**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

Ácido salicílico, abscísico e jasmônico em videiras submetidas ou não à aplicação da tecnologia TPC (*Thermal Pest Control*)

Bruno Alves Domingues

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestre em Ciências. Área de concentração:
Fisiologia e Bioquímica de Plantas

**Piracicaba
2013**

Bruno Alves Domingues
Engenheiro Agrônomo

Ácido salicílico, abscísico e jasmônico em videiras submetidas ou não à aplicação da
tecnologia TPC (*Thermal Pest Control*)
versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011

Orientador:
Prof. Dr. **RICARDO FERRAZ DE OLIVEIRA**

Dissertação apresentada para obtenção do título
de Mestre em Ciências. Área de concentração:
Fisiologia e Bioquímica de Plantas

Piracicaba
2013

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA - ESALQ/USP**

Domingues, Bruno Alves

Ácido Salicílico, abscísico e jasmônico em videiras submetidas ou não à aplicação da tecnologia TPC (Thermal Pest Control) / Bruno Alves Domingues.- - versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011. - - Piracicaba, 2013.
76 p: il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2013.

1. Ácido Abscísico 2. Ácido Jasmônico 3. Ácido Salicílico 4. SAR 5. TPC
6. Espectrômetro de Massa 7. Pós-Colheita I. Título

CDD 634.82
D671a

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

**Aos meus pais Luiz Carlos e Maria Aparecida,
e minha esposa Marcela,
DEDICO.**

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Luiz Carlos Domingues e Maria Aparecida Alves de Lima Domingues pelas pessoas maravilhosas que são, pela ajuda com as palavras certas nas horas certas e pelo constante e incondicional apoio.

À minha esposa Marcela Correa Alves Domingues que sempre me ajudou e me deu suporte em todos os momentos.

Aos meus familiares - tias, tios, primos e primas - pelo apoio e torcida e também a todos os meus amigos da República Kbanda com os quais ainda mantenho um forte laço de amizade.

Aos meus novos amigos de Piracicaba e aos esalqueanos que ainda moram na cidade e que por sorte continuo sendo amigo de todos

À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” por fornecer condições de pesquisa que me possibilitaram crescimento profissional e pessoal.

Ao Centro de Energia Nuclear na Agricultura – “CENA” – que realizou os trabalhos laboratoriais do projeto.

Ao meu orientador Prof. Dr. Ricardo Ferraz de Oliveira pelos muitos ensinamentos científicos, confiança e por me acompanhar nas inúmeras viagens que realizamos para averiguação do projeto.

Ao Prof. Dr. Dr. Valdemar Luiz Tornisielo que acreditou na mensuração hormonal, mesmo quando todos não acreditavam ser possível.

Aos meus amigos de laboratório Lucas Riboldi, Neidiquele Silveira, Karla Vilaça, Diogo Capelin, Marina Gentil, Karina Reis, Gabriel Daneluzzi e Francynês Macedo que estão juntos comigo nesta jornada de estudos e que estão realizando um ótimo trabalho em seus respectivos projetos.

Ao meu amigo Gabriel Prata pelas discussões científicas, muitas risadas e pela agradável convivência.

À secretária do programa de pós-graduação em Fisiologia e Bioquímica de Plantas, Maria Solizete Granziol Silva, pela competência, eficiência e disponibilidade de sempre ajudar.

À estudante de mestrado Jeane pelos avanços até altas horas da noite e fins de semana realizando todos os procedimentos laboratoriais deste projeto.

Ao Dr. Marcos José Trevisan do laboratório de pós-colheita de Produtos Hortícolas da universidade de São Paulo por realizar todas as análises de pós-colheita.

Ao Prof. Dr. João Domingo, por ser meu co-orientador e me ajudar na definição e proposta de estudo deste projeto.

À estudante de doutorado Kelin Schwarz por me ajudar nas análises estatísticas.

À empresa Supergasbrás por compreender a importância deste projeto e por ter me fornecido toda a ajuda financeira para a realização de todo o experimento e testes laboratoriais.

Por fim, agradeço imensamente ao Sr. Marcos Aurélio Martins Moises por ter me encorajado a continuar estudando e me fornecer todo o suporte necessário para a realização deste projeto.

"E, se bem que seja obscuro
Tudo pela estrada fora,
E falso, ele vem seguro,
E, vencendo estrada e muro,
Chega onde em sono ela mora.
E, inda tonto do que houvera,
A cabeça, em maresia,
Ergue a mão, e encontra hera,
E vê que ele mesmo era A Princesa que dormia."

Fernando Pessoa

SUMÁRIO

RESUMO.....	11
ABSTRACT.....	13
1 INTRODUÇÃO.....	15
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	19
2.1 Indução a resistência.....	19
2.2 Acido abscísico.....	22
2.3 Acido jasmônico.....	23
2.4 Acido salicílico.....	25
2.4 Interação a biossíntese hormonal e a pós-colheita.....	27
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	31
3.1 Material vegetal e condições de crescimento.....	31
3.2 Coleta e acondicionamento.....	31
3.3 Análise bioquímica.....	33
3.4 Delineamento experimental.....	34
3.5 Análises dos resultados.....	35
3.6 Análise de pós-colheita.....	35
3.7 Metodologia da pós-colheita.....	36
3.8 Análise dos resultados da pós-colheita.....	36
4 RESULTADOS.....	37
4.1 Análises estatísticas hormonais.....	37
4.1.1 Análise de variância hormonal (ANOVA).....	37
4.1.2 Análise de correlação hormonal.....	39
4.2 Análises estatísticas de pós colheita.....	41
4.2.1 Análises de variância da pós-colheita.....	41
5 DISCUSSÃO	45
5.1 Flutuação hormonal.....	45
5.2 Análise de correlação.....	49
5.3 Pós-colheita.....	52
6 CONCLUSÕES.....	55
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	57
REFERÊNCIAS.....	59

RESUMO

Ácido salicílico, abscísico e jasmônico em videiras submetidas ou não à aplicação da tecnologia TPC (Thermal Pest Control)

A aplicação de ar quente em videiras foi primeiramente realizada na fazenda do Sr. Florenzo Lazo, localizada no Chile, onde havia a necessidade de combater os efeitos negativos das freqüentes geadas que resultava em severos danos à lavoura. Por este motivo o Sr. Florenzo inventou uma máquina que aplicava ar quente com baixa umidade e tinha por objetivo dispersar o ar frio proveniente das geadas. Após certo tempo, foi observado pelo produtor que no local onde a máquina havia operado com maior frequência as plantas apresentavam-se com uma coloração mais escura e com sinais de maior vitalidade. Seguindo estas observações, relacionamos estes efeitos a um possível aumento nos fito-hormônios relacionados ao estresse vegetal e à SAR (Systemic Resistance Acquired), como o ácido salicílico (AS), ácido jasmônico (AJ) e ácido abscísico (ABA), além de fazer uma correlação com alguns resultados de pós-colheita importantes para a comercialização, como: Sólidos solúveis, firmeza e coloração. Para isso foi montado um experimento que foi conduzido em duas parcelas, sendo uma com tratamento TPC e outra apenas com o tratamento convencional com distância padronizada em 3,2 metros entre linhas por 2,0 metros entre planta. As amostras eram coletadas diariamente e devidamente acondicionadas. Ao final da safra, as amostras foram transportadas para o laboratório de estresse e neurofisiologia da universidade de São Paulo (LEPSE), onde foram novamente armazenadas em um Ultra-freezer - 86°C. As análises fisiológicas de pós-colheita foram realizadas no departamento de pós-colheita da universidade de São Paulo onde foram analisados os teores de sólidos solúveis, coloração e firmeza das bagas de uva. As amostras de folhas foram maceradas e uniformizadas no LEPSE e enviadas para o laboratório de ecotoxicologia do Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA) onde foram mensurados os teores dos fito-hormônios pelo método de espectrometria de massa. Para ambas as análises foram feitos testes estatísticos utilizando o programa SAS[®]. Não houve alteração de SS e firmeza entre os dois tratamentos para as características fisiológicas de pós-colheita. Entretanto foi notado uma redução na coloração avermelhada para os cachos tratados com TPC seguindo o sistema de colorimetria proposto pelo CIE. Não houve alterações significantes para as variáveis ABA, AJ e AS para o efeito tratamento e para a análise de correlação. Entretanto notou-se significância entre o efeito dias para as variáveis ABA e AJ. Não foi notada significância para o efeito dias para a variável AS. Por se tratar de um estresse rápido, a TPC parece não causar estresse imediato nas plantas, entretanto notou-se indução de estresse ao longo do tempo, possivelmente devido à resposta lenta de ABA que aparentemente está envolvida com RNA e à síntese de proteínas S e R- ABA que são igualmente efetivas. Já para o AJ sugere-se que houve a produção de H₂O₂ por derivados de oligogalacturonídeos, liberados por ação da enzima poligalacturonase, e um segundo mensageiro que ativam genes defensivos (genes tardios). O aumento na biossíntese do ABA e do AJ parece ter suprimido genes envolvidos na biossíntese do AS.

Palavras-chave: Ácido Abscísico; Ácido Jasmônico; Ácido Salicílico; SAR; TPC; Espectrômetro de Massa; Pós-Colheita

ABSTRACT

Salicylic acid, abscisic acid and jasmonic acid in vines submitted or not to the application of TPC technology (Thermal Pest Control)

The application of hot air in grapevines was first held on the farm of Mr. Florenzo Lazo, located in Chile, to combat the negative effects of frequent frosts that resulted in severe damage to the crop. For this reason Mr. Florenzo invented a machine that applied hot air with low humidity and aimed to disperse the cold air from the frost. After a while, it was observed by the producer that where the machine had operated more frequently plants showed up with a darker and more signs of vitality. Following these observations, these effects relate to a possible increase in phytohormones related to plant stress and SAR (Systemic Resistance Acquired), such as salicylic acid (AS), jasmonic acid (AJ) and abscisic acid (ABA), besides making a correlation with results of some important postharvest for marketing, such as soluble solids, firmness and color. For this experiment was created that was conducted in two installments, the first one was treated with TPC and second one was applied only conventional treatment with standardized distance of 3.2 meters between lines by 2.0 meters between plant. The samples were collected daily and properly packed. At the end of the season, samples were transported to the laboratory stress and neurophysiology from the University of São Paulo (LEPSE), where they were again stored in an Ultra-freezer – 86 degrees. The physiological analyses of post-harvest were performed at the Department of Postharvest in University of Sao Paulo where we analyzed the levels of soluble solids, firmness and color in grape berries. The leaf samples were uniform macerated at LEPSE and sent to the laboratory of ecotoxicology in the Center for Nuclear Energy in Agriculture (CENA) where we measured the levels of the phytohormones by the method of mass spectrometry. For both analyzes were performed statistical tests using SAS ® program. There wasn't change between the two treatments on physiological post-harvest characteristics. There was no change of SS and firmly between the two treatments for the physiological of post-harvest characteristics. However it was noted a reduction in red color for bunches treated with TPC following the colorimetry system by CIE. There were no significant changes to the variables ABA, AJ and AS for the treatment effect and to analyze the correlation. However significance was noted between the effect variables ABA days and AJ. No significant effect was noted for days variable for AS. Since it is a stress fast TPC does not seem to cause immediate stress in plants but it was noticed induction of stress over time, possibly due to slow response to ABA which apparently is involved in the synthesis of RNA and proteins S and R-ABA that are equally effective. As for AJ suggests that there was the production of H₂O₂ by derivatives of oligogalacturonides, released by action of the enzyme polygalacturonase, and a second messenger that activates defensive genes (late genes). The increase in ABA biosynthesis and AJ appears to have deleted genes involved in the biosynthesis of AS.

Keywords: Absciscic acid; jasmonic acid; salicylic acid; SAR; TPC; Mass Spectrometer; Postharvest

1 INTRODUÇÃO

Entre os vários fenômenos atmosféricos que ocorrem no Brasil, a geada é um dos que causam maiores prejuízos, principalmente com relação à agricultura e à economia do país (ALGARVE, 2013). No cultivo da uva o impacto econômico causado pelos danos das geadas é significativo, uma vez que envolve fatores como a produção e o preço. Durante os meses de inverno no Hemisfério Sul (HS), observa-se sobre a região sul do Brasil, a ocorrência de temperaturas baixas, que favorecem a formação de geadas.

A geada é a formação de uma camada de cristais de gelo na superfície do solo ou na folhagem exposta devido à queda de temperatura da superfície abaixo de zero grau Celsius. Dependendo da intensidade e da extensão da geada, o fenômeno pode causar sérios danos na agricultura, queimando e ressecando a folhagem das plantas, especialmente na agricultura temperada (MOTA 1981).

Devido a esse fenômeno climático, em 1999, o agricultor chileno Florencio Lazo testava equipamentos capazes de minimizar seus efeitos que prejudicavam a produtividade de suas lavouras de uva vinífera em Rengo província de Cachapoal, Chile. Ao fazer aplicações, por alguns segundos, de um jato de ar em alta temperatura, ele percebeu que as plantas não apresentavam qualquer dano físico, e ao final da safra, após realizar um sobrevôo em sua plantação verificou que no local onde este equipamento foi aplicado com maior frequência as plantas apresentavam-se mais resistentes, com espessura de folha mais grossa e menor incidência de pragas e doenças.

A tecnologia Thermal Pest Control (TPC), como foi então chamada, foi testada na vinícola Geisse, em Pinto Bandeira, no estado do Rio Grande do Sul no Brasil em 2008, com uvas da variedade Chardonnay e Pinot Noir onde, segundo o produtor, a safra teve uma qualidade superior e os frutos não apresentaram qualquer resíduo de agrotóxico.

Em função da conscientização da população sobre a importância da ingestão de frutas e de seus derivados, isentos de resíduos de agrotóxicos, o mercado internacional passou a sinalizar grandes mudanças nos sistemas de produção de frutas, exigindo dos produtores a adoção de critérios de qualidade, produção certificada e o cumprimento de normas internacionais relacionadas à segurança alimentar, à rastreabilidade e ao respeito ao meio ambiente e ao homem. Com isso, as grandes redes de supermercados europeus passaram a pressionar os produtores

e exportadores, para adotarem um sistema de certificação que garantisse a qualidade de seus produtos e diminuísse a quantidade de agrotóxicos em suas lavouras (OLIVEIRA; LOPES; MOREIRA, 2011).

Atenta às exigências dos mercados consumidores, a região do Vale do São Francisco, que é compreendida principalmente pelos municípios de Petrolina (PE) e Juazeiro (BA), sendo esta região considerada atualmente o maior exportador de uva *in natura* do Brasil, com 59 mil toneladas, representando 95% das 62 mil toneladas exportadas pelo país na safra passada (BRASIL, 2013), procurava por um manejo alternativo no combate às pragas e doenças e, em 2010, 18 fazendas produtoras de uva da região adquiriram 25 máquinas TPC.

No final de 2011 foi enviado um questionário para os produtores da região do Vale do São Francisco que já estavam utilizando a tecnologia TPC ao longo de duas safras, com o objetivo de constatar os resultados obtidos quando comparados ao manejo convencional. Dessa forma dividimos os resultados em duas classes, onde foram observadas apenas características positivas: **1) Características fisiológicas:** Engrossamento da baga: 66,67%; Resistência à penetração: 61,11%; Limpeza da calipta 88,89%; Engrossamento das folhas 75,56%. **2) Pragas:** Controle do Ácaro branco – *Polyphagotarsonemus latus*, e Acaro Rajado – *Tetranychus urticae* 66,67%; Pulgão-da-videira - *Aphis vitis* 76,87% e Triples – *Retithrips syriacus* 72,22%.

Como plantas tratadas com esta tecnologia apresentaram engrossamento dos tecidos foliares e consequente diminuição na infestação de pragas (COMUNICAÇÃO PESSOAL).

Nesse contexto sugerimos a seguinte hipótese:

Se... Possivelmente a exposição frequente do vegetal a altas temperaturas está causando um estresse térmico. Então... as plantas deverão apresentar um aumento na concentração de hormônios de defesa, tais como: ácido abscísico, ácido jasmônico e ácido salicílico.

Nos vegetais superiores, a regulação e coordenação do metabolismo dependem de sinais químicos que podem fazer a comunicação entre as células, tecidos e órgãos (TAIZ; ZEIGER, 2004). Os hormônios são mensageiros químicos, produzidos em uma célula ou tecido, que modulam os processos celulares em outra célula.

Quase todos os aspectos de crescimento e do desenvolvimento vegetal sofrem controle hormonal em maior ou menor grau. Um único hormônio pode

controlar vários processos celulares, enquanto um único processo pode ser controlado por vários hormônios (MURCH, 2006). Deste modo o objetivo deste trabalho é conhecer se o estresse térmico moderado que a tecnologia TPC aplica sobre a planta poderia influenciar na quantidade produzida destes fitos-hormônios sinalizadores da RSA (Resistência Sistêmica adquirida) e RSI (Resistência Sistêmica Induzida), influenciando diretamente na quantidade de defensivos agrícolas utilizados no manejo atual e, conseqüentemente, se a planta de uva poderia melhorar seus padrões de comercialização, que são: firmeza, brix e coloração.

