

**Severidade da mancha bacteriana em
pimentas *Capsicum annuum* var. *annuum***



OBJETIVOS DE
DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL

2 FOME ZERO
E AGRICULTURA
SUSTENTÁVEL



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Hortalícias
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

**BOLETIM DE PESQUISA
E DESENVOLVIMENTO
223**

Severidade da mancha bacteriana em pimentas
Capsicum annuum var. *annuum*

*Alice Maria Quezado-Duval
Cláudia Silva da Costa Ribeiro
Sabrina Isabel Costa de Carvalho*

*Embrapa Hortalícias
Brasília, DF
2021*

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na
Embrapa Hortaliças
Rodovia BR-060, trecho Brasília-Anápolis, km 9
Caixa Postal 218
Brasília-DF
CEP 70.275-970
Fone: (61) 3385.9000
Fax: (61) 3556.5744
www.embrapa.br/fale-conosco/sac
www.embrapa.br

Comitê Local de Publicações
da Embrapa Hortaliças

Presidente
Henrique Martins Gianvecchio Carvalho

Editora Técnica
Flávia M. V. T. Clemente

Secretária
Clidineia Inez do Nascimento

Membros
Geovani Bernardo Amaro
Lucimeire Pilon
Raphael Augusto de Castro e Melo
Carlos Alberto Lopes
Marçal Henrique Amici Jorge
Alexandre Augusto de Moraes
Giovani Olegário da Silva
Francisco Herbeth Costa dos Santos
Caroline Jácome Costa
Iriani Rodrigues Maldonade
Francisco Vilela Resende
Italo Moraes Rocha Guedes

Normalização Bibliográfica
Antonia Veras de Souza

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
André L. Garcia

Foto da capa
Cláudia Silva da Costa Ribeiro

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Hortaliças

Quezado-Duval, Alice Maria.

Severidade da mancha bacteriana em pimentas *Capsicum annuum* var.
annuum / Alice Maria Quezado-Duval, Cláudia Silva da Costa Ribeiro, Sabrina
Isabel Costa de Carvalho. - Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2021.

20 p. 16 cm x 22 cm. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa
Hortaliças, ISSN 1677-2229 ; 223).

1. Doença de planta. 2. Variedade resistente. 3. Melhoramento Genético
vegetal. I. Ribeiro, Cláudia Silva da Costa. II, Carvalho, Sabrina Isabel Costa de.
III. Título. IV. Embrapa Hortaliças. V. Série

CDD 635.643

Sumário

Resumo	7
Abstract	8
Introdução.....	9
Material e Métodos	12
Resultados e Discussão.....	15
Conclusão.....	19
Referências	20

Severidade da mancha bacteriana em pimentas *Capsicum annuum* var. *annuum*

Alice Maria Quezado-Duval¹

Cláudia Silva da Costa Ribeiro²

Sabrina Isabel Costa de Carvalho³

Resumo – As pimentas dos grupos varietais jalapeño, páprica e cayenne (*Capsicum annuum* var. *annuum*) são destinadas principalmente às agroindústrias processadoras e têm sido foco do programa de melhoramento de *Capsicum* spp. da Embrapa Hortaliças. Nos cultivos dessas pimentas em condições de chuva e/ou irrigação por aspersão, a doença mancha bacteriana causada predominantemente pela espécie *Xanthomonas euvesicatoria* pv. *euvesicatoria* (XEE), pode provocar perdas da produção devido aos sintomas e queda de folhas. O objetivo deste trabalho foi avaliar a reação de genótipos de pimentas jalapeño, páprica e cayenne à mancha bacteriana causada por XEE. Para tanto, foram conduzidos três ensaios independentes em casa de vegetação, com sete genótipos de jalapeño no primeiro, quatro de páprica e seis de jalapeño no segundo e nove de cayenne no terceiro. As variáveis avaliadas foram severidade da doença e desfolha. As linhagens de jalapeño CNPH 30.118, CNPH 30.112, CNPH 30.415 e CNPH 30.467 e o híbrido comercial Jalapeño Plus apresentaram níveis intermediários de resistência, enquanto a linhagem de jalapeño CNPH 30.245 e os genótipos de cayenne CNPH 717 e CNPH 2781 se destacaram em seus respectivos ensaios, como o melhor desempenho para essa característica, sendo, portanto, as mais promissoras para o programa.

Termos para indexação: Bactéria fitopatogênica, resistência a doenças, melhoramento de plantas.

¹ Engenheira Agrônoma, doutora em Fitopatologia, pesquisadora da Embrapa Hortaliças, Brasília, DF.

² Engenheira Agrônoma, PhD em Melhoramento Genético, pesquisadora da Embrapa Hortaliças, Brasília, DF.

³ Engenheira Agrônoma, doutora em Agronomia, analista da Embrapa Hortaliças, Brasília, DF.

