

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
JORGE LUIS MACIEL

EFICIÊNCIA DE *Bacillus* spp. NO CONTROLE BIOLÓGICO DA MANCHA
AUREOLADA DO CAFEIEIRO EM CAMPO

Monte Carmelo
2020

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
JORGE LUIS MACIEL

EFICIÊNCIA DE *Bacillus* spp. NO CONTROLE BIOLÓGICO DA MANCHA
AUREOLADA DO CAFEIEIRO EM CAMPO

Trabalho de Conclusão apresentado ao curso de Agronomia, Campus Monte Carmelo, da Universidade Federal de Uberlândia, como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Bruno Sérgio Vieira

Monte Carmelo
2020

JORGE LUIS MACIEL

EFICIÊNCIA DE *Bacillus* spp. NO CONTROLE BIOLÓGICO DA MANCHA
AUREOLADA DO CAFEEIRO EM CAMPO

Trabalho de Conclusão apresentado ao curso de
Agronomia, Campus Monte Carmelo, da
Universidade Federal de Uberlândia, como
requisito necessário para obtenção do grau de
Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Bruno Sérgio Vieira

Monte Carmelo, 06 de outubro de 2020.

Banca Examinadora

Prof. Dr. Bruno Sérgio Vieira
Orientador

Prof^a. Dr^a. Gleice Aparecida de Assis
Membro da Banca

Prof^a. Dr^a. Vanessa Andaló Mendes de Carvalho
Membro da Banca

Monte Carmelo
2020

RESUMO

O café é um dos produtos agrícolas de maior geração de riquezas do PIB agrícola mundial. Dentre as doenças bacterianas que afetam a cultura, a mancha aureolada, causada por *Pseudomonas syringae* pv. *garcae*, é uma das principais devido as perdas que causa na produção. Em função da importância econômica da cultura e da escassez de informações sobre o controle biológico de *P. syringae* pv. *garcae*, teve-se como objetivo avaliar a eficiência de isolados de *Bacillus* spp. no manejo da mancha aureolada no cafeeiro em condições de campo. O experimento foi conduzido em lavoura de café (*Coffea arabica*) cv. Mundo Novo entre junho de 2019 e outubro de 2019 em Monte Carmelo-MG. Os tratamentos foram dispostos em blocos casualizados (DBC) com cinco repetições, compostos por isolados de *Bacillus* spp: B18 (*B. subtilis*), B22 (*B. thuringiensis* serovar *israelensis*), B05 (*B. methylotrophicus*), B53 (*B. safensis*), B202 (*B. subtilis*) e B33 (*B. subtilis*); fungicida cúprico e testemunha (água). Foram realizadas oito pulverizações e avaliada a severidade da doença a cada 15 dias. Os tratamentos não diferiram significativamente entre si quanto à severidade da mancha aureolada em cafeeiro no experimento em campo, os mesmos isolados obtiveram controle significativo em experimento em casa de vegetação.

Palavras-chave: *Pseudomonas syringae* pv. *garcae*; *Coffea arabica*; Severidade.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	5
2 OBJETIVO.....	6
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	6
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	8
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	10
6 CONCLUSÃO.....	13
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	13
ANEXO A.....	16

1 INTRODUÇÃO

O cafeeiro (*Coffea* spp.) é uma planta perene pertencente à família Rubiaceae, tem como espécies mais cultivadas *Coffea arabica* L. e *Coffea canephora* Pierre. É um dos produtos agrícolas de maior geração de riquezas, possuindo grande importância econômica (ESPADALÉ; LAMPURLANÉS; AUBERT, 2008). O Brasil é o maior produtor de café do mundo, produzindo em torno de 59 milhões de sacas de 60 kg (FARRER, 2019).

