

LETÍCIA RODRIGUES OLIVEIRA

**SOBREVIVÊNCIA DE *Xanthomonas phaseoli* PV. *phaseoli* EM SOLOS E
PLANTAS CULTIVADAS**

Botucatu

2021

LETÍCIA RODRIGUES OLIVEIRA

**SOBREVIVÊNCIA DE *Xanthomonas phaseoli* PV. *phaseoli* EM SOLOS E
PLANTAS CULTIVADAS**

Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agronômicas da Unesp Câmpus
de Botucatu, para obtenção do título de
Mestre em Agronomia – Proteção de
Plantas

Orientador: Prof. Dr. Antonio Carlos
Maringoni

Coorientador: Prof. Dr. Tadeu Antônio
Fernandes da Silva Júnior

Botucatu

2021

O48s	Oliveira, Leticia Rodrigues Sobrevivência de <i>Xanthomonas phaseoli</i> pv. <i>phaseoli</i> em solos e plantas cultivadas / Leticia Rodrigues Oliveira. -- Botucatu, 2021 40 p. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu Orientador: Antonio Carlos Maringoni Coorientador: Tadeu Antônio Fernandes da Silva Júnior 1. Bactéria fitopatogênica. 2. Crescimento bacteriano comum. 3. Ecologia. 4. Feijão. 5. <i>Phaseolus vulgaris</i>. I. Título.
------	--

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: SOBREVIVÊNCIA DE *Xanthomonas phaseoli* PV. *phaseoli* EM SOLOS E PLANTAS CULTIVADAS

AUTORA: LETÍCIA RODRIGUES OLIVEIRA

ORIENTADOR: ANTONIO CARLOS MARINGONI

COORIENTADOR: TADEU ANTÔNIO FERNANDES DA SILVA JÚNIOR

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em AGRONOMIA (PROTEÇÃO DE PLANTAS), pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. ANTONIO CARLOS MARINGONI (Participação Virtual)
Proteção Vegetal / Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu - UNESP

Prof.ª Dr.ª RENATE KRAUSE SAKATE (Participação Virtual)
Proteção Vegetal / Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu - UNESP

Pesquisador Dr. LUÍS OTÁVIO SAGGION BERIAM (Participação Virtual)
Setor de Bactérias Fitopatogênicas / Instituto Biológico de Campinas

Botucatu, 13 de outubro de 2021

AGRADECIMENTOS

A Deus.

Ao meu esposo Marinho, aos meus pais Maurício e Maria Marcelina e ao meu irmão Leonardo, por todo incentivo, paciência e compreensão durante o Mestrado.

Ao Prof. Dr. Antonio Carlos Maringoni por sua orientação durante o mestrado, pela confiança e ensinamentos.

Ao Prof. Dr. Tadeu Antônio Fernandes da Silva Júnior, por sua coorientação desde a graduação até o presente momento, apoio, amizade, paciência e confiança.

Aos amigos do Laboratório de Bacteriologia Vegetal, Daniele Nascimento, Marcelo Soman, Paula Leite, Marcos Ribeiro, João César e Luana Laurindo pela ajuda na realização do projeto, ensinamentos, paciência e amizade.

Aos colegas do Departamento de Proteção de Vegetal por toda trajetória juntos.

As professoras Renate Krause Sakate e Adriana Zanin Kronka, pelos ensinamentos, e aos demais professores do Departamento de Proteção Vegetal.

Ao Departamento de Proteção de Plantas da Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” pela oportunidade de realização do mestrado.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil – CAPES – Código de financiamento 001.

RESUMO

O crestamento bacteriano comum (CBC), causado por *Xanthomonas phaseoli* pv. *phaseoli* (Xpp) é uma das principais doenças bacterianas do feijão comum no Brasil. O conhecimento da sobrevivência de Xpp associada às plantas cultivadas é essencial para o manejo eficiente desta doença no campo. Neste trabalho foi avaliada a sobrevivência de Xpp no solo, na filosfera e rizosfera de plantas cultivadas. No solo, Xpp sobreviveu por períodos mais longos, sob condições de temperaturas baixas (15°C) e em solos argilosos. O maior período de sobrevivência de Xpp foi identificado na filosfera de feijão comum, seguido de amendoim, aveia-branca, aveia-preta, crotalária, feijão-guandu, girassol, milheto, mucuna preta, nabo forrageiro e trigo. Não apresentou sobrevivência na filosfera de algodão, milho e soja. Houve correlação positiva entre precipitação e a sobrevivência de Xpp na filosfera das plantas avaliadas. Xpp não sobreviveu na rizosfera de algodão, amendoim, aveia-branca, girassol, milho e mucuna preta. Em locais quentes e úmidos de ocorrência frequente do CBC, a rotação com algodão, milho e soja mostra-se opção viável para reduzir a fonte de inóculo de Xpp.

Palavras-chave: Ecologia; crestamento bacteriano comum; feijoeiro; *Phaseolus vulgaris*.

ABSTRACT

Common bacterial blight (CBC), caused by *Xanthomonas phaseoli* pv. *phaseoli* (Xpp) is one of the main bacterial diseases of common beans in Brazil. Knowledge of the survival of Xpp associated with cultivated plants is essential for the efficient management of this disease in the field. In this work, the survival of Xpp in the soil, phyllosphere and rhizosphere of cultivated plants was evaluated. In soil, Xpp survived for longer periods, under low temperature conditions (15°C) and in clayey soils. The longest period of survival was obtained in the phyllosphere of cotton, corn and soybean. There was a positive correlation between precipitation and the survival of Xpp in the phyllosphere of the plants evaluated. Xpp did not survive in the rhizosphere of cotton, peanut, oat, sunflower, corn and black velvet. In hot and humid places where CBC frequently occurs, rotation with cotton, corn and soybean is a viable option to reduce the source of Xpp inoculum.

Keywords: Ecology; common bacterial blight; bean; *Phaseolus vulgaris*.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	13
CAPÍTULO 1 - SOBREVIVÊNCIA DE <i>Xanthomonas phaseoli</i> PV. <i>phaseoli</i> NO SOLO E NA FILOSFERA E RIZOSFERA DE PLANTAS CULTIVADAS	16
RESUMO	16
1.1 INTRODUÇÃO	17
1.2 MATERIAL E MÉTODOS	18
1.3 RESULTADOS	24
1.4 DISCUSSÃO	33
1.5 REFERÊNCIAS	35
CONSIDERAÇÕES FINAIS	38
REFERÊNCIAS	39

INTRODUÇÃO GERAL

O feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é um dos mais importantes constituintes da dieta da população brasileira, por ser reconhecidamente uma excelente fonte proteica, além de possuir bom conteúdo de carboidratos e ser rico em ferro (VIEIRA et al., 2006).

Segundo a FAO (2023), a safra de 2021 atingiu uma produção mundial de feijão de aproximadamente 27 milhões de toneladas. Sendo o Brasil, terceiro maior produtor, com produção de quase 3 milhões de toneladas, equivalente a 9,57% do total. Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB, na safra 2022/2023, a região Sul foi a maior produtora da cultura com 859 mil toneladas de grãos produzidas em uma área superior a 500 mil hectares.

Grandes perdas de produtividade da cultura do feijoeiro, no Brasil, são resultantes de doenças causadas por diferentes naturezas patogênicas. As doenças bacterianas em plantas são problemas fitopatológicos e agrônômicos sérios em qualquer parte do mundo e, principalmente em países tropicais, devido às condições técnicas, climáticas, históricas e econômicas, como o Brasil (ROMERO, 2005).

As fitobacterioses têm ganhado destaque nas regiões de clima tropical, como o Brasil, uma vez que as condições de alta temperatura e umidade aliadas a frequente ocorrência de chuvas favorecem o desenvolvimento e disseminação das doenças bacterianas (SANTOS et al., 2016).

Dentre as diversas doenças que causam perdas significativas de produção, destaca-se o cretamento bacteriano comum do feijoeiro (CBC), incitado pela bactéria *Xanthomonas phaseoli* pv. *phaseoli* (Xpp). A doença ocorre em regiões de clima quente e úmido e houve expressão em diversos estados brasileiros, principalmente na safra das águas (BIANCHINI et al., 2005).

A doença apresenta sintomas bastante abrangentes, podendo afetar as folhas, caules, vagens e sementes do feijoeiro, e durante períodos de elevadas umidade e temperatura, pode ser altamente destrutiva, causando perdas na produtividade e na qualidade das sementes. As lesões foliares se apresentam como pequenas áreas encharcadas que evoluem rapidamente para manchas necróticas, circundado por um halo amarelo. As lesões, no caule, apresentam-se como manchas aquosas e vão, progressivamente, tomando a aparência de riscos avermelhados longitudinais, com rachaduras e exposição de exsudato bacteriano (TORRES, 2009). Também pode

ocorrer situações de murcha em função da colonização vascular (RAVA, 1988; MARINGONI, 1993).

Nas vagens, os sintomas iniciam como manchas aquosas que vão aumentando, podendo apresentar incrustações amareladas do exsudato bacteriano dessecado. Nas sementes, apresenta-se descoloração do hilo, manchas amareladas no tegumento, má-formação e enrugamento até o apodrecimento. As lesões se desenvolvem, nas sementes infectadas, circundando o nó cotiledonar, podendo provocar tombamento em plantas já adultas, por enfraquecimento do caule, não suportando o peso das vagens (TORRES, 2009). Em alguns casos, as sementes não apresentam sintomas visíveis e podem germinar vigorosamente enquanto hospedeiras de grandes comunidades epifíticas sem sintomas do patógeno (AKHAVAN et al. 2009).