2 REVISÃO BIBLIOGRAFICA

2.1 Indução de resistência.

Muitos são os tipos de estresses que os vegetais podem enfrentar, como oscilações drásticas de temperatura, umidade, radiação solar, ataque de pestes ou patógenos, dentre outros. As plantas conseguem mudar a constituição de compostos moleculares como um mecanismo de resposta. Muitas dessas alterações podem estar diretamente relacionadas com a defesa e proteção. Para sobreviver, os vegetais desenvolveram mecanismos de resposta contra danos e doenças que, quando acionados, reconhecem a agressão. (SHEWRY; LUCAS, 1997; DE WIT, 2007).

Todas as plantas possuem algum tipo de defesa contra fatores abióticos e bióticos que possam lhe causar danos. Estas defesas podem ser constitutivas e são representadas por estruturas como ceras, cutícula, parede celular espessa, tricomas, adaptações de estômatos e fibras vasculares, bem como substâncias químicas pré-formadas, como os fenóis, alcalóides, lactonas insaturadas, glicosídeos fenólicos, glicosídeos cianogênicos, fototoxinas, inibidores proteicos e enzimas hidrolíticas (AGRIOS, 2005; PASCHOLATI; LEITE, 1995). Por outro lado, há mecanismos de defesa que se manifestam somente quando a planta é desafiada por um agente agressor e / ou fator abiótico. Estes mecanismos envolvem a formação de papilas, halos, lignificação, camada de cortiça, formação de tilose e deposição de gomas, além de compostos como fitoalexinas, proteínas relacionadas à patogênese (Proteína-RP) e espécies reativas a oxigênio (AGRIOS, 2005; PASCHOLATI; LEITE, 1995).

Para que ocorra o início da sinalização, a membrana plasmática deve ser despolarizada (TAIZ; ZEIGER, 2004). Vários estímulos podem deflagrar o potencial de ação: como químicos, elétricos, eletromagnéticos, e até mecânicos (GHAHAM, 1995; LABLANCA, 2002; WIT, 2007). Contudo, para isso é preciso receptores (proteínas de membranas), que percebem rapidamente as mudanças no exterior da célula, bem como a existência de uma via de sinalização eficiente, que faça com que a informação chegue rapidamente ao núcleo, para se iniciar o processo de expressão dos mecanismos de defesa (KUHN, 2007).

De fato, agentes indutores da SAR, geralmente não apresentam ação antimicrobiana direta sobre o patógeno, mas induzem a expressão de genes de defesa nas plantas, ativando nas mesmas a produção de compostos que impedem

ou dificultam o estabelecimento e/ou desenvolvimento de patógenos (FRIEDRICH et al., 1996; KOHLER; SCHWINDLING; CONRATH, 2002; RYALS et al., 1996).

Resposta causada por estresses a altas temperaturas tem sido bem documentada em uma grande quantidade de organismos. Em todas as espécies estudadas o estresse causado por altas temperaturas resulta na produção de uma família específica de proteína conhecida como “Heat Shock Protein” (HSPs; HOWARTH; OUGHAM, 1993). Esta proteína foi classificada dentro de um grupo de famílias baseada no seu peso molecular (JAENICKE; CREIGHTON, 1993). Todos os organismos produzem HSPs, mas as plantas são as únicas que produzem um número diferente das pequenas HSPs (JAKOB; BUCHERN, 1994). A maioria das pesquisas referentes às respostas das plantas submetidas ao estresse a altas temperaturas estão focadas nas HSPs (HOWARTH; OUGHAM, 1993; SULLIVAN; GREEN, 1993; PARK et al., 1996; SCHOFFL; ROSSOL; ANGERMULLER, 1997; GURLEY, 2000). Além dos estudos realizados com a HSPs, existem trabalhos que visam relacionar a produção de alguns hormônios de defesa vegetal com a aplicação de estresse por alta temperatura, sendo esse o foco do trabalho.

A indução de resistência envolve a ativação de mecanismos de defesa latentes existentes nas plantas em resposta ao tratamento com agentes bióticos e abióticos (BONALDO; PASCHOLATI; ROMEIRO, 2005; HAMMERSCHMIDT; DANN, 1997). O termo indução de resistência pode ser utilizado para designar uma proteção local, isto é, a indução de resistência de apenas um tecido onde se efetuou o tratamento com o agente indutor, como também pode indicar uma resistência sistêmica que se manifesta à distância do local de aplicação do indutor (PIERO et al., 2005).

O mecanismo da RSA e RSI (HAMMERSCHMIDT; MÉTRAUX; VAN LOON, 2001; STICHER et al., 1997) deve envolver uma cascata de eventos e sinais, os quais se iniciam no momento da interação planta/patógeno ou do tratamento com fatores abióticos, levando a alterações no seu metabolismo celular, culminando com a emissão de sinais moleculares dirigidos para outras partes da planta, atuando de forma inespecífica, promovendo a redução da severidade da doença. Em resposta à distribuição dos sinais dentro da planta, esta seria induzida a sintetizar agentes de defesa, incluindo as PR-Proteínas, além da formação de barreiras estruturais, como a lignina. Neill (2002) relatou que a geração de hormônios referentes à RSA é aumentada em resposta a diferentes condições de estresse, sugerindo que estes compostos desempenham papel importante no processo de aclimação e tolerância

cruzada, na qual uma exposição prévia a um determinado estresse pode induzir tolerância a subseqüentes exposições ao mesmo estresse ou a outro diferente. A RSI refere-se ao fenômeno de resistência a doenças sistemicamente induzidas por infecções localizadas ou tratadas com componentes bióticos ou componentes orgânicos ou inorgânicos diversos (KUC., 2001) onde não ocorre a síntese de PR – proteínas (ZHANG et al., 2007)

A tecnologia TPC apoia-se sobre o conceito da RSA, uma vez que é aplicado moderado estresse térmico direcionado diretamente nas folhas da cultura duas vezes por semana. Sabe-se que a maioria das respostas bioquímicas está inativa até que sejam ativadas pelo tratamento com alguns compostos químicos, conhecidos como indutores de resistência (fatores abióticos), ou pelo início de uma tentativa de infecção por fitopatógenos (fatores bióticos). (HAMMOND-KOSACK; JONES, 2000).

Para que um composto seja considerado um sinalizador, é necessário que este seja sintetizado pela planta, aumente significativamente após o ataque do patógeno ou após o tratamento com o indutor, seja móvel pelo floema da planta, induza à síntese de substâncias de defesa e aumente a resistência a patógenos (BOSTOCH, 1999; MORAES, 1992)

A participação de compostos, como o óxido nítrico, etileno, Aba, ácido jasmônico (JA) e ácido salicílico (AS), são sinalizadores bem conhecidos da RSA e RSI. (DOREY et al., 1997; DURNER; SHAH; KLESSIG, 1997).

Todos os questionamentos levantados ainda carecem de um melhor entendimento visando, com isso, o esclarecimento do verdadeiro mecanismo de sinalização que leva à expressão da RSA contra estresses abióticos.

Por se tratar de uma tecnologia relativamente nova, poucos estudos são encontrados na literatura. Existe uma grande quantidade de artigos referentes às plantas submetidas a altas temperaturas durante um longo período de tempo, mas nenhum estudo refere-se à rápida exposição do vegetal a elevada temperatura durante um curto espaço de tempo. Portanto, este trabalho torna-se importante por se tratar de uma idéia inovadora. Deste modo, a hipótese levantada é que as plantas que sofreram a ação da tecnologia TPC deverão apresentar o nível dos hormônios estudados mais elevados do que as plantas não tratadas, ou seja, ativação da SAR. O entendimento deste mecanismo é de fundamental importância para a agricultura, que busca a melhoria na produção de alimentos de origem vegetal, com a

concomitante diminuição do uso de agrotóxicos danosos ao meio ambiente em vários de seus níveis tróficos.

2.2 Ácido abscísico

O ácido abscísico (ABA) leva este nome porque originalmente acreditava-se que estava envolvido diretamente com o processo de abscisão foliar; embora isto não ocorra, o nome permanece em uso até os dias atuais. É um hormônio composto por 15 carbonos (sesquiterpenos) sintetizado a partir do carotenóide isopentenil difosfato, unidade básica carbonica (5C) classificado como terpenos. O ácido abscísico é sintetizado nos plastídios, fundamentalmente nos cloroplastos, e transportado tanto pelo xilema quanto pelo floema (RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2001).

A aplicação exógena de ABA em plantas em crescimento aumenta a resistência à seca e à toxicidade de algumas substâncias, devido ao fechamento estomático (TAIZ; ZEIGER, 2004). Recentes estudos também revelaram um importante papel do ABA em plantas resistentes ao ataque de doenças, uma vez que os efeitos do ABA dependem das características de vida do patógeno e de suas condições temporais e espaciais (ASSELBERGH; DE VLEESSCHAUWER; HOFTE, 2008; TON et al., 2009; CAO; YOSHIOKA; DESVEAUX, 2011).

Existem indícios de que o aumento de ABA em condições de estresse está relacionado com a maior resistência de plantas, já que este hormônio relaciona-se com sinalizações e alguns estudos têm revelado que o estresse hídrico aumenta a concentração de açúcares (KLIEWER et AL., 1983), de antocianina (MCCARTHY; COOMBE, 1985) e do nível de acidez total (WILDMAN; NEJA; KASIMATIS, 1976).

O ABA possui um papel positivo na resposta de defesa, principalmente na fase de invasão do patógeno, uma vez que promove o fechamento estomático e inibi a entrada do patógeno. A função essencial do ABA em seu mecanismo de respostas defensivas é destacada pela manipulação da biossíntese do ABA e sinalização do ataque de patógenos. Entretanto, novos estudos realizados *em Arabidopsis thaliana* e *Pseudomonas syringae* mostraram que a quantidade de ABA é inversamente correlacionada à resistência em plantas (DE TORRES-ZABALA et al., 2007; FAN et al., 2009) e comprovada por (KIM. et al., 2011) que constatou que a sinalização de ABA foi negativamente regulada pela via de resposta de defesa da planta. Assim, a interação entre ABA e o complexo de defesa ainda não é completamente entendido.

Segundo Daie e Campbell (1981), plantas de tomate quando submetidas a temperaturas de 45° C, durante 12 horas, obtiveram um aumento na concentração de ABA de 3 vezes quando comparado com a quantidade inicial; mas sob intensa condição de estresse o ABA pode chegar a aumentar até 40 vezes sua concentração (LEPOOLD; KRIEDMAN, 1975). Em sementes de alface (*lactuca sativa*), quando expostas a altas temperaturas durante seu período de germinação, apresentaram redução na quantidade de ABA (YOSHIOKA; ENDO; SATO, 1998), informação também comprovada em sementes de milho (JONES; BRENNER, 1987). Entretanto, aumentando os níveis de ABA durante este período, por aplicações exógenas, houve a inibição da divisão das células do endosperma e redução na capacidade de armazenamento dos grãos de milho (MYERS et al., 1990).

Estudos realizados com *Arabidopsis thaliana*, na fase adulta, mostrou maior expressão do ABA em plantas cultivadas a temperatura constante de 37°C quando comparada a outras plantas tratadas a 30 °C e 22 °C, respectivamente. Experimento similar foi realizado com milho (*Zea mays L.*) constatando também um aumento no nível de ABA quando expostas a maiores temperaturas e quantidade de tempo (CHEIKH; JONES, 1994)

Apesar de se saber que o ABA está envolvido na sinalização de estresses bióticos e abióticos nos vegetais, a interação entre a via da sinalização e o mecanismo molecular envolvido ainda permanece obscuro. Existem ainda fatores chaves que estão envolvidos na sinalização que ainda não são bem entendidos e por isso necessitam de maiores estudos para o total conhecimento.

2.3 Ácido jasmônico

O ácido jasmonico (AJ) e seu metil ester (MeAJ) pertencem à família dos jasmonatos (JAs) e estão relacionadas principalmente com o mecanismo de defesa do vegetal (GFELLER; FARMER, 2004; BROWSE, 2005; DEVOTO; TURNER, 2005). Eles induzem a expressão de genes que codificam proteínas específicas, como inibidores de proteases, enzimas envolvidas com a produção de flavonóides e diferentes proteínas relacionadas com doenças (CORTÊS, 2000), desempenhando ainda papel importante na defesa das plantas contra danos causados por raios UV-B (SCHALLER, 2001). Esta mesma rota dos octadenóides ainda induz a produção de peróxido de hidrogênio (H₂O₂), uma espécie reativa de oxigênio que pode atuar inicialmente como molécula sinalizadora de defesa em plantas.

Além das funções citadas acima atualmente, já se sabe que os jasmonatos também estão relacionados com germinação de sementes (SCHALLER; SCHALLER; STINZI, 2005), inibição do crescimento radicular (STASWICK; HOWELL, 1992) e fotossíntese, por meio da redução da expressão de alguns genes nucleares e cloroplastidiais, causando a degradação da clorofila das folhas (CREELMAN; MULLET, 1997) e vários aspectos da função reprodutiva em órgãos masculinos e femininos (FEYS et al., 1994; MCCONN; BROWSE, 1996; LI et al., 2004). Novas pesquisas também relatam que a aplicação de ácido jasmônico induz a formação de tubérculos, além de contribuir no amadurecimento de frutos (LI et al., 2004). Recentemente algumas pesquisas têm sugerido que o ácido jasmônico poderia ter relação com a expressão de alguns genes envolvidos na defesa e na sinalização das respostas a fatores bióticos e abióticos (KERBAUY, 2008).

Conforme citado anteriormente, os JAs são consideradas moléculas sinalizadoras que desempenham um importante papel na resistência contra insetos e doenças, podendo ativar a expressão de proteínas antifúngicas, como a osmotina e a tionina ou induzir acúmulo de enzimas relacionadas às fitoalexinas e possui efeito direto antimicrobiano (PROST et al., 2005). O AJ também tem sido sugerido como um dos fito-hormônios relacionados com a ativação da SAR (FARMER; RYAN, 1990.; RYAN, 1992.; PENA-CORTÉS et al, 1993; PENA-CORTÉS; FISAHN; WILLMITZER, 1995). Segundo Wildon et al. (1992) relatam que ferimentos mecânicos e por altas temperaturas geram sinais elétricos que são propagadas através da planta, induzindo assim a uma resistência sistêmica por mensageiros, como JAs (WILDON et al. 1989) em diversas plantas (MALONE; STANKOVIC, 1991).

O metil jasmonato (MeJa) é um composto de fórmula similar à das prostaglandinas, hormônios de origem animal envolvidos com respostas inflamatórias (FARMER; RYAN, 1992; DE ROSA; VICENTE, 2005; WASTERNACK, 2007). A atividade biológica do MeJa é altamente variável e dependente de sua concentração nos tecidos ou em meio de cultura de células vegetais. Em concentrações maiores que 50 μ M, causam senescência em culturas celulares, induzindo à morte celular. Em concentrações que variam de 1 a 10 μ M, atua na indução da expressão de genes relacionados com defesa, dentre outros genes, sem causar senescência (MASON; MULLET, 1990).

Condições adversas de luz, metais pesados e estresse por temperatura não parecem afetar os jasmonatos. Contudo, altas temperaturas e danos mecânicos têm afetado diretamente a acumulação de AJ e a expressão do gene *pin2* em plantas de batata e tomate (PEÑA-CORTES; WILLMITZER; SANCHEZ-SERRANO, 1991). Os níveis de JA em folhas de plantas saudáveis variam desde indetectáveis até menos de 100 pmol por grama/ folha seca (GLAUSER et al., 2008). Mas em plantas induzidas por ferimentos ou altas temperaturas, a acumulação de AJ é fortemente induzida (WASTERACK 2007; SCHALLER; STINTZI 2008).

Estudos realizados com mutantes de *Arabidopsis thaliana* deficientes em ácido linoléico mostraram que plantas eram extremamente sensíveis (85%) ao ataque de dípteros, mas a aplicação exógena de JA protegeu consideravelmente esses mutantes, reduzindo a sua mortalidade a 12% (CORTÉS 2005), sugerindo assim que existe relação entre as vias de resposta do vegetal ao ataque de insetos, provocada por ferida mecânica por meio da biossíntese de jasmonatos.

Em testes realizados com aplicação exógena de AJ na agricultura obtiveram-se vários resultados positivos, como o aumento do rendimento de culturas de morango, soja e cana-de-açúcar; estimulação da formação de tubérculos em inhame e batata (KODA, 1992) e amadurecimento em frutos de tomate e maçã (SEMBDNER; PARTHIER, 1993). Além da produção de inibidores de proteases em tomateiros (FARMER; RYAN, 1990) e em arroz, houve inibição da germinação de esporos de *Pyricularia oryzae*, fungo que provoca doença conhecida como tição do arroz ou brusone (HAMBERG; GARDER, 1992).

Segundo Dhandhukia e Thakkar (2008), o atual desafio no campo de estudo da sinalização dos JAs é entender como o mecanismo molecular de biossíntese individual deste fito-hormônio pode regular a ativação de um processo específico e desse modo interferir positivamente na menor aplicação de agrotóxicos nas lavouras comerciais.

2.4 Ácido salicílico

Uma ampla gama de mensageiros secundários está envolvida em resposta e sinalização em vários tipos de estresse, sendo um deles o ácido salicílico (DAT et. al., 1998).

