



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

**RESISTÊNCIA GENÉTICA E MÉTODOS ALTERNATIVOS DE  
CONTROLE DA BACTERIOSE DO MARACUJAZEIRO  
CAUSADA POR *Xanthomonas axonopodis*  
*pv. passiflorae***

**KEIZE PEREIRA JUNQUEIRA**

**2010**

**KEIZE PEREIRA JUNQUEIRA**

**RESISTÊNCIA GENÉTICA E MÉTODOS ALTERNATIVOS DE CONTROLE DA  
BACTERIOSE DO MARACUJAZEIRO CAUSADA POR *Xanthomonas axonopodis*  
*pv. passiflorae***

Tese apresentada à Universidade de Brasília como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitopatologia para obtenção do título de “Doutor”.

Orientador

Prof. Dr. Carlos Hidemi Uesugi

Co-orientador

Dr. Fábio Gelape Faleiro

BRASÍLIA  
DISTRITO FEDERAL - BRASIL  
2010

**KEIZE PEREIRA JUNQUEIRA**

**“RESISTÊNCIA GENÉTICA E MÉTODOS ALTERNATIVOS DE CONTROLE DA  
BACTERIOSE DO MARACUJAZEIRO CAUSADA POR *Xanthomonas axonopodis*  
*pv. passiflorae*”**

Tese apresentada à Universidade de Brasília como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitopatologia para obtenção do título de “Doutor”.

APROVADA em 16/06/2010.

Prof. Dr. Sergio Herminio Brommonschenkel (UFV)

Profa. Dra. Marisa Alvares da Silva Velloso Ferreira (UnB)

Prof. Dr. Sérgio Florentino Pascholati (ESALQ/USP)

Profa. Dra. Betânia Ferraz Quirino (UCB)

Prof. Dr. Carlos Hidemi Uesugi (UnB - Orientador)

BRASÍLIA  
DISTRITO FEDERAL – BRASIL

*Aos meus pais, Nilton e Rozania, e minhas irmãs, Livia e Tassiane, pela confiança e apoio. Ao Leandro, pela compreensão, incentivo e carinho*

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

À Universidade de Brasília e ao Departamento de Fitopatologia pela oportunidade de realização do curso.

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – CPAC, pela disponibilização de infra-estrutura no desenvolvimento científico deste trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Dr. Fábio Gelape Faleiro, pela orientação, pela amizade, incentivo durante toda a fase inicial da minha carreira profissional e por sempre ter confiado e acreditado em mim.

Ao Prof. Dr. Carlos Hidemi Uesugi, pela orientação, apoio, amizade e pelo preciso aprendizado.

Ao meu pai, Nilton Tadeu Vilela Junqueira, pelo incentivo e exemplo de profissionalismo e simplicidade.

Às grandes profissionais e amigas e Graciele e Erivanda, por toda a ajuda na condução dos experimentos.

Ao Leandro Nogueira Ramos, pela ajuda no desenvolvimento dos experimentos, pelo carinho, amor e apoio incondicional.

Ao Prof. Dr. Mário Lúcio Vilela Resende, pelas valiosas contribuições, pelo fornecimento de produtos e pela ajuda no planejamento experimental, a Ana Beatriz Zacaroni e Pedro Martins Ribeiro Júnior, ambos da Universidade Federal de Lavras, pela troca de experiências.

Ao Prof. Dr. João Bosco dos Santos, da Universidade Federal de Lavras, pela paciência e todos os ensinamentos.

Aos grandes amigos da Embrapa Cerrados Cristiane, Luciana, João, Dalvilmar, Kênia, Marcos, Filipe e Inês pela valiosa ajuda na execução dos experimentos e à Dra Marília, pela disponibilidade e ensinamentos.

Ao Marcelo Fideles, Alessandra Keiko e Hércules José de Oliveira, pela ajuda na coleta dos isolados de bactéria.

Aos amigos do curso de pós-graduação Anelise, Sílvia, Cris, Brugger, Reinaldinho, Terumi, Bruno, Paulo, Jaqueline, Léo, Mariana, pela amizade e companheirismo.

Aos amigos Ribamar, César e Arenildo, pela amizade e apoio durante o curso.

Às grandes amigas Giovana, Bia, Miriam, Marina e Karina, família que me foi permitido escolher, pela amizade incondicional, pelo carinho fraterno e ora materno.

Aos amigos do INCRA, César Aldrighi, pelo apoio e confiança, Sávio, Severo, Marlova, Orlando Afra, Ramon, Carla, Wilson e Maria Mota, pela amizade.

Aos amigos da Embrapa Transferência de Tecnologia, Dra. Soraya Barrios, Dr. Ronaldo Andrade, Dr. Raul Rosinha e Dr. Peres, pela confiança e apoio, Marinês, Ana Paula, Raquel, Dr. Lobo, Lígia, Kílvia, Polyana, Tácito, Lilian e Samuel, pela amizade e pelos momentos divertidos.

Aos professores e funcionários da UnB, pela amizade e colaboração.

Aos pesquisadores, laboratoristas e amigos da Embrapa Cerrados, que muito contribuíram para o meu crescimento profissional, científico e humano.

A todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

## SUMÁRIO

	Página
<b>RESUMO GERAL</b> .....	i
<b>GENERAL ABSTRACT</b> .....	iv
<b>INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	01
<b>OBJETIVO GERAL</b> .....	03
<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b> .....	03
<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	04
Referências Bibliográficas .....	33
<b>CAPÍTULO 1: CONFIRMAÇÃO DA HIBRIDAÇÃO INTERESPECÍFICA NO GÊNERO <i>Passiflora</i> POR MEIO DE MARCADORES RAPD</b> .....	50
Resumo.....	50
Abstract.....	51
Introdução .....	52
Material e Métodos.....	53
Resultados e Discussão .....	56
Conclusões .....	61
Referências Bibliográficas .....	62
<b>CAPÍTULO 2: REAÇÃO DE DEZ GENÓTIPOS, INCLUÍDO ESPÉCIES E HÍBRIDOS INTERESPECÍFICOS DE <i>Passiflora</i>, A OITO ISOLADOS DE <i>Xanthomonas axonopodis</i> pv. <i>passiflorae</i></b> .....	64
Resumo.....	64
Abstract.....	66
Introdução .....	71
Material e Métodos.....	66
Resultados e Discussão .....	71
Conclusões .....	75
Referências Bibliográficas .....	76
<b>CAPÍTULO 3: RESISTÊNCIA HORIZONTAL/VERTICAL E AGRESSIVIDADE NO PATOSSISTEMA <i>Passiflora</i> spp. X <i>X. axonopodis</i> pv. <i>Passiflorae</i></b> .....	78
Resumo.....	78
Abstract.....	79

Introdução .....	80
Material e Métodos.....	81
Resultados e Discussão .....	83
Conclusões .....	89
Referências Bibliográficas .....	91
<b>CAPÍTULO 4: INDUTORES DE RESISTÊNCIA, FERTILIZANTES FOLIARES E EXTRATOS VEGETAIS NO CONTROLE DA BACTERIOSE DO MARACUJAZEIRO EM CASA DE VEGETAÇÃO.....</b>	<b>96</b>
Resumo .....	96
Abstract.....	98
Introdução .....	100
Material e Métodos.....	101
Resultados e Discussão .....	106
Conclusões .....	122
Referências Bibliográficas .....	123
<b>CAPÍTULO 5: CONTROLE DE DOENÇAS, CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS DE FRUTOS E PRODUTIVIDADE DE PLANTAS DE MARACUJAZEIRO TRATADAS COM INDUTORES DE RESISTÊNCIA E FERTILIZANTES FOLIARES EM CONDIÇÕES DE CAMPO.....</b>	<b>126</b>
Resumo .....	126
Abstract.....	128
Introdução .....	130
Material e Métodos.....	131
Resultados e Discussão .....	136
Conclusões .....	153
Referências Bibliográficas .....	155
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>159</b>

## RESUMO GERAL

JUNQUEIRA, Keize Pereira. **Resistência genética e métodos alternativos de controle da bacteriose do maracujazeiro causada por *Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae***. 2010. 160 p. Tese (Doutorado em Fitopatologia) – Universidade de Brasília, Brasília, DF.

A bacteriose do maracujazeiro causada por *Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae* é uma doença de grande expressão econômica em todo o território nacional. Os métodos atuais de controle não oferecem resultados satisfatórios. Dessa forma, este trabalho teve como objetivo analisar fontes de resistência genética, o efeito de fertilizantes foliares e indutores de resistência no controle da bacteriose do maracujazeiro em campo e casa de vegetação e a influência destes produtos sobre as características físico-químicas de frutos e produtividade. Para tanto, o trabalho foi dividido em duas etapas: estudo da resistência genética e da resistência induzida. Inicialmente, confirmaram-se, por meio de marcadores moleculares, a natureza híbrida de 17 cruzamentos entre espécies de *Passiflora* indicando possibilidades do uso destas em programas de melhoramento. Os marcadores RAPD permitiram verificar a ocorrência ou não da fecundação cruzada no gênero *Passiflora*. Um segundo experimento foi conduzido com o objetivo de avaliar a reação de *P. caerulea*, *P. mucronata*, *P. vitifolia*, *P. gibertii*, *P. cerradense*, *P. edulis*, *P. caerulea* x *P. edulis*, *P. caerulea* x *P. mucronata*, *P. vitifolia* x *P. edulis* e *P. mucronata* x *P. edulis* a oito isolados de *X. axonopodis* pv. *passiflorae* procedentes de diferentes municípios do Sudeste, Centro-oeste, Norte e Nordeste do Brasil. Cada isolado foi inoculado mecanicamente em plantas com 90 dias e os sintomas foram avaliados aos 5, 10 e 15 dias após a inoculação, medindo-se o diâmetro transversal e longitudinal das necroses formadas em torno do orifício circular. Maiores valores de área abaixo da curva de progresso da lesão (AACPL) para a espécie *P. edulis* foram constatados quando se inoculou o isolado procedente de Piratininga-SP. Em relação aos isolados, em todas as procedências estudadas, com exceção de “Brasília-DF”, maiores valores de AACPL foram observados na espécie *P. edulis*. Em seguida, com o propósito de estudar os efeitos da resistência nos diferentes genótipos, inoculou-se cada isolado em plantas com idade de 90 dias, sendo as avaliações realizadas conforme o experimento anterior. Na análise dos dados, utilizou-se o modelo de dialelo parcial. A significância da Capacidade Específica de

Interação indicou a existência de resistência vertical em pelo menos um patossistema. O efeito significativo da resistência horizontal e da agressividade evidenciaram diferenças entre os materiais genéticos (espécies e híbridos interespecíficos) e também entre os isolados utilizados. Para estudar a resistência induzida, realizaram-se outros experimentos utilizando-se a cultivar BRS Gigante Amarelo. Em uma primeira etapa, avaliaram-se os efeitos de indutores de resistência, fertilizantes foliares e extratos vegetais no controle da bacteriose em casa de vegetação. Determinaram-se também o período de indução, as concentrações mais adequadas para a cultura do maracujazeiro, e o efeito in vitro desses produtos no crescimento da bactéria. Não houve crescimento bacteriano nos meios contendo fosetyl-Al, CPAC-GEG, CPAC-GE, Cuprozeb<sup>®</sup>, Agrimaicin<sup>®</sup>, Agro-mos<sup>®</sup> e fosfito de cobre. As aplicações dos produtos CPAC-GE, extrato de *P. gibertii*, ASM e CPAC-GEG antes da inoculação reduziram o tamanho das lesões provocadas pela bactéria em até 57,42%. O tratamento com o Agrimaicin<sup>®</sup> antes da inoculação proporcionou um dos menores níveis de controle da bacteriose em relação à testemunha (24,36 %). O gesso agrícola e CPAC-GE pulverizados aos 3 ou 6 dias antes da inoculação e o Agrimaicin<sup>®</sup> aos 3 ou 6 dias após a inoculação proporcionaram resultados semelhantes, indicando efeito indutor de resistência do gesso agrícola e CPAC-GE e efeito curativo do Agrimaicin<sup>®</sup>. As aplicações do fosfito de potássio, ASM e Agro-mos aos 6 dias antes da inoculação promoveram redução no tamanho das lesões. Em outro experimento, realizado em campo, com um clone da cv. BRS Gigante Amarelo, avaliou-se a severidade da bacteriose e de outras doenças comuns no maracujazeiro (antracnose, virose e verrugose) e determinaram-se a produtividade e as características físicas e químicas de frutos de plantas tratadas com aplicações quinzenais de indutores de resistência e fertilizantes foliares durante um ano. A menor incidência da bacteriose em folhas foi constatada quando se utilizou ASM e gesso agrícola. No ano seguinte, todos os tratamentos provocaram redução na incidência da bacteriose em relação à testemunha. Em relação à bacteriose em frutos, os produtos não diferiram estatisticamente entre si. Nenhum produto controlou a antracnose em frutos. Em relação à virose em frutos, o Cuprozeb<sup>®</sup> e o ASM não diferiram estatisticamente da testemunha enquanto os demais tratamentos foram eficazes no controle dessa doença. Para o controle da verrugose nos frutos, os produtos avaliados não diferiram estatisticamente entre si. Frutos com maior massa fresca foram obtidos com aplicações de gesso agrícola (236,83g), fosetyl-Al (233,79g), fosfito de potássio (230,64g), Agro-mos<sup>®</sup> (221,15g), CPAC-GE (234,10g) e Cuprozeb<sup>®</sup> (194,12g). O maior valor para peso da polpa foi

observado no tratamento com Agro-mos<sup>®</sup> (72,80g). Não houve diferenças significativas entre tratamentos para diâmetro longitudinal e espessura de casca. Quanto às características químicas, com exceção do Cuprozeb<sup>®</sup>, todos os produtos testados proporcionaram incremento no teor de sólidos solúveis dos frutos. A maior acidez total titulável (ácido cítrico) foi obtida nos frutos cujas plantas foram tratadas com Cuprozeb<sup>®</sup>, gesso agrícola, Agro-mos<sup>®</sup>, fosetyl-Al e ASM. Maiores quantidades de frutos por planta foram obtidas com aplicações de fosfito de potássio (162,38), seguido pelo gesso agrícola (111,13), sendo que este último não diferiu estatisticamente do CPAC-GE (102,50 frutos) e do fosetyl-Al (74,88 frutos). As maiores produtividades (kg/ha), considerando 1600 plantas/ha, foram alcançadas com fosfito de potássio (40,19 t/ha), seguido pelo gesso agrícola (30,48 t/ha) e CPAC-GE (29,04 t/ha). Assim, indutores de resistência e fertilizantes foliares, como o fosfito de potássio e gesso agrícola podem ser produtos alternativos eficazes no controle de doenças do maracujazeiro, exceto para a antracnose. Esses produtos também podem contribuir para aumentar a produtividade e melhorar a qualidade dos frutos.

**Palavras-chave:** maracujazeiro-azedo, melhoramento genético, controle alternativo, fertilizantes foliares, resistência sistêmica adquirida, indução de resistência.

---

Comitê Orientador: Carlos Hidemi Uesugi - UnB (Orientador), Fábio Gelape Faleiro – Embrapa Cerrados (Co-orientador).

## GENERAL ABSTRACT

JUNQUEIRA, Keize Pereira. **Genetic resistance and alternative control of bacterial disease caused by *Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae* on passion fruit.** Brasília: UnB, 2010. 160 p. Thesis (Ph.D. in Plant Pathology) - University of Brasília, Brasília, DF. 2010.

The bacterial disease of passion fruit caused by *Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae* is a disease with a high economic expression throughout the national territory. Current control methods do not provide satisfactory results. Thus, this study aimed to analyze sources of genetic resistance, the effect of foliar fertilizers and resistance inducers to control the bacterial disease of passion fruits under field and greenhouse conditions and the influence of these products on the physical-chemical characteristics of fruits and yield. The work was divided into two stages: a study of genetic resistance and induced resistance. Initially, it was confirmed by molecular markers, the origin of interspecific hybrids from 17 crosses between species of *Passiflora* indicating the possibility of the use of these in breeding programs. The RAPD markers were effective to verify the presence or absence of outcrossing in the genus *Passiflora*. A second experiment was carried out to evaluate the reaction of *P. caerulea*, *P. mucronata*, *P. vitifolia*, *P. gibertii*, *P. cerradense*, *P. edulis*, *P. caerulea* x *P. edulis*, *P. caerulea* x *P. mucronata*, *P. vitifolia* x *P. edulis* and *P. mucronata* x *P. edulis* to eight strains of *X. axonopodis* pv. *passiflorae* from different area of the Southeast, Midwest, North and Northeast of Brazil. Each isolate was inoculated on hurted leaves of 90 day old plants and symptoms were evaluated at the 5<sup>th</sup>, 10<sup>th</sup> and 15<sup>th</sup> days after inoculation, by measuring the transverse and longitudinal diameter of necrosis formed around the circular hole. Higher area under the progress curve of the lesion (AUPCL) for the species *P. edulis* were observed when the bacterial isolate from Piratininga-SP was inoculated. Regarding the isolates from all origins studied, except for "Brasilia-DF," higher AUPCL values were observed for the species *P. edulis*. Then, with the purpose of studying the effects of resistance in different genotypes, each isolate was inoculated on 90 day old plants, and the evaluations were performed according to the above experiment. In the data analysis, it was used the partial diallel model. The significance of the Specific Interaction Capacity indicated the existence of vertical resistance in at least one pathosystem. The significant effect of horizontal

resistance and aggressiveness showed differences among the genotypes (species and interspecific hybrids) and also among the isolates used. To study the induced resistance, experiments using the BRS Gigante Amarelo cultivar were performed. Initially, the effects of resistance inducers, foliar fertilizers and plant extracts in the control of the bacterial disease in greenhouse were evaluated. The induction period, the most suitable product concentrations for using on passion fruit and *in vitro* effect of these products on development of bacterial colonies also were determined. There was no bacterial growth in the media containing fosetyl-Al, CPAC- GEG, CPAC-GE, Cuprozeb<sup>®</sup>, Agrimaicin<sup>®</sup>, Agro-mos<sup>®</sup> and copper phosphite. The applications of the products CPAC-GE, extract of *P. gibertii*, ASM and CPAC-GEG before the inoculation reduced the size of the lesions caused by the bacteria up to 57.42%. Treatment with Agrimaicin<sup>®</sup>, before the inoculation provided one of the lowest levels of bacterial control compared to the control (24.36%). The gypsum and the CPAC-GE sprayed at the 3<sup>rd</sup> or the 6<sup>th</sup> days before the inoculation and Agrimaicin<sup>®</sup> at the 3<sup>rd</sup> or the 6<sup>th</sup> days after inoculation provided similar results, indicating an inducing effect of resistance of the gypsum and the CPAC-GE and a curative effect of the Agrimaicin<sup>®</sup>. The applications of potassium phosphite, ASM and Agro-mos<sup>®</sup> at the 6<sup>th</sup> day before the inoculation caused a reduction in the lesions size. In another experiment, carried out in the field with a clone of the BRS Gigante Amarelo cultivar, were evaluated the severity of the bacterial disease and other common diseases on passion fruit plants (anthracnose, scab and viral disease) and it was determined the productivity and the physical and chemical characteristics of fruits of plants treated biweekly with the resistance inducers and foliar fertilizer for one year were determined. The lowest incidence of bacterial disease on leaves was observed when using ASM and gypsum. In the following year, all treatments caused reduction in the incidence of bacterial disease compared to the control. Regarding bacterial disease in fruits, the products did not differ statistically. No product controlled the anthracnose on fruits. Regarding virus in fruits, Cuprozeb<sup>®</sup> and ASM did not differ statistically from the control while the other treatments were effective in controlling this disease. For the control of scab on fruits, the sprayed products did not differ statistically. Fruits with higher fresh weight were obtained with applications of gypsum (236.83 g), fosetyl-Al (233.79 g), potassium phosphite (230.64 g), Agro-mos<sup>®</sup> (221.15 g), CPAC-GE (234.10 g) and Cuprozeb<sup>®</sup> (194.12 g). The highest value of pulp weight was observed in the treatment with Agro-mos<sup>®</sup> (72.80 g). There were no significant differences among treatments for longitudinal diameter and bark thickness. For chemical characteristics, except for Cuprozeb<sup>®</sup>, all

products tested provided an increase in fruit soluble solids. The highest total titrable acidity (citric acid) was obtained in the fruits which the plants were treated with Cuprozeb<sup>®</sup>, gypsum, Agromos<sup>®</sup>, fosetyl-Al and ASM. Larger amounts of fruits per plant were obtained with applications of potassium phosphite (162.38), followed by gypsum (111.13), and the last did not differ statistically from the CPAC-GE (102.50 fruits) and the fosetyl -Al (74.88 fruits). The highest yield (kg / ha), considering 1600 plants / ha was achieved with potassium phosphite (40.19 t / ha), followed by gypsum (30.48 t / ha) and CPAC-GE (29.04 t / ha). Thus, resistance inducers and foliar fertilizers such as potassium phosphite and gypsum may be effective as alternative products to control of passion fruit diseases, except anthracnose. They can also to contribute to increasing yield of passion fruit plantations and improve the fruit quality.

**Keywords:** sour passion fruit, genetic breeding, alternative control, foliar fertilizers, systemic acquired resistance, induced resistance.

---

Guidance Committee: Carlos Hidemi Uesugi - UnB (Advisor), Fábio Gelape Faleiro – Embrapa Cerrados (Co-advisor).

## INTRODUÇÃO GERAL

A família *Passifloraceae* é amplamente distribuída nos trópicos e regiões temperadas quentes e é composta de mais de 500 espécies, das quais aproximadamente 130 ocorrem no Brasil (Bernacci et al., 2005), podendo ser utilizadas como alimento, remédios e ornamento. Cerca de 70 espécies produzem frutos comestíveis (Cunha et al., 2002).

O cultivo do maracujazeiro em escala comercial teve início no começo da década de 1970, com a espécie *Passiflora edulis* Sims., também conhecida como maracujá azedo. A espécie *P. alata* Curtis, o maracujá doce, também vem sendo cultivada e comercializada como “fruto de mesa”, ou seja, para consumo *in natura*.

A cultura do maracujazeiro enfrenta muitos problemas fitossanitários, como doenças causadas por fungos, vírus, bactérias e nematóides. A bacteriose do maracujazeiro ou mancha-oleosa é uma das mais severas, dada a dificuldade de controle e a falta de opções de produtos químicos economicamente viáveis e menos agressivos ao meio ambiente. Dessa forma, há grande necessidade de pesquisas que visem o desenvolvimento de variedades resistentes ou de novos métodos alternativos de controle da doença.

A *Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*, agente causal da bacteriose do maracujazeiro, é patógeno específico do gênero *Passiflora* (Liberato, 2002). A doença ataca a parte aérea da planta e se torna mais severa em condições de altas temperaturas e umidade elevada. Os sintomas foliares iniciam-se no limbo e a infecção pode avançar através das nervuras, evoluindo para o pecíolo, até atingir os vasos dos caules mais finos, o que provoca caneluras longitudinais e a seca dos órgãos. Consequentemente ocorre intensa queda de folhas e a morte prematura da planta. A bactéria é introduzida no pomar por meio de mudas infectadas e se dissemina pela água da chuva e pelos instrumentos de poda e de colheita (Santos Filho et al., 2004; Kimati et al., 2005).

Diversas espécies silvestres de *Passiflora* foram relatadas como resistentes ou tolerantes à bacteriose, dentre elas *P. actinia*, *P. odontophylla*, *P. serrato-digitata*, *P. gibertii*, *P. caerulea*, *P. morifolia*, *P. mucronata*, *P. tenuifila* e alguns acessos de *P. edulis* e *P. nitida*, que vêm se comportando como resistentes aos isolados do Distrito Federal (Junqueira et al., 2005). As hibridações interespecíficas com *P. edulis* podem ser, portanto, boas alternativas.

Outra forma alternativa de controle da bacteriose do maracujazeiro é o uso de indutores de resistência, tendo em vista que aplicações de defensivos químicos nem sempre oferecem

resultados satisfatórios para o controle da doença e podem contaminar o ambiente, afetar a saúde dos aplicadores, induzir o aparecimento de isolados resistentes do patógeno e, ainda, deixar resíduos nos frutos (Brasil, 2006).

A indução de resistência está relacionada aos mecanismos de defesa pós-formados, ou seja, que são desencadeados após algum estímulo. Este método envolve a ativação de mecanismos de resistência latentes nas plantas em resposta a tratamentos com agentes bióticos ou abióticos. A “resistência sistêmica adquirida” promove uma série de alterações bioquímicas e estruturais na planta e é dependente do intervalo de tempo entre o tratamento indutor e a subsequente inoculação. Outros aspectos interessantes sobre a indução de resistência dizem respeito à ausência de especificidade, devido ao amplo espectro de fitopatógenos contra os quais a planta é protegida, incluindo fungos, bactérias, vírus e nematóides, sendo persistente por dias, semanas e até meses. Os indutores geralmente não apresentam atividade direta antimicrobiana e devem ser utilizados como componentes de um programa integrado.

Diversos produtos contendo moléculas indutoras ou análogas já foram desenvolvidos e estão sendo estudados. A maioria dos trabalhos científicos publicados confirma o efeito dos indutores como redutores da incidência e severidade das doenças, apesar de muitas vezes haver comprometimento da produtividade agrícola. É importante ressaltar também que, em doses elevadas, os indutores podem causar efeito fitotóxico. Outra limitação ao uso dos indutores ainda é o alto custo dos produtos à base de moléculas sintéticas. Pesquisas vêm sendo realizadas com a finalidade de descobrir novos produtos com ação indutora a baixo custo. Produtos naturais de origem mineral, como o gesso agrícola, têm se mostrado promissores (Quezado-Duval et al., 2005; Junqueira et al., 2005).

Dessa forma, objetivou-se, com o presente trabalho, avaliar recursos genéticos de *Passiflora* para a resistência a bacteriose, efeitos da resistência vertical e horizontal, bem como verificar o efeito de indutores de resistência e fertilizantes foliares no controle da bacteriose do maracujazeiro em campo e casa de vegetação, e analisar a influência destes produtos sobre as características físico-químicas de frutos e produtividade.

## OBJETIVO GERAL

Avaliar a resistência genética e induzida de espécies silvestres, comerciais e híbridos interespecíficos de *Passiflora* à bacteriose causada por *Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Confirmar a natureza híbrida de supostos híbridos interespecíficos no gênero *Passiflora*, utilizando-se de marcadores RAPD;
- Avaliar a reação de dez espécies e híbridos de *Passiflora* a oito isolados de *X. axonopodis* pv. *passiflorae*;
- Estudar os efeitos da resistência horizontal/vertical e da agressividade no patossistema *Passiflora* sp. x *X. axonopodis* pv. *passiflorae*;
- Avaliar o efeito de indutores de resistência, fertilizantes foliares e extratos vegetais para o controle da bacteriose do maracujazeiro em casa de vegetação, o período de indução e concentrações mais adequadas para a cultura do maracujazeiro, além do efeito *in vitro* desses produtos no crescimento de *Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*;
- Determinar a produtividade, as características físico-químicas dos frutos e avaliar a severidade de bacteriose, virose, antracnose e verrugose em frutos de plantas de maracujazeiro-azedo tratadas com diferentes indutores de resistência e fertilizantes foliares.

## REFERENCIAL TEÓRICO

### **Evolução da cultura e produção do maracujá no Brasil**

Frutífera típica da Região Centro-Norte do Brasil, até meados de 1960, o maracujá era cultivado apenas nos quintais das residências, não havendo plantios comerciais (Martins, 2006). Os primeiros cultivos surgiram na década de 1970, e a produção, em torno de 1.444 t/ano, era suficiente apenas para atender às necessidades da família e do pequeno mercado regional (Araújo, 1978).

O censo de 1970 registrou uma produção, no Brasil, da ordem de 39.316 toneladas de maracujá, correspondente a um aumento na ordem de 2.62 % em relação ao censo de 1960. Tais índices permitem verificar que, no período de 1960 a 1970, a cultura do maracujazeiro passou a assumir importância econômica, fato que, provavelmente, representou o início de sua exploração para fins industriais (Araújo, 1978).

Naquela época, havia poucas informações a respeito da cultura. O grande interesse e as perspectivas de mercado incentivaram o início das pesquisas no Brasil e foram realizados os primeiros simpósios sobre a passicultura: I, II, III, IV e V Simpósio sobre a Cultura do Maracujazeiro, realizados, respectivamente, no IAC, em 1974; na UNESP, Jaboticabal, em 1977; UESB, Vitória da Conquista, em 1991 e 1994, e UNESP, Jaboticabal, em 1998 (Ruggiero, 2000).

A partir de 1998, foi instituída a realização da Reunião Técnica de Pesquisas em Maracujazeiro (RTPM), tendo, até 2005, sido realizadas quatro reuniões, respectivamente, na Embrapa Mandioca e Fruticultura, em Cruz das Almas, BA; IAPAR, em Londrina, PR; UFV, em Viçosa, MG, e Embrapa Cerrados, em Planaltina, DF (Faleiro & Sousa, 2005). As ações de pesquisa e desenvolvimento tiveram e continuam tendo uma grande importância para a extensão e sustentabilidade da cadeia produtiva do maracujá (Faleiro et al., 2008).

Desde 1995, o Brasil vem se destacando como o maior produtor mundial de maracujá, apresentando, naquele ano, área colhida de 38.522 hectares e produção na ordem de 405.535 toneladas (Agrianual, 2006; Meletti, 2000). Em 2007, a área total colhida no Brasil foi de 46.866 hectares, com produção anual de 664.286 toneladas. A produção nacional estava distribuída, por região, em 2007, na seguinte ordem: Nordeste: 30.765 ha de área colhida e produção de 421.437 t; Sudeste: 8.044 ha de área colhida e produção de 156.956 t; Norte: 5.145 ha de área colhida e

produção de 49.371 t; Centro-Oeste: 1.821 ha de área colhida e produção de 22.051 t e Sul: 1.091 ha de área colhida e produção de 14.471 t. Os estados que se destacaram como os cinco maiores produtores, em 2007, foram: Bahia (229.876 t), Ceará (116.026 t), Espírito Santo (80.482 t), Sergipe (44.782 t), e Minas Gerais (38.987 t) (Agrianual, 2009).

Os maiores produtores mundiais são Brasil, Equador, Colômbia, Peru, África do Sul, Austrália, Nova Zelândia, Estados Unidos (Havaí), Papua Nova Guiné, Ilhas Fiji, Formosa e Quênia que, juntos, são responsáveis por 80% a 90% da produção total (Manica & Oliveira Jr., 2005).

### **O gênero *Passiflora***

O termo “maracujá” é uma denominação indígena, de origem Tupi, que significa “alimento em forma de cuia”. Os maracujás pertencem à família *Passifloraceae* e também são conhecidos como frutos-da-paixão, nome popular pouco usual no Brasil, que tem origem na correlação da morfologia da flor com os símbolos da Paixão de Cristo (Souza & Meletti, 1997). Tal correlação foi explicada por Frei Vicente (Hoehne, 1937), referindo-se, inicialmente, aos três estiletos/estigmas, que representariam a Santíssima Trindade ou os três cravos utilizados na crucificação de Jesus Cristo. Frei Vicente também fez referência aos cinco filetes/estames, representando as cinco chagas e à corona/verticilos, representando a coroa de espinhos de Jesus Cristo.

O gênero *Passiflora* é originário da América do Sul e tem no centro-norte do Brasil seu maior centro de distribuição geográfica (Leitão Filho & Aranha, 1974). Há mais de 580 espécies de *Passifloraceae*, a maioria habitante da América Tropical e muitas nativas do Brasil. Nessa família, o gênero *Passiflora* possui cerca de 400 espécies, sendo o mais expressivo. Muitas dessas espécies possuem propriedades alimentícias, ornamentais ou medicinais, várias notadamente apreciadas pela qualidade de seus frutos (Souza & Meletti, 1997).

O valor ornamental é conferido pelas belas flores, que exercem atração pelo seu tamanho, exuberância das cores e originalidade das formas. Segundo Peixoto (2005), a cultura do maracujazeiro apresenta boas perspectivas em relação à exploração do seu potencial paisagístico. Os frutos, além de consumidos *in natura*, são usados comercialmente na elaboração de sucos, doces, refrescos e sorvetes. O uso medicinal, bastante difundido, baseia-se nas propriedades

calmantes da passiflorina, um sedativo natural encontrado nos frutos e folhas (Souza & Meletti, 1997), nas propriedades como vermífugo e febrífugo e também nos efeitos diuréticos, antiblenorrágicos, hipnóticos e abortivos para o gado (Oliveira, 1987). Entretanto, a grande maioria das espécies do gênero *Passiflora* ainda não foi estudada quanto às propriedades medicinais e funcionais (Costa & Tupinambá, 2005).

Há grande variabilidade genética a ser explorada dentro do gênero *Passiflora* (Bernacci et al., 2005), visto serem observadas variações no florescimento, produtividade, resistência a pragas e doenças, tolerância ao frio e características de fruto (Meletti et al., 1992). Estas plantas poderiam ser submetidas ao melhoramento genético, vindo também a constituir novas fontes de alimentos (Pereira, 1998). Dessa forma, Oliveira & Ruggiero (2005) ressaltam que é de grande importância a intensificação das pesquisas visando ao maior conhecimento do germoplasma do maracujazeiro silvestre.

### **Espécies silvestres no melhoramento do maracujá comercial**

#### a) Métodos de melhoramento em *Passiflora*

Por ser uma cultura com domesticação recente, o maracujazeiro ainda possui grande variabilidade genética natural para as diversas características da planta e do fruto. Devido ao fato de ser uma planta alógama, vários são os métodos de melhoramento aplicados a essa cultura. Os métodos de melhoramento de plantas alógamas baseiam-se, principalmente, no aumento da frequência de genes favoráveis ou na exploração do vigor híbrido (Meletti & Bruckner, 2001).

O Brasil, por ser um dos centros de origem do maracujá, possui ampla variabilidade genética, que é o ponto de partida para qualquer programa de melhoramento genético de uma espécie. A caracterização e a avaliação das espécies de interesse são ferramentas indispensáveis aos trabalhos de fitomelhoramento. A pesquisa sobre as espécies de *Passiflora* é incipiente e a grande maioria refere-se ao manejo da cultura, tratando somente daquelas espécies de importância comercial (Ganga et al., 2004). Estudos de melhoramento genético, normalmente, visam ao desenvolvimento de cultivares superiores, principalmente com relação a caracteres de interesse agrônômico, e tendem a utilizar a hibridação intraespecífica para a transferência de genes de interesse (Bruckner, 1997).

Segundo Oliveira & Ferreira (1991), os métodos de melhoramento mais utilizados para proporcionar elevados ganhos de qualidade com a seleção individual de plantas, de forma isolada ou em conjunto, são: introdução de plantas, seleção massal, seleção massal com teste de progênie, seleção de clones, hibridações interespecíficas e intervarietais e seleção recorrente.

A utilização da variabilidade genética existente nas populações de maracujazeiro permite a identificação de genótipos superiores para os fins específicos. No entanto, Meletti (2002) chama a atenção para o fato de que a seleção visando apenas determinadas características pode induzir a perdas de outras também importantes para a cultura, como a resistência a determinadas doenças.

A seleção massal é eficiente para caracteres como produção, formato do fruto, teor de suco, teor de sólidos solúveis e vigor vegetativo (Oliveira, 1980).

A seleção com teste de progênes de irmãos completos ou de meios-irmãos obtidos a partir de cruzamentos inter e intraespecíficos pode ser eficiente no processo de seleção do maracujazeiro, uma vez que apenas um fruto pode gerar mais de 100 indivíduos geneticamente heterogêneos. Junqueira et al. (2004b) propõe que a propagação das matrizes selecionadas seja feita por métodos assexuados (enxertia ou estaquia).

Segundo Oliveira & Ruggiero (1998), *P. nitida*, *P. incarnata*, *P. cincinnata*, *P. gibertii*, *P. setacea*, *P. alata*, *P. laurifolia*, *P. serrato-digitata* e *P. coccinea* são espécies vigorosas e apresentam ampla adaptação, além de possuírem características de resistência a doenças, o que as torna promissoras para o uso no melhoramento genético. Também foi relatada a alta longevidade de frutos das espécies *P. nitida* e *P. setacea* em campo.

Menezes (1990) e Menezes et al. (1994) também relatam que muitas espécies do gênero *Passifora* apresentam potencial para a utilização em programas de melhoramento que incluam hibridação interespecífica em virtude de rusticidade e resistência a vários patógenos e pragas do maracujazeiro. Os índices de cruzabilidade entre as espécies, verificados por Junqueira et al. (2005), encontram-se na Tabela 1.

**TABELA 1.** Índice de compatibilidade genética (CG) entre diferentes espécies e híbridos artificiais de maracujazeiro, incluindo *P. edulis* comercial. Fonte: Junqueira et al. (2005).

Cruzamentos	Nº. de flores cruzadas	Frutos vingados	CG (%)
<i>Passiflora edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> x <i>P. coccínea</i>	53	42	79,2
F1 <sub>E-CO</sub> ( <i>P. edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> x <i>P. coccínea</i> ) x <i>P. edulis</i> f. <i>flavicarpa</i>	36	28	77,8
<i>P. edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> x <i>P. setacea</i>	63	54	85,7
F1 <sub>E-S</sub> ( <i>P. edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> x <i>P. setacea</i> ) x <i>P. edulis</i> f. <i>flavicarpa</i>	58	51	87,9
RC1 <sub>E-S</sub> x <i>P. edulis</i> f. <i>flavicarpa</i>	42	38	90,5
RC2 <sub>E-S</sub> x <i>P. edulis</i> f. <i>flavicarpa</i>	60	52	86,7
RC3 <sub>E-S</sub> x <i>P. edulis</i> f. <i>flavicarpa</i>	22	16	72,7
<i>P. coccínea</i> x <i>P. setacea</i>	36	36	100,0
F1 <sub>CO-S</sub> ( <i>P. coccínea</i> x <i>P. setacea</i> ) x <i>P. edulis</i> f. <i>flavicarpa</i>	42	25	59,5
<i>P. edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> x <i>P. caerulea</i>	35	3	8,6
F1 <sub>CE-E</sub> ( <i>P. caerulea</i> x <i>P. edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> ) x <i>P. edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> = RC1 <sub>CE-E</sub>	8	4*	50,0*
RC1 <sub>CE-E</sub> [( <i>P. caerulea</i> x <i>P. edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> ) x <i>P. edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> ] x <i>P. edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> = RC2 <sub>CE-E</sub>	12	8*	66,0*
<i>P. caerulea</i> x <i>P. edulis</i> f. <i>flavicarpa</i>	65	0*	0*
<i>P. edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> x <i>P. tenuifila</i>	41	0	0,00
<i>P. glandulosa</i> x <i>P. edulis</i> f. <i>flavicarpa</i>	3	3	100,0
<i>P. glandulosa</i> x <i>P. sidaefolia</i>	2	2	100,0
<i>P. sidiifolia</i> x <i>P. actínia</i>	10	8	80,0
<i>P. mucronata</i> x <i>P. alata</i>	5	5	100,00
<i>P. mucronata</i> x <i>P. edulis</i> f. <i>flavicarpa</i>	4	2	50,00
<i>P. galbana</i> x <i>P. alata</i>	2	2	100,0
<i>P. coccínea</i> x <i>P. actínia</i>	10	6	60,0
<i>P. edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> x <i>P. actínia</i>	12	0	0
<i>P. eichleriana</i> x <i>P. gibertii</i>	15	8	52,0
<i>P. galbana</i> x <i>P. actínia</i>	2	2	100,0
<i>P. mucronata</i> x <i>P. coccínea</i>	10	3	30,0
<i>P. edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> (cv MSC) x <i>P. edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> (cv Rubi)	38	29	76,3
F1 <sub>E-CE</sub> ( <i>P. edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> x <i>P. caerulea</i> ) x <i>P. edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> = RC1 <sub>E-CE</sub>	17	13	76,4
RC1 <sub>E-CE</sub> [F1 ( <i>P. edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> x <i>P. caerulea</i> ) x <i>P. edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> ] x <i>P. edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> = RC2 <sub>E-CE</sub>	8	8	100,00

\* Estes cruzamentos geram frutos sem sementes ou raramente com uma ou duas sementes férteis.

Muitos exemplares dessas espécies de potencial encontram-se em Bancos de Germoplasma, fato permite manter e garantir a disponibilidade de materiais essenciais aos programas de melhoramento genético (Goedert, 2007). Um BAG tem um papel fundamental na preservação da variabilidade genética, sendo fundamental a manutenção de acessos que possam ser efetivamente utilizados em programas de melhoramento. O Brasil, segundo Ferreira (2005), é o país que possui o maior número de acessos mantidos em BAG. Em 2004, eram 391 acessos mantidos, seguidos por 370 acessos mantidos no Equador e 174 no Peru. No Brasil, em 2005, havia 599 acessos de *Passiflora* mantidos em BAG, segundo relatado por Ferreira (2005) (Tabela 2).

**TABELA 2.** Número de acessos por espécies nas coleções de germoplasma de *Passiflora* no Brasil (2005). Adaptado de Ferreira (2005).

Espécie	CNPMF	UNESP	IAPAR	IAC	CPAC	ESALQ	UENF	UFRJ	Total
<i>P. actínia</i>	-	-	1	4	2	-	-	-	7
<i>P. alata</i>	3	3	13	8	18	19	-	1	65
<i>P. ambigua</i>	-	-	-	1	-	-	-	-	1
<i>P. amethystina</i>	1	-	1	2	2	14	-	-	20
<i>P. auriculata</i>	-	-	-	1	-	-	-	-	1
<i>P. bahiensis</i>	-	-	-	1	-	-	-	-	1
<i>P. biflora</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>P. caerulea</i>	-	1	2	3	2	13	1	1	23
<i>P. capsularis</i>	-	2	1	-	1	-	-	-	4
<i>P. cerasina</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>P. cerradense</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>P. cincinnata</i>	3	5	1	2	1	7	1	1	21
<i>P. coccinea</i>	1	2	1	2	4	-	1	-	11
<i>P. coriacea</i>	-	-	-	1	-	4	-	-	5
<i>P. edulis</i> (roxo)	4	2	2	20	2	-	1	-	31
<i>P. edulis</i> (amarelo)	15	4	30	20	12	-	2	1	84
<i>P. eichleriana</i>	-	1	-	-	-	-	-	-	1
<i>P. foetida</i>	1	1	1	4	2	5	1	1	16
<i>P. galbana</i>	1	-	-	-	1	-	2	-	4
<i>P. gardneri</i>	1	-	-	1	-	-	-	-	2
<i>P. gibertii</i>	2	1	2	2	1	8	2	1	19
<i>P. glandulosa</i>	-	-	-	-	1	-	-	-	1
<i>P. haematostigma</i>	-	-	-	-	1	-	-	-	1
<i>P. hypoglauca</i>	-	-	-	-	1	-	-	-	1
<i>P. incarnata</i>	-	1	-	-	1	-	-	-	2
<i>P. laurifolia</i>	1	2	1	3	2	2	1	-	12
<i>P. leptoclada</i>	-	1	-	-	-	-	-	-	1

**TABELA 2.** Continuação.

<i>P. ligularis</i>	1	-	1	1	-	-	-	-	3
<i>P. loefgrenii</i>	-	-	-	2	-	-	-	-	2
<i>P. malacophylla</i>	-	-	-	1	-	-	1	-	2
<i>P. maliformis</i>	-	-	1	-	-	7	-	-	8
<i>P. mansoi</i>	-	-	-	-	1	-	-	-	1
<i>P. micropetala</i>	1	2	-	1	-	-	-	-	4
<i>P. miersii</i>	-	-	-	-	1	2	-	-	3
<i>P. misera</i>	-	-	-	1	-	-	2	-	3
<i>P. morifolia</i>	1	1	-	1	1	4	1	-	9
<i>P. mucronata</i>	1	-	-	3	4	-	2	-	10
<i>P. nítida</i>	-	1	1	3	18	-	1	-	24
<i>P. odontophylla</i>	-	-	-	-	1	-	-	-	1
<i>P. palmeri</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>P. pentagona</i>	1	-	-	-	-	-	1	-	2
<i>P. picturata</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>P. pilosa</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>P. pilosicorona</i>	-	-	-	-	1	-	-	-	1
<i>P. platyloba</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>P. pohlii</i>	1	-	-	2	-	7	-	-	10
<i>P. quadrangularis</i>	-	-	1	-	2	-	-	-	3
<i>P. rubra</i>	1	-	-	2	-	-	-	-	1
<i>P. serrato-digitata</i>	-	-	1	-	1	-	-	-	2
<i>P. setacea</i>	1	2	2	2	3	-	-	-	10
<i>P. setulosa</i>	-	-	-	-	1	-	-	-	1
<i>P. sidifolia</i>	-	-	-	2	1	-	-	-	3
<i>P. speciosa</i>	-	-	-	-	2	-	-	-	2
<i>P. suberosa</i>	1	2	2	2	1	31	-	-	39
<i>P. subrotunda</i>	1	1	-	1	2	-	-	-	5
<i>P. tenuiflora</i>	1	-	-	2	1	-	-	-	4
<i>P. tricuspis</i>	1	1	-	2	1	-	-	-	5
<i>P. triloba</i>	-	-	-	1	-	-	-	-	1
<i>P. tripartita</i>	1	-	1	-	-	1	-	-	3
<i>P. vespertilio</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>P. vilosa</i>	-	-	-	-	2	-	-	-	2
<i>P. vitifolia</i>	1	-	-	1	-	-	-	-	2
<i>P. watsoniana</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Passiflora</i> spp.	24	1	10	5	46	-	-	2	88
<b>Total: 63 espécies</b>	<b>80</b>	<b>37</b>	<b>76</b>	<b>108</b>	<b>145</b>	<b>124</b>	<b>20</b>	<b>9</b>	<b>599</b>

Conforme citado por Ferreira (2005), o acervo de germoplasma de *Passiflora* mantido no Brasil consta de 67 espécies, sendo os acessos distribuídos em oito coleções. Destas, a coleção da Embrapa Cerrados (CPAC) apresenta o maior número de acessos, incluindo híbridos do programa de melhoramento. Esta coleção, a da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical (CNPMPF) e a do

Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo (IAC) são as que apresentavam, em 2005, maior número de espécies, respectivamente 36, 34 e 33. Segundo o autor, no Brasil estão as maiores e melhores coleções de germoplasma de *Passiflora* do mundo. Tal fato também favorece consideravelmente o uso de germoplasma silvestre nos programas de melhoramento.

b) Uso de marcadores moleculares no melhoramento genético de *Passiflora*

Marcadores moleculares do DNA têm sido utilizados como uma ferramenta auxiliar nas diferentes etapas do melhoramento genético, desde a caracterização do germoplasma até as etapas finais de seleção de plantas melhoradas (Ferreira & Grattapaglia, 1998; Faleiro, 2007).

Nos últimos anos, com o desenvolvimento da biotecnologia, diversas técnicas de marcadores moleculares têm permitido avaliar, com precisão, as variações genéticas presentes no DNA de um determinado organismo. Entre os marcadores moleculares mais usados atualmente estão o RAPD (*Random Amplified Polymorphic DNA*) ou polimorfismo do DNA amplificado ao acaso, o SSR (*Single Sequence Repeat*) ou polimorfismo de microssatélite (pequenas seqüências com um a quatro nucleotídeos de comprimento repetidas em tandem) e o AFLP (*Amplified Fragment Length Polymorphism*) ou polimorfismo de comprimento de fragmentos de restrição amplificados.

O RAPD, por ser uma técnica mais simples e relativamente mais barata, tem sido intensamente utilizado por diversos laboratórios, para diferentes culturas e as mais variadas finalidades. Os marcadores SSR, oferecem maior conteúdo de informação de polimorfismo por loco, devido à expressão co-dominante e ao multialelismo, em relação ao RAPD, que tem comportamento dominante, detectando apenas um alelo por loco. Entretanto, sua utilização é limitada pela necessidade do desenvolvimento prévio de iniciadores específicos para a obtenção dos marcadores (Sawazaki et al., 2002).

Por sua vez, marcadores AFLP possibilitam a obtenção de um grande número de marcadores em um único gel, oriundos de análise multiplex e combinação do polimorfismo de presença e ausência de sítios de restrição com a ocorrência ou não de amplificação a partir de seqüências arbitrárias. Como desvantagens, os marcadores AFLP têm comportamento dominante como o RAPD e, por ser uma análise mais sofisticada, demanda mais recursos e etapas para sua

execução, sendo mais adequada para espécies de plantas cultivadas que apresentam uma baixa taxa de polimorfismo de DNA (Ferreira & Grattapaglia, 1998).

O uso de marcadores moleculares do tipo RAPD, associado às avaliações fenotípicas do material, pode ser útil em programa de melhoramento genético de maracujazeiro para caracterização de acessos, assim como na identificação rápida de seleções interespecíficas provenientes ou não de cruzamentos controlados.

Por se tratar de uma espécie semiperene, o estudo de diversidade genética e confirmação de hibridações interespecíficas com base em características morfo-agronômicas em *Passiflora* spp. demanda tempo. Nesse caso, o uso de marcadores moleculares é altamente viável, por permitir um rápido estudo da variabilidade presente (Pereira et al., 2005; Stephen et al., 1997; Vieira et al., 2005) e segura detecção de hibridações interespecíficas (Faleiro et al., 2003). Alguns autores realizaram estudos da diversidade genética no gênero *Passiflora*, utilizando marcadores RAPD (Angel et al., 1998; Cassiano et al., 1998; Pio Viana et al., 2003; Vieira et al., 1997).

Estudos preliminares têm mostrado que existe pouca variabilidade genética entre as cultivares comerciais de *P. edulis* para resistência a doenças (Junqueira et al., 2003; Nascimento, 2003). Trabalhos envolvendo genótipos de maracujazeiro azedo cultivados no Rio de Janeiro, baseados em características morfo-agronômicas e marcadores RAPD (*Random Amplified Polymorphic DNA*), também não evidenciaram expressiva variabilidade genética (Pio Viana et al. 2002a; 2002b).