Estudos demonstraram que as perdas de produtividade da cultura do feijão devido a epidemias de CBC podem chegar a 45% (BIANCHINI et al., 2005; SCHWARTZ et al., 2005). As principais medidas para o manejo da doença são o uso de sementes livres do patógeno, plantio de cultivares com níveis de resistência a Xpp e incorporação de restos culturais ao solo (BIANCHINI et al., 2005).

Os principais nichos de sobrevivência de bactérias fitopatogênicas são o solo, restos culturais, a superfície e o interior de plantas cultivadas e daninhas e as sementes ou partes propagativas de plantas. Elas também podem se propagar no campo a partir da água de irrigação e da chuva (SCHWARTZ, 2011). Fatores como temperatura, umidade, aeração, características químicas, físicas e biológicas do solo, além do órgão da planta ao qual a bactéria está infectando influenciam diretamente na capacidade de sobrevivência da bactéria (SCHUSTER; COYNE, 1974; DE BOER, 1982; JONES et al., 1986; SILVA JÚNIOR et al., 2012).

Sobre a ecologia de Xpp sabe-se que a bactéria pode sobreviver e ser transmitida pelas sementes (CAFATI; SAETTLER, 1980; WELLER; SAETTLER, 1980) por períodos de até cinco anos quando armazenadas em condições ideais, mantendo as populações bacterianas elevadas e com alta capacidade de causar doença em plântulas emergentes (MARQUES et al., 2005) e sobreviver por longos períodos associadas a restos culturais de feijoeiro (GILBERTSON et al., 1990; ARNAUD-SANTANA; PENA-MATOS, 1991; TORRES et al., 2009). Também essa bactéria pode sobreviver no filoplano de algumas espécies de plantas daninhas (ANGELES-RAMOS et al., 1991), e no filoplano de espécies cultivadas, como feijão-caupi, soja e beterraba

(CAFATI; SAETTLER, 1980). Grande parte dessas pesquisas foi realizada em outros países, com condições climáticas, isolados, e hospedeiros muitas vezes diferentes dos encontrados em nosso país. No Brasil, poucos estudos foram realizados neste contexto e pode ser referenciado o de Torres et al. (2009), que avaliaram a sobrevivência de Xpp em restos culturais de feijoeiro. O conhecimento dos nichos de sobrevivência de Xpp para as condições de cultivo do feijoeiro no Brasil são fundamentais para a adoção de práticas de manejo mais eficientes para o controle do CBC, especialmente em áreas com histórico de ocorrência da doença.

Este trabalho teve como objetivos avaliar a sobrevivência de Xpp no solo, na filosfera e na rizosfera de diferentes espécies cultivadas sob condições controladas e de campo.

CAPÍTULO 1

SOBREVIVÊNCIA DE *Xanthomonas phaseoli* PV. *phaseoli* NO SOLO E NA FILOSFERA E RIZOSFERA DE PLANTAS CULTIVADAS

RESUMO

O crestamento bacteriano comum (CBC), causado por *Xanthomonas phaseoli* pv. *phaseoli* (Xpp) é uma das principais doenças bacterianas do feijão comum no Brasil. O conhecimento da sobrevivência de Xpp associada às plantas cultivadas é essencial para o manejo eficiente desta doença no campo. Neste trabalho foi avaliada a sobrevivência de Xpp no solo, na filosfera e rizosfera de plantas cultivadas sob condições controladas e de campo. No solo, Xpp sobreviveu por maiores períodos, sob condições de temperaturas baixas (15°C) e em solos argilosos. O maior período de sobrevivência de Xpp foi identificado na filosfera de feijão comum, seguido de amendoim, aveia-branca, aveia-preta, crotalária, feijão-guandu, girassol, milheto, mucuna preta, nabo forrageiro e trigo. Não apresentou sobrevivência na filosfera de algodão, milho e soja. Houve correlação positiva entre precipitação e a sobrevivência de Xpp na filosfera das plantas avaliadas. Xpp não sobreviveu na rizosfera de algodão, amendoim, aveia-branca, girassol, milho e mucuna preta. Em locais quentes e úmidos de ocorrência frequente do CBC, a rotação de cultura com algodão, milho e soja mostra-se viável em reduzir a fonte de inóculo de Xpp na área de condução da cultura de feijoeiro.

Palavras-chaves: Ecologia; crestamento bacteriano comum; feijoeiro; *Phaseolus vulgaris*.

ABSTRACT

Common bacterial blight (CBC), caused by *Xanthomonas phaseoli* pv. *phaseoli* (Xpp) is one of the main bacterial diseases of common beans in Brazil. Knowledge of the survival of Xpp associated with cultivated plants is essential for the efficient management of this disease in the field. In this work, the survival of Xpp in the soil, phyllosphere and rhizosphere of cultivated plants was evaluated. In soil, Xpp survived

for longer periods, under low temperature conditions (15°C) and in clayey soils. The longest period of survival was obtained in the phyllosphere of cotton, corn and soybean. There was a positive correlation between precipitation and the survival of Xpp in the phyllosphere of the plants evaluated. Xpp did not survive in the rhizosphere of cotton, peanut, oat, sunflower, corn and black velvet. In hot and humid places where CBC frequently occurs, rotation with cotton, corn and soybean is a viable option to reduce the source of Xpp inoculum.

Keywords: Ecology; common bacterial blight; bean; *Phaseolus vulgaris*.

1.1 INTRODUÇÃO

O feijão (*Phaseolus vulgaris*) é uma cultura de grande importância na alimentação humana a nível global, e o Brasil ocupa a posição de terceiro maior produtor dessa leguminosa (MYERS & KMIECIK, 2017; FAOSTAT, 2023). Para a safra 2022/2023, estima-se que a produção de feijão no Brasil alcance aproximadamente 3.069 mil toneladas, sendo cultivado em uma área de 2.717 mil hectares, com uma produtividade média de 1.129 kg/ha (CONAB, 2023). Esses dados ressaltam a relevância do feijão como uma cultura agrícola de destaque no país, contribuindo para a economia agrícola nacional.

O crestamento bacteriano comum (CBC), causado pela bactéria *Xanthomonas phaseoli* pv. *phaseoli* (Xpp), é considerado uma das principais doenças que afetam o feijoeiro (WENDLAND *et al.*, 2016). O CBC é amplamente distribuído nas principais regiões produtoras de feijão em todo o mundo, e sua presença no Brasil foi relatada nos estados de Espírito Santo, Minas Gerais, Paraná, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e São Paulo (WENDLAND *et al.*, 2016; CHEN *et al.*, 2021).

O CBC apresenta um potencial devastador para a produtividade do feijoeiro, podendo resultar em perdas que alcançam até 70% da produção (WENDLAND *et al.*, 2016). Diante dessa ameaça significativa, torna-se evidente a necessidade de implementar estratégias de manejo eficazes.

Xpp demonstra capacidade de sobrevivência em hospedeiros alternativos, incluindo outras espécies da família Fabaceae, como lab-lab, ervilha, ervilhaca, feijão-preto, feijão-caupi, entre outros, bem como em plantas daninhas (Silva Júnior *et al.*, 2022). Além disso, estudos realizados no Brasil demonstraram pela primeira vez a

presença de Xpp na filosfera e rizosfera de plantas daninhas, indicando sua sobrevivência nesses nichos (SILVA JÚNIOR et al., 2022). Nos Estados Unidos, Xpp foi recuperada de restos culturais de feijoeiro após sete meses, e em estudos na República Dominicana, a bactéria foi capaz de sobreviver por até 150 dias em folhas de feijoeiro mantidas na superfície do solo (GILBERTSON et al., 1990; SANTANA, 1991). Em ambos os casos, a sobrevivência da bactéria foi reduzida quando os restos culturais foram incorporados ao solo.

Práticas culturais, como a eliminação de plantas daninhas e a remoção de restos culturais, podem ser empregadas no manejo eficaz dessa bacteriose (BELETE & BASTAS, 2017; SILVA JÚNIOR et al., 2022). Além disso, a rotação de culturas é outra prática recomendada, porém, é essencial ter conhecimento sobre a gama de hospedeiros de Xpp para implementá-la de forma adequada (BEDENDO & BELASQUE, 2018).

No momento, não existem estudos de ecologia, em condições brasileiras, para Xpp em plantas cultivadas e no solo. Reconhecendo a importância de compreender a ecologia e o comportamento dessa fitobactéria, este trabalho visa preencher essa lacuna e fornecer informações valiosas sobre a sobrevivência de Xpp no solo e na filosfera e rizosfera de plantas usadas em rotação de cultura com o feijoeiro.

1.2 MATERIAL E METODOS

1.2.1 Isolados bacterianos, condições de cultivo e preservação

Foram selecionados mutantes naturais resistentes a $100 \mu\text{g.mL}^{-1}$ de rifampicina (Feij. 4365R, Feij. 3907R, Feij. 7655R e Feij. 7682R) a partir de isolados de Xpp do Laboratório de Bacteriologia Vegetal da Faculdade de Ciências Agronômicas (FCA/UNESP). Esses mutantes foram preservados em 30% de glicerol (v/v) a -80°C .

Todos os experimentos foram conduzidos utilizando isolados de Xpp cultivados em meio de cultura NSAR. Esse meio consiste em Nutriente-Ágar (NA) (SCHAAD et al., 2001), acrescido de 5 g L^{-1} de sacarose e $100 \mu\text{g.mL}^{-1}$ de rifampicina. Os isolados foram incubados a 28°C por 48 h.

1.2.2 Dados climáticos

Os dados climáticos utilizados nos experimentos realizados em campo foram obtidos a partir de uma estação meteorológica localizada a uma distância de 300 metros da área experimental pertencente ao Departamento de Engenharia Rural da FCA/UNESP. Esses dados climáticos consistiram em informações diárias, e a partir deles foram calculadas médias correspondentes às avaliações semanais dos experimentos.

