



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS
CAMPUS ARAGUATINS
CURSO SUPERIOR ENGENHARIA AGRONÔMICA**

IZABEL PEREIRA DE ARAÚJO

**SUSCETIBILIDADE E DESEMPENHO AGRONÔMICO DA RÚCULA SOB A
INFLUÊNCIA DE *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* NO NORTE DO
TOCANTINS**

ARAGUATINS - TO

2023

IZABEL PEREIRA DE ARAÚJO

**SUSCETIBILIDADE E DESEMPENHO AGRONÔMICO DA RÚCULA SOB A
INFLUÊNCIA DE *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* NO NORTE DO
TOCANTINS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso Bacharelado em
Engenharia Agrônômica do Instituto Federal do
Tocantins, *Campus* Araguatins, como exigência à
obtenção do grau de Bacharel em Engenharia
Agrônômica.

Orientador: Dr. Edvar de Sousa da Silva

ARAGUATINS - TO

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas do Instituto Federal do Tocantins

- A658s Araújo, Izabel Pereira de
 Suscetibilidade e desempenho agronômico da rúcula sob a influência de
 Xanthomonas campestris pv. campestris no Norte do Tocantins / Izabel
 Pereira de Araújo. – Araguatins, TO, 2023.
 36 p.
- Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia
 Agrônômica) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do
 Tocantins, Campus Araguatins, Araguatins, TO, 2023.
- Orientador: Dr. Edvar de Sousa da Silva
1. Eruca Sativa L. 2. Podridão negra. 3. Severidade. I. Silva, Edvar de
 Sousa da. II. Título.

CDD 630

A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio, deste documento é autorizada para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica do IFTO com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).



Ministério da Educação
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins
Campus Araguatins
Coordenação do Curso de Bacharelado em Engenharia Agrônômica

FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO: "SUSCETIBILIDADE E DESEMPENHO AGRONÔMICO DA RÚCULA SOB A INFLUÊNCIA DE *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* NO NORTE DO TOCANTINS".

AUTOR (A): Izabel Pereira de Araújo
ORIENTADOR (A): Edvar de Sousa da Silva

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, *Campus Araguatins*, como parte das exigências para a conclusão do Curso de Bacharelado em Engenharia Agrônômica.

Aprovado em 24 de fevereiro de 2023.



Documento assinado eletronicamente por **Edvar de Sousa da Silva, Servidor(a)**, em 24/02/2023, às 17:22, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Wyratan da Silva Santos, Servidor(a)**, em 24/02/2023, às 17:23, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Ruy Borges da Silva, docente**, em 24/02/2023, às 17:23, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.iftoc.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1878244** e o código CRC **521CB19A**.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, Salvelina Gomes Pereira e Raimundo Nonato Oliveira de Araújo, meu irmão Bruno Pereira de Araújo, que sempre me apoiaram de forma direta e indireta, as pessoas mais importantes da minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por sempre iluminar meus passos e me guiar pelo caminho certo, e por todas as bençãos sobre minha vida.

A minha mãe, Salvelina Gomes Pereira, e ao meu pai, Raimundo Nonato Oliveira de Araújo, e meu irmão, Bruno Pereira de Araújo, por sempre me apoiar em tudo, acreditar em mim e sempre me incentivar para não desistir. Motivo de todas minhas conquistas agradeço a eles.

A minha família toda pelo apoio e incentivo, em especial meus tios e tias, Cleudimar, Valdilene, Maria do Espírito Santo, Romulo, Valquíria e minha prima Madalena que sempre acreditaram em mim.

As minhas amigas do Maranhão, Taynara Miranda, Elaine Carvalho, Biatriz Sousa, Adrielly Viana, Andrielly Oliveira, Eryka Barros e Carolina Leão que mesmo de longe esteve torcendo por mim durante toda minha trajetória, amo vocês.

Aos meus amigos da vida e da faculdade, Danilo, Cledyson Gabriel, David, Anne, Ana Paula, Jean Lucas, Wandreson, Wemerson, Brenno Aleff, Italo, Ericson, Lorhana e Leticia. Sem vocês não seria possível a realização desse sonho e minha graduação não teria sido a mesma.

