
- MACKAY, J.M.; SHIPTON, P.J. Heat of seed tubers for control of potato blackleg (*Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica*) and other diseases. **Plant Pathology**, v.32, p.385-393, 1983.
- MARIANO, R.L.R. **Manual de práticas em fitobacteriologia**. Recife: UFRPE, 2000. 171p.
- McGUIRE, R.G.; KELMAN, A. Reduced severity of *Erwinia* soft rot in potato tubers with increased calcium content. **Phytopathology**, v.74, p.1250-1256, 1984.
- MELO, R.A.G.; MARIANO, R.L.R.; MICHEREFF, S.J. MENEZES, M.; COELHO, R.S.B. Controle biológico da podridão-mole do pimentão (*Capsicum annuum*) causada por *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*. **Summa Phytopathologica**, v.21, n.3/4, p.206-212, 1995.
- MICHEREFF, S.J.; MARIANO, R.L.R. Gênero *Erwinia* no Brasil. **Summa Phytopathologica**, v.19, n.3-4, p.137-144, 1993.
- NARITA, N.; KUROZAWA, C. Controle químico da canela preta da batateira. **Summa Phytopathologica**, v.17, n.1, p.11, 1991.
- NISHIJIMA, M.L. Efeito de antibacterianos no controle de *Ralstonia solanacearum* em tomateiro. Brasília: Universidade de Brasília, 1997. 83p. Tese de Mestrado.
- NORELLI, J.L.; GILPATRICK, J.D. Techniques for screening chemicals for fire blight control. **Plant Disease**, v.66, p.1162-1165, 1982.

- PARENT, J.G.; LACROIX, M.; PAGÉ, D.; VÉZINA, L. Identification of *Erwinia carotovora* from soft rot diseased plants by random amplified polymorphic DNA (RAPD) analysis. **Plant Disease**, v.80, n.5, p.494-499, 1996.
- PARENTE, P.M.G.; MARQUES, A. S. dos A. Suscetibilidade a antibióticos *in vitro* de *Xanthomonas campestris* pv. *arracaciae* e *Erwinia carotovora* isoladas de batata-baroa (*Arracacia xanthorrhiza*). **Fitopatologia Brasileira**, v.15, n.2, p.132, 1990. Resumo.
- PÉROMBELON, M.C.M. Ecology of erwinias causing stem and tuber diseases. In: CIP. **Bacterial diseases of the potato - report of the planning conference on bacterial diseases of the potato**. Lima: CIP, 1988. p.143-177.
- PÉROMBELON, M.C.M.; KELMAN, A. Ecology of the soft rot erwinias. **Annual Review of Phytopathology**, v.18, p.361-387, 1980.
- PÉROMBELON, M.C.M.; LOWE, R. Studies on the initiation of bacterial soft rot in potato tubers. **Potato Research**, v.18, p.64-69, 1975.
- REDDY BHASKARA, M.V.; ANGERS, P.; GOSSELIN, A.; ARUL, J. Characterization and use of essential oils from *Thymus vulgaris* against *Botrytis cinerea* and *Rhizopus stolonifer* in strawberry fruits. **Phytochemistry**, v.47, n.8, p.1515-1520, 1997.
- REIFSCHNEIDER, F.J.B.; LOPES, C.A. Tratamento de sementes de hortaliças para o controle de doenças. Brasília: CNPH/Embrapa, 1982. 5p. (EMBRAPA-CNPH. Instruções Técnicas, 3).
- ROBBS, C.F. O emprego de estreptomicina no controle de algumas bacterioses de hortaliças. **Olericultura**, v.2, p.176-179, 1963.
- ROBBS, C.F. Tratamento de tubérculos de batatinha (*Solanum tuberosum* L.) com estreptomicina visando o controle de doenças bacterianas. In: ROBBS, C.F. (ed.). **Bactérias fitopatogênicas no Brasil**. Itaguaí: IER/Universidade Rural, 1959. p.39-41. (Série Divulgação de Pesquisa, 2).
- ROBINSON, K.; FOSTER, G. Control of potato blackleg by tuber pasteurisation: the determination of time-temperature combinations for the inactivation of pectolytic erwinia. **Potato Research**, v.30, p.121-125, 1987.
- ROBINSON, R.S.; STARKEY, R.L.; DAVIDSON, O.W. Control of bacterial wilt of chrysanthemums with streptomycin. **Phytopathology**, v.44, p.646-650, 1954.
- ROMEIRO, R.S. **Bactérias fitopatogênicas**. Viçosa: UFV, 1995. 283p.
- ROMEIRO, R.S.; SOUSA, R.M.; MUCHOVEJ, J.J.; KIMURA, O. Soft rot of Peruvian carrot due to *Erwinia carotovora* in Brazil. **Plant Pathology**, v.37, p.300-302, 1988.
- RUDOLPH, K.; ROY, M.A.; SASSER, M.; STEAD, D.E.; DAVIS, M.; SWINGS, J.; GOSSELE, F. Isolation of bacteria. In: KLEMENT, Z.; RUDOLPH, K.; SANDS, D.C. (ed.). **Methods in phytobacteriology**. Budapest: Akademiai Kiado, 1990. p.43-94.
- SANTOS, F.F.; CARMO, C.A.S. (eds.). **Mandioquinha-salsa - manejo cultural**. Brasília: Embrapa-SPI/Embrapa Hortaliças, 1998. 79p.
- SCHAAD, N.W.; BRENNER, D. A bacterial wilt and root rot of sweet potato caused by *Erwinia chrysanthemi*. **Phytopathology**, v.67, n.3, p.302, 1977.
- SEKIZAWA, Y.; WAKABAYASHI, K. Bactericides. In: KLEMENT, Z.; RUDOLPH, K.; SANDS, D.C. (ed.). **Methods in phytobacteriology**. Budapest: Akademiai Kiado, 1990. p.319-326.
- SENNA NETO, N. **Cultura da mandioquinha-salsa**. Governador Valadares: PROHORT, 1976. 14p. (PROHORT. Série Olericultura, 1).
- SMITH, C.; BARTZ, J.A. Variation in the pathogenicity and aggressiveness of strains of *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* isolated from different hosts. **Plant Disease**, v.74, p.505-509, 1990.
- SOUZA, J.L. **Agricultura orgânica**. Vitória: EMCAPA, 1998. 176p.
- THOMPSON, A.K. Reduction of losses during the marketing of arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*). **Acta Horticulturae**, v.116, p.55-60, 1980.

- WILLS, R.; McGLASSON, B.; GRAHAM, D.; JOYCE, D. **Postharvest – an introduction to the physiology and handling of fruit, vegetables and ornamentals**. Wallingford: CAB International, 1998. 262p.
- WILSON, C.L.; SOLAR, J.M. EL GHAOUTH, A.; WISNIEWSKI, M.E. Rapid evaluation of plant extracts and essential oils for antifungal activity against *Botrytis cinerea*. **Plant Disease**, v.81, n.2, p.204-210, 1997.

RELAÇÃO DE TABELAS

Tabela 4.1 - Halo de inibição do crescimento *in vitro* dos isolados B11 e P31 de *Erwinia chrysanthemi* devido à antibióticos e outros produtos bacteriostáticos.....pág. 200

Tabela 4.2 - Halo de inibição do crescimento *in vitro* do isolado B11 de *Erwinia chrysanthemi* devido à produtos alternativos.....pág. 201

Tabela 4.3 - Incidência de deterioração causada por *Erwinia* spp. em raízes de mandioquinha-salsa submetidas a tratamento térmico após três dias.....pág. 202

Tabela 4.4 - Incidência de deterioração causada por *Erwinia* spp. em raízes de mandioquinha-salsa submetidas a distintos tratamentos após três dias.....pág. 203

Tabela 4.1 – Halo de inibição do crescimento *in vitro* dos isolados B11 e P31 de *Erwinia chrysanthemi* devido à antibióticos e outros produtos bacteriostáticos.

Princípio Ativo	Dose Recomendada	Halo inibição (cm) isol. B11		Halo inibição (cm) isol. P31	
		dose	10x dose	dose	10x dose
		Cítrex	10ml/l	0,52b*	0,70b
Amônio quaternário	100ml/l	0,77c	1,27d	0,80c	1,40d
Hipoclorito de sódio	20ml/l	0,55b	1,02c	0,60b	0,95c
Cloridrato de kasugamicina	1ml/l	0,55b	0,67b	0,50b	0,62b
Cloranfenicol	0,5ml/l	0,65b	2,42f	0,55b	1,37d
Oxitetraciclina	3g/l	2,75e	3,92h	2,42e	2,97f
Oxitetrac. + estreptomicina	3g/l	2,17d	3,27g	1,27d	2,15e
Dióxido de cloro	4ml/l	0,65b	2,07e	0,52b	0,80b
Oxicl. cobre + cloreto cobre	2g/l	0,0a	0,0a	0,0a	0,0a
Protéínas bioativas	200mg/l	0,0a	0,0a	0,0a	0,0a
Óxido cuproso	2g/l	0,0a	0,0a	0,0a	0,0a
Água estéril	---	0,0a	0,0a	0,0a	0,0a

*Tukey, 5%; C.V.=12,6%

Tabela 4.2 – Halo de inibição do crescimento *in vitro* do isolado B11 de *Erwinia chrysanthemi* devido à extratos de plantas e outros produtos.

Produto	Dose Utilizada (em 10ml)	Halo inibição (cm) isol. B11	
		dose	dose (10^{-1})
Água (testemunha)	--	0,0 a*	0,0 a
Açúcar	10g	0,52 b	0,50 b
Sal	5g	0,68 b	0,50 b
Vinagre	10ml	0,70 b	0,60 b
Calda ¹	10ml	0,50 b	0,50 b
Extrato de alho ²	11,7g	1,72 c	1,40 c
Extrato de sucupira ²	5,8g	0,0 a	0,0 a
Ácido acetil salicílico	500mg	0,55 b	0,52 b
Óleo mineral [®]	1ml	0,55 b	0,50 b
Cloridrato de kasugamicina	0,01ml	0,65 b	0,53 b
<i>Lactobacillus casei</i>	susp.	0,0 a	0,0 a
Extrato de gengibre ²	2,5g	0,0 a	0,0 a
Extrato de romã ²	13,5g	0,0 a	0,0 a
Bicarbonato de sódio	1g	0,0 a	0,0 a

¹ Calda: mistura de partes iguais dos preparados com açúcar, vinagre e sal.

² Extratos aquosos de alho; sementes de sucupira; raízes de gengibre; e cascas de frutos de romã.

*Tukey, 5%; C.V. = 10,5%.

Tabela 4.3 – Incidência de deterioração causada por *Erwinia* spp. em raízes de mandioquinha-salsa submetidas a tratamento térmico após três dias.

Tratamento	Incidência (%)
Raízes secadas	18,9 a
Raízes molhadas	52,5 b
54°C/2min	65,0 c
54°C/5min	64,1 c
54°C/10min	73,1 cd
50°C/2min	57,1 b
50°C/5min	78,1 d
50°C/10min	55,4 b
45°C/2min	45,2 b
45°C/5min	67,5 c
45°C/10min	67,5 c

Tukey, 5%; C.V.=20,6%

Tabela 4.4 – Incidência de deterioração causada por *Erwinia* spp. em raízes de mandioquinha-salsa submetidas a distintos tratamentos após três dias.

Tratamento	Dose	Incidência (%)
Cloridrato de kasugamicina	1ml/l	82,4 d [*]
Cloranfenicol	0,5ml/l	54,6 b
Oxitetracilina + estreptomicina	3g/l	83,3 d
Oxitetracilina	3g/l	18,3 b
Hipoclorito de sódio	20ml/l	59,3 c
Extrato de alho	100g/l	74,4 d
Secagem	52°C/5'	51,3 c
Tratamento térmico	45°C/5'	94,4 e
Raízes lavadas	---	94,8 e
Raízes sem lavar	---	2,7a

^{*}Tukey, 5%; C.V.=17,6%

RELAÇÃO DE FIGURAS

Figura 4.1 - Incidência de deterioração causada por erwinias pectolíticas após três dias de em raízes de mandioquinha-salsa sem lavar, lavadas, e secadas coletadas de dez cargas distintas nas beneficiadoras de Tapiraí-SP.....pág. 205

Figura 4.2 - Deterioração causada por erwinias pectolíticas em raízes de mandioquinha-salsa durante seis dias de armazenamento em três temperaturas.....pág. 206

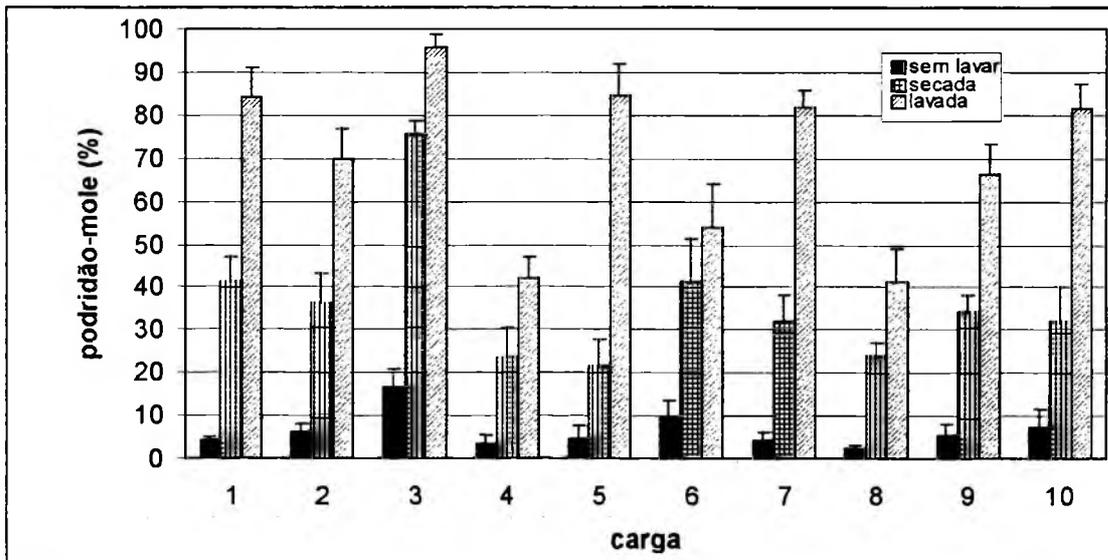


Figura 4.1 – Incidência de deterioração causada por erwinias pectolíticas após três dias de incubação em raízes de mandioca-salsa sem lavar, lavadas, e secadas coletadas de dez cargas distintas nas beneficiadoras de Tapiraí-SP (barras indicam desvio padrão da média).

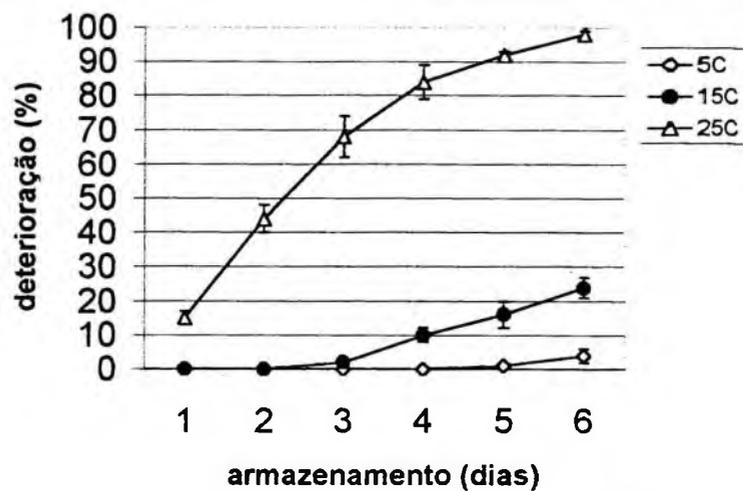


Figura 4.2 - Deterioração de raízes de mandioca-salsa durante seis dias de armazenamento em três temperaturas (barras indicam desvio padrão da média). Brasília-DF, 2000.