O ácido salicílico (AS) na planta é uma molécula sinalizadora, capaz de induzir a resistência contra o ataque de predadores. Esta função foi sugerida em decorrência

do AS se acumular em plantas submetidas a condições adversas, quer seja por ataque patogênico, quer pelo tratamento da planta com elicitores químicos, e por sua propriedade de induzir a expressão de genes ligados a várias proteínas de resistência, *do inglês*, *Pathogen Related Protein* – PR proteínas (MARTINEZ et al., 2000).

Há, entretanto, dúvida se o AS seria a molécula de sinalização que se distribui dentro da planta induzindo a RSA. Vários experimentos foram desenvolvidos com o propósito de verificar tal hipótese. Estudos mais recentes mostraram, claramente, que o AS não é o responsável pelo sinal sistêmico de indução da RSA (VERNOOIJ et al., 1994; HAMMONDKOSACK; JONES, 2000). No entanto alguns autores afirmam que o AS é necessário para que haja o desencadeamento e estabelecimento da RSA (KIM et al., 2002; KIM et al., 2005).

Além disso, o AS é responsável pela ativação das funções efetoras da resistência no local da infecção. Tal observação sugere que o AS é requerido tanto para respostas sistêmicas específicas como não-específicas, estando, assim, aberta a uma série de questões, tais como: quantos mecanismos sinalizadores da resistência são dependentes do nível de AS; quantos não são; e através de que mecanismos esses sinalizadores induzem a RSA (GODIARD et al., 1994).

Estudos recentes em mutantes de *Arabidopsis thaliana* que não produziam AS mostraram que tais plantas apresentaram maior susceptibilidade a patógenos biotróficos e hemi-biotróficos quando comparados com plantas testemunhas. (PARK et al. 2007).

O AS pode induzir a termotolerância (DAT et al., 1998) e, além de curtos pulsos de calor poderem induzir a uma rápida produção de superóxido em peróxido de hidrogênio (VALLELIAN-BINDSCHEDLER et al., 1981), sugerindo assim que existe uma considerável interligação entre o calor a resposta ao estresse oxidativo.

Existem evidências que o AS pode estar envolvido na resposta do estresse por altas temperaturas em plantas. A termotolerância pode ser induzida em plantação de batatas, com a pulverização de acetil- SA (DAT et. al., 1998), sendo inclusive esta tolerância muito duradoura (LOPEZ – DELGADO et al., 1998).

AS é conhecido como sendo um importante componente da via de sinalização da RSA e da resposta à hipersensibilidade (KAWANO et al., 1998). Embora estudos recentes mostrem também que o óxido nítrico é requerido para que o AS funcione como um indutor da RSA (SONG; GOODMAN, 2002), e conforme citado

anteriormente SA não participa diretamente da sinalização sistêmica da RSA, sabe-se que a interação entre AS e AJ / ET formam as vias que serão reguladas dependendo da especificidade do patógeno (ADIE; CHICO; RUBIO-SAMOA, 2007a).

Entretanto, em ambiente natural, plantas frequentemente competem com múltiplos agressores e deste modo empregam um complexo mecanismo regulatório que ativa uma resposta eficiente de defesa contra patógenos. Não se sabe, no entanto, como as plantas priorizam uma ou outra resposta para cada agente agressor (ADIE et al., 2007b).

Como citado acima, ainda há vários questionamentos que carecem de um melhor entendimento visando, com isso, o esclarecimento dos mecanismos de sinalização que levam à expressão da RSA contra o ataque de predadores. O entendimento desses mecanismos é de fundamental importância para a agricultura, que busca a melhoria na produção de alimentos de origem vegetal, com a concomitante diminuição do uso de agrotóxicos danosos ao meio ambiente em vários de seus níveis tróficos.

2.5 Interação entre a biossíntese hormonal e a pós-colheita.

A qualidade e conservação pós-colheita são diretamente dependentes dos procedimentos, técnicas e manejos adotados desde o início do ciclo produtivo. Estes elementos atuam sobre o metabolismo dos frutos, determinando o potencial de síntese e degradação de vários fito-hormônios que são direta ou indiretamente associados à cor, sabor, aroma, consistência e firmeza dos tecidos.

Os compostos fenólicos constituem uma das principais classes de metabólitos secundários, possuindo funções e estruturas diversas (ROBARDS et al., 1999). Estes compostos contribuem significativamente para a cor, sabor e aroma dos frutos em geral (LIMA, 2009a).

A coloração das bagas de uvas tintas é produzida por um grupo de antocianinas (CANTÍN et al., 2007; LACAMPAGNE; GAGNÉ; GÉNY, 2010). O acúmulo de antocianinas está regulado, ao menos em parte, pelo ABA (HIRATSUKA et al., 2001; LACAMPAGNE; GAGNÉ; GÉNY, 2010), sendo que as aplicações exógenas desse hormônio, além de aumentar as concentrações de antocianinas nas cascas das uvas (PEPPI; FIDELIBUS; DOKOOZLIAN, 2006; CANTÍN et al., 2007), também antecipam o desenvolvimento da coloração em comparação com as uvas não tratadas (HIRATSUKA et al., 2001; PEPPI; FIDELIBUS; DOKOOZLIAN, 2006).

A luz estimula a síntese de antocianinas, mas temperaturas elevadas inibem a formação da cor. Segundo Spayd et al., 2002, temperaturas acima de 35° C reduzem a síntese de antocianinas, podendo inibi-las completamente, em algumas situações. Nestes casos os autores destacam que o processo é irreversível.

Produtores na região do Rio Grande do Sul (RS) que utilizaram a TPC em plantações de uva Cabernet Sauvignon, Pinot noir e Tempranillo observaram um aumento na tonalidade da uva produzida (COMUNICAÇÃO PESSOAL), o que contribui para a comercialização.

A firmeza é uma das características pós-colheita de grande importância. Ela não apenas influencia a palatabilidade, mas também, os métodos de colheita, manuseio e transporte, a resistência a doenças e à vida útil do fruto (SEYMOUR; GROSS, 1996).

Com a evolução da maturação, os tecidos tendem a perder firmeza (LIMA; CHOUDHURY, 2007). Esse amaciamento pode ser ocasionado por mudanças na parede celular das bagas durante o amadurecimento ou pela perda de água (KANELLIS; ROUBELAKIS-ANGELAKIS, 1993).

Muitas das alterações que ocorrem na parede celular durante o amaciamento são mediadas por enzimas. Ishimaru e Kobayashi (2002) mencionaram, como evento associado ao amaciamento dos frutos, a redução dos teores de açúcar ligado a dois importantes grupos de componentes da parede celular: as pectinas e as hemiceluloses. Porém, é a partir do início da maturação que é intensificado. Além das mudanças nos açúcares ligados à parede celular, os autores também citam considerável decréscimo no teor de celulose.

Depois da celulose, a substância orgânica mais abundante nas plantas é a lignina, um polímero de grupos fenilpropanoides altamente ramificado. A lignina é encontrada nas paredes celulares de vários tipos de tecidos de sustentação e vascular. A lignina proporciona além da rigidez mecânica, funções como fortalecimento de caule e tecidos vasculares. Sua resistência física coíbe seu consumo por herbívoros e bloqueia o crescimento de patógenos, além de ser uma resposta frequente à infecção ou à lesão. (TAIZ; ZEIGER, 2010).

Iriti e Faoro (2003) observaram a formação de lignina em função do tratamento com AS, o que pode ser um dos principais mecanismos responsáveis pela resistência do feijoeiro contra *U appendiculatus*.

O AJ atua como indutor de resistência por estimular a produção de compostos de defesa, como terpenóides, e por ativar genes que codificam a expressão de enzimas, como peroxidases (POX) e polifenoloxidases (THALER, 1999). A POX está relacionada com o processo de proteção antioxidativa, o qual promove o aumento na síntese de lignina que fortalece a parede celular contra a ação de enzimas líticas produzidas pelos patógenos (KVARATSKHELIA; WINKEL; THORNELEY, 1997).

As defesas das plantas são reguladas por complexas rotas de sinalização envolvendo o ABA, AJ, ET, AS e outros metabólicos secundários (KUNKEL; BROOKS, 2002). O AS e AJ induzem a ativação de genes que codificam as PR - proteínas e enzimas relacionadas à produção de fitoalexinas e lignina (COLE, 1999; OOSTENDORP et al., 2001). Entre as PR- proteínas ativadas por esses eliciadores, encontra-se a fenilalanina amônia-liase (PAL), que está diretamente envolvida no processo de produção de compostos fenólicos e lignificação da parede celular (NAKAZAWA et al., 2001).

Estudos realizados por Andrade et al. (2013) demonstram que a aplicação dos indutores AJ, ET e AS aumentaram a resistência do tomateiro à infecção por *Pst*, principalmente pelo aumento em atividade das enzimas POX, PAL. Tais enzimas estão diretamente relacionadas com a síntese de lignina (HIRAGA et al., 2001).

Produtores de uva viníferas do Rio Grande do Sul relataram que ao longo em que suas plantações eram tratadas com a TPC havia um engrossamento nas folhas e bagas. Essa informação também foi comprovada por produtores de uva de mesa da região do Vale do São Francisco / PE (COMUNICAÇÃO PESSOAL).

O conteúdo de sólidos solúveis (SS) dissolvidos no suco extraído da polpa tem sido utilizado como índice de maturidade para diversos frutos, uma vez que, durante a maturação, ocorre aumento característico. Este acréscimo é atribuído principalmente à hidrólise de carboidratos de reservas acumulados durante o crescimento do fruto, resultando na produção de açúcares (KAYS, 1991; WILLS et al., 2007).

Os açúcares estão presentes nos frutos e hortaliças na forma livre ou ligada a outras moléculas. No último caso, atuam como componentes estruturais, principalmente da parede celular. O acúmulo de SS é diretamente influenciado pelas mais altas temperaturas do ar e maior quantidade de radiação (LIMA, 2009b).

Variações no teor de SS podem ocorrer pela perda de água, que aumenta a concentração do soluto, ou pelo aumento na absorção de água após uma chuva ou

irrigação. É possível, ainda, que haja perda de solutos, decorrente do transporte para outros tecidos ou partes da planta, bem como por altas atividades respiratórias e transpiratórias (LIMA, 2009b).

Produtores do Vale do São Francisco / PE e do Rio Grande do Sul, não notaram aumento da concentração dos SS. Entretanto a uniformidade na taxa de SS no momento da colheita foi observada. Essa informação é positiva, uma vez que com o teor de SS uniforme no momento da colheita, o produto torna-se mais homogêneo e, conseqüentemente, não existe a necessidade do parcelamento da colheita, acarretando em uma significativa redução da perda de qualidade e produtividade (COMUNICAÇÃO PESSOAL).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Material vegetal e condições de crescimento

O experimento foi conduzido na fazenda Central do Vale (CEVALE), localizada no município de Petrolina (PE) e as amostras foram armazenadas e preparadas no Laboratório de Estudos de Plantas sob Estresse (LEPSE) da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, da USP e analisadas no Laboratório de Ecotoxicologia do Centro de Energia Nuclear na Agricultura, da USP.

O município de Petrolina está localizado na Latitude 9° 23' 39" Sul e Longitude 40° 30' 35" Oeste. Segundo a classificação climática de Köppen-Geiger, o clima nesta área apresenta-se como tropical semiárido, tipo BshW, seco e quente na parte norte e semiárido quente estépico na parte sul, caracterizado pela escassez e irregularidade das precipitações com chuvas no verão e forte evaporação em consequência das altas temperaturas. Na época do experimento a média da temperatura foi de 27,5° C com precipitação acumulada em 71,8 milímetros.

Foram utilizadas plantas de uva do cultivar Festival, obtidas pelo cruzamento entre “Cardinal” e uma seleção desconhecida de uva sem sementes em programa de melhoramento genético privado na Califórnia sendo, portanto, uma cultivar patenteada, introduzida comercialmente nos Estados Unidos em 1971. Pode ser conhecida em diversos países como “Sugraone” e, no submédio do Vale do São Francisco, como “*Festival*” ou “*White Seedless*”.

3.2 Coleta e acondicionamento

As amostras foram coletadas sempre nas primeiras horas do dia pelo mesmo colaborador e seguiram um estrito protocolo de coleta onde o material vegetal deveria ser embalado, etiquetado, acondicionado e resfriado imediatamente após a coleta em um recipiente plástico preenchido com gelo.

Figura 01 - Colaborador coletando as amostras vegetais

Figura 02 - Material devidamente etiquetado, armazenado acondicionado e resfriado

Figura 03 - Material acondicionado à temperatura de - 18° C

Após a coleta das folhas o colaborador acondicionou o material em um freezer horizontal da marca Consul modelo CHA31 / 220V com temperatura máxima de - 18 °C, onde permaneceu até o final do experimento.

O transporte da fazenda localizada no município de Pernambuco até o Laboratório de Plantas sob Estresse em São Paulo foi realizado seguindo a orientação de manter o material vegetal o mais refrigerado possível. Deste modo, as folhas congeladas foram enviadas acondicionadas por gelo seco, (temperatura aproximada - 79 °C) a uma proporção de 1 kg de material para 5 kg de gelo seco e transportada por ônibus até o LEPSE onde foi novamente acondicionada em um Ultra-freezer da marca Indrell IULT 335D a - 86°C.

3.3 Análise bioquímica.

As análises laboratoriais de identificação e mensuração de cada fito hormônio foram realizada no laboratório de ecotoxicologia do “Centro de Energia Nuclear na Agricultura” sob a supervisão do Prof. Dr. Valdemar Torniziello, segundo o método descrito por Forcat et al 2008.

3.4 Delineamento experimental

No experimento foram avaliados dois tratamentos, a saber: Videira conduzida conforme produtor, com tratamento de agroquímicos; e videira conduzida somente com aplicação da tecnologia TPC, ou vapor seco, sem qualquer aplicação de agroquímicos, a não ser em situações críticas. Neste caso, o produtor deveria entrar em contato com o responsável pelos experimentos e informar o tratamento que deveria ser realizado.

O experimento foi conduzido em duas parcelas, sendo uma com tratamento TPC (sete linhas) e outra apenas com o tratamento da fazenda (sete linhas) com distância padronizada em 3,2 metros entre linhas por 2,0 metros entre planta. Para determinação da seleção, foi coletado diariamente um ramo por planta escolhido ao acaso (posição apical, mediana e basal em relação ao ramo principal) e em cada ramo foi coletado um total de 3 folhas (também da posição apical, mediana e basal do ramo), dando um total de 9 folhas por planta, sendo um total de 5 plantas por linha. Assim em cada tratamento possuía 45 folhas de cada tratamento.

Os tratamentos foram diferenciados pela amarração de fitas com colorações diferentes na entrada de cada carreador, conforme imagem abaixo.

Figura 04- Área demarcada do experimento

O tratamento teve início no dia 12 de março de 2012, conforme as recomendações do fabricante do equipamento que indica o início das aplicações seguindo o estágio fisiológico de Eichhorn e Lorenz (1977), no estágio 12, (quando 50% a videira apresenta 5 folhas totalmente expandidas com frequência de aplicação de 2 vezes por semana, à temperatura de 180 ° C e com distância máxima do alvo de 20 centímetros. O encerramento das aplicações ocorreu no dia 29 de maio de 2012, no estágio 38, início da colheita.

3.5 Análises dos resultados

Os pressupostos para a obtenção da análise de variância (ANOVA) foram investigados e, quando satisfeitas as exigências do modelo estatístico, aplicou-se o teste $F(\alpha= 0,05)$ da ANOVA para verificar a interação entre os fatores e os efeitos principais dos mesmos nas variáveis respostas. Quando os efeitos foram significativos, aplicou-se o teste estatístico de Tukey, para a comparação entre os níveis dos fatores.

As correlações entre os resíduos das variáveis ABA, AJ e AS foram calculadas por meio do Coeficiente de Correlações de Pearson. As análises estatísticas foram realizadas no sistema SAS® (SAS/STAT,2003).

3.6 Análise de pós-colheita

As primeiras amostras de uva “*Festival*” coletadas no experimento foram transportadas juntamente com as amostras vegetais (acondicionadas com gelo seco à -79° C) e enviadas para o departamento de pós-colheita (LPC) da universidade de São Paulo, campus “Luiz de Queiroz”. Entretanto, ao descongelar os cachos de uva, as amostras haviam perdido totalmente as suas características fisiológicas, impossibilitando as análises.

No segundo semestre a EMBRAPA semiárido estava conduzindo um novo experimento na mesma propriedade, porém em outro local, variedade Benitaka, mutação somática da cultivar *Italia*, que também é uma variedade de mesa, porém classificada como colorida e com sementes.

O experimento foi conduzido seguindo rigorosamente o protocolo do primeiro experimento. No momento da colheita do segundo experimento foi enviada diretamente ao LPC da universidade de São Paulo, agora por transporte aéreo, uma amostra de cachos de uva apenas resfriada em gelo convencional, onde foram

realizados os testes de sólidos solúveis, colorimetria, penetração e aplanção dos cachos de uva.