O cafeeiro apresenta suscetibilidade a vários patógenos. Dentre as doenças bacterianas que afetam a cultura, a mancha aureolada, causada por *Pseudomonas syringae* pv. *garcae*, é uma das principais devido as perdas que causa na produção (RODRIGUES et al., 2013). Tem-se tornado limitante em regiões mais frias, em face exposta ao vento (SERA, 2001). No cerrado ocorre em áreas de maior altitude e expostas ao vento.

A doença incide sobre folhas, rosetas, frutos novos e ramos do cafeeiro, atingindo mudas em viveiros e plantas mais novas no campo. Nas folhas mais velhas, os sintomas consistem em manchas de conformação irregular, de coloração pardo-escuro, envolvidas por halo amarelo, característico da doença. Em folhas novas, o halo amarelo nas lesões circulares pode não ser notado, mas é possível perceber uma transparência desta região observando as folhas atacadas contra a luz. No viveiro, a doença provoca queima das folhas e necrose dos tecidos jovens (ZAMBOLIM; VALE; ZAMBOLIM, 2005).

O controle químico é a principal medida empregada atualmente, com uso de produtos pouco eficientes para o controle da bacteriose, com a pulverização de antibióticos, fungicidas cúpricos e bacteriostáticos (BELAN; POZZA; SOUZA, 2014).

Como os sintomas da doença podem ser confundidos com aqueles provocados por outras doenças fúngicas, como mancha de *Phoma/Ascochyta*, tem-se observado alguns casos em que foi orientado o uso de produtos de forma incorreta, sendo este um fator agravante (MATIELLO; ALMEIDA, 2013).

De acordo com Silva et al. (2019), o emprego de bactérias do gênero *Bacillus* spp. é uma possibilidade potencial para o controle biológico da mancha aureolada.

Isolados de *Bacillus* spp. produzem uma estrutura de resistência chamada endósporo, a qual possibilita a sua maior sobrevivência no ambiente e maior vida de prateleira de bioprodutos e apresentam múltiplos mecanismos antagônicos (antibiose, competição por espaço e nutrientes, síntese de substâncias antimicrobianas, produção de compostos inespecíficos como amônia, ácido cianídrico e sideróforos) contra fitopatógenos (LANNA; FERRO; PINHO, 2010).

A mancha aureolada torna-se preocupante pela ausência de medidas adequadas de controle, que leva a perdas econômicas e ao aumento no custo de produção em regiões mais favoráveis à sua incidência. A falta de informações sobre a dinâmica desta doença, a ausência de produtos específicos registrados e o desenvolvimento de resistência do patógeno a antibióticos têm dificultado o controle da mesma (JESUS JUNIOR et al., 2002).

Considerando que atualmente existe a necessidade de busca pelo desenvolvimento sustentável e o emprego de formas menos impactantes de produção (SANTOS, 2009), a utilização de *Bacillus* spp. no controle biológico da mancha aureolada do cafeeiro pode ser uma importante ferramenta dentro de um programa de manejo integrado da doença, em sistema de cultivo convencional ou orgânico (SILVA et al., 2019).

Em trabalho anterior realizado por Silva et al., (2019) obteve-se que, os isolados B18 (*B. subtilis*), B22 (*B. thuringiensis serovar israelensis*), B05 (*B. methylotrophicus*), B53 (*B. safensis*), B202 (*B. subtilis*) e B33 (*B. subtilis*), da coleção de bactérias do LAMIF (Laboratório de Microbiologia e Fitopatologia da Universidade Federal de Uberlândia/Campus Monte Carmelo), reduziram em mais de 80% a severidade da mancha aureolada em casa de vegetação. Além disso, esses isolados produziram *in vitro* amônia, ácido cianídrico e sideróforos. Experimentos em condições de campo precisavam ser conduzidos para corroborar o potencial desses isolados para o manejo da mancha aureolada.