**REAÇÃO DE RAÍZES DE GENÓTIPOS DE
MANDIOQUINHA-SALSA (*Arracacia xanthorrhiza*) À
INOCULAÇÃO COM *ERWINIA CHRYSANTHEMI***

**CAPÍTULO 5 - REAÇÃO DE RAÍZES DE GENÓTIPOS DE
MANDIOQUINHA-SALSA (*Arracacia xanthorrhiza*) À
INOCULAÇÃO COM *ERWINIA CHRYSANTHEMI***

SUMÁRIO	PÁGINA
RESUMO.....	209
ABSTRACT.....	209
INTRODUÇÃO.....	210
MATERIAL E MÉTODOS.....	215
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	216
CONCLUSÕES.....	220
AGRADECIMENTOS.....	220
LITERATURA CITADA.....	220
RELAÇÃO DE TABELAS.....	223

CAPÍTULO 5 - REAÇÃO DE RAÍZES DE GENÓTIPOS DE MANDIOQUINHA-SALSA À INOCULAÇÃO COM *ERWINIA CHRYSANTHEMI*

RESUMO

Foram avaliados 32 genótipos de mandioquinha-salsa, sendo 30 acessos S1 originários de autofecundação de um clone de raiz amarela coletado no Brasil e dois clones de raízes brancas do Equador. Depois de colhidas, as raízes foram lavadas e secadas por 4h em condição ambiente (26°C; 65-75% UR). Foram utilizados dois isolados de *Erwinia chrysanthemi*, previamente caracterizados como de média (“B12”) e alta agressividade (“B11”). Cada isolado foi inoculado em dez raízes de cada um dos genótipos, em dois pontos da raiz, pela deposição de 15µl do inóculo (10⁸ufc/ml) com uma micropipeta em ferimentos feitos com um instrumento pontiagudo (0,3cm diâmetro x 1,2cm altura). Após a inoculação, as raízes foram embaladas individualmente em filme de PVC e acondicionadas em sacos plásticos fechados mantidos a 26°C. A avaliação foi feita 36h depois da inoculação com base no diâmetro da lesão de podridão-mole, que variou de 1,97cm (genótipo 94257) a 3,47cm (genótipo Ecu1216) com o isolado “B11” (alta agressividade), e 1,78cm (genótipo 96187) a 2,96cm (genótipo Ecu1216) com o isolado “B12”, de média agressividade. O isolado de média agressividade (“B12”) causou maior diâmetro de lesão em quatro genótipos em relação ao mais agressivo (“B11”). Todos os 32 genótipos avaliados comportaram-se como suscetíveis e foram agrupados em quatro grupos de suscetibilidade, sendo 10 considerados como suscetíveis, 16 como medianamente suscetíveis, 3 como muito suscetíveis e 3 como altamente suscetíveis. Assim como já foi demonstrado para outros patossistemas envolvendo erwinias pectolíticas, também em mandioquinha-salsa observou-se apenas variação no grau de suscetibilidade dos genótipos, e nenhum pode ser considerado como resistente. A seleção de clones de mandioquinha-salsa com menor grau de suscetibilidade pode reduzir a incidência e a severidade da podridão-mole e ser um componente importante em um sistema de manejo integrado da doença.

ABSTRACT

Reaction of arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft) roots to the inoculation with *Erwinia chrysanthemi*

Thirty S1 accessions of arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft) obtained by autopollination of a Brazilian yellow-root genotype, and two Equatorian white-root clones were screened for their reaction to root soft rot. After harvest, twenty roots of

each of the genotypes were hand washed and let to dry for 4h under room condition (26°C; 65-75% RH). Inoculation was made by a puncture (0,3cm of diameter and 1,2cm deep) in two different points of each root and the deposition of 15µl of inoculum (10⁸cfu/ml) with a micropipette with two *Erwinia chrysanthemi* (*Ech*) isolates (10 roots/isolate), previously characterized as highly ("B11") and medium aggressive ("B12"). Soon after inoculation, roots were individually wrapped with PVC film and kept at 26°C in closed plastic bags. The genotype reaction to inoculation was recorded 36h later by measuring the average diameter of the soft rot lesions. The thirty-two genotypes varied in the degree of susceptibility to *Ech*, ranging from 1,97cm (genotype 94257) to 3,47cm (genotype Ecu1216) with *Ech* isolate "B11" (highly aggressive), and 1,78cm (genotype 96187) to 2,96cm (genotype Ecu1216) with isolate "B12" (medium aggressive). The medium aggressive isolate ("B12") caused larger lesion diameter in four genotypes when compared to the highly aggressive one ("B11"). The 32 genotypes were grouped in four classes of susceptibility by cluster analysis (10 susceptible, 16 medium susceptible, 3 very susceptible and 3 highly susceptible). As shown in other pathosystems involving pectolytic erwinia, true resistance was not detected among the screened genotypes of arracacha, but there are variations in the degree of susceptibility. The selection of less susceptible clones in breeding programs can reduce the incidence and the severity of soft rot and improve the shelf life of arracacha roots.

INTRODUÇÃO

Durante o período de verão, a "mela" ou podridão-mole causada pela infecção de *Erwinia* em raízes de mandioquinha-salsa pode causar perdas de até 100% no atacado e no varejo em apenas dois dias após o beneficiamento. As três espécies/subespécies de *Erwinia* pectolíticas (*Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*, *Ecc*; *E. carotovora* subsp. *atroseptica*, *Eca*; *E. chrysanthemi*, *Ech*) estão envolvidas na doença (Romeiro *et al.*, 1988; Henz *et al.*, 1994; Lopes & Henz, 1997). Considera-se que *Ecc* é a subespécie mais freqüentemente encontrada em mandioquinha-salsa no Brasil (Lopes & Quezado-Soares, 1997), mas *Ech* tem sido a espécie predominante nos surtos epidêmicos de "mela" nas raízes beneficiadas em São Paulo na fase de pós-colheita no período do verão.

Existem poucas possibilidades de controle efetivo da doença através de medidas únicas ou isoladas, e a estratégia de controle deve ser baseada na adoção de um conjunto de medidas que devem ser utilizadas de forma combinada, levando-se em conta o

sistema de manuseio pós-colheita adotado. A lavagem das raízes de mandioquinha-salsa é uma demanda do mercado consumidor que dificilmente será revertida ou modificada, e desta maneira deve-se avaliar alternativas que reduzam ou minimizem a incidência e a severidade da deterioração causada por erwinias pectolíticas. O controle químico não pode ser recomendado como parte de um manejo integrado da doença porque atualmente não existe nenhum produto oficialmente registrado para cultura da mandioquinha-salsa no Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento (Agrofit, 2001). Neste contexto, a identificação de cultivares ou genótipos menos suscetíveis a *Ech* pode ser importante como parte de estratégias do manejo da “mela”.

Considera-se que o gênero *Arracacia* tenha nove espécies distribuídas na América do Sul, e baseando-se na quantidade de nomes e nas descrições morfológicas disponíveis o Peru tem a maior diversidade da cultura entre todos os países que cultivam mandioquinha-salsa (Hermann, 1997). As raízes são a parte da planta que apresenta maior variação, principalmente em relação a sua coloração, podendo ser separadas em três categorias: brancas, amarelas ou com pigmentação púrpura no córtex exterior ou nos vasos vasculares. No Equador, Colômbia e Venezuela, existem várias cultivares com coloração de raízes amarelas, brancas, alaranjadas e arroxeadas (Hermann, 1997).

A pesquisa na área de melhoramento em mandioquinha-salsa é incipiente, e uma das maiores dificuldades é a disponibilidade de coleções de germoplasma reconhecidamente superiores e divergentes (Sediyama *et al.*, 2000). Existem coleções de germoplasma de mandioquinha-salsa em diversas instituições de países andinos, e segundo Castillo & Hermann (1992) o número de clones mantidos em coleções de programas nacionais à época da publicação do artigo era de 123 acessos no Peru, 78 no Equador e 6 na Bolívia. No Brasil, algumas universidades e instituições de pesquisa vêm mantendo programas de melhoramento ou ações de pesquisa com mandioquinha-salsa, como o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), a Universidade Federal de Viçosa (UFV), a Universidade Federal de Lavras (UFLA), a UNESP Botucatu, a Incaper (antiga Emcaper, do Espírito Santo) e a Embrapa Hortaliças. O IAC provavelmente tem uma das coleções de mandioquinha-salsa mais antigas do País, com ampla variabilidade genética para coloração de raízes (Normanha & Silva, 1963; Giordano *et al.*, 1995). A UNESP Botucatu recebeu uma parte desta coleção do IAC com clones da Bolívia, Colômbia e Equador, e na avaliação a campo os clones “SRT-50” da Bolívia e “IAC-35” apresentaram desempenho comparável à “Amarela Comum” (Zanin, 1984). O Banco de Germoplasma de Hortaliças da UFV conta atualmente com

196 acessos de mandioquinha-salsa (Silva, 2001). Na Embrapa Hortaliças, existe uma coleção de germoplasma com clones do Equador e de outros países andinos, e progênes resultantes da autofecundação do material cultivado no Brasil há muitos anos e usualmente propagado vegetativamente pelos produtores. Características agrônômicas importantes têm sido pouco exploradas pela pesquisa na cultura, incluindo-se a resistência genética para as doenças mais relevantes. Não foi encontrado nenhum trabalho específico sobre a resistência de clones de mandioquinha-salsa a *Erwinia* spp.

Aparentemente existem somente três cultivares sendo plantadas no País: uma de raiz branca (“Branca”), e duas de raízes amarelas, a “Amarela Comum” ou “Amarela de Carandaí” e “Amarela de Senador Amaral”, e esta uniformidade genética pode constituir uma ameaça constante em relação ao ataque de pragas e doenças (Giordano *et al.*, 1995). Como a propagação desta hortaliça é vegetativa, é possível que os clones conhecidos pela cor das raízes (brancas e amarelas) apresentem variabilidade entre si nas diferentes regiões de cultivo, já que grande parte dos agricultores mantém plantas matrizes ou replantam mudas de sua própria lavoura. Grande variabilidade genética têm sido observada em genótipos oriundos de sementes produzidas pelos materiais normalmente cultivados pelos produtores (Casali *et al.*, 1989; Giordano *et al.*, 1994). A avaliação de 246 clones obtidos de sementes verdadeiras pela vernalização de touceiras de mandioquinha-salsa demonstrou haver variabilidade para várias características, entre as quais ciclo, cor das raízes e perda pós-colheita (Casali *et al.*, 1989). Em uma população de 156 genótipos obtidos por autofecundação de um acesso de raízes brancas, todos apresentaram raízes iguais à planta mãe, e as sementes apresentaram 48% de germinação (Santos *et al.*, 1993). A produção de clones S1 a partir da reprodução sexuada da cultivar “Amarela Comum” produziu grande variação de cor de raízes (56% amarelas, 15% alaranjadas e 28% brancas), com cerosidade no pecíolo (73%) e cor verde (79%) e de sua base (43% vermelhos, 19% verdes e 38% marrons), em contraste com as raízes amarelas, pecíolo ceroso e verde, com base marrom, do material original (Santos & Pereira, 1996). A autopolinização de diferentes populações de “Amarela de Carandaí” resultou em progênes com uma ampla variação de coloração de raízes, desde branco até amarelo intenso, demonstrando ser altamente heterozigoto (Hermann, 1997). A avaliação da divergência genética de 30 clones por meio da técnica multivariada de variáveis canônicas de oito caracteres pode ser comprovada em apenas duas variáveis (produção de raízes comerciais e não comerciais), que explicaram 85,8% da variação total (Soares & Casali, 1997).

A “Amarela de Senador Amaral” foi lançada pela Embrapa Hortaliças em 1998, tendo como características principais maior produtividade, precocidade e boa conformação de raízes (Embrapa Hortaliças, 2001). Até o momento, tem sido avaliada a resistência de clones de mandioquinha-salsa à infecção pelo nematóide das galhas (*Meloidogyne* spp.), uma das principais doenças da cultura. A seleção tem sido feita em condição de campo, identificando-se alguns clones resistentes de raízes brancas (Charchar & Santos, 1996) com infecção variando de 0 a 9,6%, e amarelas, entre os quais a cv. Amarela de Senador Amaral (Charchar & Santos, 1999). Como uma das principais limitações da mandioquinha-salsa é sua reduzida duração pós-colheita, algumas das avaliações de clones também incluíram entre as características estudadas sua conservação, detectando-se diferenças entre os materiais (Avelar Filho *et al.*, 1986; Balbino *et al.*, 1988; Giordano *et al.*, 1995). Esta característica pode estar relacionada com aspectos fisiológicos, morfológicos e estruturais da raiz, principalmente menor taxa de perda de matéria fresca, maior resistência a injúrias mecânicas e inclusive uma maior tolerância às erwinias pectolíticas e outros patógenos pós-colheita.

A maior parte das investigações visando a avaliação da resistência a erwinias pectolíticas (*Eca*, *Ecc*, *Ech*) tem sido feita para a cultura da batata em plantas a campo ou casa de vegetação (“canela-preta”) e nos tubérculos (“podridão-mole”), sendo utilizadas diferentes metodologias de inoculação e de avaliação. French & De Lindo (1979) avaliaram a resistência de 26 cultivares de batata (maioria *Solanum tuberosum* subsp. *andigena* ou cruzamentos da subsp. *andigena* e subsp. *tuberosum*) e 324 clones varietais nativos do Peru a *Ech*, classificando quatro clones como muito resistentes e treze como resistentes. Um conjunto de quinze cultivares de batata foram avaliadas quanto a resistência a *Eca* em quatro diferentes centros de pesquisa do Reino Unido para aferir a confiabilidade dos resultados, e a divisão entre cultivares mais resistentes (cvs. Cara, Pentland Hawk) e as mais suscetíveis (cvs. Record, Wilja, Pentland Crown, King Edward) através da inoculação de fatias dos tubérculos foi satisfatória (Wastie *et al.*, 1988). Na avaliação da resistência de tubérculos de dez clones de batata originários de uma população diplóide híbrida obtida a partir de cruzamentos com *Solanum phureja* e *S. stenotomum* com isolados de *Eca*, *Ecc* e *Ech*, observou-se diferenças significativas na resistência (Wolters & Collins, 1994). A avaliação da resistência à *Eca* em tubérculos de seis novas cultivares de batata austríacas resultou na classificação em três categorias, suscetível (cvs. Gina e Romina), moderadamente suscetível (cvs. Ditta, Sonja e Bintje) e as cvs. Treff, Komet e Désirée como levemente suscetível (Rabot *et*

al., 1994). Tubérculos de híbridos somáticos entre *Solanum tuberosum* e *S. brevidens* mostraram-se resistentes a isolados de *Eca*, *Ecc* e *Ech*, e clones de *S. tuberosum* mostraram-se suscetíveis (Austin *et al.*, 1988). No Brasil, doze cultivares de batata foram avaliadas quanto a resistência a *Ecc*, sendo as mais resistentes as cvs. Unzen e Marijke (Nishijima *et al.*, 1996). No patossistema *Erwinia* x batata, os programas de melhoramento visando a resistência têm enfrentado problemas devido à dificuldade de encontrar-se altos níveis de resistência ou imunidade nas cultivares ou em espécies não cultivadas de *Solanum* (Döpke & Rudolph, 1990). Deste modo, o principal objetivo destes programas de melhoramento têm sido caracterizar o grau de suscetibilidade das cultivares ou linhagens e melhorar o desempenho de novos genótipos através da seleção de materiais menos suscetíveis. Em um trabalho mais recente, as diferentes fases do processo de infecção da canela-preta em batata foram interpretadas como componentes parciais da resistência (Allefs *et al.*, 1996). Através da análise de regressão múltipla de quatro tipos de reação (resistência da base do caule, do tecido do caule, do tecido do tubérculo, e do tubérculo-mãe a campo) determinou-se que estas características foram responsáveis por 63% (*Eca*) e 75% (*Ech*) da variância da seleção para resistência à campo. A inoculação com *Ech* permitiu uma melhor separação entre as características avaliadas em comparação com *Eca*, e recomendou-se a avaliação da resistência de clones de programas de melhoramento somente pela reação da base do caule, que foi o componente principal (63%) da resistência (Allefs *et al.*, 1996).