1.2.3 Solos utilizados em experimentos

Quatro solos provenientes de áreas cultivadas da Fazenda Experimental Lageado da FCA/UNESP foram empregados no estudo. Esses solos foram coletados individualmente, passaram por uma peneira de malha 8 e foram submetidos à secagem em condições de casa de vegetação por um período de cinco dias (SILVA JÚNIOR et al., 2020). As análises físico-químicas foram conduzidas no Departamento de Solos e Recursos Ambientais da FCA/UNESP e seus resultados são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Características físicas e químicas e localização de quatro solos avaliados para a sobrevivência dos isolados de *Xanthomonas phaseoli* pv. *phaseoli*

Solo	Areia total	Argila	Silte	Textura do solo	pH CaCl ₂	M.O. g/dm ³	CTC
	(g/kg)						
1	163	536	301	Argilosa	5,0	28	123
2	87	583	330	Argilosa	5,9	18	108
3	782	161	57	Média	5,4	25	51
4	120	499	381	Argilosa	6,0	40	120

1.2.4 Design experimental

Foram realizados 16 experimentos para avaliar a sobrevivência de Xpp em solo. Os experimentos de 1 a 10, foram conduzidos no campo, com quatro tratamentos cada (um isolado bacteriano x quatro tipos de solo), avaliando a sobrevivência do isolado Feij. 4365R em diferentes tipos de solo. Foram instalados em agosto de 2019

(Experimento 1), setembro de 2019 (experimento 2), novembro de 2019 (experimento 3), dezembro de 2019 (experimento 4), março de 2020 (experimentos 5 e 6), abril de 2020 (experimento 7), maio de 2020 (experimentos 8 e 9) e julho de 2020 (experimento 10). Os experimentos 1 e 10 foram conduzidos durante o inverno, 2 e 3 durante a primavera, 4, 5 e 6 durante o verão, e 7, 8 e 9 durante o outono.

Os experimentos de 11 a 16 foram em condições controladas, avaliando a influência da temperatura (experimentos 11 e 12) e capacidade de campo (CC) na sobrevivência do isolado Feij. 4365R (experimentos 13 e 14), e a sobrevivência de quatro isolados de Xpp em condições padronizadas de temperatura e CC (experimentos 15 e 16). Os experimentos 11 e 12 (um isolado bacteriano x uma CC x quatro temperaturas) consistiram em quatro tratamentos. Três tratamentos nos experimentos 13 e 14 (um isolado bacteriano x três CC x uma temperatura) e quatro tratamentos nos experimentos 15 e 16 (quatro isolados bacterianos x uma CC x uma temperatura).

Em todos os experimentos, cada repetição foi composta por um vaso (nos experimentos de campo) ou um copo (nos experimentos em condições controladas). Para a coleta de amostras, três vasos/copos por tratamento foram selecionados aleatoriamente e homogeneizados para formar uma amostra composta.

A cada período de avaliação, um vaso/copo recém-infestado com suspensão bacteriana de Xpp foi utilizado como controle positivo, enquanto um vaso/copo contendo apenas solo foi utilizado como controle negativo.

1.2.5 Sobrevivência do isolado Feij. 4365R em solo em condições de campo

Os solos foram alocados em vasos de 1 L e infestados com uma suspensão bacteriana de 180 mL com a concentração de 10^7 UFC.mL⁻¹. Os vasos foram então dispostos em bancadas expostas às condições ambientais (Nascimento et al., 2022).

1.2.6 Sobrevivência de isolados de Xpp em solo em condições controladas

Os parâmetros avaliados em cada experimento estão descritos na Tabela 2.

Tabela 2 - Parâmetros avaliados nos experimentos de sobrevivência de *Xanthomonas phaseoli* pv. *phaseoli* em solos sob condições controladas

Experimento	CC* (%)	Temperatura (°C)	Isolado Xpp	Solo
11 e 12	50	15, 20, 25, 30	4365R	2
13 e 14	50, 75, 100	22	4365R	2
15 e 16	50	22	4365R, 3907R, 7655R, 7682R	2

*Capacidade de campo

Foram utilizados copos de poliestireno com capacidade de 50 mL, nos quais foram adicionados 40 g de solo. Foram preparadas amostras em quantidades suficientes para avaliar a sobrevivência de Xpp até a não recuperação de células bacterianas dos isolados (SILVA JÚNIOR et al., 2012). Os copos foram então infestados com 10 mL de suspensão bacteriana (10^8 UFC.mL⁻¹) para atingir 50% da capacidade de campo, 10 mL de suspensão bacteriana + 5 mL de água destilada para atingir 75% da capacidade de campo e 10 mL de suspensão bacteriana + 10 mL de água destilada para atingir 100% da capacidade de campo. Em seguida, os copos foram vedados com papel alumínio e incubados em incubadoras de Demanda Bioquímica de Oxigênio (BOD).

1.2.7 Amostragens e processamento das amostras

A cada três dias, amostras de solo foram coletadas individualmente de três vasos (experimentos 1 a 10) e de três copos incubados (experimentos 11 a 16) de cada tratamento. Foram transferidos 10 g dessas amostras para frascos de Duran de 250 mL contendo 100 mL de tampão salina fosfato (PBS) esterilizado, com concentração de 0,01 M e pH 7,0. Os frascos foram colocados em uma mesa agitadora a 300 rpm por 30 min., seguido por um período de repouso de 30 min. para que houvesse sedimentação (SILVA JÚNIOR et al., 2012).

As suspensões obtidas foram diluídas em série de 10^0 a 10^{-3} , e em seguida, 100 µL dessas diluições foram plaqueados em meio NSARF, que consiste no meio NSAR suplementado com chlorothalonil (0,01 g.L⁻¹) e tiofanato metílico (0,01 g.L⁻¹). As placas foram incubadas a 28°C por 72 h, e as colônias com características morfológicas semelhantes a Xpp foram quantificadas. Os dados foram então convertidos em unidades formadoras de colônia (UFC) por grama de solo seco, com

base nos teores de umidade obtidos para cada amostra de solo. A umidade do solo foi aferida para cada amostra em balança com sensor de umidade por infravermelho (Gehaka, Modelo IV 2500, Brasil).

1.2.8 Sobrevivência do isolado Feij. 4365R na filosfera e rizosfera de plantas cultivadas

A sobrevivência de Xpp foi avaliada na filosfera e na rizosfera de 14 plantas cultivadas de interesse agrônomo utilizadas em rotação de cultura com o feijoeiro, Tabela 3 (COBUCCI et al., 1999; ABREU & BIAVA, 2005). As sementes foram adquiridas comercialmente e semeadas em vasos de 3 L contendo substrato organo-mineral (Tropstrato HT, 1:1:1) suplementado com sulfato de amônio ($0,6 \text{ kg m}^{-3}$), superfosfato simples ($1,7 \text{ kg m}^{-3}$), cloreto de potássio ($0,6 \text{ kg m}^{-3}$) e calcário dolomítico ($0,8 \text{ kg m}^{-3}$). As plantas foram mantidas em condições controladas inicialmente em uma casa-de-vegetação, sendo posteriormente transferidas para a área experimental 30 dias após a emergência.

Tabela 3 - Espécies utilizadas para determinação de sobrevivência de *Xanthomonas phaseoli* pv. *phaseoli*

Família	Nome comum	Nome científico	Experimentos
Asteraceae	Girassol	<i>Helianthus annuus</i>	2, 4, 6
Brassicaceae	Nabo forrageiro	<i>Raphanus sativus</i>	1, 3, 5
Fabaceae	Amendoim	<i>Arachis hypogaea</i>	4, 5, 6
	Crotalária	<i>Crotalaria ochroleuca</i>	1, 3, 4
	Feijão Comum	<i>Phaseolus vulgaris</i>	1 a 6
	Feijão Guandu	<i>Cajanus cajan</i>	1, 5, 6
	Mucuna preta	<i>Mucuna pruriens</i>	1, 3, 4
	Soja	<i>Glycine max</i>	2, 5, 6
Malvaceae	Algodão	<i>Gossypium hirsutum</i>	2, 4, 6
Poaceae	Aveia branca	<i>Avena sativa</i>	2, 4, 6
	Aveia preta	<i>Avena strigosa</i>	1, 3, 4
	Milheto	<i>Pennisetum glaucum</i>	1, 3, 5
	Milho	<i>Zea mays</i>	2, 4, 6
	Trigo	<i>Triticum aestivum</i>	4, 5, 6

1.2.8.1 Design experimental

Foram conduzidos seis experimentos (17 a 22) com o isolado Feij. 4365R, com as culturas divididas em quatro grupos, de modo que, três experimentos fossem conduzidos com cada uma das culturas. Os experimentos foram instalados em área experimental do Departamento de Proteção Vegetal da FCA/UNESP.

Os experimentos foram instalados em diferentes meses ao longo de dois anos: março (experimento 17), junho (experimento 18), julho (experimento 19) e novembro (experimento 20) de 2017, e janeiro (experimento 21) e março (experimento 22) de 2018. Os experimentos 17, 18 e 22 foram realizados durante o outono, o experimento 19 durante o inverno, o experimento 20 durante a primavera e o experimento 21 durante o verão.

Os tratamentos variaram entre os experimentos, sendo compostos por um isolado bacteriano, dois nichos de sobrevivência (filosfera e rizosfera) e o número de culturas avaliadas. Foram 14 tratamentos nos experimentos 1 e 5 (um isolado bacteriano x dois nichos de sobrevivência x sete culturas), 12 tratamentos nos experimentos 2 e 3 (um isolado bacteriano x dois nichos de sobrevivência x seis culturas), 10 tratamentos no experimento 4 (um isolado bacteriano x dois nichos de sobrevivência x cinco culturas) e 18 tratamentos no experimento 6 (um isolado bacteriano x dois nichos de sobrevivência x nove culturas). Em todos os tratamentos, o feijão, hospedeiro natural de Xpp, foi usado como controle positivo. Vasos contendo apenas solo, sem o cultivo de plantas e infestado por Xpp, foram usados como controle negativo para a rizosfera.

