

QUALIDADE DE GOIABAS ‘PEDRO SATO’ EM FUNÇÃO DE TRATAMENTOS ALTERNATIVOS EM PÓS-COLHEITA¹

MARIA CECÍLIA DE ARRUDA PALHARINI², IVAN HERMAN FISCHER³,
AGHATA REGINA DE OLIVEIRA FERREIRA ALVES⁴, MIRIAN DE SOUZA FILETTI⁵,
ANTÔNIO FERNANDES NOGUEIRA JÚNIOR⁶

RESUMO - Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de produtos alternativos e termoterapia, isoladamente e em associação, na qualidade físico-química e no controle das podridões de goiabas ‘Pedro Sato’. Inicialmente foi avaliado o efeito dos tratamentos em pós-colheita com cloreto de cálcio, fosfito de potássio, 1-metilciclopropeno (1-MCP), fécula de mandioca, etanol seguido de cloro (etanol+cloro) e termoterapia, durante oito dias de armazenamento dos frutos a 22°C. Em uma segunda etapa, quatro tratamentos foram selecionados (fécula de mandioca, 1-MCP, termoterapia e etanol+cloro) e avaliados em associação de dois, aplicados de forma sequencial, durante oito dias de armazenamento dos frutos a 25°C. Os tratamentos 1-MCP e fécula foram os mais eficazes em manter a qualidade físico-química das goiabas ‘Pedro Sato’, retardando a perda de massa, a mudança de coloração da casca e contribuindo para a retenção da firmeza. Constatou-se maior redução de frutos com podridão nos tratamentos termoterapia, fécula de mandioca e 1-MCP. As associações de tratamento 1-MCP/fécula de mandioca e termoterapia/fécula foram os tratamentos mais eficazes em manter a qualidade das goiabas ‘Pedro Sato’, retardando a perda de massa, a mudança de coloração da casca e a redução da firmeza. As associações de tratamento reduziram a ocorrência de podridões, com destaque para os tratamentos etanol+cloro/termoterapia e termoterapia/fécula que foram mais eficientes até o quarto dia de armazenamento. Observou-se correlação entre a incidência de podridões e os parâmetros cor da casca e firmeza da polpa para a maioria das associações de tratamentos. De maneira geral, recomenda-se o tratamento termoterapia/fécula para goiabas armazenadas a 22-25°C, como forma de manutenção da qualidade físico-química e atrasando em pelo menos dois dias os sintomas de podridões. Termos para indexação: *Psidium guajava*, qualidade físico-química, podridões

QUALITY OF ‘PEDRO SATO’ GUAVAS AS FUNCTION OF POSTHARVEST ALTERNATIVE TREATMENTS

ABSTRACT - This study aimed to evaluate the effect of alternative products and thermotherapy, singly and in combination, on the physicochemical quality and controlling decay of ‘Pedro Sato’ guavas. Initially the treatments with calcium chloride, potassium phosphite, 1-methylcyclopropene (1-MCP), cassava starch, ethanol followed by chlorine (ethanol+chlorine) and thermotherapy were evaluated for eight days of fruits storage at 22°C. In a second step, four treatments were selected (cassava starch, 1-MCP, thermotherapy and ethanol+chlorine) and evaluated the association of two, applied sequentially, during eight days of fruits storage at 25 °C. The 1-MCP treatment and cassava starch were the most effective in keeping the physicochemical quality of ‘Pedro Sato’ guavas, slowing the weight loss, change of skin color, and contributing to firmness retention. Greater reduction in fruit rot was found in thermotherapy, cassava starch and 1-MCP treatments. The associations of 1-MCP/cassava starch and thermotherapy/cassava starch were the most effective treatments to maintain the quality of ‘Pedro Sato’ guavas, slowing the weight loss, change of skin color, and loss of firmness. Association treatments reduced incidence of decay, especially the ethanol+chlorine/thermotherapy and thermotherapy/cassava starch that were more efficient until the fourth day of storage. The rots incidence correlated with parameters of skin color and firmness for most association treatments. In general, it is recommended the thermotherapy/cassava starch for guavas stored at 22-25°C as a way of maintaining the physicochemical quality and delaying at least two days the symptoms of decay.

Index terms: *Psidium guajava*, physicochemical quality, decay.

¹(Trabalho 248-14). Recebido em: 03-09-2014. Aceito para publicação em: 05-02-2016. Suporte Financeiro: FAPESP (Proc. n.º 2012/07207-7).

²Pesquisadores Científicos, Polo Regional Centro Oeste, Bauru/SP, APTA/SAA. E-mail: mcarruda@apta.sp.gov.br; ihfische@apta.sp.gov.br

³Bióloga. E-mail: gataegu@yahoo.com.br

⁴Técnica de Apoio à Pesquisa, Polo Regional Centro Oeste, Bauru/SP, APTA/SAA. E-mail: miriansf@apta.sp.gov.br

⁵Doutorando em Fitopatologia, ESALQ/USP, Piracicaba/SP. E-mail: antonionogueirajr@gmail.com

INTRODUÇÃO

O Brasil produziu entre os anos 2007 a 2011 aproximadamente 300 mil toneladas de goiaba, sendo Pernambuco e São Paulo os principais estados produtores, perfazendo aproximadamente 60% da produção brasileira (AGRIANUAL, 2014).

A goiaba é uma fruta de elevada perecibilidade por causa de seu intenso metabolismo durante o amadurecimento. Em adição a curta vida útil do fruto, normalmente menos de oito dias em condições ambientes, a goiaba é afetada por podridões fúngicas após a colheita, constituindo um dos grandes problemas na comercialização.

A refrigeração é a tecnologia mais eficiente em retardar o amadurecimento e manter a qualidade pós-colheita dos frutos (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Entretanto, a quase totalidade das goiabas comercializadas no mercado varejista brasileiro não é submetida à refrigeração, sendo assim, o estudo e a aplicação de outras tecnologias de conservação pós-colheita tornam-se importantes.

Alguns compostos químicos podem auxiliar na qualidade e no retardo do amadurecimento de frutos. Exemplo disso é o 1-metilciclopropeno (1-MCP), composto volátil que se liga permanentemente ao sítio de ligação do etileno na célula, evitando, por certo tempo, a ação do mesmo sobre os processos fisiológicos do amadurecimento (BLANKENSHIP; DOLE, 2003). O cálcio tem sido associado à preservação da integridade e funcionalidade da parede celular nos frutos, podendo retardar seu amadurecimento (FIGUEROA et al., 2012). Segundo Linhares et al. (2007) os tratamentos com cloreto de cálcio e com 1-MCP proporcionaram maior firmeza e menor perda de massa em goiabas 'Pedro Sato' armazenadas a 10°C por 25 dias.