Embora a reação a *Erwinia* tenha sido mais pesquisada em batata, existem alguns estudos também com outras hortaliças, com resultados variáveis. Em cenoura, foram avaliados quatro métodos de inoculação de *Ecc* em progênes de um programa de melhoramento e cultivares, selecionando-se um método de inoculação e identificando-se alguns materiais mais resistentes (Michalik *et al.*, 1992). Cho (1977) avaliou 34 cultivares de alface tipo crespa para resistência a *Ecc* selecionando as cvs. King Grown, Empire, Vanmax, Vanguard, Ithaca e Weslake como as mais tolerantes. Schaad & Brenner (1977) avaliaram a reação de 14 cultivares de batata-doce a *Erwinia* e a mais resistente foi a cv. Red Jewel, e em outro trabalho Clark & Page (1987) consideraram as cvs. Puerto Rico e Centennial como as mais tolerantes. Bartz & Stall (1974) avaliaram a resistência de frutos de *Capsicum* a *Ecc* e consideraram como as mais resistentes a cv. Large Red Cherry aos 3 dias e a cv. Jalapeño aos 7 dias. Também observou-se diferenças na reação de 37 linhagens e cultivares comerciais de *Capsicum annuum* a *Eca*, avaliadas por método de fermento e proporção de tecido com podridão-mole

(Stommel *et al.*, 1996), sem associação entre pungência e resistência à podridão-mole. Em couve-chinesa, a resistência a *Erwinia* é um caráter quantitativo, e a herdabilidade no sentido restrito foi estimada em 42-60% nas populações avaliadas (Ren *et al.*, 2001a). Após três ciclos de seleção recorrente, o nível da resistência aumentou, sendo que o índice de severidade da doença foi reduzido em 38% e a sobrevivência das plantas aumentou de 65% para 97%. A reação de plântulas de 752 acessos de *Brassica rapa* e outras crucíferas foi avaliada pela pulverização com *Ecc* em câmara úmida (23°C, 100% UR) e em geral, os acesso de *B. oleracea* foram mais resistentes que *B. rapa*, mas nenhum material foi considerado completamente resistente (Ren *et al.*, 2001b).

A caracterização da reação de hortaliças à *Erwinia* está relacionada à definição do método de inoculação e avaliação, escolha da espécie ou subespécie de erwinia pectolítica, agressividade dos isolados, concentração do inóculo e condição de incubação. Aparentemente, a reação à inoculação de tubérculos de batata com as três erwinias pectolíticas independe da espécie/subespécie utilizada (Austin *et al.*, 1988; Wolters & Collins, 1994), sendo observado o mesmo em raízes de cenoura (Michalik *et al.*, 1992). Nestes trabalhos, optou-se por usar isolados de *Ecc* ou *Ech* por serem em geral mais agressivos a 22-30°C em relação a *Eca* e discriminar melhor a reação de resistência.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a reação das raízes de clones de mandioquinha-salsa da coleção de germoplasma da Embrapa Hortaliças à inoculação com *Erwinia chrysanthemi*.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram avaliados 32 genótipos de mandioquinha-salsa do Banco de Germoplasma da Embrapa Hortaliças, sendo dois de raízes brancas oriundos do Equador e os demais geração S1 obtidos do clone 90134, de raízes amarelas, coletado em uma propriedade rural do Núcleo Rural da Vargem Bonita-DF em 1985. Estes materiais apresentam variabilidade para características agronômicas e botânicas, como número, tamanho e coloração de raiz, coloração e forma de folhas, tamanho de planta, produtividade, etc. Os genótipos foram cultivados a campo seguindo-se as recomendações técnicas para a cultura (Santos & Carmo, 1998), dispostos em quatro repetições de dez plantas cada. Depois de colhidas, as raízes foram transportadas até o laboratório lavadas e deixadas secar naturalmente em condição ambiente ($\cong 24^{\circ}\text{C}$, 65-75% UR) por quatro horas. Foram utilizados dois isolados de *Erwinia chrysanthemi*,

previamente caracterizados como de alta (“B11”) e média agressividade (“B12”). Os isolados foram cultivados em meio sólido 523 a 27°C durante 24h e o inóculo preparado pela raspagem superficial das colônias bacterianas com uma alça de platina e posterior diluição em água estéril. A determinação da concentração do inóculo de 10^8 ufc/ml foi obtida pelo ajuste em um espectrofotômetro (comprimento de onda de 550nm, 52% de transmitância), a partir de uma curva de calibração previamente determinada. Cada isolado foi inoculado em dez raízes de cada um dos genótipos, em um ferimento feito com um instrumento pontiagudo com 0,3cm de diâmetro e 1,2cm de altura em dois pontos da raiz (um na parte superior e outro na parte inferior da raiz) e a deposição de 15µl do inóculo com uma micropipeta. Após a inoculação, as raízes foram envolvidas individualmente em filme de PVC e depois incubadas a 25°C. A avaliação foi feita 36h depois da inoculação com base no diâmetro da lesão de podridão-mole.

Os clones foram agrupados em classes de acordo com o diâmetro médio das lesões de podridão-mole de cada genótipo causadas pelos dois isolados de *Ech* pela análise de agrupamentos do programa para análises estatísticas SAS (SAS Institute, 1985).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Mesmo considerando-se todos os genótipos avaliados como suscetíveis, observou-se diferenças acentuadas em sua reação à inoculação com os dois isolados de *Ech*. Os genótipos foram separados em quatro classes de suscetibilidade pelo método de agrupamentos de ligações simples e distância euclidiana média (SAS Institute, 1985) de acordo com o diâmetro das lesões de podridão-mole causadas pelos dois isolados de *Ech*. Dez clones foram considerados como suscetíveis, dezesseis como medianamente suscetíveis, três como muito suscetíveis e três como altamente suscetíveis (Tabela 5.1). Os dez clones menos suscetíveis apresentaram coloração de raiz variando de amarela-amarela clara a creme. O diâmetro das lesões 36h após a inoculação foi em média 8,7% maior para o isolado mais agressivo (“B11”) quando comparado com o isolado de média agressividade (“B12”), e variou de 1,97cm no genótipo 94257, com raízes de coloração amarela, a 3,47cm no genótipo Ecu1216 proveniente do Equador, com raízes brancas (Tabela 5.2). De um modo geral, o isolado B11 comportou-se como mais agressivo em relação ao isolado B12 em quase todos os genótipos, com exceção de quatro (clones 96003, 96031, 96386, 96406) (Tabela 5.2), o que pode demonstrar interação entre a reação de alguns clones e os isolados.

De acordo com Pérombelon & Salmond (1995), não existe resistência ou imunidade a *Erwinia* spp. nas cultivares de plantas que são hospedeiras de bactérias pectolíticas, apenas variação no seu grau de suscetibilidade. Em batata, tentativas de categorizar a reação de cultivares a inoculação com *Erwinia* nem sempre produziram resultados consistentes, provavelmente devido a diferentes métodos de inoculação utilizados. Para este patossistema, existem vários problemas tais como a obtenção de tubérculos sem contaminação por *Erwinia*, as diferentes características de maturidade dos tubérculos e conseqüentemente a definição de sua idade fisiológica. Baseado nesta premissa, deve-se entender os resultados da avaliação da reação de hortaliças à *Erwinia* spp. de alguns trabalhos como sendo mais tolerantes ou menos suscetíveis, embora trabalhos que relatam a resistência de clones de batata obtidos do cruzamento de *Solanum tuberosum* com outras espécies ou subespécies do gênero possam realmente apresentar níveis altos de resistência (French & De Lindo, 1979; Wolters & Collins, 1994). Os demais artigos provavelmente estão relatando apenas diferenças em termos de suscetibilidade, e podem ser incluídas nesta condição os trabalhos feitos com tubérculos de batata (Wastie *et al.*, 1988; Rabot *et al.*, 1994; Nishijima *et al.*, 1996), alface crespa (Cho, 1977), batata-doce (Schaad & Brenner, 1977; Clark & Page, 1987), e *Capsicum* (Bartz & Stall, 1974; Stommel *et al.*, 1996).

Uma das maiores limitações na identificação de níveis de resistência ou suscetibilidade de plantas cultivadas à *Erwinia* é a definição na metodologia de inoculação (Bain & Pérombelon, 1988). O método ideal para patossistemas envolvendo *Erwinia* deveria reproduzir as condições naturais de ocorrência da doença, o que pode ser muito complexo para ser obtido experimentalmente. Os métodos de inoculação de *Erwinia* spp. geralmente são muito drásticos, principalmente pela agressividade do patógeno e pela adoção de condições extremamente favoráveis à bactéria. Métodos de inoculação que envolvem ferimentos e a deposição do inóculo garantem o sucesso da infecção porque colocam o patógeno em contato direto com o tecido interno da hospedeira, mas ao mesmo tempo desconsideram características estruturais e fisiológicas importantes que podem estar envolvidas na resistência. A agressividade do isolado, a idade fisiológica das raízes, seu *status* hídrico, a ocorrência de uma condição de anaerobiose e a temperatura e umidade relativa após a inoculação são fatores fundamentais no período pós-inoculação, e que afetam diretamente a taxa de progresso da doença. Como considerações gerais na avaliação de tubérculos de batata à *Erwinia*, Döpke & Rudolph (1990) recomendam a manutenção de alta umidade após a

inoculação, principalmente quando são comparadas diferentes temperaturas; estabelecer um tempo padrão entre o fermento e a inoculação dos tubérculos; utilizar uma concentração de inóculo padrão acima de 10^6 ufc/ml; verificar o grau de agressividade dos isolados periodicamente; avaliar a doença através de medidas objetivas, como diâmetro ou área da lesão e peso do tecido afetado; e utilizar isolados de apenas uma das três principais erwinias pectolíticas (*Eca*, *Ecc*, *Ech*) porque não se observou diferenças significativas na resposta de cultivares em comparações feitas entre *Eca* e *Ecc*, e entre *Ecc* e *Ech*.

A avaliação da reação das raízes a *Erwinia* através da inoculação por fermento é medida basicamente pela maceração de tecido, desconsiderando aspectos estruturais importantes da periderme, que podem ser relevantes na resistência à injúrias mecânicas. A reação de tubérculos de batata inoculados com *Eca* foi a mesma quando comparou-se a inoculação através da injeção da bactéria com a imersão de tubérculos colhidos mecanicamente em suspensão de inóculo (Tzeng *et al.*, 1990). Como a incidência de fermentos durante a colheita e o manuseio é muito comum em tubérculos e raízes, a inoculação diretamente no tecido pode fornecer uma boa indicação da resistência, mesmo desconsiderando-se a periderme (Wolters & Collins, 1994).

As coleções de germoplasma de mandioquinha-salsa atualmente disponíveis no Brasil são consideradas pequenas e com variabilidade e divergência genética limitadas, o que segundo Sedyama *et al.* (2000) dificulta sobremaneira o melhoramento desta espécie. Entretanto, existem vários relatos da variabilidade em termos de produção e características botânicas de mandioquinha-salsa (Zanin, 1984; Casali *et al.*, 1989; Santos *et al.*, 1993; Giordano *et al.*, 1994). Os 30 clones S1 obtidos da autofecundação de um genótipo de raízes amarelas coletado na Vargem Bonita-DF em 1985 também apresentaram grande variabilidade para características agronômicas, como altura de planta, morfologia das folhas, precocidade, produtividade, forma e tamanho das raízes, e principalmente sua coloração interna e externa (branca, alaranjada, creme, amarela clara e escura) e reação à podridão-mole (Tabela 5.2). Esta constatação confirma a grande heterozigose dos materiais mais cultivados no País, denominados genericamente como cv. Amarela Comum ou Amarela de Carandaí, característica já apontada por outros autores (Santos *et al.*, 1993; Casali *et al.*, 1989; Giordano *et al.*, 1994; Hermann, 1997).

Alguns dos trabalhos que compararam o desempenho de genótipos de mandioquinha-salsa também avaliaram a conservação pós-colheita, detectando-se diferenças entre os clones (Avelar Filho *et al.*, 1986; Balbino *et al.*, 1986; Giordano *et*

al., 1995). No patossistema *Erwinia* x couve-chinesa a resistência é um caráter quantitativo, com herdabilidade estimada em 42-60% (Ren *et al.*, 2001a). Se uma situação similar for constatada para a cultura da mandioquinha-salsa, a seleção recorrente pode ser usada em programas de melhoramento como uma estratégia para reduzir a incidência e a severidade da podridão-mole causada por erwinias pectolíticas. Após verificar variação na reação de frutos de pimentão de diferentes genótipos à podridão-mole, considerou-se que a resistência em cultivares comerciais pode ser aumentada, mas são necessários estudos adicionais para definir a estratégia de transferência desta característica (Stommel *et al.*, 1996).

Assim como ocorre com outras hortaliças, também em mandioquinha-salsa existe uma demanda por novas cultivares, já que aparentemente só existem três disponíveis atualmente, duas de raízes amarelas (“Amarela Comum” ou “Amarela de Carandaí” e “Amarela de Senador Amaral”) e uma de raízes brancas. A “Amarela Comum” ou “Amarela de Carandaí” e o genótipo de raízes brancas provavelmente representam materiais geneticamente diversos ou até mesmo populações, já que vêm sendo cultivados em diferentes localidades desde sua introdução no País em torno de 1900, e multiplicados vegetativamente. Comerciantes e consumidores não distinguem as raízes da nova cultivar “Amarela de Senador Amaral” da “Amarela Comum” ou “Amarela de Carandaí”, o que parece ser uma vantagem porque este tipo de raiz é preferida no mercado e associada a atributos de maior qualidade. De acordo com uma pesquisa junto a comerciantes de São Paulo e pesquisadores que trabalham com a cultura, há uma demanda por novas cultivares com características de raiz semelhantes à cenoura em forma, tamanho e coloração. Esta nova cultivar não substituiria as atuais, mas seria uma opção a mais para produtores e consumidores, como uma forma de agregar mais valor ao produto e alcançar mercados diferenciados, e também reduziria os riscos de aparecimento de novas pragas e doenças por estarem sendo cultivados sendo os mesmos materiais.

A seleção de genótipos de mandioquinha-salsa com menor suscetibilidade a *Erwinia* também pode representar um diferencial importante na redução de perdas pós-colheita, com impacto positivo no setor produtivo, e pode ser importante como um complemento a outras medidas gerais de controle, e assim evitar surtos epidêmicos que causam grandes perdas e prejuízos.

CONCLUSÕES

- houve variação na reação de 32 clones de mandioquinha-salsa a inoculação com *Ech* com base no diâmetro médio das lesões, que variou de 1,70 a 3,47cm;
- não foi verificada a existência de resistência a *Erwinia chrysanthemi* entre os clones avaliados, apenas variação no grau de suscetibilidade;
- os 32 clones de mandioquinha-salsa foram separados em quatro classes de suscetibilidade, sendo 10 genótipos considerados como medianamente suscetíveis, 16 como suscetíveis, 3 como muito suscetíveis e 3 como altamente suscetíveis;
- é possível selecionar genótipos de mandioquinha-salsa com menor grau de suscetibilidade a *Ech*.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao pesquisador Fausto F. dos Santos da Embrapa Hortaliças as informações e a cessão dos clones de mandioquinha-salsa avaliados neste experimento.

LITERATURA CITADA

- AGROFIT. **Agrofit on line**. Departamento de Defesa e Inspeção Vegetal. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. ([http:// www.agricultura.gov.br/agrofit](http://www.agricultura.gov.br/agrofit)). Consultado em 20/05/2001.
- ALLEFS, J.J.H.M.; VAN DOOIJEWERT, W.; PRUMMEL, W.; KEIZER, L.C.P.; HOOGENDOORN, J. Components of partial resistance to potato blackleg caused by pectolytic *Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica* and *E. chrysanthemi*. **Plant Pathology**, v.45, p.486-496, 1996.
- AUSTIN, S.; LOJKOWSKA, E.; EHLENFELD, M.K.; KELMAN, A.; HELGENSON, J.P. Fertile interespecific somatic hybrids of *Solanum*: a novel source of resistance to *Erwinia* soft rot. **Phytopathology**, v.78, p.1216-1220, 1988.
- AVELAR FILHO, J.A.; BUSTAMANTE, P.G.; CASALI, V.W.D.; FINGER, F.L. Avaliação pós-colheita de oito clones novos de batata-baroa (*Arracacia xanthorrhiza*). In: ENCONTRO DE HORTALIÇAS DA REGIÃO SUL DO BRASIL, 3., 1986, Curitiba-PR. **Resumos dos trabalhos...** Curitiba: SOB/IAPAR/ACARPA/EMATER-PR/UFPR, 1986. p.43.
- BAIN, R.A.; PÉROMBELON, M.C.M. Methods of testing potato cultivars for resistance to soft rot of tubers caused by *Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica*. **Plant Pathology**, v.37, p. 431-437, 1988.
- BALBINO, J.M.S.; CASALI, V.W.D.; COSTA, H.; FORNAZIER, M.J.; MORELLI, A.P. Introdução e seleção de batata-baroa (*Arracacia xanthorrhiza*) no Espírito Santo. **Horticultura Brasileira**, v.6, n.1, p.46, 1988. Resumo.
- BARTZ, J.A.; STALL, W.M. Tolerance of different pepper lines to *Erwinia carotovora*. **Phytopathology**, v.64, n.10, p.1290-1293, 1974.
- CASALI, V.W.D.; CAMPOS, J.P.; CARDOSO, A.A. Melhoramento genético da mandioquinha-salsa. I- Relatório do Programa da UFV. **Horticultura Brasileira**, v.7, n.1, p.36, 1989. Resumo.
- CASTILLO, R.; HERMANN, M. **Andean root and tuber crops: a case study**. Quito: INIAP, 1992. 8p.