Por outro lado, espécies silvestres do gênero *Passiflora* (*P. laurifolia*, *P. nitida*, *P. tenuifila*, *P. mucronata*, *P. gibertii*, *P. amethystina*, *P. quadrangularis*, *P. setacea*, *P. coccinea*, *P. caerulea*, entre outras) têm apresentado, com base em estudos preliminares, variabilidade para resistência às principais doenças do maracujazeiro (Cunha et al., 2002), como a bacteriose, e também variabilidade em nível de DNA (Aukar et al., 2002; Crochemore, 2002; Faleiro et al., 2004, 2005; Pio Viana et al., 2003).

Estudos mais aprofundados de caracterização agronômica e molecular de variedades comerciais de maracujá, espécies nativas promissoras e híbridos interespecíficos são necessários e de grande interesse para o melhoramento genético, orientando a escolha de genitores e o planejamento dos cruzamentos. Segundo Cunha (1998) e Faleiro et al. (2005), estudos acurados e detalhados sobre a variabilidade genética do maracujazeiro poderão indicar recursos genéticos

valiosos, sejam novas espécies nos sistemas de produção, como opções adicionais ao maracujazeiro azedo e doce, sejam genes de espécies silvestres ou selvagens úteis ao melhoramento das atuais espécies cultivadas. Tais estudos são considerados prioritários e importante demanda para as pesquisas com o maracujá (Faleiro et al., 2006).

## **A bacteriose do maracujazeiro**

### **a) Sintomatologia**

A bacteriose, causada por *Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*, ataca a parte aérea da planta, apresentando formas de infecção localizada ou sistêmica, que podem ou não ocorrer em associação. A infecção se torna mais grave quando a planta está exposta a altas temperaturas e umidade, principalmente quando acontece de forma localizada, atingindo as folhas mais novas. Porém, quando a infecção é sistêmica, a bactéria pode disseminar-se independentemente da condição ambiental (Santos Filho et al., 2004; Kimati et al., 2005).

Os sintomas foliares iniciam-se no limbo com manchas angulares, translúcidas, de coloração verde-escura e aspecto encharcado que evoluem para uma coloração pardacenta e seca, envoltas por um halo amarelo (Figura 1). Se a umidade relativa do ar permanecer superior a 80%, as lesões aumentam de tamanho, atingindo todo o limbo e ocasionando a seca e a queda das folhas. A infecção pode avançar através das nervuras, evoluir para o pecíolo até atingir os vasos dos caules mais finos, o que provoca caneluras longitudinais e a seca dos órgãos. Conseqüentemente, ocorre intensa queda de folhas e morte prematura da planta. Nos frutos maduros, provoca lesões oleosas de coloração verde-escura a marrom (Figura 2), podendo chegar até as sementes, o que pode causar queda de frutos e inviabilizar seu comércio (Santos Filho et al., 2004; Kimati et al., 2005).



**FIGURA 1.** Sintomatologia da bacteriose do maracujazeiro em folha em fase avançada da infecção. Foto: Nilton Junqueira.



**FIGURA 2.** Frutos de maracujá com sintomas de bacteriose em fase inicial em fruto verde (à esquerda), e avançada em fruto maduro (à direita). Foto: Nilton Junqueira.

A principal forma de disseminação deste patógeno a longa distância é através do uso de material propagativo contaminado. A semente pode veicular o patógeno tanto interna como externamente, sendo que a taxa de transmissão da bactéria pelas sementes varia de 1,85% (Dias, 1990) e 2,3% (Villanova et al., 2007). A disseminação a curta distância dá-se principalmente por água ou durante os tratos culturais, nas operações de poda, tutoramento e desbrota.

b) Taxonomia do gênero *Xanthomonas* e da espécie *Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*

O gênero *Xanthomonas* é composto quase exclusivamente por espécies fitopatogênicas, que tem como habitat os tecidos vegetais. As espécies de *Xanthomonas* infectam plantas em todo o planeta, sendo que representantes dos principais vegetais superiores são afetadas por um ou mais tipos de doenças causadas por estas bactérias (Starr, 1983; Moore et al., 1997).

As *Xanthomonas* são bactérias Gram-negativas, aeróbicas obrigatórias, com um único flagelo polar (raramente dois) e de coloração amarela pela presença do pigmento xantomonadina, característico do gênero (Bradbury, 1984; Swings e Civerolo, 1993). Bactérias desse gênero, além de relevante importância na agricultura, onde causam grandes prejuízos, produzem um exopolissacarídeo denominado goma xantana, de alto peso molecular, usado como agente gelificante, emulsificador e estabilizante pela indústria alimentícia (Bradbury, 1984).

As *Xanthomonas* penetram na planta hospedeira por meio de ferimentos ou aberturas naturais, como estômatos, hidatódios, lenticelas ou nectários. Quando são depositadas sobre a superfície das folhas por respingos d'água ou aerossóis, as bactérias podem morrer se não forem capazes de crescer epifiticamente ou encontrarem uma abertura para adentrar na planta. O quimiotaxismo (ou aerotaxismo), a rápida multiplicação na cavidade subestomatal ou o ingresso passivo pelo fluido da gutação são mecanismos que facilitam a penetração da bactéria na planta. A penetração da bactéria também é favorecida por condições externas, especialmente pela disponibilidade de água e pela estrutura e estado das aberturas naturais da planta (Swings e Civerolo, 1993).

A primeira *Xanthomonas* foi descrita em 1883 por J.H. Wakker. Na época, o autor a descreveu como *Bacterium hyacinthi*, o agente causador da “doença amarela” em plantas de jacinto (*Hyacinthus orientalis*, da família Liliaceae). O gênero *Xanthomonas* só foi proposto em

1939 por W.J. Dowson. Este autor descreveu 60 espécies para o gênero *Xanthomonas*. Até a década de 60, as bactérias eram classificadas apenas com base em características fenotípicas, como ensaios bioquímicos, morfologia e patogenicidade. A partir desta década, com o avanço da tecnologia e o surgimento da biologia molecular, análises numéricas de grande quantidade de dados fenotípicos e homologia entre moléculas de ácidos nucleicos, a taxonomia polifásica tornou-se uma nova ferramenta utilizada pelos taxonomistas. Com estas novas técnicas, a taxonomia sofreu profundas modificações, sobretudo a taxonomia bacteriana, onde o número de informações morfofisiológicas é bastante limitado (Gonçalves, 2000).

Muitos dos novos dados coletados pela taxonomia polifásica entraram em conflito com a taxonomia clássica, surgindo necessidades de reclassificação de diversos grupos de microrganismos. Até 1974, as espécies de bactéria fitopatogênicas eram classificadas de acordo com o princípio conhecido como “novo hospedeiro, nova espécie” (Starr, 1981; Vauterin et al., 1995). Burkholder & Starr (1948) e Dye (1962, 1963 e 1966) demonstraram que as espécies de bactérias pertencentes ao gênero *Xanthomonas* não podiam ser distinguidas apenas por características fisiológicas e bioquímicas. Em 1974, Dye e colaboradores reduziram o número de espécies de *Xanthomonas* de cerca de 120 para 5 espécies: *X. albilineans*, *X. ampelina*, *X. axonopodis*, *X. campestris* e *X. fragariae*. A grande maioria das antigas espécies passou a ser incluída na espécie *X. campestris*, diferenciadas a partir de então pela categoria patovar, uma variante do princípio “novo hospedeiro, nova espécie” (Young et al., 1978; Dye et al., 1980). No entanto, uma única espécie, *X. campestris*, ficou subdividida em mais de 125 patovares (Bradbury, 1984). Em 1980, foi publicada uma lista aprovando as 5 espécies definidas de *Xanthomonas* propostas por Dye et al. (1974), aceitando as inúmeras patovares (Skerman et al., 1980). Neste trabalho, a espécie *X. populi* (originalmente *Aplanobacter populi*) proposta por Ridé e Ridé (1978) com base em características fenotípicas e sorológicas, não foi aceita como pertencente ao gênero *Xanthomonas*. Através de experimentos de hibridização DNA:DNA, DNA:rRNA e porcentagem de GC, De Vos & De Ley (1983) confirmaram os resultados de Ridé & Ridé (1978). Posteriormente, análises morfológicas, bioquímicas e fisiológicas vieram a confirmar esta classificação (Van den Mooter & Swings, 1990; Yang et al., 1993).

Ainda em 1983, além da espécie *X. populi*, foi incluída mais uma espécie no gênero *Xanthomonas*. A então denominada *Pseudomonas maltophilia* (Hughes & Ryschenkov, 1961), passou a ser *Xanthomonas maltophilia*, a única espécie do gênero patogênica para humanos. Esta

modificação, proposta por Swing et al. (1983), baseou-se em dados de homologia entre DNA e rRNA, DNA:DNA, tipagem de ubiquinonas, caracterização enzimática e composição de ácidos graxos.

Em 1990, uma reavaliação da taxonomia do gênero *Xanthomonas* foi realizada com base em extensivas análises de características morfológicas, bioquímicas e fisiológicas por Van den Mooter & Swings, com base no crescimento em diferentes temperaturas e meios de cultura, morfologia de célula e da colônia, presença de oxidase e redução de nitrato, utilização de fontes de carbono e resistência a antibióticos, dentre outras. Assim, os autores propuseram uma divisão do gênero em sete espécies: *X. albilineans*, *X. axonopodis*, *X. campestris*, *X. fragariae*, *X. maltophilia*, *X. oryzae* e *X. populi*. Em 1993, a espécie *X. maltophilia* foi reclassificada por Palleroni & Bradbury como um novo gênero, *Stenotrophomonas maltophilia*, levando em consideração diversas características, como número de flagelos, fímbrias, produção de polissacarídeos extracelulares, temperatura de crescimento, redução do nitrato, patogenicidade e produção de xantomonadina. Assim, o gênero *Xanthomonas* ficou reduzido a 6 espécies.

Vauterin et al. (1995), com base em resultados de homologia DNA:DNA e utilização de fontes de carbono, sugeriram uma nova reclassificação no gênero, que passou a ter 20 espécies. Nessa classificação, *X. axonopodis* e *X. campestris* sofreram grandes modificações. *X. axonopodis* passou a incluir 33 patovares antes classificados como patovares de *X. campestris*. A espécie *X. campestris*, que apresentava mais de 140 patovares, foi subdividida em 16 espécies: *X. arboricola*, *X. axonopodis*, *X. bromi*, *X. campestris*, *X. cassavae*, *X. codiae*, *X. cucurbitae*, *X. hortorum*, *X. hyacinthi*, *X. melonis*, *X. pisi*, *X. sacchari*, *X. theicola*, *X. translucens*, *X. vasicola* e *X. vesicatoria*.

A bactéria *Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae* (Pereira) Dye foi identificada por Pereira (1969), na cidade de Araraquara, São Paulo, sendo inicialmente denominada *X. passiflorae*. Posteriormente, Dye et al. (1980), reclassificaram esta espécie, que passou a ser denominada *X. campestris* pv. *passiflorae*. No entanto, em 2000, Gonçalves, analisando 54 isolados do patógeno, detectou, por meio de hibridizações DNA:DNA, um nível de 67% de homologia com a espécie *X. axonopodis*, determinando, portanto, que os isolados de *Xanthomonas* de maracujazeiro pertencem a esta espécie. O autor sugeriu, desta forma, que tais isolados fossem denominadas *X. axonopodis* pv. *passiflorae*.

*X. axonopodis* pv. *passiflorae* é específica do gênero *Passiflora* (Liberato, 2002) e causa a bacteriose do maracujazeiro-azedo, crestamento bacteriano ou mancha oleosa dos frutos. Esta doença já foi relatada também no maracujá-doce, *P. alata*, e em espécies silvestres de *Passiflora*, tais como *P. cincinnata*, *P. nitida*, *P. quadrangularis*, *P. amethystina* e *P. setacea* (Junqueira et al., 2005).

c) Variabilidade do patógeno e detecção por métodos moleculares

Em microrganismos, a diversidade genética é originada e mantida em função de fatores genéticos e ecológicos (Spiers et al., 2000). As principais estratégias genéticas responsáveis pelo surgimento e ampliação da diversidade genética são mutação, recombinação e aquisição de seqüências de DNA de outros organismos por transferência horizontal (Arber, 2000). Os fatores ecológicos estão ligados a oportunidade em colonizar um hospedeiro e a competição entre isolados (Spiers et al., 2000). Assim, o estudo da diversidade genética de bactérias fitopatogênicas tem diversas finalidades, como distinguir e classificar isolados, proceder estudos taxonômicos, relacionar a distribuição geográfica com a heterogeneidade do patógeno, gerar informações que auxiliem em estudos fitopatológicos e, no controle de doenças, entender a história evolutiva da espécie e estudar a estrutura de populações de patógenos (Munhoz, 2009).

Em contraste com sua uniformidade fenotípica, o gênero *Xanthomonas* é notável por sua diversidade fitopatogênica, o que impediu uma classificação taxonômica segura por um longo período. No entanto, vários estudos recentes, baseados em hibridização de DNA, análise de seqüências repetitivas via PCR (*Polymerase Chain Reaction*) e *fingerprints* de AFLP (*Amplified Fragment Length Polymorphism*) têm revelado claramente a diversidade genética presente nas *Xanthomonas* e as relações intraespecíficas (Vauterin et al., 2000).

A diversidade genética do patógeno é um complicador no melhoramento visando resistência à doenças e o uso de isolados mais agressivos possibilita uma melhor distinção de genótipos com diferentes graus de resistência (Mello et al., 1996). O desenvolvimento e a implementação de um programa de manejo integrado de doenças pode incluir também o uso de variedades resistentes específicas para diferentes regiões. Neste caso, a obtenção de variedades resistentes depende do entendimento da diversidade genética do patógeno na área para onde será introduzida a variedade (Bouzar et al., 1999; Nakatani, 2001).

Há muitos exemplos na literatura em que informações sobre a diversidade genética e patogênica são necessárias para a obtenção de germoplasma resistente. A diferenciação regional de isolados de *X. oryzae* pv. *oryzae* na Ásia, por exemplo, sugere que estratégias de melhoramento regionais e uso de genes de resistência são necessários, permitindo assim um manejo mais efetivo dos genes de resistência (Adhikari et al., 1995; Nelson et al., 1994).

Munhoz (2009), estudando uma coleção de 87 isolados de *Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae* de 22 cidades de São Paulo, Minas Gerais e Paraná e do Distrito Federal, constatou que a técnica rep-PCR revelou pouca diversidade entre os isolados da patovar *passiflorae*, mas os diferenciou claramente das diferentes patovares. Já a técnica AFLP revelou considerável diversidade genética entre os isolados da patovar *passiflorae*. Segundo a autora, a análise molecular da variância mostrou que a maior parte da diversidade (49,4%) encontra-se entre os locais de coleta, que, portanto, a variação está mais associada à geografia e que o fluxo desses isolados é pequeno.

Em estudo com 54 isolados de *X. axonopodis* pv. *passiflorae*, Beriam (1998) observou, por meio de eletroforese em gel de poliacrilamida com sódio dodecil sulfato (PAGE/SDS), que os isolados apresentaram grande similaridade, independente da localização geográfica de origem e da espécie de *Passiflora* hospedeira. O mesmo autor relata também que as diferenças observadas na relação patógeno-hospedeiro, conforme já constatado por alguns autores, dentre eles Dias (1990) e Oliveira et al. (1988), provavelmente são decorrentes de fatores climáticos, variabilidade genética do hospedeiro ou idade das folhas utilizadas nos testes de patogenicidade, e não da diferença em virulência dos isolados.

Dias e Takatsu (1988) determinaram variações significativas em relação às características culturais da bactéria, produção de H<sub>2</sub>S e virulência em maracujazeiro. Nakatani (2001) identificou grande variabilidade genética entre 50 isolados patogênicos de *X. axonopodis* pv. *passiflorae* por meio de marcadores moleculares RAPD, não observando correlação aparente entre as origens geográficas e similaridade genética. Segundo a autora, tal fato pode ser um indicativo de que populações de *X. axonopodis* pv. *passiflorae* são compostas por um mosaico de genótipos. Em adição, isolados geneticamente distintos foram isolados de uma mesma planta, indicando a possibilidade de infecções múltiplas. Quanto à agressividade dos isolados, os resultados indicaram a existência de variação em níveis de agressividade entre isolados,

verificado pela variação significativa da porcentagem de área lesionada. Dessa forma, a autora aponta a importância de se considerar o genótipo bacteriano na seleção de variedades resistentes.

A detecção de seqüências de DNA via PCR é um método rápido, específico e sensível. A técnica oferece maiores vantagens para diagnosticar doenças de plantas se comparada àqueles procedimentos tradicionais, dispensando, inclusive, o seu cultivo em meio de cultura. A PCR pode ter uma especificidade baixa ou alta, dependendo dos iniciadores utilizados, podendo detectar-se um único patógeno ou vários membros de um grupo de patógenos relacionados (Hartung et al., 1993; Henson e French, 1993; Halfed-Vieira, 2001).

Segundo Munhoz (2009), é possível o diagnóstico molecular de *X. axonopodis* pv. *passiflorae* em plantas de maracujá infectadas com este patógeno mesmo antes do aparecimento do sintoma da doença. Em seu trabalho, foram desenhados cinco conjuntos de iniciadores para a detecção do patógeno em plantas. Desses, um conjunto de iniciadores foi desenhado a partir da seqüência intergênica 16S-23S rDNA e se mostrou específico para a patovar *passiflorae*. O restante dos iniciadores foi desenhado a partir do seqüenciamento de locos de AFLP, monomórficos para a patovar *passiflorae* e ausentes nos demais patovares.

#### d) Controle

A bactéria é introduzida no pomar através de mudas contaminadas e se dissemina pela água da chuva e pelos instrumentos de poda e colheita (Santos Filho et al., 2004). Dessa forma, para o controle da bacteriose em maracujazeiro, recomenda-se o uso de sementes e mudas saudáveis, o tratamento de sementes em água a temperatura de 50 °C durante 15 minutos e a poda das partes das plantas infectadas com ferramentas descontaminadas (Kimati et al., 2005). Outros procedimentos também podem ser feitos, tais como correção do pH do solo para 6,2 com calcário antes do plantio, não fazer adubações nitrogenadas em excesso, utilizar fertilizantes foliares a base de ferro e cobre e impedir que herbicidas atinjam as folhas durante a aplicação, o que favorece o desenvolvimento das plantas, deixando-as menos suscetíveis à doenças (Junqueira et al., 2005).

## Resistência de maracujazeiro a doenças

Em 2000, a espécie *P. edulis* ocupava, no Brasil, uma área de, aproximadamente, 33.400 ha com uma produção de 330,8 mil toneladas e produtividade de 9,9 t/ha (FrutiSéries, 2002). Nos últimos anos tem-se observado uma redução na produtividade em áreas anteriormente muito produtivas (IBGE, 2009), o que se deve, principalmente, à ocorrência de doenças. Com a expansão da cultura do maracujazeiro no país, várias doenças apareceram. Algumas dessas, como a bacteriose (*Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*), a virose do endurecimento do fruto (*Cowpea aphid-borne mosaic virus* – CABMV ou *Passion fruit woodiness virus* – PWV) e o nematóide-das-galhas (*Meloidogyne* spp.), são limitantes ao seu cultivo, podendo provocar perdas totais (Junqueira et al., 2004a). No passado, a vida útil da cultura do maracujazeiro era de cinco a seis anos. Atualmente, os pomares são renovados a cada dois anos ou mesmo anualmente (Ruggiero et al., 1996). Não tem sido observada resistência ou tolerância a esses patógenos, na prática, nas populações cultivadas.

No Brasil, o endurecimento dos frutos já foi relatado nos principais estados produtores de maracujá, tendo, em todos os casos, o *Passion fruit woodiness virus* (PWV) sido identificado como agente etiológico da doença com base em características biológicas e sorológicas. Entretanto, a análise de seqüência de aminoácidos da proteína capsidial de isolados procedentes de diversos estados brasileiros indicou que os mesmos pertencem à espécie *Cowpea aphid-borne mosaic virus* (CABMV). Até o presente, todos os isolados brasileiros seqüenciados pertencem a essa espécie, e a detecção molecular do PWV no Brasil ainda aguarda confirmação (Zerbini et al., 2005).

Outras doenças, como a fusariose ou murcha (*Fusarium oxysporum* f. sp. *passiflorae*), podridão-do-pé (*Fusarium solani*) e antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*), vêm provocando perdas expressivas, e, em alguns cultivos, têm sido limitantes. Existem perspectivas de controle dessas doenças causadas por patógenos do solo com o uso de enxertia em porta-enxertos resistentes de *Passiflora alata* ou de outras espécies, como *P. setacea*, híbridos F1 de *P. setacea* x *P. edulis*, *P. setacea* x *P. coccinea*, *P. nitida*, *P. coccinea* e outras. A antracnose pode ser controlada de forma eficaz com fungicidas, mas fontes de resistência a essa doença já foram relatadas em populações nativas de Mato Grosso e Rondônia (Junqueira et al., 2003, 2004a). O uso de espécies silvestres de maracujá como fontes de resistência em programas de

melhoramento apresenta potencial e resultados interessantes já estão sendo obtidos (Junqueira et al., 2005). O estudo deste potencial tem sido levantado como uma importante demanda para a pesquisa (Faleiro et al., 2005).

Segundo Tokeshi (2006), são nos centros de origem das plantas que estão concentrados os mais altos graus de resistência horizontal a doenças e, segundo Leitão Filho & Aranha (1974), o Centro-Norte do Brasil é, provavelmente, um dos centros de origem de passifloráceas. De acordo com Van der Plank (1963), a resistência horizontal é permanente e confere resistência a todas as raças do patógeno, independente da sua carga genética. Tokeshi (2006) relata que, normalmente, dez gerações ou ciclos de seleção na ausência do patógeno são suficientes para erodir ou eliminar os genes de resistência horizontal.

Oliveira et al. (1994a), analisando o comportamento de várias espécies de maracujazeiro em relação à morte prematura, verificaram que *Passiflora nitida*, *P. laurifolia* e alguns acessos de *P. suberosa*, *P. alata*, *P. caerulea*, *P. gibertii* e *P. setacea* mostraram-se resistentes. Esses autores sugerem o uso de *P. nitida* e *P. laurifolia* como porta-enxertos para o maracujá-azedo.

Estudos realizados por Fischer (2003) mostraram que as espécies *P. nitida*, *P. laurifolia* e *P. alata* apresentaram as menores médias de lesões provocadas por *Nectria haematococca*, um dos prováveis causadores da morte prematura do maracujazeiro. *P. nitida* apresenta também resistência ao ataque de *Fusarium* sp. (Pereira et al., 1998).

Oliveira & Ruggiero (1998) observaram que as espécies *P. nitida*, *P. alata*, *P. macrocarpa*, *P. setacea*, *P. gibertii*, *P. laurifolia* e *P. suberosa*, cultivadas em Jaboticabal, em local com histórico de ocorrência de doenças do sistema radicular (*Fusarium solani* e *F. oxysporum* f. sp. *passiflorae*), apresentaram alta frequência de plantas resistentes.

Oliveira et al. (1994b) observaram que, com a inoculação de *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. em folhas destacadas ou em mudas, em condições controladas, *P. nitida* mostrou-se imune ao fungo, *P. edulis*, *P. gibertii*, *P. cincinnata*, *P. molissima*, *P. caerulea*, *P. setacea*, *P. serrato-digitata*, *P. coccinea*, *P. edulis* x *P. setacea*, *P. edulis* x *P. alata* mostraram-se suscetíveis, enquanto *P. edulis* acesso “Serra do Mar, Santos, SP” apresentou maior tolerância inicial.

Miranda (2004) relata que poucos são os estudos sobre a resistência do maracujazeiro-amarelo a doenças foliares, como antracnose e bacteriose. Rodrigues Neto et al. (1984) consideram como resistentes as espécies *P. molissima*, *P. cincinnata* e *P. foetida*, enquanto a

espécie *P. edulis* (maracujá azedo) foi considerada suscetível, sendo as espécies *P. alata* (maracujá doce) e *P. quadrangularis* altamente suscetíveis. Kuroda (1981) relata como resistente à bacteriose a espécie *P. maliformis*, medianamente resistente *P. edulis* de frutos roxos e suscetíveis *P. edulis* de frutos amarelos e *P. alata*.

De acordo com Junqueira et al. (2005), quanto à resistência a bacteriose, além da *P. actinia*, outras espécies como *P. odontophylla*, *P. serrato-digitata*, *P. gibertii*, *P. caerulea*, *P. morifolia*, *P. mucronata*, *P. tenuifila* alguns acessos de *P. edulis* e *P. nitida* vêm se comportando como resistentes aos isolados do Distrito Federal. Segundo Lopes et al. (2006), a resistência à bacteriose em maracujazeiro é controlada por oligogenes, porém não há variedades selecionadas para expressar os alelos favoráveis detectados na população segregante em seu estudo.

Em relação à antracnose, as espécies *P. setacea*, *P. coccinea*, *P. caerulea*, *P. gibertii*, *P. amethystina*, *P. odontophylla*, alguns acessos de *P. edulis*, *P. serrato-digitata*, *P. morifolia*, *P. mucronata* e *P. nitida* vêm se comportando como resistentes. No entanto, *P. caerulea*, *P. mucronata*, *P. incarnata*, *P. nitida*, *P. mucronata* e *P. gibertii*, assim como os híbridos de *P. caerulea* com maracujá-azedo comercial têm sido preferidos pela broca-do-maracujá (*Philonis passiflorae*), que ataca hastes e a região do colo das plantas provocando a morte das mesmas. A *P. gibertii*, *P. caerulea* e seus híbridos vêm se comportando como susceptíveis à podridão do colo causada por *Fusarium solani*. Com relação ao híbrido entre *P. edulis* comercial e *P. setacea*, sendo a espécie comercial o genitor feminino ou masculino para a obtenção das progênes F1 e como genitor masculino para a obtenção das progênes RC, todas as plantas F1 se comportaram como altamente susceptíveis à bacteriose, mas com alto grau de tolerância, o que faz com que as plantas se recuperem rapidamente após o período favorável à doença (Junqueira et al., 2005).

Ainda segundo Junqueira et al. (2005), quanto aos híbridos obtidos entre *P. edulis* comercial e *P. caerulea*, as plantas da geração F1 e RC1 têm boa resistência à bacteriose e à antracnose, mas produzem frutos sem sementes, são preferidas pela broca do maracujá e são susceptíveis à virose do endurecimento do fruto. As plantas da geração RC2 tendo o maracujá-azedo como genitor masculino e recorrente, frutificam bem, produzem frutos grandes semelhantes aos do maracujazeiro-azedo comercial, têm flores com cores semelhantes às do maracujazeiro-azedo e formato similares às de *P. caerulea*, como pétalas e sépalas com ápices arredondados. Em relação aos híbridos triplos entre *P. coccinea* x *P. setacea* (F1) x *P. edulis* comercial, verificou-se que as plantas da geração F1 entre *P. coccinea* x *P. setacea* são muito

vigorosas, resistentes à podridão de raízes ou do colo (*Fusarium solani*), à virose, antracnose e verrugose, mas são altamente susceptíveis à bacteriose, porém tolerantes, ou seja, as plantas atacadas se recuperam rapidamente após o período favorável à bacteriose.

Barbosa (1995), estudando variedades de maracujazeiro comerciais e silvestres, constatou que as espécies silvestres apresentaram menor pré-disposição à bacteriose, podendo servir como fonte de genes para a resistência em programas de melhoramento. A espécie *P. gibertii* apresentou alta resistência, ao passo que o híbrido desta espécie e *P. edulis* proporcionou resistência intermediária. Os dados sugerem a possibilidade de se elevar o nível de resistência nas plantas cultivadas através de hibridação das mesmas com as espécies mais resistentes. Mesmo entre as espécies, o autor encontrou plantas mais resistentes, permitindo aos melhoristas de plantas optarem pela seleção massal das plantas superiores e posterior cruzamento entre elas, elevando assim o grau de resistência do maracujazeiro à bacteriose.

Wendland et al. (1998) trabalharam com diferentes genótipos de maracujazeiro amarelo com o objetivo de avaliar o comportamento dos mesmos em relação à bacteriose. Com base em escala de notas de severidade, verificaram uma grande variabilidade entre os materiais avaliados, indicando a possibilidade de obtenção de genótipos comerciais de maracujazeiro com desejados níveis de resistência. Também com o intuito de identificar materiais comerciais resistentes à bacteriose, Beriam et al. (2000) avaliaram três híbridos comerciais de maracujazeiro-azedo desenvolvidos pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), denominados IAC-273, IAC-275 e IAC-277. Por meio de escalas de notas, os autores encontraram diferenças significativas na resistência dos híbridos.

Miranda (2004), estudando a reação de oito variedades comerciais de maracujazeiro a bacteriose por meio de escala diagramática, com base na área abaixo da curva de progresso da doença, constatou que as cultivares Sul Brasil e IAC-270 apresentaram o maior nível de resistência em relação às cultivares IAC-275, IAC-277, Maguary e Flora Brasil. Segundo a autora, a variabilidade existente entre as variedades cultivadas comercialmente permite a seleção de materiais mais resistentes à bacteriose.

Em 2003, Lopes e colaboradores construíram mapas de ligação para os acessos de maracujazeiro-amarelo IAPAR 123 e IAPAR 06, com base em marcadores AFLP e mapearam genes de resistência a *X. axonopodis* pv. *passiflorae*. Os autores identificaram a presença de um QRL (loco que confere resistência quantitativa), que explicava 15,8% da variação fenotípica na

população segregante. Este QRL foi identificado no acesso 123 e está localizado na posição 39,57 cM do grupo de ligação 2, no intervalo entre os marcadores EM16146r e EM01156a. Segundo os autores, este tipo de trabalho poderá fornecer subsídios para trabalhos com maracujazeiro visando obter populações resistentes a *X. axonopodis* pv. *passiflorae*.

Na Embrapa Cerrados, matrizes com alta produtividade e resistência/tolerância a doenças foram selecionadas a partir de 1990 e em 2008 foram lançadas as cultivares BRS Gigante Amarelo, BRS Sol do Cerrado e BRS Ouro Vermelho, que reuniram boas características relacionadas à produtividade, qualidade de frutos e resistência moderada às principais doenças do maracujazeiro (Faleiro et al., 2008).

### **Indução de resistência a doenças**

O controle alternativo de doenças de plantas pode ser feito de várias maneiras, incluindo o uso de indutores de resistência. Nas interações patógeno-hospedeiro, o patógeno utiliza substâncias químicas (enzimas, toxinas, hormônios) para atacar o hospedeiro, que, por sua vez, procura se defender através de mecanismos estruturais ou bioquímicos, que podem ser subdivididos em pré-formados e pós-formados (Pascholati & Leite, 1995).

A indução de resistência está relacionada aos mecanismos de defesa pós-formados. Este método envolve a ativação de mecanismos de resistência latentes nas plantas em resposta a tratamentos com agentes bióticos (por exemplo, microrganismos viáveis ou inativados) ou abióticos (por exemplo, ácido salicílico) (Cavalcanti et al., 2004).

Os indutores de resistência em plantas não atuam do mesmo modo que fungicidas, nematicidas e inseticidas, matando o organismo alvo do pesticida em questão, e, sim, ativam os mecanismos de defesa latentes nas plantas. As plantas não possuem sistema imunológico, como nos mamíferos, mas podem também reconhecer estímulos e responder aos mesmos, defendendo-se de estresses bióticos ou abióticos. A resistência induzida pode ser ativada em plantas por uma série de substâncias, evitando ou atrasando a entrada e ou subsequente atividade do patógeno em seus tecidos, por meio de mecanismos de defesa próprios (Amaral, 2008).

A resistência obtida desta forma pode ser denominada como “resistência sistêmica adquirida” (RSA) ou “resistência sistêmica induzida” (RSI). Os dois tipos de resistência diferem em função dos mecanismos bioquímicos e fisiológicos ativados (Vallad & Goodman, 2004;

Boostok, 2005). A RSA promove uma série de alterações bioquímicas e estruturais, destacando-se o acúmulo de ácido salicílico e espécies reativas de oxigênio (Durrant & Dong, 2004), reforço de parede celular por lignificação (Anterola & Lewis, 2002; Achuo et al., 2004; Iriti & Faoro, 2004), aumento na atividade de enzimas relacionadas a vias secundárias do metabolismo e síntese de fitoalexinas (He et al., 2002; Cavalcanti et al., 2006; Iriti & Faoro, 2004).

Além disso, a RSA está primariamente associada à expressão de genes que codificam proteínas relacionadas à patogênese (PRP) (Okushima et al., 2000). Assim, a RSA envolve múltiplos eventos bioquímicos e fisiológicos compondo um mecanismo de resistência induzida contra a infecção.

A RSI, por sua vez, está relacionada à rota do ácido jasmônico e etileno, não havendo acúmulo de PRP (Vallad & Goodman, 2004; Penninckx et al., 1997; Hammond-Kosack & Jones, 2000).

A proteção promovida pelos indutores é dependente do intervalo de tempo entre o tratamento inicial (tratamento indutor) e a subsequente inoculação (tratamento provocador ou desafiador). Outros aspectos interessantes sobre a indução de resistência dizem respeito à ausência de especificidade, devido ao amplo espectro de fitopatógenos contra os quais a planta é protegida (Walters et al., 2005), incluindo fungos, bactérias, vírus (Kúc, 1995) e nematóides (Tally et al., 1999; Hammond-Kosack & Jones, 2000), sendo persistente por dias, semanas e até meses (Edreva, 2004). Os indutores geralmente não apresentam atividade antimicrobiana direta (Syngenta, 2001), devendo ser utilizados como componentes de um programa integrado. Vários autores, incluindo Töfoli & Domingues (2005), têm demonstrado que o uso de indutores aliado ao uso de fungicidas contribui consideravelmente para a redução das doenças.

Diversos produtos contendo moléculas indutoras ou análogas já foram desenvolvidos (Bion<sup>®</sup>, Actigard<sup>®</sup>, Messenger<sup>®</sup>, Elexa<sup>®</sup>, Milsana<sup>®</sup>, Oxycom<sup>®</sup>, Ecolife<sup>®40</sup>, Agro-mos<sup>®</sup>, fosfitos e silicatos, dentre outros) e estão sendo estudados (Resende et al., 2006; AGROFIT, 2007; Plant Defense Boosters, 2004; Gama et al., 2003; Korndörfer & Rodrigues, 2005; Huber, 2005; Rodrigues et al., 2005). Os diferentes produtos químicos que têm sido descobertos parecem atuar em diferentes pontos nas vias de ativação de defesa de plantas e imitam parte ou toda a ativação biológica de resistência.

Existe uma série de relatos sobre produtos de origem biótica (bioindutores) ou abiótica capazes de induzir resistência de amplo espectro em plantas contra vários patógenos. No entanto,

no caso de muitos produtos, ditos indutores, há uma carência de estudos científicos quanto aos mecanismos envolvidos na ativação de respostas de defesa e na promoção de outros eventos nas plantas tratadas (Resende e Canuto, 2008).

O ASM é o ativador de resistência melhor estudado e o primeiro produto comercial sob os nomes de BION®, ACTIGARD™ e BOOST® (Venâncio et al., 2000). No Brasil, esta molécula vem sendo testada em cacau, tomate, citros, café, feijão, algodão e em outras culturas, apresentando resultados promissores no controle de fungos e bactérias. Na cultura do tomate, na qual se concentra grande parte dos estudos, o ASM foi promissor no controle de *Ralstonia solanacearum* e *Xanthomonas vesicatoria*. Silva et al. (2001a) constataram redução na incidência de *R. solanacearum* após duas pulverizações foliares. Para o controle de *X. vesicatoria*, após três pulverizações do produto, foi observada redução na severidade da doença em torno de 50% a 60%, em relação à testemunha (Silva et al., 2001b; 2003a, b). Araújo et al. (2005) verificaram que sete aplicações, em intervalos semanais de ASM, reduziram a severidade da murcha-bacteriana.

A aplicação do ASM também proporcionou proteção contra *Hemileia vastatrix* em mudas de cafeeiro cv. Mundo Novo e cv. Catuaí Vermelho M-99 (Guzzo et al., 2001; Marchi et al., 2002). Esse efeito indutor do ASM contra a ferrugem do cafeeiro foi confirmado por Nojosa (2003), em que o tratamento com ASM proporcionou controle de 52% em mudas de café. Nas plantas tratadas com ASM, o autor observou aumento considerável nos teores de lignina e na atividade de peroxidase. Segundo Martins et al. (1998), em condições controladas, este produto induziu proteção contra *H. vastatrix* por até 10 semanas. Amaral (2008) observou-se que o tratamento com ASM proporcionou 19% de proteção em mudas de cafeeiro a *Cercospora coffeicola* em relação à testemunha inoculada. Para alguns autores, as dosagens de ASM e o número de aplicações ainda precisam ser estudados, visando melhores resultados no controle de doenças e no desenvolvimento das culturas (Kuhn, 2007).

Martinati et al. (2007) estudaram o efeito da aplicação do benzotiadiazole (BTH) (0,6 e 1,2 mM) e do silício (metassilicato de sódio com 2 e 4 µM de Si) sobre o controle da doença causada pela *Xylella fastidiosa* subsp. *paucis* em *Nicotiana tabacum*. Plantas de *N. tabacum* tratadas com BTH não demonstraram redução de sintomas da bacteriose, ao contrário de plantas tratadas com metassilicato de sódio. Segundo os autores, a indução de resistência pelo Si poderá ser útil no controle da clorose variegada dos citros.

Tavares et al. (2009), avaliaram o potencial do uso de indutores de resistência bióticos e abióticos na redução da podridão radicular em mamoeiro. Mudanças de mamoeiro foram pulverizadas com os fungicidas fosetil-Al, metalaxil e Mancozeb ( $2 \text{ g L}^{-1}$ ), com os indutores abióticos fosfito de potássio ( $2,5$  e  $5 \text{ mL L}^{-1}$ ), ácido salicílico  $0,15$  e  $0,30\%$ , Reforce (indutor comercial) + ácido salicílico a  $5\%$ , acibenzolar-S-metil (ASM) ( $0,15$  e  $0,30 \text{ g L}^{-1}$ ), e com o indutor biótico *Saccharomyces cerevisiae* ( $3$  e  $6 \text{ mL L}^{-1}$ ), três e seis dias antes da pulverização de  $1 \text{ mL}$  de suspensão de  $10^5$  zoósporos  $\text{mL}^{-1}$  de *Phytophthora palmivora*. Todos os tratamentos tiveram efeito no controle da podridão de raízes em relação à testemunha, com exceção do fosfito de potássio + ácido salicílico a  $5\%$  ( $3 \text{ mL L}^{-1}$ ), seis dias antes da inoculação. Os tratamentos com ASM, com exceção da dosagem  $0,15 \text{ g L}^{-1}$  seis dias antes da inoculação, apresentaram resultados similares aos dos fungicidas metalaxil e Mancozeb. Plantas pulverizadas com ASM apresentaram aumento de atividade da peroxidase e beta-1,3-glucanase e maior concentração de lignina que a testemunha.

O Agro-mos também é um bioindutor que vem sendo estudado em diversas culturas. Produzido pela Improcrop do Brasil (Curitiba, PR), o Agro-mos<sup>®</sup> é um indutor sistêmico de resistência, natural, cujo princípio ativo é um manano-oligossacarídeo fosforilado proveniente da parede celular de *Saccharomyces cerevisiae*. Além disso, em sua fórmula está presente um biocomplexo de cobre totalmente disponível para as plantas (Resende e Canuto, 2008). Segundo Resende et al. (2006), o produto impede a fixação dos patógenos sobre o tecido das plantas por meio do filme formado pelo princípio ativo e promove a indução de resistência sistêmica. Oliveira et al. (2005) obtiveram  $41\%$  de controle da ramulose do algodoeiro quando o Agro-mos<sup>®</sup> foi utilizado. No mesmo patossistema, o produto foi comparado com outros indutores de resistência, mas do mesmo modo que no presente trabalho, não apresentaram diferença estatística entre si, diferindo da testemunha. Resultados promissores com o uso do Agro-mos<sup>®</sup> também foram observados nos patossistemas oídio x meloeiro (Mesquita et al., 2005) e tangerina murcote x mancha de *Alternaria*, quando o Agro-mos<sup>®</sup> foi intercalado com fungicida (Johnston et al., 2005). Costa (2008), avaliando o efeito do Agro-mos<sup>®</sup> em duas formulações (com e sem cobre e zinco) na proteção de mudas de cacaueteiro contra *Crinipellis pernicioso*, observou que o produto, independentemente da dose utilizada, apresentou efeito protetor. Pereira (2008), analisando a expressão gênica quantitativa de genes relacionados à defesa induzida de cacaueteiro por ASM e Agro-mos<sup>®</sup> e desafiado por *Crinipellis pernicioso* observou que genes do tipo POD

(peroxidase) e CHI (quitinase) foram induzidos em ambos os tratamentos. Os resultados desse trabalho mostraram o potencial do Agro-mos<sup>®</sup> em estimular genes de defesa provavelmente numa cascata não específica e ainda não bem caracterizada, que deve ser diferente daquela induzida por ASM.

Estudos acerca da antracnose do mamão, manga e maracujá, em pós-colheita, com os indutores Agro-mos<sup>®</sup> e Ecolife<sup>®</sup> indicam que tais produtos proporcionaram reduções significativas na severidade da doença (Benato et al., 2002; Dantas et al., 2004). Segundo trabalho realizado por Zacaroni (2008), as formulações à base de casca de café (CFC), CFC + fosfito de cobre, ASM + CFC, Vitaphol<sup>®</sup> + CFC e Agro-Mos<sup>®</sup> + CFC, bem como ASM e fosfito de potássio, diferiram significativamente da testemunha inoculada, apresentando entre 25,64% e 50,88% de controle da mancha-angular do algodoeiro. De acordo com a autora, os tratamentos CFC, fosfito de potássio, ASM, Vitaphol<sup>®</sup> + CFC, fosfito de cobre + CFC, Assist<sup>®</sup> + CFC, ASM + CFC, Supra Sílica<sup>®</sup> + CFC, fosfito de potássio + CFC, Agro-Mos<sup>®</sup> + CFC proporcionaram as maiores alturas de plantas, diferindo significativamente da testemunha.

Esse produto proporcionou resultados satisfatórios também no controle da antracnose, podridão de *Lasiodiplodia* e podridão de *Fusarium* em frutos de mamão (Dantas et al., 2004), do oídio em meloeiro (Mesquita et al., 2005), da mancha de *Alternaria* em tangerina murcote (Johnston et al., 2005) e requeima e podridão cinzenta em tomateiro (Tosun, 2005).

Outro produto utilizado no manejo de doenças de plantas, inclusive em espécies arbóreas, é o fosfito de potássio, sendo indicado no controle de oomycetos como *Phytium* spp. e *Phytophthora* spp. e de fungos causadores de podridões do colo, raiz, tronco e frutos (McDonald et al., 2001). O efeito direto do fosfito no metabolismo de *Phytophthora* é importante na supressão da doença, contudo, este não deve ser o único mecanismo de ação do produto no controle do patógeno que, na realidade, resultaria de uma ação mista envolvendo também a ativação do sistema de defesa natural da planta (Smillie et al., 1989). Os sais de fosfito também estão sendo usados com sucesso em doenças causadas por outros fungos como míldio em crucíferas, de maneira dependente da dose utilizada. A proteção restringiu-se apenas aos tecidos tratados, não havendo resposta sistêmica, embora os autores sugiram a atuação sinérgica dos modos de ação direto sobre o patógeno e indireto, ativando as defesas dessas hortaliças (Bécot et al., 2000). Frutos de macieira tratados com fosfito de potássio (250 mL/100 L) + CaCl<sub>2</sub> (2%) apresentaram menor incidência de podridões e menor diâmetro de

lesões. Esses resultados foram semelhantes aos obtidos com a aplicação do fungicida padrão iprodione e superiores à aplicação de fosfito de potássio isoladamente (Brackmann et al., 2004).

Moreira & May-de Mio (2009), trabalhando com o controle da podridão parda de pessegueiros, observaram que a pulverização do fosfito de potássio em pré-colheita reduziu a podridão em 26,5%. Em geral, a utilização de fertilizante foliar como indutor de resistência já foi verificada em várias culturas e mostrou resultados promissores em uva, nectarina, manga, rosas e pepino (Reuveni et al., 1996).

Pereira et al. (2010), avaliando a eficiência de produtos alternativos na proteção da videira (*Vitis vinifera*) contra o míldio (*Plasmopara viticola*), observaram que os fosfitos proporcionaram proteção contra o míldio da videira, com produtividade semelhante à do tratamento com fungicidas tradicionais. Os tratamentos baseados em manano-oligossacarídeos fosforilados e ASM não apresentaram controle eficiente do míldio. Os produtos alternativos testados não influenciam a qualidade analítica dos frutos, mas proporcionam, em geral, peso médio de cachos e de bagas menor que o do tratamento com fungicidas.

Extratos vegetais e formulações a base de extratos vegetais que possuem substâncias bioativas capazes de atuar como indutores de resistência também têm despertado o interesse de pesquisadores como uma alternativa para o manejo de doenças de plantas (Resende e Canuto, 2008).

Recentemente, Resende et al. (2006; 2007) solicitaram depósito de patente para formulação a base de extratos de folha de café denominados de EFID e NEFID e para formulação a base de cascas de frutos de café (ECFC). Tais formulações, cuja principal matéria-prima reciclável é formada por folhas que caem ao solo e o subproduto do beneficiamento dos grãos, podem ser usadas com ou sem espalhantes adesivos ou outros adjuvantes, para o controle de doenças no cafeeiro, algodoeiro e tomateiro (Resende e Canuto, 2008).

O controle de bacterioses com extratos vegetais vem sendo constatado em diversos trabalhos (Kuhn et al., 2006; Motoyama et al., 2003; Cavalcanti et al., 2006; Baysal & Zeller, 2005), podendo estar relacionado ao aumento da atividade das enzimas envolvidas nas respostas de defesa de plantas (Baysal & Zeller, 2005; Cavalcanti et al., 2006). Diversos trabalhos enfatizam a existência de substâncias bioativas em extratos aquosos vegetais, que proporcionam a ativação do sistema de defesa das plantas contra patógenos, tais como *Phoma* sp. (Barguil et al.,

2005), *Cercospora coffeicola* e *Hemileia vastatrix* em cafeeiro (Santos et al., 2007), além de *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* em tomateiro (Cavalcanti et al., 2006).

Portanto, a maioria dos trabalhos científicos publicados confirma o efeito dos indutores como redutores da incidência e severidade das doenças (Baysal et al., 2003; Cavalcanti et al., 2006; Iriti & Faoro, 2004; Dantas et al., 2004; Venâncio et al., 2000; Pascholati, 1999; Silva et al., 2002; Anfoka, 2000; Resende et al., 2002; Achuo et al., 2004), apesar de muitas vezes haver comprometimento da produtividade agrícola (Louws et al., 2001; Vallad & Goodman, 2004). É importante ressaltar também que, em doses elevadas, os indutores podem causar efeito fitotóxico (Vallad & Goodman, 2004). Outra limitação ao uso dos indutores ainda é o alto custo dos produtos à base de moléculas sintéticas. Pesquisas vêm sendo realizadas com a finalidade de descobrir novos produtos com ação indutora a baixo custo. Produtos naturais de origem mineral, como o gesso agrícola, têm se mostrado promissores (Quezado-Duval et al., 2005; Junqueira et al., 2005). Os nutrientes minerais influenciam, de uma maneira ou de outra, na resistência a doenças, agindo na planta como co-fatores de enzimas que participam de diversas rotas metabólicas de defesa das plantas. Muitos compostos produzidos nessas rotas metabólicas são formados após a infecção, proporcionando maior resistência às doenças (Amaral, 2008).

Em trabalhos conduzidos na Embrapa Cerrados, já relatados por Junqueira et al. (2005), verificou-se que calda de gesso agrícola 0,3%, com pH ajustado para 4,0 com ácido fosfórico, foi eficaz no controle da bacteriose do maracujazeiro quando aplicada através de pulverizações foliares a intervalos entre 10 e 20 dias, num total de 24 pulverizações anuais. Houve também acréscimo considerável na produtividade e no tamanho dos frutos. Segundo os autores, conforme relatado por Huber (2005) e Roehheld (2005), o sulfato de cálcio (gesso) pode ter melhorado o equilíbrio nutricional das plantas de maracujazeiro ou ativado mecanismos de resistência ao patógeno. Segundo Junqueira et al. (2005), como esta bactéria penetra por meio de hidatódios, ferimentos ou estômatos, a ação deste produto pode ter melhorado a resistência estrutural da planta.

As principais mudanças proporcionadas pela nutrição mineral, responsáveis por alterar a intensidade de doenças, são a espessura da parede celular e cutículas, a manutenção de compostos solúveis dentro das células, como açúcares simples e aminoácidos, variações na suberização, na silificação e na lignificação dos tecidos, na síntese e no acúmulo de compostos fenólicos (Amaral, 2008). No caso de doenças fúngicas, como a ferrugem-do-cafeeiro (*Hemileia vastatrix*

Berk & Br.) e a mancha-de-olho-pardo (*Cercospora coffeicola* Berk & Cook.), a proteção promovida pela nutrição mineral equilibrada teria como consequência uma eficiente barreira física, com inibição à penetração das hifas ou melhor controle da permeabilidade da membrana citoplasmática. Isso evita a saída de açúcares e aminoácidos para os espaços intercelulares e constitui barreira química, com a produção ou a formação de compostos fenólicos com propriedades fungistáticas (Marschner, 1995).