Em um parágrafo único agradeço imensamente minha amiga e irmã, Mayara Pereira da Luz Sousa, por todo apoio e incentivo durante toda minha graduação, é imensurável o carinho e consideração que tenho por você, obrigada por tudo.

Ao meu Professor Dr. Edvar de Sousa Silva, pela oportunidade de me orientar na condução do experimento. Sempre ajudando com muita dedicação e compromisso.

A todos os servidores do IFTO *campus* Araguatins, especialmente Andréa Ohanna Santos Carvalho pelo apoio e orientações durante a execução do experimento, sou imensamente grata por toda colaboração. Pessoa na qual tenho uma enorme admiração.

Ao Ricardo Alencar pelo acolhimento no laboratório de solos durante o estágio, por todo conhecimento compartilhado e por sempre estar à disposição para ajudar quando precisei.

Para finalizar, agradeço ao meu querido IFTO *Campus* Araguatins por todo acolhimento durante minha graduação.

Foque nos seus planos, e na sua evolução,
não se compare, pois somos todos
diferentes, viva o seu processo.

RESUMO

Em meio às hortaliças cultivadas no Brasil, a rúcula (*Eruca sativa* L.) é uma folhosa que vem cativando o gosto dos brasileiros e está cada vez mais conquistando espaço no mercado desde a década de 1990. Outro aspecto ressaltado diz respeito ao desenvolvimento da quantidade comercializada e a sua valorização, indicando a rentabilidade da rúcula. No entanto, as brássicas são extremamente sensíveis ao ataque de pragas e doenças, o que pode comprometer seriamente a produção. Dentre as doenças que comprometem a cultura, a podridão negra causada por *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* (Xcc) é uma das mais importantes, pois ataca as safras das brássicas em todo o mundo. O objetivo do presente trabalho foi avaliar a suscetibilidade e desempenho agrônomo de híbridos de rúcula sob a influência de *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* no Norte do Tocantins. A pesquisa científica experimental foi conduzida na cidade de Araguatins. O experimento foi instalado segundo o delineamento em blocos casualizados (DBC), formado por 6 blocos (repetições) constituído por, 4 parcelas, dentro de cada uma das parcelas foram cultivadas 4 plantas, totalizando 24 parcelas na área experimental. Foram 4 tratamentos compostos por Rúcula Folha Larga® (*Broad Leaf Rocket*) inoculada e não inoculada e Rúcula Cultivada® (*Cultivated Rocket*) inoculada e não inoculada. Para realização de avaliações, 30 dias após a emergência das plântulas e 15 dias após a inoculação da bactéria, foram coletadas duas plantas por parcela e mensurado as seguintes características: Incidência em porcentagem de folhas com sintomas da doença (IPF); Índice severidade por planta (ISP); Massa fresca (MF); Altura da planta (AP). Os dados coletados foram submetidos à análise de variância, quando verificado a ocorrência da variação significativa entre as médias dos tratamentos, as mesmas foram agrupadas e comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. A Rúcula Cultivada e Folha Larga® inoculada apresentou alto índice de severidade por planta, alto índice severidade por folha, para altura de plantas obteve médias menores e em massa fresca. É válido ressaltar que, mesmo com a escassez de pesquisas relacionadas a esse estudo, conclui-se que os resultados encontrados apontam que a bactéria Xcc possui um ótimo desenvolvimento na região, um dos fatores predominantes é o tipo de clima característico.

Palavras-chave: *Eruca sativa* L. Podridão negra. Severidade.