3.7 Metodologia da pós-colheita

Para a análise de firmeza das bagas foram utilizados dois métodos, sendo que o primeiro utilizou o método do penetrômetro (Pn), modelo 375, com ponteira de 6 mm em dois pontos da zona equatorial dos frutos; já o segundo foi pelo método de aplanção (Ψ_p), que determina a firmeza dependente da turgidez celular, proposto por Calbo e Nery (1995). O teor de sólidos solúveis (SS) foi determinado por refratometria, expressando os resultados em °Brix. Os parâmetros da cor foram determinados utilizando-se um colorímetro Minolta, modelo CR 10, obtendo-se os valores de L^* , a^* e b^* . L^* representa a luminosidade, a^* define a transição da cor verde ($-a^*$) para a cor vermelha ($+a^*$) e b^* representa a transição da cor azul ($-b^*$) para a cor amarela ($+b^*$), obedecendo ao sistema da International Commission on Illumination (CIE), $L^*a^*b^*$, recomendado pela CIE (1976).

3.8 Análises dos resultados da pós-colheita

Os pressupostos para a obtenção da análise de variância (ANOVA) foram investigados e, quando satisfeitas as exigências do modelo estatístico, aplicou-se o teste $F(\alpha=0,05)$ da ANOVA para verificar a interação entre os fatores e os efeitos principais dos mesmos nas variáveis respostas. Quando os efeitos foram significativos, aplicou-se o teste estatístico de Tukey, para a comparação entre os níveis dos fatores.

As correlações entre os resíduos das variáveis Pn, Ap, SS e L^*a^*b foram calculadas por meio do Coeficiente de Correlações de Pearson. As análises estatísticas foram realizadas no sistema SAS® (SAS/STAT,2003).

4 RESULTADOS

4.1 Análises estatísticas hormonais

4.1.1 Análise de variância hormonal (ANOVA)

Os valores descritivos de probabilidade de erro para as variáveis ABA, AJ e AS são apresentados na tabela 1. A análise da variância para os tratamentos em que houve a aplicação da tecnologia thermal pest control (TPC) e do convencional não apontou diferença significativa entre estes tratamentos. Entretanto foram observadas diferenças significativas entre os diferentes dias de avaliação para as variáveis ABA e AJ, mas não foi observado para o AS. Com relação à interação entre os fatores, esta não apresentou significância estatística para nenhuma variável ($\alpha=5\%$).

Tabela 1 – Média e significância dos efeitos para as variáveis ABA (ng/ml), AJ (ng/ml), e AS (ng/ml) plantas submetidas ao tratamento TPC e plantas submetidas ao tratamento convencional

	GL	ABA		AJ		AS	
		Média	Pr > F	Média	Pr > F	Média	Pr > F
Tratamento	1,0	1,3829	0,0921 ^{ns}	1,2388	0,2583 ^{ns}	2,1657	0,5822 ^{ns}
Dias	35	-	0,0007*	-	0,0071*	-	0,3697 ^{ns}
CV%		31,88		63,87		45,13	

*Significativo ($p<0,05$); ^{ns} não significativo

O manejo convencional demonstrou efeitos significativos sobre o ABA nas plantas de uva (*Vitis Vinifera*), apresentando ajuste linear negativo para a curva de regressão com o passar dos dias. Já para a variável TPC não houve significância para os resultados observados, conforme demonstrado na figura 05.

Os resultados obtidos para a variável ácido jasmônico foram significativos tanto para a aplicação de agroquímico como para a TPC, mostrando uma curva de análise de regressão constante para ambos os tratamentos (Figura 06).

Já para os resultados obtidos para a variável ácido salicílico (AS), foi encontrado efeito significativo para ambos os tratamentos, com o decorrer dos dias, mostrando uma curva de regressão com ajuste quadrático (Figura 07).

Figura 05 – Evolução da concentração de ácido abscísico (ABA) em plantas de videira *Vitis Vinifera* que receberam diferentes manejos, thermal pest control (TPC) e tratamento convencional

Figura 06 – Evolução da concentração de ácido jasmônico (AJ) em plantas de videira *Vitis Vinifera* que receberam diferentes manejos, thermal pest control (TPC) e tratamento convencional

Figura 7 – Evolução da concentração de ácido salicílico (SA) em plantas de videira *Vitis Vinifera* que receberam diferentes manejos, thermal pest control (TPC) e tratamento convencional

4.1.2 Análise de correlação hormonal

Foi realizada a análise da correlação para as variáveis ABA, AJ e AS e não foi constatada significância entre as variáveis observadas, conforme explanado na tabela 2.

Tabela 2 – Correlação e significância hormonal para as variáveis ácido abscísico (ABA), ácido jasmônico (AJ) e ácido salicílico (AS)

	R ABA	R AS	R AJ
R ABA	1.000	-0.0792 ^{ns}	0.2874 ^{ns}
R SA	-0.0792 ^{ns}	1.000	0.2944 ^{ns}
R JA	0.2874 ^{ns}	0.2944 ^{ns}	1.000

^{ns} não significativo

Os dados foram submetidos à análise estatística pelo programa SAS®, que forneceu os gráficos abaixo, indicando que não existe correlação entre as variáveis estudadas.

Figura 8 – Análise de correlação entre as variáveis ácido salicílico (AS) e abscísico (ABA)

Figura 9 – Análise de correlação entre as variáveis ácido jasmônico (AJ) e ácido abscísico (ABA)

Figura 10 – Análise de correlação hormonal entre as variáveis ácido jasmônico (AJ) e ácido salicílico (AS)

Uma provável justificativa para não haver a correlação entre as variáveis analisadas é o fato de cada hormônio participar de processos biossintéticos diferentes.

4.2 Análise da pós-colheita.

4.2.1 Análise de variância de pós-colheita (ANOVA)

Para a análise da firmeza da baga foram realizadas duas metodologias, sendo: Penetração (Pn) e Aplanção (Ψ_p). Outras análises também foram realizadas como Sólidos Solúveis (SS) e Coloração (L^*a^*b). Os valores descritivos de probabilidade do erro para estas variáveis são apresentados na tabela 3. Não se observou diferenças significativas para as variáveis penetração, aplanção e sólidos solúveis. Entretanto para a variável coloração foi notado significância entre os tratamentos TPC x Convencional ($\alpha=5\%$).

Tabela 3 – Resumo da análise de variância por meio do teste F para as variáveis: penetração (Pn, MPa), Aplanção (ψ p, bars), Sólidos Solúveis (SS, °Brix) e Coloração (Cl; L*a*b) de cachos de uva submetidas ou não ao tratamento TPC

	Firmeza							
	Penetração		Aplanção		SS		Coloração	
	GL	Pr > F	GL	Pr > F	GL	Pr > F	GL	Pr > F
Convencional x TPC	1	0,8999 ^{NS}	1	0,3377 ^{NS}	1	0,2856 ^{NS}	1	0,0001
CV%	32,15		28,71		4,42		7,41	

*Significativo ($p < 0,05$); ^{NS} não significativo

Quanto à análise de coloração, o tratamento TPC demonstrou efeito significativo quando comparado ao tratamento convencional, apresentando uma maior tendência para a coloração amarelada (Figura 11). Tal característica é indesejada no processo de comercialização, uma vez que os produtores preferem frutas com coloração mais voltada ao vermelho intenso.

Figura 11 – Análise de colorimetria realizada em cachos de *Vitis Vinífera*, na variedade *Benitaka*, que receberam diferentes manejos, thermal pest control (TPC) e tratamento convencional.

Foi observada ausência da cera nas frutas tratadas com TPC, tal característica é indesejável no processo de comercialização. Porém o cacho convencional

apresentou bagas mais compactadas, tal característica aumenta a perda de bagas por ataques de fungos e podridões, ocasionados pela baixa aeração.

5 DISCUSSÃO

5.1 Flutuação hormonal

As plantas estão frequentemente expostas aos estresses ambientais, os quais limitam seu crescimento e desenvolvimento e suas chances de sobrevivência de acordo com o nível do estresse (TAIZ; ZAIGER, 2004).

Por definição, o termo estresse é considerado um desvio significativo das condições ótimas para a manutenção dos processos vitais e, desse modo, induz a mudanças em todos os níveis funcionais dos organismos, as quais em um primeiro momento são reversíveis, mas podem se tornar permanentes (LARCHER, 2006).

Embora aparentemente indefesas frente ao ataque de agressores ou até mesmo em condições adversas, as plantas apresentam ao menos duas estratégias de defesa que permitem o retardamento ou até mesmo impedem a penetração de agentes fito-patogênicos, sendo a defesa constitutiva (CHISHOLM et al., 2006; JONES; DANGL, 2006) e a resistência induzida (HAMMOND – KOSACK; JONES, 1996).

Os organismos respondem de maneira diferente a um estressor. Além disso, a forma e a intensidade de resposta de diferentes indivíduos podem variar de maneira considerável e depende da idade, grau de adaptação e da atividade sazonal (PASCHOLATI; LEITE, 1994). Essas diferentes formas de respostas fisiológicas acontecem porque as plantas possuem um mecanismo de percepção apurado, composto por uma rede de sinalizadores moleculares, que por sua vez possuem a capacidade de transferir e processar informações sobre as mudanças ambientais (ROSHCHINA, 2001).

A ativação do mecanismo de defesa da planta ocorre por meio de uma cascata de eventos e sinais que se inicia no reconhecimento pela planta do agente agressor e culmina com a ativação das barreiras físicas e químicas envolvidas no processo (WALTERS; NEWTON; LYON, 2007).

Contudo, a natureza do sinalizador primário ainda é desconhecida (GOELLNER; CONRATH, 2008; CONRATH et al., 2008; KOORNNEEF; PIETERSE, 2008). Entre as fases de reconhecimento e a ativação ocorre a liberação de hormônios relacionados com a defesa do vegetal e a mensuração de alguns destes hormônios foi o tema desta dissertação.

O ácido abscísico (ABA) e o ácido jasmônico (AJ) são hormônios de sinalização (PIETERSE; VAN LOON, 1999; KOORNNEEF; PIETERSE, 2008), enquanto o ácido

salicílico (AS) está relacionado com a indução à resistência sistêmica adquirida (HAMMERSCHMIDT; KUC, 1995).

A aplicação exógena de ABA em plantas em crescimento aumenta a resistência à seca e à toxicidade de algumas substâncias, devido ao fechamento estomático (WAREING; PHILLIPS, 1981). Kanellis e Roubelakis - Angelakis (1993) demonstraram em plantas de uva que o estresse térmico aumenta a concentração de antocianina, que é um importante pigmento da família dos flavonóides, que tem sua função associada à proteção do vegetal contra a luz ultravioleta UV (ROBARDS et al., 1999).

O acúmulo de antocianinas está diretamente regulado pelo ABA, uma vez que este hormônio participa da biossíntese de 7 enzimas que estão diretamente relacionadas com a biossíntese das antocianinas (CANTIN; FIDELIBUS; CRISOSTO, 2007).

Neste tópico, iremos discutir os resultados encontrados no presente trabalho com informações fornecidas por vários artigos consultados. Entretanto, não existe qualquer trabalho similar na literatura que possa ser comparado com os apresentados neste trabalho, uma vez que a alta temperatura efetuada no experimento foi um jato laminar de ar quente a 180° C, durante aproximadamente 2 segundos na superfície do vegetal.

Daie e Campbell (1981) comparou a concentração de ABA em plantas de tomate expostas a altas temperaturas, 45°C, durante 72 horas e observou-se o aumento na concentração deste hormônio em aproximadamente 3,0 vezes quando comparada com o tratamento padrão. Aumento da concentração de ABA mediante a exposição a altas temperaturas também foi comprovada por outros autores (TARDIEU; DAVIES, 1993; THOMPSON et al., 1997; WILKINSON et al., 1998; SCHURR; GOLLAN; SCHULTZE, 1992; CORREIA; PEREIRA, 1995).

Neste trabalho não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos, para a variável ABA conforme exposto na tabela 1, justificada pela rápida exposição ao calor, quando comparado com resultados já existentes onde a planta foi submetida a altas temperaturas por um longo período.

Já quando comparada a variável ABA ao longo dos dias, observou-se diferença significativa (tabela 1). Segundo Heikkila et al., (1984) em plantas de milho submetidas a um rápido aumento de temperatura resultou na síntese da Heat Shock Proteins (HSPs) conjuntamente com o aumento do ABA no mesocótilo. Entretanto resultados contrários foram obtidos por Bray (2002) em plantas de tomate. A aplicação exógena de ABA não alterou a síntese de HSPs em plantas mutantes deficientes em ABA quando comparadas com tipos selvagens. Entretanto, os efeitos do rápido aumento de temperatura na

interação entre a biossíntese de HSPs e o aumento na concentração do ABA nas folhas ainda não é bem compreendida (LAFUENTE; ZACARIAS, 2006).

O ABA pode ter dois tipos de respostas nas plantas (HORNBERG; WEILER, 1984). O fechamento estomático é um exemplo de liberação rápida de ABA, levando menos de 5 minutos, informação comprovada por outros autores (MILBORROW, 1980; RASCHKE, 1987; WALTON, 1983). E a resposta lenta, superior a 30 minutos após o estresse, que aparentemente está envolvida com RNA e a síntese de proteínas S e R- ABA que são igualmente efetivas (MILBORROW, 1980).

Neste contexto, como as amostras eram coletadas nas primeiras horas do dia e logo após o tratamento com a tecnologia TPC, a resposta significativa para o aumento na concentração do ABA ao longo dos dias, justifica-se pela resposta lenta conforme ilustrado na figura 05.

O valor de R^2 para a variável ABA no efeito dias para o tratamento TPC foi de 0,0154 ng / ml, enquanto o mesmo valor de R^2 para o tratamento convencional foi de 0,0322 ng/ml. Isso indica que a concentração de ABA para tratamento convencional decresceu 2,09 vezes mais rápido quando comparado com plantas submetidas ao tratamento TPC. Tal informação nos permite afirmar que a sinalização da RSI por este fito-hormônio foi mais eficaz em plantas submetidas a aplicação desta tecnologia.

O atual desafio da ciência no campo dos jasmonatos é entender como a sinalização regula o mecanismo molecular pela qual a bioativação individual dos JAs é capaz de regular a ativação de específicos processos responsivos dos vegetais (SCHALLER; SCHALLER; STINTZI, 2005).

Os resultados obtidos mostraram-se significativos para a aplicação da TPC para a variável ácido jasmônico quanto ao fator dias, uma vez que seu P_r foi inferior a 0,05 (Tabela 1), mostrando uma curva de análise de regressão constante para ambos os tratamentos (Figura 2). Já para o fator tratamento não houve significância, pois apresentou P_r superior a 0,05 (Tabela 1).

O papel de AJ na resposta de defesa de plantas tem sido sugerido principalmente pelo fato de que feridas e “elicitores” induzem a acumulação de AJ (WASTERNACK, 2007; BALBI; DEVOTO, 2008). Tem se demonstrado que danos mecânicos causados por alta temperatura induz à ativação transcricional dos genes inibidores de protease, provocada pela biossíntese do AJ que se traduz numa proteção do vegetal ao predador (HERDER et al., 1993; VIJAYAN, et al., 1998; RAO et al., 2000; KANNA et al., 2003; HOWE, 2004; WASTERNACK, 2007). Estes inibidores afetam o sistema digestivo e

acumulam-se não apenas nas folhas danificadas, mas também nas outras folhas (VICK; ZIMMERMAN; 1984; ZIMMERMAN et al., 2004).

Folhas de batata pulverizadas com AJ reagiram com proteção local e sistêmica frente à subsequente infestação com *Phytophthora infestans* (HARMS et al., 1995). Novos estudos também revelaram que AJ inibia a germinação de esporos de *P. infestans* em folhas de batatas (HARMS et al., 1995). Resultados similares foram descritos com *Botrytis cinerea* (YOSHIKAWA; TSUDA; TAKEUCHI, 1993).

Orozco-Cardenas et al. (2001) propuseram um modelo em que o ácido jasmônico, produzido através da rota octadecanoide, ativa genes sinalizadores (genes iniciais) nos feixes vasculares, que são expressos 30 minutos após a injúria (RYAN, 2000), enquanto o H_2O_2 produzido por derivados de oligogalacturonídeos (OGA), liberados por ação da enzima poligalacturonase (PG), e um segundo mensageiro que ativa genes defensivos (genes tardios), que são expressos 4h após a injúria (RYAN, 2000) nas células do mesófilo. Fundamentando a hipótese pelo qual não houve significância para a variável AJ para o efeito tratamento, já que o estresse térmico causado pelo jato de ar quente laminar na superfície do vegetal ativou apenas os genes defensivos tardios, apresentando significância apenas no efeito dias.

Seguindo com a análise de R^2 , o AJ apresentou valor de 0,0027 ng / ml para a variável AJ no efeito dias para o tratamento TPC, enquanto o mesmo valor de R^2 para o tratamento convencional foi de 0,0070 ng/ ml. Tal resultado, indica que a concentração de AJ para tratamento convencional decresceu aproximadamente 2,5 vezes mais rápido quando comparado com plantas submetidas ao tratamento TPC. Tal informação também nos permite afirmar que a sinalização da RSI por este fito-hormônio foi mais eficaz em plantas submetidas a aplicação desta tecnologia.