Todos os nutrientes minerais influenciam a incidência ou a severidade de doenças (Graham & Webb, 1991; Huber, 1980). Muitos compostos produzidos por meio de rotas metabólicas secundárias são formados após a ocorrência da infecção, proporcionando maior resistência às doenças. Esses compostos são as fitoalexinas, os fenóis, os flavonóides e as auxinas, os quais se acumulam ao redor dos sítios de infecção, dependendo da disponibilidade dos vários nutrientes. Dessa forma, com a finalidade de complementar os métodos de controle de doenças, a nutrição mineral de plantas, como importante fator ambiental, pode ser considerada um método relativamente fácil, quando bem manipulado (Marschner, 1995).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACHUO, E.A.; AUDENAERT, K.; MEZIANE, H. & HÖFTE, M. The salicylic acid-dependent defense pathway is effective against different pathogens in tomato and tobacco. **Plant Pathology** 53:65–72. 2004.
- ADHIKARI, T.B.; VERA CRUZ, C.M.; ZHANG, Q.; NELSON, R.J.; SKINNER, D.Z; MEW, T.W. & LEACH, JE. Genetic diversity of *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* in Asia. **Applied and Environmental Microbiology** 61(3):966-971, 1995.
- AGRIANUAL 2009. Anuário da agricultura brasileira. São Paulo. Consultoria e Comércio, 2008. p. 331.
- AGRIANUAL. 2006. Anuário estatístico da agricultura brasileira. São Paulo. FNP – Consultoria e Comércio, 2006. Maracujá, p. 359-365.
- AGROFIT. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/>>. Acesso em: 10/04/2007.
- AMARAL, D.R. Formulações de extratos vegetais e micronutrientes na indução de resistência em mudas de cafeeiro contra *Cercospora coffeicola*. 92 p. Tese (Doutorado em Fitopatologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. 2008.
- ANFOKA, G.H. Benzo-(1,2,3)-thiadiazole-7-carbotioic acid S-metil ester induces systemic resistance in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill vc. Vollendung) to *Cucumber mosaic virus*. **Crop Protection** 19: 401-405. 2000.
- ANGEL, E.O.; FARJADO, D.; GRUM, M.; TOHME, J. & LOBO, M. Genetic variation analysis of the genus *Passiflora* L. using RAPD markers. **Euphytica** 101(3):341-347. 1998.
- ANTEROLA, A.M. & LEWIS, N.G. Trends in lignin modification: a comprehensive analysis of the effects of genetic manipulations/mutations on lignification and vascular integrity. **Phytochemistry** 61:221-294. 2002.
- ARAÚJO, B.C. Maracujá em Sergipe – situação atual e perspectivas. In: ENCONTRO ESTADUAL DA CULTURA DO MARACUJÁ, 1., 1978, Aracaju, SE. Anais... Aracaju, SE, 1978. pp. 67-76.
- ARAÚJO, J.S.P.; GONÇALVES, K.S.; OLIVEIRA, B.C.; RIBEIRO, R.L.D. & POLIDORO, J.C. Efeito do acibenzolar-S-methyl sobre murcha-bacteriana do tomateiro. **Horticultura Brasileira** 23: 5-8. 2005.
- ARBER, W. Genetic variation: molecular mechanism and impact of microbial evolution. **FESM Microbiology Reviews** 24:1-7. 2000.

AUKAR, A.P.A.; LEMOS, E.G.M. & OLIVEIRA, J.C. Genetic variations among passion fruit species using RAPD markers. **Revista Brasileira de Fruticultura** 24: 738-740. 2002.

BARBOSA, L.S. Resistência de *Passiflora* spp. a *Xanthomonas campestris* pv. *passiflorae* e detecção em sementes. 1995. 66p. (Dissertação de Mestrado). Viçosa: UFV. 1995.

BARGUIL, B.M.; RESENDE, M.L.V.; RESENDE, R.S.; BESERRA JR., J.E.A. & SALGADO, S.L. Effect of extracts from citric biomass, rusted coffee leaves and coffee berry husks on *Phoma costarricensis* of coffee plants. **Fitopatologia Brasileira** 30; 535- 537. 2005.

BAYSAL, O. & ZELLER, W. Extract of *Hedera helix* induces resistance on apple rootstock M26 similar to Acibenzolar-S-methyl against Fire Blight (*Erwinia amylovora*). **Physiological and Molecular Plant Pathology** 65: 305-315. 2004.

BAYSAL, Ö.; SOYLU, E.M. & SOYLU, S. Induction of defense-related enzymes and resistance by the plant activator acibenzolar-S-methyl in tomato seedlings against bacterial canker caused by *Clavibacter michiganensis* ssp. *michiganensis*. **Plant Pathology** 52:747–753. 2003.

BÉCOT, S.; PAJOT, E.; LE CORRE, D.; MONOT, C.; SILUÉ, D. Phytogard (K2HPO<sub>3</sub>) induces localized resistance in cauliflower to downy mildew of crucifers. **Crop Protection**, Surrey, v. 19, p. 417-425, 2000.

BENATO, E.A.; SIGRIS, J.M.M.; HANASHIRO, M.M.; MAGALHÃES, M.J.M. & BINOTTI, C.S. Avaliação de fungicidas e produtos alternativos no controle de podridões pós-colheita em maracujá-amarelo. **Summa Phytopathologica** 28: 299-304. 2002.

BERIAM, L.O.S. Serologia e eletroforese aplicadas ao estudo de *Xanthomonas campestris* pv. *passiflorae*, agente causal da bacteriose do maracujazeiro (*Passiflora* spp.). 1998. 65p. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas – Área de concentração: Microbiologia) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP. 1998.

BERIAM, L.O.S.; MALAVOLTA JR, V.A. & MELETTI, L.M.M.. Avaliação de resistência de híbridos de maracujazeiro-amarelo a *Xanthomonas campestris* pv. *passiflorae*. In: XXIII CONGRESSO PAULISTA DE FITOPATOLOGIA, 2000, Campinas, SP. **Summa Phytopathologica** 26:125-125. 2000.

BERNACCI, L.C.; MELETTI, L.M.M.; SOARES-SCOTT, M.D. & PASSOS, I.R.S. Espécies de maracujá: caracterização e conservação da biodiversidade. In: FALEIRO, F.G., JUNQUEIRA, N. T.V., BRAGA, M. F. **Maracujá: germoplasma e melhoramento genético**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2005. pp. 559-586.

BIRCH, P.R.J.; HYMAN, L.J.; TAYLOR, R.; OPIO, A.F.; BRAGARD, C. & TOTH, I.K. RAPD PCR-based differentiation of *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* and *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* var. *fuscans*. **European Journal of Plant Pathology** 103:809-814. 1997.

BOSTOCK, R.M. signal crosstalk and induced resistance: straddling the line between cost and benefit. **Annual Review of Phytopathology** 43:545–80. 2005.

BOUZAR, H, JONES, J.B.; STALL, R.E.; LOWS, F.J.; SCHENEIDER, M.; RADEMAKER, J.L.W.; BRUIJIN, F.J. & JACKSON, LE. Multiphasic analysis of *Xanthomonas* causing bacterial spot disease on tomato and pepper in the Caribbean and Central America: Evidence for common lineages within and between countries. **Phytopathology** 89:328-335. 1999.

BRACKMAN, A.; GIEHL, R. F. H.; SESTARI, I.; STEFFENS, C. A. Fosfitos para o controle de podridões pós-colheita em maçãs Fuji durante o armazenamento refrigerado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 4, p. 1039- 1042, 2004.

BRADBURY, J.F. 1984. Genus II. *Xanthomonas* Dowson 1939, 187<sup>AL</sup>, p.199-210. In: NR Krieg and JG Holt (ed.), Bergey's manual of systematic bacteriology, vol. 1. The Williams & Wikins Co., Baltimore.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Seminário Nacional de Agricultura Orgânica. Brasília, DF: Secretaria de Políticas para o desenvolvimento Sustentável - Departamento de Economia e Meio Ambiente. 2006. 58p.

BRUCKNER, C.H. Perspectivas do melhoramento genético do maracujazeiro. Maracujá: temas selecionados. Porto Alegre: Cinco Continentes Editora, 1997. pp. 25-46.

BURKHOLDER, W.H. & STARR, M.P. The generic and specific characters of phytopathogenic species of *Pseudomonas* and *Xanthomonas*. **Phytopathology** 38:494-502. 1948.

CASSIANO, A.P.A.A.: LEMOS, E.G.M. & OLIVEIRA, J.C. Avaliação de espécies de *Passiflora* através de marcadores moleculares RAPD. **Genetics and Molecular Biology** 21: 214.1998. (Suplemento).

CASTRO, R.M.; VIEIRA, M.; SCANAVACHI, V. & AZEVEDO, L.A.S. Efeito do ativador de plantas acibenzolar-S-methyl na proteção contra doenças, incremento de produção e qualidade de frutos em tomate estaqueado. **Fitopatologia Brasileira** 26:492. 2001. (Suplemento).

CASTRO, R.M.; VIEIRA, M.; SCANAVACHI, V. & GUICHERIT, E. Redução na severidade de doenças e incremento da produção e qualidade dos frutos de tomate estaqueado em áreas comerciais através da aplicação do ativador de plantas acibenzolar-s-methyl. **Fitopatologia Brasileira** 25:324. 2000. (Suplemento).

CAVALCANTI, F.R.; RESENDE, M.L.V., NOJOSA, G.B.A.; SANTOS, F.S.; COSTA, J.C.B.; FERREIRA, J.B.; ARAÚJO, D.V.; MUNIZ, M.F.S.; DEUNER, C.C. & MIRANDA, J.C. Ativadores de resistência disponíveis comercialmente. In: Reunião brasileira sobre indução de resistência em plantas. Lavras, MG: UFLA. 2004. pp. 83-98.

CAVALCANTI, F.R.; RESENDE, M.L.V.; LIMA, J.P.M.S.; SILVEIRA, J.A.G. & OLIVEIRA, J.T.A. Activities of antioxidant enzymes and photosynthetic responses in tomato pre-treated by plant activators and inoculated by *Xanthomonas vesicatoria*. **Physiological and Molecular Plant Pathology** 68:198-208. 2006.

COSTA, A.M. & TUPINAMBÁ, D.D. O maracujá e suas propriedades medicinais – o estado da arte. In: FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; BRAGA, M.F. Maracujá: germoplasma e melhoramento genético. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados. 2005. pp. 475-506.

COSTA, J.C.B. **Novos indutores de resistência no manejo da Vassoura-de-bruxa (*Crinipellis perniciosa*) do cacauero (*Theobroma cacao* L.)**. 2008. 84p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

CROCHEMORE, M.L. Diversidade genética do maracujazeiro (*Passiflora* spp.). In: REUNIÃO TÉCNICA DE PESQUISA EM MARACUJAZEIRO, 3., 2002, Viçosa. Anais... Viçosa, 2002. pp. 69-74.

CUNHA, M.A.P. da. Prioridades de pesquisa por subárea e objetivo. In: REUNIÃO TÉCNICA: PESQUISA EM MARACUJAZEIRO NO BRASIL, 1998, Cruz das Almas, BA: EMBRAPA/CNPMPF, 1998. pp. 11-14 (EMBRAPA-CNPMPF. Documentos, 77).

CUNHA, M.A.P.; BARBOSA, L.V. & JUNQUEIRA, N.T.V. Espécies de maracujazeiro. In: LIMA, A.A. (Ed.). Maracujá produção: aspectos técnicos. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 104 p. (Embrapa Informação Tecnológica. Frutas do Brasil, n. 15).

DANTAS, S.A.F.; OLIVEIRA, S.M.A.; BEZERRA NETO, E.; COELHO, R.S.B. & SILVA, R.L.X. Indutores de resistência na proteção do mamão contra podridões pós-colheita. **Summa Phytopathologica** 30: 314-319. 2004.

DE VOS, P. & DE LEY, J. Intra and intergenic similarities of *Pseudomonas* and *Xanthomonas* ribosomal ribonucleic acid cistrons. **International Journal of Systematic Bacteriology** 33:487-509. 1983.

DIAS, S.C. & TAKATSU, A. Ocorrência de bacteriose do maracujazeiro (*Passiflora* sp.) causada por *Xanthomonas campestris* pv. *passiflorae* no Distrito Federal. **Fitopatologia Brasileira** 12:140, 1987.

DIAS, S.C. Morte precoce do maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) causada por patógenos que afetam a parte aérea da planta. 1990. 137p. (Dissertação de Mestrado em Fitopatologia). Brasília: UnB. 1990.

DURRANT, W.E. & DONG, X. Systemic acquired resistance. **Annual Review of Phytopathology** 42:185–209. 2004.

DYE, D.; BRADBURY, W.; GOTO, M.; HAYWARD, M.; LELLIOTT, A.C. & SCHROTH, M.N. International standards for naming pathovars of phytopathogenic bacteria and a list of pathovar names and pathotype strains. **Review of Plant Pathology** 59: 153-168. 1980.

DYE, D.W. & LELLIOTT, R.A. Genus II. *Xanthomonas*. In: Bergey's Manual of Determinative Bacteriology, 8th ed. R.E. BUCHANAN and N.E. GIBBONS, eds. Williams & Wilkins, Baltimore. 1974. pp.243-249.

DYE, D.W. Comparative study of the biochemical reactions of additional *Xanthomonas* spp. **New Zealand Journal of Science and Technology** 6:483-486. 1963.

DYE, D.W. Cultural and biochemical reactions of additional *Xanthomonas* spp. **New Zealand Journal of Science and Technology** 9:913-919. 1966.

DYE, D.W. The inadequacy of the usual determinative tests for the identification of *Xanthomonas* spp. **New Zealand Journal of Science** 5:393-416. 1962.

EDREVA, A.A novel strategy for plant protection: induced resistance. **Journal of Cell and Molecular Biology** 3:61-69. 2004.

FALEIRO, F.G. & SOUSA, E. dos S. de. IV Reunião técnica de pesquisas em maracujazeiro. In: FALEIRO, F. G., JUNQUEIRA, N. T. V., BRAGA, M. F. Maracujá: germoplasma e melhoramento genético. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2005. pp. 35-38.

FALEIRO, F.G. **Marcadores genético-moleculares aplicados aos programas de conservação e uso de recursos genéticos**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2007. 102p. il.

FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; BRAGA, M.F.; BELLON, G.; LAGE, D.A.C.; FERREIRA, U.O.C. & SANTOS, J.B. Caracterização molecular e morfológica da espécie *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* silvestre no cerrado. In: Congresso Brasileiro de Melhoramento de Plantas, 3., 2005, Gramado. Anais... Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2005. 1CD-ROM.

FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V. & BRAGA, M.F. Caracterização de germoplasma e melhoramento genético do maracujazeiro assistidos por marcadores moleculares: resultados de pesquisa 2005-2008. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2008. (Embrapa Cerrados. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 207).

FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; BELLON, G.; BORGES, T.A.; ANJOS, J.R.N.; PEIXOTO, J.R.; BRAGA, M.F. & SANTOS, D. G. Diversidade genética de espécies silvestres de maracujazeiro com resistência múltipla a doenças com base em marcadores RAPD. **Fitopatologia Brasileira** 29:325. 2004. (Suplemento).

FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; BRAGA, M.F. **Maracujá: demandas para a pesquisa**. Planaltina,DF: Embrapa Cerrados, 2006. 54p. il.

FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; BRAGA, M.F. **Pesquisa e desenvolvimento do maracujá**. In: ALBUQUERQUE, A.C.S.; SILVA, R.C.; (Eds.). Agricultura Tropical: Quatro Décadas de Inovações Tecnológicas, Institucionais e Políticas. 1 ed. Brasília: Embrapa, 2008. p. 411-416.

FALEIRO, F.G.; PIRES, J.L. & LOPES, U.V. Uso de marcadores moleculares RAPD e microssatélites visando à confirmação da fecundação cruzada entre *Theobroma cacao* e *Theobroma grandiflorum*. **Agrotrópica** 15: 41-46. 2003.

FERREIRA, F.R. R. Recursos genéticos de *Passiflora*. In: FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V. & BRAGA, M.F. Maracujá: germoplasma e melhoramento genético. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2005. pp. 41-51.

FERREIRA, M.E. & GRATTAPAGLIA, D. Introdução ao uso de marcadores moleculares em análise genética. Brasília: EMBRAPA-CENARGEN. 1998. 220 p.

FISCHER, I.H. Seleção de plantas resistentes e de fungicidas para o controle da “morte prematura” do maracujazeiro, causada por *Nectria hematococca* e *Phytophthora parasítica*. 48 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2003.

FRUTISÉRIES 2, Maracujá. Brasília: MI/SIN/DDH, 2002. 8 p.

GAMA, A.J.M.; KORNDÖRFER, G.H.; JULIATTI, F.C.; FERREIRA, H.S. & DALTO, G. Controle da incidência e severidade de oídio em plantas de pepino através da aplicação de fontes de silício via solo e via foliar. Anais, Congresso Brasileiro de Fitopatologia, 36, Uberlândia, MG. 2003. pp. 696.

GANGA, R.M.D.; RUGGIERO, C.; LEMOS, E.G.M.; GRILI, G.V.G.; GONÇALVES, M.M.; CHAGAS, E.A. & WICKERT, E. Diversidade genética em maracujazeiro-amarelo utilizando marcadores moleculares fALP. **Revista Brasileira de Fruticultura** 26: 494-498. 2004.

GOEDERT, C.O. Histórico e avanços em recursos genéticos no Brasil. In: NASS, L.L. (Ed.). Recursos genéticos vegetais. Brasília: Embrapa, 2007. p. 23-60.

GONÇALVES, E.R. *Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*: taxonomia polifásica, filogenia e detecção. 81f. Tese (Doutorado em Genética e Biologia Molecular). Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP, Campinas, SP. 2000.

GRAHAM, R.D. & WEBB, M.J. Micronutrients and disease resistance and tolerance in plants. In: MORTVEDT, J.J., COX, F.R., SHUMAN, L.M., WELCH, R.M. (Ed.). Micronutrients in agriculture. 2.ed. Madison: Soil Science Society of America, 1991. pp.329-370.

GUZZO, S.D.; CASTRO, R.M. de; KYDA, K. & MARTINS, E.M.F. Ação protetora do acibenzolar-S - methyl em plantas de café contra ferrugem. **Arquivo do Instituto Biológico** 68: 89-94. 2001.

HALFELD-VIEIRA, B.A.; SOUZA, R.M.; FIGUEIRA, A.R. & BOARI, A.J.. Identificação de *xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* e *x. axonopodis* pv. *phaseoli* var. *fuscans* através da técnica de PCR. **Fitopatologia Brasileira**. 2001, vol.26, n.4, pp. 737-740.

HAMMOND-KOSACK, K. & JONES, J.D.G. Responses to plant pathogens. In: BUCHANAN, B.B., GRUISSEM, W. & JONES, R.L. (Eds) Biochemistry and Molecular Biology of Plants. Rockville, MD: American Society of Plant Physiologists. 2000. pp. 1102–1156.

HARTUNG, J.S.; DANIEL, J.F. & PRUVOST, O.P. Detection of *Xanthomonas campestris* pv.

*citri* by the polymerase chain reaction method. **Applied and Environmental Microbiology** 59:1143-1148. 1993.

HE, C.Y., HSIANG, T. & WOLYN, D.J. Induction of systemic disease resistance and pathogen defense responses in *Asparagus officinalis* with nonpathogenic strains of *Fusarium oxysporum*. **Plant Pathology** 51:225-230. 2002.

HENSON, J.M. & FRENCH, R. The polymerase chain reaction and plant disease diagnosis. **Annual Review of Phitopathology** 31:81-109. 1993.

HOEHNE, F.C. Botânica e agricultura no Brasil (Século XVI). São Paulo: Companhia Editora Nacional. 410 p. 1937. (Brasiliana v. 71, 5ª Série)

HUBER, D.M. The role of mineral nutrition in defense. In: HORSFALL, J.G., COWLING, E.B. Plant pathology, an advanced treatise. New York: Academic, 1980. pp.381-406.

HUBER, D.M. Papéis do nitrogênio e do enxofre na incidência e resistência às doenças de plantas. In: Simpósio sobre relações entre nutrição mineral e incidência de doenças de plantas, POTAFOS - Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e Fósforo, Piracicaba, SP. 2005. (Textos/slides, CD\_ROM)

HUGHS, R. & RYSCHENKOW, E. *Pseudomonas maltophilia*, na *Alcaligenes*-like species. **Journal of General Microbiology** 26:123-132. 1961.

IBGE. [Online]. Sistema IBGE de recuperação automática (SIDRA). 2009. Banco de dados agregado: produção agrícola municipal (PAM). Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/agric/default.asp?t=4&z=t&o=11&u1=1&u2=1&u=>>. Acesso: 15 de mar. 2009.

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

JUNQUEIRA, L.P.; JUNQUEIRA, N.T.V.; PEIXOTO, J.R.; ALENCAR, C.M.; VAZ, C.F.; LAGE, D.A.C. & BELLON, G. Efeito do gesso agrícola, pó de rocha silicatada e ferro EDTA no controle da bacteriose em maracujazeiro-azedo. Anais, 38º Congresso Brasileiro de Fitopatologia, Brasília, DF. 2005. pp. 62. (Suplemento).

JUNQUEIRA, N.T.V.; ANJOS, J.R.N.; JUNQUEIRA, L.P. & SHARMA, R.D. Doenças do maracujá-doce. In: MANICA, I.; BRANCHER, A.; SANZONOWICZ, C.; ICUMA, I.M.; AGUIAR, J.L.P.; AZEVEDO, J.A.; VASCONCELLOS, M.A.S. & JUNQUEIRA, N.T.V. Maracujá-doce: tecnologia de produção e pós-colheita. Porto Alegre, RS: ed. Cinco Continentes, 2004a. pp. 113-144.

JUNQUEIRA, N.T.V.; ANJOS, J.R.N.; SILVA, A.P.O.; CHAVES, R.C. & GOMES, A.C. Reação às doenças e produtividade de onze cultivares de maracujá-azedo cultivadas sem agrotóxico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 38: 1005-1010. 2003.

JUNQUEIRA, N.T.V.; BRAGA, M.F.; FALEIRO, F.G.; PEIXOTO, J.R. & BERNACCI, L.C. Potencial de espécies silvestres de maracujazeiro como fonte de resistência a doenças. In: FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V. & BRAGA, M.F. Maracujá: germoplasma e melhoramento genético. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2005. pp. 81-106.

JUNQUEIRA, N.T.V.; PEIXOTO, J.R.; BRANCHER, A. & JUNQUEIRA, K.P. Maracujá-doce: Melhoramento genético do maracujá-doce. In: MANICA, I., BRANCHER, A., SANZONOWICZ, C.; ICUMA, I.M.; AGUIAR, J.L.P.; AZEVEDO, J.A.; VASCONCELLOS, M.A.S. & JUNQUEIRA, N.T.V. Maracujá-doce: tecnologia de produção e pós-colheita. Porto Alegre, RS: ed. Cinco Continentes, 2004b. pp. 39-46.

KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIM FILHO, A. & CAMARGO, L.E.A. (Ed). Manual de Fitopatologia. Doenças de plantas cultivadas. 4 ed. São Paulo: Agronômica Ceres, v.2, 2005.

KORNDÖRFER, G.H. & RODRIGUES, F.A. Importância do silício na incidência e na resistência às doenças de plantas. In: Simpósio sobre relações entre nutrição mineral e incidência de doenças de plantas, POTAFOS - Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e Fosfato, Piracicaba, SP. 2005. (Textos/slides, CD\_ROM)

KUC, J. Phytoalexins, stress metabolism, and disease resistance in plants. **Annual Review of Phytopathology** 33:275-297. 1995.

KUHN, O.J. Indução de resistência em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*) por acibenzolar-S-metil e *Bacillus cereus*: aspectos fisiológicos, bioquímicos e parâmetros de crescimento e produção. 2007. 140p. Tese (Doutorado em Fitopatologia) - Universidade de São Paulo. Escola Superior de Agricultura. "Luiz de Queiroz", Piracicaba, SP.

KUHN, O.J.; PORTZ, R.L.; STANGARLIN, J.R.; DEL ÁGUILA, R.M.; SCHWAN-ESTRADA, K.R.F. & FRANZENER, G. Efeito do extrato aquoso de cúrcuma (*Curcuma longa*) em *Xanthomonas axonopodis* pv. *manihotis*. **Semina-Ciências Agrárias** 27: 13-20. 2006.

KURODA, N. Avaliação do comportamento quanto à resistência de espécies progênes de maracujazeiro a *Xanthomonas campestris* pv. *passiflorae*. Jaboticabal, FCAV/UNESP. 1981. 45p.

LEITÃO FILHO, H.F. & ARANHA, C. Botânica do maracujazeiro. In: SIMPÓSIO DA CULTURA DO MARACUJÁ, 1, 1971, Campinas. Simpósio...Campinas: S.B.F., 1974. pp.1-13.

LI, W.H. Molecular Phylogenetics: Methods. In: Molecular Evolution. Sinauer Associates, Inc. Publishers. 1997. pp.99-148.

LIBERATO, J.R. Controle das doenças causadas por fungos, bactérias e nematóides em

maracujazeiro. In: ZAMBOLIM, L.; VALE, F.X.R.; MONTEIRO, A.J.A. & COSTA, H (Ed). Controle de doenças de plantas fruteiras. Viçosa: Suprema, 2002. v.2. pp.699-825.

LOPES, R.; LOPES, M.T.G.; CARNEIRO, M.S.; MATTA, F.P.; CAMARGO, L.E.A. & VIEIRA, M.L.C. Linkage and mapping of resistance genes to *Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae* in yellow passion fruit. *Genome*, Ottawa, 49(1):17-29. 2006.

LOPES, R.; LOPES, M.T.G.; MATTA, F.P.; MORAES, M.C.; CAMARGO, L.E.A. & VIEIRA, M.L.C. Mapas de ligação de AFLP em maracujá amarelo e mapeamento de genes de resistência a *Xanthomonas campestris* pv. *passiflorae*. In: Congresso Brasileiro de Melhoramento de Plantas, Porto Seguro, 2003. Anais. Porto Seguro, 2003 (CD-ROM).

LOUWS, F.J.; WILSON, M.; CAMPBELL, H.L.; CUPPELS, D.A.; JONES, J.B.; SHOEMAKER, P.B.; SAHIN, F. & MILLER, S.A. Field Control of Bacterial Spot and Bacterial Speck of Tomato Using a Plant Activator. **Plant Disease** 85: 481-488. 2001.

MANICA, I. & OLIVEIRA Jr., M.E.D. Maracujá no Brasil. In: MANICA, I. (Ed.). Maracujá-doce: tecnologia de produção, pós-colheita, mercado. Porto Alegre: Cinco Continentes. 2005. pp. 11-33.

MARCHI, C.E.; BORGES, M.F. & RESENDE, M.L.V. Proteção induzida por benzotiadiazole contra a ferrugem-alaranjada (*Hemileia vastatrix*) em cafeeiro. **Ciência e Agrotecnologia** 26: 1103-1106. 2002.

MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. 2.ed. London: Academic. 1995. 889p.

MARTINATI, J.C.; LACAVA, P.T.; MIYASAWA, S.K.S.; GUZZO, S.D.; AZEVEDO, J.L.; TSAI, S.M. Redução dos sintomas causados pela *Xylella fastidiosa* subsp. *pauca* por meio de aplicação de benzotiadiazole e silício. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.8, pp. 1083-1089, 2007.

MARTINS, E.M.; GUZZO, S.D.; CASTRO, R.M. & KYDA, K. Ação protetora do acibenzolar S-metil (Bion) em plantas de cafeeiro contra ferrugem. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 24, 1998, Poços de Caldas. Anais... Poços de Caldas, MG: Consócio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café, 1998. p.177-178.

MARTINS, I. Reação de progênies de maracujazeiro-azedo ao *Colletotrichum gloeosporioides* e biocontrole da antracnose com *Trichoderma* spp. 2006. 137 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, Brasília-DF.

McDONALD, A. E.; GRANT, B. R.; PLAXTON, W. C. Phosphite (phosphorous acid): its relevance in the environment and agriculture and influence on plant phosphate starvation response. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 24, n. 10, p. 1505-1519, 2001.

MELETTI, L.M.M. & BRUCKNER, C.H. Melhoramento genético. In: BRUCKNER, C.H. & PICANÇO, M.C. (Ed.). Maracujá: tecnologia de produção, pós-colheita, agroindústria, mercado. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2001. pp. 345-385.

MELETTI, L.M.M. Maracujazeiro (*Passiflora edulis* Sims). In: MELETTI, L.M.M. (Ed.). Propagação de frutíferas tropicais. Guaíba, RS: Agropecuária, 2000. pp. 186-204.

MELETTI, L.M.M. Tendências e Perspectivas da Pesquisa em Melhoramento genético do maracujazeiro. In: Reunião Técnica de Pesquisa em Maracujazeiro, 3., 2002, Viçosa. Anais... Viçosa: UFV, 2002. pp. 81- 87.

MELETTI, L.M.M.; SOARES-SCOTT, M.D.; BERNACCI, L.C.; PINTO-MAGLIO, C.A.F. & MARTINS, A.L.M. Caracterização de germoplasma de maracujazeiro (*Passiflora* spp.). **Revista Brasileira de Fruticultura** 14: 157-162. 1992.

MELLO, S.C.M.; LOPES, C.A. & TAKATSU, A. Avaliação da virulência de isolados de *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* ao tomateiro. **Fitopatologia Brasileira** 21: 39-43. 1996.

MENEZES, J.M.T. Seleção de porta-enxertos tolerantes a morte prematura de plantas para *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg. e comportamento de *Passiflora nitida* HBK na região de Jaboticabal. 73 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. 1990.

MENEZES, J.M.T.; OLIVEIRA, J.C.; RUGGIERO, C.; & BANZATO, D.A. Avaliação da taxa de pegamento de enxertos de maracujá-amarelo sobre espécies tolerantes à “morte prematura de plantas”. **Científica** 22: 95-104. 1994.

MESQUITA, LX.; SALES JÚNIOR, R.; NASCIMENTO, M.T.; CORREIA, K.C.; FREITAS, L.S. & FERREIRA, HA. Efeito de diferentes elicitores no controle do oídio do meloeiro. **Fitopatologia Brasileira** 30: 103. 2005. (Resumo)

MIRANDA, J.F. Reação de variedades de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.) a bacteriose causada por *Xanthomonas campestris* pv. *passiflorae*. 48 p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - ESALQ, Piracicaba, SP. 2004.

MOORE, E.R.B.; KRÜGER, A.S.; HAUBEN, L.; SEAL, S.E.; DE BAERE, R.; WACHTER, R.; TIMMIS, K.N. & SWINGS, J. 16S rRNA gene sequence analyses and inter- and intrageneric relationships of *Xanthomonas* species and *Stenotrophomonas maltophilia*. **Fems. Microbiology Letters** 151:145-153. 1997.

MOREIRA, L.M. & MAY-DE MIO, L.L. Controle da podridão parda do pessegueiro com fungicidas e fosfitos avaliados em pré e pós-colheita. **Ciência e. Agrotecnologia** 33: 405-411. 2009.

MOTOYAMA, M.M.; SCHWAN-ESTRADA, K.R.F.; STANGARLIN, J.R.; FIORI, A.C.G. & SCAPIN, C.A. Efeito antimicrobiano de extrato cítrico sobre *Ralstonia solanacearum* e *Xanthomonas axonopodis* pv. *manihotis*. **Acta Scientiarum Agronomy** 25: 509-512. 2003.

MUNHOZ, C.F. Diversidade genética de isolados de *Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae* com base em marcadores rep-PCR e AFLP e construção de *primers* específicos para diagnose. 79p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”

- ESALQ, Piracicaba, SP. 2009.

NAKATANI, A.K. Diversidade genética de *Xanthomonas campestris* pv. *passiflorae* e sensibilidade a produtos químicos. 61p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - ESALQ, Piracicaba, SP. 2001.

NASCIMENTO, A.C. Produtividade, incidência e Severidade de doenças em nove genótipos de maracujazeiro-azedo sob três níveis de adubação potássica no Distrito Federal. 148 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade de Brasília, Brasília. 2003.

NELSON, R.J.; BARAOIDAN, M.R.; VERA CRUZ, C.M.; YAP, I.V.; LEACH, J.E.; MEW, T.W. & LEUNG, H. Relationship between phylogeny and pathotype for the bacterial blight pathogen of rice. **Applied and Environmental Microbiology** 60:3275-3283. 1994.

NOJOSA, G.B.A. Efeito de indutores na resistência de *Coffea arabica* L. a *Hemileia vastatrix* Berk & Br. e *Phoma costarricensis* Echandi. 2003. Tese (Doutorado em Fitopatologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

OKUSHIMA, Y.; KOIZUMI, N.; KUSANO, T. & SANO H. Secreted proteins of tobacco cultured BY2 cells: identification of a new member of pathogenesis-related proteins. **Plant Molecular Biology** 42:479-488. 2000.

OLIVEIRA, G.H.N.; SUDO, S.; SILVA, J.R. & KIMURA, O. Ocorrência de *Xanthomonas campestris* pv. *passiflorae* infectando vascularmente plantas de maracujazeiro (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*). **Fitopatologia Brasileira** 13:107. 1988.

OLIVEIRA, J. C. & RUGGIERO, C. Aspectos sobre o melhoramento do maracujazeiro amarelo. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DO MARACUJAZEIRO, 5., 1998, Jaboticabal. Anais... Jaboticabal: FUNEP. 1998. pp. 291-310.

OLIVEIRA, J.C. & FERREIRA, F.R. Melhoramento genético do maracujazeiro. In: A.R. SÃO JOSÉ, F.R., FERREIRA & R.L. VAZ, R.L. (eds.), Cultura do maracujá no Brasil. Jaboticabal, FUNEP. 1991. pp.211-46

OLIVEIRA, J.C. de & RUGGIERO, C. Aspectos sobre o melhoramento do maracujazeiro amarelo. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DO MARACUJAZEIRO, 5., 1998, Jaboticabal, SP. Anais... Jaboticabal, SP: FUNEP, 1998. pp. 291-310.

OLIVEIRA, J.C. de & RUGGIERO, C. Espécies de maracujá com potencial agrônômico. In: FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V. & BRAGA, M.F. Maracujá: germoplasma e melhoramento genético. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2005. pp. 143-158.

OLIVEIRA, J.C. de. Melhoramento genético de *P. edulis* f. *flavicarpa* Deg. visando aumento de produtividade. 133 f. Tese (Livre-Docência) – Universidade Estadual de São Paulo, Jaboticabal. 1980.

OLIVEIRA, J.C. de. Melhoramento genético. In: RUGGIERO, C. (Ed.) Maracujá. Ribeirão Preto: Legis Summa, 1987. pp. 218-246.

OLIVEIRA, J.C. de; NAKAMURA, K.; CENTURION, M.A.P.C.; RUGGIERO, C.; FERREIRA, F.R.; MAURO, A.O. & SACRAMENTO, C.K. Avaliação de Passifloráceas quanto à morte prematura de plantas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 13., 1994, Salvador, BA. Anais... . Salvador, BA: SBF, 1994a. v. 3, pp. 827. (Resumo).

OLIVEIRA, J.C. de; NAKAMURA, K.; MAURO, A.O. & CENTURION, M.A.P.C. Aspectos gerais do melhoramento do maracujazeiro. In: SÃO JOSÉ, A. R. Maracujá, Produção e Mercado. Vitória da Conquista: DFZ/UESB, 1994b. pp. 27-37.

PALLERONI, N.J. & BRADBURY, J.F. *Stenotrophomonas*, a new bacterial genus for *Xanthomonas maltophilia* (Hugh, 1980) Swings et al. 1983. **International Journal of Systematic Bacteriology** 43:606-609. 1993.

PASCHOLATI, S.F. & LEITE, B. Hospedeiros: mecanismos de resistência. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H. & AMORIM, L. Manual de Fitopatologia: princípios e conceitos. 3.ed. São Paulo: Ceres, 1995, 1, pp.417-453.

PASCHOLATI, S.F. Bioquímica, Fitopatologia e Indução de Resistência. **Fitopatologia Brasileira** 24: 241. 1999. (Suplemento)

PEIXOTO, M. Problemas e perspectivas do maracujá ornamental. In: FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V. & BRAGA, M.F. Maracujá: germoplasma e melhoramento genético. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2005. pp. 457-463.

PENNINCKX, I.A.M.A.; EGGERMONT, K.; TERRAS, F.R.G.; THOMMA, B.P.H.J. & SAMBLAX, G.W. Pathogen-induced systemic activation of a plant defensin gene in *Arabidopsis* follows salicylic acid-independent pathway involving components of the ethylene and jasmonic acid responses. **Plant Cell** 8:2309.1997.

PEREIRA, M.C.N. Fenologia, Produção e Conservação de Frutos de *Passiflora nitida* H. B. K. nas condições de Jaboticabal – SP. 74 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista – UNESP. Jaboticabal. 1998.

PEREIRA, M.G.; PEREIRA, T.N.S. & PIO VIANA, A. Marcadores moleculares aplicados ao melhoramento genético do maracujazeiro. In: FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V. & BRAGA, M.F. Maracujá: germoplasma e melhoramento genético. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2005. pp. 277-292.

PEREIRA, R.B.; ALVES, E.; RIBEIRO JÚNIOR, P.M.; RESENDE, M.L.V de; LUCAS, G.C.; FERREIRA, J.B. Extrato de casca de café, óleo essencial de tomilho e acibenzolar-S-metil no manejo da cercosporiose-do-cafeeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, p.1287-1296, 2008.

PEREIRA, V.F.; RESENDE, M.L.V.; MONTEIRO, A.C.A.; RIBEIRO JR., P.M.; REGINA, M.A.; MEDEIROS, F.C.L. Produtos alternativos na proteção da videira contra o míldio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, n.1, pp. 25-31, 2010.

PIO VIANA, A.; PEREIRA, T.N.S.; PEREIRA, M.G.; SOUZA, M.M.; MALDONADO, F. & AMARAL JÚNIOR, A.T. Diversidade entre genótipos de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) e entre espécies de *Passifloras* determinada por marcadores RAPD. **Revista Brasileira de Fruticultura** 25: 489-493. 2003.

PIO VIANA, A.; PEREIRA, T.N.S.; PEREIRA, M.G.; SOUZA, M.M.; MALDONADO, F. & AMARAL JÚNIOR, A.T. Diversidade em maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) e *Passiflora* spp. por marcadores RAPD. In: REUNIÃO TÉCNICA DE PESQUISA EM MARACUJAZEIRO, 3., 2002, Viçosa. Anais... Viçosa, 2002a. pp.160-163.

PIO VIANA, A.; PEREIRA, T.N.S.; PEREIRA, M.G.; SOUZA, M.M.; MALDONADO, F. & AMARAL JÚNIOR, A.T. Diversidade morfo-agronômica em populações de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*). In: REUNIÃO TÉCNICA DE PESQUISA EM MARACUJAZEIRO, 3., 2002, Viçosa. Anais... Viçosa, 2002b. pp. 156-159.

PLANT DEFENSE BOOSTERS, Inc., 2004. Disponível em:  
<<http://plantdefenseboosters.com/elexa.html>>. Consulta em: 02/04/2007.

QUEZADO-DUVAL, A.M.; LOPES, C.A. & JUNQUEIRA, N.T.V. Avaliação de produtos alternativos para o controle da mancha-bacteriana em tomateiro para processamento industrial. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças. 2005. 67p. (Documentos / Embrapa Hortaliças, ISSN 1677-2229, 14).

QUIRINO, T.R. Agricultura e meio ambiente: tendências. In: SILVEIRA, M.A. da & VILELA, S.L. de O. (Ed.). Globalização e sustentabilidade da agricultura. Jaguariúna: Embrapa-CNPMA, 1998. pp. 109-138. (Embrapa-CNPMA. Documentos, n. 15).

RESENDE, M.L.V.; CANUTO, R. **Produtos comerciais à base de bioindutores de resistência em plantas**. In: POLTRONIERI, L.S.; ISHIDA, A.K.N. Métodos alternativos de controle de insetos-praga, doenças e plantas daninhas: panorama atual e perspectivas na agricultura. p. 216-248. 2008.

RESENDE, M.L.V.; CAVALCANTI, F.R.; SANTOS, F.S.; AMARAL, D.R. & RIBEIRO JÚNIOR, P.M. Formulação para indução de resistência em plantas, a base de extrato vegetal obtido de folhas do cafeeiro. Pedido de patente INPI (protocolo 0000220604167501). 2006.

RESENDE, M.L.V.; ISHIDA, A.K.N.; SANTOS, F.S.; COSTA, J.C.B. Composição para indução de resistência em plantas, a base de extratos de casca e frutos de café. Pedido de patente INPI protocolo 0000220701755455. 2007.

RESENDE, M.L.V.; NOJOSA, G.B.A.; CAVALCANTI, L.S.; AGUILAR, N.A.G.; SILVA, L.H.C.P.; PERES, J.O.; ANDRADE, G.C.G.; CARVALHO, G.A. & CASTRO, R.M. Induction of resistance in cocoa against *Crinipellis pernicioso* and *Verticillium dahliae* by acibenzolar-S-metil (ASM). **Plant Pathology** 5:621-628. 2002.

REUVENI, R.; REUVENI, M. & AGAPOV, V. Foliar sprays of NPK fertilizer induce systemic protection against *Puccinia sorghi* and *Exserohilum turcicum* and growth response in maize. **European Journal of Plant Pathology** 102: 339-348. 1996.

RIDÉ, M. & RIDÉ, S. *Xanthomonas populi* (Ridé) comb. nov. (syn. *Aplanobacter populi* Ridé) spécifité, variabilité, et absence de relation avec *Erwinia cancerogena*. **European Journal of Forest Pathology** 8:310-333. 1978.

RODRIGUES NETO, J.; SUGIMORE, M.H. & MALAVOLTA JUNIOR, V.A. Infecção natural em *P. alata* por *Xanthomonas campestris* pv. *passiflorae*. **Summa Phytopathologica** 10: 50. 1984.

RODRIGUES, F.A.; DATNOFF, L.E. & KORNDÖRFER, G.H. Mecanismos de resistência de plantas a patógenos mediados pelo silício. In: Simpósio sobre relações entre nutrição mineral e incidência de doenças de plantas, POTAFOS - Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e Fosfato, Piracicaba, SP. 2005. (Textos/slides, CD\_ROM)

RUGGIERO, C. Situação da cultura do maracujazeiro no Brasil. Informe Agropecuário 21(206):5-9. 2000.

RUGGIERO, C.; SÃO JOSE, A.R.; VOLPE, C.A.; OLIVEIRA, J.C.; DURIGAN, J.F.; BAUMGARTNER, J. G.; SILVA, J.R. da; MAKAMURA, K.I.; FERREIRA, M.E.; KAVATI, R. & PEREIRA V.P. Maracujá para exportação: aspectos técnicos da produção MAARA/ SDR-FRUPLEX, Brasília. Embrapa-SPI, 1996. 64 p. (Embrapa-SPI. Publicações Técnicas Frupep, n. 19)

SANTOS FILHO, H.P.; LARANJEIRA, F.F.; SANTOS, C.C.F. & BARBOSA, C.J. Doenças do maracujazeiro. In: LIMA, A.A.; CUNHA, M.A.P, (Ed). Maracujá: produção e qualidade na passicultura. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004. pp.239-280.

SANTOS, F.S.; SOUZA, P.E.; RESENDE, M.L.V.; POZZA, E.A.; MIRANDA, J.C.; RIBEIRO JÚNIOR, P.M.; & ANERBA, F.C. Efeito de extratos aquosos vegetais no progresso de doenças foliares do cafeeiro orgânico. **Fitopatologia Brasileira** 32: 59-63. 2007.

SAWAZAKI, H.E.; BARBOSA, W. & COLOMBO, C.A. Caracterização e identificação de cultivares e seleções de pereiras através de marcadores RAPD. **Revista Brasileira de Fruticultura** 24: 447-452. 2002.

SILVA, H.S.A.; DEUNER, C.C.; ROMEIRO, R.S.; CARRER FILHO, R. & BATISTA, U.G. Em suporte à estratégia de seleção de rizobactérias para promoção de crescimento e para indução de resistência sistêmica e plantas com direcionamentos distintos. **Fitopatologia Brasileira** 26:304. 2001a. (Suplemento).

SILVA, H.S.A.; ROMEIRO, R.S.; BATISTA, U.G. & CARRER FILHO, R. Biocontrole experimental da mancha bacteriana pequena do tomateiro (*Pseudomonas syringae* pv. *tomato*) - antagonismo microbiano ou indução de resistência sistêmica? **Summa Phytopathologica** 27: 106. 2001b.

SILVA, L.H.C.P. Resistência sistêmica ativada pelo acibenzolar-S-metil contra doenças em tomateiro. Dissertação de Mestrado. Lavras, MG. Universidade Federal de Lavras. 2002.

SILVA, L.H.C.P.; RESENDE, M.L.V.; SOUZA, R.M. & CAMPOS, J.R. Avaliação comparativa do indutor de resistência acibenzolar-S-metil na proteção contra *Xanthomonas vesicatoria*, *Oidium lycopersici* e *Septoria lycopersici* no tomateiro. **Summa Phytopathologica** 29: 244-248. 2003a.

SILVA, L.H.C.P.; RESENDE, M.L.V.; SOUZA, R.M.; CAMPOS, J.R. & CASTRO, A.M.S. Indução de resistência contra *Xanthomonas vesicatoria* em tomateiro por acibenzolar-S-metil. **Summa Phytopathologica** 29: 177-181. 2003b.

SKERMAN, V.B.D., MCGOWAN, V., SNEATH, P.H.A. (ed.). Approved lists of bacterial names. **International Journal of Systematic Bacteriology** 30: 225-420. 1980.

SMILLIE, R.; GRANT, B. R.; GUEST, D. The mode of action of phosphite: evidence for both direct and indirect modes of action on three *Phytophthora* spp in plants. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 79, n. 9, p. 921-926, Sept. 1989.

SOUZA, J.S.I. & MELETTI, L.M.M. Maracujá: espécies, variedades, cultivo. Piracicaba: FEALQ. 1997. 179 p.

SPIERS, A.J.; BUCKLING, A. & RAINEY, P. The causes of *Pseudomonas* diversity. **Microbiology (Reading)** 146:2345-2350. 2000.

STARR, M.P. The genus *Xanthomonas*. In: The prokaryotes, vol. 1 (eds. MP Starr, H Stolp, HG Trüper, A. Balows, HG Schlegel), Spring Verlag, Berlin. 1981. pp. 742-763.

STEPHEN, K.; MCFERSON, J.R. & WESTMAN, A.L. Using molecular markers in genebanks: identify, duplication, contamination and regeneration, Analysis, Characterization and Conservation of PGR. 1997. 16p.

SWINGS, J.G. & CIVEROLO, E.L. *Xanthomonas*. Chapman & Hall, London. 1993.

SYNGENTA. Bion, o ativador de plantas. Folheto. 2001. 21p.

TALLY, A.; OOSTENDORP, M.; LAWTON, K.; STAUB, T. & BASSI, B. Commercial development of elicitors of induced resistance to pathogens. In: AGRAWAL, A.A., TUZUN S AND BENT E (eds). Induced Plant Defenses against Pathogens and Herbivores. 1999. pp.357-369.

TAVARES, G.M.; LARANJEIRA, D.; LUZ, E.D.M.N.; SILVA, T.R.; PIROVANI, C.P.; RESENDE, M.L.V.; RIBEIRO JR. P.M. Indução de resistência do mamoeiro à podridão radicular por indutores bióticos e abióticos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n.11, pp. 1416-1423, 2009.

TÖFOLI, J.G. & DOMINGUES, R.J. Controle da pinta preta do tomateiro com o uso de acibenzolar-s-metil isolado, em mistura com fungicidas e em programas de aplicação. **Arquivos do Instituto Biológico** 72: 481-487. 2005.

TOKESHI, H. Importância dos centros de origem das plantas e sua resistência a pragas e doenças. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS NATURAIS (COBRADAN), 3., 2006, Belém, PA. Palestras... Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2006. pp. 69-81.

TOSUN, N. O papel dos ativadores de plantas no controle de doenças em estufas. SIMPÓSIO Agrônômico Brasileiro, Improcrop, Curitiba. 2005. 10 p.

VALLAD, G.E. & GOODMAN, R.M. Systemic acquired resistance and induced systemic resistance in conventional agriculture. *Crop Science* 44:1920–1934. 2004.

VAN DEN MOOTER, M. & SWINGS, J. Numerical analysis of 295 phenotypic features of 266 *Xanthomonas* strains and related strains and an improved taxonomy of the genus. **International Journal of Systematic Bacteriology** 40:348-369. 1990.

VAN DER PLANK, J.E. Plant diseases. Epidemics and Control. New York: Academic Press. 134 p. 1963.

VAUTERIN, L.; HOSTE, B.; KERSTERS, K. & SWINGS, J. Reclassification of *Xanthomonas*. **International Journal of Systematic Bacteriology** 45:472-489. 1995

VAUTERIN, L.; RADEMAKER, J. & SWINGS, J. 2000. Synopsis on the taxonomy of the genus *Xanthomonas*. **Phytopathology** 90:677-682.

VENÂNCIO, W.S.; ZAGONEL, J.; FURTADO, E.L.; SOUZA, N.L. & PERES, N.A.R.P. Novos fungicidas: II - famoxadone e indutores de resistência. **Revisão Annual de Patologia de Plantas** 8: 59-92. 2000.

VIEIRA, M.L.C.; OLIVEIRA, C.A.; MAYEDA, L.Y.; DORNELAS, M.C. & FUNGARO, M.H.P. Estudo do cariótipo e da variabilidade genética detectada por RAPD em espécies de maracujazeiro (*Passiflora* L.). **Brazilian Journal of Genetics** 20: 88. 1997. (Suplemento).

VIEIRA, M.L.C.; OLIVEIRA, E.J.; MATTA, F.P., PÁDUA, J.G. & MONTEIRO, M. Métodos biotecnológicos aplicados ao melhoramento genético do maracujá. In: FALEIRO, F.G., JUNQUEIRA, N.T.V., BRAGA, M.F. Maracujá: germoplasma e melhoramento genético. Planaltina - Distrito Federal: Embrapa Cerrados, 2005. pp. 411-453.