Severity of bacterial spot on pepper genotypes of *Capsicum annuum* var. *annuum*

Abstract – Jalapeño, paprika, and cayenne are *Capsicum annuum* var. *annuum* peppers cultivated in Brazil and have been focused by the *Capsicum* spp. breeding programme at Embrapa Hortaliças. Their production is destined for the processing industries. Bacterial spot of pepper and sweet pepper have been caused mostly by *Xanthomonas euvesicatoria* pv. *euvesicatoria* (XEE). The disease, which causes foliage necrotic symptoms and defoliation in severe attacks, can lead to loss of yields on these pepper crops when cultivated in the rainy season and/or under sprinkle irrigation system. In the present work, genotypes from these groups were evaluated for bacterial spot caused by XEE. Three independent trials were carried out under greenhouse conditions, seven of jalapeño in the first, four of paprika and six of jalapeño in the second, and nine of cayenne in the third. The variables evaluated were disease severity and defoliation. The jalapeño lines CNPH 30.118, CNPH 30.112, CNPH 30.415, and CNPH 30.467, and the commercial hybrid Jalapeño Plus showed intermediate levels of resistance, whereas the jalapeño line CNPH 30.245 and the cayenne lines CNPH 717 and CNPH 2781 had the highest performance, and are, therefore, promising for the breeding program.

Index terms: plant pathogenic bacteria, disease resistance, plant breeding.

Introdução

As pimentas dos grupos varietais jalapeño, páprica e cayenne pertencem a espécie *Capsicum annuum* L. var. *annuum*, que inclui também o pimentão e as pimentas do grupo varietal americana, entre outras (Carvalho et al., 2006). É a espécie mais cultivada no mundo e no Brasil, principalmente nos estados de Minas Gerais, Goiás e São Paulo. O grupo jalapeño é utilizado principalmente pela indústria processadora de molhos, por apresentar frutos grandes, com parede espessa e pungência média, com sabor forte e aromáticos. A páprica é o pimentão ou a pimenta, normalmente doce, de frutos maduros vermelhos, desidratados e processados na forma de pó, com altos teores de sólidos solúveis totais e do carotenóide capsantina, utilizada como corante natural pela indústria de alimentos (Ribeiro et al., 2008; Reifs Schneider et al., 2016; Gomes et al., 2019). A pimenta cayenne apresenta frutos alongados e vermelhos quando maduros, que se assemelham a pimenta dedo-de-moça (*C. baccatum*) e é cultivada principalmente no estado de São Paulo. Por apresentar a polpa fina, a cayenne é utilizada para a produção de pimenta calabresa, que é o produto da desidratação de pimenta vermelha na forma de flocos com as sementes (Ribeiro et al., 2017).

A mancha bacteriana, causada por espécies do gênero *Xanthomonas*, é uma importante doença das culturas de tomate (*Solanum lycopersicum*), pimenta (*Capsicum* spp.) e de pimentão (*C. annuum* var. *annuum*) quando cultivadas em ambiente aberto sujeitos a condições de chuvas, vento e nebulosidade prolongada. Isso porque essas condições favorecem a dispersão, penetração e multiplicação das células bacterianas (Lopes; Ávila, 2003). No caso dos cultivos das pimentas jalapeño e páprica no Brasil, as lavouras são geralmente irrigadas por sistema de pivô central, que também propicia o molhamento foliar necessário para o estabelecimento das infecções dessas bactérias fitopatogênicas. Já a pimenta cayenne ainda é produzida em pequenas áreas, com sistema de irrigação por aspersão ou gotejamento, mas com a demanda crescente de pimenta desidratada em flocos pelas indústrias de processamento de alimentos, esse panorama está mudando. As indústrias de alimentos ainda importam grande parte da pimenta calabresa que utilizam, principalmente da Índia, mas a pimenta em flocos importada é de baixa qualidade (Ribeiro et al., 2017).

Apesar de terem sido relatadas até o presente quatro espécies do gênero *Xanthomonas* que podem causar a mancha bacteriana do tomateiro, atualmente denominadas *X. euvesicatoria* pv. *euvesicatoria* (=*X. euvesicatoria*), *X. euvesicatoria* pv. *perforans* (=*X. perforans*), *X. vesicatoria* e *X. hortorum* pv. *gardneri* (=*X. gardneri*) (Jones et al., 2004; Constantin et al., 2016; Morinière et al., 2020). *X. euvesicatoria* pv. *euvesicatoria* tem sido a mais associada ao gênero *Capsicum* (Jones et al., 2004; Vallejos et al., 2010; Osdaghi et al., 2016), inclusive no Brasil (Areas et al., 2015). Onze raças fisiológicas (P0 a P10) foram identificadas em *X. euvesicatoria* pv. *euvesicatoria*, de acordo com a reação de resistência do tipo hipersensibilidade ou de suscetibilidade do isolado a uma série de genótipos diferenciais (Jones et al., 1998). As *Xanthomonas* da mancha bacteriana podem ser veiculadas pelas sementes infectadas, quando presentes internamente, ou infestadas, quando na superfície. Desse modo, sementes e mudas infectadas são meios de disseminação e também fontes de inóculo potencial para a ocorrência da doença nas lavouras (Jones; Pernezny, 2003).

Os sintomas da mancha bacteriana se manifestam na parte aérea da planta, com a formação de lesões em folhas, caule, pecíolos e frutos. Nas folhas inicialmente são pequenas manchas acinzentadas que se tornam de cor marrom com centro necrótico (Jones; Pernezny, 2003) (Figura 1A). As lesões nas folhas podem coalescer e sob condições de alta umidade tomar um aspecto de mela (Lopes; Ávila, 2003), mais escurecidas. Também é comum em lavouras de pimentão e de pimentas muito atacadas, ocorrer amarelecimento mais generalizado e queda das folhas. As lesões nos frutos são menores, de aspecto corticoso e levemente deprimidas e dependendo do nível do ataque e possivelmente também da genética do material plantado, pode não ocorrerem ou passarem despercebidas (Figura 1B). No caule e pecíolos se tornam mais alongadas (Lopes; Ávila, 2003).