Os revestimentos comestíveis constituem outra tecnologia promissora para preservar a qualidade dos vegetais, pois agem como barreiras à perda de água e às trocas gasosas. A fécula de mandioca tem sido citada como a matéria prima importante na elaboração de biofilmes comestíveis por formar películas transparentes e não alterar o sabor e aroma dos produtos (CHIUMARELLI; HUBINGER, 2014).

A conservação pós-colheita também pode ser obtida através de compostos que atuam diretamente sobre os agentes causais de podridões. Os fosfitos atuam como fertilizantes e fungicidas, inibindo o processo infeccioso, o crescimento micelial e a esporulação, e, indiretamente estimulando os mecanismos de resistência da planta, como a produção de fitoalexinas, enzimas hidrolíticas e

lignina (BRACKMANN et al., 2008). O etanol é muito utilizado no processo de desinfecção, atuando na desnaturação das proteínas e remoção de lipídios da membrana plasmática ou da parede celular do microrganismo, causando sua morte (COSTA; KALIL, 1994). Vários trabalhos têm demonstrado os efeitos positivos do etanol no controle de podridões pós-colheita em várias culturas (VARDAR et al., 2012).

A termoterapia atua diretamente reduzindo a germinação do esporo ou o desenvolvimento micelial. Pode atuar também retardando o amadurecimento, atrasando o colapso e a extinção de compostos antifúngicos pré-formados presentes nas frutas (LURIE, 1998). Segundo Ben-Yehoshua e Porat (2005), pode induzir a síntese de compostos antifúngicos, como fitoalexinas ou proteínas relacionadas à patogênese.

Os tratamentos dos frutos com produtos alternativos e a termoterapia têm a vantagem de não deixarem resíduos nos frutos, além de não oferecem riscos à saúde humana e ao ambiente. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de produtos alternativos e da termoterapia, isoladamente e em associação, na qualidade físico-química e no controle das podridões de goiabas 'Pedro Sato'.

MATERIAL E MÉTODOS

As goiabas 'Pedro Sato' utilizadas nesta pesquisa foram provenientes de pomar comercial com histórico de ocorrência de podridões, localizado no município de Itajú/SP. Lotes uniformes foram selecionados, com frutos de tamanho médio, sem defeitos e no estágio 2 de maturação caracterizado com base na cor da casca (cor da casca verde-clara, °h entre 116 e 113), segundo Azzolini et al. (2004), usando-se colorímetro Minolta, modelo CR-400.

Os experimentos foram realizados em duas fases. Na primeira fase as goiabas foram submetidas a sete tratamentos por imersão (tempo de imersão): 1) água destilada –tratamento controle (10 minutos); 2) 20 g L⁻¹ de cloreto de cálcio (20 minutos); 3) fosfito de potássio (40% P₂O₅+20% K₂O – 'Fitofós K plus' 1,5 mL L⁻¹) (20 minutos) (FERRAZ, 2010); 4) termoterapia a 50°C (10 minutos) (PONZO, 2009); 5) 900 nL L⁻¹ de 1-metilciclopropeno (1-MCP) durante três horas de exposição ao gás (BASSETO et al., 2005); 6) 30 g L⁻¹ de fécula de mandioca (10 segundos) (CERQUEIRA, 2007); 7) etanol 50% (5 minutos), seguido de dicloroisocianurato de sódio a 200 mg L⁻¹ de cloro ativo (etanol+cloro) (5 minutos). Após secagem, os frutos foram individualizados

em bandejas plásticas e armazenados em câmara fria a 22°C e 80-85% de UR por oito dias. A qualidade físico-química das goiabas foi avaliada no dia da colheita e aos quatro e oito dias de armazenamento, enquanto a incidência de frutos com podridões foi avaliada visualmente a cada dois dias, considerando frutos doentes quando as lesões atingiram aproximadamente 0,5cm de diâmetro.

As características físico-químicas avaliadas foram: a) coloração da casca, determinada usando-se colorímetro Minolta, modelo CR-400, com resultados expressos em ângulo de cor ($^{\circ}$ h); b) firmeza da polpa, determinada com penetrômetro digital, ponteira 8 mm, tomando-se leituras na região equatorial do fruto, com resultados expressos em Newton (N); c) perda de massa fresca (g), determinada pela diferença, em porcentagem, entre a massa inicial e a massa ao final de cada período de armazenamento, utilizando-se balança de precisão com duas casas decimais; d) teor de sólidos solúveis, determinado em refratômetro digital Atago, modelo PAL-1, com resultados expressos em $^{\circ}$ Brix; e) teor de acidez titulável, determinado por titulação com NaOH, até pH entre 8,2 a 8,4 (BRASIL, 2005), com resultados expressos em % de ácido cítrico; f) teor de ácido ascórbico, determinado por titulação com DCFI (2,6 diclorofenolindofenol de sódio) (CARVALHO et al., 1990) e resultados expressos em mg ácido ascórbico 100 g⁻¹.

Dos sete tratamentos avaliados na primeira fase, quatro foram selecionados (fécua de mandioca, 1-MCP, termoterapia e etanol+cloro) para serem avaliados em associação de dois, aplicados de forma sequencial. Na segunda fase optou-se por elevar a temperatura de armazenamento de 22 para 25°C, de modo que a eficiência dos tratamentos fosse avaliada na condição ideal de desenvolvimento dos principais patógenos da goiaba (SOARES et al., 2008; ESCANFERLA et al., 2009). Os frutos foram submetidos por oito dias a 25°C e 80-85% de UR e avaliados quanto à qualidade físico-química e a incidência de frutos com podridões, conforme descrito na fase 1 da pesquisa.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, adotando-se três repetições por tratamento, sendo cada parcela composta por cinco frutos, com exceção das avaliações de podridões na segunda fase em que foram usadas parcelas de 10 frutos. Os experimentos foram repetidos duas vezes.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias das análises físico-químicas em cada período de avaliação foram comparadas pelo teste de Tukey (5%), enquanto as médias de

incidência de frutos com podridões comparadas pelo teste não paramétrico de comparação de múltiplas proporções ($p<0,05$) (ZAR, 1999) por se averiguar que não eram cumpridos os pressupostos de normalidade e homogeneidade de variâncias.

As variáveis físico-químicas foram correlacionadas com a incidência de frutos com podridões e posteriormente analisadas pelo teste F ($p<0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A perda de massa dos frutos não diferiu entre os tratamentos até o quarto dia de armazenamento. No oitavo dia os frutos tratados com 1-MCP e fécua apresentaram perda de massa de 5,21 e 5,65%, respectivamente, inferior ($p<0,05$) em relação ao tratamento controle, com perda de 7,17% (Figura 1A).

Os tratamentos com 1-MCP e fécua também contribuíram para reter o desenvolvimento da coloração da casca. A casca dos frutos destes tratamentos não atingiu coloração totalmente amarela ($^{\circ}$ hue=90) ao final de oito dias, diferindo ($p<0,05$) dos demais tratamentos e indicando atraso no amadurecimento (Figura 1B).