O Ácido salicílico (AS) está diretamente envolvido com a defesa do vegetal, mais especificamente contra a ação de patógenos biotróficos e hemi-biotrófico, além de ser um hormônio indutor da resistência sistêmica adquirida (SAR) (GRANT; LAMB, 2006). O aumento da concentração de AS em plantas cultivadas em resposta a estresse causado por patógenos, pragas e estresse abiótico (GLAZEBROOK, 2005; LORENZO; SOLANO, 2005; BROEKAERT et al., 2006; LOAKE; GRANT, 2007; BALBI; DEVOTO, 2008). Em plantas mutantes de *Arabidopsis thaliana* que sofreram ataques de patógenos notou-se o aumento na concentração de AS. Entretanto plantas deficientes na produção de AS se tornaram mais susceptíveis ao ataque de patógenos (PARK et al., 2007),

Para os resultados obtidos para a variável ácido salicílico (AS) não foi encontrado efeitos significativos para ambos os tratamentos, uma vez que para os fatores tratamentos e dias os resultados de Pr foram 0,5822 e 0,3697 respectivamente , sendo superiores a 0,05 (Tabela 1).

O aumento desse hormônio em condições de alta temperatura foi comprovado por Larkindale e Knight (2002), onde plantas de *Arabidopsis thaliana* foram submetidas à temperatura de 40°C durante 3 dias e observou-se a duplicação na quantidade deste hormônio quando comparado com plantas testemunhas tratadas a temperatura constante de 20°C. Experimentos semelhantes também comprovaram a interação entre AS e a produção de Heat Shock Proteins (HSPs), necessárias para a proteção celular (QUINN, 1988; BOSTON; VITANEN; VIERLING, 1996; SCHOFFL; HUBEL; LEE, 1998; LARKINDALE; KNIGHT, 2002; BANIWAL et al., 2004; CLARKE et al., 2004; LARKINDALE et al., 2005)

Embora não tenha ocorrido o aumento significativo do hormônio AS em ambos os tratamentos - como eram feitas aplicações casuais de um jato de ar quente de forma laminar -, o vegetal parece não ter sofrido qualquer dano mecânico que induzisse a biossíntese do AS e consequente indução da SAR (PIETERSE; VAN LOON, 1999; VAN WEES et al., 2000; GLAZEBROOK, 2001; SPOEL et al, 2003; THALER; OWEN; HIGGINS, 2004; GRANT; LAMB, 2006). Embora o completo mecanismo mediado pela AS na resposta defensiva do vegetal não seja completamente entendido, o papel central do AS na defesa da planta é universalmente aceito (SHAH, 2003; GRANT; LAMB, 2006).

5.2 Análise de correlação

Nos vegetais superiores, a regulação e coordenação do metabolismo dependem de sinais químicos que podem fazer a comunicação entre as células, tecidos e órgãos. Os hormônios são mensageiros químicos, produzidos em uma célula ou tecido, que modulam os processos celulares em outra célula.

Os hormônios podem ser metabolizados por uma via biosintética ou pela interação de várias outras vias biosintética (LEITE; RONCATO; PASCHOLATI, 1997; ALMEIDA; SILVA; SOUZA, 2003; MAZARO, 2007; WANG; IRVING, 2011), terminologia conhecida também como cross-talk (CHINNUSAMY et al., 2003).. Vários trabalhos têm demonstrado que as plantas modulam a abundância de AS, AJ, ABA e etileno, modificando a expressão de genes relacionados com a defesa e coordenando interações complexas entre as vias de sinalização para ativar uma resposta de defesa efetiva contra ataques de vários patógenos,

pragas e estresse abiótico (DING et al., 2002; LORENZO; SOLANO, 2005; BALBI; DEVOTO, 2008; KOORNNEEF; PIETERSE, 2008; LEON-REYES et al., 2010)

O ABA é um hormônio composto por 15 carbonos (terpenóide) sintetizado a partir do carotenóide isopentenil difosfato. O ácido abscísico é sintetizado nos plastídios, fundamentalmente nos cloroplastos, e transportado tanto pelo xilema quanto pelo floema (RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2001).

O ácido jasmônico é um ácido graxo de 18 átomos de carbono (C18), derivado de lipídio de membranas e está amplamente distribuído no reino vegetal (BALDWIN, 1998; CORTÊS, 2000; WASTERNAK, 2007; SCHALLER; STINTZI, 2008). É sintetizado a partir dos ácidos linolêico e linoléico através da via dos octadecanóicos (TAIZ; ZAIGER, 2004; WASTERNAK, 2007; SCHALLER; STINTZI, 2008).

No resultado obtido para a análise de correlação entre as variáveis ABA e AJ não apresentou significância, pois seu valor de $R_{ABA \times R_{AJ}}$ (0,2874) foi inferior ao valor de P_r (0,05) (Tabela 02). A Figura 4 mostra que não existe qualquer correlação entre estes dois fito-hormônios, pois apresenta um agrupamento concentrado das variáveis estudadas.

Existem evidências de que as vias de sinalização do ABA e a do AJ são reguladas antagonicamente durante o desenvolvimento das plantas (FINKELSTEIN; GIBSON, 2002; FINKELSTEIN; GAMPALA; ROCK, 2002; LEON; SHEEN, 2003; BEAUDOIN et al., 2009) e em respostas a infecção por patógenos (ANDERSON et al., 2004) e por fatores abióticos (FINKELSTEIN; GAMPALA; ROCK, 2002; LEON; SHEEN, 2003). A aplicação exógena de ABA pode provocar um aumento da susceptibilidade a microrganismos patogênicos (AUDENAERT et al., 2002). Em contraste, mutantes de tomateiro deficientes na produção de ABA são menos susceptíveis à infecção por patógenos, provavelmente devido ao fato do ABA regular negativamente as respostas de defesa vegetal dependentes de AS (AUDENAERT et al., 2002). Contudo, é importante considerar que mutantes de tomateiros deficientes em ABA possuem teores elevados de AJ e MeJA (AUDENAERT et al., 2002).

As análises de regressão apresentaram resultados significativos tanto para as variáveis ABA e AJ, com maior produção destes hormônios para os tratamentos TPC, quando comparado ao tratamento convencional. Isso se deve à maior produção de HSPs, uma vez que o tratamento com ar quente induziu o vegetal a aumentar a produção desta proteína termotolerantes.

A biossíntese de AS nas plantas, assim como a da maioria dos compostos fenólicos, depende da biossíntese de fenilalanina que é sintetizada a partir da eritrose 4-fosfato e do fosfoenolpiruvato, através de uma série de reações que compõem a via do Shikimato/Arogenato. A fenilalanina formada se converte, por sua vez, em transcinamato, por meio da ação da enzima fenilalanina amônia-lyase (PAL). O transcinamato parece, então, seguir duas vias. Numa delas, haveria formação do ácido benzóico que, após a ação da enzima ácido benzóico 2-hidroxilase, se converteria em SA. Na outra, o transcinamato seria hidroxilado a ácido 2-cumárico que seria, então, oxidado a SA (RYALS; UKNES; WARD, 1994; STRACK, 1997; MOREIRA; MANCINI-FILHO, 2004).

No presente trabalho os resultados obtidos nas análises de correlação entre as variáveis ABA e AS não apresentaram significância, pois seu valor de $R_{ABA \times R_{AS}}$ (-0,0792) foi inferior ao valor de P_r (0,05) (Tabela 02). A Figura 5 mostra que não existe correlação entre estes dois fito-hormônios.

As figuras 1 e 2 mostram o aumento da concentração dos hormônios ABA e AJ sob o efeito dias para o tratamento TPC, enquanto não existe significância para o efeito dias para a variável AS. Estas informações sugerem um aumento na concentração endógena do hormônio ABA suprimindo a biossíntese do AS.

Muitos estudos demonstram que a acumulação endógena do ABA suprime a produção de AS (HENFLING; BOSTOCK; KUC, 1980; WARD; CAHILL; BHATTACHARYYA, 1994; MCDONALD; CAHILL, 1999). Embora outros pesquisadores observaram aumento endógeno nos níveis de ABA, conforme resposta a infecção de vírus, bactérias e fungos sem que ocorra a supressão do AS (STEADMAN; SEQUEIRA, 1970; WHENHAM et al., 1986; KETTNER; DORFFLING, 1995). Muitos estudos foram realizados com foco na interação entre microrganismos – plantas, entretanto os efeitos do meio ambiente sobre a SAR ainda necessitam de estudos complementares para o seu total conhecimento (YASUDA et al., 2008).

Os valores descritos para as análises de correlação entre as variáveis ABA e AS não apresentaram significância, pois seu valor de $R_{AJ \times R_{AS}}$ (0,2944) foi inferior ao valor de P_r (0,05) (Tabela 02). A Figura 6 mostra que não existe correlação entre estes dois fito-hormônios.

A figura 2 mostrou um aumento na concentração do hormônio AJ sob o efeito dias para o tratamento TPC, enquanto não houve resposta significativa para a variável AJ no efeito dias (Figura 3). Tal observação sugere que o aumento na biossíntese do AJ suprimiu genes relacionados à produção do AS.

Muitos artigos já descreveram a ação antagônica entre a biossíntese de AJ / AS. Embora existam exceções, em geral quando o vegetal é atacado por patógenos biotróficos é notada maior sensibilidade na resposta induzida por AS, enquanto patógenos necrotróficos e danos mecânicos induzem a resposta mediada através de defesa do AJ (GLAZEBROOK, 2005; HOWE; JANDER, 2008). Por exemplo, em *Arabidopsis thaliana*, análises transcricionais em plantas do tipo selvagens e mutantes desafiadas por diferentes agressores revelaram um complexo antagônico e sinérgica relação de regulação entre AS e do AJ na sinalização de plantas imunes (GLAZEBROOK et al., 2005; DE VOS et al., 2005; SATO et al., 2010).

O *cross talk* hormonal é pensado para otimizar a resposta de imunidade a plantas contra o ataque singular de um agressor que possibilite estimular ambas as vias de sinalização AJ e AS ou para priorizar uma via sobre a outra quando a planta for simultaneamente ou seqüencialmente atacada por diferentes inimigos. (PIETERSE et al., 2012; THALER; HUMPHREY; WHITEMAN, 2012).

5.3 Pós-colheita

Para os consumidores, a qualidade e as características dos produtos desempenham um grande papel nas decisões de compra. Uma avaliação das características do produto pode ajudá-los a decidir, não só se vão comprá-lo, mas, também, o nível de valor do produto que os consumidores consideram. (GOVINDASAMY; HOSSAIN; ADELAJA, 1999).

O mercado brasileiro de frutas de mesa exige cada vez mais uma uva de melhor qualidade, não somente em relação ao aspecto visual, mas também ao sabor, aroma e consistência, além de uma preferência por uvas do tipo “sem sementes” ou “apirênicas” (LULU, 2005).

Para Guilhoto (2001), os atributos de um produto são, geralmente, avaliados com base em uma gama de informações associadas a ele. Algumas dessas informações são intrínsecas, ou seja, dizem respeito às características físicas do produto, como tamanho, cor, firmeza, palatabilidade e doçura.

Quase todos os aspectos de crescimento e do desenvolvimento vegetal sofrem controle hormonal em maior ou menor grau. Um único hormônio pode controlar vários processos celulares, enquanto um único processo pode ser controlado por vários hormônios (CORTES, 2005).

No presente estudo não foi observado significância para as variáveis firmeza (P_n e ψ_p) e sólidos solúveis (SS) entre os efeitos tratamento TPC e convencional, conforme visualizado na tabela 3.

A firmeza é uma das características pós-colheita mais importantes. Elas não apenas influenciam a palatabilidade, mas também, os métodos de colheita, manuseio e transporte; a resistência a doenças e à vida útil do fruto (SEYMOUR; GROSS, 1996).

Iriti e Faoro (2003) observaram a formação de lignina em função do tratamento com AS. Entretanto, não houve diferença significativa entre a biossíntese deste hormônio nos diferentes tratamentos. Assim, surge a hipótese de que plantas tratadas com a TPC na região do Vale do São Francisco (VSF) não ativaram genes capazes de aumentar a biossíntese do AS e consequentemente aumentar a síntese de lignina nas bagas da uva com o intuito de protegê-las contra estresse abiótico causando uma consequente proteção contra pragas e doenças.

Embora produtores da região sul do país e do VSF tenham observado um engrossamento na casca das bagas tratadas com TPC, no presente estudo tais diferenças não foram observadas.

Os valores apresentados para a variável SS não apresentaram diferenças significativas (tabela 3). Os produtores da região sul do país e do VSF também não notaram diferenças na concentração de SS no fruto. No presente trabalho não estudamos a uniformidade de maturação dos frutos, uma vez que o intuito principal foi a quantificação de hormônios, em que as amostras deveriam seguir rigorosamente os mesmos tratamentos. Entretanto, segundo o Sr. Rodrigo Pamponetti, gerente agrícola da fazenda Cevale, não foram observadas diferenças na uniformização e velocidade de maturação dos cachos quando comparados os dois tratamentos (COMUNICAÇÃO PESSOAL).

A coloração das bagas de uvas tintas é produzida por um grupo de antocianinas (CANTÍN; FIDELIBUS; CRISOSTO, 2007; LACAMPAGNE; GAGNÉ; GÉNY, 2010). O acúmulo de antocianinas parece estar regulado, ao menos em parte, pelo ABA (HIRATSUKA et al., 2001; LACAMPAGNE; GAGNÉ; GÉNY, 2010), sendo que a aplicação exógena desse hormônio, além de aumentar as concentrações de antocianinas nas cascas das uvas (PEPPI; FIDELIBUS; DOKOOZLIAN, 2006; CANTÍN; FIDELIBUS; CRISOSTO, 2007; GARDIN et al., 2012), também antecipam o desenvolvimento da coloração em comparação com as uvas não tratadas (HIRATSUKA et al., 2001; PEPPI; FIDELIBUS; DOKOOZLIAN, 2006).

Na análise visual, (figura 11) os cachos tratados com TPC apresentaram valores de a^* e b^* mais próximo a zero, ou seja, com coloração tendendo mais para o amarelo quando comparados com cachos tratados de maneira convencional. Tal informação foi comprovada por análise de variância ANOVA (tabela 3) com valor de Pr (0,0001) sendo inferior ao valor de α (0,05) .

Colli e Purgatt (2008) demonstram que o ABA pode atuar como promotor da síntese de etileno, o que explicaria o maior desenvolvimento da pigmentação e a maior concentração de antocianinas em uvas, além do adiantamento da maturação. Gardin (2012) concluiu que a aplicação exógena do ABA aumenta a quantidade de antocianina e melhora a pigmentação das cascas das uvas Cabernet Sauvignon. Já Hiratsuka et al. (2001) comprovaram que maiores níveis de pigmentação nas cascas das uvas tratadas com ABA foram acompanhados por maior atividade da CHFI (chalcona-flavanona isomerase). A atividade da CHFI está estreitamente relacionada com a biossíntese de antocianinas.

Embora observada diferença significativa para a variável ABA, com maior concentração deste hormônio para as plantas tratadas com TPC, também foi notada uma perda da tonalidade avermelhada para estes frutos.

Segundo Spayd et al., 2002, temperaturas acima de 35° C reduzem a síntese de antocianinas, podendo inibi-las completamente, em alguns casos. Nestes casos os autores destacam que o processo é irreversível. Sendo assim, essa pode ser a explicação para a aplicação da TPC ter diminuído a tonalidade avermelhada nas plantas tratadas com calor.

6 CONCLUSÃO

As plantas tratadas com TPC não apresentaram qualquer significância para o efeito tratamento nas variáveis ABA, AJ e AS.

As plantas tratadas com TPC mantiveram ao longo do tempo uma concentração constante de ABA e apesar da diminuição na concentração do AJ, esta manteve-se superior ao tratamento convencional;

Não foi notada diferença significativa, ao longo do tempo, na concentração de AS;

Não houve correlação entre a concentração dos hormônios estudados;

Nas análises de pós-colheita, o tratamento TPC não alterou características desejáveis como SS e firmeza. Além de ter causado uma expressiva redução na coloração avermelhada, característica que é um fator chave para a comercialização.

7 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

A relação de estresse biótico e abiótico, a sinalização e indução de resistência sistêmica adquirida e induzida, bem como a interação entre sinalização primária, cross-talk e a resposta de defensiva do vegetal, ainda não são bem compreendidas pelos fisiologistas, carecendo de maiores estudos para que haja a consequente redução na utilização de agrotóxicos nas lavouras.