O emprego de cultivares resistentes a doenças é uma medida bastante desejável para o controle das doenças de plantas, especialmente as causadas pelas bactérias do gênero *Xanthomonas* em lavouras de pimenta e de pimentão no Brasil, uma vez que há pouca disponibilidade de produtos registrados para o controle da doença (Agrofit, 2020). O cobre é o mais empregado, e por ser um produto protetor, pode ser lixiviado da superfície das folhas pela chuva ou água de irrigação por aspersão, perdendo eficiência.

Além disso, o uso intensivo desse ingrediente ativo pode levar à seleção de estirpes bacterianas insensíveis (Marco; Stall, 1983).



Figura 1. Sintomas da mancha bacteriana em folhas (A) e fruto do pimentão (B) (*Capsicum annuum* var. *annuum*).

Os genes *Bs1*, *Bs2*, *Bs3* e *Bs4* foram identificados em genótipos de *C. annuum* (*Bs1* e *Bs3*), *C. chacoense* (*Bs2*) e *C. pubescens* (*Bs4*), sendo que os três primeiros foram utilizados em cultivares de pimentão de maneira efetiva por certo tempo, até que surgiu a raça P6 e outras que se seguiram, com capacidade de suplantar a resistência do tipo hipersensibilidade conferida por eles (Vallejos et al., 2010). Posteriormente, dois outros genes de resistência recessivos, denominados *bs5* e *bs6*, foram identificados em *C. annuum*, tendo efeito aditivo e sendo efetivos para essa raça (Jones et al., 2002). Assim, frente à diversidade do complexo *Xanthomonas* da mancha bacteriana, a busca por esse tipo de resistência em *Capsicum* sp. torna-se importante para que se possa disponibilizar aos produtores variedades que venham a apresentar um melhor desempenho frente à mancha bacteriana nos cultivos de verão.

A Embrapa Hortalícias possui um programa de melhoramento genético de pimentas de gênero *Capsicum* há mais de três décadas que tem desenvolvido cultivares de diferentes tipos. O híbrido para páprica BRS Brasilândia e as

cultivares de polinização aberta de jalapeño BRS Sarakura e BRS Garça, com características de frutos de interesse da indústria processadora e adaptadas às condições de cultivos da Região Central do Brasil, foram desenvolvidas pela Embrapa em parceria com o setor privado (Ribeiro et al., 2020). A ausência de cultivares nacionais de pimenta cayenne para a produção de pimenta calabresa de qualidade superior, adaptadas às diferentes condições bióticas e abióticas brasileiras, motivou o desenvolvimento de linhagens deste grupo pelo programa de *Capsicum* da Embrapa Hortaliças (Ribeiro et al., 2017). Além da seleção de genótipos de jalapeño e de páprica com características agronômicas e industriais superiores, o programa também tem focado no desenvolvimento de cultivares com resistência múltipla às principais doenças que afetam a cultura como murcha e mancha bacterianas, ódio, murcha de fitófaga, tospovirus, potyvirus e nematoides-das-galhas. Nesse contexto, o objetivo deste estudo foi avaliar a reação de genótipos dos grupos varietais jalapeño, páprica e cayenne à mancha bacteriana causada por *X. euvesicatoria* pv. *euvesicatoria*.

Material e Métodos

Foram conduzidos na Embrapa Hortaliças, localizada no Distrito Federal, três experimentos em ambiente protegido para a avaliação do comportamento de genótipos de pimentas da espécie *Capsicum annuum* var. *annuum*, dos grupos varietais jalapeño, páprica e cayenne, quanto à severidade da mancha bacteriana. Os períodos em que ocorreram o plantio das mudas nos vasos, a inoculação e as avaliações foram compilados na Tabela 1. No primeiro experimento foram avaliados sete genótipos do grupo jalapeño, sendo CNPH 4547 o híbrido comercial Jalapeño Plus (Topseed/Agristar do Brasil Ltda.), e os demais, linhagens do programa de melhoramento da Embrapa Hortaliças (Tabela 2). No segundo experimento, foram avaliadas seis linhagens de jalapeño e cinco linhagens de páprica do programa melhoramento (Tabela 3) e no terceiro, nove genótipos de cayenne do banco de germoplasma de *Capsicum* da Embrapa Hortaliças (Tabela 4). As variedades Early Calwonder (ECW, genótipo CNPH 1375) e/ou Yolo Wonder (YW, genótipo CNPH 193) foram utilizadas como referência de suscetibilidade à mancha bacteriana (Stall et al., 2009; Hamza et al., 2010, respectivamente).

O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso com quatro repetições para o primeiro ensaio e três repetições para o segundo e terceiro. A parcela consistiu de cinco plantas em vasos de 500 mL (uma planta/vaso) contendo substrato e mais a metade de sua quantidade de solo esterilizado em autoclave (Figura 3B). As mudas foram produzidas em bandejas de poliestireno de 128 células, contendo substrato comercial à base de casca de pinheiro.