A mudança da cor da casca de verde para amarelo está relacionada com a perda da clorofila. De acordo com Tucker (1993) a enzima clorofilase quebra a molécula de clorofila desencadeando a perda da cor verde. A atividade dessa enzima, assim como de outras relacionadas ao processo de amadurecimento dos frutos dependem do etileno. Blankenship e Dole (2003) relatam que o 1-MCP tem-se mostrado bastante eficiente em reduzir a produção e bloquear a ação do etileno em diversas espécies de flores, frutos e hortaliças. Esse composto liga-se permanentemente ao sítio de ligação do etileno na célula, evitando, por certo tempo, a ação do mesmo sobre os processos fisiológicos do amadurecimento. A sensibilidade do tecido vegetal ao etileno, com consequente amadurecimento do fruto, retorna devido à síntese de novos sítios de ligação. Cerqueira et al. (2009) verificaram que quanto maior a concentração de 1-MCP, melhor seu desempenho na retenção da cor verde da casca em goiabas 'Kumagai'.

Em relação à fécua, o retardo no amadurecimento ocorre porque forma-se uma película protetora ao redor do fruto, limitando a difusão de água e gases. Segundo Cerqueira (2007), o tratamento com fécua de mandioca 3% diferiu ($p<0,05$) do controle e dos demais tratamentos, pois reteve a cor da casca até o oitavo dia de

armazenamento, assemelhando-se a cor da casca da goiaba recém colhida.

Observou-se redução da firmeza da polpa dos frutos ao longo do armazenamento em todos os tratamentos, porém em menor proporção nos frutos tratados com fécula e 1-MCP. No quarto dia de armazenamento as goiabas destes tratamentos apresentaram maior firmeza e no oitavo dia de armazenamento apenas aquelas tratadas com 1-MCP encontravam-se mais firmes em relação aos demais tratamentos (Figura 1C). A eficácia do 1-MCP e fécula na retenção da firmeza de goiabas também foi observada por Bassetto et al. (2005) e Cerqueira (2009), respectivamente.

A redução da firmeza está relacionada à perda da integridade da parede celular por meio de diversos mecanismos, mas principalmente pela ação de enzimas hidrolíticas (CHITARRA;CHITARRA, 2005). A perda da firmeza pode ser retardada se os grupos carboxílicos desmetilados pela enzima pectina metilesterase associarem-se a cátions divalentes como o cálcio (ORTIZ et al., 2011).

Apesar do cálcio estar associado com a integridade das membranas não verificou-se retenção da firmeza nos frutos tratados com cloreto de cálcio. Estes resultados são concordantes com os obtidos por Chen et al. (2011) e Figueroa et al. (2012) os quais também não verificaram eficácia do cloreto de cálcio na retenção da firmeza de morangos e discordantes de Ortiz et al. (2011) os quais verificaram retenção da firmeza em maçãs tratadas com cloreto de cálcio.

De maneira geral, os tratamentos não influenciaram significativamente o teor de sólidos solúveis dos frutos, ocorrendo pequena redução no oitavo dia de armazenamento. Os teores de sólidos solúveis dos frutos variaram de 8,94 no dia da colheita para 8,53° Brix ao final do armazenamento.

A acidez titulável foi influenciada pelos tratamentos ($p < 0,05$), onde os frutos tratados com 1-MCP apresentaram maior teor de acidez em relação aos demais tratamentos ao final do armazenamento. Esse fato pode ser explicado pela retenção do amadurecimento. Bassetto et al. (2005) também observaram maior acidez em goiabas tratadas com 1-MCP e armazenadas em temperatura ambiente. Durante o armazenamento observou-se aumento gradual da acidez nos frutos tratados com 1-MCP e redução nos frutos dos demais tratamentos. A acidez foi de 0,60% de ácido cítrico no dia da colheita para 0,68% ao final do armazenamento nos frutos tratados com 1-MCP e cerca de 0,55% nos frutos dos demais tratamentos.

A redução no teor de sólidos solúveis e acidez titulável no oitavo dia de armazenamento está

relacionada ao consumo de reservas (açúcares e ácidos) no processo respiratório (CHITARRA;CHITARRA, 2005). Silva et al. (2012) também observaram redução de sólidos solúveis em goiabas 'Pedro Sato' a partir do nono dia de armazenamento a 21 °C.

Os tratamentos não influenciaram o teor de ácido ascórbico dos frutos, ocorrendo um aumento no teor de ácido nos frutos de todos os tratamentos. Em média os teores de ácido ascórbico passaram de 52,77 mg 100g⁻¹ no início do armazenamento para 59, 72 mg 100g⁻¹ ao final do armazenamento. Cerqueira et al. (2009) também verificaram aumento no teor de ácido ascórbico de goiabas durante o armazenamento. Diferentemente, Vila et al. (2007) evidenciaram diminuição no conteúdo de ácido ascórbico com o decorrer do armazenamento em todos os tratamentos. Durante o amadurecimento o teor de ácido ascórbico aumenta nos frutos e, quando excessivamente maduro, o conteúdo diminui significativamente (VAZQUEZ-OCHOA; COLINAS-LEON, 1990).

A ocorrência de podridões é um fator que limita a comercialização dos frutos. Azzolini et al. (2004) relatam que lotes com mais de 30% de podridões são considerados inviáveis à comercialização. Na primeira fase da pesquisa foi constatada redução significativa da ocorrência de frutos com sintomas de podridão nos frutos tratados, com destaque para os tratamentos fécula de mandioca, 1-MCP e termoterapia. No quarto dia de armazenamento os tratamentos fécula e termoterapia apresentaram menor incidência de frutos com podridões em relação ao controle. No sexto dia de armazenamento os frutos de todos os tratamentos apresentaram menor incidência que os frutos controle, exceto os frutos tratados com cloreto de cálcio. No entanto, a incidência de podridões nos lotes já havia ultrapassado 30% dos frutos, exceto naqueles tratados com 1-MCP em que a incidência foi de 28,6%, atingindo 45,2% no oitavo dia de armazenamento (Tabela 1). Dessa forma os frutos tratados com 1-MCP apresentaram período de comercialização de seis dias, semelhante aos resultados obtidos por Bassetto et al. (2005), em goiabas 'Pedro Sato' submetidas ao 1-MCP (900 nL L⁻¹). Os frutos dos demais tratamentos e os frutos controle tiveram o período de comercialização reduzido para quatro e dois dias, respectivamente.

Resultados satisfatórios no controle de podridões com fécula de mandioca haviam sido observados por Cerqueira (2007), em goiabas 'Kumagai'. Ponso (2013) observou redução da severidade da antracnose, considerada a principal podridão da goiaba (ROZWALKA et al., 2008), com

tratamento termoterapia, assim como a incidência da podridão com 1-MCP. Antracnose foi identificada como a principal podridão afetando as goiabas no presente trabalho.