VILLANOVA, A. C. C.; SILVA, D. G. P. da; CASTIGLIONI, G. L.; JUNQUEIRA, L. P.; JUNQUEIRA, N.T.V.; BRAGA, M.F.; SANTOS, E.C. dos; SOBRAL, L. & LIMA, C.A. de. Índice de transmissão via semente da virose do endurecimento do fruto do maracujazeiro e da bacteriose do maracujazeiro. XL Congresso Brasileiro de Fitopatologia. Maringá-PA. 2007. p.312.

WALTERS, D.; NEWTON, A. & LYON, G. Induced resistance: helping plants to help themselves. **Biologist** 52: 28-33. 2005.

WENDLAND, A; LEITE JUNIOR, R.P. & EUNO, B. Avaliação do comportamento de genótipos de maracujazeiro amarelo (*P. edulis* f. *flavicarpa*) a bacteriose causada por *Xanthomonas campestris* pv. *passiflorae*. **Fitopatologia Brasileira** 23:218. 1998.

YANG, P.; VAUTERIN, L.; VANCANNEYT, M.; SWINGS, J. & KERSTERS, K. Application of fatty acid methyl esters for the taxonomic analysis of the genus *Xanthomonas*. **Systematic and Applied Microbiology** 16:47-71. 1993.

YOUNG, J.M.; DYE, D.W.; BRADBURY, J.F.; PANAGOPOULOS, C.G. & ROBBS, C.F.A proposed nomenclature and classification for plant pathogenic bacteria. **New Zealand Journal of Agricultural Research** 21:153-177. 1978.

ZACARONI, A.B. Formulações à base de extratos vegetais combinados ou não com indutores e fertilizantes foliares no manejo de bacterioses do algodoeiro e do feijoeiro. 2008. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

ZERBINI, F.M.; NASCIMENTO, A.V.S.; ALFENAS, P.F.; TORRES, L.B.; BRAZ, A.S.K.; SANTANA, E.N.; OTONI, W.C. & CARVALHO, M.G. In: FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N. T.V. & BRAGA, M.F. Maracujá: germoplasma e melhoramento genético. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2005. pp. 589-597.

## CAPÍTULO 1

### CONFIRMAÇÃO DA HIBRIDAÇÃO INTERESPECÍFICA NO GÊNERO *Passiflora* POR MEIO DE MARCADORES RAPD

**RESUMO** - A obtenção de híbridos interespecíficos de maracujazeiro é um processo de grande valia para proporcionar ganhos agrônômicos à espécie comercial *Passiflora edulis* em programas de melhoramento genético, obter novos materiais genéticos com potencial para uso como porta-enxertos e também como alternativas para o mercado de plantas ornamentais. Neste trabalho, marcadores moleculares RAPD foram utilizados visando à confirmação do sucesso de 17 hibridações interespecíficas. Amostras de DNA genômico do suposto híbrido e de seus prováveis genitores foram extraídas e 12 iniciadores decâmeros previamente selecionados foram utilizados para a obtenção de marcadores moleculares RAPD. Os marcadores gerados foram analisados quanto à presença ou não de bandas informativas para a confirmação da fecundação cruzada. Foram confirmados os cruzamentos *P. laurifolia* x *P. nitida*; *P. edulis* GA2 x RC1 (GA2 x *P. coccinea*); *P. caerulea* x *P. amethystina*; *P. glandulosa* x *P. galbana*; *P. coccinea* x *P. actinia*; *P. glandulosa* x *P. edulis* GA2; *P. sidaefolia* x *P. actinia*; *P. galbana* x *P. actinea*; F1 (*P. coccinea* x *P. setacea*) x *P. coccinea*; F1 (*P. coccinea* x *P. setacea*) x *P. mucronata*; *P. eichleriana* x *P. gibertii*; *P. galbana* x *P. edulis* GA2; *P. glandulosa* x *P. edulis edulis* cinza TO; *P. glandulosa* x *P. sidaefolia*; *P. coccinea* x *P. setacea*. Desta forma, constatou-se a existência de compatibilidade genética entre estas espécies, sendo possível sua utilização em programas de melhoramento. Os marcadores RAPD permitiram verificar a ocorrência ou não da fecundação cruzada entre espécies no gênero *Passiflora*.

**Palavras-chave:** maracujá silvestre, cruzamentos interespecíficos, melhoramento genético.

## CONFIRMATION OF INTERSPECIFIC HYBRIDS IN *Passiflora* USING RAPD MARKERS

**ABSTRACT** – The acquisition of passion fruit interspecific hybrids is interesting when it is aimed to improve agronomic traits of *Passiflora edulis* commercial specie in genetic breeding programs or in the generation of new genetic materials to use as rootstock or as an alternative ornamental plant. In this work, 17 interespecific hybrids were obtained and RAPD molecular markers were utilized to confirm the interspecific hybridizations. Genomic DNA samples of each supposed hybrid and its supposed genitors were extracted and amplified using 12 decamer primers previously selected to obtain RAPD molecular markers. These markers have been analyzed concerning the presence or not of informative bands for the cross fecundation's confirmation. The crossing between *P. laurifolia* and *P. nitida*; *P. edulis* GA2 and RC1 (GA2 x *P. coccinea*); *P. caerulea* and *P. amethystina*; *P. glandulosa* and *P. galbana*; *P. coccinea* and *P. actinia*; *P. glandulosa* and *P. edulis* GA2; *P. sidaefolia* and *P. actinia*; *P. galbana* and *P. actinia*; F1 (*P. coccinea* x *P. setacea*) and *P. coccinea*; F1 (*P. coccinea* x *P. setacea*) and *P. mucronata*; *P. eichleriana* and *P. gibertii*; *P. galbana* and *P. edulis* GA2; *P. glandulosa* and *P. edulis edulis* cinza TO; *P. glandulosa* and *P. sidaefolia*; *P. coccinea* and *P. setacea* were confirmed. Thus, it was verified the genetic compatibility between these species, being possible to use them in breeding programs. The RAPD markers have revealed themselves as excellent tools to verify the occurrence or not of hybrids in *Passiflora*.

**Key words:** wild passion fruit, interspecific hybridization, genetic breeding

## INTRODUÇÃO

As espécies de maracujá pertencem à família Passifloraceae, que é composta por 19 gêneros. Grande parte das espécies, cerca de 400, pertence ao gênero *Passiflora*. No Brasil, ocorrem aproximadamente 130 espécies desta família e o país pode ser considerado um dos seus centros de diversidade (Bernacci et al., 2005).

Entre as várias espécies de passifloras silvestres do Brasil, algumas têm características interessantes que podem ser introduzidas no maracujazeiro comercial. Vários autores (Menezes et al., 1994; Oliveira et al., 1994; Fischer, 2003; Meletti e Bruckner, 2001) relataram a resistência de *P. nitida*, *P. caerulea*, *P. laurifolia*, alguns acessos de *P. suberosa*, *P. alata*, *P. coccinea*, *P. gibertii* e *P. setacea* a morte prematura e a outras doenças causadas por patógenos do solo. Segundo Junqueira et al. (2005), além da resistência a doenças e a algumas pragas, há algumas espécies autocompatíveis e outras que apresentam características morfológicas e aspectos fenológicos relacionados ao florescimento bastante peculiares. Estes autores relatam a possibilidade de se obter híbridos férteis e promissores para o melhoramento utilizando-se espécies de passifloras como progenitores.

As hibridações podem ser utilizadas também quando se deseja melhorar características físicas, químicas ou sensoriais de alguma espécie de interesse para a incorporação ao mercado consumidor, seja em função de seu potencial como fruta exótica ou devido as suas propriedades medicinais. Segundo Junqueira et al. (2005), as hibridações são também uma forma de se conservar germoplasma de espécies silvestres de difícil manutenção em Bancos de Germoplasma ou em Coleções por serem altamente susceptíveis a doenças e pragas ou ao frio, ao contrário de seus híbridos. Neste caso, parte da bagagem genética do genitor pode ser recuperada a qualquer momento por meio de retrocruzamentos ou autofecundação.

Os híbridos interespecíficos podem também ter finalidade ornamental. No Brasil, apesar da grande diversidade genética existente, este potencial das passifloráceas não é muito explorado, diferentemente de outros países do hemisfério-norte, onde já se produziram e registraram mais de 400 híbridos para fins ornamentais (Peixoto, 2005).

Segundo Faleiro et al. (2003), os marcadores RAPD podem ser utilizados para a confirmação de fecundação cruzada envolvendo cruzamentos inter e intraespecíficos. Segundo os autores, a metodologia é confiável e rápida por se tratar de análise do DNA, permitindo a

confirmação da hibridação em estágios iniciais de desenvolvimento dos supostos híbridos. Dessa forma, objetivou-se, neste trabalho, confirmar a fecundação cruzada em supostos híbridos interespecíficos no gênero *Passiflora* utilizando-se marcadores RAPD.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Banco de Germoplasma e no Laboratório de Genética e Biologia Molecular da Embrapa Cerrados. Foram analisados 17 supostos híbridos (Tabela 1) e seus prováveis genitores, todos mantidos no Banco de Germoplasma da Embrapa Cerrados. Para cada híbrido, montou-se uma chave contendo os prováveis genitores (Tabela 1). Analisou-se de uma a três plantas por cruzamento. Em alguns casos, testou-se mais de um genitor masculino, escolhidos em função da proximidade das plantas no Banco de Germoplasma e época de florescimento coincidente, o que poderia ocasionar contaminações, as quais não podem ser descartadas.

Os cruzamentos foram realizados de janeiro de 2005 a março de 2006. Para se evitar contaminações, os botões florais dos genitores foram protegidos com sacos de papel branco, sendo aqueles pertencentes aos genitores femininos emasculados antes da antese. Após a hibridação artificial, as flores foram protegidas novamente até o desenvolvimento completo do fruto. Após o amadurecimento, os frutos foram coletados e as sementes semeadas em bandejas de poliestireno de 72 células contendo substrato Plantmax<sup>®</sup> Hortaliças.

Folhas em estágio intermediário de maturação dos supostos híbridos e prováveis genitores foram coletadas e o DNA genômico extraído utilizando o método do CTAB com algumas modificações (Faleiro et al., 2003a).

Amostras de DNA de cada material genético foram amplificadas para obtenção de marcadores RAPD. As reações de amplificação foram feitas em um volume total de 13 µL, contendo Tris-HCl 10 mM (pH 8,3), KCl 50 mM, MgCl<sub>2</sub> a 3 mM, 100 µM de cada um dos desoxiribonucleotídios (dATP, dTTP, dGTP e dCTP), 0,4 µM de um *primer* (Operon Biotechnologies), uma unidade da enzima Taq polimerase e, aproximadamente, 15 ng de DNA. Foram utilizados 12 iniciadores decâmeros: OPD (04), OPE (18), OPF (08, 10, 17, 20 e 14) e OPH (12, 13, 16, 18 e 19), previamente selecionados.

As ampliações foram efetuadas em termociclador programado para 40 ciclos, cada um constituído pela seguinte seqüência: 15 segundos a 94 °C, 30 segundos a 35 °C e 90 segundos a 72 °C. Após os 40 ciclos, foi feita uma etapa de extensão final de seis minutos a 72 °C, e finalmente, a temperatura foi reduzida para 4 °C. Após a amplificação, foram adicionados, a cada amostra, 3 µl de uma mistura de azul de bromofenol (0,25%) e glicerol (60%) em água. Essas amostras foram aplicadas em gel de agarose (1,2%), contendo brometo de etídio, submerso em tampão TBE (Tris-Borato 90 mM, EDTA 1 mM). A separação eletroforética foi de, aproximadamente, quatro horas, a 2,5 V.cm<sup>-1</sup>. Ao término da corrida, os géis foram fotografados sob luz ultravioleta.

Os marcadores RAPD foram analisados quanto à presença ou não de bandas informativas para a confirmação da fecundação cruzada. Segundo Faleiro et al. (2003b), bandas informativas são alelos presentes no genitor masculino e ausentes no feminino, cuja presença nas plantas supostamente híbridas confirmam a fecundação cruzada. Foram consideradas bandas informativas somente aquelas com alta nitidez e reproducibilidade.

**TABELA 1.** Supostos híbridos interespecíficos e prováveis genitores.

Chave	Híbrido	Genitor feminino	Provável genitor masculino
1	F1	<i>Passiflora laurifolia</i> L. (CPAC MJ-03-02)	<i>Passiflora nitida</i> Kunth. (CPAC MJ-01-01)
2	RC2	<i>P. edulis</i> GA2 (CPAC MJ-M-01)	RC1 (GA2 x <i>P. coccinea</i> )
3	F1	<i>P. caerulea</i> L. (CPAC MJ-14-02)	<i>P. morifolia</i> Mast. (1) (CPAC MJ-17-01) <i>P. amethystina</i> J.C. Mikan (2) (CPAC MJ-13-02)
4	F1	<i>P. gibertii</i> N.E. Br. (CPAC MJ-22-01)	<i>P. edulis</i> GA2 (CPAC MJ-M-01)
5	F1	<i>P. glandulosa</i> Cav. (CPAC MJ-05-01)	<i>P. coccinea</i> Aubl. (CPAC MJ-08-01) <i>P. galbana</i> Mast. (CPAC MJ-06-01)
6	F1 (p1) F1 (p2) F1 (p3)	<i>P. coccinea</i> Aubl. (CPAC MJ-08-01)	<i>P. actinia</i> Hook. (CPAC MJ-04-01)
7	F1	<i>P. glandulosa</i> Cav. (CPAC MJ-05-01)	<i>P. edulis</i> GA2 (CPAC MJ-M-01)
8	F1	<i>P. glandulosa</i> Cav. (CPAC MJ-05-01)	<i>P. edulis</i> cinza TO (1) <i>P. edulis</i> 'Vermelhinho' (2)
9	F1	<i>P. sidaefolia</i> Roem. (CPAC MJ-16-01)	<i>P. actinia</i> Hook. (CPAC MJ-04-01)
10	F1	<i>P. galbana</i> Mast. (CPAC MJ-06-01)	<i>P. actinia</i> Hook. (CPAC MJ-04-01)
11	F1	<i>P. coccinea</i> Aubl. (CPAC MJ-08-01)	<i>P. setacea</i> DC. (CPAC MJ-12-03)
12	RC1	F1 ( <i>P. coccinea</i> x <i>P. setacea</i> )	<i>P. coccinea</i> Aubl. (CPAC MJ-08-01)
13	HT	F1 ( <i>P. coccinea</i> x <i>P. setacea</i> )	<i>P. mucronata</i> Lam. (CPAC MJ-10-03)
14	F1	<i>P. eichleriana</i> Mast. (CPAC MJ-23-01)	<i>P. gibertii</i> N.E. Br. (CPAC MJ-22-01)
15	F1	<i>P. galbana</i> Mast.	<i>P. glandulosa</i> Cav. (1) (CPAC MJ-05-01) <i>P. sidaefolia</i> Roem. (2) (CPAC MJ-16-01) <i>P. coccinea</i> Aubl. P. e Lacerda (3) CPAC MJ-08-01 <i>P. edulis</i> GA2 (4) (CPAC MJ-M-01)
16	F1	<i>P. glandulosa</i> Cav. (CPAC MJ-05-01)	<i>P. sidaefolia</i> (CPAC MJ-16-01)
17	F1	<i>P. galbana</i> Mast. (CPAC MJ-06-01)	<i>P. coccinea</i> Aubl. (1) (CPAC MJ-08-01) <i>P. caerulea</i> L. (2) (CPAC MJ-14-02) <i>P. amethystina</i> J.C. Mikan (3) (CPAC MJ-13-02) <i>P. serrato-digitata</i> L. (4) (CPAC MJ-11-01) <i>P. edulis</i> cinza TO (5) <i>P. edulis</i> Rubi (6)

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 ilustra alguns dos padrões de amplificação do DNA e bandas informativas, confirmando a ocorrência ou não da hibridação. Vale ressaltar que a confirmação ou não da fecundação cruzada foi feita com base em vários produtos de amplificação e não apenas no ilustrado na Figura 1.

Os marcadores RAPD mostraram-se ferramentas adequadas para verificar a ocorrência ou não de fecundação cruzada entre as espécies de *Passiflora* em estudo. Faleiro et al. (2003) já haviam relatado sucesso na utilização destes marcadores para a confirmação de hibridação interespecífica entre *Theobroma cacao* e *T. grandiflorum*. Segundo os autores, o uso de um ou dois iniciadores ou combinações de iniciadores com pelo menos uma banda informativa é suficiente para confirmar ou não a ocorrência da fecundação cruzada. Segundo Borém (1997), cada banda informativa funciona como um gene marcador comumente utilizado pelos melhoristas.

Na chave 1, foi confirmada a hibridação entre *Passiflora laurifolia* e *Passiflora nitida*. Menezes et al. (1994), Fischer (2003) e Roncatto et al. (2004) já haviam relatado *P. nitida* como uma espécie de potencial para uso em programas de melhoramento envolvendo hibridação interespecífica. A *P. laurifolia*, assim como *P. nitida*, tem sido citada como resistente a morte prematura e a outras doenças causadas por patógenos de solo (Fischer, 2003). Considerando outro aspecto, *P. nitida* é uma espécie interessante para inserção no mercado de frutos *in natura*, tendo em vista que pertence ao grupo dos maracujás-doces e possui boa aceitabilidade (Oliveira e Ruggiero, 2005). Entretanto, esta espécie apresenta grande espessura de casca, o que é considerado uma característica indesejável para o comércio. A hibridação com *P. laurifolia* é interessante, pois esta espécie possui casca fina, possibilitando a transferência desta característica ao híbrido.

A hibridação entre *P. edulis* GA2 e RC1 (GA2 x *P. coccinea*) (chave 2) também foi confirmada com base nos marcadores moleculares. Segundo Junqueira et al. (2005), *P. coccinea*, nas condições do Distrito Federal, comporta-se como planta de “dias curtos”, pois floresce e frutifica durante o período de dias mais curtos do ano, sendo que a colheita ocorre de agosto a outubro, época da entressafra do maracujá-azedo. Os autores ressaltam que, caso esta característica seja incorporada no maracujazeiro comercial, poderá eliminar os problemas

referentes à sua sazonalidade, permitindo a produção de frutos durante todo o ano na região Centro-Sul do país. Além disso, Junqueira et al. (2005) relata o híbrido F1 (*P. edulis* “CSB” x *P. coccinea*) como resistente à virose nas folhas e antracnose nos frutos e ramos.

A Figura 1, chave 3 ilustra o padrão de amplificação do DNA dos progenitores *P. caerulea* e *P. amethystina* e de seu híbrido, confirmando o cruzamento e descartando a possibilidade do progenitor masculino ser *P. morifolia*. Sousa e Meletti (1997) consideram *P. amethystina* uma espécie de alto valor ornamental. Além disso, Junqueira et al. (2005) relatam que os acessos de *P. amethystina* procedentes de São Paulo são resistentes à antracnose nos frutos e ramos. Já *P. caerulea*, além de ser considerada como também resistente à antracnose, é uma espécie altamente resistente à bacteriose nas folhas.

O padrão de amplificação do DNA e as bandas informativas para o cruzamento entre *P. gibertii* e *P. edulis* GA2 (Figura 1, chave 4) permite observar que não houve confirmação da hibridação interespecífica. O suposto híbrido entre *P. gibertii* e *P. edulis* GA2 é, na verdade, produto de hibridação intraespecífica na espécie *P. gibertii*.

A Figura 1, chave 5 ilustra o padrão de amplificação do DNA e as bandas informativas, confirmando a ocorrência da hibridação entre *P. glandulosa* e *P. galbana*, descartando a possibilidade do progenitor masculino ser *P. coccinea*. A espécie *P. glandulosa* apresenta potencial ornamental devido a intensa coloração vermelha de suas flores e, segundo Junqueira et al. (2005), esta espécie pode ser promissora para a produção de porta-enxertos. Sousa e Meletti (1997) relatam as flores de *P. galbana*, verde-amareladas, como ornamentais.

A hibridação entre *P. coccinea* e *P. actinia* foi confirmada nas três plantas analisadas (Figura 1, chave 6). Junqueira et al. (2005) relatam o possível potencial de *P. actinia* para a produção de híbridos interespecíficos. Segundo os autores, o acesso desta espécie procedente do IAC é altamente resistente à virose e bacteriose nas folhas e resistente a antracnose nos ramos. As características de *P. coccinea* favoráveis ao melhoramento já foram citadas anteriormente. Neste caso, a utilização deste progenitor é mais interessante devido ao fato deste ser compatível geneticamente com o *P. edulis*, tendo em vista que a dificuldade de se obter híbridos entre *P. actinia* e *P. edulis* já foi citada por Junqueira et al. (2005). Assim, estes autores citam a possibilidade de se obter híbridos de forma indireta, o que é sustentado pelo fato de *P. actinia* ser compatível com espécies que cruzam com o maracujá-azedo, como é o caso de *P. coccinea*.

Foi também confirmada a fecundação cruzada entre *P. glandulosa* e *P. edulis* GA2 (Figura 1, chave 7) e entre *P. glandulosa* e *P. edulis edulis* cinza TO (Figura 1, chave 8), respectivamente, descartando a possibilidade de ‘Vermelhinho’ ser um dos progenitores deste último cruzamento.

Pouco ainda se conhece acerca das características agronômicas de *P. glandulosa*, mas a obtenção de um híbrido interespecífico com *P. edulis*, espécie de maior importância econômica dentro do gênero *Passiflora*, pode ser de grande valia para os programas de melhoramento genético. Junqueira et al. (2005) relataram índice de 100% de compatibilidade genética entre *P. glandulosa* e *P. edulis*.

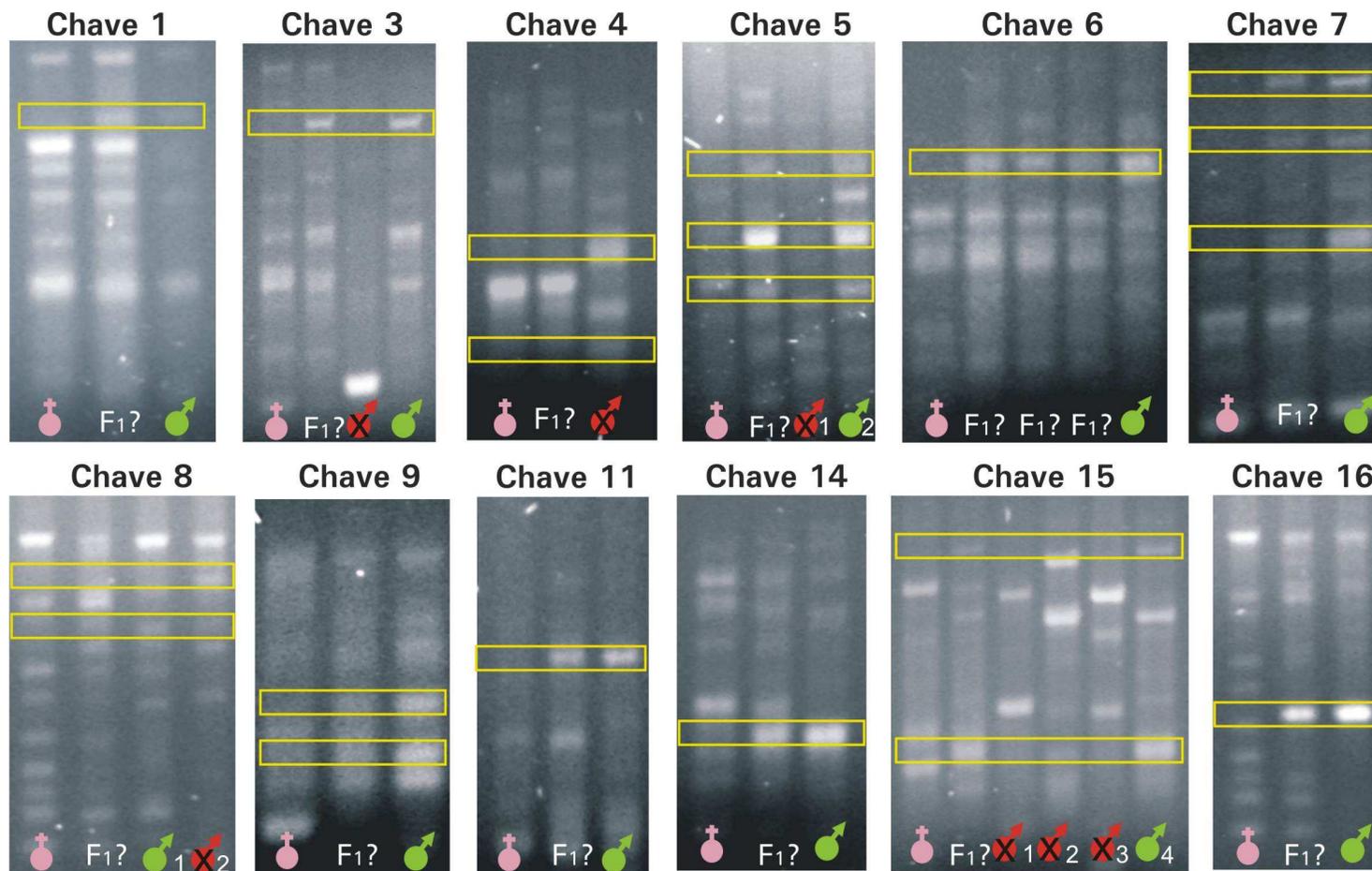
A ocorrência da fecundação cruzada entre *P. sidaefolia* e *P. actinia* pode ser ilustrada pela Figura 1, chave 9. A importância de *P. actinia* e da obtenção de híbridos com esta espécie já foi discutida anteriormente. *P. sidaefolia* ainda é pouco estudado. Fischer et al. (2005), entretanto, citam *P. sidaefolia* como uma espécie suscetível a *Nectria haematococca*, um dos prováveis causadores da morte prematura em maracujazeiro. É importante, desta forma, analisar o comportamento do híbrido em relação à resistência a doenças causadas por patógenos de solo. Junqueira et al. (2005) relatam índice de compatibilidade genética de 80% entre estas espécies.

Com base nos marcadores moleculares, também foram confirmados os cruzamentos entre *P. galbana* e *P. actinia* entre *P. coccinea* e *P. setacea*, entre F1 (*P. coccinea* x *P. setacea*) e *P. coccinea*, e entre F1 (*P. coccinea* x *P. setacea*) e *P. mucronata*, chaves 10, 11, 12 e 13, respectivamente. Junqueira et al. (2005) relatam *P. setacea* e *P. coccinea* como espécies resistentes a virose nas folhas e antracnose nos frutos e ramos. Entretanto, a maior importância deste cruzamento é referente ao seu potencial ornamental. De acordo com Junqueira et al. (2005), as plantas da geração F1 deste cruzamento apresentam características de *P. coccinea* (flores com pétalas e sépalas vermelhas e androginóforo muito longo) e de *P. setacea* como a coroa e filetes brancos e androginóforo também longo. Parte das plantas tem folhas compostas trilobadas (herança de *P. setacea*) e parte tem folhas simples (herança de *P. coccinea*). *P. mucronata* é resistente à bacteriose nas folhas e altamente resistente à antracnose nos frutos e ramos (Junqueira et al., 2005). Em função de *P. setacea* e *P. coccinea* serem altamente suscetível e suscetível, respectivamente, a bacteriose, a incorporação de *P. mucronata* ao cruzamento entre *P. coccinea* e *P. setacea* pode trazer resultados satisfatórios.

O padrão de amplificação do DNA ilustrado na Figura 1, chave 14 permite obter a confirmação da fecundação cruzada entre *P. eichleriana* e *P. gibertii*. *P. gibertii* é uma espécie altamente resistente a bacteriose nas folhas e resistente a antracnose nos frutos e ramos (Junqueira et al., 2005). *P. eichleriana* é uma espécie interessante para integrar programas de cruzamento por possuir resistência a bacteriose (Junqueira, comunicação pessoal). Junqueira et al. (2005) obtiveram índice de compatibilidade genética de 52% entre *P. eichleriana* e *P. gibertii*.

A fecundação cruzada entre *P. galbana* (32) e *P. edulis* GA2 (33) é confirmada através da Figura 1, chave 15, descartando-se *P. glandulosa* (34), *P. sidaefolia* (35), *P. coccinea* ‘Pontes e Lacerda’ (36) como progenitores masculinos. A confirmação do cruzamento entre *P. galbana* e *P. edulis* GA2 possui grande importância, pois viabiliza a obtenção de híbridos entre *P. actinia* e *P. edulis* de forma indireta, tendo em vista que há compatibilidade genética entre *P. galbana* e *P. actinia*, cujo cruzamento foi confirmado no presente trabalho (chave 10). Como já foi ressaltado anteriormente, híbridos entre *P. actinia* e *P. edulis* são altamente desejáveis, já que Junqueira et al. (2005) relatam que esta última é a espécie de maior potencial para cruzamentos com o maracujá-azedo devido à alta resistência a virose e bacteriose nas folhas, doenças limitantes à cultura. Entretanto, muitas tentativas de hibridações diretas entre estas espécies foram frustradas, sendo as hibridações indiretas alternativas interessantes.

Outra fecundação cruzada confirmada foi a entre *P. glandulosa* e *P. sidaefolia* (Figura 1, chave 16). Na chave 17, não foi confirmada a hibridação interespecífica. O suposto híbrido interespecífico é, na verdade, produto de hibridação intraespecífica na espécie *P. galbana*. Desta forma, as espécies *P. coccinea*, *P. caerulea*, *P. amethystina*, *P. serrato-digitata*, *P. edulis edulis* cinza TO e Rubi foram descartadas como genitores masculinos.



**FIGURA 1.** Produtos de amplificação de amostras de DNA genômico dos genitores femininos ♀, possíveis F1 (F1?) e dos genitores masculinos confirmados ♂ e descartados ♂~~X~~. Bandas informativas estão destacadas. Os materiais genéticos analisados em cada chave são citados na Tabela 1. UnB/Embrapa Cerrados, Brasília, DF, 2009. Cruzamentos confirmados entre *P. laurifolia* e *P. nitida* (chave 1), *P. caerulea* e *P. amethystina* (chave 3), *P. glandulosa* e *P. galbana* (chave 5), *P. coccinea* e *P. actinia* (chave 6), *P. glandulosa* e *P. edulis* GA2 (chave 7), *P. glandulosa* e *P. edulis* cinza TO (chave 8), *P. sidaefolia* e *P. actinia* (chave 9), *P. coccínea* e *P. setacea* (chave 11), *P. eichleriana* e *P. gibertii* (chave 14), *P. galbana* e *P. edulis* GA2 (chave 15) e *P. glandulosa* e *P. sidaefolia* (chave 16).

## CONCLUSÕES

- Por meio de análise com marcadores RAPD, confirmou-se a natureza híbrida de plantas derivadas dos cruzamentos artificiais: *P. laurifolia* x *P. nitida*; *P. edulis* GA2 x RC1 (GA2 x *P. coccinea*); *P. caerulea* x *P. amethystina*; *P. glandulosa* x *P. galbana*; *P. coccinea* x *P. actinia*; *P. glandulosa* x *P. edulis* GA2; *P. sidaefolia* x *P. actinia*; *P. galbana* x *P. actinea*; F1 (*P. coccinea* x *P. setacea*) x *P. coccinea*; F1 (*P. coccinea* x *P. setacea*) x *P. mucronata*; *P. eichleriana* x *P. gibertii*; *P. galbana* x *P. edulis* GA2; *P. glandulosa* x *P. edulis edulis* cinza TO; *P. glandulosa* x *P. sidaefolia* e; *P. coccinea* x *P. setacea*;
- Foi confirmada a compatibilidade genética entre estas espécies, sendo possível a utilização das mesmas em programas de melhoramento visando à obtenção de resistência a doenças e de outras características desejáveis;
- Os marcadores RAPD mostraram-se ferramentas úteis para verificar a ocorrência da fecundação cruzada no gênero *Passiflora*.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERNACCI, L.C.; MELETTI, L.M.M.; SOARES-SCOTT, M.D. & PASSOS, I.R.S. Espécies de maracujá: caracterização e conservação da biodiversidade. In: FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V. & BRAGA, M.F. **Maracujá: Germoplasma e Melhoramento Genético**. Planaltina - Distrito Federal: Embrapa Cerrados, 2005. p.559-586.

FALEIRO, F.G.; FALEIRO, A.S.G.; CORDEIRO, M.C.R. & KARIA, C.T. **Metodologia para operacionalizar a extração de DNA de espécies nativas do cerrado**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2003a. (Comunicado Técnico N°92) 6p.

FALEIRO, F.G.; PIRES, J.L. & LOPES, U.V. Uso de marcadores moleculares RAPD e microssatélites visando à confirmação da fecundação cruzada entre *Theobroma cacao* e *Theobroma grandiflorum*. **Agrotrópica** 15: 41 – 46. 2003b.

FISCHER, I.H. **Seleção de plantas resistentes e de fungicidas para o controle da “morte prematura” do maracujazeiro, causada por *Nectria hematococca* e *Phytophthora parasítica***. 2003. 48f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

FISCHER, I.H.; LOURENÇO, S.A.; MARTINS, M.C.; KIMATI, H. & AMORIM, L. Seleção de plantas resistentes e de fungicidas para o controle da podridão do colo do maracujazeiro causada por *Nectria haematococca*. **Fitopatologia Brasileira** 30: 250-258. 2005.

JUNQUEIRA, N.T.V.; BRAGA, M.F.; FALEIRO, F.G.; PEIXOTO, J.R. & BERNACCI, L.C. Potencial de espécies silvestres de maracujazeiro como fonte de resistência a doenças. In: FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; BRAGA, M.F. **Maracujá: Germoplasma e Melhoramento Genético**. Planaltina - Distrito Federal: Embrapa Cerrados, 2005. p.81-106.

MELETTI, L.M.M. & BRUCKNER, C.H. Melhoramento genético. In: BRUCKNER, C. H.; PICANÇO, M.C. (Ed.). **Maracujá: Tecnologia de produção, pós-colheita, agroindústria, mercado**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2001. p. 345-385.

MENEZES, J.M.T.; OLIVEIRA, J.C.; RUGGIERO, C. & BANZATO, D.A. Avaliação da taxa de pegamento de enxertos de maracujá-amarelo sobre espécies tolerantes à “morte prematura de plantas”. **Científica** 22: 95-104. 1994.

OLIVEIRA, J.C. de; NAKAMURA, K.; CENTURION, M.A.P.C.; RUGGIERO, C.; FERREIRA, F.R.; MAURO, A.O. & SACRAMENTO, C.K. Avaliação de Passifloráceas quanto à morte prematura de plantas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 13., 1994, Salvador. **Anais...** Salvador: SBF, 1994. v. 3, p. 827. (Resumo 347).

PEIXOTO, M. Problemas e perspectivas do maracujá ornamental. In: FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; BRAGA, M.F. **Maracujá: Germoplasma e Melhoramento Genético**. Planaltina - Distrito Federal: Embrapa Cerrados, 2005. p.457-463.

RONCATTO, G.; OLIVEIRA, J. C.; RUGGIERO, C.; NOGUEIRA FILHO, G. C.; CENTURION, M. A. P. C.; FERREIRA, F. R. Comportamento de maracujazeiros (*Passiflora* spp.) quanto à morte prematura. **Revista Brasileira de Fruticultura** 26: 552-554. 2004.

## CAPÍTULO 2

### REAÇÃO DE DEZ GENÓTIPOS, INCLUÍNDO ESPÉCIES E HÍBRIDOS INTERESPECÍFICOS DE *Passiflora*, A OITO ISOLADOS DE *Xanthomonas* *axonopodis* pv. *passiflorae*

**RESUMO** - O controle eficiente da bacteriose do maracujazeiro envolve métodos integrados com especial ênfase à resistência, por ser um método barato e acessível aos produtores. O uso de espécies nativas e hibridações interespecíficas têm sido importantes estratégias dos programas de melhoramento do maracujazeiro. O objetivo desse trabalho foi avaliar a reação de *P. caerulea*, *P. mucronata*, *P. vitifolia*, *P. gibertii*, *P. cerradense*, *P. edulis*, *P. caerulea* x *P. edulis*, *P. caerulea* x *P. mucronata*, *P. vitifolia* x *P. edulis* e *P. mucronata* x *P. edulis* a oito isolados de *Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae* procedentes de diferentes municípios do Sudeste, Centro-oeste, Norte e Nordeste do Brasil. Cada isolado, na concentração de  $10^8$  ufc/ml, foi inoculado mecanicamente, com a utilização de furador circular, em plantas com 90 dias. Os sintomas foram avaliados aos 5, 10 e 15 dias após a inoculação, medindo-se o diâmetro transversal e longitudinal das necroses formadas em torno do orifício circular e, em seguida, calculou-se a área abaixo da curva de progresso da lesão (AACPL). Cada parcela foi constituída de 16 orifícios. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey. Maiores valores de área abaixo da curva de progresso da lesão para a espécie *P. edulis* foram constatados quando se inoculou o isolado procedente de Piratininga-SP. Em relação aos isolados, em todas as procedências estudadas, com exceção de “Brasília-DF”, maiores valores de AACPL foram observados na espécie *P. edulis*. Espécies silvestres de maracujá e híbridos interespecíficos com *P. edulis* apresentaram baixos valores para área abaixo da curva de progresso da lesão, indicando a importância desses materiais como fontes de resistência à bacteriose para programas de melhoramento genético do maracujazeiro azedo. A espécie mais resistente foi *P. caerulea*.

**Palavras-chave:** maracujazeiro, bacteriose, AACPL, resistência genética.

**REACTION OF TEN GENOTYPES, INCLUDING SPECIES AND INTERSPECIFIC  
HYBRIDS OF *Passiflora*, TO EIGHT ISOLATES OF  
*Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae***

**ABSTRACT** - Efficient control of passion fruit bacterial disease involves integrated methods with particular emphasis on resistance to be a cheap and accessible method to producers. The use of native species and interspecific hybrids has been an important strategy of passion fruit breeding programs. The aim of this work was to evaluate the reaction of *P. caerulea*, *P. mucronata*, *P. vitifolia*, *P. gibertii*, *P. cerradensis*, *P. edulis*, *P. edulis* x *P. caerulea*, *P. mucronata* x *P. caerulea*, *P. vitifolia* x *P. edulis* and *P. edulis* x *P. mucronata* to eight isolates of *Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae* from different municipalities in the Southeast, Midwest, North and Northeast of Brazil. Each isolate was inoculated on hurted leaves of 90 day old using a concentration of  $10^8$  CFU/ml. Symptoms were evaluated at 5, 10 and 15 days after inoculation, by measuring the transverse and longitudinal diameter of necrosis formed around the circular hole and then it was calculated the area under the progress curve of the lesion (AUPCL) were calculated. Each plot consisted of 16 holes. The means were compared by Tukey test. Higher area values under the progress curve of the injury to the *P. edulis* species were observed when it was inoculated with the isolate coming from Piratininga-SP. Regarding to the isolates in all origins studied, with exception of "Brasilia-DF," AUPCL higher values were observed in the species of *P. edulis*. Wild passion fruit and interspecific hybrids with *P. edulis* showed low values for area under the curve of progress of the lesion, indicating the importance of these materials as sources of bacterial disease resistance for breeding programs. *P. caerulea* specie was the most resistant to bacterial disease.

**Keywords:** passion fruit, bacterial disease, AUPCL, genetic resistance.

## INTRODUÇÃO

A cultura do maracujazeiro enfrenta muitos problemas fitossanitários, como doenças causadas por fungos, vírus, bactérias e nematóides. A mancha oleosa ou bacteriose do maracujazeiro é uma das mais severas, dada a dificuldade de controle e a falta de opções de produtos químicos economicamente viáveis e com menor risco ambiental.

A *Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*, agente causal da bacteriose do maracujazeiro, é patógeno específico do gênero *Passiflora* (Liberato, 2002). A doença ataca a parte aérea da planta e se torna mais severa em condições de altas temperaturas e umidade elevada. Os sintomas foliares iniciam-se no limbo e a infecção pode avançar através das nervuras, evoluindo para o pecíolo, até atingir os vasos dos caules mais finos, o que provoca caneluras longitudinais e a seca dos órgãos. Conseqüentemente, ocorre intensa desfolha e a morte prematura da planta. A bactéria é introduzida no pomar por meio de mudas infectadas e se dissemina pela água da chuva e pelos instrumentos de poda e de colheita (Santos Filho et al., 2004; Kimati et al., 2005).

O controle eficiente do patógeno envolve métodos integrados com especial ênfase à resistência, por ser um método barato e acessível aos produtores. A utilização de híbridos interespecíficos de maracujazeiro é um processo de grande valia para proporcionar ganhos agrônômicos à espécie comercial *Passiflora edulis* em programas de melhoramento genético (Faleiro e Junqueira, 2009).

Nesse sentido, objetivou-se, com o presente trabalho, avaliar a reação de *P. caerulea*, *P. mucronata*, *P. vitifolia*, *P. gibertii*, *P. cerradense*, *P. edulis*, *P. caerulea* x *P. edulis*, *P. caerulea* x *P. mucronata*, *P. vitifolia* x *P. edulis* e *P. mucronata* x *P. edulis* a diferentes isolados de *X. axonopodis* pv. *passiflorae*.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Localização do experimento

O experimento foi conduzido em casa de vegetação (20-30°C e UR 70-90%) da Embrapa Cerrados, localizada em Planaltina, DF, 15°39'84'' de latitude S e 47°44'41'' de longitude W, altitude de 1.000 m, entre os meses de outubro de 2008 e abril de 2009.

### **Material genético de *Passiflora* para inoculação com isolados de *X. axonopodis* pv. *passiflorae***

Foram utilizadas seis espécies de *Passiflora* [*P. caerulea* (CPAC MJ-14-02), *P. mucronata* (CPAC MJ-10-03), *P. vitifolia* (acesso CPAC), *P. gibertii* (CPAC MJ-22-01), *P. cerradense* (acesso CPAC) e *P. edulis* (BRS Gigante Amarelo)] e quatro híbridos interespecíficos no gênero (*P. caerulea* x *P. edulis*, *P. caerulea* x *P. mucronata*, *P. vitifolia* x *P. edulis* e *P. mucronata* x *P. edulis*). As espécies *P. gibertii*, *P. caerulea*, *P. mucronata* e alguns acessos de *P. edulis* vêm se comportando como resistentes aos isolados de *X. axonopodis* pv. *passiflorae* do Distrito Federal. *P. vitifolia* e *P. cerradense* ainda não foram testados quanto à resistência a bacteriose, mas estudos preliminares em campo indicam considerável resistência à doença. As espécies foram escolhidas em função destes comportamentos observados em campo. A cultivar de *P. edulis* utilizada foi a BRS Gigante Amarelo. As plantas foram obtidas via estaquia em bandejas de poliestireno contendo o substrato Plantmax<sup>®</sup> Hortaliças. Após um mês foram transferidas para saquinhos plásticos de 1L de capacidade com a mistura solo:areia:esterco, na proporção de 4:1:1, acrescida de calcário e adubo 4-14-8. As inoculações foram realizadas quando estas possuíam 90 dias de idade.

Para inoculação nos dez genótipos de *Passiflora*, foram utilizados 8 isolados de *X. axonopodis* pv. *passiflorae* (Tabela 1) coletados em diferentes municípios do Sudeste, Centro-oeste, Norte e Nordeste do Brasil, ou obtidos em coleções: 1- Piratininga, SP (acesso ESALQ); 2- Rio Claro, SP; 3- Limeira, SP (acesso ESALQ); 4- Araguari, MG (acesso Kraft Foods); 5- Brasília, DF (acesso UnB); 6- Planaltina, DF (acesso Embrapa- CPAC); 7- Carpina, PE; e 8- Igarapé-Açu, PA (acesso Embrapa - CPATU).

**TABELA 1.** Origem dos isolados de *X. axonopodis* pv. *passiflorae* utilizados. UnB/Embrapa Cerrados, Brasília, DF, 2010.

<b>Isolado</b>	<b>Procedência</b>	<b>Identificação</b>
“Piratininga, SP”	ESALQ	PA 8-2
“Rio Claro, SP”	Produtor de maracujá	CPAC-1
“Limeira, SP”	ESALQ	LM 46a
“Araguari, MG”	Kraft Foods	CPAC-2
“Brasília, DF”	UnB	767
“Planaltina, DF”	Embrapa Cerrados	CPAC-3
“Carpina, PE”	Produtor de maracujá	CPAC-4
“Igarapé-Açu, PA”	Embrapa Amazônia Oriental	CPATU-1

Os isolados foram obtidos a partir de coleções ou em plantios de maracujá. Após inoculação e reisolamento, os isolados foram conservados em papel filtro pelo método da “tirinha de papel”.

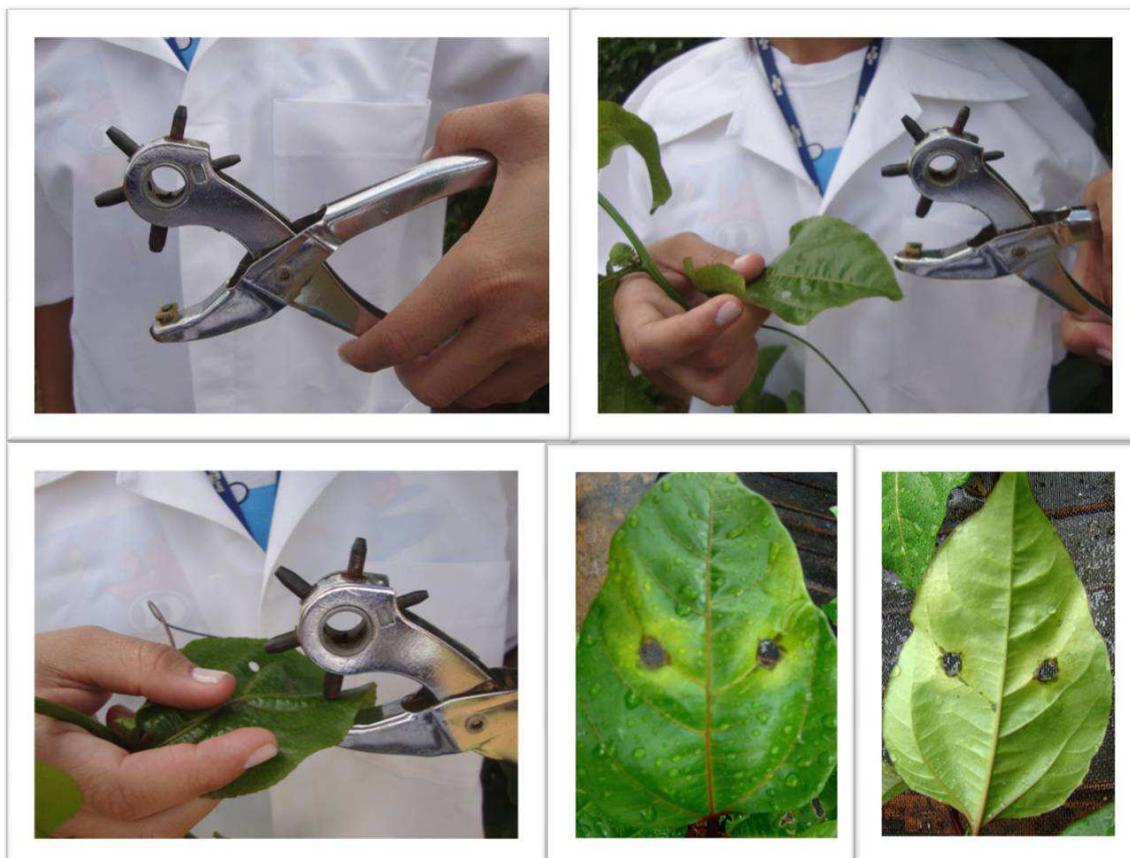
### **Isolamento da bactéria**

Para o isolamento da bactéria, fragmentos foliares de aproximadamente 5 mm da região de transição entre a área sadia e a doente, caracterizada por manchas encharcadas, foram cortados, submetidos à desinfestação superficial com álcool etílico 50% por trinta segundos e transferidos para uma solução comercial de hipoclorito de sódio diluída a 2%, permanecendo por 3 minutos nesta solução. Os fragmentos foram lavados em água destilada e esterilizada e transferidos para placa de Petri esterilizada contendo uma gota de água esterilizada, onde foram macerados com bastão de vidro flambado. A suspensão obtida foi então transferida para placas de Petri contendo meio de cultura 523 (Kado e Heskett, 1970) por meio de semeio pelo método de estrias. Em seguida, as placas foram incubadas a 28 °C por 24 horas (Lelliott e Stead, 1987; Schaad, 1988, Romeiro, 1976). Colônias puras de cada isolado foram então obtidas. Para a obtenção da suspensão bacteriana, as colônias puras foram transferidas para tubos de plástico com fundo cônico contendo 15 ml de meio nutritivo e crescidas por 16 horas a 28 °C sob agitação

de 300 rpm. A suspensão foi centrifugada por 20 minutos e as células sedimentadas foram ressuspensas em água destilada e teve sua concentração ajustada em espectrofotômetro a uma densidade óptica de 0,323  $A_{550}$  ( $10^8$  ufc/ml), pré-determinada por meio de curva de calibração. A referida concentração foi obtida em ensaios preliminares.

### **Inoculação**

Plantas de cada espécie e híbrido foram obtidas por meio de estaquia e, 90 dias após o enraizamento, procederam-se as inoculações. Utilizou-se furador circular para cintos adaptado (Figura 1), de 6 mm de diâmetro, previamente imerso na suspensão bacteriana ( $10^8$  ufc/ml). Os orifícios foram feitos na segunda e terceira folhas, a partir do ápice, sendo um furo em cada metade do limbo foliar, totalizando quatro furos por planta. Para cada isolado, inocularam-se dezesseis plantas, clones, distribuídas em quatro blocos casualizados. Dessa forma, cada parcela foi representada pela média de 16 orifícios. No caso da testemunha, o inóculo foi substituído por água. Após a inoculação, as plantas foram mantidas em câmara úmida por 48 horas. Em seguida, as plantas permaneceram em casa de vegetação ( $18 \pm 3$  °C à noite,  $25 \pm 3$  °C durante o dia e 90%-95% UR).