1.2.8.2 Instalação dos experimentos e processamento das amostras

Utilizou-se uma suspensão bacteriana com concentração de 10^7 UFC.mL⁻¹, que foi pulverizada sobre a parte aérea das plantas. Além disso, o solo dos vasos foi infestado com 300 mL da mesma suspensão. A sobrevivência de Xpp foi avaliada a cada sete dias até que não fossem mais detectadas células bacterianas viáveis.

Durante cada período de avaliação, foram coletadas três plantas de cada tratamento. A parte aérea das plantas foi seccionada e 5 g foram transferidos para frascos contendo 100 mL de uma solução esterilizada de tampão salina-fosfato (PBS). Esses frascos foram agitados a 300 rpm por 30 min. O solo da rizosfera de três vasos foi coletado, homogeneizado e 10 g foram transferidos para frascos contendo 100 mL

de PBS. Os frascos foram agitados a 300 rpm por 30 min e deixados em repouso por 30 min para sedimentação (SILVA JÚNIOR et al., 2012).

As suspensões obtidas foram cultivadas em placas contendo meio NSARF suplementado com chlorothalonil ($0,01 \text{ g.L}^{-1}$) e tiofanato metílico ($0,01 \text{ g.L}^{-1}$). As placas foram incubadas a 28°C por 72 h e, em seguida, a presença de colônias de Xpp foi avaliada qualitativamente.

1.2.8.3 Caracterização bacteriana

A caracterização bacteriana foi realizada para as colônias obtidas em todas as avaliações de todos os experimentos. Após a obtenção das colônias semelhantes a Xpp, essas foram transferidas para meio de cultura NSA contendo amido (10 g.L^{-1}), a fim de verificar a capacidade dos isolados bacterianos em hidrolisar esse carboidrato (MARINGONI, 2010). A partir dessas colônias, foram realizadas as reações de PCR (reação de polimerização em cadeia) utilizando os iniciadores específicos X4c (GGC AAC ACC CGA TCC CTA AAC AGG) e X4e (CGC CGG AAG CAC GAT CCT CGA AG) (AUDY et al., 1994).

1.2.8.4 Análise estatística

Os períodos de sobrevivência de Xpp foram determinados para cada experimento. Além disso, as variáveis de temperatura média, máxima, mínima e precipitação foram correlacionadas por meio da análise de componentes principais (PCA), utilizando o software estatístico Minitab 17.

Com base no período de sobrevivência de Xpp em dias, para cada experimento nos solos sob condições controladas, foram calculadas as médias dos períodos de sobrevivência. O Log_{10} do número de UFC.g⁻¹ de solo seco foram utilizados para calcular a área abaixo da curva (AAC). Devida a interdependência e interrelações das variáveis estudadas, a análise de componentes principais (PAC) foi realizada, empregando-se o software estatístico Minitab 17.

1.3 RESULTADOS

1.3.1 Sobrevivência de Xpp em solos

1.3.1.1 Sobrevivência do isolado Feij. 4365R em solo em condições de campo

A sobrevivência do isolado bacteriano Feij. 4365R variou entre os diferentes solos avaliados em condições de campo (Tabela 4). Observou-se que a persistência desse isolado foi influenciada pelo tipo de solo, sendo o período máximo de sobrevivência de 12 dias no solo 2 (argiloso), 9 dias nos solos 1 e 4 (argilosos) e 6 dias no solo 3 (textura média).

O solo 2, que apresentou o maior período de sobrevivência de Xpp (12 dias), é também o solo com o maior teor de argila (536 g/kg) e o menor teor de areia total (87 g/kg), se comparado aos demais solos (Tabela 1). Por outro lado, o solo de textura média foi o que registrou o menor período de sobrevivência da bactéria, com apenas 6 dias (Tabela 3). Esses resultados ressaltam a influência da composição do solo, especialmente a presença de argila, na persistência de Xpp.

Tabela 4 - Máxima sobrevivência, em dias, e área abaixo da curva do isolado Feij. 4365R de *Xanthomonas phaseoli* pv. *phaseoli* em quatro solos sob condições de campo

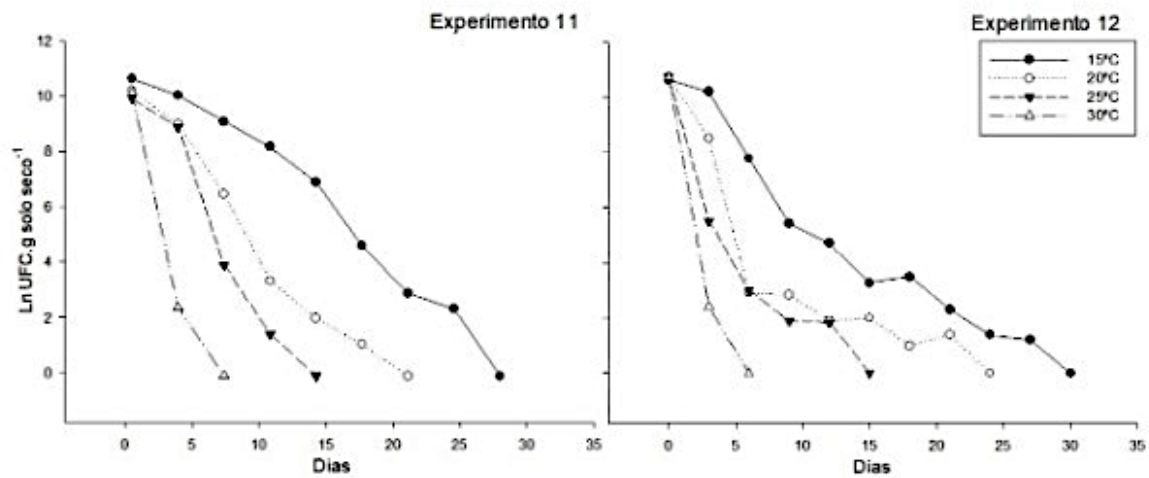
Experimento	Solo 1	Solo 2	Solo 3	Solo 4	Temperatura média (°C)	UR média (%)	Precipitação total (mm)
1	9 ^a (40) ^b	12 (71)	3 (76)	9 (66)	19,34	62,78	0,00
2	6 (47)	9 (82)	3 (35)	3 (32)	21,37	63,51	5,84
3	6 (41)	9 (51)	3 (44)	6 (41)	22,63	78,27	19,83
4	6 (62)	6 (78)	6 (55)	3 (63)	23,33	74,69	9,62
5	0 (28)	0 (29)	0 (29)	0 (29)	22,73	69,24	0,00
6	3 (59)	3 (74)	3 (58)	3 (67)	21,35	72,79	5,99
7	3 (37)	3 (41)	3 (43)	3 (40)	19,51	61,33	0,00
8	6 (91)	12 (122)	6 (102)	6 (97)	17,99	66,96	15,24
9	6 (70)	12 (111)	6 (93)	6 (106)	17,13	68,82	10,16
10	3 (43)	3 (53)	3 (43)	3 (41)	20,38	56,62	0,00

^aPeríodo de sobrevivência (dias); ^bÁrea abaixo da curva de *Xanthomonas phaseoli* pv. *phaseoli*

1.3.1.2 Sobrevivência de isolados de Xpp em solo em condições controladas

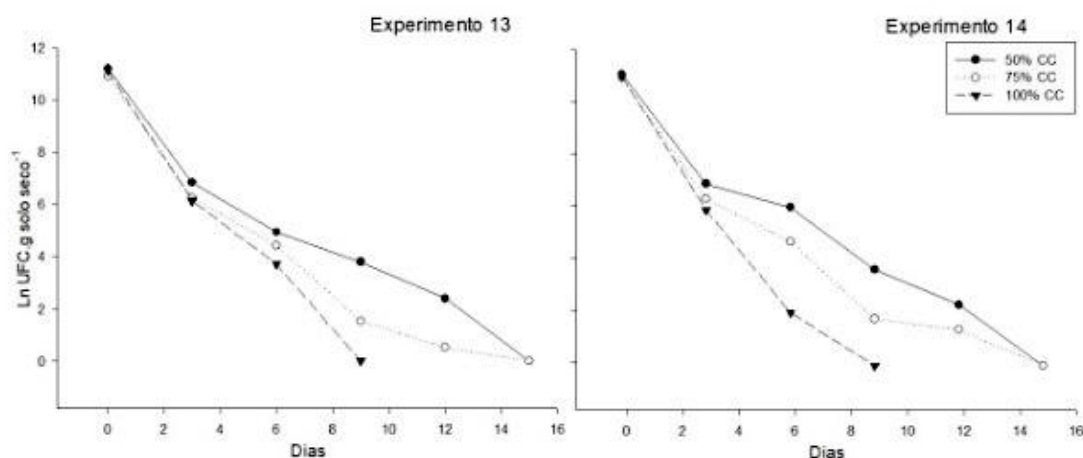
Nos experimentos 11 e 12, cujo objetivo era avaliar o impacto de diferentes temperaturas (15, 20, 25 e 30 °C) na sobrevivência de Xpp em condições controladas, observou-se que os períodos mais longos de sobrevivência da bactéria foram registrados na temperatura mais baixa (15 °C) (Figura 1).