- CHARCHAR, J.M.; SANTOS, F.F. Resistência de mandioquinha-salsa a nematóides das galhas (*Meloidogyne* spp.). *Horticultura Brasileira*, v.14, n.1, p.82, 1996. Resumo.
- CHARCHAR, J.M.; SANTOS, F.F. Resistência de mandioquinha-salsa à infecção por nematóides das galhas. *Horticultura Brasileira*, v.17, n.3, p.282, 1999. Resumo.
- CHO, J.J. Control of soft rot of crisphead type lettuce in Hawaii. *Plant Disease Reporter*, v.61, n.9, p.783-787, 1977.
- CLARK, C.A.; PAGE, C.S. Screening for sweet potato storage root reaction to *Erwinia chrysanthemi*. *Phytopathology*, v.77, n.12, p.1212, 1987.
- DÖPKE, F.; RUDOLPH, K. Screening for resistance to soft rots. In: KLEMENT, Z.; RUDOLPH, K.; SANDS, D.C. (ed.). *Methods in phyto bacteriology*. Budapest: Akademiai Kiado, 1990. p.343-353.
- EMBRAPA HORTALIÇAS. Mandioquinha-Salsa "Amarela de Senador Amaral". Disponível em <http://www.cnph.embrapa.br/cultivares/Mandioquinha.html>. Consultado em 27/04/2001. 4p.
- FRENCH, E.R.; DE LINDO, L. The erwinias of potatoes in Peru. In: CIP. *Developments in control of potato bacterial diseases – report of a planning conference*. Lima: CIP, 1979. p.88-93.
- GIORDANO, L.B.; SANTOS, F.F.; BRUNE, S. Breeding Peruvian carrot (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft) by using botanical seed at CNPH-EMBRAPA. In: SYMPOSIUM OF THE INTERNATIONAL SOCIETY FOR TROPICAL ROOT CROPS, 10., 1994, Salvador-BA. *Abstracts...*, Salvador: ISTRC, 1994. p.29.
- GIORDANO, L.B.; SANTOS, F.F.; HENZ, G.P.; MOITA, A.W. Comportamento de clones de mandioquinha-salsa oriundos de sementes botânicas em Brasília-DF. *Horticultura Brasileira*, v.13, n.2, p.188-191, 1995.
- HENZ, G.P.; LOPES, C.A.; SANTOS, F.F. Postharvest diseases of Peruvian carrot (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft). In: SYMPOSIUM OF THE INTERNATIONAL SOCIETY FOR TROPICAL ROOT CROPS, 10., 1994, Salvador-BA. *Abstracts...* Salvador: ISTRC, 1994. p.65.
- HERMANN, M. Arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft). In: HERMANN, M. & HELLER, J. (ed.). *Andean roots and tubers: ahipa, arracacha, maca and yacon*. Roma: IPGRI, 1997. p.75-172.
- LOPES, C.A.; HENZ, G.P. Doenças da mandioquinha-salsa. *Informe Agropecuário*, v.19, n.190, p.49-51, 1997.
- LOPES, C.A.; HENZ, G.P. Podridões-moles das hortaliças causadas por bactérias. Brasília: Embrapa CNPH, 1998. (Embrapa CNPH. Comunicado Técnico da Embrapa Hortaliças, 8).
- LOPES, C.A.; QUEZADO-SOARES, A.M. Doenças bacterianas das hortaliças: diagnose e controle. Brasília: Embrapa-CNPH/Embrapa-SPI, 1997. 70p.
- MICHALIK, B.; SIMON, P.W.; GABELMAN, W.H. Assessing susceptibility of carrot roots to bacterial soft rot. *HortScience*, v.27, n.9, p.1020-1022, 1992.
- NISHIJIMA, M.L.; YORINORI, N.A.; HENZ, G.P. Avaliação da suscetibilidade de tubérculos de batata a *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*. *Fitopatologia Brasileira*, v.21, suplemento, p.338, 1996.
- NORMANHA, E.S.; SILVA, J.R. Mandioquinha-salsa tem vários problemas. *Coopercotia*, São Paulo., v.20, n.160, p.36-38, 1963.
- PÉROMBELON, M.C.M.; SALMOND, G.P.C. Bacterial soft rots. In: SINGH, U.S.; SINGH, R.P.; KOSHMOTO, K. *Pathogenesis and host specificity in plant diseases – histopathological, biochemical, genetic and molecular bases*. Oxford: Pergamon/Elsevier Science, 1995. p.1-20.
- RABOT, B.; PASCO, C.; SCHMIDT, J. Assessing six Austrian potato cultivars for resistance to *Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica*. *Potato Research*, v.37, p.197-203, 1994.
- ROMEIRO, R.S.; SOUSA, R.M.; MUCHOVEJ, J.J.; KIMURA, O. Soft rot of Peruvian carrot due to *Erwinia carotovora* in Brazil. *Plant Pathology*, v.37, p.300-302, 1988.
- REN, J.; PETZOLD, R.; DICKSON, M.H. Genetics and population improvement of resistance to bacterial soft rot in Chinese cabbage. *Euphytica*, v.117, p.197-207, 2001a.

- REN, J.; PETZOLD, R.; DICKSON, M.H. Screening and identification of resistance to bacterial soft rot in *Brassica rapa*. *Euphytica*, v.118, p.271-280, 2001b.
- SANTOS, F.F.; CARMO, C.A.S. (eds.). **Mandioquinha-salsa - manejo cultural**. Brasília: Embrapa-SPI/Embrapa Hortaliças, 1998. 79p.
- SANTOS, F.F.; BRUNE, S.; GIORDANO, L.B. Variabilidade observada em população de mandioquinha-salsa obtida por autofecundação de um clone de raiz branca. *Horticultura Brasileira*, v.11, n.1, p.95, 1993.
- SANTOS, F.F.; PEREIRA, A.S. Características morfológicas e químicas de população F1 de mandioquinha-salsa (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 9., **Programa e Resumos...** CERAT, São Pedro-SP, 1996. Resumo nº 134.
- SAS INSTITUTE. **User's guide: statistics**, 5th ed. Cary: SAS Institute, 1985. 958p.
- SCHAAD, N.W.; BRENNER, D. A bacterial wilt and root rot of sweet potato caused by *Erwinia chrysanthemi*. *Phytopathology*, v.67, n.3, p.302, 1977.
- SEDIYAMA, M.A.N.; BAIÃO DE OLIVEIRA, A.C.; PUIATTI, M.; CASALI, V.W.D. Divergência genética em batata-baroa. *Horticultura Brasileira*, v.18, suplemento, p.675-676, 2000.
- SILVA, D.J.H.; MOURA, M.C.C.L.; CASALI, V.W.D. Recursos genéticos do banco de germoplasma de hortaliças da UFV: histórico e expedições de coleta. *Horticultura Brasileira*, v.19, n.2, p.108-114, 2001.
- SOARES, L.; CASALI, V.W.D. Divergência genética entre clones de batata-baroa (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft). *Revista Brasileira de Genética*, v.20, n.3 (suplemento), p.170, 1997. Resumo.
- STOMMEL, J.R.; GOTH, R.W.; HAYNES, K.G.; KIM, S.H. Pepper (*Capsicum annuum*) soft rot caused by *Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica*. *Plant Disease*, v.80, n.10, p.1109-1112, 1996.
- WASTIE, R.L.; JELLIS, G.J.; LAPWOD, D.H.; LOGAN, C.; LITTLE, G.; PHILLIPS, M.S. Assessing potato cultivars for resistance to tuber soft rot (*Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica*) at four test centres in the UK. *Potato Research*, v.31, p.67-72, 1988.
- WOLTERS, P.J.; COLLINS, W.W. Evaluation of diploid potato clones for resistance to tuber soft rot induced by strains of *Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica*, *E. carotovora* subsp. *carotovora* and *E. chrysanthemi*. *Potato Research*, v.37, p.143-149, 1994.
- ZANIN, A.C.W. Características de raízes, propágulos e cepa de três clones de mandioquinha-salsa (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 24., 1984. Jaboticabal SP. **Resumos...** Jaboticabal, FCAV, 1984. p.38.

RELAÇÃO DE TABELAS

Tabela 5.1 – Análise de agrupamento de genótipos de mandioquinha-salsa de acordo com sua reação à inoculação com dois isolados de *Erwinia chrysanthemi*.....pág. 224

Tabela 5.2 - Origem, cor externa e interna de clones de mandioquinha-salsa pertencentes ao banco de germoplasma da Embrapa Hortaliças e reação a dois isolados de *Erwinia chrysanthemi*.....pág. 225

Tabela 5.1 – Análise de agrupamento de genótipos de mandioquinha-salsa de acordo com sua reação à inoculação com dois isolados de *Erwinia chrysanthemi*. Brasília-DF, 2000.

Classe de Suscetibilidade¹	Nº Genótipos	Intervalo lesão (Ø, mm)	Genótipos
Medianamente suscetível	10	1,70-2,38	46, 90134, 94175, 94257, 94368, 94594, 96073, 96085, 96186, 96187
Suscetível	16	2,06-2,54	92739, 94045, 94120, 94348, 96003, 96004, 96006, 96031, 96031, 96071, 96088, 96366, 96386, 96388, 96406, Ecu1182
Muito suscetível	3	2,44-2,84	92592, 96405, 92659
Altamente suscetível	3	2,94-3,47	94088, 96127, Ecu1216

¹ Classe de suscetibilidade definida por análise de agrupamentos (distância euclidiana média, método de ligações simples).

Tabela 5.2 - Origem, cor externa e interna de clones de mandioquinha-salsa pertencentes ao banco de germoplasma da Embrapa Hortaliças e reação a dois isolados de *Erwinia chrysanthemi*. Brasília-DF, 2000.

Genótipo	Origem	Cor Raiz	Ech B12 ^a	Ech B11 ^b	Grau Suscetibilidade ^c
			Ølesão (cm)	Ølesão (cm)	
46	Brasil (S1)	amarela	1,96	2,38	1
90134	Brasil (S1)	amarela clara	1,95	2,12	1
92592	Brasil (S1)	amarela	2,70	2,83	3
92659	Brasil (S1)	branca	2,44	2,65	3
92739	Brasil (S1)	branca	2,30	2,32	2
94045	Brasil (S1)	amarela escura	2,25	2,54	2
94088	Brasil (S1)	amarela	3,11	3,17	4
94120	Brasil (S1)	amarela	2,19	2,44	2
94175	Brasil (S1)	amarela	1,92	2,25	1
94257	Brasil (S1)	amarela	1,86	1,97	1
94348	Brasil (S1)	amarela	2,16	2,34	2
94368	Brasil (S1)	amarela	1,85	2,24	1
94594	Brasil (S1)	amarela	1,82	2,34	1
96003 ^d	Brasil (S1)	branca	2,31	2,08	2
96004	Brasil (S1)	alaranjada	2,09	2,31	2
96006	Brasil (S1)	branca	2,22	2,51	2
96031 ^d	Brasil (S1)	amarela	2,42	2,35	2
96058	Brasil (S1)	branca	2,17	2,30	2
96071	Brasil (S1)	branca	2,18	2,38	2
96073	Brasil (S1)	amarela	1,70	1,96	1
96085	Brasil (S1)	creme	1,89	2,03	1
96088	Brasil (S1)	alaranjada	2,15	2,38	2
96127	Brasil (S1)	creme	2,94	3,00	4
96186	Brasil (S1)	creme	2,00	2,18	1
96187	Brasil (S1)	creme	1,78	1,98	1
96366	Brasil (S1)	creme	2,08	2,27	2
96386 ^d	Brasil (S1)	creme	2,19	2,16	2
96388	Brasil (S1)	branca	2,18	2,29	2
96405	Brasil (S1)	amarela	2,66	2,84	3
96406 ^d	Brasil (S1)	amarela	2,27	2,18	2
Ecu1182	Equador	branca	2,24	2,59	2
Ecu1216	Equador	branca	2,96	3,47	4

^a B12 = isolado de *Ech* de média agressividade; ^b B11 = isolado de *Ech* de alta agressividade;

^c reação a *Ech* em classes de resistência de acordo método de ligações simples e distância euclidiana média: 1- suscetível; 2- medianamente suscetível; 3- muito suscetível; 4- altamente suscetível

^d genótipos em que o isolado B12 foi mais agressivo que B11.

CAPÍTULO 6

**AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS ECONÔMICOS DE
ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA
REDUÇÃO DE PERDAS EM MANDIOQUINHA-
SALSA**

CAPÍTULO 6 – AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS ECONÔMICOS DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA REDUÇÃO DE PERDAS EM MANDIOQUINHA-SALSA

SUMÁRIO	PÁGINA
RESUMO.....	229
ABSTRACT.....	230
INTRODUÇÃO.....	230
MATERIAL E MÉTODOS.....	236
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	238
CONCLUSÕES.....	243
AGRADECIMENTOS.....	244
LITERATURA CITADA.....	244
RELAÇÃO DE TABELAS.....	246
ANEXO.....	251

CAPÍTULO 6 – AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS ECONÔMICOS DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA REDUÇÃO DE PERDAS EM MANDIOQUINHA-SALSA

RESUMO

Uma das principais limitações da cultura da mandioquinha-salsa atualmente é a baixa conservação pós-colheita das raízes e as perdas durante a comercialização, problemas que podem ser minimizados ou solucionados através de resultados de pesquisa. Nesta tese identificou-se a bactéria *Erwinia chrysanthemi* como a principal causa de perdas em raízes de mandioquinha-salsa na fase de pós-colheita e foram avaliados diferentes métodos para reduzir sua incidência, sendo os mais promissores a manutenção das raízes sob refrigeração e a secagem após o processo de lavação. Também foi simulada a introdução de uma nova cultivar de mandioquinha-salsa 30% mais produtiva nos sistemas produtivos de Minas Gerais e do Paraná como uma forma de compensar as perdas pós-colheita. O objetivo deste trabalho foi avaliar os impactos socioeconômicos da adoção de três tecnologias (refrigeração, secagem, nova cultivar) como estratégias para reduzir perdas pós-colheita. Foi utilizado o programa “Farmod for Windows” para processar a análise do tipo “*ex ante*”, que demonstra a capacidade potencial de tecnologias geradas por projetos de pesquisa. A refrigeração e a secagem das raízes são propostas tecnológicas que aumentam a vida pós-colheita das raízes da mandioquinha-salsa em pelo menos 3 dias e reduzem as perdas pós-colheita no mínimo em 20%, e apresentaram elevado impacto socioeconômico, com altas taxas internas de retorno (refrigeração, 248%; secagem, 203%) para uma taxa de adoção de 30% após cinco anos. A implementação das duas tecnologias implica em mudanças no sistema de manuseio e aumento nos custos de investimento, mão-de-obra e energia elétrica, compensado pela agregação de valor ao produto e aumento da oferta de emprego, embora beneficiando diretamente somente os responsáveis pelo beneficiamento e os agentes de comercialização. O preço de venda do produto ao consumidor passaria de R\$ 0,80/kg (tecnologia tradicional) para R\$ 1,12/kg (refrigeração) e R\$ 0,90/kg (secagem). A aplicação de recursos públicos em um projeto de pesquisa para a introdução de uma nova cultivar mais produtiva no Paraná e Minas Gerais também é uma alternativa tecnológica de alto impacto socioeconômico e que compensaria as perdas pós-colheita estimadas em 30%. A adoção da nova cultivar resultaria em aumento no custo de produção, mas ao mesmo tempo proporcionaria um aumento no nível de emprego e na

renda bruta para os produtores. A taxa interna de retorno para esta tecnologia foi estimada em 35,8%.

ABSTRACT

Economic impact of technology designed to reduce postharvest losses in arracacha roots (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft).