**FIGURA 1.** Furador de cintos adaptado para inoculação mecânica de *Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae* em folhas de maracujazeiro. Foi colado um pedaço de couro na base metálica para minimizar o impacto do furador e impedir que a folha fosse rasgada.

### Análise

Os sintomas foram avaliados aos 5, 10 e 15 dias após a inoculação, medindo-se o diâmetro transversal e longitudinal das necroses formadas em torno do orifício circular. Em seguida, calcularam-se as áreas necrosadas pela fórmula  $A = \pi R^2$  e, a partir dos dados das avaliações calculou-se a área abaixo da curva de progresso da lesão (AACPL), conforme modelo matemático proposto por Campbell e Madden (1990):

$$AACPL = \sum_{i=1}^{n-1} \frac{(Y_i + Y_{i+1})}{2} x (T_{i+1} - T_i)$$

Em que:

AACPL= área abaixo da curva de progresso da lesão;

Yi = proporção da doença na i-ésima observação;

Ti = tempo em dias na i-ésima observação;

n = número total de observações;

Foi realizada análise de variância do fatorial 10 X 8 pelo programa SISVAR (Ferreira, 2000) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observam-se diferenças significativas a 1% de probabilidade entre os genótipos de maracujazeiro, os isolados de *X. axonopodis* pv. *passiflorae* e na interação entre genótipos e isolados (Tabela 2).

**TABELA 2.** Resumo da análise de variância dos dados relativos à variável área abaixo da curva de progresso da lesão (AACPL) avaliados em 10 genótipos de maracujazeiro inoculados com 8 isolados de *Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*. UnB/Embrapa Cerrados, Brasília, DF, 2010.

Fonte de variação	GL	QM	F	Prob.
Genótipos	9	2562646,8128	1345,62	0,0000*
Isolados	7	188106,8671	98,77	0,0000*
Genótipos X Isolados	63	179660,9477	94,34	0,0000*
Bloco	3	2851,6864	1,50	0,2159
Resíduo	237	1904,4332	-	-
CV (%)	40,72			

\* : Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Os maiores valores de área abaixo da curva de progresso da lesão para a espécie *P. edulis* foram constatados quando se inocularam os isolados procedentes de Piratininga-SP (2241,25 mm<sup>2</sup>), Rio Claro – SP (1220,25 mm<sup>2</sup>), Limeira (1023,75 mm<sup>2</sup>), Planaltina (985,25 mm<sup>2</sup>) e Araguari (894,00 mm<sup>2</sup>) (Tabela 3). Para as demais espécies e para os híbridos interespecíficos não houve diferenças significativas entre os isolados. Maior resistência das espécies silvestres à

bacteriose já havia sido relatada por Junqueira et al. (2005). Segundo os autores, quanto à resistência à bacteriose, *P. actinia*, *P. odontophylla*, *P. serrato-digitata*, *P. gibertii*, *P. caerulea*, *P. morifolia*, *P. mucronata*, *P. tenuifila* e alguns acessos de *P. edulis* e *P. nitida* vêm comportando-se como resistentes aos isolados do Distrito Federal. As espécies *P. caerulea* e *P. gibertii*, além de serem relatadas como altamente resistentes a bacteriose em folha, são consideradas resistentes a antracnose em folhas e frutos e a murcha-de-fusarium. Já *P. mucronata* é citada como resistente a bacteriose em folhas e antracnose em folhas e frutos (Junqueira et al., 2005).

Outro resultado que chama a atenção é a elevada resistência dos híbridos de *P. edulis* com as espécies silvestres *P. caerulea*, *P. vitifolia* e *P. mucronata*. Este resultado ressalta a importância dessas espécies para programas de melhoramento genético de maracujazeiro azedo como fontes de resistência à bacteriose. Além disso, dá um indicativo que, possivelmente a resistência é governada por genes de efeito maior que possuem algum efeito de dominância.

Quanto à diferença em agressividade constatada entre os isolados na espécie *P. edulis*, o trabalho de Nakatani et al. (2009) também indicou a existência de variabilidade na agressividade dos isolados quando inoculados em maracujá azedo, diferente do que foi verificado por Gonçalves & Rosato (2000), que não encontraram variação da severidade em testes de patogenicidade de *X. axonopodis* pv. *passiflorae* em *P. alata*. Portanto, segundo Nakatani et al. (2009), do ponto de vista prático, há necessidade de considerar a variabilidade do patógeno na avaliação de genótipos de maracujá em programas de seleção de cultivares resistentes. De acordo com os autores, o uso de isolados mais agressivos é desejável, pois proporciona mais rigor na seleção e melhor discernimento entre genótipos resistentes e suscetíveis.

Variações em agressividade ocorrem em diferentes isolados de praticamente todas as bactérias fitopatogênicas como *Xanthomonas axonopodis* pv. *manihotis* (Alves & Takatsu, 1984), *X. campestris* pv. *campestris* (Henz et al., 1988) e *Ralstonia solanacearum* (Morgado et al., 1992). A ausência de diferenças significativas entre as espécies nativas, independentemente do isolado, traz suposições da presença de resistência do tipo poligênica e co-evolução de patógeno-hospedeiro. Entretanto, estudos mais aprofundados envolvendo a interação patógeno-hospedeiro são necessários.

Em relação aos isolados, em todas as procedências estudadas, com exceção de “Brasília-DF”, maiores valores de AACPL foram observados na espécie *P. edulis*. Possivelmente, o

resultado observado independe da cultivar utilizada, BRS Gigante Amarelo, tendo em vista que alguns autores (Junqueira et al., 2003; Nascimento, 2003; Sousa, 2005), trabalhando com várias cultivares comerciais de maracujá-azedo, não constataram, entre as cultivares, graus de resistência que pudessem oferecer resultados satisfatórios no controle da virose, bacteriose, antracnose e septoriose. Esses autores verificaram que a variabilidade para resistência a essas doenças, entre as cultivares comerciais, é muito baixa.

Quando inoculadas com o isolado “Brasília-DF”, as espécies não diferiram estaticamente entre si.

**TABELA 3.** Médias de área abaixo da curva de progresso da lesão (AACPL) avaliados em 10 genótipos de maracujazeiro inoculados com 8 isolados de *Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*. UnB/Embrapa Cerrados, Brasília, DF, 2010.

Genótipos	Isolados								Médias
	Piratinga	Rio Claro	Araguari	Limeira	Planaltina	Brasília	Carpina	Igarapé - Açu	
<i>P. edulis</i>	2241,25 Bg	1220,25 Bf	894,00 Bd	1023,75 Be	985,25 Bde	55,75 Aa	653,25 Bc	224,250 Bb	912,22
<i>P. caerulea</i>	0,00 Aa	2,50 Aa	0,00 Aa	0,00 Aa	0,00 Aa	0,00 Aa	0,00 Aa	0,000 Aa	0,31
<i>P. mucronata</i>	16,50 Aa	22,75 Aa	13,50 Aa	27,75 Aa	13,50 Aa	15,50 Aa	14,25 Aa	16,250 Aa	17,50
<i>P. gibertii</i>	24,75 Aa	17,25 Aa	18,75 Aa	43,50 Aa	20,25 Aa	17,75 Aa	16,75 Aa	6,750 Aa	20,72
<i>P. vitifolia</i>	12,25 Aa	22,50 Aa	17,50 Aa	26,25 Aa	15,75 Aa	18,50 Aa	21,50 Aa	10,750 Aa	18,13
<i>P. cerradense</i>	37,75 Aa	32,25 Aa	26,25 Aa	23,25 Aa	44,00 Aa	35,00 Aa	23,50 Aa	25,500 Aa	30,94
<i>P. caerulea X P. mucronata</i>	18,00 Aa	12,50 Aa	16,00 Aa	18,25 Aa	9,75 Aa	10,75 Aa	9,75 Aa	9,500 Aa	13,06
<i>P. caerulea X P. edulis</i>	14,25 Aa	9,75 Aa	12,75 Aa	16,50 Aa	11,25 Aa	16,00 Aa	11,00 Aa	8,000 Aa	12,44
<i>P. vitifolia X P. edulis</i>	12,00 Aa	11,00 Aa	14,50 Aa	13,25 Aa	74,00 Aa	13,00 Aa	8,50 Aa	1,000 Aa	18,41
<i>P. mucronata X P. edulis</i>	25,500 Aa	33,00 Aa	36,75 Aa	31,50 Aa	24,50 Aa	31,50 Aa	23,25 Aa	18,500 Aa	28,06
Médias	240,23	138,38	105,00	122,40	119,83	21,38	78,18	32,05	

As médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e pela mesma letra minúscula na linha não diferem entre si, a 1% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

## CONCLUSÕES

- Maiores valores de área abaixo da curva de progresso da lesão para a espécie *P. edulis* foram constatados quando se inoculou o isolado procedente de Piratininga-SP. Em relação aos isolados, em todas as procedências estudadas, com exceção de “Brasília-DF”, maiores valores de AACPL foram observados na espécie *P. edulis*;
- A espécie mais resistente foi *P. caerulea*;
- Espécies silvestres de maracujá apresentaram baixos valores de área abaixo da curva de progresso da lesão, indicando a importância desses materiais como fontes de resistência à bacteriose para programas de melhoramento genético do maracujazeiro azedo;
- Híbridos interespecíficos de *P. edulis* com as espécies silvestres *P. caerulea*, *P. vitifolia* e *P. mucronata* apresentaram valores de área abaixo da curva de progresso da lesão semelhantes ao verificado nas espécies silvestres, indicando que a resistência pode ser governada por genes maiores com algum efeito de dominância. Estudos refinados sobre a herança da resistência são importantes para confirmar e validar essa informação.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, M.L.B.; TAKATSU, A. Variabilidade em *Xanthomonas campestris* pv. *manihotis*. **Fitopatologia Brasileira** 9: 485-494. 1984.

CAMPBELL, C.L. & MADDEN, L.V. Introduction to Plant Disease Epidemiology. New York. John Wiley & Sons. 1990.

FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V. **Passion fruit (*Passiflora* spp.) improvement using wild species**. In: MARIANTE, A.S.; SAMPAIO, M.J.A.; INGLIS, M.C.V. The state of Brazil's plant genetic resources. Second National Report. Conservation and Sustainable Utilization for food and agriculture. Embrapa Technological Information: Brasília, DF. 2009. pág 101-106.

GONÇALVES, E.R. & ROSATO, Y.B. Genotypic characterization of *Xanthomonas* strains isolated from passion fruit plants (*Passiflora* spp.) and their relatedness to different *Xanthomonas* species. **International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology** (Reading) 50: 811-821. 2000.

HENZ, G.P.; TAKATSU, A. & REIFSCHNEIDER, F.J.B. Avaliação de métodos de inoculação de *Xanthomonas campestris* patovar *campestris* para detecção de fontes de resistência em brássicas. **Fitopatologia Brasileira** 13: 207-210. 1988.

JUNQUEIRA, N.T.V.; BRAGA, M.F.; FALEIRO, F.G.; PEIXOTO, J.R. & BERNACCI, L.C. Potencial de espécies silvestres de maracujazeiro como fonte de resistência a doenças. In: FALEIRO, F.G. & JUNQUEIRA, N.T.V.; BRAGA, M.F. **Maracujá: germoplasma e melhoramento genético**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2005. pp. 81-106.

JUNQUEIRA, N.T.V.; ANJOS, J.R.N.; SILVA, A.P.O.; CHAVES, R.C. & GOMES, A.C. Reação às doenças e produtividade de onze cultivares de maracujá-azedo cultivadas sem agrotóxico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 38: 1005-1010. 2003.

KADO, C.I. & HESKETT, M.S. Selective media for isolation of *Agrobacterium*, *Corynebacterium*, *Erwinia*, *Pseudomonas* and *Xanthomonas*. **Phytopathology** 60: 969-976. 1970.

KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIM FILHO, A. & CAMARGO, L.E.A (Ed). **Manual de fitopatologia**. Doenças de plantas cultivadas. 4 ed. São Paulo: Agronômica Ceres, v. 2, 2005.

LELLIOTT, R.A. & STEAD, D.E. **Methods for the diagnosis of bacterial plant disease**. Oxford, Blakwell Scientific Publications. 1987. 216 p.

LIBERATO, J.R. Controle das doenças causadas por fungos, bactérias e nematóides em maracujazeiro. In: ZAMBOLIM, L.; VALE, F.X.R.; MONTEIRO, A.J.A.; COSTA, H (Ed).

**Controle de doenças de plantas fruteiras.** Viçosa: Suprema, 2002. v. 2. pp. 699-825.

MORGADO, H.S.; LOPES, C.A.; TAKATSU, A. Virulência de isolados de *Pseudomonas solanacearum* à berinjela. **Fitopatologia Brasileira** 17: 430-434. 1992.

NAKATANI, A.K.; LOPES, R. & CAMARGO, L.E.A. Variabilidade genética de *Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*. **Summa Phytopathologica** 35: 116-120. 2009.

NASCIMENTO, A.C. Produtividade, incidência e severidade de doenças em nove genótipos de maracujazeiro-azedo sob três níveis de adubação potássica no Distrito Federal. 2003. 148 f. Dissertação (Mestrado)- Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2003.

ROMEIRO, R.S. **Identificação de bactérias fitopatogênicas.** Viçosa, MG, UFV, Impr. Univ., 92p. 1976.

SANTOS FILHO, H.P.; LARANJEIRA, F.F.; SANTOS, C.C.F. & BARBOSA, C.J. Doenças do maracujazeiro. In: LIMA, A.A.; CUNHA, MAP, (Ed). **Maracujá: produção e qualidade na passicultura.** Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004. pp. 239-280.

SCHAAD, N.W. **Laboratory guide for identification of plant pathogenic bacteria.** 2 ed. St. Paul, Thr American Phytopathological Society, 157 p. 1988.

SOUSA, M.A.F. Produtividade e reação a doenças em genótipos de maracujazeiro-azedo, cultivados no Distrito Federal. 2005. 138 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2005.

## CAPÍTULO 3

### RESISTÊNCIA HORIZONTAL/VERTICAL E AGRESSIVIDADE NO PATOSSISTEMA

#### *Passiflora* spp. x *X. axonopodis* pv. *passiflorae*

**RESUMO** - O conhecimento dos efeitos da resistência horizontal-vertical da planta e da agressividade do patógeno é fundamental para o entendimento da genética da resistência. O objetivo desse trabalho foi estudar tais componentes do patossistema *Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae* X *P. caerulea*, *P. mucronata*, *P. vitifolia*, *P. gibertii*, *P. cerradense*, *P. edulis*, *P. caerulea* x *P. edulis*, *P. caerulea* x *P. mucronata*, *P. vitifolia* x *P. edulis* e *P. mucronata* x *P. edulis*. Cada isolado, na concentração de  $10^8$  ufc/ ml, foi inoculado em plantas com 90 dias. Os sintomas foram avaliados aos 5, 10 e 15 dias após a inoculação, medindo-se o diâmetro transversal e longitudinal das necroses formadas em torno do orifício circular e, em seguida, calculou-se a área abaixo da curva de progresso da lesão (AACPL). Cada parcela foi constituída de 16 orifícios. Na análise dos dados, utilizou-se o modelo IV de Griffing (1956), no esquema de dialelo parcial, com 4 repetições, sendo a AACPL avaliada em cada repetição. A significância da Capacidade Específica de Interação indicou a existência de resistência vertical em pelo menos um patossistema. O efeito significativo da resistência horizontal e da agressividade evidenciaram diferenças entre os materiais genéticos (espécies e híbridos interespecíficos) e também entre os isolados utilizados. Os materiais genéticos com maior resistência horizontal foram *P. caerulea*, *P. caerulea* x *P. edulis* e *P. caerulea* x *P. mucronata*. O menor nível de resistência horizontal foi observado em *P. edulis*. Os isolados mais agressivos foram os procedentes de Piratininga - SP e Rio Claro – SP, e o menos agressivo foi o procedente de Brasília-UnB.

**Palavras-chave:** maracujazeiro, bacteriose, interação patógeno-hospedeiro.

## HORIZONTAL/VERTICAL RESISTANCE AND AGGRESSIVENESS IN THE *Passiflora* spp. x *X. axonopodis* pv. *passiflorae* PATHOSYSTEM

**ABSTRACT** - The knowledge of the horizontal-vertical resistance effects of the plant and the aggressiveness of the pathogen is crucial to understanding the genetic of resistance. The aim of this work was to study such components in the pathosystem *Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae* X *P. caerulea*, *P. mucronata*, *P. vitifolia*, *P. gibertii*, *P. cerradense*, *P. edulis*, *P. caerulea* x *P. edulis*, *P. caerulea* x *P. mucronata*, *P. vitifolia* x *P. edulis* and *P. mucronata* x *P. edulis*. Each isolate was inoculated on 90 days old plants at a concentration of  $10^8$  cfu/ ml. Symptoms were evaluated at 5, 10 and 15 days after inoculation, by measuring the transverse and longitudinal diameter of necrosis formed around the circular hole and then the area under the progress curve of the lesion (AUPCL) was calculated. Each plot consisted of 16 holes. The model IV of Griffing (1956) was used to analyze the data, in a partial diallel scheme with four repetitions, and the AUPCL was evaluated on each repetition. The significance of the Specific Interaction Capacity indicated the existence of vertical resistance in at least one pathosystem. The significant effect of horizontal resistance and aggression showed differences among the genotypes (species and interspecific hybrids) and also between the isolates used. The genotypes with greater horizontal resistance were *P. caerulea*, *P. caerulea* x *P. edulis* and *P. caerulea* x *P. mucronata*. The lowest level of horizontal resistance was found in *P. edulis*. The most aggressive isolates were those from Piratininga – SP and Rio Claro - SP, and the least aggressive was from Brasília-UnB.

**Keywords:** passion fruit, bacterial disease, host-pathogen interaction.

## INTRODUÇÃO

A interação *Passiflora* x *X. axonopodis* pv. *passiflorae*, apesar de sua grande importância, foi pouco estudada até o momento. Diferenças genéticas entre isolados de *X. axonopodis* pv. *passiflorae* e de acessos de *Passiflora* têm sido detectadas por marcadores do DNA e por avaliações fenotípicas de patogenicidade e resistência (Angel et al., 1998; Cassiano et al., 1998; Pio Viana et al., 2003; Vieira et al., 1997; Miranda, 2004; Barbosa, 1995).

Estudos preliminares têm mostrado que existe pouca variabilidade genética entre as cultivares comerciais de *P. edulis* Sims. para resistência a doenças (Junqueira et al., 2003; Nascimento, 2003). Trabalhos envolvendo genótipos de maracujazeiro-azedo cultivados no Rio de Janeiro, baseados em características morfo-agronômicas e marcadores RAPD (*Random Amplified Polymorphic DNA*), também não evidenciaram expressiva variabilidade genética (Pio Viana et al. 2002a; 2002b).

Por outro lado, espécies silvestres do gênero *Passiflora* (*P. laurifolia*, *P. nitida*, *P. tenuifila*, *P. mucronata*, *P. gibertii*, *P. amethystina*, *P. quadrangularis*, *P. setacea*, *P. coccinea*, *P. caerulea*, entre outras) têm apresentado, com base em estudos preliminares, variabilidade para resistência às principais doenças do maracujazeiro (Cunha et al., 2002) e também variabilidade no DNA (Aukar et al., 2002; Crochemore, 2002; Faleiro et al., 2004, 2005; Pio Viana et al., 2003). O controle genético dessa resistência, no entanto, ainda é desconhecido, sendo que as hipóteses de controle genético monogênico (gene-a-gene ou resistência vertical), poligênico (efeitos aditivos ou resistência horizontal) (Vanderplank, 1968; Robinson, 1979) ou mesmo controle genético integrado dos dois tipos de resistência (Parlevliet e Zadoks, 1977; Nelson, 1978; Parlevliet, 1993) precisam ser avaliadas. Portanto, o entendimento de como os alelos de resistência do hospedeiro interagem-se com os alelos de (a)virulência do patógeno é fundamentalmente importante para a definição de estratégias de melhoramento visando à resistência (Vanderplank, 1968) e para o planejamento e condução dos programas de hibridação interespecífica.

Melo e Santos (1999) testaram uma metodologia capaz de fornecer, de uma maneira simplificada, informações sobre a resistência horizontal e vertical do hospedeiro, bem como da virulência e agressividade do patógeno. Nesta metodologia proposta, utiliza-se uma versão modificada do modelo IV de Griffing (1956), no esquema de dialelo parcial descrito por Geraldi

e Miranda Filho (1988). Na versão original, o dialelo parcial foi proposto para acessar a capacidade de combinação de genitores distribuídos em dois grupos, sendo as inferências feitas para cada grupo. Na versão modificada utilizada no presente estudo, um grupo é formado pelos hospedeiros e o outro pelos diferentes isolados do patógeno e o objetivo é avaliar com base na capacidade geral e específica de combinação a interação patógeno – hospedeiro. A simulação efetuada por Melo e Santos (1999) teve como base a severidade da doença esperada com a inoculação de vinte hospedeiros com vinte raças do patógeno. Os autores puderam observar uma alta correlação entre a capacidade geral de reação e a resistência horizontal e entre a capacidade geral de agressividade e a patogenicidade da raça. A capacidade específica da interação revelou ser um indicador da resistência vertical do hospedeiro e da virulência do patógeno.

Neste trabalho, objetivou-se inferir sobre a existência de resistência horizontal ou vertical nos genótipos analisados e da agressividade no patossistema *Passiflora* x *X. axonopodis* pv. *passiflorae*, utilizando-se a metodologia descrita por Melo e Santos (1999).

## MATERIAL E MÉTODOS

Utilizaram-se seis espécies de *Passiflora* [*P. caerulea* (CPAC MJ-14-02), *P. mucronata* (CPAC MJ-10-03), *P. vitifolia* (acesso CPAC), *P. gibertii* (CPAC MJ-22-01), *P. cerradense* (acesso CPAC) e *P. edulis* (BRS Gigante Amarelo)] e quatro híbridos interespecíficos no gênero (*P. caerulea* x *P. edulis*, *P. caerulea* x *P. mucronata*, *P. vitifolia* x *P. edulis* e *P. mucronata* x *P. edulis*), inoculados com oito isolados de *X. axonopodis* pv. *passiflorae* coletados em diferentes municípios do Sudeste, Centro-oeste, Norte e Nordeste do Brasil: 1- Piratininga, SP (acesso ESALQ); 2- Rio Claro, SP; 3- Limeira, SP (acesso ESALQ); 4- Araguari, MG (acesso Kraft Foods); 5- Brasília, DF (acesso UnB); 6- Planaltina, DF (acesso Embrapa- CPAC); 7- Carpina, PE; e 8- Igarapé-Açu, PA (acesso Embrapa - CPATU). A origem de cada isolado está citada no Capítulo 2, Tabela 1.

O isolamento da bactéria, inoculações, avaliações e obtenção da área abaixo da curva de progresso da lesão (AACPL) foram realizados conforme citado no Capítulo 2.

Na análise dos dados, utilizou-se uma versão modificada por Melo e Santos (1999) do modelo IV de Griffing (1956), no esquema de dialelo parcial descrito por Geraldi e Miranda

Filho (1988). O modelo matemático utilizado para analisar a interação patógeno – hospedeiro pela análise em dialelo parcial foi o seguinte:

$$Y_{ij} = \mu + r_i + a_j + s_{ij} \quad \text{onde:}$$

$Y_{ij}$  = Severidade da doença mostrada pelo i-ésimo hospedeiro quando inoculado com o j-ésimo isolado do patógeno;

$\mu$  = média geral;

$r_i$  = efeito da resistência horizontal do i-ésimo hospedeiro

$a_j$  = efeito da agressividade da j-ésimo isolado do patógeno

$s_{ij}$  = efeito da interação entre o i-ésimo hospedeiro e o j-ésimo isolado do patógeno, relacionado aos efeitos da resistência vertical do i-ésimo hospedeiro e da virulência do i-ésimo isolado do patógeno.

Foram realizadas análises de variância e cálculos da capacidade geral e específica de combinação com o auxílio do Programa Genes (Cruz, 1997), sendo os dados resultantes analisados baseando-se em analogia aos conceitos de resistência vertical e horizontal de Vanderplank (1968), já que o presente estudo foi realizado com mais de uma espécie de *Passiflora* e isolados de *X. axonopodis* pv. *passiflorae* de diferentes origens. A Tabela 1 mostra o esquema da análise de variância do dialelo parcial envolvendo um grupo de hospedeiros e outro de isolados do patógeno, segundo Melo e Santos (1999), considerando o modelo fixo.

**TABELA 1.** Análise de variância de um modelo de dialelo parcial envolvendo um grupo de hospedeiros e outro de isolados do patógeno, segundo Melo e Santos (1999), considerando o modelo fixo.

FV	GL	QM	F
Tratamentos	Pq - 1		
CGRH (resistência horizontal)	p - 1	QM1	QM1/QMR
CGA (agressividade)	q - 1	QM2	QM2/QMR
CEI (interação)	(p - 1)(q - 1)	QM3	QM3/QMR
Resíduo	m	QMR	

p=Número de hospedeiros

q=Número de isolados do patógeno

m=GL do resíduo = q(r-1)(p-1), sendo r o número de repetições

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análises dialélicas (Tabela 2) mostraram efeitos significativos da Capacidade Geral de Resistência Horizontal (CGRH) e da Capacidade Geral de Agressividade (CGA), indicando a variabilidade para a resistência horizontal no hospedeiro e para a agressividade no patógeno. Diferentes níveis de resistência têm sido relatados entre diferentes acessos de maracujazeiro silvestres (Junqueira et al., 2005; Barbosa, 1995) e cultivados (Bouza, 2009; Sousa, 2005; Miranda, 2004; Beriam, 2000; Wendland et al., 1998). Entretanto, vários autores, dentre eles Junqueira et al. (2003), Nascimento (2003) e Sousa (2005), trabalhando com diversas cultivares comerciais de maracujá azedo, não constataram graus de resistência que pudessem oferecer resultados satisfatórios no controle da bacteriose. Estes autores verificaram que a variabilidade para resistência a essas doenças entre as cultivares comerciais estudadas é muito baixa. Tal fato justificou, no presente trabalho, a utilização de apenas um acesso de *P. edulis* comercial, a cultivar BRS Gigante Amarelo.

As diferentes fontes de resistência do maracujazeiro à bacteriose apresentam diferentes origens geográficas e alta diversidade genética ao nível de DNA (Aukar et al., 2002; Crochemore, 2002; Faleiro et al., 2004, 2005; Pio Viana et al., 2003). Diferenças na patogenicidade e na agressividade de isolados de *X. axonopodis* pv. *passiflorae* também foram observadas por Nakatani (2001).

**TABELA 2.** Análise dialélica e média geral da área abaixo da curva de progresso da lesão de bacteriose (mm<sup>2</sup>) avaliada em 10 genótipos de maracujazeiro inoculados com 8 isolados de *Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*.

FV	GL	QM	F	Prob.
Tratamentos	79	-	-	-
CGRH (resistência horizontal)	9	3039858,5532	15,74	0,0
CGA (agressividade)	7	227802,8727	4,08	0,0
CEI (interação)	63	680282,1481	3,52	0,0
Resíduo	216	193097,8206		
Média geral	115,8106			

Cornélio (2001) avaliou a reação de sete cultivares de arroz, após a inoculação com sete raças de *Pyricularia grisea*, agente causal da brusone, e realizou a decomposição da resistência também de acordo com o modelo de Melo e Santos (1999). As reações das cultivares foram

avaliadas por meio da incidência e severidade da doença, sendo que tanto as cultivares quanto as raças foram geneticamente muito variáveis. Neste caso, o autor não observou resistência vertical nas cultivares. Trabalho semelhante com esta mesma metodologia dos dialelos parciais foi utilizada por Maranhã et al. (2002), analisando o patossistema *Xanthomonas campestris* pv. *malvacearum* X algodoeiro. Os autores observaram que as cultivares BRS Antares e BRS Facual foram as mais resistentes e concluíram que a resistência desta última, ao que tudo indica, é horizontal. Davide (2006), estudando o patossistema *Colletotrichum lindemuthianum* x feijoeiro, constataram que as cultivares comerciais diferiram quanto às estimativas da capacidade geral de resistência horizontal (CGRH). As cultivares Ouro Negro, Valente e OPNS-331 apresentaram-se entre as mais resistentes, enquanto Pérola e Rosinha foram as mais suscetíveis. A capacidade geral de agressividade (CGA) revelou que o comportamento médio de cada isolado foi estatisticamente diferente quando estes foram inoculados nas cultivares comerciais.

A Capacidade Específica de Interação (CEI) foi significativa a 1% de probabilidade, indicando a existência pronunciada da interação isolado-genótipo do hospedeiro, o que pode caracterizar a existência de resistência vertical, raça-específica, qualitativa ou oligogênica em pelo menos um patossistema. Lopes et al. (2006) já haviam sugerido, a partir do mapeamento de genes de resistência a *X. axonopodis* pv. *passiflorae*, que a herança de resistência do maracujazeiro à bacteriose é oligogênica. No entanto, como pode ser observado na tabela 3, também há indícios de resistência horizontal ou quantitativa, de natureza poligênica.

Vanderplank (1968) estudou 12 cultivares de cevada inoculadas por três raças de *Helminthosporium gramineum*, em três experimentos. As cultivares foram avaliadas por meio da área da folha infectada. Nessa análise de variância, a interação entre raças e cultivares altamente significativa indica que a reação de cada cultivar é específica a uma raça particular. Essa interação, da mesma forma que no presente experimento, pode ser indicativa da resistência vertical. Em outro exemplo, Vanderplank (1968) referiu-se a avaliação de três cultivares de batata sem alelos R de resistência vertical e inoculadas com quatro raças de *Phytophthora infestans*, avaliando-se a taxa de crescimento do micélio no tubérculo. O autor observou que houve diferença no nível de resistência das cultivares e de agressividade das raças. Entretanto, a ausência de interação mostrou que as cultivares reagiram de forma semelhante a todas as raças, isto é, elas diferiram em relação à resistência horizontal, mas não em relação à resistência vertical.

Geralmente os dois tipos de resistência ocorrem juntos. Tal fato foi constatado, por exemplo, por Parlevliet (1981) na avaliação da porcentagem da área da folha de arroz infectada por *X. oryzae*.

As progênies com maior resistência horizontal foram *P. caerulea*, *P. caerulea* x *P. edulis* e *P. caerulea* x *P. mucronata*, apesar das demais espécies e híbridos, com exceção de *P. edulis*, também apresentarem valores de resistência horizontal relativa (RHR) altos (Tabela 3). Junqueira et al. (2005) já haviam relatado o alto nível de resistência de *P. caerulea* a bacteriose e *Fusarium oxysporum* e tolerância a *Phytophthora* sp. Quanto aos híbridos obtidos entre *P. edulis* comercial e *P. caerulea*, os autores também relataram que as plantas da geração F1 e RC1 têm boa resistência à bacteriose e à antracnose, mas produzem frutos sem sementes, são preferidas pela broca do maracujá e são susceptíveis à virose. As plantas da geração RC2 tendo o maracujá-azedo como genitor masculino e recorrente frutificam bem, produzem frutos grandes semelhantes aos do maracujazeiro-azedo comercial, têm flores com cores semelhantes às do maracujazeiro-azedo e formato similar às de *P. caerulea*, como pétalas e sépalas com ápices arredondados. No presente estudo, o menor nível de resistência horizontal foi observado em *P. edulis*.

**TABELA 3.** Estimativas do Efeito da Capacidade Geral de Resistência Horizontal (ECGRH) e Resistência Horizontal Relativa (RHR) de 10 genótipos de maracujazeiro inoculados com 8 isolados de *Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*.

Acessos	ECGRH	RHR (%)
1 - <i>P. caerulea</i>	-115,48	100
2 - <i>P. caerulea</i> x <i>P. edulis</i>	-102,81	98,72
3 - <i>P. caerulea</i> x <i>P. mucronata</i>	-102,44	98,69
4 - <i>P. mucronata</i>	-97,89	98,23
5 - <i>P. vitifolia</i> x <i>P. edulis</i>	-97,81	98,22
6 - <i>P. vitifolia</i>	-97,56	98,19
7 - <i>P. gibertii</i>	-93,79	97,81
8 - <i>P. mucronata</i> x <i>P. edulis</i>	-86,31	97,06
9 - <i>P. cerradense</i>	-82,72	96,70
10 - <i>P. edulis</i>	876,82	0

É importante ressaltar, entretanto, que estes resultados devem ser considerados com cautela, pois, na realidade, os alelos de resistência vertical presentes podem estar inflacionando as estimativas da ECGRH, conforme observado e relatado por Davide (2006). Segundo a autora,

que também utilizou o modelo de Melo e Santos (1999), o uso do termo resistência horizontal não seria apropriado para esta situação por esse motivo, sugerindo o modelo sofra algumas alterações a fim de evitar o inflacionamento da resistência horizontal.

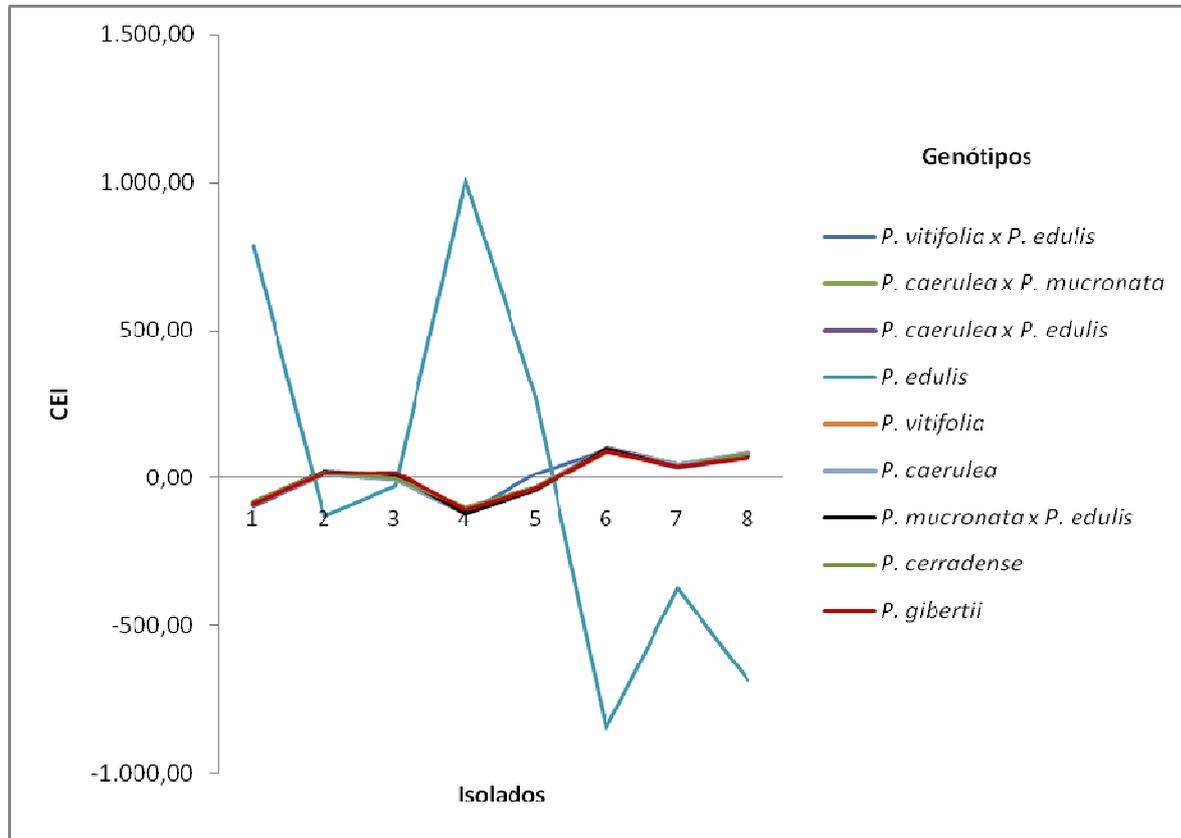
Os isolados mais agressivos foram os procedentes de Piratininga - SP e Rio Claro – SP, e o menos agressivo foi o procedente de Brasília-UnB (Tabela 4). Nakatani (2001) identificou grande variabilidade genética entre 50 isolados patogênicos de *X. axonopodis* pv. *passiflorae* por meio de marcadores moleculares RAPD, não observando correlação aparente entre as origens geográficas e similaridade genética. Segundo a autora, tal fato pode ser um indicativo de que populações de *X. axonopodis* pv. *passiflorae* são compostas por um mosaico de genótipos. Já Munhoz (2009), estudando uma coleção de 87 isolados de *X. axonopodis* pv. *passiflorae* de 22 cidades de São Paulo, Minas Gerais, Paraná e do Distrito Federal, constatou, por meio de análise molecular da variância, que a maior parte da diversidade (49,4%) encontra-se entre as cidades de coleta, e que, portanto, a variação está mais associada à geografia e que o fluxo desses isolados é pequeno.

**TABELA 4.** Estimativas do Efeito da Capacidade Geral de Agressividade (ECGA) e Agressividade Relativa (AR) de 8 isolados de *Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*.

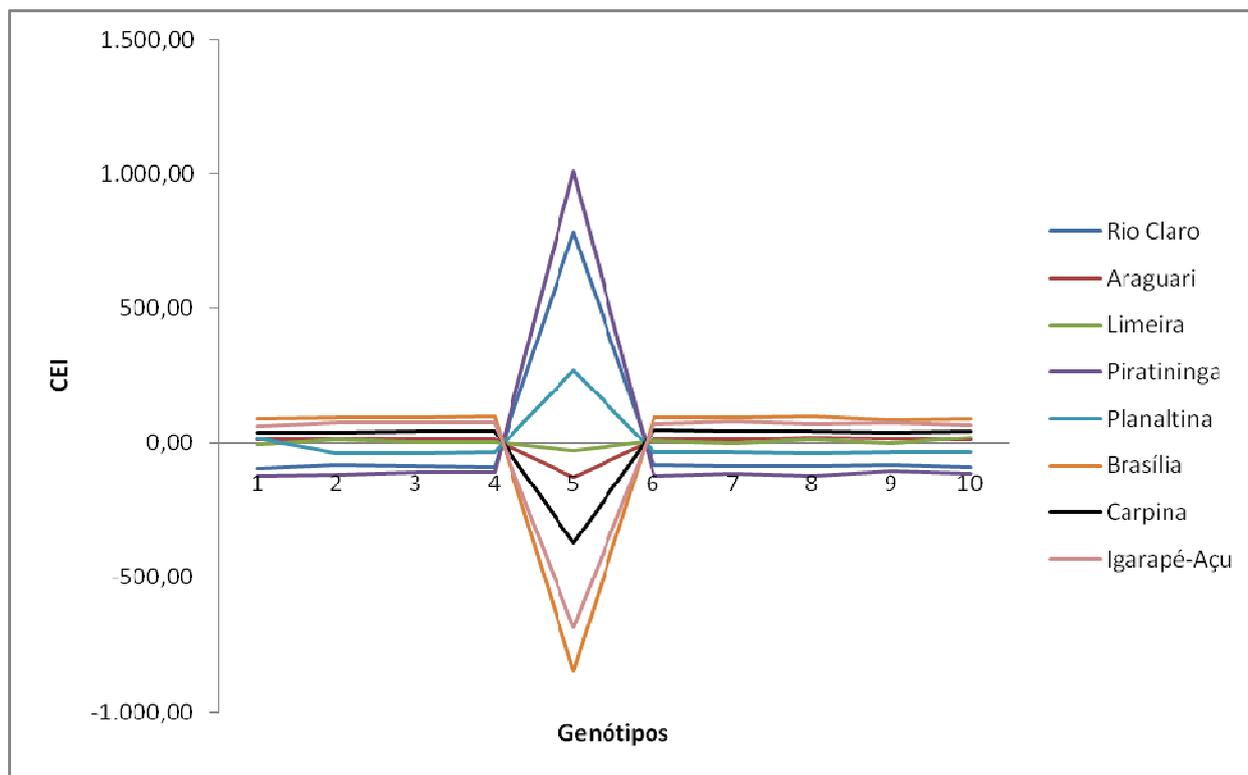
Isolados	ECGA	AR (%)
1- Piratininga – SP (ESALQ)	112,53	100
2 - Rio Claro – SP	87,90	88,18
3 - Planaltina – DF (CPAC)	33,99	62,30
4 - Limeira – SP (ESALQ)	3,53	47,69
5 - Araguari – MG (Kraft Foods)	-14,25	39,15
6 - Carpina – PE	-44,61	24,57
7 - Igarapé-Açu (CPATU)	-83,30	6,00
8 - Brasília – DF (UnB)	-95,80	0

Os valores da CEI em cada combinação patógeno – hospedeiro (Figura 2 e 3) fornecem informações sobre a resistência vertical do hospedeiro, bem como da virulência do patógeno (Melo e Santos, 1999). A significância da CEI indica que a resistência horizontal do hospedeiro (CGRH) e a agressividade do isolado (CGA) não são suficientes para explicar a variação na severidade da doença. Os diferentes genótipos de maracujazeiro comportam-se diferenciadamente quando inoculados com os distintos isolados de *X. axonopodis* pv. *passiflorae*

e vice-versa. Assim, os valores da CEI são bons indicadores do comportamento específico de cada combinação patógeno-hospedeiro, de modo que o comportamento específico de cada hospedeiro ou de cada isolado da bactéria pode ser estudado em detalhe.



**FIGURA 1.** Estimativas da Capacidade Específica de Interação (CEI) de 10 genótipos de maracujazeiro inoculados com 8 isolados de *Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*. Os isolados enumerados correspondem a: 1- Rio Claro – SP; 2 - Araguari – MG (Kraft Foods); 3 - Limeira – SP (ESALQ); 4 - Piratininga – SP (ESALQ); 5 - Planaltina – DF (CPAC); 6 - Brasília – DF (UnB); 7- Carpina – PE; 8 - Igarapé-Açu (CPATU).



**FIGURA 2.** Estimativas da Capacidade Específica de Interação (CEI) de 8 isolados de *Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae* inoculados em 10 genótipos de maracujazeiro. Os genótipos enumerados correspondem a: 1 – *P. vitifolia* x *P. edulis*; 2 - *P. mucronata*; 3 - *P. caerulea* x *P. mucronata*; 4 - *P. caerulea* x *P. edulis*; 5 - *P. edulis*; 6 - *P. vitifolia*; 7 - *P. caerulea*; 8 - *P. mucronata* x *P. edulis*; 9 - *P. cerradense*; 10 - *P. gibertii*.

Na figura 1, observam-se os valores da CEI entre os 10 genótipos de maracujazeiro e os 8 isolados de *X. axonopodis* pv. *passiflorae*. Quando um hospedeiro resistente apresenta pequena variação entre os valores da CEI, pode-se dizer que, para este hospedeiro, a resistência horizontal é mais importante que a resistência vertical. Dessa forma pode-se comparar o comportamento de cada hospedeiro analisando as variações nos valores da CEI. No presente trabalho, observam-se menores variações na CEI das espécies nativas e seus híbridos em relação à espécie comercial *P. edulis*, podendo-se inferir que a resistência horizontal provavelmente tem maior efeito na resistência do germoplasma nativo e seus híbridos do que na resistência do *P. edulis*. Este maior efeito da resistência horizontal nos materiais silvestres já foi discutido por Tokeshi (2006). Segundo este autor, é nos centros de origem das plantas que estão concentrados os mais altos

graus de resistência horizontal a doenças e, segundo Leitão Filho & Aranha (1974), o centro-norte do Brasil é, provavelmente, um dos centros de origem das Passifloráceas. De acordo com Van der Plank (1963), a resistência horizontal é permanente e confere resistência a todas as raças do patógeno, independente da carga genética do mesmo. Segundo Tokeshi (2006), normalmente, dez gerações ou ciclos de seleção na ausência do patógeno são suficientes para erodir ou eliminar os genes de resistência horizontal.

A Figura 2 evidencia as variações da CEI de cada isolado em relação aos dez genótipos de maracujazeiro. Pode-se observar que o isolado procedente de Piratininga-SP apresentou a maior variação nos valores de CEI, indicando, assim, maiores variações no comportamento desse isolado frente aos genótipos de maracujazeiro quando comparado aos demais isolados. Pode-se observar também que o isolado procedente de Piratininga-SP apresenta o maior efeito interativo com a espécie *P. edulis*. O maior valor de CEI do isolado de Piratininga-SP com *P. edulis*, indica que o referido isolado é o mais agressivo para aquele genótipo. Embora este conceito possa ser questionado, uma vez que foi analisada apenas uma variedade, é razoável dizer que este isolado apresenta maior especialização fisiológica em relação ao *P. edulis*, observando a maior CEI com *P. edulis* e as mais baixas CEI em relação aos demais materiais genéticos.

## CONCLUSÕES

- A significância da Capacidade Específica de Interação indicou a existência de resistência vertical em pelo menos um patossistema;
- O efeito significativo da resistência horizontal e da agressividade evidenciaram diferenças entre os materiais genéticos (espécies e híbridos interespecíficos) e também entre os isolados utilizados;
- Os materiais genéticos com maior resistência horizontal foram *P. caerulea*, *P. caerulea* x *P. edulis* e *P. caerulea* x *P. mucronata*; o menor nível de resistência horizontal foi observado em *P. edulis*;
- Os isolados mais agressivos foram os procedentes de Piratininga - SP e Rio Claro – SP, e o menos agressivo foi o procedente de Brasília-UnB;
- O presente trabalho contribuiu para o início dos estudos sobre a interação *Passiflora* X *X. axonopodis* pv. *passiflorae* utilizando uma metodologia de análise dialélica. Novos ensaios,

envolvendo maior número de genótipos, incluindo as populações resultantes de retrocruzamentos dos híbridos das espécies silvestres e a comercial contribuirão para melhor entendimento da interação patógeno – hospedeiro e da genética da resistência. Tais híbridos também devem ser avaliados agronomicamente quanto à produtividade e características dos frutos produzidos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANGEL, E.O.; FARJADO, D.; GRUM, M.; TOHME, J. & LOBO, M. Genetic variation analysis of the genus *Passiflora* L. using RAPD markers. **Euphytica** 101: 341-347. 1998.

AUKAR, A.P.A.; LEMOS, E.G.M. & OLIVEIRA, J.C. Genetic variations among passion fruit species using RAPD markers. **Revista Brasileira de Fruticultura** 24: 738-740. 2002.

BARBOSA, L.S. Resistência de *Passiflora* spp. a *Xanthomonas campestris* pv. *passiflorae* e detecção em sementes. 66p. (Dissertação de Mestrado). Viçosa: UFV. 1995.

BERIAM, L.O.S.; MALAVOLTA JR, V.A. & MELETTI, L.M.M. Avaliação de resistência de híbridos de maracujazeiro-amarelo a *Xanthomonas campestris* pv. *passiflorae*. In: XXIII CONGRESSO PAULISTA DE FITOPATOLOGIA, 2000, Campinas, SP. **Summa Phytopathologica** 26:125-125. 2000.

BORÉM, A. Melhoramento de plantas. Viçosa, MG: UFV, 1997. 547 p.

CAMPBELL, C.L. & MADDEN, L.V. **Introduction to Plant Disease Epidemiology**. New York. John Wiley & Sons. 1990.

CASSIANO, A.P.A.A.; LEMOS, E.G.M. & OLIVEIRA, J.C. Avaliação de espécies de *Passiflora* através de marcadores moleculares RAPD. **Genetics and Molecular Biology** 21: 214. 1998. (Suplemento).

CORNÉLIO, V.M.O. Identificação de raças de *Pyricularia grisea* Sacc. no arroz de terras altas em Minas Gerais, incidência e severidade da Brusone e tipos de resistência. 82p. Tese (Doutorado em Agronomia/ Fitotecnia)- Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. 2001.

CROCHEMORE, M.L. Diversidade genética do maracujazeiro (*Passiflora* spp.). In: REUNIÃO TÉCNICA DE PESQUISA EM MARACUJAZEIRO, 3., 2002, Viçosa. Anais... Viçosa, 2002. pp. 69-74.

CRUZ, C.D. Programa Genes: aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa, MG, UFV. 1997. 442p.

CUNHA, M.A.P. da. Prioridades de pesquisa por subárea e objetivo. In: REUNIÃO TÉCNICA: PESQUISA EM MARACUJAZEIRO NO BRASIL, 1998, Cruz das Almas, BA: EMBRAPA/CNPMPF, 1998. p. 11-14 (EMBRAPA-CNPMPF. Documentos, 77).

DAVIDE, L.M.C. Comprovação da variabilidade patogênica dentro da raça 65 de *Colletotrichum lindemuthianum*. 59 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG. 2006.

FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; BELLON, G.; BORGES, T.A.; ANJOS, J.R.N.; PEIXOTO, J.R.; BRAGA, M.F. & SANTOS, D.G. Diversidade genética de espécies silvestres de

maracujazeiro com resistência múltipla a doenças com base em marcadores RAPD. **Fitopatologia Brasileira** 29:325. 2004. (Suplemento).

FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; BRAGA, M.F.; BELLON, G.; LAGE, D.A.C.; FERREIRA, U.O.C. & SANTOS, J.B. Caracterização molecular e morfológica da espécie *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* silvestre no cerrado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 3., 2005, Gramado. Anais... Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2005. 1CD-ROM. (Artigo 7398).

FALEIRO, F.G.; FALEIRO, A.S.G.; CORDEIRO, M.C.R. & KARIA, C.T. Metodologia para operacionalizar a extração de DNA de espécies nativas do cerrado. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2003a. (Comunicado Técnico N°92) 6p.

FALEIRO, F.G.; PIRES, J.L. & LOPES, U.V. Uso de marcadores moleculares RAPD e microssatélites visando à confirmação da fecundação cruzada entre *Theobroma cacao* e *Theobroma grandiflorum*. **Agrotrópica** 15: 41 – 46. 2003b.

FERREIRA, D.F. Análise estatística por meio do SISVAR (Sistema para Análise de variância) para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DASOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45, 2000, São Carlos. Anais...São Carlos: UFSCar. 2000. pp. 255-258,

FISCHER, I.H. Seleção de plantas resistentes e de fungicidas para o controle da “morte prematura” do maracujazeiro, causada por *Nectria hematococca* e *Phytophthora parasítica*. 2003. 48f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2003.