Para o experimento 1 foi utilizado o isolado EH 101-P e para o 2 e 3, o isolado EH 112-P. Esses isolados foram previamente identificados, com base na reação à série diferencial de raças composta pelos genótipos ECW, ECW10R, ECW20R e ECW30R como da raça 6 ou 10 e 4 ou 9, respectivamente (Lima, 2015). A distinção entre essas duas formas possíveis de cada isolado não foi feita uma vez que no referido estudo não foi utilizado o acesso *C. pubescens* PI 235047. Os isolados pertencem à coleção de trabalho da Embrapa Hortaliças e foram obtidos de plantas pimentão em lavoura no Distrito Federal. A suspensão de inóculo foi preparada na concentração aproximada de 5×10^7 ufc mL⁻¹ em solução de MgSO₄, por meio da calibração em espectofotômetro para $A_{600nm} = 0,3$, seguida de diluição em 1:10. Para a inoculação, utilizou-se um borrisfador manual de plástico (capacidade 500 mL). Após a inoculação, as plantas foram submetidas à condição de alta umidade relativa por 48h, por meio da nebulização em um regime intermitente, nos ensaios de 2016 e 2017, e pela colocação de uma cobertura de plástico proporcionando uma câmara úmida, no ensaio de 2018.

Os dados tomados foram a severidade da doença e a desfolha das plantas. A severidade da doença foi determinada por dois métodos, conforme o ensaio: 1. Por atribuição de notas de acordo com níveis crescentes de severidade para a planta (notas de 1 a 5, NSP), com auxílio de uma escala de imagens (Figura 2), utilizada nos três experimentos, e 2. Por estimativa visual da severidade por folha mais atacada por planta, utilizada no terceiro experimento. Os dados da primeira variável, por serem ordinais (categóricos), foram utilizados para o cálculo de índices de severidade, de acordo com a seguinte fórmula (McKinney, 1923):

$$\text{ISEV}(\%) = \frac{\sum (\text{Número de plantas} \times \text{respectiva Nota}) \times 100}{\text{Total de plantas} \times \text{nota máxima}}$$

Os valores resultantes compuseram a variável índice de severidade (ISEV). Já os dados de desfolha foram obtidos pela contagem por planta do número de folhas caídas sob o número total de folhas estendidas, com os quais foi calculada a variável incidência de desfolha, também expressa em porcentagem (DESF). Esses dados de incidência e o de severidade por folha (SEVFOL) foram transformados para raiz ($X+0,5$), utilizando o programa computacional AgroEstat (Barbosa; Maldonado Júnior, 2015). O referido programa estatístico foi também utilizado para a análise de variância e para os testes de comparação das médias dos tratamentos de Scott Knott a 5%.

Tabela 1. Períodos de plantio das mudas nos vasos, inoculação e avaliação da severidade da mancha bacteriana e desfolha em três ensaios com genótipos de *Capsicum annuum* dos grupos jalapeño (Ensaio 1 e 2), pálrica (Ensaio 2) e cayenne (Ensaio 3). Brasília, Embrapa Hortaliças.

Eventos	Ensaio 1 (Abr-Maio 2016)	Ensaio 2 (Out-Nov 2017)	Ensaio 3 (Fev-Abril 2018)
Plantio para vasos (Dias após a semeadura)	22	28	35
Inoculação (Dias após o plantio nos vasos)	15	13	13
Avaliação: Severidade (Dias após a inoculação)	12	10	10
Avaliação: Desfolha (Dias após a inoculação)	12	14	16

Foto: Alice M. Quezzado-Duval

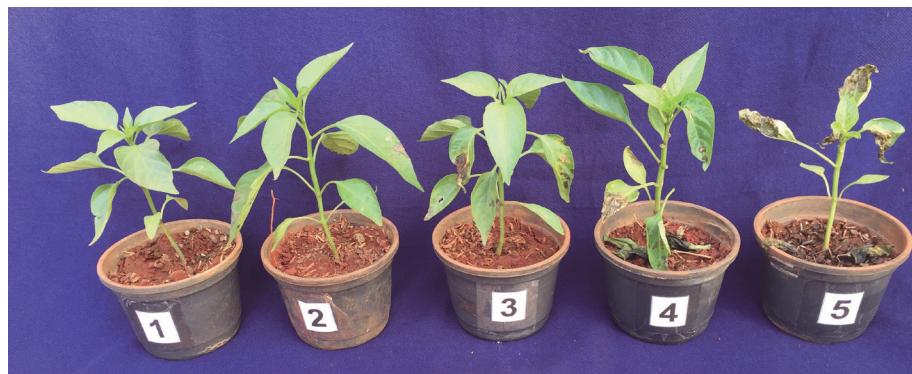


Figura 2. Escala de notas para avaliação da severidade da mancha bacteriana em *Capsicum* spp. em plantas no estádio de 5-6 folhas.

Resultados e Discussão

Ensaio de 2016

Foram detectadas diferenças entre os genótipos de jalapeño para as variáveis analisadas ISEV e IDESF ($p<0,001$). Para o ISEV, a linhagem do programa de melhoramento CNPH 30.245, que apresentou a menor severidade média, foi distinto dos demais, seguido do híbrido Jalapeño Plus (CNPH 4547), das linhagens CNPH 30.112 e CNPH 30.118, com valores intermediários de ISEV, mas também distintos das duas referências de suscetibilidade, e de CNPH 30.147, CNPH 30.183 e CNPH 30.159, que não diferiram entre si e que apresentaram os maiores ISEVs (Tabela 2). Para a DESF, também foram observados três grupos distintos, com menor discriminação entre os genótipos que apresentaram os menores valores dessa variável, CNPH 30.245, CNPH 4547, CNPH 30.118 e CNPH 30.112, bem como maior coeficiente de variação, mesmo após a transformação dos dados (Tabela 2).