2 OBJETIVO

Em função da importância econômica da cultura e da escassez de informações sobre o controle biológico de *P. syringae* pv. *garcae* e dos promissores resultados encontrado por Silva et al. (2019) em casa de vegetação, teve-se como objetivo nesse trabalho avaliar a eficiência dos isolados de *Bacillus* spp. no controle biológico da mancha aureolada no cafeeiro em condições de campo.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

O cafeeiro é uma cultura de extrema importância na economia brasileira, tanto no mercado interno (grãos verdes, torrados e moídos) quanto externo (grãos verdes), gerando renda e emprego. O Brasil é o maior produtor dessa *commodity* (UNITED STATES DEPARTMENT AGRICULTURE, USDA, 2018). A região do Sul/Sudoeste de Minas Gerais tem grande aptidão

e tradição na cafeicultura, destacando-se a nível nacional. O cerrado mineiro também se destaca pela produção de café especial (VALE; CALDERARO; FAGUNDES, 2014).

A mancha aureolada do cafeeiro, causada por *P. syringae pv. garcae*, é uma bacteriose que está presente nas principais regiões produtoras de café como São Paulo, Paraná e Minas Gerais, especialmente nas regiões do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba (BELAN; POZZA; SOUZA, 2014).

Nas lavouras implantadas em regiões de altitudes maiores e desprotegidas da ação de ventos frios, ou em épocas de temperaturas amenas e com alta umidade relativa do ar, a mancha aureolada provoca desfolha e seca necrótica de ramos laterais e, em casos mais graves, de ramos verticais ou ortotrópicos, reduzindo, conseqüentemente, o crescimento e a produção. A doença incide nas folhas, frutos novos e extremidades de ramos em crescimento. Nas folhas mais velhas, os sintomas consistem de manchas de conformação irregular, de coloração pardo-escura, envolvidas por halo amarelo (ZAMBOLIM et al., 1997).

A disseminação ocorre a curtas distâncias pela ação dos respingos de chuva, ventos e granizos. Nessas condições, a bactéria é disseminada na mesma planta ou de uma planta para outra. A longas distâncias, a disseminação acontece por meio de mudas infectadas com o patógeno. A disseminação também é favorecida em lavouras em formação com plantas com três a quatro anos de idade e em cafezais em reforma com podas que estão sujeitos a ventos constantes e frios e após longos períodos de umidade elevada e em viveiros de mudas adensados e com excesso de umidade (RODRIGUES et al., 2013).

O fitopatógeno consegue sobreviver em restos de cultura presentes no solo em períodos de baixa pluviosidade, sobrevivendo como microrganismo epífita e permanece na superfície abaxial das folhas sem penetrar nos tecidos vegetais, não causando assim a doença na planta até que encontrem condições ideais para causarem infecções (ZOCOLLI; TAKATSU; UESUGI, 2011).

Essa bactéria é Gram-negativa, aeróbia estrita, apresenta células em formato de bastonete, movimenta-se por flagelos polares e variam de 0,5-1,0 µm de diâmetro e 1,5-5,0 µm de comprimento. Pertence ao filo Proteobacteria, classe Gamma Proteobacteria, ordem Pseudomonadales, família Pseudomonadaceae, gênero *Pseudomonas*, espécie *P. syringae* e *P. syringae pv. garcae*. Em meio de cultura as colônias apresentam cor branca a creme com bordas irregulares e ao redor do crescimento apresentam coloração marrom devido à produção de melanina (BARTA; WILLIS, 2005).

Compostos cúpricos vêm sendo utilizados para controle devido à sua relativa eficácia, ao baixo custo e baixo efeito tóxico em mamíferos, o que os torna econômica e ecologicamente

adequados (ARAUJO et al., 2003). Entretanto, esses fungicidas devem ser aplicados antes do estabelecimento da doença na planta, pois atuam como protetores (ITHIRU et al., 2013). Também são utilizadas cultivares resistentes para o plantio de mudas, dentre as quais se destaca a IPR 102, a qual apresenta resistência completa (SERA; SERA; FAZUOLI, 2017). Já as cultivares IPR 108, IPR 104, IAPAR 59 e IPR 103 apresentam resistência parcial (ITO et al., 2007). Também se utilizam quebra-vento e produtos bacteriostáticos (BELAN; POZZA; SOUZA, 2014).