Na fase 2 da pesquisa constatou-se que todos os tratamentos apresentaram redução significativa na perda de massa em relação ao controle, no oitavo dia de armazenamento (Figura 2A). Os tratamentos que apresentaram menor perda de massa e não diferiram entre si foram 1-MCP/fécula, termoterapia/fécula e termoterapia/1-MCP com 5,93%, 5,60% e 6,20%, respectivamente, inferior ($p < 0,05$) em relação ao controle com perda de 9,93%.

A eficiência dos tratamentos 1-MCP e fécula em reduzir a perda de massa foi evidenciada na fase 1. Na fase 2 quando estes tratamentos foram associados entre si ou com o tratamento termoterapia a eficiência foi mantida mesmo com a elevação da temperatura.

A perda de massa em frutos é oriunda principalmente da perda de água ocasionada pela respiração e transpiração. A hipótese de redução desta perda por meio da aplicação do 1-MCP está relacionada ao fato do mesmo reduzir a respiração.

Os recobrimentos a base de polissacarídeos, que é o caso da fécula, possuem boa barreira ao O_2 , mas uma fraca barreira ao vapor d'água (CHIUMARELLI; HUBINGER, 2014). Sendo assim, pode-se afirmar que a provável redução da respiração dos frutos tratados com 1-MCP e fécula foi o principal fator que contribuiu para a redução da perda de massa.

Cerqueira et al. (2011) também observaram redução da perda de massa em goiabas 'Kumagai' armazenadas a 22°C por oito dias e tratadas com recobrimentos proteicos e quitosana, assim como Hong et al. (2012) em goiabas 'Pearl' tratadas com quitosana e armazenadas a 11°C.

Em relação à cor da casca, todos os tratamentos diferiram do controle no quarto e oitavo dia de armazenamento, exceto o tratamento etanol+cloro/termoterapia. No quarto dia de armazenamento os frutos do tratamento 1-MCP/fécula apresentaram maior ângulo de cor, seguido dos frutos dos demais tratamentos que não diferiram entre si. No oitavo dia os frutos do tratamento 1-MCP/fécula, seguido daqueles tratados com etanol+cloro/fécula e termoterapia/fécula apresentaram melhor retenção da cor da casca com ângulo de cor acima de 100°, diferindo ($p < 0,05$) dos demais tratamentos (Figura 2B).

Em relação à firmeza da polpa observou-se que no quarto dia de armazenamento os frutos de todos os tratamentos diferiram do controle, exceto os frutos tratados com etanol+cloro/termoterapia. Os

frutos dos tratamentos termoterapia/1-MCP; 1-MCP/fécula e termoterapia/fécula não diferiram entre si e apresentaram os maiores valores de firmeza. No oitavo dia de armazenamento os frutos que foram tratados com 1-MCP/fécula e etanol+cloro/fécula apresentaram melhor retenção de firmeza, seguido pelo tratamento termoterapia/fécula. Os demais tratamentos assemelharam-se ao controle (Figura 2C).

O 1-MCP favoreceu a retenção da firmeza até o oitavo dia somente quando associado com a fécula que também tem ação direta na retenção do amadurecimento. Quando o 1-MCP foi associado com o tratamento termoterapia ou etanol+cloro sua eficiência em reter a firmeza ocorreu apenas até o quarto dia. Esses resultados diferem da fase 1 desta pesquisa em que o 1-MCP isolado foi eficiente até o final do armazenamento. Como os tratamentos termoterapia e etanol não têm efeito direto na retenção da firmeza o esperado era que a ação destes tratamentos na retenção da firmeza fosse semelhante ao observado na etapa 1 (1-MCP aplicado de forma isolada). A perda da eficiência do 1-MCP em reter a firmeza provavelmente está relacionada à elevação da temperatura. No entanto, Watkins (2006) afirma que a retenção da firmeza de frutos tratados com 1-MCP ocorre mesmo em temperaturas elevadas.

De maneira geral, os teores de sólidos solúveis dos frutos tratados foram semelhantes aos dos frutos controle. Houve pequena redução no teor de sólidos solúveis no oitavo dia de armazenamento. Os valores variaram de 9,07° Brix no dia da colheita para a 8,76° Brix no oitavo dia de armazenamento.

A acidez titulável aumentou no quarto dia de armazenamento para todos os frutos que receberam aplicação de 1-MCP. A acidez de 0,54% de ácido cítrico no dia da colheita atingiu no quarto dia de armazenamento valores maiores ou iguais a 0,60% de ácido cítrico. Esses valores mantiveram-se até o oitavo dia de armazenamento. Para os frutos controle e do tratamento etanol+cloro/termoterapia a acidez reduziu no oitavo dia de armazenamento e para os frutos tratados termicamente ou com etanol e que receberam aplicação de fécula, a acidez manteve-se ao longo do armazenamento.

De maneira geral, o teor de ácido ascórbico manteve-se até o quarto dia de armazenamento e reduziu no oitavo dia, sendo a redução mais acentuada nos frutos controle e naqueles do tratamento álcool/termoterapia. A redução média nestes tratamentos foi de 30% contra 10% nos demais tratamentos. De fato, esses frutos apresentaram senescência mais acelerada, indicada pelo menor ângulo de cor e menor firmeza.

Todas as associações de tratamentos foram eficientes em inibir a ocorrência de sintomas de podridão no quarto dia de armazenamento (Tabela 3), sendo etanol+cloro/fécua de mandioca eficiente durante todo o armazenamento. Ao final do armazenamento apenas 1-MCP/fécua de mandioca e etanol+cloro/fécua diferiram do tratamento controle. Considerando-se que a viabilidade para a comercialização limita-se em incidência máxima de 30%, conforme preconizado por Azzolini et al. (2004) pode-se afirmar que no quarto dia de armazenamento apenas os frutos dos tratamentos etanol+cloro/termoterapia e termoterapia/fécua estavam aptos para comercialização.

De maneira geral a ocorrência das doenças foi superior na segunda fase da pesquisa em relação à primeira fase, relacionado possivelmente a elevação em 3°C da temperatura de armazenamento dos frutos na segunda fase, considerando que os frutos foram provenientes do mesmo pomar, embora de safras subsequentes. Analisando-se a eficiência dos tratamentos isoladamente e em associação em relação ao tratamento controle, constata-se uma maior eficiência para a média das associações dos tratamentos, com 62,7% de redução de frutos com podridões no quarto dia de armazenamento da fase 2, em relação ao sexto dia da fase 1, com 40,5% de redução na incidência, na média dos quatro tratamentos selecionados. Contudo, a partir do sexto dia de armazenamento 100% dos frutos apresentaram podridão no tratamento controle e a eficiência relativa das associações de tratamentos foi reduzindo gradualmente até o oitavo dia.