Tabela 2. Índices de severidade (ISEV) e de desfolha (DESF) de genótipos de *Capsicum annuum* var. *annuum* do grupo jalapeño avaliado para mancha bacteriana causada por *Xanthomonas euvesicatoria* pv. *euvesicatoria* em 2016. Embrapa Hortalícias, Brasília, DF.

Genótipos ¹	ISEV ²	DESF ^{2,3}
CNPH 193	83,70 a	26,01 a
CNPH 1375	80,20 a	28,01 a
CNPH 30.147	73,00 a	15,27 a
CNPH 30.183	72,40 a	17,05 b
CNPH 30.159	70,80 a	11,54 b
CNPH 30.118	58,75 b	0,84 c
CNPH 30.112	56,00 b	3,48 c
CNPH 4547	45,50 b	0,99 c
CNPH 30.245	25,60 c	0,00 c
C.V. (%)	17,32	28,47

¹Os genótipos CNPH 30.112, CNPH 30.118, CNPH 30.147, CNPH 30.159, CNPH 30.183 e CNPH 30.245 são linhagens de pimenta jalapeño do programa de melhoramento da Embrapa Hortalícias; CNPH 4547 corresponde ao híbrido comercial Jalapeño Plus (Topseed/Agristar do Brasil Ltda.); CNPH 193 e CNPH 1375 são as variedades de pimentão (*C. annuum* var. *annuum*) de polinização aberta Yolo Wonder e Early Calwonder, respectivamente, utilizadas como referência de suscetibilidade. ²Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. ³Dados apresentados em porcentagem e correspondem aos valores obtidos pela operação inversa da utilizada para a transformação de raiz ($x+0,5$). ISEV mínimo e máximo = 20 (cinco plantas nota 1) e 100% (cinco plantas nota 5), respectivamente; DESF, de 0 a 100%.

Ensaio de 2017

Foram detectadas diferenças entre as linhagens de jalapeño e páprica para as variáveis analisadas ISEV e IDESF ($p<0,001$). As linhagens CNPH 30.415 e CNPH 30.467 apresentaram os menores valores de ISEV e foram distintas das demais e das referências de suscetibilidade (Tabela 3). Essas duas linhagens de jalapeño também apresentaram menores valores de DESF, juntamente com quatro outras linhagens do grupo jalapeño (Tabela 3).

Tabela 3. Índices de severidade (ISEV) e de desfolha (DESF) de genótipos de *Capsicum annuum* var. *annuum* dos grupos jalapeño e páprica avaliados para mancha bacteriana causada por *Xanthomonas euvesicatoria* pv. *euvesicatoria* em 2017. Embrapa Hortaliças, Brasília, DF.

Genótipos ¹	Grupo	ISEV ²	DESF ^{2,3}
CNPH 1375	Pimentão	88,00 a	28,64 b
CNPH 3582	Páprica	85,33 a	24,21 b
CNPH 193	Pimentão	84,00 a	29,34 b
CNPH 3591	Páprica	74,67 b	19,41 b
CNPH 4574	Páprica	74,67 b	27,26 b
CNPH 4575	Páprica	73,33 b	20,46 b
CNPH 3295	Jalapeño	73,33 b	9,51 c
CNPH 3294	Jalapeño	73,33 b	13,96 c
CNPH 3299	Jalapeño	68,00 b	10,50 c
CNPH 3592	Páprica	65,33 b	57,53 a
CNPH 30.419	Jalapeño	61,33 c	12,01 c
CNPH 30.415	Jalapeño	45,33 d	3,93 c
CNPH 30.467	Jalapeño	45,33 d	8,31 c
C.V. (%)		8,94	15,45

¹Os genótipos CNPH 3294, CNPH 3295, CNPH 3299, CNPH 30.415, CNPH 30.419 e CNPH 30.467 são linhagens de jalapeño e CNPH 3582, CNPH 3591, CNPH 4574, CNPH 4575 e CNPH 3592 são linhagens de páprica do programa de melhoramento da Embrapa Hortaliças. CNPH 193 e CNPH 1375 correspondem às variedades de pimentão (*C. annuum* var. *annuum*) de polinização aberta Yolo Wonder e Early Calwonder, respectivamente, utilizadas como referência de suscetibilidade. ²Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. ³Dados apresentados em porcentagem e correspondem aos valores obtidos pela operação inversa da utilizada para a transformação de raiz ($x+0,5$). ISEV mínimo e máximo = 20 (cinco plantas nota 1) e 100% (cinco plantas nota 5), respectivamente; DESF, de 0 a 100%.

Ensaio de 2018

Foram detectadas diferenças entre os genótipos de cayenne para as variáveis ISEV e SEVFOL ($p<0,001$). Para a primeira variável, os genótipos se agruparam em dois grupos, sendo o de menor severidade composto por CNPH 2781, CNPH 717, CNPH 2783, CNPH 2771, CNPH 2679, CNPH 2796 e CNPH 2794. Os demais, com maior severidade, se agruparam com a referência de suscetibilidade Yolo Wonder (Tabela 4). Para a segunda variável, formaram-se três grupos, sendo o intermediário composto de quatro genótipos (CNPH 2771, CNPH 2783, CNPH 2679 e CNPH 2796) e o mais resistente das linhagens CNPH 717 e CNPH 2781 (Tabela 4). Os genótipos não foram distintos quanto à desfolha, que de maneira geral foi baixa, inclusive para a referência de suscetibilidade Yolo Wonder. Maior coeficiente de variação foi obtido para essa variável.