Os viveiros devem ser isentos da doença, instalados em locais livres de ventos frios, realizando o correto manejo da adubação e irrigação e escolher a implantação de cultivar resistente a bactéria (SERA, 2004).

Em relação ao controle biológico, resultados positivos com uso de *Bacillus* spp. em casa de vegetação no biocontrole de diversos fitopatógenos foram evidenciados por alguns autores, os quais constataram a redução da severidade de diversas doenças (LANNA; FERRO; PINHO, 2010). Em estudo realizado por Silva et al. (2019), os isolados B18 (*B. subtilis*), B22 (*B. thuringiensis serovar israelensis*), B05 (*B. methylotrophicus*), B53 (*B. safensis*), B202 (*B. subtilis*) e B33 (*B. subtilis*), da coleção de bactérias do LAMIF (Laboratório de Microbiologia e Fitopatologia da Universidade Federal de Uberlândia/Campus Monte Carmelo), reduziram em mais de 80% a severidade da mancha aureolada em casa de vegetação, o que justifica a continuidade dos experimentos em campo.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em lavoura cafeeira cv. Mundo Novo entre junho e outubro de 2019, na Fazenda ALCAAN em Monte Carmelo, MG, Brasil (18°48'50.4" S e 47°26'26.3" W) a 977 m de altitude. As plantas tinham sete anos de idade, 2,40 m de altura e o espaçamento da cultura de 3,8 m entre linhas e 0,7 m entre plantas. A lavoura era irrigada por gotejamento e não apresentava carga pendente devido à recente poda por esqueletamento a 30 cm do ramo ortotrópico, realizada no mês de agosto de 2018. A área apresenta histórico frequente da ocorrência da mancha aureolada. Os tratamentos foram dispostos em blocos casualizados (DBC) com cinco repetições. As parcelas experimentais foram caracterizadas por uma fileira com nove plantas e comprimento de 6,3 m. As avaliações foram feitas em ramos do terço médio marcados de cinco plantas centrais em cada parcela, sendo quatro ramos no lado do poente e quatro ramos do lado do nascente. Os tratamentos foram:

- 1) B18 – *Bacillus subtilis*;

- 2) B22 – *Bacillus thuringiensis*;
- 3) B05 – *Bacillus methylophilus*;
- 4) B53 – *Bacillus safensis*;
- 5) B202 – *Bacillus subtilis*;
- 6) B33 – *Bacillus subtilis*;
- 7) Fungicida cúprico – Hidróxido de cobre;
- 8) Testemunha – Água;

A dose utilizada para os tratamentos à base de *Bacillus* foi de 0,5 L ha⁻¹ de uma suspensão contendo 1×10^9 UFC mL⁻¹, com um volume de calda 500 L ha⁻¹. A dose do fungicida cúprico foi de 2,5 Kg ha⁻¹, com um volume de calda 500 L ha⁻¹. Para a testemunha utilizou-se um volume de calda de 500 L ha⁻¹.

Os isolados fazem parte do acervo do LAMIF. Os isolados foram cultivados em frascos erlenmeyers de 250 mL contendo 100 mL por frasco do meio de cultura líquido 523 proposto por Kado & Heskett (1970). Os erlenmeyers, após a repicagem de cada isolado, foram acondicionados em um agitador orbital (shaker) a 150 rpm, a temperatura de 28°C durante cinco dias no escuro. A concentração de cada suspensão dos antagonistas foi ajustada em espectrofotômetro (A 540 nm = 0.2) até obter a concentração de 10^9 UFC mL⁻¹.