De maneira geral não foi observada correlação entre a incidência de podridões e os parâmetros físicos-químicos, nas goiabas 'Pedro Sato' submetidas aos diferentes tratamentos pós-colheita,

aos quatro dias de armazenamento a 22°C (Tabela 3). Observou-se apenas uma correlação negativa para incidência de podridões e o parâmetro cor da casca no tratamento com fécua de mandioca (Tabelas 3), ou seja, a menor incidência de podridões observada no tratamento com fécua foi acompanhada também de uma menor alteração na mudança de coloração da casca da goiaba. Optou-se por realizar a análise de correlação aos quatro dias de armazenamento, em função da elevada incidência de podridões aos oito dias, com 100% já a partir do sexto dia na segunda fase dos experimentos.

Na segunda fase dos experimentos a análise de correlação entre a incidência de podridões e os parâmetros cor da casca e firmeza da polpa foi significativa para a maioria das associações de tratamentos (Tabela 4), evidenciando que o melhor resultado dos tratamentos em associação em relação ao tratamento controle na redução das podridões está diretamente relacionado ao atraso da maturação dos frutos. Segundo Cavalini et al. (2006), a cor da casca e a firmeza da polpa são os índices de maturação mais adequados para goiaba, permitindo diferenciar os estádios de maturação e apresentam boa correlação entre si. Correlação entre o estágio de maturação e a ocorrência de podridões em goiabas 'Pedro Sato' havia sido constatada por Azzolini et al. (2004). Correlação negativa também foi observada entre a incidência de podridões e os parâmetros sólidos solúveis, acidez titulável e ácido ascórbico no tratamento etanol+cloro/1-MCP, assim como para acidez nos tratamentos termoterapia/1-MCP e 1-MCP/fécua. Conforme já apresentado, os tratamentos com 1-MCP apresentaram maior teor de acidez e uma menor incidência de podridões em relação ao tratamento controle, relacionado à retenção do amadurecimento, como também constatado por Basseto et al. (2005).

TABELA 1—Incidência (%) de goiabas 'Pedro Sato' com podridões¹ em função dos tratamentos alternativos pós-colheita, durante oito dias de armazenamento a 22°C e 80-85% UR.

Tratamentos	Dias de armazenamento			
	2	4	6	8
Fosfito de potássio	2,4 a ²	26,2 ab	73,8 bc	100,0 a
Fécua de mandioca	2,4 a	4,8 b	50,0 cd	73,8 bc
1-MCP	0,0 a	14,3 ab	28,6 d	45,2 c
Cloreto de Calcio	0,0 a	23,8 ab	85,7 ab	100,0 a
Termoterapia	0,0 a	4,8 b	71,4 bc	88,1 ab
Etanol + cloro	0,0 a	16,7 ab	59,5 c	90,5 a
Controle	2,4 a	38,1 a	88,1 a	97,6 a

¹ Média (%) de três experimentos, com 15 frutos para cada tratamento.

² Médias seguidas pela mesma na coluna não diferem estatisticamente entre si em nível de 5% pelo teste não paramétrico de comparação de múltiplas proporções (Zar, 1999).

TABELA 2- Incidência (%) de goiabas 'Pedro Sato' com podridões¹ em função dos tratamentos alternativos pós-colheita, durante oito dias de armazenamento a 25°C e 80-85 UR.

Tratamentos	Dias de armazenamento			
	2	4	6	8
Controle	21,1 d ²	90,0 d	100,0 d	100,0 c
Etanol+cloro/termoterapia	0,0 a	24,4 ab	100,0 d	100,0 c
Etanol+cloro/fécula de mandioca	4,4abc	34,4 b	64,4 a	87,8 ab
Etanol+cloro /1-MCP	14,4 cd	57,8 c	84,4 bc	97,8 bc
Termoterapia/fécula de mandioca	3,3 abc	11,1 a	71,1 ab	95,6 abc
Termoterapia/1-MCP	1,1 ab	33,7 b	95,5 c	100,0 c
1-MCP/fécula de mandioca	11,1 bcd	40,0 bc	73,3 ab	83,3 a

¹ Média (%) de três experimentos, com 30 frutos para cada tratamento.

² Médias seguidas pela mesma na coluna não diferem estatisticamente entre si em nível de 5% pelo teste não paramétrico de comparação de múltiplas proporções (Zar, 1999).

TABELA 3- Coeficientes de correlação (r) entre a incidência de frutos com podridões e parâmetros físico-químicos em goiabas 'Pedro Sato' submetidas a diferentes tratamentos pós-colheita e armazenadas por quatro dias a 22°C.

Tratamentos	Parâmetros físico-químicos					
	Massa	Cor da casca	Firmeza da polpa	Sólidos solúveis	Acidez titulável	Ácido ascórbico
Fosfito de potássio	-0,74	0,21	0,07	0,72	0,53	0,38
Fécula de mandioca	0,09	-0,86*	-0,79	0,00	0,09	0,20
1-MCP	-0,18	-0,69	-0,77	0,68	0,03	0,27
Cloreto de Cálcio	-0,52	0,03	-0,20	0,29	0,07	0,09
Termoterapia	-0,42	0,28	0,35	0,06	0,09	0,29
Etanol + cloro	-0,52	0,29	-0,01	0,08	0,11	0,22

* Significativo a 0,05 pelo teste F.

TABELA 4- Coeficientes de correlação (r) entre a incidência de frutos com podridões e parâmetros físico-químicos em goiabas 'Pedro Sato' submetidas a diferentes tratamentos pós-colheita e armazenadas por quatro dias a 25°C.

Tratamentos	Parâmetros físico-químicos					
	Massa	Cor da casca	Firmeza da polpa	Sólidos solúveis	Acidez titulável	Ácido ascórbico
Etanol+cloro/termoterapia	-0,58	-0,46	-0,27	-0,56	-0,17	-0,73
Etanol+cloro/fécula de mandioca	-0,48	-0,91*	-0,90*	-0,20	-0,48	-0,12
Etanol+cloro /1-MCP	-0,43	-0,76	-0,92*	-0,96*	-0,83*	-0,83*
Termoterapia/fécula de mandioca	0,04	-0,94*	-0,65	0,00	-0,60	0,31
Termoterapia/1-MCP	-0,10	-0,95*	-0,91*	-0,54	-0,89*	-0,34
1-MCP/fécula de mandioca	0,14	-0,87*	-0,90*	-0,72	-0,82*	-0,30

* Significativo a 0,05 pelo teste F.