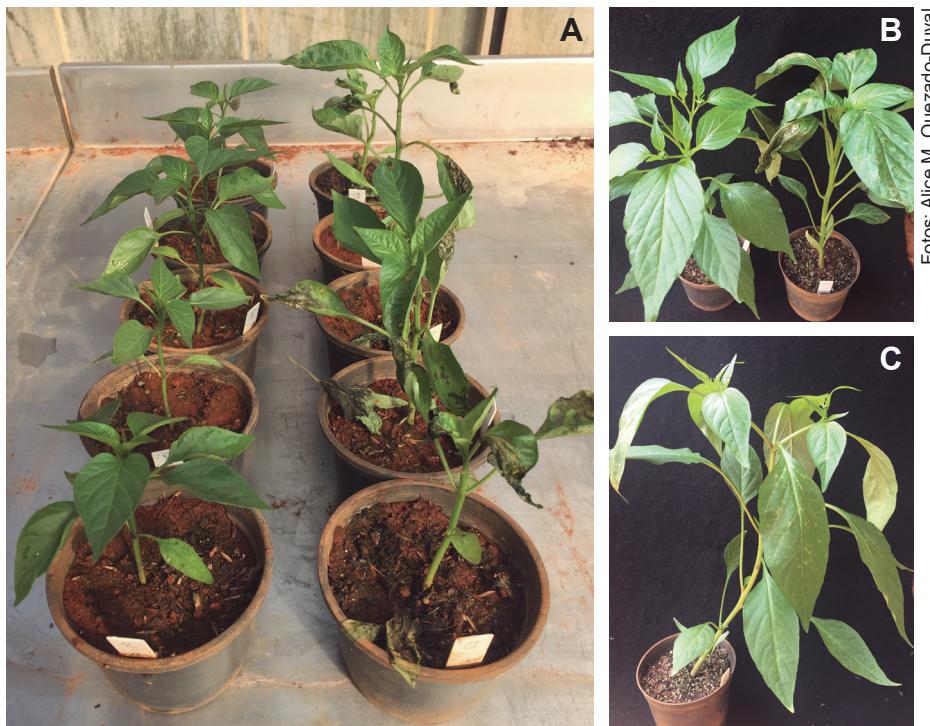
Tabela 4. Índices de severidade (ISEV), severidade por folha (SEVFOL) e desfolha (DESF) de genótipos de *Capsicum annuum* var. *annuum* do grupo varietal cayenne avaliado para mancha bacteriana causada por *Xanthomonas euvesicatoria* pv. *euvesicatoria* em 2018. Embrapa Hortalícias, Brasília, DF.

Genótipos ¹	ISEV ^{2,3}	SEVFOL ^{2,3}	DESF ^{2,3}
CNPH 193	86,67 a	76,90 a	9,94 ^{NS}
CNPH 2816	80,00 a	81,54 a	15,84
CNPH 4579	78,00 a	79,11 a	18,54
CNPH 4578	77,33 a	62,53 a	17,87
CNPH 4576	72,00 a	58,72 a	11,66
CNPH 2794	60,00 b	51,58 a	6,03
CNPH 2796	57,33 b	36,83 b	5,44
CNPH 2679	52,00 b	30,76 b	8,58
CNPH 2771	47,33 b	22,69 b	3,26
CNPH 2783	45,33 b	28,73 b	3,67
CNPH 717	38,67 b	8,69 c	1,14
CNPH 2781	28,00 b	4,38 c	2,41
C.V. (%)	23,71	25,15	43,50

¹Os genótipos avaliados pertencem ao banco de germoplasma de Capsicum da Embrapa Hortalícias. CNPH 193 é a variedade de polinização aberta de pimentão (*C. annuum* var. *annuum*) Yolo Wonder. ²Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade; NS = não significativo. ³Dados apresentados em porcentagem e correspondem aos valores obtidos pela operação inversa da utilizada para a transformação de raiz ($x+0,5$). ISEV mínimo e máximo = 20 (cinco plantas nota 1) e 100% (cinco plantas nota 5), respectivamente; DESF, de 0 a 100%.

Pouco ou nenhum sintoma foi observado na linhagem de jalapeño CNPH 30.245 e nos genótipos de cayenne CNPH 2781 e CNPH 717 (Figura 3), o que poderia sugerir que esses genótipos tenham uma resistência do tipo hipersensibilidade, cuja expressão no campo apresenta-se completa, qualitativa, como a conferida pelos genes da série *Bs1*, *Bs2*, *Bs3* e *Bs4*, que no caso são também raça-específica (Stall et al., 2009). A resposta de hipersensibilidade não foi testada no presente estudo. No entanto, a hipótese de que o CNPH 30.245 seja portador de algum gene homólogo a esses genes não é muito provável já que no ensaio de 2016, o isolado utilizado pertence à raça 6 ou 10, segundo inicialmente avaliado por Lima (2015), capaz de suplantar a resistência dos genes, *Bs1*, *Bs2* e *Bs3*. No caso do gene *Bs4*, se o isolado fosse da raça 6 (que produz reação de hipersensibilidade no acesso PI 235047, de *C. pubescens* que porta o gene *Bs4*), seria igualmente remota a possibilidade de a linhagem também portar o referido gene, pois há relatos da não viabilidade do cruzamento entre *C. pubescens* e *C. annuum* (Stall et al., 2009). Por outro lado, a resistência conferida pelo gene recessivo *bs5* encontrado em *C. annuum* var. *annuum*, por sua vez, tem se mostrado efetivo para a raça em questão (Vallejos et al., 2010), e poderia ter alguma relação com a resistência encontrada nos genótipos que se mostraram mais resistentes no presente estudo. Já no caso dos genótipos mais resistentes de cayenne, há a possibilidade de portarem o gene *Bs3* ou homólogo, pois foram desafiados por um isolado que provocaria resistência do tipo hipersensibilidade em genótipos portando esse gene. Testes de hipersensibilidade, onde é realizada infiltração com suspensão bacteriana em torno de 10^8 ufc mL⁻¹, para a observação da reação de confluência de tecidos seguida de necrose em até 24-48h, poderão fornecer mais informações sobre o tipo de resistência encontrada. A utilização de diferentes raças/espécies nesses testes, por sua vez, poderá inferir sobre a durabilidade esperada dessas resistências.