The main constraints of arracacha crop (*Arracacia xanthorrhiza*) in Brazil presently are the poor 3-day shelf life of its roots and the postharvest losses during commercialization, problems that can be minimized or even solved by research projects. In this thesis, the bacteria *Erwinia chrysanthemi* was identified as the main cause of postharvest losses of arracacha roots and the most promising methods to reduce the incidence of soft rot were refrigeration and drying the roots after washing. Another technological possibility evaluated was the introduction of a new and more productive arracacha cultivar in the current productive system of the main growing areas (Paraná and Minas Gerais states) to compensate the postharvest losses. The impact of adoption of these three technological proposals to reduce the postharvest losses and improve the shelf life of arracacha roots crop were evaluated through the use of “Farmod for Windows” software. Refrigeration and drying improve the arracacha roots shelf life in at least 3 days and reduce up to 20% the postharvest losses. The execution of these research projects and the adoption of these technologies by 30% of the market after 5 years would result in high internal revenue rates (refrigeration, IRR=248%; drying, IRR= 203%), compensating the increased costs of investments in equipments, labor and electrical energy. The two technological proposals add value to the arracacha roots by increasing the prices to consumers from R\$ 0,80/kg (traditional technology) to R\$ 1,12/kg (refrigeration) and R\$ 0,90/kg (drying). The main beneficiaries are the commercialisation agents and packinghouse owners. The introduction of a new cultivar is a high impact technological alternative, with an estimative of increasing 30% in arracacha yield to compensate the postharvest losses. The new cultivar resulted in more labor needs and income for farmers, overcoming the increase in the production costs. The internal revenue rate (IRR) for this technology was estimated in 35,8%.

INTRODUÇÃO

A cultura da mandioquinha-salsa apresenta uma série de características que a distinguem das demais hortaliças. É considerada uma cultura rústica, pouco exigente em insumos e relativamente tolerante a pragas e doenças, importante para uma hortaliça de

ciclo longo (8-10 meses). O produtor típico de mandioquinha-salsa cultiva uma área pequena e utiliza pouca tecnologia (Santos, 1993), sendo freqüente a participação da família como mão-de-obra. Seu custo de produção é baixo quando comparado com outras hortaliças, e sua cotação no mercado é relativamente estável, proporcionando uma alternativa de renda importante para os agricultores.

Tradicionalmente, a cultura era mais expressiva em área cultivada e produção em São Paulo e Minas Gerais. A partir da década de 70, a importância de São Paulo como região produtora decresceu e a cultura começou a ser mais expressiva na região sul de Minas Gerais (Santos, 1997), e nos estados do Paraná e Espírito Santo, de acordo com dados das safras 1992/93 (MG e SP) e 1995/96 (PR, ES e SC). Nestes estados a produtividade era estimada em 8,04 a 13,23t/ha, dependendo da adoção de técnicas de cultivo (espaçamento, irrigação), épocas de plantio e colheita. A partir de 1991, o Paraná começou gradativamente a aumentar a área cultivada, sendo que de 1992 para 1993 a produção teve um incremento de 63,8%, passando de 12.758 para 19.988t e a área cultivada aumentou 69,2%, de 1.742 para 2.518ha. Em 1998, a mandioquinha-salsa foi cultivada em mais de treze municípios do Paraná (3.396 propriedades), com uma área cultivada de 7.633ha e produção de 72.616t, e produtividade média de 9,5t/ha (Santos *et al.*, 2000), bem maior do que a projeção apresentada pela Emater-PR. Entre os municípios com maior área cultivada destacam-se Piraí do Sul (2.400ha) e Castro (1.000ha), situados perto de Ponta Grossa, e Agudos do Sul (1.500ha), no sul do estado, perto de Santa Catarina.

Em Minas Gerais até 1995, a cultura estava presente em onze regiões do estado, com 1.321ha e uma produtividade média de 12,6t/ha (Santos, 1995). As principais regiões produtoras eram o Sul do estado (Pouso Alegre, Bom Repouso e Senador Amaral); a Zona da Mata (Muriaé e Simonésia); e a Mantiqueira (Carandaí). A produtividade média do estado no período 1987-94 era de 9 a 11t/ha (Resende & Mascarenhas, 1997). Na região sul do estado, a mandioquinha-salsa apresentava uma relação área plantada/produtor de 8,68ha/produtor, a mais alta do País, embora algumas propriedades tivessem mais de 100ha. Esta região apresenta condições favoráveis para o cultivo, além de estar estrategicamente localizada perto dos maiores centros consumidores do País (São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte).

A cadeia produtiva da mandioquinha-salsa foi caracterizada por Muniz & Machado (1995) no Espírito Santo, onde foram identificadas as atividades "antes" e "depois da porteira", utilizando-se como amostragem cerca de 10% dos produtores da

hortaliça no estado. As informações foram obtidas através de um questionário, sendo identificados os fatores críticos negativos e positivos para o produtor e dados sobre a propriedade, mão-de-obra, sistema produtivo, tecnologia e comercialização. Em 1995 a cultura representou 2% do PIB estadual, orçado em R\$ 9 bilhões. Identificou-se como fatores críticos negativos a baixa qualidade da mão-de-obra, mercado interno pouco exigente, baixa qualidade do produto, alta margem de lucro estabelecida pelos comerciantes e atacadistas e baixa interação do produtor com os demais elos da cadeia produtiva, em especial o consumidor. Em termos médios, a área cultivada com mandioquinha-salsa no Espírito Santo era de 5,7ha em propriedades com 65,2ha e representava 41,4% da renda total da propriedade e ocupava 7,6 pessoas (mão-de-obra familiar: 2,4 pessoas; parceiro: 4,25 pessoas; meeiro: 0,4 pessoa; diarista: 0,2 pessoa). As principais condições indutoras do plantio eram o preço do produto (82,5%), garantia de mercado (57%) e condições favoráveis da propriedade (68%). Na maior parte das vezes a venda do produto ocorria na propriedade, sendo o comprador responsável pela informação do preço, fornecimento de embalagem e pelo transporte.

Atualmente, o principal sistema de manuseio pós-colheita da mandioquinha-salsa adotado no País envolve três segmentos: (1) produção em Santa Catarina, Paraná e Minas Gerais; (2) beneficiamento em Piedade e Tapiraí-SP; (3) comercialização no atacado na CEAGESP, em São Paulo-SP. O produtor em geral vende a mandioquinha-salsa na propriedade para um intermediário que repassa o produto aos beneficiadores paulistas. O beneficiamento das raízes de mandioquinha-salsa é uma importante atividade econômica dos municípios de Piedade e Tapiraí-SP, onde localizam-se cerca de 30 estabelecimentos que beneficiam também outras hortaliças, como cenoura, beterraba e inhame. De acordo com o tamanho da beneficiadora, pode empregar de 5-25 pessoas, principalmente mulheres que executam a seleção e a embalagem das raízes.

Uma das maiores limitações da cultura da mandioquinha-salsa é a sua reduzida vida pós-colheita (2-3 dias), em oposição ao seu ciclo relativamente longo. As perdas ocorrem principalmente na chegada do produto ao varejo (48h após a colheita), e alcançam até 100%. No presente trabalho de tese determinou-se a podridão-mole causada pela bactéria *Erwinia chrysanthemi* como a principal causa de perdas pós-colheita em raízes de mandioquinha-salsa. A incidência desta doença está relacionada diretamente ao processo de lavagem e secagem deficiente das raízes; ao uso de embalagem em caixas de madeira do tipo “K”, que mantêm as raízes úmidas e causam injúrias mecânicas; e a ocorrência de temperaturas acima de 22°C em praticamente

todos os processos do manuseio pós-colheita das raízes. Foram avaliados diferentes métodos de manejo da doença para reduzir ou minimizar a incidência da doença após o processo de lavação, como produtos químicos (antibióticos, extratos de plantas, desinfestantes) e métodos físicos (água quente, secagem e refrigeração). Os métodos que apresentaram as maiores reduções da incidência da podridão-mole nas raízes de mandioquinha-salsa foram a refrigeração a 3-5°C e a secagem das raízes logo após a lavação.

Além destas duas tecnologias, considerou-se a possibilidade de execução de um projeto de pesquisa e desenvolvimento de uma nova cultivar de mandioquinha-salsa, mais produtiva de forma a compensar as perdas pós-colheita. A avaliação da resistência a podridão-mole de 32 genótipos de mandioquinha-salsa demonstrou haver somente variação no grau de suscetibilidade a *Erwinia chrysanthemi*. A adoção de medidas preventivas no manejo pós-colheita da mandioquinha-salsa é a maneira mais efetiva para reduzir as perdas na cultura uma vez que a incorporação de resistência genética através de um programa de melhoramento não é factível a curto prazo. Desta maneira avaliou-se o impacto do lançamento de uma nova cultivar de mandioquinha-salsa que apresentasse como principal característica um aumento de produtividade de até 30% como forma de compensar as perdas pós-colheita. Existem atualmente apenas três cultivares sendo plantadas no Brasil: uma de raízes brancas e duas de raízes amarelas (“Amarela Comum ou Amarela de Carandaí” e “Amarela de Senador Amaral”) e uma nova cultivar é uma demanda do sistema produtivo para ampliar as opções de cultivo. Outras características agrônômicas importantes presentes nas cultivares atualmente utilizadas pelos produtores brasileiros seriam mantidas constantes, tais como o ciclo médio de 8-10 meses, raízes de coloração amarela e com formato semelhante a cenoura (cilíndrica regular), comprimento de 12-15 cm e diâmetro de 3-4 cm. A nova cultivar seria progressivamente adotada nos principais estados produtores brasileiros (Minas Gerais e Paraná), considerando-se diferenças regionais em termos de produtividade média e custos de produção.

O processo de geração e transferência de tecnologia para a cadeia produtiva exige consideráveis montantes de recursos financeiros. Os investimentos necessários aos projetos de pesquisa desenvolvidos por instituições públicas são financiados com recursos sociais e os retornos devem ser avaliados sob o ponto de vista econômico, social e ambiental. O capital investido na geração e transferência de uma determinada tecnologia deve retornar diretamente para a sociedade na forma de maiores excedentes

econômicos ou melhor qualidade de vida para os produtores, consumidores e outros agentes que compõem os diferentes elos da cadeia produtiva. Do ponto de vista socioeconômico, a inovação tecnológica proposta deve apresentar maior eficiência comparativa em relação à tecnologia tradicional e proporcionar maior produtividade, aumentar a renda dos produtores, a geração de empregos, melhorar a qualidade e incrementar a disponibilidade de produtos para a sociedade, além de reduzir os impactos ao meio ambiente.

Para se ter uma medida precisa dos benefícios gerados pela nova tecnologia é necessário avaliar a taxa de retorno do capital investido e o respectivo valor atualizado dos recursos aplicados. Este tipo de avaliação equivale a uma prestação de contas apresentada à sociedade, enquanto financiadora dos investimentos alocados nas atividades de pesquisa e transferência tecnológica. Ultimamente, os trabalhos de avaliação dos impactos de tecnologias na cadeia produtiva tem sido frequentemente demandados por dirigentes de política agrícola, instituições de pesquisa e principalmente pelos financiadores dessas atividades. As avaliações econômicas são importantes como orientadoras nas tomadas de decisão de investimento em determinadas atividades (CIMMYT, 1990). Atualmente existe no mundo uma crescente demanda da população por uma maior transparência na alocação de recursos públicos, e no financiamento da pesquisa agrícola uma maior ênfase na demonstração de alcançar benefícios tangíveis para a sociedade (Esterhuizen & Liebenberg, 2001).

As avaliações de impacto econômico de novas tecnologias tiveram início na década de 50 com o trabalho pioneiro de Griliches (1958), que estimou a taxa interna de retorno anual (35-40%) para o milho híbrido e para o sorgo híbrido (20%) nos Estados Unidos no período de 1940-1955. A partir deste trabalho, vários outros artigos têm relatado resultados de impactos econômicos de diferentes tecnologias agrícolas no exterior e no Brasil. Peterson (1969) estimou em 21-25% a taxa interna de retorno de novas tecnologias para aves de corte nos Estados Unidos. A taxa interna de retorno de novas tecnologias para cana-de-açúcar na África do Sul foi calculada em 40% (Evenson, 1973). Atualmente este tipo de análise têm sido cada vez mais importante e valorizada por conta da escassez de recursos públicos, o que força a seleção de projetos de pesquisa que apresentem maiores impactos socioeconômicos positivos.

No Brasil, existem relatos de diversos trabalhos que apresentaram impactos econômicos positivos para vários produtos agrícolas, resultado da adoção de diferentes tecnologias. Cruz *et al.* (1982) estimaram a rentabilidade dos investimentos aplicados

nas pesquisas da Embrapa no período de 1974-1992 em 42,8%. Exemplos de estimativas da taxa interna de retorno de algumas culturas agrícolas importantes para o País: 77% para o algodão no período de 1944-1967 (Ayer & Schuh, 1970); 96% para o arroz irrigado desenvolvido pelo IRGA no Rio Grande do Sul (Ávila, 1981); 59% para a soja no período de 1975-1995 (Roessing, 1992); 22% para o trigo no período de 1974-1992 (Ambrosi & Cruz, 1993). Para a cenoura, considerando-se a introdução de duas novas cultivares (“Brasília” e “Kuronan”) a taxa de retorno foi estimada em 35,5% no período de 1977-1996 (Vilela *et al.*, 1995). Recentemente, Alston *et al.* (2001) avaliaram os retornos de algumas cultivares lançadas pela Embrapa no período de 1972 a 1999, sendo 301% para a soja, 59% para o arroz de sequeiro e 28% para o feijão, sendo que para estas três culturas em conjunto a taxa de benefícios foi estimada em 159%.

Alguns trabalhos de estimativas da taxa interna de retorno foram *ex-ante* e outras *ex-post*. As avaliações *ex-ante* determinam os benefícios potenciais das tecnologias em estimativas de adoções futuras em diferentes cenários conjunturais, e os estudos *ex-post* determinam a valoração quantitativa da contribuição da tecnologia às mudanças detectadas (ou impactos) entre o “antes” e o “depois” da introdução da tecnologia na cadeia produtiva, isto é, “sem” e “com” a intervenção de uma tecnologia (Evenson, 1987).

Existem diferentes programas de computador para a avaliação de impacto sócioeconômico de projetos de pesquisa e a da adoção de tecnologias. O programa “Farmod for Windows” utiliza metodologia recomendada pela teoria econômica é freqüentemente utilizado pela FAO e pelo Banco Mundial para a avaliação de projetos de desenvolvimento, nos processos de análise e seleção de alternativas produtivas, de orçamentação de atividades e conjuntos de atividades com distintos níveis de agregação (Ace *et al.*, 1995; Morelli, 1995). Através do uso do “Farmod” é possível elaborar orçamentos parciais de cultivos e de atividades produtivas de propriedades individuais, por grupos de propriedades, regiões, ou subprojetos; avaliar balanços da disponibilidade/requerimentos de mão-de-obra na propriedade, de bens intermediários (produzidos e consumidos nas propriedades ou suas agregações); introduzir variações esperadas nos preços relativos, corrigir pela inflação; determinar as necessidades de crédito e incorporar o crédito e sua amortização na análise financeira; e corrigir preços com base em fatores de conversão; avaliar financeira e economicamente unidades de

produção, regiões, subprojetos ou projetos em seu conjunto, e muitas outras análises (Morelli, 1995).

O objetivo deste trabalho foi avaliar os impactos de três tecnologias propostas para redução de perdas pós-colheita em mandioquinha-salsa e especificamente avaliar os retornos dos recursos sociais alocados na geração e transferência destas tecnologias para a cadeia produtiva.