FISCHER, I.H.; LOURENÇO, S.A.; MARTINS, M.C.; KIMATI, H. & AMORIM, L. Seleção de plantas resistentes e de fungicidas para o controle da podridão do colo do maracujazeiro causada por *Nectria haematococca*. **Fitopatologia Brasileira** 30: 250-258. 2005.

GERALDI, I.O. & MIRANDA-FILHO, J.B. Adapted models for the analysis of combining ability of varieties in partial diallel crosses. **Revista Brasileira de Genética** 11: 431-440. 1988.

GRIFFING, B. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. **Australian Journal of Biological Sciences** 9: 463-493. 1956.

JUNQUEIRA, N.T.V.; ANJOS, J.R.N.; SILVA, A.P.O.; CHAVES, R.C. & GOMES, A.C. Reação às doenças e produtividade de onze cultivares de maracujá-azedo cultivadas sem agrotóxico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 38: 1005-1010. 2003.

JUNQUEIRA, N.T.V.; BRAGA, M.F.; FALEIRO, F.G.; PEIXOTO, J.R. & BERNACCI, L.C. Potencial de espécies silvestres de maracujazeiro como fonte de resistência a doenças. In: FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; BRAGA, M.F. Maracujá: germoplasma e melhoramento genético. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2005. pp. 81-106.

KADO, C.I. & HESKETT, M.S. Selective media for isolation of *Agrobacterium*, *Corynebacterium*, *Erwinia*, *Pseudomonas* and *Xanthomonas*. **Phytopathology** 60:969-976. 1970.

KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIM FILHO, A. & CAMARGO, L.E.A. (Ed). **Manual de fitopatologia**. Doenças de plantas cultivadas. 4 ed. São Paulo: Agronômica Ceres, v.2, 2005.

LEITÃO FILHO, H.F. & ARANHA, C. Botânica do maracujazeiro. In: SIMPÓSIO DA CULTURA DO MARACUJÁ, 1, 1971, Campinas. Simpósio...Campinas: S.B.F., 1974. pp.1-13.

LELLIOTT, R.A.; & STEAD, D.E. **Methods for the diagnosis of bacterial plant disease**. Oxford, Blakwell Scientific Publications. 1987. 216 p.

LIBERATO, J.R. Controle das doenças causadas por fungos, bactérias e nematóides em maracujazeiro. In: ZAMBOLIM, L.; VALE, F.X.R.; MONTEIRO, A.J.A. & COSTA, H (Ed). **Controle de doenças de plantas fruteiras**. Viçosa: Suprema, 2002. v.2. pp.699-825.

LOPES, R.; LOPES, M.T.G.; CARNEIRO, M.S.; MATTA, F.P.; CAMARGO, L.E.A. & VIEIRA, M.L.C. Linkage and mapping of resistance genes to *Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae* in yellow passion fruit. **Genome** 49: 17-29. 2006.

MARANHA, F.G.C.B.; RAMALHO, M.A.P. & FARIAS, F.J.C. Estratégias de análise da reação de cultivares de algodoeiro a patógenos. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**. 6: 565-575. 2002.

MELO, L.C. & SANTOS, J.B. Identification of resistant genotypes considering polygenic systems in host-pathogen interaction. **Genetic and Molecular Biology** 22: 601-608. 1999.

MENEZES, J.M.T.; OLIVEIRA, J.C.; RUGGIERO, C. & BANZATO, D.A. Avaliação da taxa de pagamento de enxertos de maracujá-amarelo sobre espécies tolerantes à “morte prematura de plantas”. **Científica** 22: 95-104. 1994.

MIRANDA, J.F. Reação de variedades de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.) a bacteriose causada por *Xanthomonas campestris* pv. *passiflorae*. 48 p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - ESALQ, Piracicaba, SP. 2004.

MUNHOZ, C.F. Diversidade genética de isolados de *Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae* com base em marcadores rep-PCR e AFLP e construção de *primers* específicos para diagnose. 79p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - ESALQ, Piracicaba, SP. 2009.

NAKATANI, A.K. Diversidade genética de *Xanthomonas campestris* pv. *passiflorae* e sensibilidade a produtos químicos. 61p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - ESALQ, Piracicaba, SP. 2001.

NASCIMENTO, A.C. Produtividade, incidência e Severidade de doenças em nove genótipos de maracujazeiro-azedo sob três níveis de adubação potássica no Distrito Federal. 148 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade de Brasília, Brasília. 2003.

NELSON, R.R. Genetics of horizontal resistance to planta diseases. **Annual Review of Phytopathology** 16: 359-378. 1978.

OLIVEIRA, J.C. de & RUGGIERO, C. Espécies de maracujá com potencial agrônômico. In: FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; BRAGA, M.F. Maracujá: germoplasma e melhoramento genético. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2005. pp. 143-158.

PARLEVLIET, J.E. What is durable resistance, a general outline. In Jacobs, T.H. and Parlevliet, J.E (eds.) **Durability of Disease Resistance**. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers. 1993. pp. 23-29.

PARLEVLIET, J.E. & ZADOKS, J.C. The integrated concept of disease resistance, a new view including horizontal and vertical resistance in plants. **Euphytica** 26: 5-21. 1977.

PARLEVLIET, J.E. Disease resistance in plants and its consequences for plant breeding. In FREY, J.K. **Plant Breeding II**. The Iowa State University Press. 1981. pp.309-364.

PIO VIANA, A.; PEREIRA, T.N.S.; PEREIRA, M.G.; SOUZA, M.M.; MALDONADO, F. & AMARAL JÚNIOR, A. T. Diversidade entre genótipos de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) e entre espécies de passifloras determinada por marcadores RAPD. **Revista Brasileira de Fruticultura** 25: 489-493. 2003.

PIO VIANA, A.; PEREIRA, T.N.S.; PEREIRA, M.G.; SOUZA, M.M.; MALDONADO, F. & AMARAL JÚNIOR, A.T. Diversidade em maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) e *Passiflora* spp. por marcadores RAPD. In: REUNIÃO TÉCNICA DE PESQUISA EM MARACUJAZEIRO, 3., 2002, Viçosa. Anais... Viçosa, 2002a. pp. 160-163.

PIO VIANA, A.; PEREIRA, T.N.S.; PEREIRA, M.G.; SOUZA, M.M.; MALDONADO, F. & AMARAL JÚNIOR, A. T. Diversidade morfo-agronômica em populações de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*). In: REUNIÃO TÉCNICA DE PESQUISA EM MARACUJAZEIRO, 3., 2002, Viçosa. Anais... Viçosa, 2002b. pp. 156-159.

ROBINSON, R.A. Permanent and impermanent resistance to crop parasites, a re-examination of the pathosystem concept with special reference to rice blast. **Pflanzenzuchtg** 83: 1-39. 1979.

ROMEIRO, R.S. Identificação de bactérias fitopatogênicas. Viçosa, MG, UFV, Impr. Univ., 92p. 1976.

RONCATTO, G.; OLIVEIRA, J.C.; RUGGIERO, C.; NOGUEIRA FILHO, G.C.; CENTURION, M.A.P.C. & FERREIRA, F.R. Comportamento de maracujazeiros (*Passiflora* spp.) quanto à morte prematura. **Revista Brasileira de Fruticultura** 26: 552-554. 2004.

SANTOS FILHO, H.P.; LARANJEIRA, F.F.; SANTOS, C.C.F. & BARBOSA, C.J. Doenças do maracujazeiro. In: LIMA, AA, CUNHA, MAP, (Ed). **Maracujá: produção e qualidade na pascicultura**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004. pp.239-280.

SCHAAD, N.W. Laboratory guide for identification of plant pathogenic bacteria. 2 ed. St. Paul, Thr American Phytopathological Society, 157 p. 1988.

SOUSA, M.A.F. Produtividade e reação a doenças em genótipos de maracujazeiro-azedo, cultivados no Distrito Federal. 2005. 138 f. Dissertação (Mestrado). Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2005.

SOUZA, J.S.I. & MELETTI, L.M.M. Maracujá: espécies, variedades, cultivo. Piracicaba: FEALQ, 1997. 179 p.

TOKESHI, H. Importância dos centros de origem das plantas e sua resistência a pragas e doenças. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS NATURAIS (COBRADAN), 3., 2006, Belém, PA. Palestras... Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2006. pp. 69-81.

VAN DER PLANK, J.E. **Plant diseases. Epidemics and Control**. New York: Academic Press, 1963. 134 p.

VANDERPLANK, J.E. 1968. Disease Resistance in Plants. New York, Academic Press. 349p.

VIEIRA, M.L.C.; OLIVEIRA, C.A.; MAYEDA, L.Y.; DORNELAS, M.C. & FUNGARO, M.H.P. Estudo do cariótipo e da variabilidade genética detectada por RAPD em espécies de maracujazeiro (*Passiflora* L.). **Brazilian Journal of Genetics** 20: 88. 1997. Suplemento.

WENDLAND, A.; LEITE JUNIOR, R.P. & EUNO, B. Avaliação do comportamento de genótipos de maracujazeiro amarelo (*P. edulis* f. *flavicarpa*) a bacteriose causada por *Xanthomonas campestris* pv. *passiflorae*. **Fitopatologia Brasileira** 23:218. 1998.

ZADOKS, J.C. Phytopathological aspects of disease resistance and resistance breeding in cocoa: An external review. *In* International Workshop on the Contribution of Disease Resistance to Cocoa Variety Improvement. Readings. Proceedings. INGENIC. 1999. pp. 17-22.

## CAPÍTULO 4

### INDUTORES DE RESISTÊNCIA, FERTILIZANTES FOLIARES E EXTRATOS VEGETAIS NO CONTROLE DA BACTERIOSE DO MARACUJAZEIRO EM CASA DE VEGETAÇÃO

**RESUMO** – O controle alternativo de doenças de plantas pode ser feito de várias maneiras, incluindo o uso de indutores de resistência. A proteção promovida pelos indutores é dependente do intervalo de tempo entre o tratamento inicial e a subsequente inoculação. Os indutores geralmente não apresentam atividade direta antimicrobiana e devem ser utilizados como componentes de um programa integrado. Objetivou-se avaliar o efeito de indutores de resistência, fertilizantes foliares e extratos vegetais no controle da bacteriose do maracujazeiro em casa de vegetação, o período de indução e as concentrações mais adequadas para a cultura do maracujazeiro, além do comportamento *in vitro* da *Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae* em relação a tais produtos. Os tratamentos [ácido salicílico (AS), fosfito de cobre, fosfito de potássio, fosfito de potássio + AS, Agro-Mos<sup>®</sup>, Acibenzolar-S-metil (ASM), gesso agrícola, água acidificada, CPAC-GE, CPAC-GEG, extrato de *Passiflora gibertii*, *X. axonopodis* pv. *passiflorae* a 10<sup>9</sup> ufc/ ml inativada pelo calor, Cuprozeb<sup>®</sup>, Agrimaicin 500<sup>®</sup> e fosetyl-Al] foram pulverizados 5 dias antes da inoculação, em mudas com 85 dias de idade. As avaliações *in vitro* foram realizadas em placas de Petri contendo o meio de cultura 523 acrescido do produto. Para determinação do período de indução do gesso agrícola, CPAC-GE, Agro-mos<sup>®</sup> e fosfito de potássio em casa de vegetação, estes foram pulverizados aos 6 e 3 dias antes da inoculação, no dia da inoculação e aos 3 e 6 dias após a inoculação. Para a determinação de concentrações ideais do gesso agrícola, CPAC-GE, Agro-mos<sup>®</sup> e fosfito de potássio, os tratamentos foram pulverizados uma única vez, 5 dias antes da inoculação. As inoculações (10<sup>8</sup> ufc/ ml) foram realizadas 90 dias após a semeadura, utilizando-se furador circular imerso em suspensão bacteriana. A partir dos dados das avaliações dos 5 aos 15 dias calculou-se a área abaixo da curva de progresso da lesão (AACPL). Não houve crescimento bacteriano nos meios contendo fosetyl-Al, CPAC-GEG, CPAC-GE, Cuprozeb<sup>®</sup>, Agrimaicin<sup>®</sup>, Agro-mos<sup>®</sup> e fosfito de cobre. O uso de CPAC-GE, extrato de *Passiflora gibertii*, ASM e CPAC-GEG anteriores à inoculação reduziram a bacteriose em até 57,42%. O tratamento com o Agrimaicin<sup>®</sup> antes da inoculação proporcionou

um dos menores níveis de controle da bacteriose em relação à testemunha (24,36 %). O gesso agrícola e CPAC-GE pulverizados aos 3 ou 6 dias antes da inoculação e Agrimaicin<sup>®</sup> aos 3 ou 6 dias após a inoculação proporcionaram resultados semelhantes, indicando efeito indutor de resistência do gesso agrícola e CPAC-GE e efeito curativo do Agrimaicin<sup>®</sup>. O uso do fosfito de potássio aos 6 dias antes da inoculação promoveu redução na bacteriose semelhante ao ASM e Agro-mos<sup>®</sup> quando estes foram pulverizados também aos 6 dias antes da inoculação ou aos 3 dias após a inoculação, no caso do Agro-mos<sup>®</sup>, fato que indica possível efeito curativo deste último.

**Termos para indexação:** maracujazeiro-azedo, controle alternativo, gesso agrícola, resistência sistêmica adquirida, indução de resistência

**GREENHOUSE EVALUATION OF RESISTANCE INDUCERS, FOLIAR  
FERTILIZERS AND PLANTS EXTRACTS IN THE CONTROL OF THE PASSION  
FRUIT BACTERIAL DISEASE**

**ABSTRACT** - The control of plant diseases can be accomplished in several ways, including the use of resistance inducers. The protection promoted by the inducers is dependent on the time interval between initial treatment and subsequent inoculation. The inducers usually do not exhibit direct antimicrobial activity and should be used as components of an integrated program. Here, the objective was to evaluate the effect of resistance inducers, foliar fertilizers and plant extracts in controlling bacterial passion fruit in greenhouse, the induction period and the most suitable concentrations for the cultivation of passion fruit. Furthermore, the response of *Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae* in vitro towards such products was studied. Eighty five day old seedlings were sprayed with different compounds [salicylic acid (SA), copper phosphite, potassium phosphite, potassium phosphate + SA, Agro-Mos<sup>®</sup>, Acibenzolar-S-methyl (ASM), gypsum, acidic water, CPAC-GE, CPAC-GEG, *Passiflora gibertii*, *X. axonopodis* pv. *passiflorae* extract at 10<sup>9</sup> CFU / ml inactivated by heat, Cuprozeb<sup>®</sup>, Agrimaicin 500<sup>®</sup> and fosetyl-Al] five days before inoculation with *X. axonopodis* pv. *passiflorae*. The in vitro evaluations were performed in Petri dishes containing culture medium 523 plus the treatment. To determine the induction period of gypsum, CPAC-GE, Agro-mos<sup>®</sup> and potassium phosphite in a greenhouse, those were sprayed on the 3<sup>rd</sup> and 6<sup>th</sup> days before the inoculation, on the day of the inoculation and on the 3<sup>rd</sup> and 6<sup>th</sup> days after the inoculation. For the determination of gypsum concentrations, CPAC-GE, Agro-mos<sup>®</sup> and potassium phosphate, the treatments were sprayed only once, five days before inoculation. Inoculations (10<sup>8</sup> cfu/ ml) using a circular punch immersed in bacterial suspension were performed 90 days after the cuttings planting. From the data of the evaluations from the 5<sup>th</sup> to 15<sup>th</sup> days, the area under the progress curve of the lesion (AUPCL) was calculated. There was no bacterial growth in the media containing fosetyl-Al, CPAC- GEG, CPAC-GE, Cuprozeb<sup>®</sup>, Agrimaicin<sup>®</sup>, Agro-mos<sup>®</sup> and copper phosphite. The use of CPAC-GE, *Passiflora gibertii* extract, ASM and CPAC-GEG prior to the inoculation reduced the bacterial disease by up to 57.42%. The treatment with Agrimaicin<sup>®</sup> before the inoculation provided one of the lowest levels of bacterial disease control compared with the control (24.36%). The gypsum and CPAC-GE sprayed at the 3<sup>rd</sup> or the 6<sup>th</sup> day before the inoculation and

Agrimaicin<sup>®</sup> at the 3<sup>rd</sup> or 6<sup>th</sup> days after the inoculation provided similar results, indicating the resistance inducing effect of the gypsum and the CPAC-GE and a curative effect of the Agrimaicin<sup>®</sup>. The use of potassium phosphite in the 6<sup>th</sup> day before inoculation caused a reduction in bacterial disease similar to ASM and Agro-mos<sup>®</sup> which were also sprayed on the 6<sup>th</sup> day before the inoculation or on the 3<sup>rd</sup> day after the inoculation, in the case of Agro-mos<sup>®</sup>. This fact indicates a possible healing effect for latter.

**Index terms:** sour passion fruit, alternative control, gypsum, systemic acquired resistance, induced resistance

## INTRODUÇÃO

O controle das doenças de plantas geralmente é realizado com aplicações de defensivos químicos, que nem sempre oferecem resultados satisfatórios e podem contaminar o ambiente, afetar a saúde dos aplicadores, induzir o aparecimento de estirpes de patógenos resistentes e, ainda, deixar resíduos nos frutos (Brasil, 2006). O controle alternativo de doenças de plantas pode ser feito de várias maneiras, incluindo o uso de indutores de resistência. Avanços na pesquisa envolvendo a indução de resistência em plantas são acompanhados pelo surgimento de novos produtos comerciais que apresentam maior eficácia, estabilidade e menor impacto ao ambiente, com melhoria na produtividade agrícola, devido à redução de perdas ocasionadas por patógenos.

Dentre esses novos produtos comerciais, destacam-se os produtos à base de nutrientes minerais. É notória a importância do estado nutricional das plantas em relação à atenuação da severidade de doenças. Os nutrientes minerais influenciam na resistência a doenças e podem funcionar como co-fatores de enzimas que participam de diversas rotas metabólicas de defesa das plantas. Muitos compostos produzidos nessas rotas metabólicas são formados após a ocorrência da infecção e proporcionam maior resistência às doenças (Amaral, 2008).

A proteção promovida pelos indutores é dependente do intervalo de tempo entre o tratamento inicial (tratamento indutor) e a subsequente inoculação (tratamento provocador ou desafiador). Outros aspectos interessantes sobre a indução de resistência dizem respeito à ausência de especificidade, devido ao amplo espectro de fitopatógenos contra os quais a planta é protegida (Walters et al., 2005), incluindo fungos, bactérias, vírus (Kúc, 1995) e nematóides (Tally et al., 1999; Hammond-Kosack & Jones, 2000), sendo persistente por dias, semanas e até meses (Edreva, 2004). Os indutores geralmente não apresentam atividade direta antimicrobiana (Syngenta, 2001) e devem ser utilizados como componentes de um programa integrado.

Nesse sentido, objetivou-se, com o presente trabalho, avaliar o efeito de indutores de resistência, fertilizantes foliares e extratos vegetais no controle da bacteriose do maracujazeiro em casa de vegetação, o período de indução e concentrações mais adequadas para a cultura do maracujazeiro, além da sensibilidade *in vitro* de *Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae* a tais produtos.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Material vegetal

Os ensaios foram realizados na Embrapa Cerrados, em Planaltina, DF, no Laboratório de Fitopatologia e em casa de vegetação com irrigação automatizada. Foi utilizada a cultivar de maracujazeiro BRS Gigante Amarelo, desenvolvida pela Embrapa Cerrados, cujas sementes foram plantadas em bandejas de poliestireno de 72 células contendo substrato Plantmax<sup>®</sup>. Após 30 dias, as plântulas foram transplantadas para saquinhos plásticos de 1L de capacidade com a mistura solo:areia:esterco, na proporção de 4:1:1, acrescida de calcário e adubo 4-14-8.

### Origem e isolamento do patógeno

O isolado de *X. axonopodis* pv. *passiflorae* utilizado nos ensaios foi obtido de folhas de maracujazeiro-azedo com lesões oleosas típicas de bacteriose, provenientes da Coleção de Germoplasma da Embrapa Cerrados, em Planaltina-DF. Os isolamentos foram realizados em meio 523 (Kado & Heskett, 1970), pelo método de estrias paralelas.

### Obtenção das formulações

Os produtos utilizados encontram-se dispostos na Tabela 1.

**TABELA 1.** Produtos testados no controle da bacteriose do maracujazeiro. UnB/Embrapa Cerrados, Brasília, DF, 2010.

Produto	Marca comercial	Base do produto	Concentração utilizada
Ativador de plantas	-	Ácido salicílico (AS)	25 g/100 L de água
Fertilizante	Fulland <sup>®</sup>	Fosfito de cobre	5 ml p.c./L de água
Fertilizante	Reforce <sup>®</sup>	Fosfito de potássio	5 ml p.c./L de água
Fertilizante + Ativador de plantas	Reforce <sup>®</sup> + AS	Fosfito de potássio + AS	5 ml p.c./L de água
Fertilizante	Agro-Mos <sup>®</sup>	Manano-oligossacarídeo fosforilado	2,5 ml p.c./L de água
Ativador de plantas	Bion <sup>®</sup> 500WG	Acibenzolar-S-metil	40 g p.c./100 L de água
Gesso agrícola*	-	Sulfato de cálcio	20 g/L de água
Água acidificada*	-	Água + ácido fosfórico	
CPAC-GE	-	Produto sob sigilo	18 g/L de água
CPAC-GEG	-	Produto sob sigilo	18 g/L de água
Extrato de <i>Passiflora gibertii</i>	-	-	100 g/L de água
<i>Xanthomonas axonopodis</i> pv. <i>passiflorae</i> a 10 <sup>9</sup> ufc/ml inativada pelo calor	-	-	-
Fungicida	Cuprozeb <sup>®</sup>	Oxicloreto de cobre + mancozeb	300 g/100 L de água
Fungicida	Aliette <sup>®</sup>	Fosetyl-Al	250 g/100 L de água
Antibiótico	Agrimaicin 500 <sup>®</sup>	Cobre tribásico + oxitetraciclina	300 g/100 L de água

\* Acidificado com ácido fosfórico para pH 4,0.

O ASM (Bion<sup>®</sup>) foi utilizado como padrão de indutor de resistência e o Cuprozeb<sup>®</sup> como padrão de fungicida para a cultura. O gesso agrícola foi escolhido por promover controle de doenças do maracujazeiro em ensaios preliminares (Junqueira et al., 2005). Como este produto precisa ser acidificado para a absorção foliar, testou-se também a água acidificada para isolar o efeito da acidificação do efeito do gesso agrícola. A calda de gesso é feita misturando-se 2 Kg de gesso agrícola peneirado em 100 L de água. Em seguida, o pH deve ser aferido e corrigido para 4,0 com o uso de ácido fosfórico.

O extrato de *Passiflora gibertii* possui em sua composição substâncias antibióticas que vêm sendo estudadas no controle de pragas e doenças de animais (Profa. Francislete Rodrigues Melo, comunicação pessoal). O extrato é obtido triturando-se, em liquidificador, 100 g de folhas de *P. gibertii* em 1 L de água. A bactéria a  $10^9$  ufc/ ml foi inativada pelo calor por meio de fervura por 2 minutos.

O antibiótico Agrimaicin 500<sup>®</sup> foi testado porque é registrado para o controle da bacteriose na cultura do maracujazeiro. Os fertilizantes foliares foram utilizados porque se tem alcançado bons resultados no controle de doenças com esses produtos em outras culturas (Zacaroni, 2008; Amaral, 2008).

### **Efeito *in vitro* de indutores de resistência, fertilizantes foliares e extratos vegetais sobre *Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae***

Os produtos da Tabela 1, nas concentrações indicadas, com exceção da água acidificada, foram avaliados sobre o crescimento *in vitro* de *X. axonopodis* pv. *passiflorae*. Os produtos foram acrescentados em 200 ml de meio de cultura 523 (Kado & Heskett, 1970) autoclavado, ainda líquido, e vertidos em placas de Petri, totalizando 10 placas por tratamento. Foi utilizado também um tratamento testemunha contendo apenas o meio de cultura. Após a solidificação do meio de cultura, foram colocados 4 discos de papel filtro de 6 mm em cada placa, previamente autoclavados, e, em seguida, foram pipetados 4 µL de suspensão bacteriana a  $10^8$  ufc/ ml, que foram depositados em cada disco de papel. As placas foram incubadas em B.O.D a 28 °C. O isolado de *X. axonopodis* pv. *passiflorae* utilizado foi proveniente de plantas de maracujazeiro-azedo da coleção de germoplasma de maracujazeiro da Embrapa Cerrados.

As avaliações foram realizadas medindo-se o diâmetro da colônia da bactéria diariamente, durante 6 dias. Foi realizada a análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, com o auxílio do programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2000).

### **Avaliação do efeito de indutores de resistência, fertilizantes foliares e extratos vegetais no controle da bacteriose do maracujazeiro**

Os produtos (Tabela 1) foram pulverizados uma única vez, 5 dias antes da inoculação, em mudas com 85 dias de idade. As inoculações foram realizadas 90 dias após a semeadura, utilizando-se furador circular para cintos adaptado, de 6 mm de diâmetro, previamente imerso na suspensão bacteriana ( $10^8$  ufc/ ml). Os orifícios foram feitos na primeira, segunda e terceira folhas, a partir do ápice, sendo um orifício em cada metade do limbo foliar, totalizando seis orifícios por planta. Para cada tratamento, inocularam-se dezesseis plantas distribuídas em quatro blocos casualizados. Dessa forma, cada parcela foi representada pela média de 24 orifícios. No caso da testemunha, o inóculo foi substituído por água. Após a inoculação, as plantas foram mantidas em câmara úmida (27 °C – 32 °C e 70% - 95% UR) por 48 horas. Em seguida, as plantas permaneceram em casa de vegetação ( $18 \pm 3$  °C à noite,  $25 \pm 3$  °C durante o dia e 90%-95% UR).

Os sintomas da bacteriose foram avaliados aos 3, 6, 9, 12 e 15 dias após a inoculação, medindo-se o diâmetro transversal e longitudinal das necroses formadas em torno do orifício circular. Em seguida, calcularam-se as áreas necrosadas pela fórmula  $A = \Pi R^2$  e, a partir dos dados das avaliações, calculou-se a área abaixo da curva de progresso da lesão (AACPL), conforme modelo matemático proposto por Campbell e Madden (1990):

$$AACPL = \sum_{i=1}^{n-1} \frac{(Y_i + Y_{i+1})}{2} x (T_{i+1} - T_i)$$

Em que:

AACPL = área abaixo da curva de progresso da lesão;

$Y_i$  = proporção da doença na  $i$ -ésima observação;

$T_i$  = tempo em dias na  $i$ -ésima observação;

$n$  = número total de observações;

### **Concentrações de gesso agrícola e CPAC-GE no controle da bacteriose do maracujazeiro em casa de vegetação**

O gesso agrícola e CPAC-GE foram pulverizados uma única vez, 5 dias antes da inoculação, em mudas com 85 dias de idade. Os tratamentos consistiram em concentrações de

gesso agrícola (10 g/L água, 20 g/L água e 40 g/L água) e CPAC-GE (9 g/L água, 18 g/L água e 36 g/L água). Como padrão de comparação, foi utilizado o ASM (40g/100 L água).

As inoculações foram realizadas 90 dias após a semeadura, utilizando-se furador circular para cintos adaptado, de 6 mm de diâmetro, previamente imerso na suspensão bacteriana. Os orifícios foram feitos na segunda e terceira folhas, a partir do ápice, sendo um orifício em cada parte do limbo foliar, totalizando quatro furos por planta. Para cada tratamento, inocularam-se dezesseis plantas distribuídas em quatro blocos casualizados. Dessa forma, cada parcela foi representada pela média de 16 orifícios. No caso da testemunha, o inóculo foi substituído por água. Após a inoculação, as plantas foram mantidas em câmara úmida (27 °C – 32 °C e 70%-95% UR) por 48 horas. Em seguida, as plantas permaneceram em casa de vegetação (18 ± 3 °C à noite, 25 ± 3 °C durante o dia e 90%-95% UR).

Os sintomas da bacteriose foram avaliados aos 5, 10 e 15 dias após a inoculação e foi calculada a AACPL, segundo modelo matemático proposto por Campbell e Madden (1990) citado no experimento anterior.

### **Período de indução do gesso agrícola e CPAC-GE no controle da bacteriose do maracujazeiro em casa de vegetação**

O gesso agrícola (20 g/L água) e CPAC-GE (18 g/L água) foram pulverizados aos 6 e 3 dias antes da inoculação da bactéria, no dia da inoculação e aos 3 e 6 dias após a inoculação. Os tratamentos consistiram nos períodos de tratamento, denominados -6, -3, 0, +3 e +6 dias da inoculação. Como padrão de comparação, foi utilizado o ASM (0,4 g/ L água) e o Agrimaicin<sup>®</sup> (3 g/1 L de água).

As inoculações e o método de avaliação foram os mesmos citados no item referente a avaliação de concentrações de gesso agrícola e CPAC-GE.

### **Concentrações de Agro-mos<sup>®</sup> e fosfito de potássio no controle da bacteriose do maracujazeiro em casa de vegetação**

O Agro-mos<sup>®</sup> e o fosfito de potássio foram pulverizados uma única vez, 5 dias antes da inoculação, em mudas com 85 dias de idade. Os tratamentos consistiram em concentrações de

Agro-mos<sup>®</sup> (1,25 ml p.c./L de água, 2,5 ml p.c./L de água e 5 ml p.c./L de água) e fosfito de potássio (2,5 ml p.c./L de água, 5 ml p.c./L de água e 10 ml p.c./L de água). Como padrão de comparação, foi utilizado o ASM (40g/100 L água).

As inoculações e o método de avaliação foram os mesmos citados no item referente a avaliação de concentrações de gesso agrícola e CPAC-GE.

### **Período de indução do Agro-mos<sup>®</sup> e fosfito de potássio no controle da bacteriose do maracujazeiro em casa de vegetação**

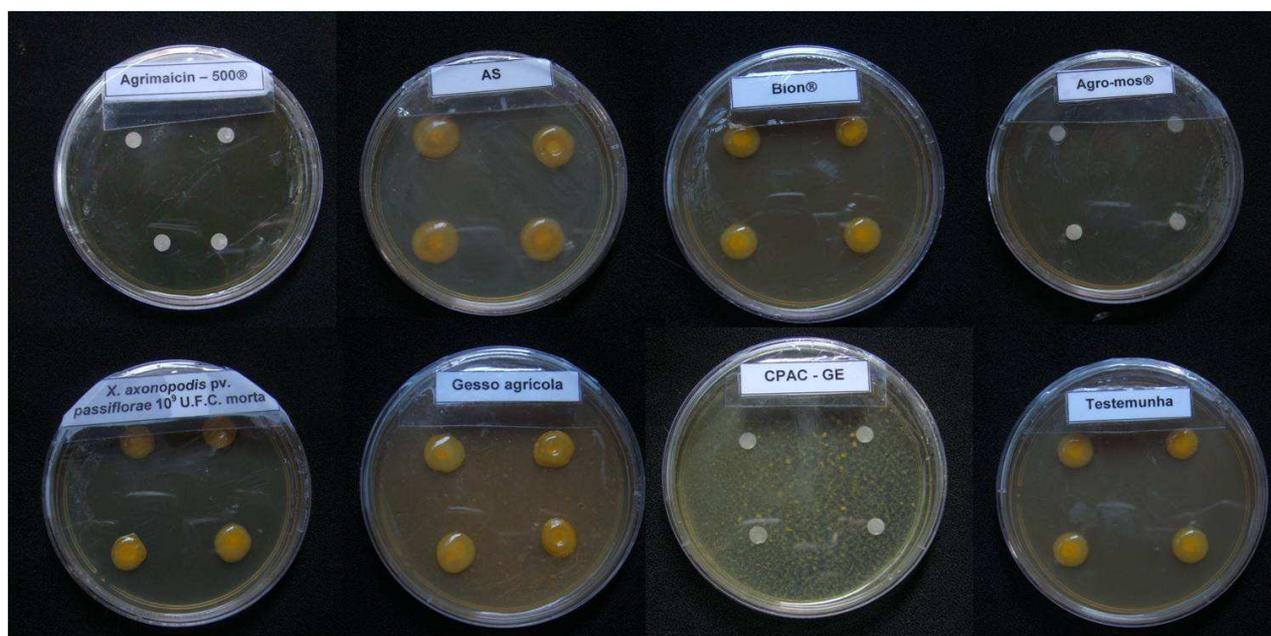
O Agro-mos<sup>®</sup> (2,5 ml p.c./L de água) e fosfito de potássio (5 ml p.c./L de água) foram pulverizados aos 6 e 3 dias antes da inoculação, no dia da inoculação, e aos 3 e 6 dias após a inoculação. Os tratamentos consistiram nos períodos de tratamento, denominados -6, -3, 0, +3 e +6 dias da inoculação. Como padrão de comparação, foi utilizado o ASM (40 g/100 L água).

As inoculações e o método de avaliação foram os mesmos citados no item referente a avaliação de concentrações de gesso agrícola e CPAC-GE.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **Efeito *in vitro* de indutores de resistência, fertilizantes foliares e extratos vegetais sobre *Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae***

Os resultados da análise de variância do efeito de cada produto na área abaixo da curva de crescimento da colônia (AACCC) de *Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae* são apresentados na tabela 2. Verifica-se que há diferenças significativas, pelo teste F, a 1% de probabilidade entre os tratamentos. Alguns padrões de crescimento das colônias estão ilustrados na Figura 1.



**FIGURA 1.** Crescimento das colônias de bactéria a partir dos discos de papel filtro colocados nos meios de cultura contendo os tratamentos.

A partir do teste de Tukey relativo ao crescimento da colônia nos dias 2 a 6 e para a AACCC de *X. axonopodis* pv. *passiflorae* (Tabela 3), observam-se diferenças significativas a 1% de probabilidade entre os tratamentos.

**TABELA 2.** Resumo da análise de variância dos dados relativos às variáveis crescimento de *Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae* aos 2 a 6 dias e Área sob a Curva de Crescimento Colonial (AACCC) avaliados em meio de cultura 523. UnB, Brasília, DF, 2010.

Fonte de variação	GL	QM					AACCC
		Crescimento em 2 dias	Crescimento em 3 dias	Crescimento em 4 dias	Crescimento em 5 dias	Crescimento em 6 dias	
Produtos	14	133,0299**	177,2340**	210,0857**	256,8259**	286,1469**	4042,4465**
Bloco	6	0,9079	1,0603	2,1492	3,0889	3,8857	33,3169
Resíduo	84	0,7141	0,9277	0,9587	1,2386	1,7565	17,1272
CV (%)	-	16,55	16,55	15,51	16,21	18,48	14,98

\*\*,\* : Significativo, a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

**TABELA 3.** Médias de crescimento de *Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae* aos 2 a 6 dias e Área Abaixo da Curva de Crescimento Colonial (AACCC) avaliados em meio de cultura 523. UnB/Embrapa Cerrados, Brasília, DF, 2010.

Produto	Parâmetros					AACCC
	Crescimento em 2 dias	Crescimento em 3 dias	Crescimento em 4 dias	Crescimento em 5 dias	Crescimento em 6 dias	
Agrimaicin <sup>®</sup>	0,00 a	0,00 a				
Cuprozeb <sup>®</sup>	0,00 a	0,00 a				
Fosetyl-Al	0,00 a	0,00 a				
Agro-mos <sup>®</sup>	0,00 a	0,00 a				
Fosfito de cobre	0,00 a	0,00 a				
CPAC-GE	0,00 a	0,00 a				
CPAC-GEG	0,00 a	0,00 a				
Extrato de <i>Passiflora gibertii</i>	6,71 b	7,14 b	7,71 b	7,71 b	7,71 b	32,63 b
Fosfito de potássio	8,14 bc	8,86 bc	9,57 c	9,86 c	10,00 bc	41,51 c
Fosfito de potássio + AS	8,42 c	9,00 cd	9,43 bc	10,00 c	10,29 c	41,78 c
Gesso agrícola	8,71 c	9,71 cde	10,43 cd	11,14 cd	11,71 cd	45,88 cd
<i>X. axonopodis</i> pv. <i>passiflorae</i> inativada pelo calor	8,57 c	10,43 cdef	11,71 de	12,71 de	13,43 de	50,07 de
Testemunha	9,00 c	10,71 def	11,86 de	13,86 e	15,00 e	52,77 de
AS	9,43 c	11,14 ef	12,29 e	13,86 e	14,71 e	54,35 e
ASM	9,43 c	11,57 f	12,43 e	14,14 e	15,00 e	54,68 e

As médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna, não diferem entre si, a 1% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Analisando-se a AACCC (Tabela 3), constata-se que não houve crescimento bacteriano nos meios contendo fosetyl-Al, CPAC-GEG, CPAC-GE, Cuprozeb<sup>®</sup>, Agrimaicin<sup>®</sup>, Agro-mos<sup>®</sup> e fosfito de cobre. Zacaroni (2008) também observou que os fertilizantes foliares Fulland<sup>®</sup> (fosfito de cobre) e Agro-Mos<sup>®</sup> inibiram o crescimento *in vitro* de *Xanthomonas axonopodis* pv. *malvacearum* em todas as concentrações testadas e de *X. axonopodis* pv. *phaseoli* a partir de 2,5 ml do p.c./l.

Os maiores valores de AACCC foram observados para o tratamento onde se utilizou ASM (54,68), apesar deste tratamento não ter diferido significativamente da testemunha (52,77) e daqueles tratamentos em que se utilizaram bactéria morta (50,07) e ácido salicílico (AS) (54,35). Este último e a testemunha, entretanto, não diferiram do gesso agrícola (45,88). O fosfito de potássio + AS (41,78) e o fosfito de potássio (41,51) apresentaram valores de AACCC superiores ao extrato de *Passiflora gibertii* (32,63). No trabalho de Zacaroni (2008), o fertilizante foliar Reforce<sup>®</sup> (fosfito de potássio) não teve efeito sobre *Xanthomonas axonopodis* pv. *malvacearum* e *X. axonopodis* pv. *phaseoli*.

#### **Avaliação do efeito de indutores de resistência, fertilizantes foliares e extratos vegetais no controle da bacteriose do maracujazeiro**

Os resultados da análise de variância do efeito dos produtos na área abaixo da curva de progresso da lesão de bacteriose em folhas são apresentados na tabela 4. Verifica-se que há diferenças significativas, pelo teste F, a 1% de probabilidade entre os tratamentos.

**TABELA 4.** Resumo da análise de variância dos dados relativos à variável área abaixo da curva de progresso da lesão (AACPL) avaliados em plantas de maracujazeiro induzidas com 15 produtos e inoculadas 5 dias após o tratamento com *X. axonopodis* pv. *passiflorae*. UnB/Embrapa Cerrados, Brasília, DF, 2010.

Fonte de variação	GL	QM	F	Prob.
Tratamento	15	12058,123958	4,916	0,0000**
Bloco	3	8299,723958	3,383	0,0261
Resíduo	45	2453,079514	-	-
CV (%)	27,00			

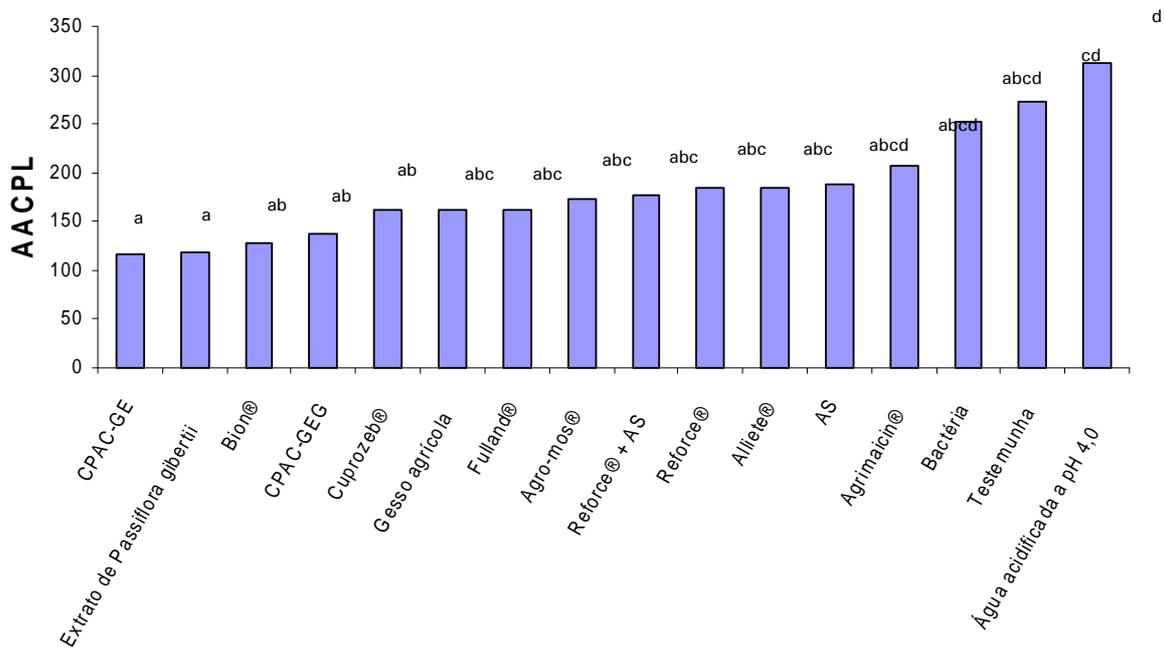
\*\* : Significativo, a 1% de probabilidade pelo teste F.

A partir do teste de Tukey para a área abaixo da curva de progresso da lesão de bacteriose em plantas submetidas a diferentes indutores de resistência, extratos vegetais e fertilizantes foliares (Tabela 5 e Figura 2), observam-se diferenças significativas a 1% de probabilidade entre os produtos testados. Alguns padrões de resposta dos tratamentos à inoculação com a *Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae* estão ilustrados na Figura 3.

**TABELA 5.** Médias de área abaixo da curva de progresso da lesão (AACPL) e porcentagem de redução da doença avaliados em plantas de maracujazeiro induzidas com 15 produtos e inoculadas com *Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae* 5 dias após os tratamentos em casa de vegetação. UnB/Embrapa Cerrados, Brasília, DF, 2010.

Tratamentos	AACPL	Redução da bacteriose em relação à testemunha
CPAC-GE	116,25 a	57,42 %
Extrato de <i>Passiflora gibertii</i>	118,00 a	56,78 %
ASM	128,00 ab	53,11 %
CPAC-GEG	136,75 ab	49,91 %
Cuprozeb <sup>®</sup>	161,00 abc	41,03 %
Gesso agrícola	162,25 abc	40,57 %
Fosfito de cobre	162,50 abc	40,48 %
Agro-mos <sup>®</sup>	172,50 abc	36,81 %
Fosfito de potássio + AS	177,25 abc	35,07 %
Fosfito de potássio	183,50 abc	32,78 %
Fosetyl-Al	185,25 abcd	32,14 %
AS	189,00 abcd	30,77 %
Agrimaicin <sup>®</sup>	206,50 abcd	24,36 %
Bactéria inativada pelo calor	251,50 bcd	7,88 %
Testemunha	273,00 cd	0,00 %
Água acidificada a pH 4,0	311,50 d	-14,10 %

As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, a 1% de probabilidade, pelo teste de Tukey.



**FIGURA 2.** Área abaixo da curva de progresso de lesões de bacteriose do maracujazeiro (AACPL) após a inoculação posterior à aplicação de indutores de resistência, fertilizantes foliares e extratos vegetais em casa de vegetação. Tratamentos com letras iguais não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 1% de probabilidade. UnB/Embrapa Cerrados, Brasília, DF, 2010.



**FIGURA 3.** Lesões de bacteriose aos 15 dias após a inoculação com *X. axonopodis* pv. *passiflorae* em plantas submetidas a alguns tratamentos aos 5 dias antes da inoculação e avaliados em casa de vegetação.

Os tratamentos CPAC-GE (116,25), extrato de *Passiflora gibertii* (118,00), ASM (128,00) e CPAC-GEG (136,75) proporcionaram valores de AACPL significativamente inferiores ao da testemunha (273,00) e da água acidificada a pH 4,0 (311,50), com redução da doença em relação à testemunha variando de 57,42% a 49,91% sob condições de casa de vegetação (Tabela 5). O controle de bacterioses com extratos vegetais vem sendo constatado em diversos trabalhos (Kuhn et al., 2006; Motoyama et al., 2003; Cavalcanti et al., 2006; Baysal & Zeller, 2005), podendo estar relacionado ao aumento da atividade das enzimas envolvidas nas respostas de defesa de plantas (Baysal & Zeller, 2005; Cavalcanti et al., 2006). Diversos trabalhos enfatizam a existência de substâncias bioativas em extratos aquosos vegetais, que proporcionam a ativação do sistema de defesa das plantas contra patógenos, tais como *Phoma* sp. (Barguil et al., 2005), *Cercospora coffeicola* e *Hemileia vastatrix* em cafeeiro (Santos et al., 2007), além de *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* em tomateiro (Cavalcanti et al., 2006).

O CPAC-GE e CPAC-GEG são formulações sob sigilo, mas ensaios preliminares já haviam indicado o potencial para o controle da bacteriose do maracujazeiro. O ASM é o ativador de resistência melhor estudado e o primeiro produto comercial sob os nomes de BION®, ACTIGARD™ e BOOST® (Venâncio et al., 2000). No Brasil, esta molécula vem sendo testada em cacau, tomate, citros, café, feijão, algodão e em outras culturas, apresentando resultados promissores no controle de fungos e bactérias. Na cultura do tomate, na qual se concentra grande parte dos estudos, o ASM foi promissor no controle de *Ralstonia solanacearum* e *Xanthomonas vesicatoria*. Silva et al. (2001a) constataram redução na incidência de *R. solanacearum* após duas pulverizações foliares. Para o controle de *X. vesicatoria*, após três pulverizações do produto, foi observada redução na severidade da doença em torno de 50% a 60%, em relação à testemunha (Silva et al., 2001b; 2003a, b). Araújo et al. (2005) verificaram que sete aplicações, em intervalos semanais de ASM, reduziram a severidade da murcha-bacteriana.

A utilização de Cuprozeb®, gesso agrícola, fosfito de cobre, Agro-mos®, fosfito de potássio + AS e fosfito de potássio proporcionaram reduções na bacteriose que variaram de 41,03 a 32,78%, não diferindo estatisticamente do CPAC-GE, extrato de *P. gibertii*, ASM e CPAC-GEG, e sendo superiores significativamente ao tratamento em que se utilizou água acidificada a pH 4,0. Observou-se um resultado satisfatório do gesso agrícola, que não diferiu estatisticamente dos tratamentos citados acima e conferiu 40,57% de redução da doença. É importante ressaltar que neste experimento foi utilizada a água acidificada a pH 4,0 com o intuito de individualizar o

efeito do gesso agrícola da acidificação com ácido fosfórico, já que este último é utilizado no preparo da calda de gesso a fim de reduzir o pH e aumentar a absorção foliar. Como foi constatado, apenas a pulverização com água acidificada não proporcionou redução na doença.

O Agro-mos<sup>®</sup>, cujo princípio ativo é um manano-oligossacarídeo fosforilado proveniente da parede celular de *Saccharomyces cerevisiae*, promoveu a redução em 36,81% da bacteriose em mudas de maracujazeiro. Esse produto proporcionou resultados satisfatórios também no controle da antracnose, podridão de *Lasiodiplodia* e podridão de *Fusarium* em frutos de mamão (Dantas et al., 2004), do oídio em meloeiro (Mesquita et al., 2005), da mancha de *Alternaria* em tangerina murcote (Johnston et al., 2005) e requeima e podridão cinzenta em tomateiro (Tosun, 2005). Quanto ao fosfito de potássio (Reforce<sup>®</sup>), diversos autores já constataram seu efeito no controle de doenças de frutíferas. Dentre eles, Moreira & May-de Mio (2009), trabalhando com o controle da podridão parda de pessegueiros, observaram que a pulverização do fosfito de potássio em pré-colheita reduziu a podridão em 26,5%. Em geral, a utilização de fertilizante foliar como indutor de resistência já foi verificada em várias culturas e mostrou resultados promissores em uva, nectarina, manga, rosas e pepino (Reuveni et al., 1996).

A redução na bacteriose em mudas de maracujazeiro tratadas com AS, fosetyl-Al e Agrimaicin<sup>®</sup> variou de 32,14 a 24,36%. O AS é um composto fenólico presente nos vegetais superiores, constituindo-se em um produto do metabolismo secundário das plantas. Em estudos de Martinez et al. (2000) acerca da resposta hipersensível do algodoeiro a *Xanthomonas campestris* foi observado que o acúmulo de AS foi dependente da presença de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, e que o AS exerceu o papel de controlador local da atividade geradora de O<sub>2</sub>. No entanto, Athayde Sobrinho et al. (2005) destacam que ainda há necessidade de estudos envolvendo sua aplicação em mais espécies vegetais, visando definir o momento, o quanto e de que forma aplicar, de forma exógena, compostos como o AS e seus análogos, a exemplo do ácido benzóico, BTH, entre outros.

O Aliette<sup>®</sup> (Fosetyl-Al) é um fungicida sistêmico da classe dos alquil fosfonados, utilizado para controlar algumas das principais doenças causadas por Peronosporales em uva e alface, além de outras causadas por *Phytophthora* spp. Os testes *in vivo* com fosetyl-Al geralmente apresentam baixa atividade, o que leva a se acreditar que ele pode agir indiretamente como indutor de reposta de resistência na hospedeira (Cohen & Coffey, 1986). Guest (1984) sugeriu que o fosetyl-Al aumenta a produção de fitoalexina capsidiol, correlacionando com um

aparecimento inicial de resposta hipersensível da célula hospedeira. Entretanto, parece que o controle do fungo ocorre pelo acúmulo de toxoforo no sítio de infecção (Cohen & Coffey, 1986). Assim, o modo de ação de fosetyl-AI, pode estar relacionado com a alteração dos níveis de cálcio na membrana.