Em todas as pulverizações, de todos os tratamentos, foi adicionada sacarose (açúcar cristal comercial) na concentração de 1g L⁻¹, com a finalidade de espalhante adesivo.

As pulverizações foram realizadas com um pulverizador atomizador costal Stihl SR 420. Foi realizada uma pulverização a cada 15 dias, durante quatro meses, sendo a primeira realizada dia 24 de junho de 2019 e a última no dia 06 de outubro de 2019, no período da tarde.

A primeira avaliação da bacteriose foi realizada no dia da primeira pulverização e as demais avaliações, 15 dias após a primeira pulverização e de 15 em 15 dias até o final do experimento. Foi avaliada a severidade da doença, seguindo a escala de Belan et al. (2014).

Os dados foram integralizados na área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) calculada pela fórmula: $AACPD = \sum((Y_i + Y_{i+1})/2) (t_{i+1} - t_i)$, onde: Y é a intensidade da doença (nota atribuída de acordo com a escala diagramática usada) (BELAN et al., 2014); t é o tempo (intervalo entre as avaliações, em dias); e i representa o número de avaliações no tempo. Foram realizados os testes de Shapiro-Wilks e Bartlett para testar a normalidade e homogeneidade das variâncias, respectivamente. Foi realizada a análise de variância (ANOVA, Teste F a 5% de probabilidade) utilizando o software estatístico R (R development team, 2006).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve diferença significativa para a área abaixo da curva de progresso da mancha aureolada causada por *P. syringae* pv. *garcae* em cafeeiro em função dos diferentes isolados testados e do fungicida cúprico, apresentando resultado significativamente igual a testemunha (Tabela 1), demonstrando, dessa forma, que os tratamentos não controlaram a doença, nas condições do experimento.

Tabela 1. Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) em cafeeiro para os diferentes tratamentos

Tratamentos	AACPD
T3 - B05	154,50 a
T8 - Testemunha	153,00 a
T2 - B22	151,55 a
T7 - Fungicida cúprico	147,00 a
T1 - B18	144,00 a
T4 - B53	142,50 a
T5 - B202	142,50 a
T6 - B33	140,70 a

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de F ao nível de 5% de probabilidade.

Uma das principais características dos fungicidas cúpricos é a de ser protetor, de contato, pouco absorvido pela cutícula e não sistêmico. Por atuarem como protetores, os fungicidas cúpricos devem ser aplicados antes do estabelecimento da doença na planta (ITHIRU et al., 2013) ou seja, antes mesmo da planta manifestar os sintomas. Quando o experimento se iniciou todas as plantas apresentavam folhas com sintomas da doença, estando enquadradas no nível 2 (1,0 a 2,0% em média) (Tabela 2). O fato do cobre ter sido pulverizado quando as plantas já manifestavam esses sintomas pode justificar a baixa eficiência e aumento da severidade da mancha aureolada no tempo. Apesar do cobre proteger tecidos vegetais ainda sadios, esse aspecto não foi observado nesse trabalho.

Tabela 2. Avaliação da severidade da mancha aureolada em cafeeiro, segundo escala de Belan (2014), no início do experimento (24/06/2019)

Tratamentos	Severidade média
T3 - B05	1,82%
T5 - B202	1,75%
T2 - B22	1,70%
T7 - Fungicida cúprico	1,68%
T1 - B18	1,64%
T8 - Testemunha	1,60%
T6 - B33	1,60%
T4 - B53	1,49%

A bula de alguns produtos utilizados no controle biológico à base de *Bacillus* spp. recomenda evitar aplicações em condições de baixa umidade relativa do ar (menores que 60%) e altas temperaturas (maiores que 30°C). Nas três últimas aplicações foram registradas temperaturas acima do limite recomendado. A umidade relativa do ar também foi inferior ao recomendado em duas das aplicações (Tabela 3). As aplicações foram realizadas em horários distintos, muitas vezes coincidindo com alta incidência de radiação solar e alta temperatura no período da tarde, podendo ter influenciado na sobrevivência dos isolados bacterianos na superfície vegetal.