Figura 1 - Sobrevivência de *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* em solo incubados sob diferentes temperaturas



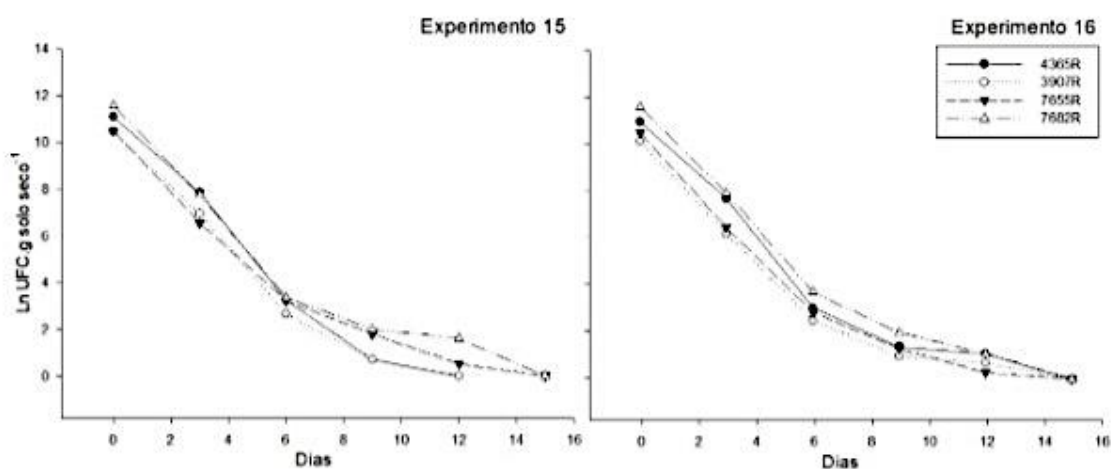
Com relação às três CC avaliadas (50%, 75% e 100%) nos experimentos 13 e 14, foi observado que a sobrevivência máxima de Xpp foi de 15 dias para 50% e 75% de capacidade de campo, enquanto para 100% de CC, o período máximo de sobrevivência foi de apenas 6 dias (Figura 2).

Figura 2 - Sobrevivência de *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* no solo, sob três capacidades de campo



Nos experimentos 15 e 16, realizados a 22 °C e com 50% de CC, os isolados Feij. 4365R, Feij. 7655R e Feij. 7682R demonstraram uma sobrevivência máxima de 15 dias, enquanto o isolado Feij. 3907R sobreviveu por um período máximo de 12 dias (Figura 3).

Figura 3 - Sobrevivência de isolados de *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* no solo com 50% de capacidade de campo, incubados a 22°C.



1.3.2 Sobrevivência do isolado Feij. 4365R na filosfera e rizosfera de plantas cultivadas

1.3.2.1 Sobrevivência do isolado Feij. 4365R na filosfera

Os períodos de sobrevivência de Xpp na filosfera variaram entre as diferentes culturas e experimentos (Tabela 5). Notavelmente, no feijão-comum, o principal hospedeiro, a bactéria sobreviveu por períodos que variaram de 21 a 70 dias. Na filosfera da aveia-preta, o período de sobrevivência variou entre 21 e 49 dias, enquanto no milho e trigo, variou entre 14 e 35 dias. Em relação às outras plantas avaliadas, os períodos de sobrevivência de Xpp foram menores: 21 dias na filosfera do feijão-guandu e da mucuna-preta, até 14 dias na filosfera da aveia-branca e crotalária, e apenas sete dias na filosfera do amendoim, girassol e nabo forrageiro. Na filosfera do algodão, milho e soja, Xpp foi detectada apenas no dia de instalação dos experimentos.

Tabela 5 - Sobrevivência do isolado Feij. 4365R de *Xanthomonas phaseoli* pv. *phaseoli* na filosfera e na rizosfera de plantas cultivadas

Espécies		Sobrevivência máxima (dias)	
Nome comum	Nome científico	Filosfera	Rizosfera
Algodão	<i>Gossypium hirsutum</i>	0	0
Amendoim	<i>Arachis hypogaea</i>	7	0
Aveia branca	<i>Avena sativa</i>	14	0
Aveia preta	<i>Avena strigosa</i>	49	21
Crotalária	<i>Crotalaria ochroleuca</i>	14	14
Feijão comum	<i>Phaseolus vulgaris</i>	70	35
Feijão guandu	<i>Cajanus cajan</i>	21	42
Girassol	<i>Helianthus annuus</i>	7	0
Milheto	<i>Pennisetum glaucum</i>	35	14
Milho	<i>Zea mays</i>	0	0
Mucuna preta	<i>Mucuna pruriens</i>	21	0
Nabo forrageiro	<i>Raphanus sativus</i>	7	21
Soja	<i>Glycine max</i>	0	14
Trigo	<i>Triticum aestivum</i>	35	7
Solo	-	-	7

Com base nos resultados dos experimentos analisados, podemos aferir que as precipitações exerceram um efeito significativo na sobrevivência de Xpp na filosfera das plantas (Figuras 4 e 5). Houve uma correlação positiva entre o período de sobrevivência e a quantidade de chuva em todos os experimentos, com exceção do experimento 19, no qual a inclusão dessa variável na análise não foi possível, indicando que períodos com maior volume de precipitação favoreceram a sobrevivência da Xpp.

Figura 4 - Análise de componentes principais de vários parâmetros 1

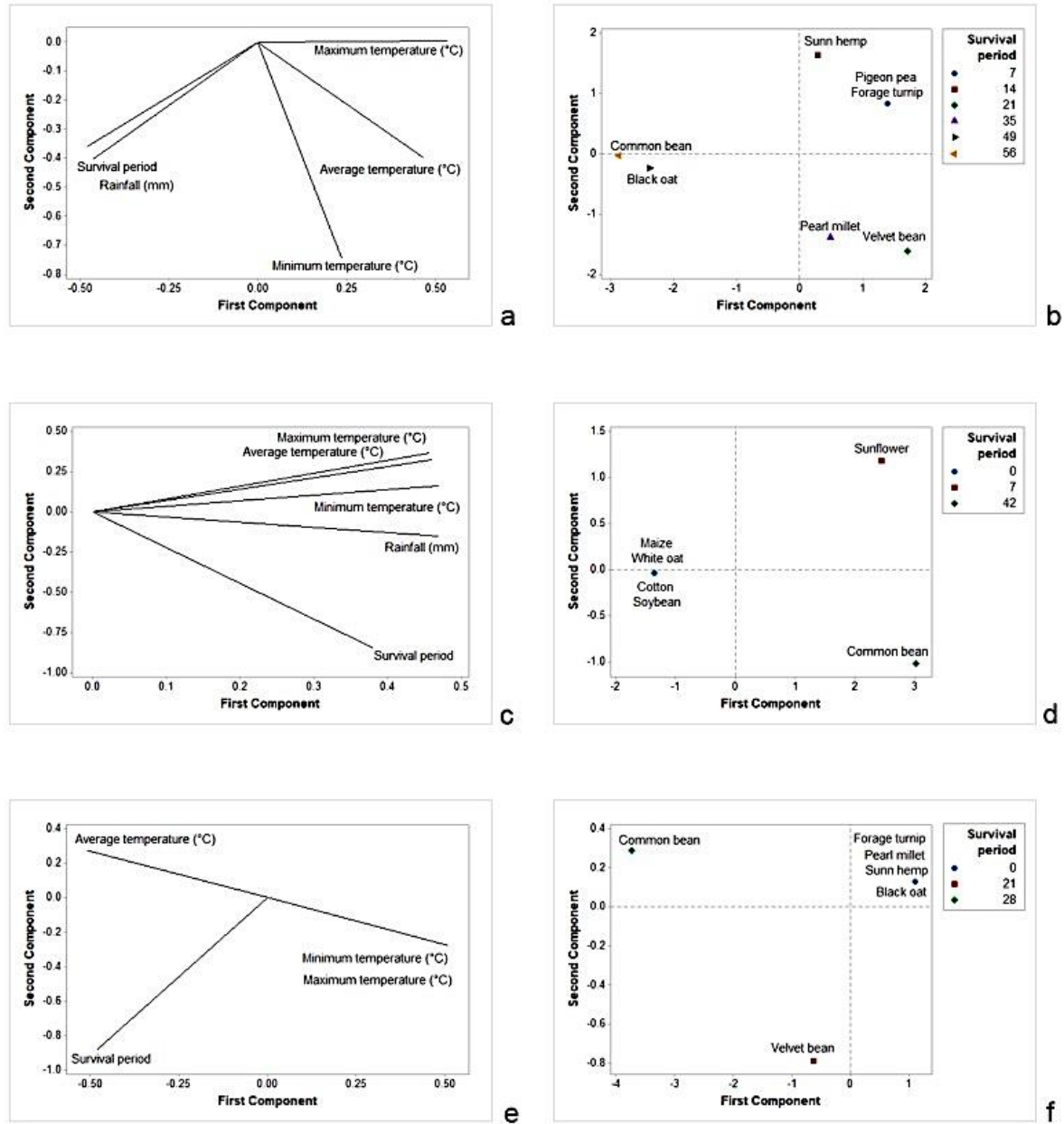
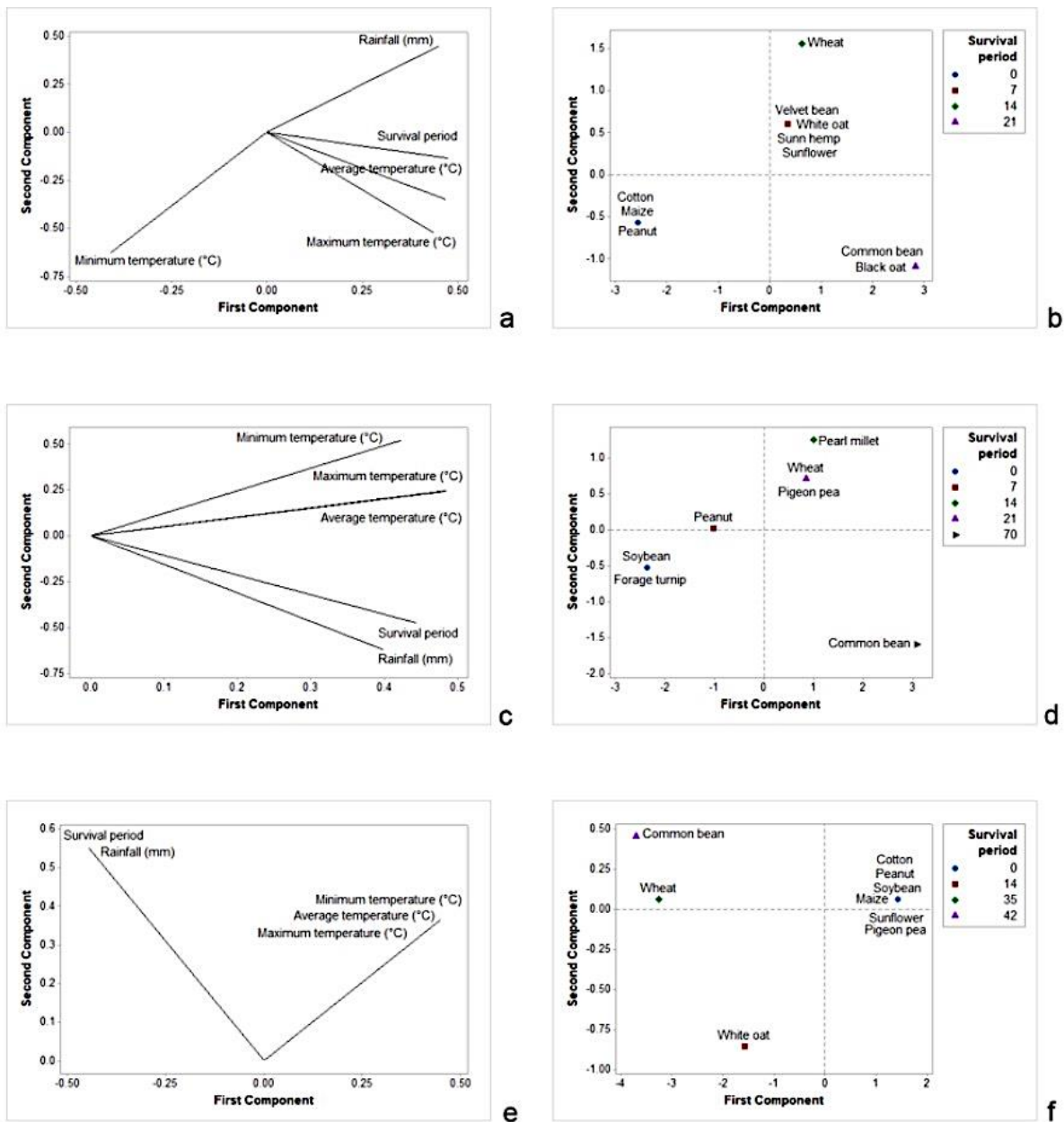