O tratamento com o Agrimaicin<sup>®</sup> anteriormente à inoculação da bactéria, apesar de não ser diferente estatisticamente da testemunha e dos demais produtos citados acima, incluindo o CPAC-GE, em que foi observado maior controle da bacteriose, proporcionou uma das maiores AACPL (206,500) e um dos menores níveis de controle da bacteriose em relação à testemunha (24,36 %). É importante ressaltar que tal produto é indicado curativamente, e não como indutor de resistência, sendo seu período residual de 7 dias, segundo informações do fabricante. Possivelmente, o nível de controle da doença observado seja em função de tal período residual.

O uso da *X. axonopodis* pv. *passiflorae* inativada pelo calor, apesar de não ter diferido estatisticamente da testemunha, proporcionou modesta redução da doença em 7,88%. Segundo Romeiro & Kimura (1997), a bactéria *X. campestris* pv. *vesicatoria*, patogênica ao tomateiro, ao pimentão e a outras espécies de plantas cultivadas, também pode ser utilizada na indução de resistência em plantas. Alguns elicitores foram purificados a partir desta bactéria, como lipossacarídeos, exopolissacarídeos, glicoproteínas capsulares, além do envelope celular do microrganismo. Estes elicitores induziram proteção em plantas de pimentão e também a formação de fitoalexinas contra a mesma bactéria que deu origem aos extratos.

Vários isolados de *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola*, quando pré-inoculados em plantas de tomate, são capazes de induzir resistência local na planta contra *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*. Entretanto, apenas as células vivas de *Pseudomonas syringae* induzem resistência, enquanto células mortas por tratamento com calor não induzem resistência. A multiplicação de *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* fica restrita e localizada nos tecidos em que houve a indução de resistência (Sule, 1988).

Por outro lado, células de *Ralstonia solanacearum*, mortas por calor, quando infiltradas em folhas de fumo, são capazes de induzir resistência contra o mesmo patógeno. O mais interessante é que estas células mortas também protegem os tecidos contra a resposta de hipersensibilidade induzida na planta por um isolado avirulento de *Ralstonia solanacearum*. A indução de resistência estava associada com o menor crescimento da bactéria desafiadora e também com a produção de substâncias inibidoras (Lozano & Sequeira, 1970).

## Concentrações de gesso agrícola e CPAC-GE no controle da bacteriose do maracujazeiro em casa de vegetação

Os resultados da análise de variância do efeito das concentrações de gesso agrícola, CPAC-GE e dos tratamentos controle água acidificada e ASM na área abaixo da curva de progresso da lesão de bacteriose em mudas são apresentados na tabela 6. Nota-se que há diferenças significativas, pelo teste F, a 1% de probabilidade entre os tratamentos.

**TABELA 6.** Resumo da análise de variância dos dados relativos à variável área abaixo da curva de progresso da lesão (AACPL) avaliados em mudas de maracujazeiro induzidas com diferentes concentrações de gesso agrícola, CPAC-GE e dos tratamentos controle água acidificada com ácido fosfórico (pH 4,0) e ASM e inoculadas 5 dias após o tratamento com *X. axonopodis* pv. *passiflorae*. UnB/Embrapa Cerrados, Brasília, DF, 2010.

Fonte de variação	GL	QM	F	Prob,
Tratamento	8	289933,56250	63,821	0,0000**
Bloco	3	3111,212963	0,685	0,5700
Resíduo	24	4542,942130	-	-
CV (%)	24,11			

\*\* : Significativo, a 1% de probabilidade pelo teste F.

Na tabela 7 encontra-se o resultado da comparação de médias a partir do teste de Tukey. Observa-se que não houve diferenças significativas entre as concentrações de gesso agrícola e CPAC-GE testadas. Entretanto, os menores valores de AACPL foram constatados com o uso de 2 kg de gesso agrícola para 100 L de calda e 1,8 kg de CPAC-GE para 100 L de calda. A maior AACPL foi constatada na testemunha.

**TABELA 7.** Médias de área abaixo da curva de progresso da lesão (AACPL) avaliada em mudas de maracujazeiro induzidas com diferentes concentrações de gesso agrícola, CPAC-GE e dos tratamentos controle água acidificada e ASM e inoculadas 5 dias após o tratamento com *X. axonopodis* pv. *passiflorae*. UnB/Embrapa Cerrados, Brasília, DF, 2010.

Tratamentos	AACPL
Gesso agrícola (2 kg/100 L)	113,75 a
CPAC-GE (1,8 kg/100 L)	123,25 a
CPAC-GE (0,9 kg/100 L)	144,00 a
Gesso agrícola (1 kg/100 L)	155,25 a
CPAC-GE (3,6 kg/100 L)	168,50 a
ASM (40 g/100 L)	169,75 a
Gesso agrícola (4 kg/100 L)	172,25 a
Água acidificada (pH 4,0)	586,75 b
Testemunha	882,75 c

As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, a 1% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

### **Tempo de indução do gesso agrícola e CPAC-GE no controle da bacteriose do maracujazeiro em casa de vegetação**

Os resultados da análise de variância do efeito do período de indução de gesso agrícola, CPAC-GE e dos tratamentos controle ASM e Agrimaicin<sup>®</sup> na área abaixo da curva de progresso da lesão de bacteriose em mudas são apresentados na tabela 8. Verifica-se que há diferenças significativas, pelo teste F, a 1% de probabilidade entre os tratamentos.

**TABELA 8.** Resumo da análise de variância dos dados relativos à variável área abaixo da curva de progresso da lesão (AACPL) avaliados em mudas de maracujazeiro tratadas com gesso agrícola, CPAC-GE com os tratamentos controle Agrimaicin<sup>®</sup> e ASM e inoculadas com *X. axonopodis* pv. *passiflorae* aos 3 (-3) e 6 dias antes do tratamento com os produtos (-6), no dia dos tratamentos (0) e aos 3 (+3) e 6 dias após os tratamentos (+6). UnB/Embrapa Cerrados, Brasília, DF, 2010.

Fonte de variação	GL	QM	F	Prob,
Tratamento	20	554,497619	3,528	0,0001**
Bloco	3	6286,456349	39,993	0,0000**
Resíduo	60	157,189683		-
CV (%)	23,78			

\*\* : Significativo, a 1% de probabilidade pelo teste F.

Na tabela 9 encontra-se o resultado da comparação de médias a partir do teste de Tukey.

**TABELA 9.** Médias de área abaixo da curva de progresso da lesão (AACPL) avaliada em mudas de maracujazeiro tratadas com gesso agrícola, CPAC-GE com os tratamentos controle Agrimaicin® e ASM e inoculadas com *X. axonopodis* pv. *passiflorae* aos 3 (-3) e 6 dias antes do tratamento com os produtos (-6), no dia dos tratamentos (0) e aos 3 (+3) e 6 dias após os tratamentos (+6). UnB/Embrapa Cerrados, Brasília, DF, 2010.

Tratamentos	AACPL
Gesso agrícola (-6)	32,50 a
CPAC-GE (-6)	35,75 ab
Agrimaicin® (+6)	36,75 ab
ASM (-6)	36,75 ab
CPAC-GE (0)	42,50 ab
Agrimaicin® (+3)	44,00 abc
Gesso agrícola (-3)	47,25 abc
ASM (0)	48,25 abc
Gesso agrícola (0)	50,25 abc
CPAC-GE (-3)	51,25 abc
ASM (-3)	52,25 abc
Gesso agrícola (+3)	56,00 abc
ASM (+3)	59,25 abc
Gesso agrícola (+6)	59,75 abc
CPAC-GE (+3)	60,00 abc
Agrimaicin® (0)	62,25 abc
Testemunha	62,50 abc
CPAC-GE (+6)	63,50 abc
ASM (+6)	64,25 abc
Agrimaicin® (-3)	65,75 bc
Agrimaicin® (-6)	76,50 c

As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, a 1% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

O gesso agrícola pulverizado aos 6 dias anteriores à inoculação proporcionou AACPL estatisticamente inferior (47,75) ao Agrimaicin® (-3) (65,75) e Agrimaicin® (-6) (76,50). Constatou-se, também que o antibiótico Agrimaicin®, quando utilizado aos 6 e 3 dias antes da

inoculação proporcionou valores de AACPL numericamente superiores inclusive a testemunha (62,50). Tal fato pode ser decorrente do efeito bactericida deste produto sobre as bactérias naturais presentes no filoplano que, ausentes, não impõem nenhum tipo de competitividade com a *X. axonopodis* pv. *passiflorae* inoculada.

Observa-se que não houve diferenças significativas entre os tratamentos gesso agrícola (-6), CPAC-GE (-6), Agrimaicin® (+6), ASM (-6), CPAC-GE (0), Agrimaicin® (+3), gesso agrícola (-3), ASM (0), gesso agrícola (0), CPAC-GE (-3) e ASM (-3), fato que indica possível efeito de indução de resistência do gesso agrícola, CPAC-GE e ASM e efeito curativo do Agrimaicin®, já discutidos anteriormente.

### **Concentrações de Agro-mos® e fosfito de potássio no controle da bacteriose do maracujazeiro em casa de vegetação**

Os resultados da análise de variância do efeito das concentrações de Agro-mos® e fosfito de potássio e do tratamento controle ASM na área abaixo da curva de progresso da lesão de bacteriose em mudas são apresentados na tabela 10. Constata-se que há diferenças significativas, pelo teste F, a 1% de probabilidade entre os tratamentos.

**TABELA 10.** Resumo da análise de variância dos dados relativos à variável área abaixo da curva de progresso da lesão (AACPL) avaliados em mudas de maracujazeiro induzidas com diferentes concentrações de Agro-mos® e fosfito de potássio e do tratamento controle ASM e inoculadas 5 dias após o tratamento com *X. axonopodis* pv. *passiflorae*. UnB/Embrapa Cerrados, Brasília, DF, 2010.

Fonte de variação	GL	QM	F	Prob,
Tratamento	7	221690,14285	13,103	0,0000**
Bloco	3	7839,583333	0,463	0,7108
Resíduo	21	16918,559524		-
CV (%)	30,00			

\*\* : Significativo, a 1% de probabilidade pelo teste F.

Na tabela 11 estão dispostos os resultados das comparações de médias a partir do teste de Tukey. Nota-se que os menores valores de AACPL foram obtidos com o uso de fosfito de potássio (1000 ml/100 L) (199,75) e ASM (40 g/100 L) (248,00), que foram estatisticamente inferiores ao Agro-mos® (125 ml/100 L) (579,75) e testemunha (933,75). Os demais tratamentos

proporcionaram menores valores de AACPL que a testemunha, mas não diferiram estatisticamente do fosfito de potássio (1000 ml/100 L), ASM (40 g/100 L) e Agro-mos<sup>®</sup> (125 ml/100 L).

**TABELA 11.** Médias de área abaixo da curva de progresso da lesão (AACPL) avaliada em mudas de maracujazeiro induzidas com diferentes concentrações de Agro-mos<sup>®</sup> e fosfito de potássio e do tratamento controle ASM e inoculadas 5 dias após o tratamento com *X. axonopodis* pv. *passiflorae*. UnB/Embrapa Cerrados, Brasília, DF, 2010.

Tratamentos	AACPL
Fosfito de potássio (1000 ml/100 L)	199,75 a
ASM (40 g/100 L)	248,00 a
Fosfito de potássio (500 ml/100 L)	276,75 ab
Agro-mos <sup>®</sup> (250 ml/100 L)	389,00 ab
Agro-mos <sup>®</sup> (500 ml/100 L)	406,75 ab
Fosfito de potássio (250 ml/100 L)	435,25 ab
Agro-mos <sup>®</sup> (125 ml/100 L)	579,75 b
Testemunha	933,75 c

As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, a 1% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

### Tempo de indução do Agro-mos<sup>®</sup> e fosfito de potássio no controle da bacteriose do maracujazeiro em casa de vegetação

Os resultados da análise de variância do efeito do período de indução do Agro-mos<sup>®</sup> e fosfito de potássio do tratamento controle ASM na área abaixo da curva de progresso da lesão de bacteriose em mudas são apresentados na tabela 12.

**TABELA 12.** Resumo da análise de variância dos dados relativos à variável área abaixo da curva de progresso da lesão (AACPL) avaliados em mudas de maracujazeiro tratadas com Agro-mos<sup>®</sup> e fosfito de potássio e com o tratamentos controle ASM e inoculadas com *X. axonopodis* pv. *passiflorae* aos 3 (-3) e 6 dias antes do tratamento com os produtos (-6), no dia dos tratamentos (0) e aos 3 (+3) e 6 dias após os tratamentos (+6). UnB/Embrapa Cerrados, Brasília, DF, 2010.

Fonte de variação	GL	QM	F	Prob,
Tratamento	11	2877,596591	18,551	0,0001**
Bloco	3	336,076389	2,167	0,1106
Resíduo	33	155,121843		-
CV (%)	18,57			

\*\* : Significativo, a 1% de probabilidade pelo teste F.

Na tabela 13 encontra-se o resultado da comparação de médias a partir do teste de Tukey.

**TABELA 13.** Médias de áreas abaixo da curva de progresso da lesão (AACPL) avaliadas em mudas de maracujazeiro tratadas com Agro-mos<sup>®</sup> e fosfito de potássio e com o tratamento controle ASM e inoculadas com *X. axonopodis* pv. *passiflorae* aos 3 (-3) e 6 dias antes do tratamento com os produtos (-6), no dia dos tratamentos (0) e aos 3 (+3) e 6 dias após os tratamentos (+6). UnB/Embrapa Cerrados, Brasília, DF, 2010.

Tratamentos	AACPL
Fosfito de potássio (-6)	25,75 a
Agro-mos <sup>®</sup> (+3)	35,00 ab
ASM	43,75 abc
Agro-mos <sup>®</sup> (-6)	46,75 abc
Fosfito de potássio (-3)	65,00 bcd
Agro-mos <sup>®</sup> (-3)	66,00 cd
Agro-mos <sup>®</sup> (+6)	69,50 cd
Agro-mos <sup>®</sup> (0)	71,50 cd
Fosfito de potássio (+3)	82,75 d
Fosfito de potássio (+6)	87,25 d
Fosfito de potássio (0)	89,25 d
Testemunha	122,25 e

As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, a 1% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Observa-se que todos os tratamentos apresentaram AACPL significativamente inferiores à testemunha (122,25). O menor valor de AACPL foi constatado no tratamento fosfito de potássio (-6) (25,75), que não diferiu estatisticamente do Agro-mos<sup>®</sup> (+3) (35,00), ASM (43,75) e Agro-mos<sup>®</sup> (-6) (46,75), mas foi inferior aos valores observados para o fosfito de potássio (-3) (65,00), Agro-mos<sup>®</sup> (-3) (66,00), Agro-mos<sup>®</sup> (+6) (69,50), Agro-mos<sup>®</sup> (0) (71,50), fosfito de potássio (+3) (82,75), fosfito de potássio (+6) (87,25) e fosfito de potássio (0) (89,25).

## CONCLUSÕES

- Não houve crescimento bacteriano nos meios contendo fosetyl-Al, CPAC-GEG, CPAC-GE, Cuprozeb<sup>®</sup>, Agrimaicin<sup>®</sup>, Agro-mos<sup>®</sup> e fosfito de cobre, indicando efeito antimicrobiano direto de tais produtos;
- O uso de CPAC-GE, extrato de *Passiflora gibertii*, ASM e CPAC-GEG anteriores à inoculação reduziram a bacteriose em até 57,42%;
- O tratamento com o Agrimaicin<sup>®</sup> antes da inoculação proporcionou um dos menores níveis de controle da bacteriose em relação à testemunha (24,36 %);
- Todas as concentrações de gesso agrícola e CPAC-GE utilizadas foram superiores à testemunha. O fosfito de potássio a 1000 ml/100L de água e o ASM a 40 g/100L de água proporcionaram os menores valores de AACPL em relação à testemunha e às demais concentrações de fosfito de potássio e Agro-mos<sup>®</sup> utilizadas;
- O uso do gesso agrícola e CPAC-GE aos 3 ou 6 dias antes da inoculação e Agrimaicin<sup>®</sup> aos 3 ou 6 dias após a inoculação proporcionaram resultados semelhantes, indicando possível efeito indutor de resistência do gesso agrícola e CPAC-GE e efeito curativo do Agrimaicin<sup>®</sup>;
- O uso do fosfito de potássio aos 6 dias antes da inoculação promoveu redução na bacteriose semelhante ao ASM e Agro-mos<sup>®</sup> quando estes foram pulverizados também aos 6 dias antes da inoculação ou aos 3 dias após a inoculação, no caso do Agro-mos<sup>®</sup>, fato que indica possível efeito curativo deste último.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, D.R. Formulações de extratos vegetais e micronutrientes na indução de resistência em mudas de cafeeiro contra *Cercospora coffeicola*. 92 p. Tese (Doutorado em Fitopatologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. 2008.

ARAÚJO, J.S.P.; GONÇALVES, K.S.; OLIVEIRA, B.C.; RIBEIRO, R.L.D. & POLIDORO, J.C. Efeito do acibenzolar-S-methyl sobre murcha-bacteriana do tomateiro. **Horticultura Brasileira** 23: 5-8. 2005.

ATHAYDE SOBRINHO, C.; FERREIRA, P.T.O.; & CAVALCANTI, L.S.C. Indutores abióticos. In: Cavalcanti, L.S.; Di Piero, R.; Cia, P.; Pascholati, S.F.; Resende, M.L.V. & Romeiro, R.S. (Eds.) **Indução de resistência em plantas a patógenos e insetos**. Piracicaba SP. FEALQ. 2005. pp. 51-80.

BARGUIL, B.M.; RESENDE, M.L.V.; RESENDE, R.S.; BESERRA JR., J.E.A. & SALGADO, S.L. Effect of extracts from citric biomass, rusted coffee leaves and coffee berry husks on *Phoma costarricensis* of coffee plants. **Fitopatologia Brasileira** 30; 535- 537. 2005.

BAYSAL, O. & ZELLER, W. Extract of *Hedera helix* induces resistance on apple rootstock M26 similar to Acibenzolar-S-methyl against Fire Blight (*Erwinia amylovora*). **Physiological and Molecular Plant Pathology** 65: 305-315. 2004.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Seminário Nacional de Agricultura Orgânica. Brasília, DF: Secretaria de Políticas para o desenvolvimento Sustentável - Departamento de Economia e Meio Ambiente, 2006. 58p.

CAMPBELL, C.L. & MADDEN, L.V. **Introduction to Plant Disease Epidemiology**. New York. John Wiley & Sons. 1990.

CAVALCANTI, F.R.; RESENDE, M.L.V.; PEREIRA, R.B.; COSTA, J.B.C. & CARVALHO, C.P.S. Atividades de quitinase e beta-1,3-glucanase após eliciação das defesas do tomateiro contra a mancha-bacteriana. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 41: 1721-1730. 2006.

COHEN, Y. & COFFREY, M.D. Systemic fungicides and the control of oomycetes. **Annual Review of Phytopathology** 24: 311-338. 1986.

DANTAS, S.A.F.; OLIVEIRA, S.M.A.; BEZERRA NETO, E.; COELHO, R.S.B.C. & SILVA, RLX. Indutores de resistência na proteção do mamão contra podridões pós-colheita. **Summa Phytopathologica** 30: 314-319. 2004.

EDREVA, A. A novel strategy for plant protection: induced resistance. **Journal of Cell and Molecular Biology** 3: 61-69. 2004.

FERREIRA, D.F. Análise estatística por meio do SISVAR (Sistema para Análise de variância) para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA

SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45, 2000, São Carlos. Anais...São Carlos: UFSCar. 2000. pp. 255-258.

HAMMOND-KOSACK, K. & JONES, J.D.G. Responses to plant pathogens. In: BUCHANAN, B.B., GRUISSEM, W. & JONES, R.L. (Eds) **Biochemistry and Molecular Biology of Plants**. Rockville, MD: American Society of Plant Physiologists. 2000. pp. 1102–1156.

JOHNSTON, T.; REIS, R.F. & TIMMER, L.W. Evaluation of products for control of *Alternaria* brown spot on murcott tangor, *Boletim Técnico*, IFAS. 2005. 3p.

KADO, C.I. & HESKETT, M.S. Selective media for isolation of *Agrobacterium*, *Corynebacterium*, *Erwinia*, *Pseudomonas* and *Xanthomonas*. **Phytopathology** 60: 969-976. 1970.

KUC, J. Phytoalexins, stress metabolism, and disease resistance in plants. **Annual Review of Phytopathology** 33: 275-297. 1995.

KUHN, O.J.; PORTZ, R.L.; STANGARLIN, J.R.; DEL ÁGUILA, R.M.; SCHWAN-ESTRADA, K.R.F. & FRANZENER, G. Efeito do extrato aquoso de cúrcuma (*Curcuma longa*) em *Xanthomonas axonopodis* pv. *manihotis*. **Semina-Ciências Agrárias** 27: 13-20. 2006.

LOZANO, J.C.; & SEQUEIRA, L. Prevention of the hypersensitive reaction in tobacco by heat-killed bacterial cells. **Phytopathology** 60: 875-879. 1970.

MESQUITA, LX.; SALES JÚNIOR, R.; NASCIMENTO, M.T.; CORREIA, K.C.; FREITAS, L.S. & FERREIRA, HA. Efeito de diferentes elicitores no controle do oídio do meloeiro. **Fitopatologia Brasileira** 30: 103. 2005. (Resumo)

MOREIRA, L.M. & MAY-DE MIO, L.L. Controle da podridão parda do pessegueiro com fungicidas e fosfitos avaliados em pré e pós-colheita. *Ciência e Agrotecnologia* 33: 405-411. 2010.

MOTOYAMA, M.M.; SCHWAN-ESTRADA, K.R.F.; STANGARLIN, J.R.; FIORI, A.C.G. & SCAPIN, C.A. Efeito antimicrobiano de extrato cítrico sobre *Ralstonia solanacearum* e *Xanthomonas axonopodis* pv. *manihotis*. **Acta Scientiarum Agronomy** 25: 509-512. 2003.

RASKIN, I. Role of salicylic acid in plants. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology** 43: 439-463. 1992.

REUVENI, R.; REUVENI, M. & AGAPOV, V. Foliar sprays of NPK fertilizer induce systemic protection against *Puccinia sorghi* and *Exserohilum turcicum* and growth response in maize. **European Journal of Plant Pathology** 102: 339-348. 1996.

ROMEIRO, R.S. & KIMURA, O. Induced resistance in pepper leaves infiltrated with purified bacterial elicitors from *Xanthomonas campestris* pv. *versicatoria*. **Journal of Phytopathology** 145: 495-498. 1997.

SANTOS, F.S.; SOUZA, P.E.; RESENDE, M.L.V.; POZZA, E.A.; MIRANDA, J.C.; RIBEIRO JÚNIOR, P.M.; & ANERBA, F.C. Efeito de extratos aquosos vegetais no progresso de doenças foliares do cafeeiro orgânico. **Fitopatologia Brasileira** 32: 59-63. 2007.

SILVA, H.S.A.; DEUNER, C.C.; ROMEIRO, R.S.; CARRER FILHO, R. & BATISTA, U.G. Em suporte à estratégia de seleção de rizobactérias para promoção de crescimento e para indução de resistência sistêmica e plantas com direcionamentos distintos. **Fitopatologia Brasileira** 26: 304. 2001a. Suplemento.

SILVA, H.S.A.; ROMEIRO, R.S.; BATISTA, U.G. & CARRER FILHO, R. Biocontrole experimental da mancha bacteriana pequena do tomateiro (*Pseudomonas syringae* pv. *tomato*) - antagonismo microbiano ou indução de resistência sistêmica? **Summa Phytopathologica** 27: 106. 2001b.

SILVA, L.H.C.P.; RESENDE, M.L.V.; SOUZA, R.M. & CAMPOS, J.R. Avaliação comparativa do indutor de resistência acibenzolar-S-metil na proteção contra *Xanthomonas vesicatoria*, *Oidium lycopersici* e *Septoria lycopersici* no tomateiro. **Summa Phytopathologica** 29: 244-248. 2003a.

SILVA, L.H.C.P.; RESENDE, M.L.V.; SOUZA, R.M.; CAMPOS, J.R. & CASTRO, A.M.S. Indução de resistência contra *Xanthomonas vesicatoria* em tomateiro por acibenzolar-S-metil. **Summa Phytopathologica** 29: 177-181. 2003b.

SULE, S. Induced resistance in tomato against *Corynebacterium michiganense* pv. *michiganense* by prior inoculation with *Pseudomonas syringae* pathovars. **Phytopathology** 122: 343-350. 1988.

SYNGENTA. Bion, o ativador de plantas. Folheto. 2001. 21p.

TALLY, A.; OOSTENDORP, M.; LAWTON, K.; STAUB, T. & BASSI, B. Commercial development of elicitors of induced resistance to pathogens. In: AGRAWAL, A.A., TUZUN S AND BENT E (eds). **Induced Plant Defenses against Pathogens and Herbivores**. APS Press, St.Paul. 1999. pp.357-369.

TOSUN, N. O papel dos ativadores de plantas no controle de doenças em estufas. SIMPÓSIO Agrônomico Brasileiro, Improcrop, Curitiba. 2005. 10 p.

VENÂNCIO, W.S.; ZAGONEL, J.; FURTADO, E.L.; SOUZA, N.L. & PERES, N.A.R.P. Novos fungicidas: II - famoxadone e indutores de resistência. **Revisão Annual de Patologia de Plantas** 8: 59-92. 2000.

WALTERS, D.; NEWTON, A. & LYON, G. Induced resistance: helping plants to help themselves. **Biologist** 52: 28-33. 2005.

ZACARONI, A.B. Formulações à base de extratos vegetais combinados ou não com indutores e fertilizantes foliares no manejo de bacterioses do algodoeiro e do feijoeiro. 2008. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

## CAPÍTULO 5

### CONTROLE DE DOENÇAS, CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS DE FRUTOS E PRODUTIVIDADE DE PLANTAS DE MARACUJAZEIRO TRATADAS COM INDUTORES DE RESISTÊNCIA E FERTILIZANTES FOLIARES EM CONDIÇÕES DE CAMPO

**RESUMO** – Uma forma de controle alternativo de doenças é o uso de indutores de resistência. Entretanto, há poucos estudos relacionando o uso destes produtos às características físicas e químicas dos frutos e à produtividade das plantas. Objetivou-se avaliar a severidade de doenças (bacteriose, virose, antracnose e verrugose), as características físicas e químicas de frutos e a produtividade de plantas tratadas com indutores de resistência. Plantas de clones de maracujazeiro foram submetidas, em campo, por um ano, a pulverizações quinzenais com: água (testemunha), Cuprozeb<sup>®</sup> (fungicida padrão), acibenzolar-S-metil - ASM (Bion<sup>®</sup>), Agro-mos<sup>®</sup>, fosfito de potássio (Reforce<sup>®</sup>), fosetyl-Al (Aliette<sup>®</sup>), gesso agrícola e CPAC-GE (produto em teste). O delineamento foi em blocos casualizados, com 4 repetições e 20 frutos por repetição. Para estudo da produtividade, utilizaram-se 4 repetições e 8 plantas por repetição. As colheitas ocorreram de novembro/2008 a abril/2009. As severidades das doenças foram avaliadas com escala de notas. No ano de 2008, o menor número de folhas com sintomas de bacteriose por metro quadrado de espaldeira foi constatado nos tratamentos onde se utilizou ASM e gesso agrícola. Já na avaliação de 2009, todos os tratamentos causaram a redução na incidência da bacteriose em relação à testemunha. Para a virose em frutos, o Cuprozeb<sup>®</sup> e o ASM não diferiram estatisticamente da testemunha. Os demais tratamentos foram eficazes no controle da doença. Com relação à bacteriose em frutos, os tratamentos não diferiram estatisticamente entre si. No entanto, o Cuprozeb<sup>®</sup>, o fosetyl-Al e o gesso agrícola também não diferiram da testemunha. Para a verrugose nos frutos, os produtos pulverizados não diferiram entre si, sendo que o Cuprozeb<sup>®</sup> e o fosfito de potássio também não diferiram da testemunha. Frutos com maior massa fresca foram obtidos com aplicações de gesso agrícola (236,83g), fosetyl-Al (233,79g), fosfito de potássio (230,64g), Agro-mos<sup>®</sup> (221,15g), CPAC-GE (234,10g) e Cuprozeb<sup>®</sup> (194,12g). Com relação ao peso de polpa, o maior valor observado com a utilização do Agro-mos<sup>®</sup> (72,80g), superior estatisticamente a testemunha (36,48g) e ao ASM (40,23g). Não houve diferenças significativas

entre tratamentos para diâmetro longitudinal e espessura de casca. Quanto às características químicas, Com exceção do Cuprozeb<sup>®</sup>, todos os produtos testados proporcionaram incremento no teor de sólidos solúveis dos frutos. A maior acidez total titulável (ácido cítrico) foi obtida nos frutos cujas plantas foram tratadas com Cuprozeb<sup>®</sup>, gesso agrícola, Agro-mos<sup>®</sup>, fosetyl-Al e ASM. O maior ratio foi observado nos frutos tratados com fosfito de potássio. Não foi constatada alteração no pH dos frutos. Maiores quantidades de frutos por planta foram obtidas com fosfito de potássio (162,38), seguido pelo gesso agrícola (111,13), sendo que este último não diferiu estatisticamente do CPAC-GE (102,50 frutos) e do fosetyl-Al (74,88 frutos). Maiores produtividades (kg/ha), considerando 1600 plantas/ha, foram alcançadas com fosfito de potássio (40,19 t/ha), seguido pelo gesso agrícola (30,48 t/ha) e CPAC-GE (29,04 t/ha).

**Termos para indexação:** maracujazeiro-azedo, controle alternativo, gesso agrícola, resistência sistêmica adquirida, indução de resistência.

**DISEASE CONTROL, PHYSICAL AND CHEMICAL CHARACTERISTICS OF  
FRUITS AND YIELD OF PASSION FRUIT PLANTS TREATED WITH RESISTANCE  
INDUCERS AND FOLIAR FERTILIZERS UNDER FIELD CONDITIONS**

**ABSTRACT** - A form of alternative control of diseases is the use of resistance inducers. However, there are few studies connecting the use of these products to the physical and chemical characteristics of fruits and plant yield. The objective of this work was to evaluate the severity of diseases (anthracnose, scab, bacterial and viral disease), the physical and chemical characteristics of fruits and plants yield treated with resistance inducers. Passion fruit plants cloned in the field, were submitted for one year, to biweekly spraying with water (control), Cuprozeb<sup>®</sup> (standard fungicide) acibenzolar-S-methyl - ASM (Bion<sup>®</sup>), Agro-mos<sup>®</sup>, phosphite potassium (Reforce<sup>®</sup>), fosetyl-Al (Aliette<sup>®</sup>), gypsum and CPAC-GE (testing product). A randomized block design with four replications and 20 fruits per replicate was used. To study the productivity, it was used four replicates and eight plants. The harvests occurred from November/2008 to April/2009. The severities were assessed using a grading scale. In the 2008 evaluation, the lowest number of leaves with symptoms of the bacterial disease per square meter of espalier was observed when using ASM and gypsum. In the 2009 evaluation, all treatments caused a reduction in the incidence of the bacterial disease relative to the control. In relation to the fruit virus, Cuprozeb<sup>®</sup> and ASM did not differ statistically from the control. The other treatments were effective in controlling the disease. Regarding the bacterial disease in fruits, the treatments did not differ statistically. However, the Cuprozeb<sup>®</sup>, the fosetyl-Al and the gypsum did not differ from the control either. For scab on fruits, results from plants sprayed with different products did not differ, and the Cuprozeb<sup>®</sup> and the potassium phosphite did not differ from the control. Fruits with higher fresh weight were obtained with applications of gypsum (236.83 g), fosetyl-Al (233.79 g), potassium phosphite (230.64 g), Agro-mos<sup>®</sup> (221.15 g), CPAC-GE (234.10 g) and Cuprozeb<sup>®</sup> (194.12 g). Regarding the weight of pulp, the highest value observed was with the use of Agro-mos<sup>®</sup> (72.80 g), statistically higher than the control (36.48 g) and ASM (40.23 g). There were no significant differences between treatments for longitudinal diameter and bark thickness. Regarding the chemical characteristics, with exception of Cuprozeb<sup>®</sup>, all products tested provided an increase in the fruits soluble solids. The higher acidity (citric acid) was

obtained in fruits from the plants treated with Cuprozeb<sup>®</sup>, gypsum, Agro-mos<sup>®</sup>, fosetyl-Al and ASM. The highest ratio was observed in fruits treated with potassium phosphite. There was no change in the pH of the fruit. More fruits per plant were obtained with potassium phosphite (162.38 fruits), followed by gypsum (111.13 fruits), and the last one did not differ statistically from CPAC-GE (102.50 fruits) and fosetyl-Al (74.88 fruits). Higher yields (kg/ ha), considering 1600 plants/ ha were achieved with potassium phosphite (40.19 t/ ha), followed by gypsum (30.48 t/ ha) and CPAC-GE (29.04 t/ ha).

**Index terms:** sour passion fruit, alternative control, gypsum, systemic acquired resistance, induced resistance.

## INTRODUÇÃO

O maracujazeiro-azedo é o mais cultivado no Brasil e pertence à espécie *Passiflora edulis* Sims. No Brasil, as doenças e pragas constituem-se nos principais fatores que ameaçam a expansão e a produtividade dos cultivos de maracujá-azedo, provocando prejuízos expressivos e levando os produtores a usarem defensivos agrícolas de forma indiscriminada.

Em algumas regiões do país, doenças como a bacteriose [*Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae* (Pereira) Gonçalves & Rossato], murcha de fusarium (*Fusarium oxysporum* f.sp. *passiflorae* W.L. Gordon apud G.S. Purss), virose do endurecimento do fruto (*Passion fruit woodiness virus* - PWV ou *Cowpea aphid-borne mosaic virus* - CABMV), a antracnose [*Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc.] têm sido limitantes. Essas doenças, sob condições edafo-climáticas favoráveis, não são controladas de forma eficaz pelos métodos tradicionais de controle (Junqueira et al., 2006). A verrugose (*Cladosporium herbarum* Link.) é uma doença de ocorrência comum em pomares, mas altas incidências podem provocar redução na qualidade externa dos frutos e no valor de mercado.

O controle alternativo de doenças de plantas pode ser feito de várias maneiras, incluindo o uso de indutores de resistência. Diversos produtos contendo moléculas indutoras ou análogas já foram desenvolvidos (Bion<sup>®</sup>, Actigard<sup>®</sup>, Messenger<sup>®</sup>, Elexa<sup>®</sup>, Milsana<sup>®</sup>, Oxycom<sup>®</sup>, Ecolife<sup>®</sup> 40, Agro-mos<sup>®</sup>, fosfitos e silicatos, dentre outros) e estão sendo estudados (Resende et al., 2006; Plant Defense Boosters, 2004; Gama et al., 2003; Korndörfer & Rodrigues, 2005; Huber, 2005; Rodrigues et al., 2005). ASM e INA (análogos do ácido salicílico) são os elicitores químicos disponíveis mais estudados.

Produtos naturais de origem mineral, como o gesso agrícola, têm se mostrado promissores (Quezado-Duval et al., 2005; Junqueira et al., 2005). A maioria dos trabalhos científicos publicados confirma o efeito dos indutores como redutores da incidência e severidade das doenças (Baysal et al., 2003; Cavalcanti et al., 2006; Iriti & Faoro, 2004; Dantas et al., 2004; Venâncio et al., 2000; Pascholati, 1999; Silva et al., 2002; Anfoka, 2000; Resende et al., 2002; Achuo et al., 2004), apesar de muitas vezes haver comprometimento da produtividade agrícola (Louws et al., 2001; Vallad & Goodman, 2004). Além disso, ainda há poucos estudos relacionando o uso destes produtos às características físico-químicas de frutos, parâmetros altamente relacionados à qualidade comercial do maracujá.

Neste trabalho, objetivou-se avaliar a severidade de bacteriose, virose, antracnose e verrugose em frutos de plantas de maracujazeiro-azedo tratadas com diferentes indutores de resistência e fertilizantes foliares, bem como a influência dos tratamentos nas características físico-químicas dos frutos e na produtividade das plantas.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Localização geográfica e genótipo analisado

O experimento foi conduzido em campo experimental e no Laboratório de Pós-colheita de Frutos da Embrapa Cerrados (CPAC), em Planaltina-DF, no período de outubro/2007, quando mudas com 90 dias foram plantadas em campo, a abril/2009, quando se finalizou a primeira colheita, no delineamento em blocos ao acaso. A Embrapa Cerrados está situada a 15°39'84'' de latitude S e 47°44'41'' de longitude W, altitude de 1.000 m, em Latossolo Vermelho Escuro, textura argilosa, sob temperatura e pluviosidade média anual de 21,9 °C e 1.395,6 mm, respectivamente. Foram utilizados oito tratamentos, representados pelos produtos a serem testados, em quatro repetições, sendo cada parcela útil constituída por oito plantas da cultivar BRS Gigante Amarelo, propagadas por estaquia. As plantas foram submetidas, por um ano, a pulverizações quinzenais com: água (testemunha), Cuprozeb<sup>®</sup> (fungicida padrão) (300 g/100 L), acibenzolar-S-metil - ASM (Bion<sup>®</sup>) (40 g/100 L), Agro-mos<sup>®</sup> (250 ml/100 L), fosfito de potássio (Reforce<sup>®</sup>) (500 ml/100 L), fosetyl-Al (Aliette<sup>®</sup>) (250 g/100 L), gesso agrícola (2 kg/100 L) e CPAC-GE (produto em teste) (1,8 kg/100 L), totalizando os oito tratamentos (Tabela 1).

As plantas foram adubadas (via solo) e irrigadas por gotejamento. A adubação de cova consistiu em 2 kg de esterco de poedeira, 100 g de superfosfato simples e 50 g de calcário, de acordo com a análise de solo. A adubação de cobertura foi composta de 50 g de cloreto de potássio e 50 g de sulfato de amônio, mensalmente. É importante ressaltar que, durante toda a condução do experimento, não foram feitas pulverizações com quaisquer outros produtos que não fossem os produtos testados. Todo o manejo de plantas daninhas foi realizado por meio de capina manual e o controle de lagartas foi feito manualmente. Foram feitas as colheitas de novembro/2008 a abril/2009, das quais foram retirados, aleatoriamente, 80 frutos de cada

tratamento para a realização da avaliação de severidade de doenças e das análises físicas e químicas. Para esses experimentos, utilizou-se também o delineamento em blocos ao acaso, com quatro repetições de 20 frutos.

**TABELA 1.** Produtos testados no controle da bacteriose do maracujazeiro. UnB/Embrapa Cerrados, Brasília, DF, 2010.

Produto	Marca comercial	Base do produto	Concentração utilizada
Fertilizante	Reforce <sup>®</sup>	Fosfito de potássio	5 ml p.c./L de água
Fertilizante	Agro-Mos <sup>®</sup>	Mananoligossacarídeo fosforilado	2,5 ml p.c./L de água
Ativador de plantas	Bion <sup>®</sup> 500WG	Acibenzolar-S-metil	40 g /100 L de água
Gesso Agrícola*	-	Sulfato de cálcio	20 g/L de água
CPAC-GE	-	Produto sob sigilo	18 g/L de água
Fungicida	Cuprozeb <sup>®</sup>	Oxicloreto de cobre + mancozeb	300 g/100 L de água
Fungicida	Aliette <sup>®</sup>	Fosetyl-Al	250 g/100 L de água

\* Acidificado com ácido fosfórico para pH 4,0.

### **Incidência de bacteriose em folhas**

Para avaliar os danos causados pela bacteriose em folhas, determinou-se, em um metro quadrado de espaldeira, em ambos os lados, o número de folhas com lesões durante o mês de março, período de maior incidência dessa doença, nos anos de 2008 e 2009.

### **Severidade de doenças em frutos**

Os frutos colhidos foram imediatamente avaliados quanto à severidade de virose, bacteriose, antracnose e verrugose por meio de escalas de notas. É importante ressaltar que, como o foco inicial do trabalho era a bacteriose do maracujazeiro, para garantir a presença do patógeno em todos os tratamentos, 12 folhas superiores de cada planta foram inoculadas mecanicamente com isolado de *Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae* proveniente da

Embrapa Cerrados, utilizando-se furador de cintos adaptado (ilustrado no Capítulo 2). A ocorrência das demais doenças foi decorrente de infecção natural.

Para a quantificação da severidade da bacteriose, antracnose e verrugose nos frutos, adotou-se a seguinte escala, adaptada de Junqueira et al. (2002):

1 = ausência de sintomas; 2 = até 2% da superfície do fruto coberta por lesões; 3 = de 3 a 10% da superfície do fruto coberta por lesões; 4 = de 11 a 30% da superfície do fruto coberta por lesões; 5 = mais de 31% da superfície do fruto coberta por lesões.

Para a determinação da severidade da virose nos frutos, adotou-se:

1 = ausência de sintomas; 2 = frutos com pelo menos uma bolha; 3 = frutos com muitas bolhas; 4 = frutos ligeiramente deformados, textura da casca levemente áspera; 5 = frutos muito deformados, textura da casca muito áspera.

Os dados foram transformados e submetidos à análise de variância. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, com o auxílio do programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2000).

Para análise da evolução de lesões de bacteriose em pós-colheita, o delineamento foi em blocos ao acaso, com quatro repetições, sendo cada uma representada por 10 frutos.

Os frutos colhidos foram numerados e as lesões de bacteriose existentes no dia da colheita foram circuladas, numeradas e medidas por meio de paquímetro digital. Em seguida, os frutos foram armazenados em temperatura ambiente. Após 15 dias, efetuou-se novamente as medidas dos diâmetros das lesões marcadas. A partir do diâmetro inicial e final de cada lesão, estimou-se a área de crescimento das lesões. Foi então realizada a análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, com o auxílio do programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2000).

### **Características físico-químicas de frutos**

Quanto às características físicas de frutos, avaliaram-se peso de fruto (PF), peso de polpa acrescida das sementes (PP+PS), peso de polpa (PP), espessura da casca (EC), diâmetro longitudinal do fruto (DL) e diâmetro transversal do fruto (DT).

As análises foram iniciadas 24 horas após a colheita. A princípio, foram realizadas as avaliações físicas de cada fruto, medindo-se o peso e os diâmetros longitudinal e transversal. Os

frutos foram despulpados posteriormente com o uso de liquidificador adaptado e peneira plástica de malha fina. Após este procedimento, determinaram-se o peso da polpa acrescida das sementes, o peso da polpa e a espessura da casca.

As avaliações de diâmetro do fruto e espessura da casca foram realizadas com auxílio de um paquímetro digital. Para a medida da espessura da casca, foi adotado, como padrão, o sentido transversal do fruto. Os pesos de fruto, polpa acrescida de sementes e polpa foram obtidos utilizando-se balança analítica. Em seguida, realizou-se a análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2000).

Quanto às características químicas dos frutos, foram avaliados o teor de sólidos solúveis (SS), o pH, a acidez titulável (AT) e o ratio (relação entre SS e AT). O SS foi avaliado sem diluição, através de um refratômetro digital Atago PR-100 modelo Palette, com compensação automática de temperatura de 20 °C. O pH do suco foi obtido através de pHmetro da marca HORIBA pH meter M-8L, segundo técnica preconizada pela AOAC (1990).

A AT, expressa em percentagem de ácido cítrico, foi determinada pela titulação com hidróxido de sódio (NaOH), a 0,2 N, em 6 ml de suco, usando-se duas gotas de fenolftaleína 1% como indicador, até atingir coloração rósea, segundo metodologia preconizada por Pregnotatto & Pregnotatto (1985). Após a titulação, anotou-se o volume gasto de NaOH para cada amostra. Para o maracujá, o ácido orgânico predominante é o ácido cítrico (Chitarra & Chitarra, 1990) e, sendo assim, utilizou-se a fórmula abaixo para representar teor de acidez em ácido cítrico:

$$AT = (V * N * 100/P) * meq$$

Em que:

AT: porcentagem da acidez titulável em ácido cítrico (%)

V: volume da solução de NaOH gasto (ml)

N: normalidade da solução de NaOH;

P: peso (g) ou volume (ml) de cada amostra inicial;

Meq: miliequivalente ácido cítrico anidro, neste caso 0,0064.

Por último, foram determinados os valores da relação SS/AT (ratio).

## Produtividade

Para a avaliação da produtividade, foram feitas as colheitas de novembro/2008 a abril/2009, sendo todos os frutos de cada planta contabilizados e pesados, obtendo-se o peso médio de frutos por tratamento e o número médio de frutos por planta. Para o cálculo da produtividade por hectare, foi realizada uma estimativa considerando o espaçamento de 2,5 metros entre fileiras e entre plantas, totalizando 1.600 plantas/ha.

Foi realizada a análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, com o auxílio do programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2000).

## Coefficiente de correlação fenotípica

A partir do estudo correlacional é possível determinar a força do relacionamento entre duas características emparelhadas (Stevenson, 1981). O grau de relacionamento entre duas variáveis contínuas foi sintetizado pelo coeficiente de correlação “*r* de Pearson”.

$$r = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} \cdot \sqrt{n(\sum y^2) - (\sum y)^2}}$$

O procedimento utilizado para se testar a significância do *r* amostral foi baseado no teste *t*, sendo que:

$$t = \frac{r}{\sqrt{1-r^2}} \cdot \sqrt{n-2}$$

Onde:

*n* = número de observações

Neste caso, testa-se a hipótese de que a correlação seja “0”.

O programa estatístico utilizado foi o Genes (Cruz, 1997). A classificação de intensidade da correlação para  $p \leq 0,01$  é: muito forte ( $r \pm 0,91$  a  $\pm 1,00$ ), forte ( $r \pm 0,71$  a  $\pm 0,90$ ), média ( $r \pm 0,51$  a  $\pm 0,70$ ) ou fraca ( $r \pm 0,31$  a  $\pm 0,50$ ) (Guerra & Liveira, 1999).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Incidência de bacteriose em folhas

Na tabela 2, estão apresentados os resultados da análise de variância para a incidência de doenças em folhas de maracujazeiro tratadas com indutores de resistência. Os resultados foram expressos em número de folhas com sintomas por metro quadrado de espaldeira, considerando-se, para cada repetição, a média entre os dois lados da espaldeira. Observa-se que ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos nos dois anos de avaliação.

**TABELA 2.** Resumo da análise de variância dos dados relativos à variável incidência de bacteriose, avaliada em folhas de maracujazeiro-azedo tratadas com indutores de resistência e fertilizantes foliares nos anos de 2008 e 2009. UnB/Embrapa Cerrados, Brasília, DF, 2010.

Fonte de variação	GL	QM	
		Bacteriose em 2008	Bacteriose em 2009
Produtos	7	62.714286**	43.410714**
Bloco	3	10.333333	7.708333
Resíduo	21	7.976190	4.422619
CV (%)	-	38,29	28,28

\*\*, \* : Significativo, a 1% de probabilidade pelo teste F.

O teste de Tukey (Tabela 3) revelou consideráveis diferenças entre a quantidade de folhas doentes na testemunha e nas plantas tratadas com os diversos produtos, sendo que esta diferença foi mais nítida no ano de 2009. No ano de 2008, as plantas ainda eram jovens e a avaliação foi realizada apenas quatro meses após o plantio. Apesar de serem plantas estaquiadas, muitos resultados observados nesta avaliação foram decorrentes do estágio de desenvolvimento das plantas. No tratamento em que se utilizou Agro-mos<sup>®</sup>, nota-se que o número de folhas com sintomas em 2008 foi maior do que em 2009. Possivelmente, tal fato ocorreu em função de ação fitotóxica da concentração utilizada do produto nas plantas jovens, que causou queimaduras, propiciando a penetração da bactéria pelos ferimentos. No caso do ASM e gesso agrícola, é nítida a diferença entre as avaliações de 2008 e 2009, sendo que, provavelmente, para esses produtos, ocorra ação indutora mais destacada nas plantas jovens, apesar de, em plantas adultas, não terem diferido estatisticamente dos demais produtos testados. Na avaliação em 2008, o ASM e o gesso

agrícola foram os únicos produtos que, estatisticamente, proporcionaram resultados inferiores a testemunha (12,25), com 1,00 e 3,25 folhas com sintomas por metro quadrado, respectivamente. Na avaliação em 2009, todos os produtos testados causaram redução no número de folhas com sintomas em relação à testemunha.

**TABELA 3.** Médias de incidência de bacteriose, avaliada em folhas de maracujazeiro-azedo tratados com indutores de resistência e fertilizantes foliares nos anos de 2008 e 2009. UnB/Embrapa Cerrados, Brasília, DF, 2010.

Produto	Caracteres	
	Bacteriose em 2008	Bacteriose em 2009
ASM	1,00 a	5,75 a
Gesso agrícola	3,25 ab	6,00 a
CPAC-GE	6,00 abc	5,75 a
Cuprozeb®	7,25 abc	6,5 a
Fosetyl-Al	8,25 bc	9,25 a
Fosfito de potássio	8,75 bc	6,00 a
Agro-mos®	12,25 c	5,25 a
Testemunha	12,25 c	15,00 b

As médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna, não diferem entre si, a 1% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Considerando-se que, no início da infecção, a incidência geralmente correlaciona-se com a severidade de doenças (Bergamin Filho & Amorim, 1996), observa-se que o comportamento das plantas jovens quando submetidas aos tratamentos no ano de 2008 foi muito semelhante à resposta em casa de vegetação (Capítulo 4), em que se utilizaram mudas, apesar de, neste último caso, ter sido realizada a inoculação mecânica, suplantando-se as barreiras primárias de defesa das plantas. Tais semelhanças nos resultados levam à inferência de que, possivelmente, as alterações provocadas pelos indutores de resistência estejam além do fortalecimento das barreiras físicas de defesa.