MATERIAIS E MÉTODOS

Alternativas tecnológicas propostas

Como alternativas tecnológicas para a redução de perdas, considerou-se três possibilidades: (1) adoção da refrigeração no manuseio pós-colheita (transporte refrigerado; equipamentos de venda no mercado varejista) porque o rebaixamento da temperatura (3-5°C) é uma alternativa eficiente para reduzir a incidência de podridão-mole e as perdas decorrentes; (2) secagem das raízes após a lavagem, que pode reduzir em até 60% a incidência da podridão-mole, e uso de embalagens de plástico e de papelão, que reduzem a incidência de injúrias mecânicas superficiais. Os demais processos de manuseio pós-colheita foram mantidos constantes. A terceira tecnologia avaliada foi a introdução na cadeia produtiva de uma nova cultivar, superior às disponíveis atualmente em precocidade e produtividade, como uma forma de compensar as perdas na fase de pós-colheita estimadas em 30%, uma vez que a obtenção de uma cultivar com resistência ou menor suscetibilidade a *Erwinia* ou com maior vida de prateleira é de difícil obtenção através de melhoramento genético

Origem dos dados e modelo de análise

Os dados básicos deste trabalho foram os coeficientes técnicos e custos obtidos diretamente dos sistemas de produção em dois dos principais estados produtores (Minas Gerais e Paraná), que detêm mais de 80% da área cultivada no País. Os custos de beneficiamento foram obtidos *in loco* junto às lavadoras de Piedade-SP e Tapiraí-SP, que abastecem o mercado atacadista de São Paulo (CEAGESP). As beneficiadoras concentram a produção do Paraná, Minas Gerais, Santa Catarina e São Paulo, e são responsáveis pela lavagem, seleção, embalagem, transporte e distribuição de raízes de mandioquinha-salsa. Os custos de transporte, comercialização e cotações de preços foram obtidos diretamente da CEAGESP. Os preços de balcões e câmaras frigoríficas foram levantados junto a empresas revendedoras desses equipamentos. As informações sobre custos operacionais diretos da pesquisa foram baseados em projetos e outras

fontes da Embrapa Hortaliças, sendo os gastos indiretos com pesquisa (administração e apoio) rateado entre os projetos.

As avaliações neste trabalho foram de natureza *ex-ante*, determinando-se os benefícios potenciais das tecnologias em estimativas de adoções futuras em diferentes cenários conjunturais. As análises fundamentaram-se no “Valor Presente Líquido” (=VPL), que avalia a liquidez dos projetos, e na “Taxa Interna de Retorno” (=TIR), que fornece como resultado a taxa média de rentabilidade que anula o seu VPL. A viabilidade econômica do projeto é confirmada quando a TIR é superior ao custo de oportunidade do capital investido. O VPL foi obtido pela fórmula:

$$VPL = \sum_j^n \frac{B_t}{(1+i)^t} - \sum_j^n \frac{C_t}{(1+i)^t}$$

onde B_t = quantidade produzida multiplicada pelo preço do produto; C_t = custo de produção mais o custo da pesquisa, calculado pela quantidade de fatores utilizados multiplicada pelo respectivo preço do fator. A TIR foi calculada pela seguinte fórmula:

$$\sum_j^n \frac{B_t - C_t}{(1+R)^t} = 0$$

onde $B_t - C_t$ = benefícios socioeconômicos do projeto em avaliação; j = ano inicial do fluxo de benefícios; n = ano final do fluxo, ou horizonte de liquidação do projeto; R = Taxa Interna de Retorno (TIR). Os impactos foram quantificados pelos diferenciais que determinam o incremento percentual e valor incremental fornecido pelas novas tecnologias.

Análise do impacto de novas tecnologias

Para a refrigeração associada a embalagens de papelão e a secagem das raízes, considerou as três classes de produto (3A, 2A, 1A) com cotação de preço na CEAGESP, em São Paulo-SP. A classe 3A é a que alcança as maiores cotações e representa a maior parte do produto classificado pelas beneficiadoras, enquanto as classes 2A e 1A tem cotações que alcançam somente 50% ou menos que a classe 3A. No caso da adoção de refrigeração e de embalagens de papelão e da secagem das raízes, foram considerados os custos adicionais com mão-de-obra, energia elétrica, compra e manutenção de equipamentos e investimentos. A nova cultivar seria introduzida na cadeia produtiva dos principais estados produtores de mandioquinha-salsa (Minas Gerais e Paraná). Neste

trabalho, considerou-se a produtividade média de Minas Gerais em 11t/ha e o custo de produção de R\$2.001,00/ha e para o Paraná a produtividade foi de 9t/ha e o custo de produção de R\$1.694,40. Foram mantidas estimativas de perdas de 10% no beneficiamento das raízes e de 30% no comércio atacadista e varejista.

Para as tecnologias propostas foram construídos cenários futuros com o uso da tecnologia tradicional, representada pelo processo usual de beneficiamento e comercialização e pela cultivar plantada atualmente pelos produtores, em comparação com a nova tecnologia (refrigeração, secagem, nova cultivar) em horizontes de 1 e 15 anos. Foram estimados os orçamentos econômicos com e sem a adoção de projetos de pesquisa, com incremento na taxa de adoção da proposta tecnológica. As análises foram processadas utilizando-se o programa de computador “Farmod for Windows” versão 4.02 (março/1996) desenvolvido por Ace *et al.* (1995).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Uso de refrigeração na cadeia pós-colheita de mandioquinha-salsa

O financiamento de um projeto de pesquisa para avaliar o uso da refrigeração em mandioquinha-salsa orçado em R\$ 1.050.000,00 (R\$ 500.000,00 nos primeiros três anos, R\$ 300.000,00 no quarto ano e estabilizando-se em R\$ 100.000,00 a partir deste ano) é altamente compensador do ponto de vista de impacto socioeconômico. Considerando-se uma adoção de 30% desta tecnologia pelos agentes envolvidos na rede de comercialização da mandioquinha-salsa ao final de cinco anos, o projeto alcançaria uma taxa interna de retorno (TIR) estimada em 248% e um valor presente líquido (VPL) de R\$ 29.000.000,00 (Tabela 6.4).

No processo de comercialização tradicional, as raízes apresentam em média uma vida útil de 3 dias, e com a adoção das novas técnicas (refrigeração e caixas de papelão) passariam a durar no mínimo 5 dias, com redução de 30% para 10% nas perdas pós-colheita na etapa da distribuição do produto. A adoção da refrigeração foi avaliada em duas atividades distintas (beneficiamento e distribuição) e resultou em aumento de custos. No caso do beneficiamento, considerou-se a compra e instalação de uma câmara frigorífica, e aumento nos custos operacionais, como a substituição de caixas de madeira do tipo “K” por caixas de papelão, transporte em caminhão refrigerado do produtor até o beneficiador e depois até a CEAGESP, e aumento nos custos da manutenção de equipamentos e da energia elétrica. Para a distribuição e venda da mandioquinha-salsa refrigerada houve um aumento nos custos no equipamento de refrigeração, transporte

refrigerado, compra de bandejas de isopor e filme de PVC para embalagem, manutenção de equipamentos e energia elétrica (Tabela 6.1).

Foram elaborados os orçamentos parciais para as etapas de beneficiamento e distribuição, respectivamente, considerando-se a situação atual e com a introdução da tecnologia proposta. Os proprietários das beneficiadoras e os agentes envolvidos na comercialização seriam economicamente recompensados pela adoção da tecnologia proposta pelo efeito direto no aumento de preço de venda de um produto de melhor qualidade e durabilidade. Outro fator positivo é o aumento do nível de emprego nas beneficiadoras de Piedade e Tapiraí-SP e também na comercialização e distribuição do produto, uma vez que a adoção da refrigeração implica em maior demanda por mão-de-obra, como por exemplo a embalagem das raízes de mandioquinha-salsa em bandejas de isopor recobertas com filme de plástico de PVC. A mandioquinha-salsa sob refrigeração tem maior valor agregado, e o preço final do produto para o consumidor passaria de R\$ 0,80/kg para R\$ 1,12/kg, compensando plenamente os investimentos e incremento nos custos. Mesmo sendo mais caro, o consumidor é beneficiado diretamente por um produto de melhor qualidade e com menor probabilidade de perdas.

A refrigeração tem potencial de adoção para mercados específicos como uma resposta à demanda por produtos diferenciados, indicadas para raízes das classes mais caras (3A e Extra B), de melhor qualidade e apresentação. As caixas “K” também seriam substituídas por caixas de papelão com capacidade para 12kg ou 22kg, e servir também para acondicionar raízes embaladas à vácuo em sacos plásticos com 0,5kg de raízes. Na adoção da embalagem proposta, foram considerados apenas aspectos de mercado, principalmente a demanda por um produto diferenciado por parte dos varejistas e atacadistas. Apesar das caixas de papelão serem mais caras que as de madeira, apresentam vantagens como menor incidência de injúrias mecânicas nas raízes e proporcionam um ambiente menos favorável à ocorrência de podridões pós-colheita, porque absorvem parte do excesso d'água das raízes e permitem uma ventilação interna melhor. Neste caso, o consumidor final também é beneficiado por um produto de melhor aparência e de maior vida de prateleira, e com menor probabilidade de perdas causadas por *Erwinia*.

O uso da refrigeração na fase pós-colheita é usado regularmente para alguns produtos hortícolas. Alguns estabelecimentos mantêm a mandioquinha-salsa em expositores refrigerados quando embaladas em bandejas de isopor recobertas com filme de PVC ou na forma minimamente processada e embalada a vácuo. Alguns

supermercados localizados em estados mais distantes, como Rondônia e Mato Grosso, compram mandioquinha-salsa na CEAGESP e transportam em caminhões refrigerados em cargas mistas com outras frutas e hortaliças.

A tomada de decisão a respeito da adoção de técnicas pós-colheita para manter a qualidade dos produtos hortícolas e reduzir perdas é baseada em critérios econômicos. Em supermercados existem produtos que devem necessariamente ser refrigerados para manter sua qualidade e estar em condições de serem consumidos. Neste caso, são levados em consideração o custo do equipamento de refrigeração (balcões frigoríficos e câmaras frias) e de sua manutenção, o preço da energia elétrica, e o preço de venda do produto e o volume diário comercializado. As grandes redes de supermercados ou estabelecimentos localizados em áreas de maior poder aquisitivo geralmente adotam o uso de embalagem e refrigeração para todos os produtos perecíveis, inclusive hortaliças. Estabelecimentos menores ou localizados em áreas de consumidores de menor poder aquisitivo não adotam nenhuma técnica especial de conservação pós-colheita para hortaliças, absorvendo as perdas e repassando-as para o consumidor. Estabelecimentos varejistas pequenos que possuem apenas um ou dois expositores preferem vender a mandioquinha-salsa à granel, mesmo sabendo que as raízes vendidas nas gôndolas, em condição ambiente, perdem rapidamente sua qualidade. Neste caso, a rotatividade do produto é essencial, e deve-se ajustar as compras no atacado de acordo com a demanda diária, uma vez que parte das hortaliças e frutas duram apenas 1-3 dias, como alface e a própria mandioquinha-salsa. A adoção da refrigeração também pode ser considerada apenas para a época de verão, em que as condições ambientais predisõem as raízes de mandioquinha-salsa a uma maior incidência de perdas por *Erwinia*.

Secagem das raízes

A secagem de raízes após a lavagem é uma alternativa tecnológica simples que pode representar uma redução de pelo menos 10% de perdas na comercialização do produto na situação atual, estimadas em 30%. Assumindo que 30% dos distribuidores adotem a tecnologia proposta ao final de cinco anos será alcançada uma TIR de 203% e um VPL de R\$ 17.800.000,00 (Tabela 6.4). O custo de investimento do projeto de pesquisa para a geração desta tecnologia e sua transferência foram orçados em R\$ 500.000,00.

Considerou-se a classificação usual da mandioquinha-salsa da CEAGESP em três categorias (3A, 2A e 1A), que apresentam preços de mercados diferenciados com base no tamanho e qualidade de raízes. A adoção da secagem aumenta os custos de

investimentos (secador) e custos de manutenção de equipamentos, energia elétrica e mão-de-obra (Tabela 6.2). Esta técnica proporciona uma maior durabilidade das raízes e reduz a probabilidade de perdas por deterioração, e por este diferencial este produto pode ser comercializado por um preço mais elevado no mercado. Com a adoção da tecnologia proposta, os segmentos de beneficiamento e distribuição do produto serão beneficiados. O preço final do produto ao consumidor terá um aumento de R\$ 0,10/kg, passando de R\$ 0,80 para R\$ 0,90/kg. O consumidor de mandioquinha-salsa também é favorecido porque terá acesso a um produto de melhor qualidade e com menor probabilidade de deterioração no período de tempo em que permanecer no domicílio. A adoção da secagem também favorece a economia regional por demandar equipamentos e necessitar maior mão-de-obra, aumentando o nível de emprego nas beneficiadora, porque aumenta o tempo gasto no manuseio pós-colheita.

O processo de secagem pode afetar a aparência das raízes, que apresentam uma coloração mais clara e brilho menos intenso quando comparadas com aquelas mantidas úmidas. Um modo de contornar este problema seria associar a secagem das raízes ao uso de embalagem e refrigeração, e posteriormente avaliar a possibilidade do uso de ceras para recompor o aspecto das raízes. O uso desta técnica pode ser restrito ao período de novembro a abril, época de maior incidência de perdas devido a *Erwinia spp* e menor disponibilidade do produto.

Introdução de nova cultivar

A introdução de uma nova cultivar de mandioquinha-salsa 30% mais produtiva que os materiais disponíveis atualmente para os produtores como uma forma de compensar as perdas pós-colheita da cultura também demonstrou ser factível técnica e economicamente. A execução de um projeto de pesquisa e as atividades de divulgação e lançamento da nova cultivar foram orçadas em R\$ 1.050.000,00, sendo R\$ 350.000,00/ano nos primeiros três anos e R\$ 200.000,00 nos anos subsequentes. O projeto de pesquisa resultaria em uma TIR de 35,8%, significativamente menor do que a refrigeração e secagem, e uma VPL de R\$ 4.300.000,00 (Tabela 6.4).

Projetando-se um horizonte de quinze anos para a tecnologia tradicional e de três anos para a proposta da nova tecnologia, a produtividade aumentaria de 11 para 15ton/ha e de 9 para 12ton/ha em Minas Gerais e no Paraná, respectivamente. Neste caso, os benefícios serão apropriados em forma de um maior rendimento de raízes, uma vez que seriam mantidas as mesmas técnicas de cultivo e os custos dos sistemas

produtivos atuais. Os incrementos relativos na produção física serão 36% e 33% respectivamente para os estados de Minas Gerais e Paraná considerando-se o nível de adoção dos novos materiais em 12% da área atual a partir do quarto ano e alcançando 50% da área no final do décimo ano. Haverá uma maior necessidade de mão-de-obra na colheita e nas operações de pós-colheita como consequência do aumento da produtividade. Os coeficientes técnicos de serviços aumentariam de 140 para 175 D/H (dias/homem) em Minas Gerais e de 125 para 145 D/H no Paraná, com aumento também no número de caixas para acondicionar o produto na colheita, sendo 33% e 19% respectivamente para Minas Gerais e Paraná (Tabela 6.3). Com a introdução da tecnologia proposta na cadeia produtiva, ao final do período de três anos o nível de emprego aumentaria em 25% e 16% respectivamente em Minas Gerais e no Paraná.

Com a introdução da nova cultivar na cadeia produtiva, a renda bruta dos produtores aumentará de R\$ 4.400,00 para R\$ 6.000,00 em Minas Gerais e de R\$ 3.600,00 para R\$ 4.800,00 no Paraná. Os impactos gerados sobre a renda foram quantificados em 36% e 33% respectivamente para os produtores de Minas Gerais e Paraná. O valor das mudas melhoradas é maior do que as mudas em uso, e assim seu custo aumentará de R\$ 567,00 para R\$ 939,00 (Minas Gerais) e de R\$ 563,00 para R\$ 939,00 (Paraná). O custo das embalagens aumentará de R\$ 165,00 para R\$ 220,00 (33% em Minas Gerais) e de R\$ 135,00 para R\$ 160,00 (19% no Paraná).

Impacto econômico das alternativas propostas

As tecnologias propostas para o aumento da oferta e redução de perdas pós-colheita de raízes de mandiocinha-salsa causadas por *Erwinia* spp. mostraram-se economicamente viáveis para os beneficiadores de Piedade e Tapiraí-SP e para o comércio atacadista e varejista de São Paulo e para os sistemas produtivos dos dois principais estados produtores (Paraná e Minas Gerais). Estes indicadores econômicos podem ser extrapolados para as demais áreas de produção, haja vista que esses dois estados concentram aproximadamente 80% da produção nacional. Os principais impactos positivos das tecnologias propostas foram o aumento do nível de produtividade, com maior oferta do produto, maior geração de empregos e renda nas propriedades rurais, maiores ganhos financeiros para a rede de comercialização por redução de perdas pós-colheita e maior disponibilidade de produto com boa qualidade para os consumidores finais.