Apesar de os genótipos de jalapeño terem sido avaliados em ensaios distintos, o fato de os valores de ISEV serem relativamente próximos, encontrados para as duas referências de suscetibilidade (80,2 e 88,0% para Early Calwonder e 83,7 e 84,0% para Yolo Wonder, respectivamente para os ensaios 1 e 2), são uma indicação de que a linhagem de jalapeño CNPH 30.245 seja um pouco superior às linhagens CNPH 30.415 e CNPH 30.467, que apresentaram menor severidade no ensaio 2. O híbrido comercial Jalapeño Plus (CNPH 4547), já no mercado nacional de sementes, apresentou comportamento intermediário. Esses materiais apresentaram



Fotos: Alice M. Quezado-Duval

Figura 3. Aspecto de plantas na ocasião da avaliação da severidade da doença do genótipo de jalapeño CNPH 30.245 (lado esquerdo) e referência suscetível Early Calwonder (ECW, lado direito) no ensaio de 2016 (A), CNPH 2781 (lado esquerdo) e de Yolo Wonder (lado direito) (B) e CNPH 717 em 2018 (C).

também pouca desfolha. Em relação ao grupo cayenne, os genótipos CNPH 2781 e CNPH 717 apresentaram os menores valores para as três variáveis avaliadas, mas a variável desfolha não discriminou os genótipos em grupos. Essa variável mostrou maior coeficiente de variação nos ensaios, podendo ser mais influenciada por fatores ambientais localizados.

Conclusão

A linhagem CNPH 30.245 de jalapeño e os genótipos de cayenne CNPH 717 e CNPH 2781 são promissoras ao programa de melhoramento por apresentarem menor severidade à mancha bacteriana causada por *Xanthomonas euvesicatoria* pv. *euvesicatoria*.

Agradecimentos

Esta publicação foi preparada no âmbito do projeto de pesquisa “Desenvolvimento de *Capsicum* spp. para a cadeia produtiva brasileira” (Embrapa Chamada 99/2018, No. 22.16.04.025.00.00). Agradecimentos são devidos aos funcionários da Embrapa Hortalícias: Luana Costa, Arnaud M. Araújo e Wagner Ribeiro pelo auxílio na condução dos experimentos.

Referências

- AGROFIT: consulta aberta. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 21 jun. 2020.
- AREAS, M. S.; GONCALVES, R. M.; SOMAN, J. M.; SAKATE, R. K.; GIORIA, R. SILVA JÚNIOR, T. A. F.; MARINGONI, A. C. Prevalence of *Xanthomonas euvesicatoria* on pepper in Brazil. **Journal of Phytopathology**, v. 163, n. 11/12, p.1050-1058, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1111/jph.12349>.
- BARBOSA, J. C.; MALDONADO JÚNIOR, W. **Experimentação agronômica & agroestatn**: sistema para análises estatísticas e ensaios agronômicos. Jaboticabal: Gráfica Multipress Ltda, 2015, 396 p.
- CARVALHO, S. I. C.; BIANCHETTI, L. B.; RIBEIRO, C. S. C.; LOPES, C. A. **Pimentas do gênero Capsicum no Brasil**. Brasília, DF: Embrapa Hortalícias, 2006. 27 p. (Embrapa Hortalícias, Documentos, 94). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/779776>. Acesso em: 21 jun. 2020.
- CONSTANTIN, E. C.; CLEENWERCK, I.; MAES, M.; BAEYENA, S.; VAN MALDERGHEMA, C.; DE VOS, P.; COTTYN, B. Genetic characterization of strains named as *Xanthomonas axonopodis* pv. *dieffenbachiae* leads to a taxonomic revision of the *X. axonopodis* species complex. **Plant Pathology**, v. 65, p. 792–806, 2016. DOI: 10.1111/ppa.12461.
- HAMZA, A. A.; ROBÈNE-SOUSTRADE, I.; JOUEN, E.; GAGNEVIN, L.; LEFEUVRE, P.; CHIROLEU, F. PRUVOST, O. Genetic and pathological diversity among *Xanthomonas* strains responsible for bacterial spot on tomato and pepper in the southwest Indian Ocean region. **Plant Disease**, v. 94, n. 8, p. 993-999, Aug. 2010. DOI: <https://doi.org/10.1094/PDIS-94-8-0993>.
- GOMES, L. M.; RIBEIRO, C. S. C.; RAGASSI, C. F.; SILVA, L. S.; REIFSCHEIDER, F. J. B. Advanced lines of Jalapeño pepper with potential for mechanical harvesting. **Ciência Rural**, v. 49, n. 2, 2019. e20180222. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1109909>. Acesso em: 21 jun. 2020.
- JONES, J. B.; STALL, R. E.; BOUZAR, H. Diversity among *Xanthomonas* pathogenic on pepper and tomato. **Annual Review of Phytopathology**, v. 36, p. 41-58, Sept. 1998. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev.phyto.36.1.41>.