Figura 5 - Análise de componentes principais de vários parâmetros 2



No entanto, é importante ressaltar que as temperaturas média, máxima e mínima apresentaram variações baixas em alguns experimentos, e sua influência direta na sobrevivência da Xpp não pôde ser totalmente determinada. Nos experimentos 17, 18 e 22, foi observada uma correlação negativa entre as temperaturas média, máxima e mínima e o período de sobrevivência da Xpp na

filosfera das plantas. Por outro lado, nos experimentos 18, 19 e 21, foi encontrada uma correlação positiva entre as temperaturas e o referido período.

1.3.2.2 Sobrevivência do isolado Feij. 4365R na rizosfera

O maior período de sobrevivência de Xpp na rizosfera foi observado no feijão-guandu (42 dias) seguido pelo feijão-comum (35 dias) (Tabela 5). Na aveia-preta e nabo forrageiro, a bactéria foi capaz de sobreviver na rizosfera por um período de até 21 dias. Já em crotalária, milheto e soja, a sobrevivência de Xpp na rizosfera foi de até 14 dias, enquanto no trigo e no solo, sem plantas cultivadas, foi de 7 dias. A bactéria não apresentou capacidade de sobrevivência na rizosfera do algodão, amendoim, aveia-branca, girassol, milho e mucuna-preta.

A PCA revelou uma correlação positiva entre o período de sobrevivência de Xpp na rizosfera e a precipitação em todos os experimentos (Figuras 6 e 7). No que diz respeito às temperaturas, a correlação com o período de sobrevivência também foi positiva na maioria dos experimentos, exceto no experimento 19, onde as temperaturas média e máxima apresentaram uma correlação negativa, e no experimento 20, onde a temperatura mínima também apresentou uma correlação negativa.

1.3.2.3 Identificação dos isolados bacterianos

Todos os isolados bacterianos previamente selecionados e purificados dos diferentes experimentos foram identificados, via PCR, como sendo Xpp, conforme AUDY et al. (1994).

Figura 6 - Análise de componentes principais de vários parâmetros 3

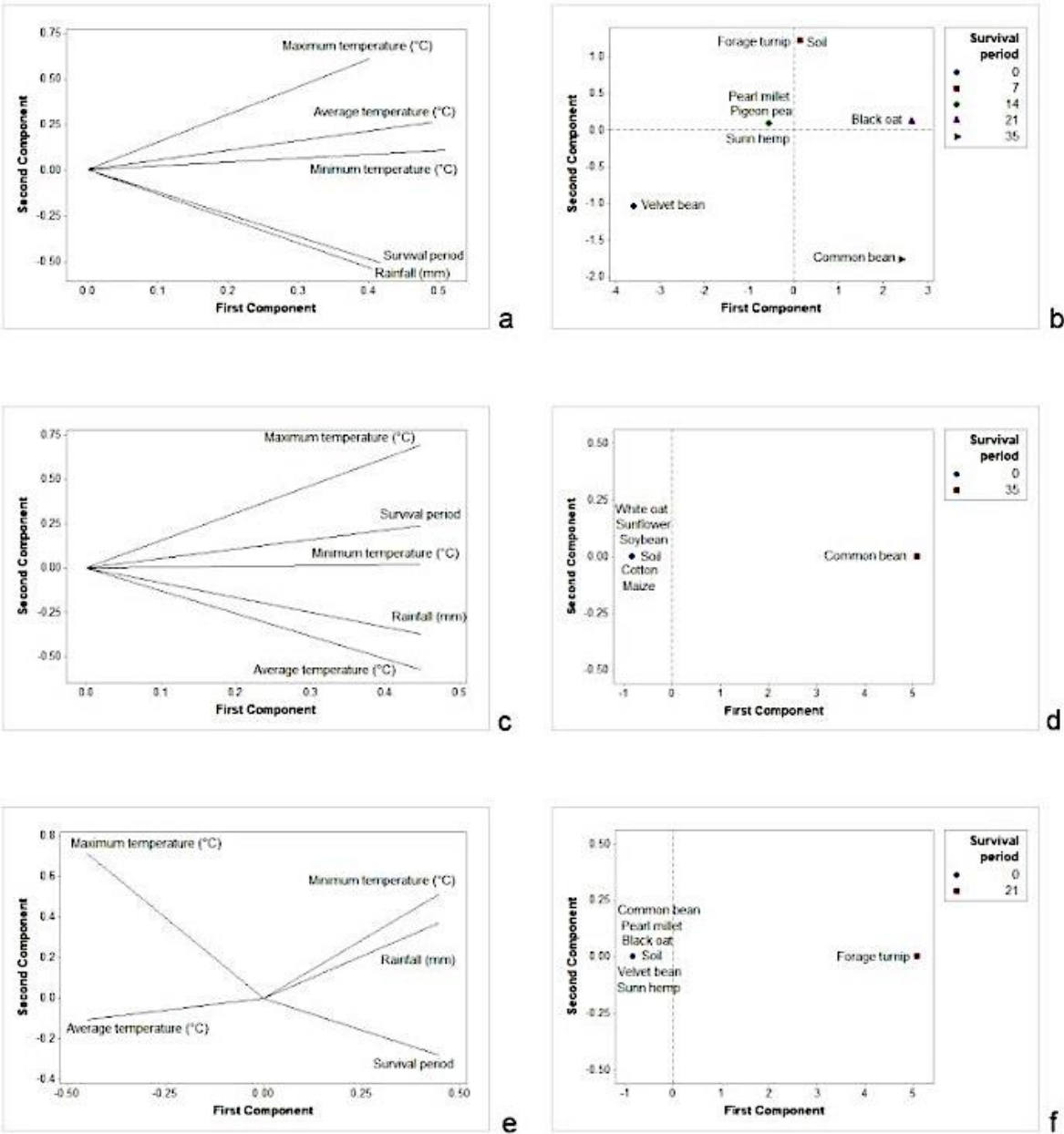
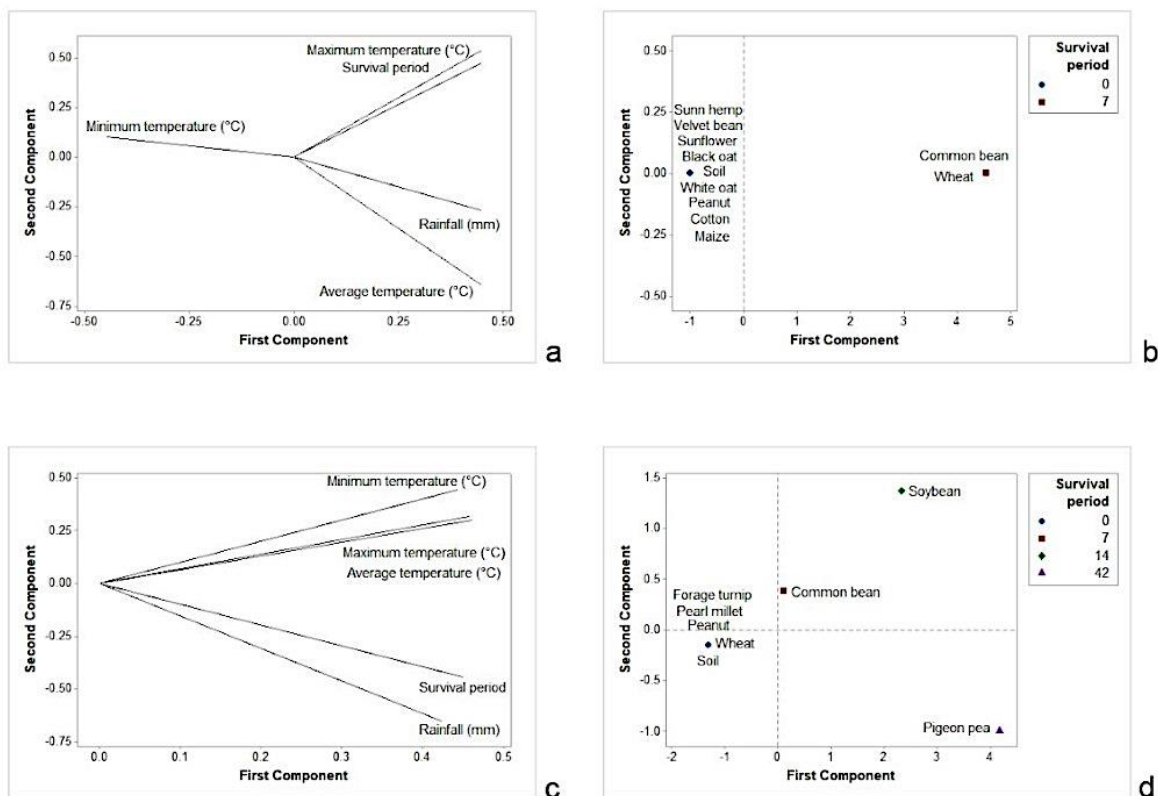