De acordo com as estimativas das taxas internas de retorno (TIR), os investimentos alocados na geração, transferência e adoção das tecnologias propostas

para redução de perdas pós-colheita em mandioquinha-salsa causadas por *Erwinia* spp. são proporcionalmente compensados pelos retornos socioeconômicos. O valor presente líquido (VPL) dos investimentos indica que no agregado os estados de Minas Gerais e Paraná são significativamente beneficiados pelas tecnologias propostas (Tabela 6.4). As tecnologias propostas para o aumento da produtividade e redução de perdas pós-colheita da mandioquinha-salsa beneficiam economicamente com significativa intensidade todos os elos da cadeia produtiva, incluindo os setores a montante e à jusante do setor produtivo. As taxas internas de retorno obtidas nesta avaliação para as tecnologias propostas são comparáveis às taxas obtidas em avaliações similares de tecnologias para outros produtos. Os benefícios esperados das novas tecnologias compensarão os investimentos alocados nos respectivos projetos, confirmados por indicadores econômicos significativamente favoráveis.

Mesmo com indicações tão favoráveis, as alternativas que objetivam a redução de perdas pós-colheita em mandioquinha-salsa provavelmente não são factíveis em todos os segmentos de mercado. A maneira tradicional de venda da mandioquinha-salsa, onde as raízes são lavadas, acondicionadas em caixas de madeira e transportadas em caminhões comuns, ainda é a forma mais comum e importante de comercialização. Como grande parte dos consumidores não tem recursos para comprar um produto com maior valor agregado, o produto convencional, com alta probabilidade de perdas durante a comercialização, ainda continuará a ter espaço no mercado por conta de seu preço mais baixo.

O uso do “Farmod” na avaliação do impacto das alternativas tecnológicas sugeridas no presente trabalho demonstrou esta possibilidade de uso em uma situação mais específica, como havia sido feito com a avaliação *ex-post* da pesquisa em cenoura (1977-95) e a avaliação *ex-ante* da pesquisa de tomate para indústria (Morelli, 1995).

CONCLUSÕES

- a pesquisa e a adoção de três alternativas tecnológicas com o objetivo de reduzir as perdas pós-colheita e aumentar a durabilidade de raízes de mandioquinha-salsa (refrigeração e secagem das raízes) e aumentar a produtividade (nova cultivar) apresentaram alto impacto econômico;
- a taxa interna de retorno (TIR) foi de 248% para a adoção da refrigeração; 203% para a secagem das raízes; e 35,8% para a introdução de uma nova cultivar de mandioquinha-salsa;

- a adoção das tecnologias proporcionará ganhos diretos para os agentes de comercialização e consumidores (redução de perdas pelo uso de refrigeração e secagem das raízes) e para os produtores (nova cultivar);
- em condições de preços correntes de fatores e do produto, as alternativas tecnológicas propostas foram economicamente viáveis, haja vista que as respectivas taxas internas de retorno foram superiores às taxas anuais vigentes no mercado financeiro para remuneração do capital, e os recursos públicos e/ou privados estariam alocados em seu melhor uso alternativo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Dr. Juan B. Morelli pela execução das análises no “Farmod for Windows” e ao Dr. Flávio Versiani pelas sugestões, correções e leitura criteriosa deste manuscrito.

LITERATURA CITADA

- ACE, E.; GUTTERMAN, P.; SCHULER, C. **Farmod for Windows- Software**. Washington: BIRD. 1995.
- ALSTON, J.M.; KANG-CHAN, C.; MAGALHÃES, E.C.; PARDEY, P.; VOSTI, S.A. **The value of Embrapa varietal improvement research**. Washington: IFPRI, 2001. 298p.
- AMBROSI, I.; CRUZ, E.R. **Taxas de retorno dos recursos aplicados em pesquisa no Centro Nacional de Pesquisa de Trigo**. Passo Fundo: Embrapa- CNPT, 1984. 27p.
- AVILA, A.F.D. **Evaluation de la recherche agronomique au Bresil: le cas de la recherche rizicole de l'IRGA au Rio Grande do Sul**. Montpellier: Facultad de Droit et des Sciences Economiques, 1981. 165p. (Tese de doutorado).
- AYER, H.W.; SCHU, G.E. Social rates of return and other aspects of agricultural research: the case of cotton research in São Paulo, Brazil. **American Journal of Agricultural Economics**, v.54, n. 4, p.557-69, 1972.
- CIMMYT. **La formulación de recomendaciones a partir de datos agronomicos: un manual metodologico de evaluación económica** (edición revisada). México: CIMMYT, 1990. 79p.
- CRUZ, E.R.; RAMALHO DE CASTRO, J.; TOLLINI, H.; SUGAI, Y. *Ex-ante* evaluation of agricultural research in Brazil. In: EVENSON, R.E.; CRUZ, E.R.; AVILA, A.F.D.; PALMA, V. (eds.). **Economic evaluation of agricultural research: methodologies and a Brazilian application**. New Haven: Yale University-Embrapa, 1987. p.132-146.
- ESTERHUIZEN, J.M.C.; LIEBERBERG, G.F. The use of indicators within a comprehensive impact assessment approach in three South African research programmes. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.87, p.233-244, 2001.
- EVENSON, R. E. *Ex-ante* research evaluation and system designer assessment In: EVENSON, R.E.; CRUZ, E.R.; AVILA, A.F.D.; PALMA, V. (eds.). **Economic**

- evaluation of agricultural research: methodologies and a Brazilian application.** New Haven: Yale University-Embrapa, 1987. p.VI.1-VI.12.
- GRILICHES, Z. Research cost and social returns: hybrid corn and related innovations. **Journal of Political Economy**, v.66, n.5, p.419-431, 1958.
- MORELLI, J.B. **Utilización del Farmod para evaluación de proyectos de investigación.** Brasília: CNPH/Embrapa, 1995. 48p. (Relatório de Consultoria).
- MUNIZ, J.M.; MACHADO, N.D. Visão prospectiva da cadeia produtiva da mandioquinha-salsa no estado do Espírito Santo. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE MANDIOQUINHA-SALSA, 5., 1995, Venda Nova do Imigrante, ES. **Palestras e trabalhos técnicos...** Venda Nova do Imigrante: SOB, 1995. p.10-14.
- PETERSON, W.L. Return to poultry research in the United States. **Journal of Farm Economics**, v.49, n.3, p.656-669, 1969.
- PINAZZA, A.H.; GEMENTE, A.C.; MATSUOKA, S. Retorno social dos recursos aplicados em pesquisa canavieira: o caso da variedade NA56-79. In: XXI CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 21., 1983, Brasília, DF. **Anais...** Brasília: SOBER, 1983. p.67-70. Resumo.
- RESENDE, L.M.A.; MASCARENHAS, M.H.T. Características econômicas da produção e comercialização da mandioquinha-salsa em Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, v.19, n.190, p.8-10, 1997.
- RILEY, J. Indicator quality for assessment of impact of multidisciplinary systems. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.87, p.121-128, 2001.
- ROESSING, A.C. **Taxa interna de retorno dos investimentos em pesquisa de soja.** Londrina: Embrapa - CNPSo, 1984. 37 p. (Embrapa/CNPSo. Documentos, 6).
- SANTOS, F.F. Características sócio-econômicas no processo de produção da mandioquinha-salsa no Brasil. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.11, n.1, p.95, 1993. Resumo.
- SANTOS, F.F. Colheita, classificação e embalagem da mandioquinha-salsa. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.19, n.190, p.53-54, 1997.
- SANTOS, F.F.; COSTA, G.P.; MACEDO, P.; KRIECK, R.S. **Mandioquinha-salsa no agronegócio do estado do Paraná.** Curitiba: Emater-PR, 2000. 56p. (Informação Técnica, 51).
- SANTOS, J.A. Situação atual e perspectivas da mandioquinha-salsa no Brasil – Minas Gerais. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE MANDIOQUINHA-SALSA, 5., 1995, Venda Nova do Imigrante, ES. **Palestras e trabalhos técnicos...** Venda Nova do Imigrante: SOB, 1995. p.3-4.
- VILELA, N.J.; MORELLI, J.B.; MAKISHIMA, N. **Impactos socioeconômicos da pesquisa de cenoura no Brasil:1977-1996.** Brasília: CNPH, 1997. 20p. (Embrapa Hortaliças. Documentos, 11).

RELAÇÃO DE TABELAS

Tabela 6.1 – Orçamento econômico agregado com e sem a adoção de transporte refrigerado de mandioquinha-salsa.....pág. 247

Tabela 6.2 – Orçamento econômico agregado com e sem a adoção da secagem das raízes de mandioquinha-salsa.....pág. 248

Tabela 6.3 – Orçamento econômico agregado parcial para a introdução de uma nova cultivar de mandioquinha-salsa.....pág.249

Tabela 6.4 – Preço de venda, valor do investimento, taxa interna de retorno e valor presente líquido de alternativas tecnológicas propostas para a mandioquinha-salsa.....pág. 250

Tabela 6.1 – Orçamento econômico agregado com e sem a adoção de transporte refrigerado de mandioca-salsa.

Orçamento agregado (em R\$ 1.000,00)	Sem Projeto 1 a 15 anos				Com Projeto		
		1º ano	2º ano	3º ano	4º ano	5º ano	6 a 15 anos
Produção							
Mandioca-Salsa Bruta	42.000	42.000	42.000	42.000	42.000	42.000	42.000
MS Lavada 3A	57.240	57.240	51.840	45.360	41.040	38.880	38.880
MS Lavada 2A	9.540	9.540	8.640	7.560	6.840	6.480	6.480
MS Lavada 1A	1.193	1.193	1.080	945	855	810	810
MS Refrigerada 3A	-	-	7.560	16.632	22.680	25.704	25.704
MS Refrigerada 2A	-	-	1.350	2.970	4.050	4.590	4.590
MS Refrigerada 1A	-	-	162	356	486	551	551
MS Consumida	133.560	133.560	128.520	123.480	114.660	105.840	88.200
MS Refrigerada Consumida	-	-	10.368	20.736	38.880	57.024	93.312
Subtotal Produção	243.533	243.533	251.520	260.039	271.491	281.879	300.527
Uso na Propriedade							
Mandioca-Salsa Bruta	42.000	42.000	42.000	42.000	42.000	42.000	42.000
MS Lavada 3A	57.240	57.240	51.840	45.360	41.040	38.880	37.800
MS Lavada 2A	9.540	9.540	8.640	7.560	6.840	6.480	6.300
MS Lavada 1A	1.193	1.193	1.080	945	855	810	788
MS Refrigerada 3A	-	-	3.024	6.048	11.340	16.632	25.704
MS Refrigerada 2A	-	-	540	1.080	2.025	2.970	4.590
MS Refrigerada 1A	-	-	65	130	243	356	551
Subtotal (uso na propriedade)	109.973	109.973	107.189	103.123	104.343	108.128	117.732
Valor Líquido da Produção	133.560	133.560	144.331	156.917	167.148	173.750	182.795
Custos de Produção							
Investimentos							
Investimento	-	-	100	120	80	40	-
Operações							
Insumos adquiridos							
Mandioca-Salsa Bruta	400	400	400	400	400	400	400
Custos de Produção	19.214	19.214	19.214	19.214	19.214	19.214	19.214
MS Lavada 3A	-	-	3.240	7.560	8.100	6.480	-
MS Lavada 2A	-	-	540	1.260	1.350	1.080	-
MS Lavada 1A	-	-	68	158	169	135	-
MS Refrigerada 3A	-	-	-	-	-	-	1.512
MS Refrigerada 2A	-	-	-	-	-	-	270
MS Refrigerada 1A	-	-	-	-	-	-	32
Custos de Beneficiamento e Comercialização	58.128	58.128	63.553	69.337	77.125	84.196	96.903
Subtotal Insumos adquiridos	77.742	77.742	87.015	97.928	106.358	111.505	118.331
Mão de obra							
Mão de Obra Produção	21.300	21.300	21.300	21.300	21.300	21.300	21.300
Mão de Obra Beneficiamento	5.883	5.883	6.123	6.381	6.716	7.014	7.539
Subtotal mão de obra contratada	27.183	27.183	27.423	27.681	28.016	28.314	28.839
Subtotal custos de operação	104.925	104.925	114.438	125.609	134.374	139.819	147.170
Subtotal Custos de Produção	104.925	104.925	114.538	125.729	134.454	139.859	147.170
Outros Custos							
Investimentos	-	500	500	500	300	100	100
FLUXOS EXTERNOS	104.925	105.425	115.038	126.229	134.754	139.959	147.270
Fluxo líquido de caixa	28.635	28.135	29.294	30.688	32.394	33.791	35.524

Tabela 6.2 – Orçamento econômico agregado com e sem a adoção da secagem das raízes de mandioquinha-salsa.

Orçamento econômico (em R\$ 1.000,00)	Sem Projeto			Com Projeto					
	Tempo (anos)	1 a 15	1	2	3	4	5	6	7 a 15
Produção									
Mandioquinha-Salsa Bruta	42.000	42.000	42.000	42.000	42.000	42.000	42.000	42.000	42.000
MS Lavada 3A	57.240	57.240	54.000	50.760	47.520	44.280	41.040	41.040	41.040
MS seca 3A	-	-	3.645	7.290	10.935	14.580	18.225	18.225	18.225
MS Lavada 2A	9.540	9.540	9.000	8.460	7.920	7.380	6.840	6.840	6.840
MS seca 2A	-	-	594	1.188	1.782	2.376	2.970	2.970	2.970
MS Lavada 1A	1.193	1.193	1.125	1.058	990	923	855	855	855
MS seca 1A	-	-	81	162	243	324	405	405	405
MS Consumida	133.560	133.560	126.000	118.440	110.880	103.320	95.760	95.760	95.760
MS Seca Consumida	-	-	9.288	18.576	27.864	37.152	46.440	46.440	46.440
Subtotal Produção	243.533	243.533	245.733	247.934	250.134	252.335	254.535	254.535	254.535
Uso da Propriedade									
Mandioquinha-Salsa Bruta	42.000	42.000	42.000	42.000	42.000	42.000	42.000	42.000	42.000
MS Lavada 3A	57.240	57.240	54.000	50.760	47.520	44.280	41.040	41.040	41.040
MS seca 3A	-	-	3.645	7.290	10.935	14.580	18.225	18.225	18.225
MS Lavada 2A	9.540	9.540	9.000	8.460	7.920	7.380	6.840	6.840	6.840
MS seca 2A	-	-	594	1.188	1.782	2.376	2.970	2.970	2.970
MS Lavada 1A	1.193	1.193	1.125	1.058	990	923	855	855	855
MS seca 1A	-	-	81	162	243	324	405	405	405
Subtotal (uso na propriedade)	109.973	109.973	110.445	110.918	111.390	111.863	112.335	112.335	112.335
Valor líquido da produção	133.560	133.560	135.288	137.016	138.744	140.472	142.200	142.200	142.200
Custo de produção									
Investimento									
Investimentos	-	-	150	150	150	150	150	150	-
Operação									
Insumos adquiridos									
Mandioquinha-Salsa Bruta	400	400	400	400	400	400	400	400	400
Custos de Produção	77.342	77.342	78.067	78.791	79.515	80.239	80.963	80.963	80.963
Subtotal Insumos adquiridos	77.742	77.742	78.467	79.191	79.915	80.639	81.363	81.363	81.363
Mão de obra									
Mão de Obra Produção	21.300	21.300	21.300	21.300	21.300	21.300	21.300	21.300	21.300
Mão de Obra Beneficiamento	5.883	5.883	6.036	6.189	6.342	6.495	6.648	6.648	6.648
Subtotal Mão de obra contratada	27.183	27.183	27.336	27.489	27.642	27.795	27.948	27.948	27.948
Subtotal Custos de operação	104.925	104.925	105.803	106.680	107.557	108.434	109.311	109.311	109.311
Subtotal Custo de produção	104.925	104.925	105.953	106.830	107.707	108.584	109.461	109.311	109.311
Outros custos									
Investimentos	-	500	100	100	100	100	100	100	-
FLUXO EXTERNO	104.925	105.425	106.053	106.930	107.807	108.684	109.561	109.311	109.311
Fluxo líquido de caixa	28.635	28.135	29.235	30.086	30.937	31.788	32.639	32.889	32.889

Tabela 6.3 – Orçamento econômico agregado parcial para a introdução de uma nova cultivar de mandioquinha-salsa.