REFERÊNCIAS

- ADIE, B.; CHICO, J.M. ; RUBIO SOMOA, I. Modulation of plant defenses by ethylene. **Journal of Plant Growth Regulation**, Dordrecht, v. 26, p. 160-177, 2007a.
- ADIE, B.A.T.; PERÉZ-PERÉZ, J.; PÉREZ-PÉREZ, M.M.; RUBIO-SOMOA, I. Is an essential sign for plant resistance affecting JA biosynthesis and the activation of defenses in Arabidopsis. **The Plant Cell**, Rockville, v. 19, p. 1665-1681, 2007b.
- AGRIOS, G.N. **Plant Pathology**. Burlington, MA: Elsevier Academic, 2005. 922p.
- ALGARVE, V.R. **Geadas no Brasil**. Climanalise 13. Disponível em: <http://www.ceptec.inpe.br/products/climanalise.ceptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/cliesp10a/geada.html>. Acesso em: 16 fev.2013.
- ALMEIDA, M.V.; SILVA, A.D.; SOUZA, M.V.N. A cascata dos fosfoinosítídeos. **Química Nova**, São Paulo, v.26, n.1, p.105-111, 2003.
- ANDERSON, J.P.; BADRUZSAUFARI, E.; SCHENK, P.M.; MANNERS, J.M.; DESMOND, O.J.; EHLERT, C.; MACLEAN, D.J.; EBERT, P.R. ; KAZAN, K. Antagonistic interaction between abscisic acid and jasmonate-ethylene signaling pathways modulates defense gene expression and disease resistance in Arabidopsis. **Plant Cell**, Rockville, v. 16, p. 3460-3479, 2004.
- ANDRADE, C.L.C.; RESENDE, S.R.; RODRIGUES, A. F.; PATRÍCIA, R. ;SILVEIRA, R.P.; RIOS, A.J.; OLIVEIRA, R. J.; MARIANO, L.R.R. Indutores de resistência no controle da pinta bacteriana do tomateiro e na atividade de enzimas de defesa. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 38, p. 123- 145, 2013.
- ASSELBERGH, B.; DE VLEESSCHAUWER, D.; HOFTE, M. Global switches and fine-tuning: ABA modulates plant pathogen defense. **Molecular Plant-Microbe Interact**, St. Paul, v. 21, p. 709–719, 2008.
- AUDENAERT, K.; GEERT B.; DE MEYER, M.; HÖFTE, M. Absciscic acid determines basal susceptibility of tomato to *Botrytis cinerea* and suppresses salicylic acid-dependent signaling mechanisms. **Plant Physiology**, Minneapolis, v. 128, p.491-501, 2002.
- BALBI, V.; DEVOTO, A. Jasmonate signalling network in Arabidopsis thaliana: crucial regulatory nodes and new physiological scenarios. **New Phytologist**, London, v. 177, p. 301–318, 2008.
- BALDWIN, I. T. Jasmonate-induced responses are costly but benefit plants under attack in native populations. **Proceedings of Natl Academic Science** , Washington, v. 95, p. 8113–8118, 1998.
- BANIWAL, S.K.; BHARTI, K.; CHAN, K.Y.; FAUTH, M.; GANGULI, A.; KOTAK, S.; MISHRA, S.K.; NOVER, L.; PORT, M.; SCHARF, K.D. Heat stress response in

plants: a complex game with chaperones and more than twenty heat stress transcription factors. **Journal of Bioscience**, Bangalore, v. 29, p. 471–487, 2004.

BEAUDOIN, F.; WU X., LI F., HASLAM R.P., MARKHAM J.E., ZHENG, H.; NAPIER J.A.; KUNST L. Functional characterization of the Arabidopsis beta-ketoacyl-coenzyme A reductase candidates of the fatty acid elongase. **Plant Physiology**, Minneapolis, p. 150, v. 1174–1191, 2009.

BONALDO, S.M.; PASCHOLATI, S.F.; ROMEIRO, R.S. Indução de resistência: noções básicas e perspectivas, 2005. In: CAVALCANTI, L.S.; DI PIERO, R M.; CIA, P.; PASCHOLATI, S.F.; RESENDE, M.L.V.; ROMEIRO, R.S. (Ed.) **Indução de resistência em plantas a patógenos e insetos**. Piracicaba/ SP: FEALQ, 2005. p.11-28,

BOSTOCK, R.M. Signal conflicts and synergies in induced resistance to multiple attackers. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, London, v. 55, p. 99-109, 1999.

BOSTON, R.S.; VIITANEN, P.V.; VIERLING, E. Molecular chaperones and protein folding in plants. **Plant Molecular Biology**, Dordrecht, v. 32, p. 191–222, 1996.

BRASIL. ALICEWEB - **Sistema de Análise das Informações de Comércio Exterior. Secretaria de Comércio Exterior – SECEX**; Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior – MDIC. Disponível em:<<http://aliceweb.desenvolvimento.gov.br>>. Acesso em: 16fev.2013.

BRAY, E.A. Absciscic Acid regulation of gene expression during water deficit stress in the era of the Arabidopsis genome. **Plant Cell and Environmental**, Oxford, v. 25, p. 153-161, 2002.

BROEKAERT, W.F.; DELAURE, S.L.; DE BOLLE, M.F.C.; CAMMUEL, B.P.A. 2006. The role of ethylene in host-pathogen interactions. **Annual Review Phytopathology**, Palo Alto, v. 44, p. 393-416, 2006.

BROWSE, J. Jasmonate: An oxylipin signal with many roles in plants. **Vitamines Horm**, v. 72, p. 431–456, 2005.

CALBO, A.G.; NERY, A.A. Medida de firmeza em hortaliças pela técnica de aplanção. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.3, n.1, p.14-18, 1995.

CANTÍN, C.L.; FIDELIBUS, M.W.; CRISOSTO, C.H. Application of abscisic acid (ABA) at veraison advanced red color development and maintained postharvest quality of 'Crimson Seedless' grapes. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.46, n.3, p.237-241, 2007.

CAO, F.Y.; YOSHIOKA, K.; DESVEAUX, D. The roles of ABA in plant–pathogen interactions. **Journal of Plant Resources**, Copenhagen, v. 124, p.489–499, 2011.

CHEIKH, N.; JONES, R.J. Disruption of maize kernel growth and development by heat stress. Role of cytokinins/abscisic acid balance. **Plant Physiology**, Minneapolis, v. 106, p. 45–51, 1994.

CHISHOLM, S.T.; COAKER, G.; DAY, B.; STASKAWICZ, B.J. Host-microbe interactions: shaping the evolution of the plant immune response. **Cell**, Cambridge, v. 124, p. 803–814, 2006.

CLARKE, S.M.; MUR, L.A.J.; WOOD, J.E.; SCOTT, I.M. Salicylic acid dependent signalling promotes basal thermotolerance but is not essential for acquired thermotolerance in *Arabidopsis thaliana*. **Plant Journal**, Oxford, v. 38, p. 432–447, 2004.

COLE, D.L. The efficacy of acibenzolar-S-methyl, an inducer of systemic acquired resistance, against bacterial and fungal disease of tobacco. **Crop Protection**, Madison, v.18, p.267-273, 1999.

COLLI, P.; PURGATT, E. Etileno. In: KERBAUY, G.B. **Fisiologia vegetal**. 2.ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 2008. p.271-295.

CONRATH, U.; BECKERS, G.J.M.; FLORS, V.; GARCIA- AGUSTIN, P.; JAKAB, G.; MAUCH, J.; PRIME-A-PLANT GROUP. Getting ready for battle. **Molecular Plant Microbe Interaction**, St Paul, v. 19, p. 1062-1071, 2006.

CORREIA, M.J.; PEREIRA, J.S. The control of leaf conductance of white lupin by xylem ABA concentration decreases with the severity of water deficits. **Journal of Experimental Botany**, London, v. 46, p. 101-110, 1995.

CORTÊS, P.H. Hormônios Vegetais. In: BARRUETO CID, L.P. (Ed.). **Acido Jasmônico em plantas superiores: síntese e propriedade fisiológicas**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2005. 188p.

CORTÊS, H.P. **Introdução aos hormônios Vegetais**. EMBRAPA, , 2000. p.131-157.

CREELMAN, R.A.; MULLET, J.E. Biosynthesis and action of jasmonates in plants. **Annual Rev Plant Physiology**, Palo Alto, v. 48, p. 355–381, 1997.

DAIE J, CAMPBELL, W.F. Response of tomato plants to stress temperatures: increase in abscisic acid concentrations, **Plant Physiology**, Minneapolis, v. 67, p. 26-29, 1981.

DAT, J.F.; LOPEZ-DELGADO, H.; FOYER, C.H.; SCOTT, I.M. Parallel changes in H₂O₂ and catalase during thermotolerance induced by salicylic acid or heat acclimation in mustard seedlings. **Plant Physiology**, Minneapolis, v. 116, p. 1351–1357, 1998.

DE ROSA, J.; VICENTE, E. Identification of methyl jasmonate-responsive genes in sugarcane genes using cDNA arrays. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, São Paulo, v. 17, p. 173-180, 2005.

DE TORRES-ZABALA, M.; TRUMAN, W.; BENNETT, M.H.; LAFFORGUE, G.; MANSFIELD, J.W.; RODRIGUEZ EGEA, P.; BOGRE, L.; GRANT, M. *Pseudomonas syringae* pv. tomato hijacks the Arabidopsis abscisic acid signaling pathway to cause disease. **EMBO**, Oxford, v. 26, p.1434–1443, 2007.

DE VOS, M.; VAN OOSTEN, V.R.; VAN POECKE, R.M.; VAN PELT, J.A.; POZO, M.J.; MUELLER, M.J.; BUCHALA, A.J.; METRAUX, J.P.; VAN LOON, L.C.; DICKE, M. Signal signature and transcriptome changes of Arabidopsis during pathogen and insect attack. **Molecular Plant Microbe Interact**, St. Paul, v. 18, p. 923–937, 2005

DEVOTO, A.; TURNER, J.G. Jasmonate-regulated Arabidopsis stress signalling network. **Plant Physiology**, Minneapolis, v. 123, p. 161–172, 2005.

DE WIT, P.J. **How plants recognize pathogens and defend themselves**. Cellular and Molecular Life Science, In Press. DOI. 10.1007/s00018-007-7284-7, 2007.

DHANDHUKIA, P.C.; THAKKAR, V.R. Response surface methodology to optimize the nutritional parameters for enhanced production of jasmonic acid by *Lasiodiplodia theobromae*. **Journal of Applied Microbiology**, Oxford, v.105, p.636-643, 2008.

DING, F.N.V.; DOKHOLYAN, S.V.; BULDYREV, H.E.; SHAKHNOVICH, E.I. Molecular dynamics simulation of the SH3 domain aggregation suggests a generic amyloidogenesis mechanism. **Journal of Molecular Biology**, London, v. 324, p. 851–857, 2002.

DOREY, S.; BAILLIEUL, F.; PIERREL, M.A.; SAINDRENAN, P.; FRITIG, B.; KAUFFMANN, S. Spatial and temporal induction of cell death, defense genes, and accumulation of salicylic acid in tobacco leaves reacting hypersensitively to a fungal glycoprotein elicitor. **Molecular Plant-Microbe Interaction**, St. Paul, v. 10, p. 646-655, 1997.

DURNER, J.; SHAH, J.; KLESSIG, D.F. Salicylic acid and disease resistance in plants. **Trends in Plant Science**, Barking, v. 2, p. 266-274, 1997.

EICHHORN, K.W.; LORENZ, D.H. Phänologische entwicklungsstadien der rebe. **Nachrichtenblatt des Deutschen**, Pflanzenschutzdienstes, v.29, p.119-129, 1977.

FAN, J.; HILL, L.; CROOKS, C.; DOERNER, P.; LAMB, C. Absciscic acid has a key role in modulating diverse plant–pathogen interactions. **Plant Physiology**, Minneapolis, v. 150, p. 1750–1761, 2009.

FARMER, E.E.; RYAN, C.A. Interplant communication: airborne methyl jasmonate induces synthesis of proteinase inhibitors in plant leaves. **Proceedings of National Academic Science** Washington, p. 87, p. 7713-7716, 1990.

FARMER, E.E.; RYAN, C.A. Octadecanoid precursors of jasmonic acid activate the synthesis of wound-inducible proteinase inhibitors. **Plant Cell**, Rockville, v. 4, p. 129–134, 1992.

FEYS, B.; BENEDETTI, C. E.; PENFOLD, C.N.; TURNER, J. G. Arabidopsis mutants selected for resistance to the phytotoxin coronatine are male sterile, insensitive to methyl jasmonate, and resistant to a bacterial pathogen. **Plant Cell**, Rockville, v. 6, p. 751–759, 1994

FINKELSTEIN, R.R.; GIBSON, S, I. ABA and sugar interactions regulating development: cross-talk or voices in a crowd? **Current Opinion Plant Biology** London, v. 5, p. 26-32, 2002.

FINKELSTEIN, R.R.; GAMPALA, S.S.L.; ROCK, C.D. Absciscic acid signaling in seeds and seedlings. **Plant Cell**, Rockville, v. 14, p. S15-S45, 2002.

FORCAT, S.; BENNETT, H.M.; MANSFIELD, W.J.; GRANT, R M. A rapid and robust method for simultaneously measuring changes in the phytohormones ABA, JA and SA in plants following biotic and abiotic stress. **Plant Methods**, London, v.1, p. 4-16, 2008.

FRIEDRICH, L.; LAWTON, K.; RUESS, W.; MASNER, P.; SPECHER, N.; GUTRELLA, M.; MEIER, B.; DINCHER, S.; STAUB, T.; UKNES, S. A benzothiadiazole derivative induces systemic acquired resistance in tobacco. **Plant Journey**, Oxford, v. 10, p. 61–70, 1996.

GARDIN, J.P.P.; BETTONI, J.C.; TELES, O.R.; SCHUMACHER, R.L. Qualidade do mosto e exportação de nutrientes na cultivar Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera* L.) em dois sistemas de cultivo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2010, Natal. **Anais...** São Paulo, 2012. 645p.

GFELLER, A.; FARMER, E.E. Keeping the leaves green above us. **Science**, New York, v. 306, p. 1515–1516, 2004.

GLAUSER, G.; GRATA, E.; DUBUGNON, L.; RUDAZ, S.; FARMER, E.E.; WOLFENDER, J. L. Spatial and temporal dynamics of jasmonate synthesis and accumulation in Arabidopsis in response to wounding. **Journal of Biology Chemistry**, Baltimore, v. 283, p. 16400–16407, 2008

GLAZEBROOK, J. Contrasting mechanisms of defense against biotrophic and necrotrophic pathogens. **Annual Review of Phytopathology** Palo Alto, v. 43, p. 205–227, 2005.

GODIARD L.; GRANT M.R.; DIETRICH R.A.; KIEDROWSKI S.;DANGL J.L. Perception and response in plant disease resistance. **Currents Opinion. Genetics Development**, London, v.4, p. 662–671, 1994.

GOELLNER, K.; CONRATH, U. Priming: it's all the world to induce disease resistance. **European Journal of Plant Pathology**, Neu-Isenburg, v. 121, p. 233-242, 2008.

GOVINDASAMY, R.; HOSSAIN, F.; ADELAJA, A. "Income of Farmers Who Use Direct Marketing." **Agricultural and Resource Economics Review**, Northeastern, v. 28, p. 76-83, 1999.

GRANT, M.; LAMB, C. Systemic immunity. **Current Opinion Plant Biology**, London, v. 9, p. 414-420, 2006.

GLAZEBROOK, J. Genes controlling expression of defense responses in Arabidopsis-2001 status. **Current Opinion Plant Biology** London, v. 4, p. 301-308, 2001.

GRAHAM, T.L. Cellular biochemistry of phenylpropanoid response of soybean to infection by *Phytophthora sojae*. In: DANIEL, M.; PURKAYASTHA, R.P. (Ed.). **Handbook of phytoalexin metabolism and activity**, New York, v.1, p. 85-177, 1995.

GUILHOTO, L.F.M. A influência do país de origem na percepção do consumidor sobre a qualidade dos produtos. **Caderno de Pesquisas em Administração**, São Paulo, v. 8, n. 4, p. 134-145, 2008.

GURLEY, W.B. HSP101: A key component for the acquisition of thermotolerance in plants, **Plant Cell**, Rockville, v. 12, p. 457-459, 2000.

HARMS, K.; ATZORN, R.; BRASH, A.; KUHN, H.; WASTERACK, C.; WILLMITZER, L.; PEÑA-CORTE'S, H. Expression of a flax allene oxide synthase cDNA leads to increased endogenous jasmonic acid (JA) levels in transgenic potato plants but not to a corresponding activation of JA-responding genes. **Plant Cell**, Rockville, v. 7, p. 1645-1654, 1995.

HAMBERG, M.; GARDER, H.W. Oxylin pathway to jasmonates: biochemistry and biological significance. **Biochimica et Biophysica Acta**, Amsterdam, v. 1165, p. 1-18, 1992.

HAMMERSCHMIDT, R.; DANN, E.K. Induced resistance to disease. In: RECHCIGL, N. A.; RECHCIGL, J. E. Environmentally safe approaches to crop disease control. Boca Raton, **CRC-Lewis Publishers**, South Africa, v.1, p. 177-199, 1997.

HAMMERSCHMIDT, R.; MÉTRAUX, J. P.; VAN LOON, L. C. Inducing Resistance: a summary of paper presents at the first international symposium on induced resistance to plant disease, corfur. **European Journal Plant Pathology**, Dordrecht, v. 7, p. 1-6, 2001.

HAMMERSCHMIDT, R.; KUC, J. Induced resistance to disease in plants, **Kluwer Academic Publisher**, Dordrecht, v. 24, p. 43-47, 1995.

HAMMOND-KOSACK, K.E.; JONES, J.D.G. Resistance gene dependent plant defense responses. **Plant Cell**, Rockville, v. 8, p. 1773-1791, 1996.

HAMMOND-KOSACK, K.E.; JONES, J.D.G. Responses to plant pathogens. In: BUCHANAN, B.; GRUISSEM, W.; JONES, R. (Ed.) **Biochemistry and Molecular Biology of Plants**. Rockville, Maryland: American Society of Plant Physiologists, cap. 21, 2000. p. 1102-1157.

HEIKKILA, R.E.; MANZINO, L.; CABBAT, F.S.; DUVOISIN, R.C. Protection against the dopaminergic neurotoxicity of 1-methyl-4-phenyl- 1,2,5,6-tetrahydropyridine by monoamine oxidase inhibitors, **Nature**, London, v. 311, p. 467–469, 1984.

HELDER, H.; MIERSCH, O.; VREUGDENHIL, D.; SEMBDNER, G. Occurrence of hydroxylated jasmonic acids in leaflets of *Solanum demissum* plants grown under long- and short-day conditions. **Physiology Plant**, Sweden, v. 88, p. 647–653, 1993.

HENFLING, J.W.D.M.; BOSTOCK, R.; KUC, J. Effects of abscísico acid on rishitin and lubimin accumulation and resistance to *Phytophthora infestans* and *Cladosporium cucumerinum* in potato tuber tissue slices. **Phytopathology**, St. Paul, v. 70, p. 1074–1078, 1980

HIRAGA, S.; SASAKI, K.; ITO, H.; OHASHI, Y.; MATSUI, H. A large family of class III plant peroxidases. **Plant Cell Physiology**, Oxford, v. 42, p. 462-468. 2001.

HIRATSUKA, S.; ONODERA, H.; KAWAI, Y.; KUBO, T.; ITOH, H.; WADA, R. ABA and sugar effects on anthocyanin formation in grape berry cultured in vitro. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.90, n.1/2, p.121–130, 2001.

HORNBERG, C.; WEILER, E.W. High affinity binding site for abscísico acid on the plasmalemma of *Vicia Fava*, guard cell. **Nature**, London, v. 310, p. 321-324, 1984.

HOWARTH, C.J.; OUGHAM, H.J. Gene expression under temperature stress. **New Phytology** London, v.125, p. 1–26, 1993.

HOWE G.A. Jasmonates as signals in the wound response. **Journal of Plant Growth Regulation**, Dordrecht, v. 23, p. 223–237, 2004.

HOWE, G.A.; JANDER, G. Plant immunity to insect herbivores. **Annual Review of Phytopathology**, London, v. 59, p. 41–66, 2008

IRITI, M.; FAORO, F. Benzothiadiazole (BTH) Induces Cell-Death Independent Resistance in *Phaseolus vulgaris* against *Uromyces appendiculatus*. **Journal of Phytopathology**, Berlin, v. 151, p.171–180, 2003.

ISHIMARU, M.; KOBAYASHI, S. Expression of a xyloglucan endotransglycosylase gene is closely related to grape berry softening. **Plant Science**, Dordrecht, v. 8, p.162-621, 2002.

LABANCA, E.R.G. **Purificação parcial de elicitores presentes em *Saccharomyces cerevisiae***: atividades com indutores de resistência de pepino (*Cucumis Sativus*) contra *Colletotrium lagenarium* e da síntese de gliceolina em soja (*Glycine max*). 2002. 118p. Dissertação (Mestrado em) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

LAFUENTE, M.T.; ZACARIAS, L. Postharvest disorders in citrus fruit. **Stewart Postharvest**, Quebec, v. 1, p. 1-9, 2006.

LEITE, B.; RONCATTO, L.D.B.; PASCHOLATI, S.F. citar todos et al. Reconhecimento e transdução de sinais moleculares em interações planta-fungos patogênicos. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v.5, p.235-280, 1997.

LEON, P.; SHEEN, J. Sugar and hormone connections. **Trends Plant Science**, Barking, v. 8, p. 110-116, 2003.

LORENZO, O.; SOLANO, R. Molecular players regulating the jasmonate signalling network. **Current Opinion Plant Biology** London, v. 8, p. 532–540, 2005.

JAKOB, U.; BUCHNER, J. Assisting spontaneity: the role of HSP90 and sm HSPs as molecular chaperones. **Trends Biochem Science** , Barking, v. 19, p. 205–211, 1994.

JAENICKE, R.; CREIGHTON, T.E. Junior chaperones. **Currents Biology**, London, v. 3, p. 234–235, 1993.

JONES, R.J.; BRENNER, M.L. Distribution of abscisic acid in maize kernels during grain filling. **Plant Physiology**, Minneapolis, v. 83, p. 905-909, 1987.

JONES, J.; DANGL, J. The plant immune system. **Nature**, London, v. 444, p. 323–329, 2006.

KVARATSKHELIA, M.; WINKEL, C.; THORNELEY, R.N.F. Purification and characterization of a novel class in peroxidase isoenzyme from tea leaves. **Plant Physiology**, Minneapolis, v.114, p.1237-1245, 1997.

KANNA, M.; TAMAOKI, M.; KUBO, A.; NAKAJIMA, N.; RAKWAL, R.; AGRAWAL, G. K.; TAMOGAMI, S.; IOKI, M.; OGAWA, D.; SAJI, H. Isolation of an ozone-sensitive and jasmonate-semi-insensitive *Arabidopsis* mutant (*oji1*). **Plant and Cell Physiology**, Kyoto, v. 44, p. 1301–1310, 2003.

KANELIS, A.K.; ROUBELAKIS-ANGELAKIS, K.A. Grape. In: SEYMOUR, G.B. TAYLOR, J.E. ;TUCKER, G.A. (Ed.). **Biochemistry of fruit ripening**, London, v. 34, p. 189–220, 1993.

KAWANO, T.; SAHASHI, N.; TAKAHASHI, K.; UOZUMI, N.; MUTO, S. Salicylic acid induces extracellular superoxide generation followed by an increase in cytosolic calcium ion in tobacco suspension culture: the earliest events in salicylic acid signal transduction. **Plant and Cell Physiology**, Kyoto, v. 39, p. 721–730, 1998.

KAYS, J.S. **Postharvest physiology of perishable plant products**. New York :Van Nostrand Reinhold, 1991. , v.1, 532p.

KERBAUY, G.B. **Fisiologia Vegetal** - Segunda edição expandida, revisada e atualizada. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 2008. 324p.

KETTNER, J.; DORFFLING, K. Biosynthesis and metabolism of abscisic acid in tomato leaves infected with *Botrytis cinerea*. **Planta**, Berlin, v. 196, p. 627–634, 1995.

KIM , G.T.; SHODA , K.; TSUGE, T.; CHO , K.H.; UCHIMIYA, H.; YOKOYAMA , R. The *ANGUSTIFOLIA* gene of *Arabidopsis* , a plant *CtBP* gene, regulates leaf-cell expansion, the arrangement of cortical microtubules in leaf cells and expression of a gene involved in cell-wall formation. **EMBO Journal** , Oxford, v. 21, p. 1267 – 1279, 2002.

KIM, D.G.; KIM, Y.J.; LEE, S.H.; LEE,I. Effect of Wounding and Chemical Treatments on Expression of the Gene Encoding Cinnamate-4-Hydroxylase in *acuminata* Leaves. **Plant Biology**, Stuttgart, v. 3, p. 298-303, 2005

KIM, T.H. Chemical genetics reveals negative regulation of abscisic acid signaling by a plant immune response pathway. **Currents Biology**, London, v. 21, p. 990–997, 2011.

KLIEWER, W.M. Grapevine physiology: how does a grapevine make sugar? Davis, University of California. Leaflet 21231, California, 1981.13p.

KODA, Y. The role of jasmonic acid and related compounds in the regulation of plant development. **International. Review of Cytology**, Knoxville, v. 135, v. 155-159, 1992.

KOHLER, A.; SCHWINDLING, S.; CONRATH, U. Benzothiadiazole-induced priming for potentiated responses to pathogen infection, wounding, and infiltration of water into leaves requires the *NPR1/NIM1* gene in *Arabidopsis*, **Plant Physiology**, Minneapolis, v.128, n. 3, p. 1046-1056, 2002.

KOORNNEEF, A.; PIETERSE, C.M.J. Cross talk in defense signaling. **Plant Physiology**, Minneapolis, v. 146, p. 839; 844, 2008.

KUC, J. Concepts and direction of induced systemic resistance in plants and its application. **European Journal of Plant Pathology**, Neu-Isenburg, v.107, p. 7-12. 2001.

KUHN, R.M.; KAROLCHIK, D.; ZWEIG, A.S.; TRUMBOWER, H.; THOMAS, D.J.; THAKKAPALLAYIL, A.; SUGNET, C.W.; STANKE, M.; SMITH, K.E. The UCSC genome browser database: update 2007. **Nucleic Acids Resources**. London, v. 35, p. 668–673, 2007.

KUNKEL, B.N.; BROOKS D.M. Cross talk between signaling pathways in pathogen defense. **Current Opinion Plant Biology**, London , v.5, p. 325-332, 2002.

LACAMPAGNE, S.; GAGNÉ, S.; GÉNY, L. Involvement of Absciscic Acid in Controlling the Proanthocyanidin Biosynthesis Pathway in Grape Skin: New Elements Regarding the Regulation of Tannin Composition and Leucoanthocyanidin Reductase (LAR) and Anthocyanidin Reductase (ANR) Activities and Expression. **Journal Plant Growth Regulation**, Dordrecht, v.28, p.81-90, 2010.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RIMA Artes e Textos, 2006. 532p.

LARKINDALE, J.; KNIGHT M.R. Protection against heat stress-induced oxidative damage in arabidopsis involves calcium, abscisic acid, ethylene and salicylic acid. . **Plant Physiology**, Minneapolis, v. 128, p. 682-695, 2002.

LARKINDALE, J.; HALL, J.D.; KNIGHT, M. R.; VIERLING, E. Heat stress phenotypes of *Arabidopsis* mutants implicate multiple signaling pathways in the acquisition of thermotolerance. **Plant Physiology**, Minneapolis, v. 183, p. 882–897, 2005.

LEMOS, E.E.P. **Ácido Abscísico em plantas superiores: Síntese e propriedades fisiológicas / Hormônios Vegetais em plantas superiores / autor: CID L. P. B. –** Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, v.1, p.167-179, 2005.

LEON-REYES, A D.U. Y.; KOORNNEEF, A.; PROIETTI, S.; KORBES, A.P.; MEMELINK, J.; PIETERSE, C.M.J.; RITSEMA, T. Ethylene signaling renders the jasmonate response of *Arabidopsis* insensitive to future suppression by salicylic acid. **Molecular Plant-Microbe Interactions**, St. Paul, v. 23, p. 187–197, 2010.

LEPOOLD, A.C.; KRIEDMAN, P.E. **Plant Growth and Development**. Ed. 2. McGraw-Hill , New York, 1975. P. 176.

LI, L.; ZHAO, Y.; MCCAIG, B.C.; WINGERD, B.A.; WANG. J.; WHALON, M.E.; PICHESKY, E.; HOWE, G.A. The tomato homolog of CORONATINE INSENSITIVE1 is required for the maternal control of seed maturation, jasmonate signaled defense responses, and glandular trichome development. **Plant Cell**, Rockville, v. 16, p. 126–143, 2004.

LIMA, M.A.C.; CHOUDHURY, M. M. **Uva de mesa: pós-colheita**. Embrapa Semi-arido. 2. ed. Brasília: Embrapa Informações tecnológicas, 2007. p. 77.

LIMA, C.S.M.; SEVERO, J.; MANICA-BERTO, R.; SILVA, J.A.; RUFATO, L.; RUFATO, A.R. Características físico-químicas de physalis em diferentes colorações do cálice e sistemas de condução. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 4, p. 1060-1068, 2009a.

LIMA, M.A.C. de. Fisiologia, Tecnologia e Manejo Pós-Colheita. In: SOARES, J.M.; LEÃO, P.C. de S. (Ed.). **A vitivinicultura no Semiárido brasileiro**. Brasília: Embrapa Informação tecnológica, Petrolina: Embrapa Semiárido, 2009b. 756p.

LOAKE, G.; GRANT, M. Salicylic acid in plant defence-the players and protagonists. **Currents Opinion. Plant Biology**, London, v. 10, p. 466-472, 2007.

LOPEZ-DELGADO, H.; DAT, J.F.; FOYER, C.H.; SCOT, I.M. Induction of thermotolerance in potato microplants by acetylsalicylic acid and H₂O₂. **Journal Experimental Botany**, New York, v. 49, p. 713–720, 1998.

LORENZO, O.; SOLANO, R. Molecular players regulating the jasmonate signalling network. **Currents Opinion Plant Biology**, London, v. 8, p. 532–540, 2005.

LULU, J. Microclima e qualidade da uva de mesa ‘romana’ (A 1105) cultivada sob cobertura plástica. Instituto Agronômico. Campinas, 2005. Disponível em: < <http://www.iac.sp.gov.br/PoslAC/JorgeLulu2005.pdf> >. Acesso em: 25 mar.. 2013.

MALONE, M.; STANKOVIC, B. Surface potentials and hydraulic signals in wheat leaves following localized wounding by heat. **Plant Cell Environmental**, Oxford, v. 14, p. 431-436, 1991.

MARTÍNEZ, A.M.; DELGADO, J.V.; RODERO, A.; VEGAS-PLA, J.L. Genetic structure of the Iberian pig breed using microsatellites. **Animal Genetics**, Oxford, v.31, p. 295-301, 2000.

MASON, H.S.; MULLET, J.E. Expression of two soybean vegetative storage protein genes during development and in response to water deficit, wound, and jasmonic acid. **The Plant Cell**, Rockville, v. 2, p. 569-579, 1990.

MAZARO, S.M. **Indução de resistência à doenças em morangueiro pelo uso de elicitores**. Curitiba, 2007. 105p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal do Paraná, 2007.

MCCARTHY, M.G.; COOMBE, B.G. Water status and winegrape quality, **Acta Horticulturae**, Wageningen, n.171, p.447-456, 1985.

MCCONN, M.; BROWSE, J. The critical requirement for linolenic acid is pollen development, not photosynthesis, in an Arabidopsis mutant. **Plant Cell**, Rockville, v. 8, p. 403–416, 1996.

MCDONALD, K. L.; CAHILL, D. M. Influence of abscisic acid and the abscisic acid biosynthesis inhibitor, norflurazon, on interactions between *Phytophthora sojae* and soybean (*Glycine max*). **European Journal of Plant Pathology**, Neu-Isenburg, v. 105, p. 651–658, 1999.

MILBORROW, B.V. A distinction between the fast and slow responses to abscisic acid. **Plant Physiology**, Minneapolis, v. 7, p. 749-754, 1980.

MOTA, F.S. **Meteorologia Agrícola**. 5 ed São Paulo:Liv. Nobel, 1981. 495p.

MORAES, M.G. Mecanismos da resistência sistêmica adquirida em plantas. **Revisão Anual da Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v. 6, p. 261-284, 1998.

MOREIRA, A.V.B.; MANCINI-FILHO, J. Influencia dos compostos fenólicos de especiarias sobre a lipoperoxidação e o perfil lipídico dos tecidos de ratos. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 17, n.4, p. 411- 424, 2004.

MURCH, S.J. Neurotransmitters, neuroregulators and neurotoxins in plants. In: BALUSKA, F.; MANCUSO, S.; VPLKMANN, D. (Ed.). **Communication in plants: Neuronal aspect of plant life**. Berlin, 2006. cap. 10, p. 137.

MYERS, P. N.; SETTER, T.L.; MADISON, J.T.; THOMPSON, J.F. Absciscic acid inhibition of endosperm cell division in cultured maize kernels. **Plant Physiology**, Minneapolis, v. 94, p. 1330-1336, 1990.

NAKAZAWA, A.; NOZUE, M.; YASUDA, H.; TAKEDA, G.; KUBO, H. Expression pattern and gene structure of phenylalanine ammonia-lyase in *Pharbitis nil*. **Journal of Plant Research**, Stuttgart, v.114, p.323-328, 2001.

NEILL, S.J.; R. DESIKAN, A. CLARKE, R.D.; HURST, J.T; Hydrogen peroxide and nitric oxide as signalling molecules in plants. **Journal Experimental of Botany**, Hancock, v. 53, p. 1237-1247, 2002.

OLIVEIRA, J.E.M; LOPES, P.R.C; MOREIRA, A.N. Produção integrada no vale do São Francisco: Situação e Perspectivas – A produção integrada de uvas como caso de sucesso. **Conbraf – Congresso Brasileiro de Fitossanidade**, UNESP, Jaboticabal – SP, v. 1, p. 6-53, 2011.

OOSTENDORP, M.; KUNZ, W.; DIETRICH, B.; STAUB, T. Induced disease resistance in plants by chemicals. **European Journal of Plant Pathology**, Neulsenburg, v.107, p.19-28, 2001.

OROZCO-CARDENAS, M.L.; NARVAEZ-VASQUEZ, J.; RYAN, C.A. Hydrogen peroxide acts as a second messenger for the induction of defense genes in tomato plants in response to wounding, systemin and methyl jasmonate. **Plant Cell, Rockville, cidade**, v. 3, p. 179–191, 2001.

PARK, S.Y; SHIVAJI, R; KRANS, J; LUTHE, D.S. Heat shock response in heat tolerant and nontolerant variants of *Agrostis palustris* Huds. **Plant Physiology**, Minneapolis, v. 111, p. 515–524, 1996.