Figura 7 - Análise de componentes principais de vários parâmetros 4



1.4 DISCUSSÃO

A sobrevivência de Xpp no solo foi afetada pelo tipo de solo e temperatura. Observou-se que a bactéria apresentou maior capacidade de persistência em solos de textura argilosa em comparação com solos de textura média.

Os solos com teor elevado de argila abrigam populações bacterianas mais abundantes, uma vez que as bactérias possuem a capacidade de colonizar os microporos presentes nesse tipo de solo. Esses microporos, por sua vez, desempenham um papel crucial como reservatórios de água, criando condições favoráveis para a sua sobrevivência (SEATON et al., 2020). Essa relação entre solos argilosos e a sobrevivência bacteriana já foi corroborada por estudos anteriores envolvendo bactérias fitopatogênicas (GONÇALVES et al., 2018; SILVA JÚNIOR et al., 2020; NASCIMENTO et al., 2022).

Além disso, o período de sobrevivência também foi maior em temperaturas mais baixas (15 °C). Esses resultados são consistentes com os achados por Silva Júnior et al. (2020) e Sulley et al. (2021) para outras espécies do mesmo gênero, X.

campestris pv. *campestris* (Xcc) e *X. cucurbitae*, respectivamente, as quais também apresentaram maiores períodos de sobrevivência no solo em temperaturas mais baixas. Considerando que, no presente estudo, os períodos de sobrevivência variaram de alguns dias a, no máximo, um mês, não podemos considerar o solo como um nicho potencial de sobrevivência dessa bactéria.

Na filosfera, Xpp demonstrou uma sobrevivência de 70 dias em seu hospedeiro principal, o feijão comum. Além disso, foi observado que a bactéria sobreviveu por períodos variando entre sete e 49 dias na filosfera de outras culturas, como amendoim, aveia-branca, aveia-preta, crotalária, feijão-guandu, girassol, milheto, mucuna-preta, nabo forrageiro e trigo. Mesmo o período mínimo de sobrevivência da bactéria na filosfera pode ser suficiente para permitir sua disseminação (NASCIMENTO et al., 2020). Xpp não sobreviveu na filosfera do algodão, milho e soja,

A análise de componentes principais (PCA) é uma técnica estatística amplamente utilizada para explorar e interpretar a correlação entre um conjunto de variáveis. Em estudos recentes de ecologia de fitobactérias conduzidos por Nascimento et al. (2020; 2022) e Silva et al. (2021), a PCA foi aplicada para investigar os fatores que influenciaram a sobrevivência de *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* e Xcc na filosfera e rizosfera de plantas daninhas e cultivadas. Neste estudo, a PCA evidenciou uma relação positiva entre a precipitação e a sobrevivência de Xpp na filosfera, indicando que maiores volumes de chuva favorecem a manutenção dessa bactéria nesse habitat. Essa associação sugere que a disponibilidade de água proveniente das chuvas desempenha um papel importante na persistência de Xpp na filosfera das plantas.

Essas descobertas estão alinhadas com os achados de ALLARD et al. (2020), que relataram um aumento na população de bactérias da família Xanthomonadaceae na filosfera após períodos chuvosos. Segundo os autores, uma possível hipótese para esse fenômeno é que a chuva possa alterar o perfil microbiano das comunidades presentes nesse nicho, aumentando a disponibilidade de água para essas bactérias. De fato, o primeiro registro da ocorrência do crestamento bacteriano comum na Bélgica, foi correlacionado com precipitações pluviométricas elevadas, o que possivelmente contribuiu para a disseminação da bactéria (Bultreys & Gheysen, 2020).

A região da rizosfera, localizada ao redor das raízes, abriga uma variedade de microrganismos com potencial benéfico ou prejudicial para as plantas. Entre esses

microrganismos estão os fitopatógenos do solo (LI et al., 2021). Os exsudatos radiculares liberados pelas plantas representam uma importante fonte de substratos e podem exercer uma seleção sobre esses microrganismos (ZHANG et al., 2017). Essa dinâmica pode explicar, por exemplo, a maior sobrevivência de bactérias fitopatogênicas na rizosfera de certas plantas em comparação com outras (SILVA et al., 2017; NASCIMENTO et al., 2020, 2021).

No entanto, é importante ressaltar que o gênero *Xanthomonas* engloba espécies que causam lesões foliares e não são adaptadas para serem patógenos do solo. Essa característica justifica a baixa capacidade de sobrevivência desse gênero nesse ambiente. Estudos anteriores, conduzidos por Silva et al. (2017; 2021) já demonstraram esse padrão em relação a outra espécie desse gênero. Silva Júnior et al. (2022) verificaram também que Xpp sobreviveu por um curto período (14 e 7 dias) na rizosfera de mastruço (*Lepidium virginicum*) e erva-branca (*Gnaphalium spicatum*), respectivamente, plantas daninhas de comum ocorrência em lavouras de feijoeiro.

Em nosso estudo, Xpp não sobreviveu na rizosfera de algodão, amendoim, aveia-branca, girassol, milho e mucuna-preta e, nas demais culturas, o período de sobrevivência variou entre sete e 42 dias. Esses achados corroboram a ideia de que a rizosfera não seja um nicho propício para a sobrevivência de Xpp.

Em regiões onde o CBC é de ocorrência frequente, é recomendável implementar a rotação de culturas com o algodoeiro, milho e soja. Além disso, é fundamental direcionar uma atenção especial para o manejo adequado durante os verões quentes e úmidos. Essas medidas visam reduzir o inóculo do patógeno na lavoura, que contribui para manejo da doença.

REFERENCIAS

ABREU AFB., BIAVA M, 2005. Cultivo do feijão da primeira e segunda safras na Região Sul de Minas Gerais. *Embrapa Arroz e Feijão*.

ALLARD SM, OTTESEN AR, MICALLEF SA, 2020. Rain induces temporary shifts in epiphytic bacterial communities of cucumber and tomato fruit. *Scientific reports* **10**.

AUDY P, LAROCHE A, SAINDON G, HUANG HC, GILBERTSON RL, 1994. Detection of the bean common blight bacteria, *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* and *X.c.phaseoli* var. *fuscans*, using the polymerase chain reaction. *Phytopathology* **84**, 1185–1192.

- BEDENDO IP, BELASQUE J, 2018. Bactérias Fitopatogênicas. In: Amorim L,, Bergamin Filho A,, Rezende JAM, eds. *Manual de Fitopatologia*. 143–160.
- BELETE T, BASTAS KK, 2017. Common Bacterial Blight (*Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli*) of Beans with Special Focus on Ethiopian Condition. *Journal of Plant Pathology & Microbiology* **08**.
- BULTREYS A, GHEYSEN I, 2020. First report of *Xanthomonas phaseoli* pv. *phaseoli* and *Xanthomonas citri* pv. *fuscans* causing common bacterial blight of bean in Belgium . *New Disease Reports* **41**, 6–6.
- CHEN NWG, RUH M, DARRASSE A ET AL., 2021. Common bacterial blight of bean: a model of seed transmission and pathological convergence. *Molecular Plant Pathology* **22**, 1464–1480.
- COBUCCI T, STEFANO JG, KLUTHCOUSKI J, 1999. Manejo de plantas daninhas na cultura do feijoeiro em plantio direto. *Embrapa Arroz e Feijão*, 56.
- CONAB, 2023. Acompanhamento de safra brasileiro – grãos.
- FAOSTAT, 2023. Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistics.
- GILBERTSON RL, RAND RE, HAGEDORN DJ, 1990. Survival of *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* and pectolytic strains of *X. campestris* in bean debris. *Plant Disease* **74**, 322–327.
- GONÇALVES RM, SOMAN JM, KRAUSE-SKATE R, PASSOS JRS, JÚNIOR TAFS, MARINGONI AC, 2018. Survival of *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* in the soil under Brazilian conditions. *European Journal of Plant Pathology* **2018 152:1** **152**, 213–223.
- LI J, WANG C, LIANG W, LIU S, 2021. Rhizosphere Microbiome: The Emerging Barrier in Plant-Pathogen Interactions. *Frontiers in Microbiology* **12**.
- MARINGONI AC, 2010. Alguns testes bioquímicos, fisiológicos e outros: hidrólise de amido. In: *Técnicas em Fitobacteriologia*. Botucatu: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais, 70.
- MYERS JR, KMIECIK K, 2017. Common Bean: Economic Importance and Relevance to Biological Science Research. , 1–20.
- NASCIMENTO DM, OLIVEIRA LR, MELO LL et al., 2020. Survival of *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* in weeds. *Plant Pathology* **69**, 1357–1367.
- NASCIMENTO DM, OLIVEIRA LR, MELO LL et al., 2021. Survival of *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* in the phyllosphere and rhizosphere of crops. *Scopus* **160**, 161–172.
- NASCIMENTO DM, OLIVEIRA LR, MELO LL et al., 2022. Survival of *Curtobacterium*

flaccumfaciens pv. *flaccumfaciens* from soybean and common bean in soil. *European Journal of Plant Pathology* **162**, 971–979.