Orçamento parcial (em R\$ 1.000,00)	Sem Projeto				Com Projeto			
	1 a 15	1 a 3	4 a 5	6	7	8	9	10 a 15
Tempo (anos)								
Produção								
Mandioquinha-Salsa Bruta	42.000	42.000	42.000	42.560	44.000	45.080	46.560	49.200
MS Lavada 3A	251.640	251.640	251.640	251.640	251.640	251.640	251.640	251.640
MS Lavada 2A	41.940	41.940	41.940	41.940	41.940	41.940	41.940	41.940
MS Lavada 1A	5.243	5.243	5.243	5.243	5.243	5.243	5.243	5.243
MS Consumida	577.080	577.080	577.080	577.080	577.080	577.080	577.080	577.080
Subtotal Produção	917.903	917.903	917.903	918.463	919.903	920.983	922.463	925.103
Uso na Propriedade								
Mandioquinha-Salsa Bruta	42.000	42.000	42.000	42.560	44.000	45.080	46.560	49.200
MS Lavada 3A	247.320	247.320	247.320	247.320	247.320	247.320	247.320	247.320
MS Lavada 2A	41.220	41.220	41.220	41.220	41.220	41.220	41.220	41.220
MS Lavada 1A	5.153	5.153	5.153	5.153	5.153	5.153	5.153	5.153
Subtotal (uso na propriedade)	335.693	335.693	335.693	336.253	337.693	338.773	340.253	342.893
Valor líquido da produção	582.210							
Custo de produção								
Insumos adquiridos								
Mandioquinha-Salsa Bruta	144.400	144.400	144.400	143.840	142.400	141.320	139.840	137.200
Custos de Produção	271.556	271.556	271.556	271.744	272.170	272.499	272.950	273.799
Subtotal Insumos adquiridos	415.956	415.956	415.956	415.584	414.570	413.819	412.790	410.999
Mão de obra								
Mão de Obra Produção	21.300	21.300	21.300	21.458	21.863	22.170	22.590	23.288
Mão de Obra Beneficiamento	25.563	25.563	25.563	25.563	25.563	25.563	25.563	25.563
Subtotal (mão de obra contratada)	46.863	46.863	46.863	47.021	47.426	47.733	48.153	48.851
Subtotal (custo de produção)	462.819	462.819	462.819	462.605	461.996	461.552	460.943	459.850
Outros custos								
Investimentos de P&D	-	350	200	200	200	200	200	200
FLUXO EXTERNO	462.819	463.169	463.019	462.805	462.196	461.752	461.143	460.050
Fluxo de caixa	119.391	119.041	119.191	119.405	120.014	120.458	121.067	122.160

Tabela 6.4 – Preço de venda, valor do investimento, taxa interna de retorno e valor presente líquido de alternativas tecnológicas propostas para a mandioquinha-salsa.

Tecnologia	Preço de Venda (R\$/kg)		Investimentos (R\$ 1.000,00)	TIR ¹ (%)	VPL ² (em milhões de R\$)
	Tecnologia Tradicional	Nova Tecnologia			
Nova cultivar	0,80	0,80	1.050	35,8	4,4
Refrigeração	0,80	1,12	1.500	248	28,9
Secagem de raízes	0,80	0,90	500	203	17,8

¹TIR = Taxa Interna de Retorno

²VPL = Valor Presente Líquido

ANEXO

Tabela 1a – Orçamento financeiro parcial na situação atual e com a adoção de uma nova tecnologia (transporte refrigerado).

ORÇAMENTO FINANCEIRO (em R\$ 1.000,00/ano)	Tecnologia	Nova	Nova
	Atual	Tecnologia	Tecnologia
Renda Líquida	1 a 15 anos	1º ano	2 a 15 anos
MS Lavada 3A	1.080,00	-	-
MS Refrigerada 3A	-	1.512,00	1.512,00
MS Lavada 2A	180,00	-	-
MS Refrigerada 2A	-	270,00	270,00
MS Lavada 1A	22,5	-	-
MS Refrigerada 1A	-	32,4	32,4
Subtotal Renda Líquida	1.282,5	1.814,4	1.814,4
Custos dos insumos			
Custos de investimento			
Câmara Frigorífica	-	20,00	-
Custos de operação			
Mandioquinha-Salsa Bruta	800,00	800,00	800,00
Caixa papelão	-	164,00	164,00
Caixa K	50,3	-	-
Transporte a Beneficiadora	180,00	-	-
Transporte Refrigerado a Beneficiadora	-	360,00	360,00
Transporte Refrigerado a CEAGESP	-	162,00	162,00
Transporte a CEAGESP	81,00	-	-
Manutenção de equipamentos	1,2	5,00	5,00
Energia Elétrica	1,2	5,00	5,00
Subtotal (custos de operação)	1.113,7	1.496,00	1.496,00
Subtotal (custos dos insumos)	1.113,7	1.516,00	1.496,00
Renda (sem custos de mão de obra)	168,9	298,4	318,4
Custos laborais			
Mão de Obra Beneficiado	36,00	54,00	54,00
Renda (com custos de mão de obra)	132,9	244,4	264,4

VPL = R\$ 1.000,71 (sem mão-de-obra); VPL = R\$ 878,11 (com mão-de-obra); TIR = nenhum

Tabela 1b - Orçamento financeiro parcial para insumos e produtos na situação atual e com a adoção do transporte refrigerado.

PRODUÇÃO E INSUMOS /a	Unidade	Tecnologia	Nova Tecnologia	
		Atual	1º ano	2 a 15
		1 a 15 anos		
Produção				
Mandioquinha-Salsa Lavada 3A	kg	1.350.000	-	-
Mandioquinha-Salsa Refrigerada 3A	kg	-	1.350.000	1.350.000
Mandioquinha-Salsa Lavada 2A	kg	360.000	-	-
Mandioquinha-Salsa Refrigerada 2A	kg	-	360.000	360.000
MS Lavada 1A	kg	90.000	-	-
MS Refrigerada 1A	kg	-	90.000	90.000
Investimento				
Câmara Frigorífica	unid	-	20.000	-
Custos Operacionais				
Mandioquinha-Salsa Bruta	ton	2.000	2.000	2.000
Caixa papelão	unid	-	82.000	82.000
Caixa K	unid	67.000	-	-
Transporte a Beneficiadora	ton	2.000	-	-
Transporte Refrigerado a Beneficiadora	ton	-	2.000	2.000
Transporte Refrigerado a CEAGESP	ton	-	1.800	1.800
Transporte a CEAGESP	ton	1.800	-	-
Manutenção de equipamentos	unid	1.200	5.000	5.000
Energia Elétrica	unid	1.200	5.000	5.000
Mão de obra				
Mão de Obra Beneficiamento	d/h	2.400	3.600	3.600

^a Inclui custo do transporte das propriedades até o galpão de beneficiamento (350 km) e deste até a CEAGESP (140 km). Perdas estimadas em 10%.

Tabela 2a – Orçamento financeiro para a atividade de distribuição e venda com e sem a adoção de transporte refrigerado de mandiquinha-salsa.

ORÇAMENTO FINANCEIRO (em R\$1.000,00/a)	Atual		Nova	
	Tecnologia		Tecnologia	
Tempo (anos)	1 a 15 anos		1 a 15 anos	
Renda Líquida				
MS Consumida	2.520,00	-	-	-
MS Refrigerada Consumida	-	-	5.184,00	-
Subtotal Renda Líquida	2.520,00	-	5.184,00	-
Custos dos insumos				
MS Lavada 3A	1.080,00	-	-	-
MS Refrigerada 3A	-	-	1.512,00	-
MS Lavada 2A	180,00	-	-	-
MS Refrigerada 2A	-	-	270,00	-
MS Lavada 1A	22,5	-	-	-
MS Refrigerada 1A	-	-	32,4	-
Transporte de atacado e varejo	720,00	-	1.440,00	-
Bandejas e filme PVC	-	-	810,00	-
Manutenção de equipamentos	100,00	-	300,00	-
Energia Elétrica	50,00	-	200,00	-
Subtotal (custos dos insumos)	2.152,5	-	4.564,4	-
Renda (sem custos de mão de obra)	367,5	-	619,6	-
Custos de serviços				
Mão de Obra Distribuição	75,00	-	150,00	-
Renda (com custos de mão de obra)	292,5	-	469,6	-

Renda sem custos de mão de obra: IRR = None, NPV = R\$ 1.717,002

Renda com custos de mão de obra: IRR = None, NPV = R\$ 1.206,20

la Inclui atacado e varejo. Perdas estimadas em 30%.

Tabela 2b – Orçamento financeiro de produtos e insumos para a atividade de distribuição e venda com e sem a adoção de transporte refrigerado de mandiquinha-salsa.

PRODUÇÃO E INSUMOS (em R\$ 1.000,00/ano)	Unidade	Tecnologia	
		Atual	Nova
		1 a 15 anos	1 a 15anos
Produção			
MS Consumida	kg	1.260	-
MS Refrigerada Consumida	kg	-	1.620
Custos de Operação			
MS Lavada 3A	kg	1.350	-
MS Refrigerada 3A	kg	-	1.350
MS Lavada 2A	kg	360	-
MS Refrigerada 2A	kg	-	360
MS Lavada 1A	kg	90	-
MS Refrigerada 1A	kg	-	90
Transporte de atacado e varejo	ton	4	8
Bandejas e filme PVC	kg	-	1.620
Manutenção de equipamentos	unid	100	300
Energia Elétrica	unid	50	200
Mão de obra			
Mão de Obra Distribuição	d/h	5	10

la Inclui atacado e varejo. Perdas estimadas em 30%.

Tabela 3a - Orçamento financeiro de insumos e produtos com e sem a adoção de secagem das raízes de mandioquinha-salsa.

Orçamento financeiro (em R\$ 1.000,00)	Tecnologia Atual 1 a 15 anos	Nova Tecnologia 1º ano	Nova Tecnologia 2 a 15 anos
Renda Líquida			
MS secada 3A	-	1.215,00	1.215,00
MS Lavada 3A	1.080,00	-	-
MS secada 2A	-	198,00	198,00
MS Lavada 2A	180,00	-	-
MS secada 1A	-	27,00	27,00
MS Lavada 1A	22,5	-	-
Subtotal Renda Líquida	1.282,5	1.440,00	1.440,00
Custos dos insumos			
Custos de investimento			
Instalação do secador	-	50,00	-
Custos de operação			
Mandioquinha-Salsa Bruta	800,00	800,00	800,00
Caixa K	50,3	50,3	50,3
Transporte até a Beneficiadora	180,00	180,00	180,00
Transporte a CEAGESP	81,00	81,00	81,00
Manutenção de equipamentos	1,2	10,00	10,00
Energia Elétrica	1,2	10,00	10,00
Subtotal Custos de operação	1.113,7	1.131,3	1.131,3
Subtotal Custos dos insumos	1.113,7	1.181,3	1.131,3
Renda (Sem custos de mão de obra)	168,9	258,8	308,8
Custos laborais			
Mão de Obra Beneficiado	36,00	72,00	72,00
Renda (Com custos de mão de obra)	132,9	186,8	236,8

Tabela 3b - Orçamento econômico agregado de insumos e produtos com e sem a adoção de secagem das raízes de mandioquinha-salsa.

Orçamento econômico (em R\$ 1.000,00)	Unidade	Tecnologia Atual	Nova Tecnologia	Nova Tecnologia
		1 a 15 anos	1º ano	2 a 15 anos
Produção				
MS secada 3A	kg	-	1.350.000	1.350.000
MS Lavada 3A	kg	1.350.000	-	-
MS secada 2A	kg	-	360.000	360.000
MS Lavada 2A	kg	360.000	-	-
MS secada 1A	kg	-	90.000	90.000
MS Lavada 1A	kg	90.000	-	-
Investimento				
Instalações para secagem	unid	-	50.000	-
Operação				
Insumos				
Mandioquinha-Salsa Bruta	ton	2.000	2.000	2.000
Caixa K	unid	67.000	67.000	67.000
Transporte a Beneficiadora	ton	2.000	2.000	2.000
Transporte a CEAGESP	ton	1.800	1.800	1.800
Manutenção de equipamentos	unid	1.200	10.000	10.000
Energia Elétrica	unid	1.200	10.000	10.000
Mão de obra				
Mão de Obra Beneficiamento	d/h	2.400	4.800	4.800

Tabela 4a- Orçamento parcial para o modelo de atividade para o manuseio pós-colheita de mandioca-salsa com e sem a adoção de secagem das raízes de mandioca-salsa.

Orçamento parcial (em R\$ 1.000,00)	Atual	Nova
	Tecnologia 1 a 15 anos	Tecnologia 1 a 15 anos
Renda Líquida		
MS Seca Consumida	-	3.096,00
MS Consumida	2.520,00	-
Subtotal Renda Líquida	2.520,00	3.096,00
Custos dos insumos		
MS Lavada 3A	1.080,00	-
MS secada 3A	-	1.215,00
MS Lavada 2A	180,00	-
MS secada 2A	-	198,00
MS Lavada 1A	22,5	-
MS secada 1A	-	27,00
Transporte de atacado e varejo	720,00	900,00
Manutenção de equipamento	100,00	150,00
Energia Elétrica	50,00	60,00
Subtotal Custos dos insumos	2.152,5	2.550,00
Renda (Sem custos de mão de obra)	367,5	546,00
Custos de serviços		
Mão de Obra Distribuição	75,00	90,00
Renda (com custos de mão de obra)	292,5	456,00

Tabela 4b - Modelo de atividade para o manuseio pós-colheita de mandioca-salsa com e sem a adoção de secagem das raízes de mandioca-salsa.

Coeficientes Técnicos	Unidade	Tecnologia	Nova
		Atual 1 a 15anos	Tecnologia 1 a 15anos
Produção			
MANDIOQUINHA-SALSA Secada Consumida	kg	-	1.440
MANDIOQUINHA-SALSA Consumida	kg	1.260	-
Operação			
Insumos			
MS Lavada 3A	kg	1.350	-
MS secada 3A	kg	-	1.350
MS Lavada 2A	kg	360	-
MS secada 2A	kg	-	360
MS Lavada 1A	kg	90	-
MS secada 1A	kg	-	90
Transporte para atacado e varejo	ton	4	5
Manutenção de equipamentos	unid	100	150
Energia Elétrica	unid	50	60
Mão de obra			
Mão de Obra Distribuição	d/h	5	6

Tabela 5 – Orçamento parcial de cultivo para a produção de mandioca-salsa com a tecnologia tradicional e a introdução de uma nova cultivar no Paraná e em Minas Gerais.

Especificações tecnológicas	Paraná			Minas Gerais		
	Tradicional 1º - 15º ano	Nova 3º ano	Adoção (%)	Tradicional 1º - 15º ano	Nova 3º ano	Adoção (%)
Produtividade (t/ha)	9	12	33	11	15	36
Insumos (por ha)						
Mudas (mil)	31,3	-	-	31,5	-	-
Mudas nova cv. (mil)	-	31,3	-	-	31,3	-
Adubo 12-06-12	-	-	-	0,2	0,2	-
Adubo 4-14-8 (t)	0,5	0,5	-	0,35	0,35	-
Calcário dolomítico (t)	4	4	-	3	3	-
Agroquímicos (unid)	-	-	-	200	200	-
Serv. tração animal (H/A)	120	120	-	337	337	-
Serviço maquinaria (H/M)	190	190	-	192	192	-
Caixas de plástico (unid)	27	32	19	33	44	33
Serviços						
Mão de obra (D/H)	125	145	16	140	175	25

Tabela 6 – Orçamento parcial financeiro para introdução de uma nova cultivar de mandioca-salsa nos estados do Paraná e Minas Gerais.

Especificações tecnológicas	Paraná			Minas Gerais		
	Tradicional 1º - 15º ano	Nova 3º ano	Adoção (%)	Tradicional 1º - 15º ano	Nova 3º ano	Adoção (%)
Produção (t/ha)	9	12	33	11	15	36
Renda (R\$/ha)	3.600	4.800	33	4.400	6.000	36
Custo Operacionais						
Insumos (R\$/ha)						
Mudas	563	-	-	567	-	-
Mudas nova cv.	-	939	-	-	939	-
Uréia	86	86	-	-	-	-
Adubo 12-6-12	-	-	-	104	104	-
Adubo 4-14-8	280	280	-	196	196	-
Calcário dolomítico	320	320	-	240	240	-
Agroquímicos	-	-	-	200	200	-
Serv. tração animal	120	120	-	337	337	-
Serviços de máquina	190	190	-	192	192	-
Caixa plásticas	135	160	19	165	220	33
Subtotal (insumos)	1.694	2.095	24	2.001	2.428	21
Serviços						
Mão-de-obra (R\$/ha)	1.875	2.175	16	2.100	2.625	25
Renda líq. (R\$/ha)	31	530	1.632	299	947	217