Tabela 3. Dados meteorológicos registrados nas datas das aplicações (2019)

Data da aplicação	Temperatura (°C)	Umidade Relativa (%)
24/06	26,5	76
08/07	24,9	65
22/07	24,9	70
11/08	29,8	63
26/08	29,0	69
07/09	30,3	55
22/09	35,4	48
06/10	32,8	61

Fonte: Sismet Cooxupé.

Em condições ambientais adversas, como baixa umidade relativa do ar e alta radiação solar, o efeito benéfico proporcionado por bactérias pode não ser alcançado de modo satisfatório, pois tais condições ambientais podem ser deletérias as atividades bacterianas (FERRAZ et al., 2015).

Outro fator limitante se refere à forma de produção dos isolados de *Bacillus* spp. no laboratório, que apesar de ter acontecido em condições controladas, não contou com ajustes de parâmetros específicos, tais como oxigênio dissolvido e controle de pH, como ocorre nas produções industriais. Vale destacar que os isolados utilizados no presente trabalho não são comerciais, portanto não possuem uma formulação adequada, tais como adição de adjuvantes, umectantes e protetores contra radiação UV. Uma sugestão para futuros trabalhos seria adicionar um tratamento com um produto comercial à base de *Bacillus* sp.

Em trabalho realizado por Silva et al. (2019), em condições de casa de vegetação, os mesmos isolados de *Bacillus* (B05, B18, B22, B33, B53 e B202) foram eficientes no controle da mancha aureolada, diminuindo significativamente a severidade da doença e não diferiram significativamente entre si. Esses isolados controlaram em 84,3%; 86,3%; 84,3%; 80,4%; 80,4% e 80,4%, respectivamente, os sintomas da mancha aureolada em mudas de café. Um dos possíveis motivos dos resultados não terem sido corroborados em campo, é que em casa de vegetação as condições de temperatura e molhamento foliar do experimento foram controladas (temperatura de 25°C e molhamento foliar de 48 horas após as pulverizações (Silva et al. 2019), o que não aconteceu em campo. Outro fator importante é que no experimento realizado por Silva et al. (2019) *P. syringae* pv. *garcae* foi inoculada nas plantas de café após as pulverizações com os diferentes isolados de *Bacillus* sp, ou seja, as aplicações dos antagonistas foram preventivas. Nesse caso, as bactérias antagonistas podem colonizar a superfície vegetal sadia e produzir metabólitos previamente à colonização da bactéria fitopatogênica, inibindo seu crescimento, conseqüentemente sua penetração no tecido vegetal. Já no presente trabalho as plantas do experimento já estavam infectadas por *P. syringae* pv. *garcae* e o local apresentava condições favoráveis à disseminação da bactéria pelo vento (altitude acima de 900 m).

Resultados positivos com uso de *Bacillus* spp. em casa de vegetação no biocontrole de diversos fitopatógenos foram evidenciados por alguns autores, os quais constataram a redução da severidade de diversas doenças. Atualmente, bioprodutos à base de *B. subtilis* mostram-se efetivos na redução de doenças no campo, além de serem menos agressivos ao meio ambiente. Pautando assim, na principal tendência mundial, que visa estudos com microrganismos no

controle de doenças, almejando a redução drástica de produtos químicos que causam distúrbios ambientais importantes (LANNA; FERRO; PINHO, 2010).

6 CONCLUSÃO

No presente trabalho, os isolados de *Bacillus* spp. (B05, B18, B22, B33, B53 e B202) não foram eficientes em diminuir a severidade da mancha aureolada do cafeeiro em condições de campo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAUJO, J.S.P.; ROBBS, C.F.; RIBEIRO, R.L.D. Manejo integrado de fitobactérias de importância econômica no Brasil. Parte I. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v.11, p.107-131, 2003.