SANTANA EA-, 1991. Longevity of *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* in naturally infested dry bean (*Phaseolus vulgaris*) debris . *Plant Disease* **75**, 952.

SCHAAD NW, JONES JB, CHUN W, 2001. *Laboratory guide for the identification of plant pathogenic bacteria*. American Phytopathological Society (APS Press).

SEATON FM, GEORGE PBL, LEBRON I, JONES DL, CREER S, ROBINSON DA, 2020. Soil textural heterogeneity impacts bacterial but not fungal diversity. *Soil Biology and Biochemistry* **144**, 107766.

SILVA JÚNIOR TAF, DO NASCIMENTO DM, DA SILVA JC, SOMAN JM, GONÇALVES RM, MARINGONI AC, 2022. Common bacterial blight of beans: an integrated approach to disease management in Brazil. *Tropical Plant Pathology* **47**, 457–469.

SILVA JÚNIOR TAF, NEGRÃO DR, ITAKO AT, SOMAN JM, MARINGONI AC, 2012. Survival of *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* in soil and bean crop debris. *Web of Science* **94**, 331–337.

SILVA JÚNIOR TA., SILVA JC, GONÇALVES RM, SOMAN JM, PASSOS JRS, MARINGONI AC, 2020. Survival of *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* associated with soil and cauliflower crop debris under Brazilian conditions. *European Journal of Plant Pathology* **156**, 399–411.

SILVA JC DA, DA SILVA JÚNIOR TAF, SOMAN JM *et al.*, 2021. Survival of *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* in the phyllosphere and rhizosphere of crops. *Plant and Soil* **462**, 389–403.

SILVA JC, SILVA JÚNIOR TAF, SOMAN JM, TOMASINI TD, SARTORI MMP, MARINGONI AC, 2017. Survival of *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* in the phyllosphere and rhizosphere of weeds. *Plant Pathology* **66**, 1517–1526.

SULLEY S, BABADOOST M, HIND SR, 2021. Biocontrol agents from cucurbit plants infected with *Xanthomonas cucurbitae* for managing bacterial spot of pumpkin. *Biological Control* **163**, 104757.

WENDLAND A, MOREIRA AS, BIANCHINI A, JUNIOR ML, 2016. Doenças do Feijoeiro. In: Amorim L., Rezende JAM., Camargo LEA, eds. *Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas*. Ceres, 810

ZHANG J, ZENG B, MAO Y *et al.*, 2017. Melatonin alleviates aluminium toxicity through modulating antioxidative enzymes and enhancing organic acid anion exudation in soybean. *Functional Plant Biology* **44**, 961–968.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O crestamento bacteriano comum (CBC), causado por *Xanthomonas phaseoli* pv. *phaseoli* (Xpp) é uma das principais doenças bacterianas do feijão comum no Brasil. O conhecimento da sobrevivência de Xpp associada às plantas cultivadas é essencial para o manejo eficiente desta doença no campo.

No presente trabalho pode ressaltar os principais resultados obtidos sendo : a) Xpp sobreviveu no solo por períodos mais longos, sob condições de temperaturas baixas (15°C) e em solos argilosos; b) o maior período de sobrevivência de Xpp foi identificado na filosfera de feijão comum, seguido de amendoim, aveia-branca, aveia-preta, crotalária, feijão-guandu, girassol, milheto, mucuna preta, nabo forrageiro e trigo; c) Xpp não apresentou sobrevivência na filosfera de algodão, milho e soja enquanto que sobreviveu nas outras espécies avaliadas; d) houve correlação positiva entre precipitação e a sobrevivência de Xpp na filosfera das plantas avaliadas; e) Xpp não sobreviveu na rizosfera de algodão, amendoim, aveia-branca, girassol, milho e mucuna preta.

Em locais quentes e úmidos de ocorrência frequente do CBC, a rotação de cultura com algodão, milho e soja mostra-se viável em reduzir a fonte de inóculo de Xpp na área de condução da cultura de feijoeiro.

REFERÊNCIAS

- ANGELES-RAMOS, R.; VIDAVER, A. K.; FLYNN, P. Characterization of epiphytic *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* and pectolytic Xanthomonads recovered from symptomless weeds in the Dominican Republic. **Phytopathology**, St. Paul, v. 81, n. 6, p. 677–681, 1991.
- AKHAVAN, A.; BAHAR, M.; SAEIDI, G.; LAK, MR. Factors affecting epiphytic population of *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* in epidemiology of bean common blight. **J Sci & Technol Agric & Natur Resour** 13:265–277, 2009.
- ARNAUD-SANTANA, E.; PENA-MATOS, E. Longevity of *Xanthomonas axonopodis* pv. *Phaseoli* in naturally infested dry bean (*Phaseolus vulgaris*) debris. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 75, n. 9, p. 952-953, 1991.
- BIANCHINI, A.; MARINGONI, A. C.; CARNEIRO, S. M. T. P. G. **Doenças do feijoeiro**. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. (Ed.). **Manual de fitopatologia**: doenças das plantas cultivadas. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. v. 2, p. 333-349.
- BURKHOLDER, W.H. A new bacterial disease of the bean. *Phytopathology*, v.16, 915-928. 1926.
- CAFATI, C. R.; SAETTLER, A. W. Role of nonhost species as alternate inoculum sources of *Xanthomonas phaseoli*. **Plant Disease**, St. Paul, v. 64, n. 2, p. 194–196, 1980.
- DE BOER, S. H. Survival of phytopathogenic bacteria. In: MOUNT, M. S.; LACY, G. H. (Eds.). **Phytopathogenic prokaryotes**. New York: Academic Press, 1982. v. 1, p. 285-305.
- FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. In: FAOSTAT. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>>. Acesso em: 10 mar 2021.
- FEIJÃO TOTAL (1ª, 2ª e 3ª safra): Brasil, safras 1976/77 a 2017/18. **Séries históricas**. Companhia Nacional de Abastecimento. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/>>. Acesso em: 10 mar 2021.
- GILBERTSON, R. L.; RAND, R. E.; HAGEDORN, D. J. Survival of *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* and pectolitic strains of *X. campestris* in bean debris. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 74, n. 4, p. 322-327, 1990.

JONES, J. B. et al. Survival of *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* in Florida on tomato crop residue, weeds, seeds, and volunteer tomato plants. **Phytopathology**, St. Paul, v. 76, n. 4, p. 430-434, 1986.

MARINGONI, A. C. Detecção de *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* (Smith) Dye em sementes de feijoeiro e consequências epidemiológicas. Piracicaba, 1993. 132p. **Tese (Doutorado em Fitopatologia)** - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

MARQUES, A. S. A. et al. Sobrevivência e viabilidade de *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* em sementes de feijão armazenadas sob condições controladas. **Fitopatologia brasileira**, v. 30, n. 5, p. 527-531, 2005.

RAVA, C. A. Crestamento bacterino comum. In: ZIMMERMANN, M. J. O., ROCHA, M., YAMADA, T. (Ed.). Cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fósforo, 1988. p. 527-41.

ROMEIRO, R. S. **Bactérias fitopatogênicas**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2005. 417 p.

SCHUSTER, M. L.; COYNE, D. P. Survival mechanisms of phytopathogenic bacteria. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 12, p. 199-221, 1974.

SCHWARTZ, H.F.; STEADMAN, J.R.; HALL, R.; FOSTER, R.L. (eds.). 2005. **Compendium of bean diseases**. 2nd, Edition. APS Press, St. Paul, MN, USA. 109 pp.

SCHWARTZ, H.F. Bacterial diseases of beans. **Colorado State University Extension**. 9/99. Revised 5/2011.

SILVA JR, T.A. F. et al. Survival of *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* in soil and bean crop debris. **Journal of Plant Pathology**, Bari, v. 94, n. 2, p. 331-337, 2012.

TORRES, J. P.; MARINGONI, A. C.; SILVA JR., T. A. F. Survival of *Xanthomonas axonopodis* pv. *Phaseoli* var. *fuscans* in common bean leaflets on soil. **Journal of Plant Pathology**, Pisa, v. 91, n. 1, p. 195-198, 2009.

VIEIRA, C; PAULA JUNIOR, T. J.; BORÉM, A. **Feijão**. 2 ed. Atual. Viçosa: UFV, 2006.

WELLER, D. M.; SAETTLER, A. W. Colonization and distribution of *Xanthomonas phaseoli* and *Xanthomonas phaseoli* var. *fuscans* in field-grown navy beans. **Phytopathology**, v. 70, p. 500–506, 1980.