PARK, J.E; PARK, J.Y.; KIM, Y.S.; STASWICK, P.E.; JEON, J.; YUN, J.; KIM, S. Y.; KIM, J.; LEE, Y.H.; PARK, C.M. GH3-mediated auxin homeostasis links growth regulation with stress adaptation response in Arabidopsis. **Journal of Biology Chemical**, Baltimore, v. 282, p. 10036–10046, 2007.

PASCHOLATI, S.F.; LEITE, B. Mecanismos bioquímicos de resistência às doenças. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v. 2, p.1- 51, 1994.

PASCHOLATI, S.F.; LEITE, B. Hospedeiros: mecanismos de resistência. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIN, L. **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. 3.ed. São Paulo: Ceres, 1995, v.1, p.193-217.

PEÑA-CORTES, H.; WILLMITZER, L.; SANCHEZ-SERRANO, J. Absciscic acid mediates wound induction but not developmental-specific expression of the proteinase inhibitor I1 gene family. **Plant Cell**, Rockville, v.3, p. 963-972, 1991.

PEÑA-CORTES, H.; ALBRECHT, T.; PRAT, S.; WEILER, E.W.; WILLMITZER, L. Aspirin prevents wound-induced gene expression in tomato leaves by blocking jasmonic acid biosynthesis. **Planta**, Berlin, v. 191, p. 123–128, 1993.

PEÑA-CORTES, H.; FISAHN, J.; WILLMITZER, L. Signals involved in wound-induced proteinase inhibitor II gene expression in tomato and potato plants, **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Washington, v. 92, p. 4106–4113, 1995

PEPPI M. C.; FIDELIBUS, M. W.; DOKOOZLIAN, N. Absciscic acid application timing and concentration affect firmness, pigmentation, and color of 'Flame Seedless' grapes. **HortScience**, Alexandria, v.41, p.1440–1445, 2006.

PIERO, R.M.; GARCIA JUNIOR, D.; TONUCCI, N.M. Indutores bióticos . In: CAVALCANTI, L.S.; PIERO, R.M.; CIA, P.; PASCHOLATI, S.F.; RESENDE, M.L. V.; ROMEIRO, R.S. (Ed.). **Indução de resistência em plantas a patógenos e insetos**. Piracicaba: FEALQ, 2005. p. 29-50.

PIETERSE, C M.J.; TON, J.; VAN LOON, L.C. Salicylic acid-independent plant defense pathway. **Trends Plant Science**, Barking, v. 4, p. 52-58, 1999.

PIETERSE, C.M.J.; VAN DER DOES, D.; ZAMIOUDIS, C.; LEON-REYES, A.; VAN WEES, S.C.M. Hormonal modulation of plant immunity. **Annual Review of Cell and Developmental Biology**, Palo Alto, v. 28, p. 489–521, 2012.

PROST, I.; S. DHONDT, G.; ROTHE, J.; RODRIGUEZ, M.J. Evaluation of the antimicrobial activities of plant oxylipins supports their involvement in defense against pathogens. **Plant Physiology**, Minneapolis, v. 139, p. 1902-1913, 2005.

QUINN PJ. Effects of temperature on cell membranes. **Symposia of the Society for Experimental Biology**, Cambridge, v. 42, p. 237–258, 1988.

RASCHKE, K. Action of absciscic acid on guard cells. In E Zeiger, GD Farquhar, IR Cowan, eds, Stomatal Function. **Stanford University Press**, Stanford, v.1, p. 253–279, 1987.

RAO, M.V.; LEE, H.; CREELMAN, R.A.; MULLET, J.E.; DAVIS, K.R. Jasmonic acid signaling modulates ozone-induced hypersensitive cell death. **Plant Cell**, Rockville, v. 12, p. 1633–1646, 2000.

RAVEN, P.H.; EVERT, F.R.; EICHHORN, S. E. **Biologia Vegetal**. 6.ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 2001.

ROBARDS, K.; PRENZELER, P.D.; TUCKER, G.; SWATSITANG, P.; GLOVER, W. Phenolic compounds and their role in oxidative process in fruits. **Food Chemistry**, Davis, v. 66, p. 401-436, 1999.

ROSHCHINA, V V. Neurotransmitters in plant life. Plymouth. **Science**, New York, 2001. 283 p.

RYALS, J.A.; NEUENSCHWANDER, U.H.; WILLITS, M.G.; MOLINA, A.; STEINER, H.Y.; HUNT, M.D. Systemic acquired resistance. **Plant Cell**, Rockville, v. 8, p. 1809–1819, 1996.

RYALS, J.; UKNES, S.; WARD E. Systemic acquired resistance. **Plant Physiology**, Minneapolis, v. 104, p. 1109–1112, 1994.

RYAN, C.A. The systemin signaling pathway: differential activation of plant defensive genes. **Biochim Biophys Acta**, Amsterdam, v. 1477, p. 112–121, 2000.

SAS INSTITUTE. SAS System: SAS/ STAT. Cary, 2003. Version 9.1.

SATO, M.; TSUDA, K.; WANG, L.; COLLIER, J.; WATANABE, Y.; GLAZEBROOK, J.; KATAGIRI, F. Network modeling reveals prevalent negative regulatory relationships between signaling sectors in Arabidopsis immune signaling. **PLoS Pathog**, Notre Dame, v. 6, e1001011, 2010.

SCHALLER, F.; SCHALLER, A.; STINTZI, A. Biosynthesis and metabolism of jasmonates. **Plant Growth Regulation**, Dordrecht, v. 23, p. 179–199, 2005.

SCHALLER, A.; STINTZI, A. **Direct defenses in plants and their induction by wounding and insect herbivores**. Schaller, A. (Ed.). Induced Plant Resistance to Herbivory. Dordrecht, v.1, p. 349–366, 2008.

SCHOFFL, F.; ROSSOL, I.; ANGERMULLER, S. Regulation of the transcription of heat shock genes in nuclei from soybean (*Glycine max*) seedlings. **Plant Cell Environ**, Oxford, v. 10, p. 113–119, 1997.

SCHOFFL, F.; HUBEL, A.; LEE, J.H. Manipulation of temperature stress tolerance in transgenic plants. In K Lindsey, ed, Transgenic Plant Research. **Harwood Academic Publishers**, London (in press), 1998.

SCHURR, U.; GOLLAN, T.; SCHULTZE, E.D. Stomatal response to drying soil in relation to changes in the xylem sap composition of *Helianthus annuus*. II. Stomatal sensitivity to abscisic acid imported from the xylem sap. **Plant Cell Environmental**, Oxford, v.15, p. 561-567, 1992.

SEMBDNER, G.; PARTHIER, B. The biochemistry and the physiological and molecular actions the jasmonates. **Annual Review of Plant Physiology Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v. 44, p. 569-589, 1993.

SEYMOUR, G.B.; GROSS, K.C. Cell wall disassembly and fruit softening. **Postharvest News and Information**, Wallingford, v. 7, p. 45N–52N, 1996.

SHAH, J. The salicylic acid loop in plant defense. **Currents Opinion. Plant Biology**, London, v. 6, p. 365–371, 2003.

SHEWRY, P.R.; LUCAS, J.A. Plant proteins that confer resistance to pests and pathogens. **Advances In Botanical Research Incorporating Advances In Plant Pathology**, Oxford, v. 26, p. 135-192, 1997.

SPOEL, S.H.; KOORNNEEF, A.; CLAESSENS, S.M.C.; KORZELIUS, J.P.; VAN PELT, J.A.; MUELLER, M.J.; BUCHALA, A.J.; METRAUX, J.P.; BROWN, R.; KAZAN, K. NPR1 modulates cross-talk between salicylate- and jasmonate dependent defense pathways through a novel function in the cytosol. **Plant Cell**, Rockville, v.15, p. 760–770, 2003.

SONG, F.M.; GOODMAN, R.M.; Molecular cloning and characterization of a rice phosphoinositide-specific phospholipase C gene, *OsPI-PLC1* that is activated in systemic acquired resistance. **Physiol Mol Plant Pathol**, Michigan, v. 61, p. 31–40, 2002.

SPAYD, S.E.; TARARA, J.M.; MEE, D.L.; FERGUSON, J.C. Separation of sunlight and temperature effects on the composition of *Vitis vinifera* cv. Merlot berries. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v.53, p.171-182, 2002.

STRACK, D. Phenolic metabolism. In: DEY, P.M.; HARBORNE, J.B. (Ed). **Plant Biochemistry**. London:Academic Press, 1997. p. 387–416.

STASWICK, P.E.; HOWELL, S.H. Methyl jasmonate inhibition of root growth and induction of a leaf protein are decreased in an *Arabidopsis thaliana* mutant. **Proc Natl Academic Science**, Washington, v. 89, p. 6837–6840, 1992.

STEADMAN, J. R.; SEQUEIRA, L. Absciscic acid in tobacco plants: tentative identification and its relation to stunting induced by *Pseudomonas solanacearum*. **Plant Physiology**, Minneapolis, v. 45, p. 691–697, 1970

STRICHER, L.; MAUCH MANI, B.; METRAUX, J. Systemic Acquired Resistance. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 35, p. 235-270, 1997.

SULLIVAN, M.L, GREEN, P.J. Posttranscriptional regulation of nuclear encoded genes in higher plants: the roles of mRNA stability and translation. **Plant Molecular Biology**, Dordrecht, v. 23, p. 1091–1104, 1993.

TAIZ, T.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3rd ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant Physiology**. 5th ed. Sunderland: Sinauer, 2010.p????

TARDIEU, F.; DAVIES, W.J. Integration of hydraulic and chemical signalling in the control of stomatal conductance and water status of droughted plants. **Plant Cell Environmental**, Oxford, v.16, p. 341-349, 1993.

THALER, J.S.; FIDANTSEF, A.L.; DUFFEY, S.S.; BOSTOCK, R.M. Trade-offs in plant defense against pathogens and herbivores: A field demonstration of chemical elicitors of induced resistance. **Journal of Chemical Ecology**, Berlin, v. 25, p. 1597–1609, 1999.

THALER, J.S.; OWEN, B.; HIGGINS, V.J. The role of the jasmonate response in plant susceptibility to diverse pathogens with a range of lifestyles. **Plant Physiology**, Minneapolis, v. 135, p. 530–538, 2004.

THALER, J.S.; HUMPHREY, P.T.; WHITEMAN, N.K. Evolution of jasmonate and salicylate signal crosstalk. **Trends Plant Science**, Barking, v. 17, p. 260–270, 2012.

THOMPSON, D.D.; WILKINSON, S.; BACON, M.A.; DAVIES, W.J. Multiple signals and mechanisms that regulate leaf growth and stomatal behavior during water deficit. **Plant Physiology**, Minneapolis, v. 100, p. 303-313, 1997.

TON, J.; FLORS, V.; MAUCH-MANI, B. The multifaceted role of ABA in disease resistance. **Trends in Plant Science**, Barking, v. 14, p. 310–317, 2009.

VALLELIAN-BINDSCHEDLER, L.; SCHWEIZER, P.; MOSINGER, E.; METRAUX, J. P. Heat induced resistance in barley to powdery mildew (*Blumeria graminis* f. sp. *hordei*) is associated with a burst of AOS. **Physiology Molecular Plant Pathology**, Dordrecht, v. 52, p. 185–199, 1998.

VAN WEES, S.C.M.; DE SWART, E.A.M.; VAN PELT, J.A.; VAN LOON, L.C.; PIETERSE, C.M.J. Enhancement of induced disease resistance by simultaneous activation of salicylate- and jasmonate-dependent defense pathways in *Arabidopsis thaliana*. **Proc Natl Acad Sci USA**, Washington, v. 97, p. 8711–8716, 2000.

VERNOOIJ, B.; FRIEDRICH, L.; MORSE, A.; REIST, R.; KOLDITZ-JOWHAR, R.; WARD, E.; UKNES, S.; KESSMANN, H.; RYALS, J. Salicylic acid is not the translocated signal responsible for inducing systemic acquired resistance but is required in signal transduction. **Plant Cell**, Rockville, v. 6, p. 959–965, 1994.

VIJAYAN, P.; SHOCKEY, J.; LE´VESQUE, C.A.; COOK, R. J.; BROWSE, J. A role for jasmonate in pathogen defense of *Arabidopsis*. **Proc Natl Acad Sci USA**, Washington, v. 95, p. 7209–7214, 1998.

VICK, B.; ZIMMERMAN, D. Biosynthesis of jasmonic acid by several plant species. **Plant Physiology**, Minneapolis, v. 75, p. 458–461, 1984.

WALTERS, D.; NEWTON, A.; LYON, G. Induced Resistance for Plant Defence: A Sustainable Approach to Crop Protection. **Blackwell**, Oxford, v. 2, p. 1042–1050, 2007.

WALTON, D.C. Structure activity relationships of abscisic acid analogs and metabolites. In: . Addicott, F.T.(Ed.).**Absciscic Acid**.r. New York:Praeger, p. 113–146, 1983.

WANG, Y.H.; IRVING, H.R. Developing a model of plant hormone interactions. **Plant Signaling & Behavior**, Austin, v.6, n.4, p.494-500, 2011.

WARD, E.W.B.; CAHILL, D.M.; BHATTACHARYYA, M. Absciscic acid suppression of phenylalanine ammonia lyase activity and mRNA, and resistance of soybeans to *Phytophthora megasperma* f. sp. *Glycinea*. **Plant Physiology**, Minneapolis, v. 91, p. 23–27, 1994.

WAREING, P.F.; PHILLIPS, I.D.J. **Growth and differentiation in plants**. 3rd.ed. Oxford, England: Pergamon Press, 1981. 343p.

WASTERNAK, C. Jasmonates: an Update on Biosynthesis, Signal Transduction and Action in Plant Stress Response, Growth and Development. **Annual of Botany** New York, *In Press*. DOI:10.1093/aob/mcm, v.79, 2007.

WHENHAM, R.J.; FRASER R, S.S.; BROWN, L.P.; PAYNE, J.A. Tobacco mosaic virus-induced increase in abscisic acid concentration in tobacco leaves: intracellular location in light and darkgreen areas, and relationship to symptom development. **Planta** , Berlin, v. 168, p. 592–598, 1986

WILDMAN, W.E.; NEJA, R.A.; KASIMATIS, A.N. Improving Grape Yield and Quality with depth – controlled irrigation. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v.27, p.168-175, 1976.

WILDON, D.C.; DOHERTY, H.M.; EAGLES, G.; BOWLES, D.J.; THAIN, J.F. Systemic responses arising from localized heat stimuli in tomato plants. **Annual of Botany**, New York, v. 64, p. 691-695, 1989.

WILDON, D.C.; THAIN, J.F.; MINCHIN, P.E.H.; GUBB, I.R.; REILLY, A.J.; SKIPPER, Y.D.; DOHERTY, H.M.; O'DONNELL, P.J.; BOWLES, D.J; Electrical signaling and systemic proteinase inhibitor induction in the wounded plant. **Nature**, London, v. 360, p. 62–65, 1992.

WILLS, R.B.H.; McGLASSON, W.B.; GRAHAM, D.; JOYCE, D.C. **Postharvest**: an introduction to the physiology and handling of fruit, vegetables and ornamentals. 5th . ed. Wallingford: New South Wales University, 2007. 227p.

WILKINSON, S.; CORLETT, J.E.; OGER, L.; DAVIES, W.J. Effects of xylem pH on transpiration from wild-type and *flacca* tomato leaves. **Plant Physiology**, Minneapolis, v. 117, p. 703-709, 1998.

WIT, P.J.G.M. Vision & reflection (mimireview) – How plants recognized pathogens and defend themselves. **Cellular and Molecular Life Science**, Switzerland, v. 64, p. 2726 -2332, 2007.

YASUDA, M.; ISHIKAWA, A.; JIKUMARU, Y.; SEKI, M.; UMEZAWA, T.; ASAMI, T.; MARUYAMA- NAKASHITA, A.; KUDO, T.; SHINOZAKI, K.; YOSHIDA, S.; NAKASHITA, H. Antagonistic interaction between systemic acquired resistance and the abscisic acid– mediated abiotic stress response in Arabidopsis. **Plant Cell**, Rockville, v. 20. p. 1678–1692, 2008.

YOSHIKAWA, M.; TSUDA, M.; TAKEUCHI, Y. Resistance to fungal diseases in transgenic tobacco plants expressing the phytoalexin elicitor-releasing factor, b-1,3-endoglucanase, from soybean. **Naturwissenschaften**, Berlin, v. 80, p. 417–420, 1993.

YOSHIOKA, T.; ENDO, T.; SATO, H.S. Restoration of seed germination at supraoptimal temperatures by fluridone, an inhibitor of abscisic acid biosynthesis. **Plant Cell**, Rockville, v. 39, p. 307–312, 1998.

W, ZHANG.; M, A. ZUDOV.; L, N. PFEIFFER.; K, W. WEST. Resistance Oscillations in Two-Dimensional Electron Systems Induced by Both ac and dc Fields. **Physiological Reviews**, Bethesda, MD, v. 98, p. 40-43, 2007.

ZIMMERMANN, P.; HIRSCH-HOFFMANN, M.; HENNIG, L.; GRUISSEM, W. GENEVESTIGATOR - Arabidopsis microarray database and analysis toolbox. **Plant Physiology**, Minneapolis, v. 136, p. 2621–2632, 2004.