BARTA, T. M.; WILLS, D. K. Biological and molecular evidence that *Pseudomonas syringae* pathovars *coronafaciens*, *striafaciens* and *garcae* are likely the same pathovar. **Journal of Phytopathology**, v. 153, 2005, p. 492-499.

BELAN, L. L.; POZZA, E. A.; FREITAS, M. L. de O.; SOUZA, L. M. de; JUNIOR, W. C. de J.; OLIVEIRA, J. M. Diagrammatic scale for assessment bacterial blight in coffee. **Journal of Phytopathology**, v. 162, n 11-12, 2014, p. 801-810.

BELAN, L. L.; POZZA, E. A.; SOUZA, R. M. A mancha aureolada do cafeeiro. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v. 22, p. 227-256, 2014.

ESPADALÉ, R. M. A.; LAMPURLANÉS, X. S.; AUBERT, A. C. Exposición laboral a hongos en una planta de procesamiento de café. **Medicina y Seguridad del Trabajo**, Madrid, v. 54, p. 31- 37, 2008.

FARRER, J. Top 10 coffee producing countries around the world. **Farrers coffee**, 2019. Disponível em: <<https://farrerscoffee.co.uk/top-10-coffee-producing-countries-around-the-world/>>. Acesso em: 19 set. 2020.

FERRAZ, H.G.M.; RESENDE, R.S.; MOREIRA, P.C.; SILVEIRA, P.R.; MILAGRES, E.A.; OLIVEIRA, J.R.; RODRIGUES, F.A. Antagonistic rhizobacteria and jasmonic acid induce resistance against tomato bacterial spot. **Bragantia** V. 74, p.417-427, 2015.

ITHIRU, J. M.; GICHURU E. K.; GITONGA P. N.; CHESEREK J. J.; GICHIMU B. M. Methods for early evaluation for resistance to bacterial blight of coffee. **African Journal of Agriculture Research**, v. 8, n. 21, p. 2450-2454, 2013.

ITO, D. S.; SERA, T.; SERA, G. H.; ALEGRE, C. R.; RIBEIRO, C.; MATA, J. S. da; KANAYAMA, F. S.; AZEVEDO, J. A. de. Resistência da cultivar de café IPR-102 (*Coffea arabica* L.) à mancha aureolada (*Pseudomonas syringae* pv. *garcae*). In: Simpósio de

pesquisa dos cafés do Brasil, 5., 2007, Águas de Lindóia. **Anais...** Brasília: Embrapa Café, 2007.

JESUS JUNIOR, W.C.J.; ZAMBOLIM, L.; SILVA, H.S.; VALE, F.X.R.; SILVA, C.L. Controle químico da mancha aureolada do cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**, v.27, p.61, 2002.

KADO, C. I.; HESKETT, M. G. Selective media for isolation of *Agrobacterium*, *Corynebacterium*, *Erwinia*, *Pseudomonas* and *Xanthomonas*. **Phytopathology**, St. Paul, v.60, p.969-976, 1970.

LANNA F. R.; FERRO, H. M.; PINHO, R. S. C. Controle biológico mediado por *Bacillus subtilis*. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 4, n. 2, p. 12-20, 2010.

MATIELLO, J. B.; ALMEIDA, S. R. Diferenciação no ataque de *Phoma* e *Pseudomonas*. **Clube de Tecnologia Cafeeira**, p. 01-05, 2013.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2006. Disponível em: <<http://www.R-project.org>>. Acesso em: 01 ago. 2020.

RODRIGUES L. M. V; ALMEIDA, I. M. G de; PATRÍCIO, F. R A.; BERIAM, L. O. S; MACIEL, K. W.; BRAGHINI, M. T; FILHO, O. G. **Mancha aureolada do cafeeiro causada por *Pseudomonas syringae* pv. *garcae***. Campinas: Instituto Agrônômico, 2013. 24 p. (Série Tecnologia Apta. Boletim técnico IAC, 212).