JONES, J. B.; PERNEZNY, K. Bacterial spot. In: PERNEZNY, K.; ROBERTS, P. D.; MURPHY, J. F.; GOLDBERG, N. **Compendium of pepper diseases**. St. Paul: APS Press, 2003. p. 6-7,

JONES, J. B.; MINSAVAGE, P.D.; ROBERTS, P. D.; JOHNSON, C. S.; KOUSIK, C. S.; SUBRAMANIAN, S.; STALL, R. E. A non-hypersensitive resistance in pepper to the bacterial spot pathogen is associated with two recessive genes. **Phytopathology**, v. 92, n. 3, p. 273-277, Mar. 2002. DOI: 10.1094/PHYTO.2002.92.3.273

JONES, J. B.; LACY, G. H.; BOUZAR, H.; STALL, R. E.; SCHAAD, N. W. Reclassification of the xanthomonads associated with bacterial spot disease of tomato and pepper. **Systematic and Applied Microbiology**, v. 27, n. 6, p. 755-762, Nov. 2004. DOI: 10.1078/0723202042369884.

LIMA, R. S. **O complexo da mancha-bacteriana em Capsicum no Brasil: espécies e sua sensibilidade ao cobre**. 2015. 87 f. (Dissertação de mestrado). Universidade de Brasília

LOPES, C. A.; ÁVILA, A. C. **Doenças do pimentão**: diagnose e controle. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2003. 96 p.

MARCO, G. M.; STALL, R. E. Control of bacterial spot of pepper initiated by strains of Xanthomonas campestris pv. vesicatoria that differ in sensitivity to copper. **Plant Disease**, v. 67, p. 779-781, 1983. DOI: 10.1094/PD-67-77

McKINNEY, H. H. Influence of soil temperature and moisture on infection of wheat seedlings by Helminthosporium sativum. **Journal of Agricultural Research**, v. 26, n. 5, p. 195-218, 1923.

MORINIÈRE, L.; BURLET, B.; ROSENTHAL, E. R.; NESME, X.; PORTIER, P.; BULL, C. T.; LAVIRE, C.; FISCHER-LE SAUX, M.; FRANCK BERTOLLA, F. Clarifying the taxonomy of the causal agent of bacterial leaf spot of lettuce through a polyphasic approach reveals that Xanthomonas cynarae Trébaol et al. 2000 emend. Timilsina et al. 2019 is a later heterotypic synonym of Xanthomonas hortorum Vauterin et al. 1995. **Systematic and Applied Microbiology**, v. 43, n. 4, July, 2020. 126087. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.syapm.2020.126087>

OSDAGHI, E.; TAGHAVI, S. M.; HAMZEHZARGHANI, H.; LAMICHHANE, J. R. Occurrence and characterization of the bacterial spot pathogen Xanthomonas euvesicatoria on pepper in Iran. **Journal of Phytopathology**, v. 164, n. 10, p. 722-734, Oct. 2016. DOI: <https://doi.org/10.1111/jph.12493>.

REIFSCHEIDER, F. J. B.; LOPES, C. A.; RIBEIRO, C. S. C. Continuity, focus and impact: a commented historical perspective on Embrapa Vegetables' extended Capsicum breeding program. **Horticultura Brasileira**, v. 34, n. 2, p. 155-60, abr./jun. 2016. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1043988>. Acesso em: 21 jun. 2020.

RIBEIRO, C. S. C.; CARVALHO, S. I. C.; HENZ, G. P.; REIFSCHEIDER, F. J. B. **Pimentas Capsicum**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2008. 200 p.

RIBEIRO, C. S. C.; SOARES, R. S.; GOMES, L. M.; COELHO, L. G. F.; REIFSCHEIDER, F. J. B. Breeding Calabrian pepper lines for Brazilian agriculture from *sui generis* introduction of germplasm. **Horticultura Brasileira**, v. 35, n. 2, p. 195-202, abr./jun. 2017. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1074549>. Acesso em: 21 jun. 2020.

RIBEIRO C. S. C., REIFSCHEIDER, F. J. B., CARVALHO, S. I. C.; BIANCHETTI, L.; BUSO, G. S. C. Embrapa's Capsicum Breeding Program - looking back... into the future. **Crop Breeding Genetics and Genomics Journal**, v. 2, n. 1, 2020. e200001. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1116123>. Acesso em: 21 jun. 2020.

STALL, R. E.; JONES, J. B.; MINSAVAGE, G. V. Durability of resistance in tomato and pepper to xanthomonads causing bacterial spot. **Annual Review of Phytopathology**, v. 47, p. 265-284, 2009. DOI: 10.1146/annurev-phyto-080508-081752

VALLEJOS, C. E.; JONES, V.; STALL, R. E.; JONES, J. B.; MINSAVAGE, G. V.; SCHULTZ, D. C.; RODRIGUES, R.; OLSEN, L. E.; MAZOUREK, M. Characterization of two recessive genes controlling resistance to all races of bacterial spot in peppers. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 121, n. 1, p. 37-46, 2010. DOI: 10.1007/s00122-010-1289-



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO