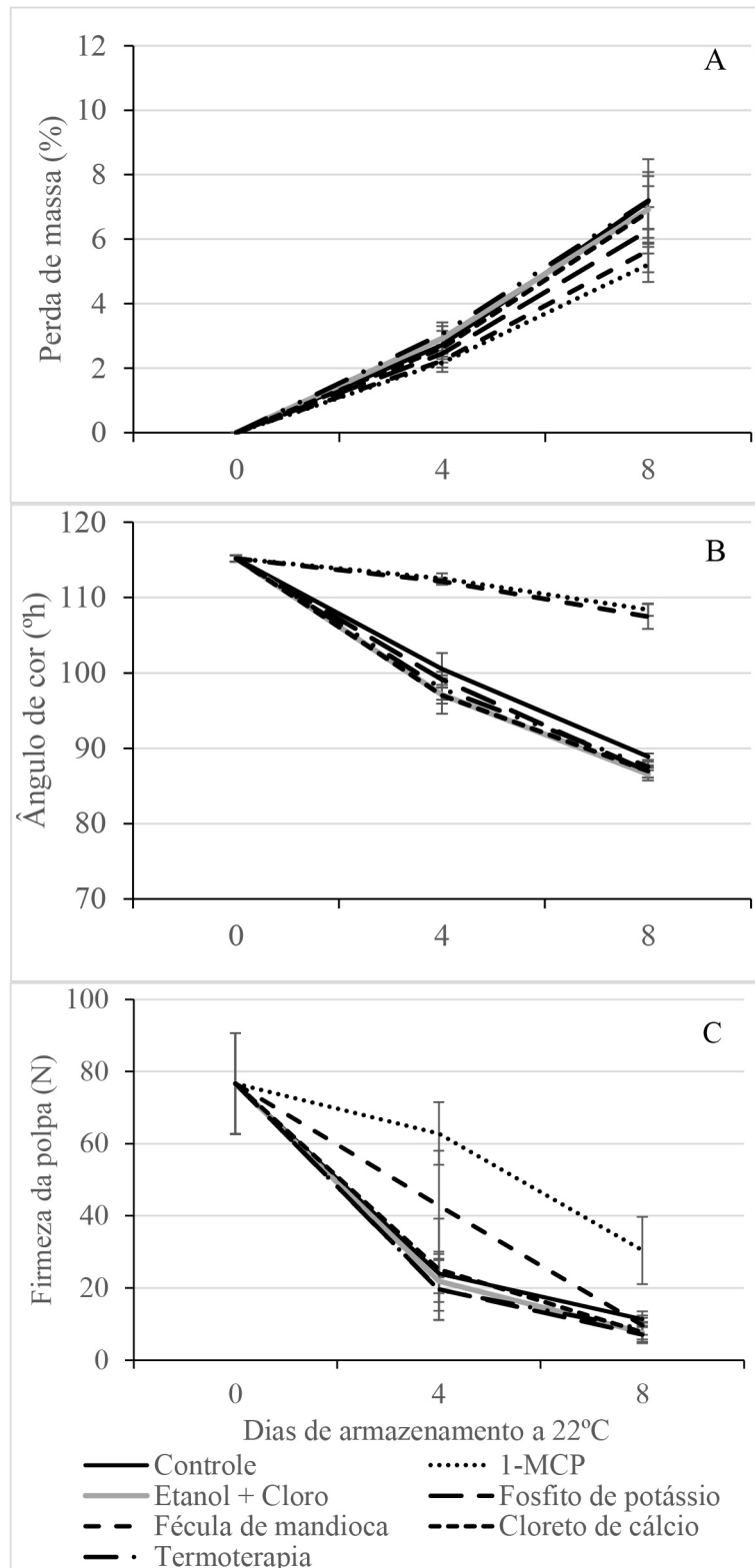


FIGURA 1- Efeito de tratamentos alternativos pós-colheita na perda de massa (A); cor da casca (B) e firmeza da polpa (C) em goiaba 'Pedro Sato', durante oito dias de armazenamento a 22°C e 80-85% UR.

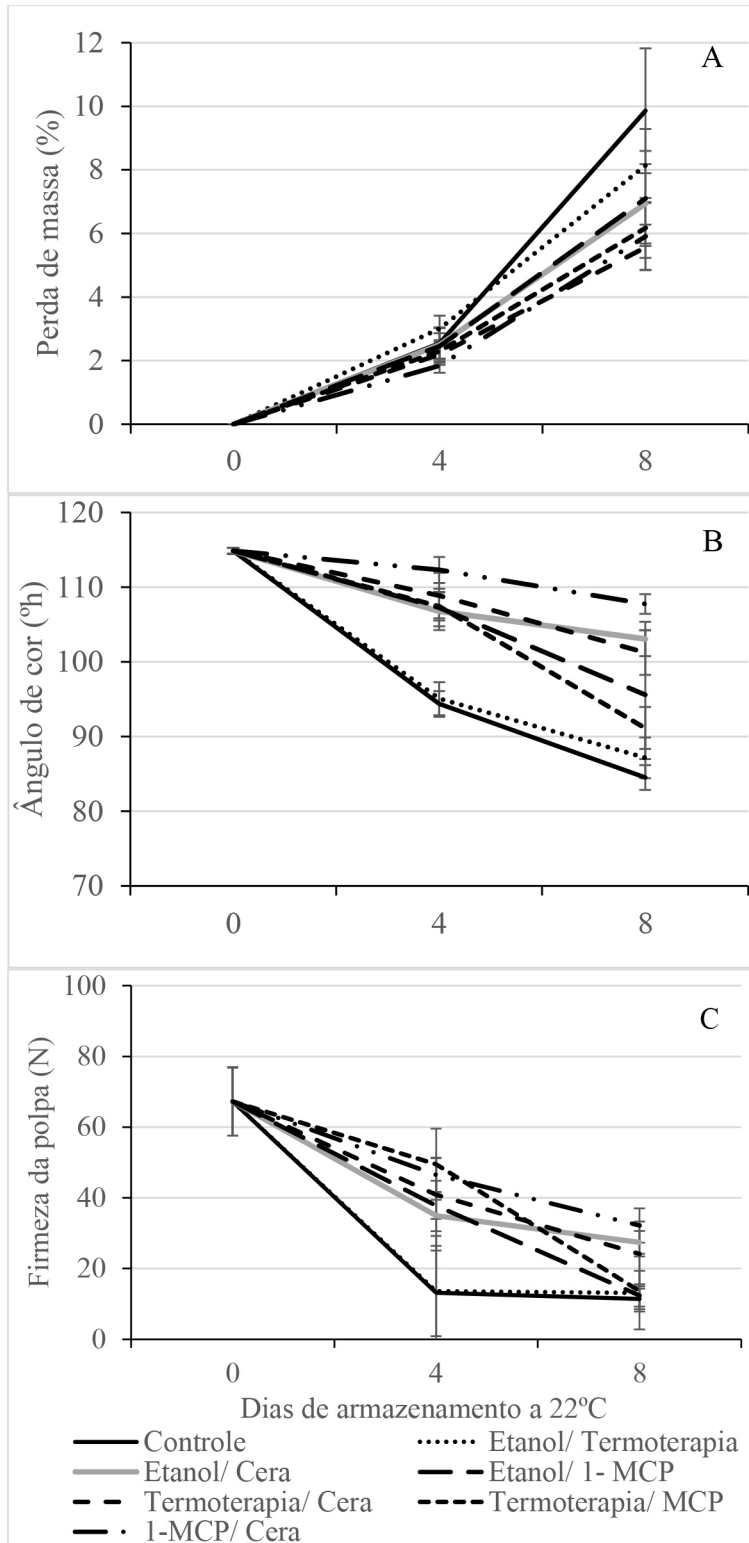


FIGURA 2-Efeito de tratamentos alternativos pós-colheita na perda de massa (A); cor da casca (B) e firmeza da polpa (C) em goiaba 'Pedro Sato', durante oito dias de armazenamento a 25°C e 80-85% UR.

CONCLUSÕES

Recomenda-se o tratamento termoterapia/fêcula de mandioca para goiabas armazenadas a 22-25°C, como forma de manutenção da qualidade físico-química, evidenciada pela retenção da cor e firmeza de goiabas ‘Pedro Sato’, e atrasando em pelo menos dois dias os sintomas de podridões nos frutos.

Correlações entre os parâmetros cor da casca e firmeza da polpa com a incidência de podridões, na maioria dos tratamentos em associação, evidenciaram que a redução das podridões está diretamente relacionada ao atraso da maturação dos frutos.

AGRADECIMENTOS

À FAPESP (Proc. 2012/07207-7) pelo apoio financeiro concedido ao projeto.

REFERÊNCIAS

- AGRIANUAL: anuário da produção brasileira. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2014. (2)
- AZZOLINI, M.; JACOMINO, A.P.; BRON, I.U. Índices para avaliar qualidade pós-colheita de goiabas em diferentes estádios de maturação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n. 2, p. 139-145, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v39n2/19847.pdf>>. Acesso em: 10abr.2012. (1)
- BASSETTO, E.; JACOMINO, A.P.; PINHEIRO, A.L. Conservation of ‘Pedro Sato’ guavas under treatment with 1-methylcyclopropene. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.40, n.5, p.433-440, 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v40n5/24423.pdf>>. Acesso em: 10abr.2012. (1)
- BEN-YEHOSHUA, S.; PORAT, R. Heat treatments to reduce decay. In: BEN-YEHOSHUA, S. **Environmentally friendly technologies for agricultural produce quality**. (Ed). Boca Raton: CRC Press, Taylor and Francis Group, 2005. p. 11-42. (2)
- BLANKENSHIP, S.M.; DOLE, J.M. 1-Methylcyclopropene: a review. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.28, p.1-25, 2003. Disponível em: <http://ac.els-cdn.com/S0925521402002466/1-s2.0-S0925521402002466-main.pdf?_tid=ff7d851a-23ac-11e4-a370-00000aab0f02&acdnat=1408018845_54229e3aa9fd2bbd32af57c5d77f2828>. Acesso em: 23 jun. 2014. (1)
- BRACKMANN, A.; GIEHL, R.F.H.; SESTARI, I.; WEBER, A.; PINTO, J.A.V.; EISERMANN, A.C. Controle de podridões em maçãs ‘Fuji’ frigoconservadas com a aplicação de fosfitos e cloretos de benzalcônio em pré e pós-colheita. **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia**, Uruguaiana, v.15, n.2, p.35-43, 2008. Disponível em: <<http://revistaseletronicas.pucrs.br/fo/ojs/index.php/fzva/article/view/3537/3894>>. Acesso em: 23 jun.2014. (1)
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Métodos Físico-químicos para análise de alimentos**. 2005. 1018p. (Série A. Normas e Manuais Técnicos). (7)
- CARVALHO, C.R.L.; MANTOVANI, D.M.B.; CARVALHO, P.R.N. **Análises químicas de alimentos**: manual técnico do Instituto de Tecnologia de Alimentos. Campinas: ITAL, 1990. 121p. (2)
- CAVALINI, F.C.; JACOMINO, A.P.; LOCHOSKI, M.A.; KLUGE, R.A.; ORTEGA, E.M.M. Maturity indexes for Kumagai and Paluma guavas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.28, n.2, p.176-179, 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbf/v28n2/a05v28n2.pdf>>. Acesso em: 23 jun. 2014. (1)
- CERQUEIRA, T.S. **Recobrimentos comestíveis em goiabas cv. ‘Kumagai**. 2007. 69 f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia e Bioquímica de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007. (4)
- CERQUEIRA, T. S.; JACOMINO, A. P.; SASAKI, F. F.; AMORIM, L. Controle do amadurecimento de goiabas ‘Kumagai’ tratados com 1-Metilciclopropeno. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.31, n.3, p.687-692, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbf/v31n3/a10v31n3.pdf>>. Acesso em: 23 jun. 2014. (1)

- CERQUEIRA, T.S.; JACOMINO, A.P.; SASAKI, F.F.; ALLEONI, A.C.C. Recobrimento de goiabas com filmes proteicos e de quitosana. **Bragantia**, Campinas, v.70, n.1, p.216-221, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/brag/v70n1/v70n1a28.pdf>>. Acesso em: 23 jun. 2014. (1)
- CHEN, F.; LIU, H.; YANG, H.; LAI, S.; CHENG, X.; XIN, Y.; YANG, B.; HOU, H.; YAO, Y.; ZHANG, S.; BU, G.; DENG, Y. Quality attributes and cell wall properties of strawberries (*Fragaria ananassa* Duch.) under calcium chloride treatment. **Food Chemistry**, Easton, v.126, 450–459, 2011. Disponível em: <http://ac.els-cdn.com/S0308814610014160/1-s2.0-S0308814610014160-main.pdf?_tid=65232ea6-23ad-11e4-98f8-00000aacb360&acdnat=1408019016_71b90b9020d72a6998d384668277a659> Acesso em: 30 jun. 2014. (1)
- CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005. 783p. (2)
- CHIUMARELLI, M.; HUBINGER, M.D. Evaluation of edible films and coatings formulated with cassava starch, glycerol, carnauba wax and stearic acid. **Food Hydrocolloids**, Oxford, v.38, p.20-27, 2014. Disponível em: <http://ac.els-cdn.com/S0268005X13003743/1-s2.0-S0268005X13003743-main.pdf?_tid=8b24e904-23ac-11e4-a4c5-00000aacb35e&acdnat=1408019509_61d6b37e3dbf18c7653726bf0be5d81e>. Acesso em: 30 jun. 2014. (1)
- COSTA, A.J.F.; KALIL, E.M. Desinfecção e esterilização. **Acta Ortopédica Brasileira**, São Paulo, v.2, p.1-4, 1994. (2)
- ESCANFERLA, M.E.; MORAES, S.R.G.; SALAROLI, R.B.; MASSILA JR. Pre-penetration stages of *Guignardia psidii* in guava: effect of temperature, wetness duration and fruit age. **Journal of Phytopathology**, Berlin, v.157, n.10, p.618-624, 2009. (2)
- FERRAZ, D.M.M. **Controle da antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*) em pós-colheita da goiaba (*Psidium guajava*), produzida em sistema de cultivo convencional e orgânico, pela aplicação de fosfitos, hidrotermia e cloreto de cálcio**. 2010. 119 f. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) – Universidade de Brasília, Brasília, 2010. (4)
- FIGUEROA, C.R.; OPAZO, M.C.; VERA, P.; ARRIAGADA, O.; DÍAZ, M.; MOYA-LEÓN, M.A. Effect of postharvest treatment of calcium and auxin on cell wall composition and expression of cell wall-modifying genes in the Chilean strawberry (*Fragaria chiloensis*) fruit. **Food Chemistry**, Easton, v.132, p.2014-2022, 2012. Disponível em: <http://ac.els-cdn.com/S0308814611018097/1-s2.0-S0308814611018097-main.pdf?_tid=596c47d6-23ae-11e4-befe-00000aacb362&acdnat=1408019426_eaa66ec834ff9b1450d2f7d4464f5623> Acesso em: 30 jun. 2014. (1)
- HONG, K.; XIEL, J.; SUN, L.Z.D.; GONG, D. Effects of chitosan coating on postharvest life and quality of guava (*Psidium guajava* L.) fruit during cold storage. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.144, p.172–178, 2012. Disponível em: <http://ac.els-cdn.com/S0304423812003214/1-s2.0-S0304423812003214-main.pdf?_tid=cee65934-23ae-11e4-977a-00000aab0f02&acdnat=1408019623_33a5fd238d24d8bb74e0cf8baed4189c>. Acesso em: 30 jun. 2014. (1)
- LINHARES, L.A.; SANTOS, C.D.; ABREU, C.M.P.; CORRÊA, A.D. Transformações químicas, físicas e enzimáticas de goiabas Pedro Sato tratadas na pós-colheita com cloreto de cálcio e 1-metilciclopropeno e armazenadas sob refrigeração. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.3, p.829-841, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cagro/v31n3/a33v31n3.pdf>>. Acesso em: 30 jun. 2014. (1)
- LURIE, S. Postharvest heat treatment of horticultural crops. **Horticultural Reviews**, Nova York, v.22, p.91-118, 1998. (1)
- ORTIZ, A.; GRAELL, J.; LARA, I. Cell wall-modifying enzymes and firmness loss in ripening 'Golden Reinders' apples: A comparison between calcium dips and ULO storage. **Food Chemistry**, Easton, v.128, p.1072-1079, 2011. Disponível em: <http://ac.els-cdn.com/S0308814611005619/1-s2.0-S0308814611005619-main.pdf?_tid=0f4eccd6-23af-11e4-977a-00000aab0f02&acdnat=1408019731_8a0bdffffb8d35c6ecdedf818ac3bd8c>. Acesso em: 23 jun. 2014. (1)

- PONZO, F.S. **Agentes alternativos no controle pós-colheita da antracnose em goiabas ‘Kumagai’**. 2009. 77 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia da Produção Agrícola) – Instituto Agrônômico de Campinas, Campinas, 2009. (4)
- PONZO, F.S. **Tratamento térmico, etanol, quitosana e 1-metilciclopropeno no controle da antracnose em goiabas ‘Kumagai’**. 2013. 99 f. Tese (Doutorado em Tecnologia da Produção Agrícola) – Instituto Agrônômico de Campinas, Campinas, 2013. (4)
- ROZWALKA, L.C.; LIMA, M.L.R.Z.C.; MIO, L.M.M.; NAKASHIMA, T. Extratos, decoctos e óleos essenciais de plantas medicinais e aromáticas na inibição de *Glomerelacingsulatae Colletotrichumgloeosporioides* de frutos de goiaba. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.2, p.301-307, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v38n2/a01v38n2.pdf>>. Acesso em: 30 jun. 2014. (1)
- SILVA, F.P.; SALOMÃO, L.C.C.; ZAMBOLIM, L.; ROCHA, A. Use of biofilm in the postharvest conservation of ‘Pedro Sato’ guava. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v.59, n.3, p.305-312, 2012. Disponível em: <<http://www.ceres.ufv.br/ceres/revistas/V59N003P10010.pdf>>. Acesso em: 30 jun. 2014. (1)
- SOARES, A.R.; LOURENÇO, S.A.; AMORIM, L. Infecção de goiabas por *Colletotrichumgloeosporioides* e *Colletotrichumacutatum* sob diferentes temperaturas e molhamentos. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v.33, n.4, p.265-272, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/tpp/v33n4/a02v33n4.pdf>>. Acesso em: 23 jun. 2014. (1)
- TUCKER, G.A. Introduction. In: SEYMOR, G.B.; TAYLOR, J.E.; TUCKER, G.A. **Biochemistry of fruit ripening**. London: Chapman & Hall, 1993. p. 2-51. (2)
- VARDAR, C.; IHHAN, K.; KARABULUT, O.A. The application of various disinfectants by fogging for decreasing postharvest diseases of strawberry. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.66, p.30-34, 2012. Disponível em: <http://ac.els-cdn.com/S0925521411002729/1-s2.0-S0925521411002729-main.pdf?_tid=846d8eda-23af-11e4-99e0-00000aabb0f6b&acdnat=1408019927_dbea32133f868aae7d8323757f919ee4>. Acesso em: 30 jun. 2014. (1)
- VAZQUEZ-OCHOA, R.I.; COLINAS-LEON, M.T. Changes in guavas of three maturity stages in response to temperature and relative humidity. **Horticultural Science**, Alexandria, v.25, n.1, p.86-87, 1990. (1)
- VILA, M.T.R.; LIMA, L.C.O.; BOAS, E.V.B.V.; HOJO, E.T.D.; RODRIGUES, L.J.; PAULA, N.R.F. Caracterização química e bioquímica de goiabas armazenadas sob refrigeração e atmosfera modificada. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.5, p.1435-1442, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cagro/v31n5/25.pdf>>. Acesso em: 30 jun. 2014. (1)
- WATKINS, C.B. The use of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on fruits and vegetables. **Biotechnology Advances**, Amsterdam, v. 24, p. 389–409, 2006. Disponível em: <http://ac.els-cdn.com/S073497500600022X/1-s2.0-S073497500600022X-main.pdf?_tid=cc3f35a6-23af-11e4-b166-00000aacb35f&acdnat=1408020048_76bbd89a9ae3ca64bb75afacb99a9533>. Acesso em: 23 jun. 2014. (1)
- ZAR, J.H. **Biostatistical analysis**. New Jersey: Prentice-Hall, 1999. 663 p. (2)