SANTOS, A. B. dos. **Diversidade de visitantes florais e potenciais polinizadores de tomateiros (*Solanum lycopersicum* L.) em cultivos orgânicos e tradicionais**. 2009. 139 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão.

SERA, G. H.; SERA, T; ALTÉIA, M. Z.; FILHO, A. A.; AZEVEDO, J. A. DE; PETEK, M. R.; ITO, D. S. Associação de *Pseudomonas syringae* pv. *garcae* com algumas características agrônômicas em cafeeiro F2 segregantes para o gene *erecta*. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 5, p. 974-977, 2004.

SERA, G. H.; SERA, T.; FAZUOLI, L. C. IPR 102 - Cultivar anã de café arábica com resistência à ferrugem bacteriana. **Applied Biotechnology**, v. 17, n. 4, p. 403-407, 2017.

SILVA, F. J; VIEIRA, B. S.; SIQUIEROLI, A. C. S. Biological control of *Pseudomonas syringae* pv. *garcae* in coffee crop with *Bacillus* spp. isolates. **Científica**, v.47, n.4, p.364–370, 2019.

SISMET COOXUPÉ. Dados estações meteorológicas. Disponível em: <<http://sismet.cooxupe.com.br:9000/dados/estacao/pesquisarDados/?estCooxupe=1&cdEstacao=12>>. Acesso em: 19 set. 2020.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Production, supply and distribution online**. Disponível em: <<http://www.fas.usda.gov/psdonline/>>. Acesso em: 11 maio 2019.

























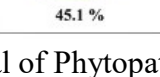
VALE, A. R. do; CALDERARO, R. A. P.; FAGUNDES, F. N. A cafeicultura em Minas Gerais: estudo comparativo entre as regiões Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba e Sul/Sudoeste. **Campo-Território: Revista de Geografia Agrária**, v.9, n.18, p.1-23, 2014.

ZAMBOLIM, L.; VALE, F. X. R. do; PEREIRA, A. A.; CHAVES, G. M. Café (*Coffea arabica* L.): controle de doenças. In: VALE, F. X. R. do; ZAMBOLIM, L. (Eds.). **Controle de doenças de plantas**. Viçosa: UFV; Brasília, DF: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1997. cap. 3, p. 120-122.

ZAMBOLIM, L.; VALE, F. X. R.; ZAMBOLIM, E.M. Doenças do Cafeeiro. In: KIMATI, A.; AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A. **Manual de Fitopatologia**. 4.ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. v.2, p.165-180.

ZOCCOLI, D. M.; TAKATSU, A.; UESUGI, C. H. Ocorrência de mancha aureolada em cafeeiros na Região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba. **Bragantia**, v. 70, n. 4, p. 843-849, 2011.

ANEXO A – Escala diagramática para avaliar a severidade de *Pseudomonas syringae* pv. *garcae*.

Level 0 (0.0 %)	 0.0 %	 0.0 %	 0.0 %
Level 1 (0.1 - 0.99 %)	 0.4 %	 0.6 %	 1.0 %
Level 2 (1.0 - 2.0 %)	 1.2 %	 1.7 %	 1.9 %
Level 3 (2.01 - 4.0 %)	 2.1 %	 2.6 %	 3.6 %
Level 4 (4.01 - 8.0 %)	 4.1 %	 5.9 %	 7.8 %
Level 5 (8.01 - 16.0 %)	 8.4 %	 10.0 %	 14.2 %
Level 6 (16.01 - 25.0 %)	 16.6 %	 22.9 %	 24.1 %
Level 7 (25.01 - 45.0 %)	 25.2 %	 35.0 %	 43.4 %
Level 8 (≥ 45.1 %)		 45.1 %	

Fonte: Belan - Journal of Phytopathology.