### Severidade de doenças em frutos

Os resultados da análise de variância da severidade de cada doença em fruto são apresentados na tabela 4. Verifica-se que há diferenças significativas, pelo teste F, a 1% de

probabilidade entre os tratamentos para virose e verrugose, e a 5% de probabilidade para a bacteriose. Com relação à antracnose, não houve efeito significativo dos produtos testados em relação à testemunha.

**TABELA 4.** Resumo da análise de variância dos dados relativos às variáveis severidade de virose, bacteriose, antracnose e verrugose avaliados em frutos de maracujazeiro-azedo tratados com indutores de resistência e fertilizantes foliares. UnB/Embrapa Cerrados, Brasília, DF, 2010.

Fonte de variação	GL	QM			
		Bacteriose	Virose	Antracnose	Verrugose
Produtos	7	0,0513*	0,0466**	0,0081 NS	0,0233**
Bloco	3	0,0080	0,0086	0,0068	0,0072
Resíduo	21	0,0166	0,0095	0,0056	0,0057
CV (%)	-	7,63	4,94	5,11	4,87

\*\*,\* : Significativo, a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

A partir do teste de Tukey para as severidades das doenças em frutos submetidos a diferentes indutores de resistência (Tabela 5), observa-se que, para a virose, o Cuprozeb<sup>®</sup> e o ASM não diferiram estatisticamente da testemunha. No caso do Cuprozeb<sup>®</sup>, esse dado pode ser explicado pelo fato deste produto ser composto de oxiclureto de cobre e mancozeb, sendo indicado para o controle da bacteriose do maracujazeiro (Piza Jr., 1992; Ruggiero et al., 1996; Rizzi et al., 1998), não atuando sobre a virose. No presente trabalho, tal produto foi utilizado como referência de fungicida padrão para a cultura. O ASM, embora relatado como indutor de resistência com amplo espectro de atuação (Syngenta, 2000), não teve efeito sobre a virose em maracujazeiro.

**TABELA 5.** Médias de severidade de virose, bacteriose, antracnose e verrugose avaliados em frutos de maracujazeiro-azedo tratados com indutores de resistência e fertilizantes foliares. UnB/Embrapa Cerrados, Brasília, DF, 2010.

Produto	Caracteres			
	Bacteriose	Virose	Antracnose	Verrugose
Agro-mos <sup>®</sup>	1,54 a	2,81 a	1,06 a	1,36 a
CPAC-GE	1,62 a	2,47 a	1,03 a	1,24 a
Fosfito de potássio	1,68 a	2,65 a	1,20 a	1,43 ab
ASM	1,72 a	3,03 ab	1,13 a	1,20 a
Cuprozeb <sup>®</sup>	1,76 ab	3,24 ab	1,04 a	1,45 ab
Fosetyl-Al	1,88 ab	2,78 a	1,04 a	1,35 a
Gesso agrícola	2,02 ab	2,61 a	1,24 a	1,30 a
Testemunha	2,80 b	3,84 b	1,43 a	1,99 b

As médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Assim, a severidade da virose, embora estatisticamente não significativa, foi menor quando se utilizou o CPAC-GE (2,47), seguido pelo gesso agrícola (2,61). CPAC-GE é um produto desenvolvido pela Embrapa Cerrados, Planaltina, DF, com formulação sob sigilo, cujo efeito na indução de resistência vem sendo estudado em algumas culturas e utilizado com êxito em produções comerciais de maracujazeiro para o controle de doenças em infecção múltipla. Os efeitos da nutrição mineral no crescimento e produção das plantas são usualmente explicados em termos de funções dos nutrientes no metabolismo vegetal. Entretanto, os nutrientes minerais podem aumentar ou diminuir a resistência ou a tolerância de plantas a patógenos. As principais mudanças proporcionadas pela nutrição mineral, responsáveis por alterar a intensidade de doenças, são a espessura da parede celular e cutículas, a manutenção de compostos solúveis dentro das células, como açúcares simples e aminoácidos, variações na suberização, na silificação e na lignificação dos tecidos, na síntese e no acúmulo de compostos fenólicos (Marschner, 1995).

Todos os nutrientes minerais influenciam a incidência ou a severidade da doença (Graham & Webb, 1991; Huber, 1980). Muitos compostos produzidos por meio de rotas metabólicas secundárias são formados após a ocorrência da infecção, proporcionando maior resistência às

doenças. Esses compostos são as fitoalexinas, os fenóis, os flavonóides e as auxinas, os quais se acumulam ao redor dos sítios de infecção, dependendo da disponibilidade dos vários nutrientes. Dessa forma, os mecanismos de defesa das plantas são regulados por vários nutrientes, conforme descrito por Graham & Webb (1991). No intuito de complementar os métodos de controle de doenças, a nutrição mineral de plantas, como importante fator ambiental, pode ser considerada um método relativamente fácil, quando manipulado corretamente (Marschner, 1995).

Segundo Junqueira et al. (2006), outro produto promissor para o controle de doenças parece ser o gesso agrícola, que contém 86 a 96,5% de sulfato de cálcio ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) e ainda nutrientes como o fósforo, potássio, magnésio e vários outros elementos, inclusive alguns tóxicos como alumínio, arsênio, cádmio e outros (Malavolta, 1992). O gesso agrícola é um subproduto da fabricação de superfosfato triplo e vem sendo utilizado como condicionador na melhoria de solos e como fonte de enxofre e cálcio para as plantas. O gesso ou sulfato e cálcio é também encontrado na forma de rocha gipsita. Roemheld (2005) cita que a incidência do fungo *Gaeumannomyces graminis* em trigo de inverno foi reduzida em 100% quando o gesso agrícola + sulfato de cobre foram aplicados no solo. Quezado-Duval et al. (2003) verificaram que o gesso agrícola pulverizado em folhas de tomateiro para processamento industrial reduziu a severidade da mancha bacteriana. Em relação aos mecanismos bioquímicos de ação do gesso agrícola e do CPAC-GE, ainda não há estudos, mas acredita-se que haja aumento no teor de lignina da parede celular, dificultando a colonização dos tecidos pelo patógeno.

Com relação à bacteriose, os tratamentos não diferiram estatisticamente entre si. No entanto, o Cuprozeb<sup>®</sup>, o fosetyl-Al e o gesso agrícola também não diferiram da testemunha. Assim, embora se tenha observado em quase todos os produtos testados efeito na redução da bacteriose, nota-se que, numericamente, a menor severidade da doença nos frutos ocorreu com pulverizações de Agro-mos<sup>®</sup> (1,54), seguido pelo CPAC-GE (1,62). Produzido pela Improcrop do Brasil, o Agro-mos<sup>®</sup> é um indutor sistêmico de resistência, natural, cujo princípio ativo é um manano-oligossacarídeo fosforilado proveniente da parede celular de *Saccharomyces cerevisiae*. Além disso, em sua fórmula está presente um biocomplexo de cobre totalmente disponível para as plantas. Segundo Resende et al. (2006), o produto impede a fixação dos patógenos sobre o tecido das plantas por meio do filme formado pelo princípio ativo e promove a indução de resistência sistêmica. Oliveira et al. (2005) obtiveram 41% de controle da ramulose do algodoeiro quando o Agro-mos<sup>®</sup> foi utilizado. No mesmo patossistema, o produto foi comparado com outros

indutores de resistência, mas do mesmo modo que no presente trabalho, não apresentaram diferença estatística entre si, diferindo da testemunha. Resultados promissores com o uso do Agro-mos<sup>®</sup> também foram observados nos patossistemas oídio x meloeiro (Mesquita et al., 2005) e tangerina murcote x mancha de *Alternaria*, quando o Agro-mos<sup>®</sup> foi intercalado com fungicida (Johnston et al., 2005). Estudos em antracnose do mamão, manga e maracujá, em pós-colheita, com os indutores Agro-mos<sup>®</sup> e Ecolife<sup>®</sup> indicam que tais produtos proporcionaram reduções significativas na severidade da doença (Benato et al., 2002; Dantas et al., 2004). Segundo trabalho realizado por Zacaroni (2008), as formulações à base de casca de café (CFC), CFC + fosfito de cobre, ASM + CFC, Vitaphol<sup>®</sup> + CFC e Agro-Mos<sup>®</sup> + CFC, bem como ASM e fosfito de potássio, diferiram significativamente da testemunha inoculada, apresentando entre 25,64% e 50,88% de controle da mancha-angular do algodoeiro. De acordo com a autora, os tratamentos CFC, fosfito de potássio, ASM, Vitaphol<sup>®</sup> + CFC, fosfito de cobre + CFC, Assist<sup>®</sup> + CFC, ASM + CFC, Supra Sílica<sup>®</sup> + CFC, fosfito de potássio + CFC, Agro-Mos<sup>®</sup> + CFC proporcionaram as maiores alturas de plantas, diferindo significativamente da testemunha.

Para a verrugose, os produtos pulverizados também não diferiram entre si, sendo que o Cuprozeb<sup>®</sup> e o fosfito de potássio também não diferiram da testemunha. Dessa forma, embora a diferença não tenha sido detectada estatisticamente, a menor severidade ocorreu com o uso do ASM (1,20), seguido pelo CPAC-GE (1,24). A aplicação do ASM também proporcionou proteção contra *Hemileia vastatrix* em mudas de cafeeiro cv. Mundo Novo e cv. Catuaí Vermelho M-99 (Guzzo et al., 2001; Marchi et al., 2002). Esse efeito indutor do ASM contra a ferrugem do cafeeiro foi confirmado por Nojosa (2003), em que o tratamento com ASM proporcionou controle de 52% em mudas de café. Nas plantas tratadas com ASM, o autor observou aumento considerável nos teores de lignina e na atividade de peroxidase. Segundo Martins et al. (1998), em condições controladas, este produto induziu proteção contra *H. vastatrix* por até 10 semanas. Amaral (2008) observou-se que o tratamento com ASM proporcionou 19% de proteção em mudas de cafeeiro a *Cercospora coffeicola* em relação à testemunha inoculada. Para alguns autores, as dosagens de ASM e o número de aplicações ainda precisam ser estudados, visando melhores resultados no controle de doenças e no desenvolvimento das culturas (Kuhn, 2007).

Os resultados da análise de variância da evolução da bacteriose em frutos em pós-colheita são apresentados na tabela 6. É possível verificar-se que há diferenças significativas entre os tratamentos pelo teste F, a 1% de probabilidade.

**TABELA 6.** Resumo da análise de variância dos dados relativos à variável área de crescimento da lesão de bacteriose, avaliada em frutos de maracujazeiro-azedo tratados com indutores de resistência. UnB/Embrapa Cerrados, Brasília, DF, 2010.

Fonte de variação	GL	QM
		Área de crescimento da lesão de bacteriose no fruto
Produtos	7	876,41 **
Bloco	3	9,46
Resíduo	21	4,94
CV (%)	-	21,80

\*\*, \* : Significativo, a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Os resultados do teste de Tukey, a 5% de probabilidade, encontram-se dispostos na tabela 7. Verifica-se que todos os tratamentos diferiram da testemunha, que apresentou 45,00 mm<sup>2</sup> de crescimento da lesão de bacteriose em 15 dias. Entretanto, dentre os produtos testados, o Cuprozeb<sup>®</sup> (16,25 mm<sup>2</sup>) foi estatisticamente diferente dos demais. Dentre eles, o menor crescimento da lesão de bacteriose foi observado no tratamento em que se utilizou o CPAC-GE (2,00), seguido pelo gesso agrícola (2,75 mm<sup>2</sup>) e fosetyl-Al (2,75 mm<sup>2</sup>), casos em que o crescimento reduziu cerca de vinte vezes em relação à testemunha.

**TABELA 7.** Média da área de crescimento da lesão de bacteriose, avaliada em frutos de maracujazeiro-azedo tratados com indutores de resistência. UnB/Embrapa Cerrados, Brasília, DF, 2010.

Produto	Área de crescimento da lesão de bacteriose no fruto (mm <sup>2</sup> )
CPAC-GE	2,00 a
Fosetyl-Al	2,75 a
Gesso agrícola	2,75 a
Fosfito de potássio	3,25 a
ASM	4,50 a
Agro-mos <sup>®</sup>	5,00 a
Cuprozeb <sup>®</sup>	16,25 b
Testemunha	45,00 c

As médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Em trabalhos conduzidos na Embrapa Cerrados, já relatados por Junqueira et al. (2005), verificou-se que calda de gesso agrícola 0,3%, com pH ajustado para 4,0 com ácido fosfórico, foi eficaz no controle da bacteriose do maracujazeiro quando aplicada através de pulverizações foliares a intervalos de 10 e 20 dias, totalizando 24 pulverizações anuais. Houve também acréscimo considerável na produtividade e no tamanho dos frutos. Segundo os autores, conforme relatado por Huber (2005) e Roeheld (2005), o sulfato de cálcio (gesso) pode ter melhorado o equilíbrio nutricional das plantas de maracujazeiro ou ativado mecanismos de resistência ao patógeno. Segundo Junqueira et al. (2005), como esta bactéria penetra por meio de hidatódios, ferimentos ou estômatos, a ação deste produto pode ter melhorado a resistência estrutural da planta. Além disso, Biggs et al. (1997) relataram que o cálcio, além de melhorar as características dos frutos, possivelmente estimula a síntese de fitoalexinas e levantaram a hipótese de que o nutriente passa a agir diretamente sobre o patógeno, causando redução na virulência.

Outros trabalhos também confirmam o efeito de indutores de resistência em pós-colheita de frutos, quando aplicados na pré-colheita. Brackmann et al. (2004), por exemplo, constataram que frutos de macieira tratados com fosfito de potássio (250 ml/100 L) + CaCl<sub>2</sub> (2%) apresentaram menor incidência de podridões e menor diâmetro de lesões. Esses resultados foram

semelhantes aos obtidos com a aplicação do fungicida padrão iprodione e superiores a aplicação de fosfito de potássio isoladamente. No presente trabalho, o fosfito de potássio, utilizado isoladamente, proporcionou considerável redução na evolução da bacteriose em pós-colheita, com resultados próximos àqueles alcançados com o gesso agrícola e fosetyl-Al.

### Características físicas e químicas de frutos

O resumo da análise de variância para as características físicas é apresentado na tabela 8. Houve diferenças significativas, a 1% de probabilidade para as características peso de polpa acrescida de sementes e peso de fruto, e a 5% de probabilidade para diâmetro transversal de fruto e peso de polpa. Não houve diferenças significativas entre os tratamentos para espessura de casca, diâmetro longitudinal e diâmetro transversal do fruto.

**TABELA 8.** Resumo da análise de variância dos dados relativos às variáveis peso de fruto (PF), peso de polpa acrescida de sementes (PP + PS), peso de polpa (PP), espessura da casca (EC), diâmetro longitudinal (DL) e diâmetro transversal (DT) avaliados em frutos de maracujazeiro-azedo tratados com indutores de resistência. UnB/Embrapa Cerrados, Brasília, DF, 2010.

Fonte de variação	GL	QM					
		PF	PP + PS	PP	EC	DL	DT
Produtos	7	2835,5319**	555,2261**	608,2296*	1,1565 NS	121,2801 NS	49,4843NS
Bloco	3	1416,8659	300,0469	268,5037	0,6172	42,9509	19,0496
Resíduo	21	573,8578	135,5292	182,5824	0,6757	62,6059	15,2046
CV (%)	-	11,26	17,77	26,39	8,65	8,76	4,75

\*\*, \* : Significativo, a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

\*\*, \* : Significativo, a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

As médias das características físicas dos frutos obtidas pelo teste de Tukey encontram-se dispostas na tabela 9.

**TABELA 9.** Médias de peso de fruto (PF), peso de polpa acrescido de sementes (PP + PS), peso de polpa (PP), peso de sementes (PS), peso de casca (PC), espessura de casca (EC), diâmetro longitudinal (DL) e diâmetro transversal (DT) avaliados em frutos de maracujazeiro-azedo tratados com indutores de resistência. UnB/Embrapa Cerrados, Brasília, DF, 2010.

Produto	Caracteres					
	PF (g)	PP + PS (g)	PP (g)	EC (mm)	DL (mm)	DT (mm)
Testemunha	172,08 a	48,19 a	36,48 a	10,29 a	82,62 a	79,98 a
ASM	179,71 ab	54,92 ab	40,23 a	10,11 a	85,14 a	76,76 a
Cuprozeb <sup>®</sup>	194,12 abc	55,51 ab	42,37 ab	9,33 a	84,89 a	78,58 a
Agro-mos <sup>®</sup>	221,15 abc	78,07 b	72,80 b	9,56 a	91,97 a	83,22 a
Fosfito de potássio	230,64 bc	82,03 b	63,97 ab	9,24 a	94,99 a	82,31 a
Fosetyl-Al	233,79 bc	67,83 ab	48,91 ab	8,55 a	91,82 a	85,07 a
CPAC-GE	234,10 bc	67,97 ab	50,06 ab	9,50 a	93,28 a	85,42 a
Gesso agrícola	236,83 c	69,70 ab	54,82 ab	9,40 a	98,14 a	85,97 a

As médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna, não diferem entre si, a 1% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

O maior peso de fruto foi observado no tratamento com gesso agrícola (236,83g), embora este produto não tenha se diferenciado estatisticamente do fosetyl-Al (233,79g), fosfito de potássio (230,64g), Agro-mos<sup>®</sup> (221,15g), CPAC-GE (234,10g) e Cuprozeb<sup>®</sup> (194,12g) para esta característica. O menor peso foi constatado nos frutos da testemunha (172,08g). O aumento do peso de frutos de maracujazeiro tratados com gesso agrícola já havia sido relatado por Junqueira et al. (2006). Moreira e May-de Mio (2009), trabalhando com o controle da podridão parda de pessegueiros, constataram que a pulverização do fosfito de potássio em pré-colheita reduziu a podridão em 26,5%, sendo que o peso médio dos frutos, o diâmetro e a firmeza da polpa não diferiram entre os tratamentos. Entretanto, na fase final do trabalho, as autoras observaram amarelecimento e queda de folhas nas plantas tratadas com fosfito de potássio, porém a análise química foliar indicou níveis normais de nutrientes. Uma hipótese para tal ocorrência seria de que o tratamento com fosfito de potássio possa ter antecipado a senescência das folhas, mas não

interferiu negativamente na formação e desenvolvimento dos frutos desse ciclo, no peso, diâmetro, firmeza da polpa e teor de sólidos solúveis.

No caso da característica peso de polpa + sementes, maiores valores foram constatados com o uso do fosfito de potássio (82,03g) e Agro-mos<sup>®</sup> (78,07g), apesar destes tratamentos, superiores a testemunha (48,19g), não diferirem dos demais produtos testados. Com relação ao peso de polpa, o maior valor foi observado com a utilização do Agro-mos<sup>®</sup> (72,80g), superior estatisticamente a testemunha (36,48g) e ao ASM (40,23g).

Em relação às características químicas, o resultado da análise de variância para pH, teor de sólidos solúveis total, acidez total titulável e ratio encontram-se na tabela 10. Não houve diferença significativa entre os produtos e a testemunha para a variável pH. Para as características teor de sólidos solúveis total, acidez total titulável e ratio, houve diferenças significativas a 1% de probabilidade.

**TABELA 10.** Resumo da análise de variância dos dados relativos às variáveis pH, teor de sólidos solúveis (SS) e acidez titulável (AT), avaliados em frutos de maracujazeiro-azedo tratados com indutores de resistência. UnB/Embrapa Cerrados, Brasília, DF, 2010.

Fonte de variação	GL	QM			
		pH	SS	AT	RATIO
Produtos	7	0,0084 NS	3,7461**	0,3990**	0,3926**
Bloco	3	0,0145	1,1111	0,3326	0,1042
Resíduo	21	0,0154	0,6548	0,1043	0,0660
CV (%)	-	4,48	7,28	10,13	7,04

\*\*,\* : Significativo, a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

A comparação das médias das características químicas dos frutos pelo teste de Tukey pode ser observada na tabela 11. Com exceção do Cuprozeb<sup>®</sup>, todos os produtos testados proporcionaram incremento no teor de sólidos solúveis total, sendo a maior média constatada no tratamento com Agro-mos<sup>®</sup> (12,29 °Brix), seguido por fosfito de potássio (11,91 °Brix) e fosetyl-Al (11,76 °Brix). Rosa et al. (2007), estudando o efeito do Agro-mos<sup>®</sup> sobre a qualidade de frutos de uva, constataram que o produto não diferiu significativamente da testemunha em relação ao pH ou teor de sólidos solúveis dos frutos. Com relação à severidade e área abaixo da curva de

progresso do míldio da videira, os tratamentos também não diferiram estatisticamente da testemunha.

Segundo Nascimento et al. (2003), para a indústria e, principalmente, para o mercado de frutos *in natura*, o teor elevado de SS é uma característica desejável. De acordo com a indústria, são necessários 11 kg de frutos com SS entre 11% a 12%, para a obtenção de 1 kg de suco concentrado a 50 °Brix. Assim sendo, quanto mais alto o valor de SS, menor será a quantidade de frutos necessária para a concentração do suco e maior o rendimento.

Em relação à acidez titulável, os maiores valores foram observados para o ASM (3,56%), fosetyl-Al (3,55%), Agro-mos<sup>®</sup> (3,29%), Cuprozeb<sup>®</sup> (3,24%) e gesso agrícola (3,24%). Os demais tratamentos não diferiram estatisticamente da testemunha. O maior ratio foi verificado nos frutos em que houve tratamento com fosfito de potássio (4,20), seguido pelo Agro-mos<sup>®</sup> (3,88), CPAC-GE (3,75) e fosetyl-Al (3,72). Muller (1977), citado por Collard et al. (2000), ressaltam que, ao contrário do consumo *in natura*, para a industrialização é importante que os frutos apresentem elevada acidez total titulável, o que diminui a adição de acidificantes e propicia melhoria nutricional, segurança alimentar e qualidade organoléptica. Quanto ao ratio, obtido a partir da relação entre sólidos solúveis totais e acidez total titulável, Nascimento et al. (2003) relatam que este é considerado uma das formas mais práticas de se avaliar o sabor dos frutos, e define a natureza doce-ácido dos mesmos (Costa et al., 2001), podendo sofrer variação em decorrência de fatores ambientais e dosagens de fertilizantes. Dessa forma, quanto maior o ratio, melhor a qualidade do fruto.

**TABELA 11.** Médias de pH, teor de sólidos solúveis (SS) e acidez titulável (AT) avaliados em frutos de maracujazeiro-azedo tratados com indutores de resistência. UnB/Embrapa Cerrados, Brasília, DF, 2010.

Produto	Caracteres			
	pH	SS (°Brix)	AT (%)	RATIO
Testemunha	2,74 a	9,22 a	2,60 a	3,61 a
Cuprozeb®	2,84 a	10,41 a	3,24 b	3,30 a
Gesso agrícola	2,71 a	11,02 b	3,24 b	3,51 a
ASM	2,77 a	11,15 b	3,56 b	3,24 a
CPAC-GE	2,72 a	11,22 b	3,08 a	3,75 b
Fosetyl-Al	2,78 a	11,76 b	3,55 b	3,72 b
Fosfito de potássio	2,80 a	11,91 b	2,95 a	4,20 c
Agro-mos®	2,80 a	12,29 b	3,29 b	3,88 b

As médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna, não diferem entre si, a 1% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

## Produtividade

Os resultados referentes à análise de variância da produtividade e número de frutos em plantas submetidas a tratamentos com diferentes produtos encontram-se na tabela 12. Houve diferenças significativas, a 1% de probabilidade, para ambas características avaliadas. Vários autores trabalham com a hipótese de que os indutores de resistência influenciam no desenvolvimento das culturas em função de doses e número de aplicações (Godard et al., 1999; Louws et al.; 2001, Redman et al., 2001). Como exemplo, no trabalho de Iriti & Faoro (2003) em feijoeiro, no qual conduziram experimentos com ASM em única dose, em casa de vegetação e telado para indução de resistência a *Uromyces appendiculatus*, os autores observaram que não houve diferenças no desenvolvimento da cultura nestes ambientes. No entanto, em campo, houve sensível diferença, principalmente devido à redução no número de vagens e no peso das sementes.

**TABELA 12.** Resumo da análise de variância dos dados relativos às variáveis peso de fruto (PF), número de frutos por planta (NF) e produtividade por hectare, avaliados plantas de maracujazeiro-azedo tratadas com indutores de resistência. UnB/Embrapa Cerrados, Brasília, DF, 2010.

Fonte de variação	GL	QM		
		PF	NF	PRODUTIVIDADE
Produtos	7	630,5049*	5671,8971**	369,1609**
Bloco	3	320,4160	155,8571	10,0389
Resíduo	21	283,2392	283,1590	16,6949
CV (%)	-	10,11	19,57	17,99

\*\*,\* : Significativo, a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Analisando a tabela 13, quanto ao peso de frutos, observam-se valores inferiores àqueles constantes na tabela 9, embora estatisticamente não tenha havido grandes alterações. Tal ocorrência deve-se ao fato de que, para o cálculo da produtividade, todos os frutos colhidos foram pesados e quantificados, conforme relatado na metodologia. Para a média do peso de frutos, foram analisados 80 frutos de cada tratamento, coletados no início da safra, quando, no caso do maracujazeiro, os frutos produzidos são maiores e mais pesados.

A partir da comparação de médias pelo teste de Tukey (tabela 13), observa-se que o maior número de frutos por planta foi observado no tratamento com fosfito de potássio (162,38 frutos), seguido pelo gesso agrícola (111,13 frutos), sendo que este último não diferiu estatisticamente do CPAC-GE (102,50 frutos) e do fosetyl-Al (74,88 frutos). As maiores produtividades foram constatadas no tratamento com fosfito de potássio (40,19 ton/ha), seguida pelo gesso agrícola (30,48 ton/ha) e pelo CPAC-GE (29,04 ton/ha). No entanto, estes últimos não diferiram estatisticamente do fosetyl-Al (21,20 ton/ha). Parcelas pulverizadas com fosfito de potássio tiveram um incremento de quase três vezes na produtividade em relação à testemunha. O Agromos<sup>®</sup>, Cuprozeb<sup>®</sup>, fosetyl-Al e ASM não diferiram estatisticamente da testemunha, apesar de, numericamente, parcelas tratadas com ASM (12,47 ton/ha) terem apresentado produtividade menor que a testemunha (15,00 ton/ha).

**TABELA 13.** Médias de peso de fruto (PF), número de frutos por planta (NF) e produtividade por hectare, avaliados plantas de maracujazeiro-azedo tratadas com indutores de resistência. UnB/Embrapa Cerrados, Brasília, DF, 2010.

Produto	Caracteres		
	Produtividade (ton/ha)	PF (g)	NF
ASM	12,47 a	162,06 a	48,19 a
Testemunha	15,00 a	157,50 a	59,25 a
Cuprozeb <sup>®</sup>	16,23 a	148,64 a	68,50 ab
Agro-mos <sup>®</sup>	17,10 a	178,62 a	61,23 a
Fosetyl-Al	21,20 ab	177,02 a	74,88 abc
CPAC-GE	29,04 b	182,81 a	102,50 bc
Gesso agrícola	30,48 b	170,99 a	111,13 c
Fosfito de potássio	40,19 c	154,66 a	162,38 d

As médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

O potencial do fosfito de potássio e do gesso agrícola no controle de doenças e nas características físico-químicas de frutos já foi relatado anteriormente. No entanto, ainda não era conhecido o efeito destes produtos sobre a produtividade do maracujazeiro e o presente trabalho abre perspectivas para o uso destes produtos na cultura em questão.

Com relação ao ASM, em diferentes experimentos de campo com plantas de tomate (Lows et al., 2001), pimentão (Romero et al., 2001) e fumo (Cole, 1999), a aplicação de ASM (semanalmente em tomateiro e pimentão e cinco aplicações nos campos com fumo) proporcionou significativo controle de bacterioses provocadas por *Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria* e por *Pseudomonas syringae* pv. *tabaci*, mas não elevou a produtividade das culturas. Na ausência de patógenos, a aplicação quinzenal de ASM provocou redução na produção e atraso na maturidade dos frutos de pimentão, sugerindo a presença de um custo energético para a planta quando a resistência induzida é expressa constitutivamente (Romero et al., 2001). Em campos de trigo onde doenças foliares estavam presentes, Stadnik & Buchenauer (1999) observaram que o efeito protetor ocasionado por fungicidas tradicionais resultou em maior produtividade comparada à proporcionada pela proteção com o ASM e interpretaram o fato como um consumo de energia decorrente da indução de resistência.

Segundo Di Piero (2004), de maneira geral, o efeito negativo do ASM na produtividade fica claro em situações onde o indutor é utilizado repetidas vezes e/ou em doses mais elevadas, principalmente na ausência de patógenos. Mesmo que o limiar de danos de uma cultura com relação a uma determinada doença seja atingido, o manejo inadequado dos indutores pode trazer mais prejuízos do que benefícios à produção. Louws et al. (2001) constataram a alternância do ASM com fungicidas cúpricos foliares, de forma que o ativador fosse aplicado quinzenalmente, resultou em controle da bacteriose e aumento na produção de frutos de tomate, fato não observado em 13 experimentos em campo nos Estados Unidos e Canadá onde o ativador de plantas havia sido aplicado semanalmente em tomateiro. Entretanto, conforme o presente trabalho, para maracujazeiro-azedo, mesmo em aplicações quinzenais, a produtividade das parcelas tratadas com ASM foi comprometida em relação aos demais produtos testados e à testemunha.

### **Coefficiente de correlação fenotípica**

Os coeficientes de correlação fenotípica estão dispostos na tabela 14.

Segundo Degenhardt et al. (2005), as correlações simples são utilizadas com frequência em plantas de ciclo longo, principalmente nas nativas. Seu conhecimento é útil, principalmente quando há dificuldade na seleção de um caráter, em razão de sua baixa herdabilidade, ou se este for de difícil mensuração ou identificação (Falconer, 1987). Em alguns casos, estas análises são consideradas suficientes para esclarecer relações entre caracteres de importância econômica para estas culturas. No presente estudo, o coeficiente de correlação fenotípica foi utilizado a fim de estabelecer relações entre a severidade das doenças nos frutos de maracujazeiro e suas características físicas, químicas e de produtividade.

**TABELA 14.** Estimativas dos coeficientes de correlação fenotípica entre 17 caracteres estudados em *Passiflora edulis*, incluindo peso de fruto (PF), peso de polpa acrescido de sementes (PP + PS), peso de polpa (PP), peso de sementes (PS), peso de casca (PC), espessura de casca (EC), diâmetro longitudinal (DL), diâmetro transversal (DT), teor de sólidos solúveis (SS) e acidez titulável (AT). UnB/Embrapa Cerrados, Brasília, DF, 2010.

	Peso	DL	DT	EC	PP+OS	PP	SS	pH	AT	Ratio	Virose	Bacteriose	Antracnose	Verrugose	NF/planta	Produção/planta (kg)
DL	0,708**															
DT	0,877**	0,705**														
EC	-0,336	-0,491**	-0,406*													
PP+PS	0,774**	0,642**	0,604**	-0,313												
PP	0,497**	0,491**	0,376*	-0,265	0,861**											
SS	0,457	0,503**	0,431*	-0,550**	0,485**	0,434*										
pH	-0,149	-0,018	-0,122	-0,119	-0,230	-0,116	0,228									
AT	0,199	0,224	0,225	-0,318	0,020	-0,074	0,586**	0,226								
Ratio	0,285	0,254	0,269	-0,370*	0,513**	0,534**	0,425*	-0,013	-0,342							
Virose	-0,458**	-0,612**	-0,277	0,365*	-0,462**	-0,446*	-0,534**	-0,051	-0,257	-0,308						
Bacteriose	-0,385*	-0,434*	-0,226	0,457**	-0,420*	-0,326	-0,524**	-0,048	-0,332	-0,188	0,464**					
Antracnose	-0,130	-0,027	-0,127	0,222	-0,082	-0,001	-0,121	-0,107	-0,200	0,101	0,068	0,605**				
Verrugose	-0,315	-0,420*	-0,206	0,444*	-0,247	-0,242	-0,672**	-0,266	-0,603**	-0,035	0,679**	0,483**	0,111			
NF/planta	0,412*	0,491**	0,304	-0,322	0,503**	0,403*	0,325	-0,038	-0,202	0,591**	-0,452**	-0,159	0,069	-0,202		
Produção/planta (kg)	0,518**	0,514**	0,432*	-0,307	0,546**	0,426*	0,363*	-0,090	-0,170	0,583**	-0,493**	-0,123	0,063	-0,252	0,974**	
Produção/ha (ton)	0,518**	0,514**	0,432*	-0,307	0,546**	0,426*	0,363*	-0,090	-0,170	0,583**	-0,493**	-0,123	0,063	-0,252	0,974**	1,000**

\*\*,\* : Significativo a 1 e 5% de probabilidade, pelo teste t.

A severidade da virose correlacionou-se negativamente, a 1% de probabilidade, sendo média com o diâmetro longitudinal de frutos (-0,612) e sólidos solúveis totais (-0,534). Houve também correlação negativa fraca, a 1% de probabilidade, desta variável com o peso de frutos (-0,458) e peso de polpa+sementes (-0,462) e a 5% de probabilidade com peso de polpa (-0,446). A severidade de virose correlacionou-se fraca e positivamente com a espessura de casca (0,365). Diversos autores, incluindo Santana e Lau (2002), já haviam relatado a influência desta doença sobre a qualidade dos frutos.

A severidade da bacteriose correlacionou-se fraca e positivamente, a 1% de probabilidade, com a severidade da virose (0,464) e, portanto, também com a espessura de casca (0,457) e com o diâmetro longitudinal de frutos (-0,434), sendo que a correlação com esta última característica foi negativa a 5% de probabilidade. Houve correlação fraca e negativa, a 5% de probabilidade, com o peso de frutos (-0,385) e peso de polpa+sementes (-0,420). A severidade da antracnose teve correlação média e positiva, a 1% de probabilidade, com a severidade da bacteriose (0,605).

A severidade da verrugose correlacionou-se média e positivamente com a severidade da virose (0,679) e fraca e positivamente com a severidade da bacteriose (0,483), a 1% de probabilidade. Houve também correlação desta característica média e negativamente, a 1% de probabilidade, com a acidez total titulável (-0,603) e com o teor de sólidos solúveis totais (-0,672). A 5% de probabilidade, houve correlação fraca e negativa com o diâmetro longitudinal (-0,420) e fraca e positiva com a espessura de casca (0,444). Possivelmente, os efeitos nas características físico-químicas constatadas neste caso são decorrentes da virose e bacteriose, correlacionadas positivamente com a verrugose, tendo em vista que nos frutos, as lesões são superficiais, não atingindo as partes internas e, portanto, não afetando a qualidade do suco.

## CONCLUSÕES

- Houve aumento significativo na produtividade das parcelas tratadas com fosfito de potássio, gesso agrícola e CPAC-GE, que proporcionaram aumento na produtividade de 3, 2 e 1,5 vezes, respectivamente, em relação à testemunha;
- Maiores quantidades de frutos por planta foram obtidas com fosfito de potássio, seguido pelo gesso agrícola, sendo que este último não diferiu estatisticamente do CPAC-GE e do fosetyl-Al;

- Quando as plantas estavam jovens, o menor número de folhas com sintomas de bacteriose por metro quadrado de espaldeira foi constatado quando se utilizou ASM e gesso agrícola. Já na avaliação em plantas adultas, todos os tratamentos causaram a redução no número de folhas com sintomas em relação à testemunha.
- O ASM controlou a bacteriose e verrugose nos frutos de maracujazeiro, mas não aumentou a produtividade em relação à testemunha;
- O maior crescimento de lesão da bacteriose em pós-colheita foi observado na testemunha, seguida pelo Cuprozeb<sup>®</sup>. Todos os demais produtos contribuíram para a redução do crescimento da lesão de bacteriose.
- Frutos com maior massa fresca foram obtidos com aplicações de gesso agrícola, CPAC-GE, fosetyl-Al, fosfito de potássio, Agro-mos<sup>®</sup> e Cuprozeb<sup>®</sup>.
- Com exceção do Cuprozeb<sup>®</sup>, todos os produtos testados proporcionaram incremento no teor de sólidos solúveis dos frutos. A maior acidez total titulável (ácido cítrico) foi obtida nos frutos cujas plantas foram tratadas com Cuprozeb<sup>®</sup>, gesso agrícola, Agro-mos<sup>®</sup>, fosetyl-Al e ASM. O maior ratio foi observado nos frutos tratados com fosfito de potássio.
- Foi demonstrado neste trabalho que indutores de resistência e fertilizantes foliares, como o fosfito de potássio e gesso agrícola podem ser produtos alternativos eficazes no controle de doenças do maracujazeiro, exceto a antracnose, contribuindo também para o incremento da produtividade.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, D.R. Formulações de extratos vegetais e micronutrientes na indução de resistência em mudas de cafeeiro contra *Cercospora coffeicola*. 2008. 92 p. Tese (Doutorado em Fitopatologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

ANFOKA, G.H. Benzo-(1,2,3)-thiadiazole-7-carbotioic acid S-metil ester induces systemic resistance in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill vc. Vollendung) to *Cucumber mosaic virus*. **Crop Protection** 19: 401-405. 2000.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official Methods of Analysis of the Association of the Analytical Chemists. 15. ed. Arlington, 1990. 2v.

BAYSAL, Ö.; SOYLU, E. M. & SOYLU, S. Induction of defense-related enzymes and resistance by the plant activator acibenzolar-S-methyl in tomato seedlings against bacterial canker caused by *Clavibacter michiganensis* ssp. *michiganensis*. **Plant Pathology** 52: 747–753. 2003.

BENATO, E.A.; SIGRIS, J.M.M.; HANASHIRO, M.M.; MAGALHÃES, M.J.M. & BINOTTI, C.S. Avaliação de fungicidas e produtos alternativos no controle de podridões pós-colheita em maracujá-amarelo. **Summa Phytopathologica** 28: 299-304. 2002.

BERGAMIN FILHO, A.; AMORIM, L. Doenças de Plantas Tropicais: Epidemiologia e Controle Econômico. São Paulo. Ceres. 1996.

BIGGS, A.R.; EL-KHOLI, M.M.; EL-NESHAWY, S. & NICKERSON, R. Effects of calcium salts on growth, polygalacturonase activity, and infection of peach fruit by *Monilinia fructicola*. *Plant Disease*, Saint Paul, v. 81, n. 4, p. 399-403, 1997.

BRACKMAN, A.; GIEHL, R.F.H.; SESTARI, I. & STEFFENS, C.A. Fosfitos para o controle de podridões pós-colheita em maçãs Fuji durante o armazenamento refrigerado. **Ciência Rural** 34: 1039-1042. 2004.

CAVALCANTI, F.R.; RESENDE, M.L.V.; LIMA, J.P.M.S.; SILVEIRA, J.A.G. & OLIVEIRA, J.T.A. Activities of antioxidant enzymes and photosynthetic responses in tomato pre-treated by plant activators and inoculated by *Xanthomonas vesicatoria*. **Physiological and Molecular Plant Pathology** 68:198-208. 2006.

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

DANTAS, S.A.F.; OLIVEIRA, S.M.A.; BEZERRA NETO, E.; COELHO, R.S.B. & SILVA, R.L.X. Indutores de resistência na proteção do mamão contra podridões pós-colheita. **Summa Phytopathologica** 30: 314-319. 2004.

DI PIERO, R.M. Indução de resistência e a produtividade das culturas. In: Anais da II Reunião brasileira sobre indução de resistência em plantas e IV Simpósio de controle de doenças de plantas. Palestras. 2004. p.80-82.

GAMA, A.J.M.; KORNDÖRFER, G.H.; JULIATTI, F.C.; FERREIRA, H.S. & DALTO, G. Controle da incidência e severidade de oídio em plantas de pepino através da aplicação de fontes de silício via solo e via foliar. Anais, 36º Congresso Brasileiro de Fitopatologia, Uberlândia, MG. 2003. pp. 696.

GODARD, J.F.; ZIADI, S.; MONOT, C.; CORRE, D.L. & SILUÉ, D. Benzothiadiazole (ASM) induces resistance in cauliflower (*Brassica oleracea* var. botrytis) to downy mildew of crucifers caused by *Peronospora parasitica*. **Crop Protection** 18: 397-405. 1999.

GRAHAM, R.D. & WEBB, M.J. Micronutrients and disease resistance and tolerance in plants. In: MORTVEDT, J.J.; COX, F.R.; SHUMAN, L.M.; WELCH, R.M. (Ed.). **Micronutrients in agriculture**. 2.ed. Madison: Soil Science Society of America, 1991. p.329-370.

GUZZO, S.D.; CASTRO, R.M. de; KYDA, K. & MARTINS, E.M.F. Ação protetora do acibenzolar-S - methyl em plantas de cafeeiro contra ferrugem. **Arquivo do Instituto Biológico** 68: 89-94. 2001.

HUBER, D.M. Papéis do nitrogênio e do enxofre na incidência e resistência às doenças de plantas. In: Simpósio sobre relações entre nutrição mineral e incidência de doenças de plantas, POTAFOS - Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e Fósforo, Piracicaba, SP. 2005. (Textos/slides, CD\_ROM)

HUBER, D.M. The role of mineral nutrition in defense. In: HORSFALL, J.G.; COWLING, E.B. **Plant pathology, an advanced treatise**. New York: Academic, 1980. p.381-406.

IRITI, M. & FAORO, F. Benzothiadiazole (BTH) induces cell-death independent resistance in *Phaseolus vulgaris* against *Uromyces appendiculatus*. **Journal of Phytopathology** 151: 171-180. 2003.

JUNQUEIRA, L.P.; JUNQUEIRA, N.T.V.; PEIXOTO, J.R.; ALENCAR, C.M.; VAZ, C.F.; LAGE, D.A.C. & BELLON, G. Efeito do gesso agrícola, pó de rocha silicatada e ferro EDTA no controle da bacteriose em maracujazeiro-azedo. Anais, 38º Congresso Brasileiro de Fitopatologia, Brasília, DF. 2005. pp. 62. (Suplemento).

JUNQUEIRA, N.T.V.; ANJOS, J.R.N.; SILVA, A.P.O.; CHAVES, R.C. & GOMES, A.C. Reação às doenças e produtividade de onze cultivares de maracujá-azedo cultivadas sem agrotóxico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília 38: 1005-1010. 2003.

JUNQUEIRA, N.T.V.; JUNQUEIRA, K.P.; BRAGA, M.F. & SILVA, D.G.P. Potencial de defensivos de origem vegetal e mineral para o controle de doenças em frutíferas tropicais.. In: Congresso Brasileiro de Defensivos Agrícolas Naturais (COBRADAN), 3, 2006, Belém-PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2006. p. 52-63.

JUNQUEIRA, N.T.V.; LAGE, D.A. da C.; BRAGA, M.F.; PEIXOTO, J.R.; BORGES, T.A. & ANDRADE, S. R. M. Reação a doenças e produtividade de um clone de maracujazeiro-azedo propagado por estaquia e enxertia em estacas herbáceas de passiflora silvestre. **Revista Brasileira de Fruticultura** 28: 97-100. 2006.

KORNDÖRFER, G.H. & RODRIGUES, F.A. Importância do silício na incidência e na resistência às doenças de plantas. In: Simpósio sobre relações entre nutrição mineral e incidência de doenças de plantas, POTAFOS - Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e Fosfato, Piracicaba, SP. 2005. (Textos/slides, CD\_ROM)

KUHN, O.J. Indução de resistência em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*) por acibenzolar-S-metil e *Bacillus cereus*: aspectos fisiológicos, bioquímicos e parâmetros de crescimento e produção. 2007. 140p. Tese (Doutorado em Fitopatologia) - Universidade de São Paulo. Escola Superior de Agricultura. "Luiz de Queiroz", Piracicaba, SP.

MARCHI, C.E.; BORGES, M.F. & RESENDE, M.L.V. Proteção induzida por benzotiadiazole contra a ferrugem-alaranjada (*Hemileia vastatrix*) em cafeeiro. **Ciência e Agrotecnologia** 26: 1103-1106. 2002.

MARTINS, E.M.; GUZZO, S.D.; CASTRO, R.M. & KYDA, K. Ação protetora do acibenzolar S-metil (Bion) em plantas de cafeeiro contra ferrugem. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 24., 1998, Poços de Caldas. Anais... Poços de Caldas, MG: Consócio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café, 1998. p.177-178.

MOREIRA, L.M. & MAY-DE MIO, L.L. Controle da podridão parda do pessegueiro com fungicidas e fosfitos avaliados em pré e pós-colheita. **Ciência e Agrotecnologia** 33: 405-411. 2009.

NOJOSA, G.B.A. Efeito de indutores na resistência de *Coffea arabica* L. a *Hemileia vastatrix* Berk & Br. e *Phoma costaricensis* Echandi. 2003. Tese (Doutorado em Fitopatologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

PASCHOLATI, S.F. Bioquímica, Fitopatologia e Indução de Resistência. **Fitopatologia Brasileira** 24: 241. 1999. (Suplemento)

PLANT DEFENSE BOOSTERS, Inc., 2004. Disponível em: <<http://plantdefenseboosters.com/elexa.html>>. Consulta em: 02/04/2007.

REDMAN, A.M.; CIPOLLINI, D. & SCHULTZ, J.C. Fitness costs of jasmonic acid-induced defense in tomato, *Lycopersicon esculentum*. **O ecologia** 126: 380-385. 2001.

RESENDE, M.L.V.; NOJOSA, G.B.A.; CAVALCANTI, L.S.; AGUILAR, N.A.G.; SILVA, L.H.C.P.; PERES, J.O.; ANDRADE, G.C.G.; CARVALHO, G.A.; CASTRO, R.M. Induction of resistance in cocoa against *Crinipellis pernicioso* and *Verticillium dahliae* by acibenzolar-S-metil (ASM). **Plant Pathology** 5:621-628. 2002.

RESENDE, M.L.V.; CAVALCANTI, F.R.; SANTOS, F.S.; AMARAL, D.R. & RIBEIRO JÚNIOR, P.M. Formulação para indução de resistência em plantas, a base de extrato vegetal obtido de folhas do cafeeiro. Pedido de patente INPI protocolo 0000220604167501). 2006.

RODRIGUES, F.A.; DATNOFF, L.E. & KORNDÖRFER, G.H. Mecanismos de resistência de plantas a patógenos mediados pelo silício. In: Simpósio sobre relações entre nutrição mineral e incidência de doenças de plantas, POTAFOS - Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e Fosfato, Piracicaba, SP. 2005. (Textos/slides, CD\_ROM)

ROMERO, A.M.; KOUSIK, C.S. & RITCHIE, D.F. Resistance to bacterial spot in bell pepper induced by acibenzolar-S-methyl. **Plant Disease** 85:189–194. 2001.

ROSA, R.C.T.; COELHO, R.S.B; TAVARES, S.C.C.H; CAVALCANTI, V.A.L.B. Efeito de indutores no controle de míldio em *Vitis labrusca*. *Summa phytopathol.* 2007, vol.33, n.1, pp. 68-73.

SILVA, L.H.C.P.; PERES, J.O.; ANDRADE, G.C.G.; CARVALHO, G.A. & CASTRO, R.M. Induction of resistance in cocoa against *Crinipellis pernicioso* and *Verticillium dahliae* by acibenzolar-S-metil (ASM). **Plant Pathology** 5: 621-628. 2002.

STADNIK, M.J. & BUCHENAUER, H. Effects of benzothiadiazole, kinetin and urea on the severity of powdery mildew and yield of winter wheat. **Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz** 106:476–489. 1999b.

VENÂNCIO, W.S.; ZAGONEL, J.; FURTADO, E.L.; SOUZA, N.L. & PERES, N.A.R. Novos fungicidas. II-Famamaxadone e Indutores de Resistência. **Revisão Anual de Patologia de Plantas** 8: 59-92. 2000.

ZACARONI, A.B. Formulações à base de extratos vegetais combinados ou não com indutores e fertilizantes foliares no manejo de bacterioses do algodoeiro e do feijoeiro. 2008. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A base genética do maracujazeiro-azedo comercial para resistência a doenças é muito estreita. Dessa forma, as espécies nativas, por apresentarem grande diversidade genética, podem contribuir para aumentar os graus de resistência das cultivares comerciais a doenças por meio de hibridações interespecíficas. No entanto, para se obter sucesso é necessário conhecer melhor o germoplasma de maracujazeiro quanto a sua diversidade e compatibilidade genética, bem como os hábitos fenológicos das espécies, tipos e graus de resistência a pragas e doenças, as barreiras reprodutivas naturais, assim como a variabilidade dos patógenos.

É necessário, portanto, continuar as avaliações do germoplasma existente às diversas doenças, e não somente a bacteriose, já que em campo, normalmente, ocorre infecção múltipla. Também é importante introduzir novas espécies por meio de intercâmbio e obter outras gerações de híbridos por cruzamentos diretos ou indiretos das cultivares comerciais com outras espécies com resistência à bacteriose, antracnose e à virose do endurecimento do fruto, considerando-se também as características relativas à produtividade e qualidade de frutos para o mercado.

Quanto ao controle alternativo de doenças, verificou-se no presente trabalho as possibilidades de produtos alternativos com enfoque não somente na redução da severidade das doenças, mas também no aumento da produtividade do maracujazeiro a custos menores, como é o caso do gesso agrícola acidificado, aplicado por pulverização foliar. Tem se obtido sucesso no uso deste produto alternado, quinzenalmente, com o fosfito de potássio em áreas de produtores. A vantagem econômica é que o custo do gesso agrícola (subproduto da fabricação de superfosfato simples) é cerca de 8000 vezes menor do que o ASM, e proporcionou produtividade duas vezes superior aquela alcançada com esse produto. Outro aspecto a ser considerado são as perspectivas de uso do gesso na agricultura orgânica, já que este também pode ser obtido a partir da rocha gipsita, com composição similar. Estudos acerca do mecanismo bioquímico de ação deste e de outros produtos alternativos na planta são importantes e já estão em andamento. Sugere-se que o gesso agrícola via foliar seja testado para controle de doenças de outras culturas de importância econômica.