ABSTRACT

Among the vegetables grown in Brazil, arugula (*Eruca sativa* L.) is a leafy plant that has been captivating the taste of Brazilians and is increasingly conquering space in the market since the 1990s. of the commercialized quantity and its valuation, indicating the profitability of arugula. However, brassicas are extremely sensitive to attack by pests and diseases, which can seriously compromise production. Among the diseases that compromise the crop, black rot caused by *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* (Xcc) is one of the most important, as it attacks brassica crops all over the world. The objective of the present work was to evaluate the susceptibility and agronomic performance of arugula hybrids under the influence of *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* in northern Tocantins. The experimental scientific research was conducted in the city of Araguatins. The experiment was installed according to the randomized block design (DBC), formed by 6 blocks (replications) consisting of 4 plots, within each of the plots 4 plants were cultivated, totaling 24 plots in the experimental area. There were 4 treatments composed of Arugula Folha Larga® (*Broad Leaf Rocket*) inoculated and not inoculated and Arugula Cultivated® (*Cultivated Rocket*) inoculated and not inoculated. To carry out evaluations, 30 days after seedling emergence and 15 days after bacterial inoculation, two plants per plot were collected and the following characteristics were measured: Incidence in percentage of leaves with disease symptoms (IPF); Severity index per plant (ISP); Fresh mass (FM); Plant height (AP). The collected data were submitted to analysis of variance, when the occurrence of significant variation between the means of treatments was verified, they were grouped and compared by the Scott-Knott test at 5% probability. Cultivated arugula and inoculated Folha Larga® showed a high severity index per plant, a high severity index per leaf, for plant height it obtained lower averages and in fresh mass. It is worth mentioning that, even with the scarcity of research related to this study, it is concluded that the results found indicate that the Xcc bacterium has an excellent development in the region, one of the predominant factors being the characteristic type of climate.

Key words: *Eruca sativa* L. Black rot. Severity.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Escala diagramática para a avaliação de severidade da doença podridão negra cultivar Folha larga.....28

Figura 2- Escala diagramática para a avaliação de severidade da doença podridão negra Cultivar Cultivada.....28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Representação do experimento instalado no campo.....	22
Tabela 2 – Médias climatológicas de Araguatins Tocantins, nos meses de realização do experimento 2022.....	23
Tabela 3 – Resumo da análise de variância, estimativas de média dos tratamentos e do coeficiente de variação experimental (CV%) de 4 características avaliadas em duas cultivares de Rúcula. Araguatins, Tocantins, 2023.....	25
Tabela 4 – Resumo do teste de Scott knott para duas características avaliadas em duas cultivares de Rúcula. Araguatins, Tocantins, 2023.....	26
Tabela 5 - Resumo do teste de Scott knott para duas características avaliadas em duas cultivares de Rúcula. Araguatins, Tocantins, 2023.....	29

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1 Aspectos da cultura da rúcula	14
2.1.1 Origem, domesticação e classificação botânica	14
2.1.2 Cultivares	15
2.1.3 Importância da cultura	15
2.1.4 Sistemas de produção	16
2.2 <i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>campestris</i>	18
2.2.1 Patógeno e a doença	18
2.2.2 Disseminação	19
2.2.3 Sintomatologia	19
2.2.4 Controle	20
3. METODOLOGIA	21
3.1 Localização do experimento	21
3.2 Delineamento experimental e descrição dos tratamentos	22
3.3 Inoculação da bactéria	22
3.4 Dados climatológico	23
3.5 Características agronômicas avaliadas	23
3.6 Análise estatística	24
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	30
REFERÊNCIAS	32

1. INTRODUÇÃO

Em meio às hortaliças cultivadas no Brasil, a rúcula (*Eruca sativa* L.) é uma folhosa que vem cativando o gosto dos brasileiros e está cada vez mais conquistando espaço no mercado desde a década de 1990. Outro aspecto ressaltado diz respeito ao desenvolvimento da quantidade comercializada e a sua valorização, indicando a rentabilidade da rúcula (FILGUEIRA, 2008).

Diante do desafio de garantir a segurança alimentar através da produção de alimentos de forma sustentável e economicamente viável, analisa-se que apenas um amplo volume de produção não é suficiente, mas sim o uso de tecnologias que compensem a oferta do produto e a sua qualidade nutricional com a conservação ambiental.

Claramente o uso de técnicas convencionais na produção de hortaliças ocasiona uma proeminente mudança no sistema de produção de solo. Do mesmo modo, a tendência da agricultura neste milênio é de produzir mais alimentos por meio de sistemas em conformidade com os requisitos da sustentabilidade ambiental, garantia alimentar e viabilidade econômica (SOUZA, 2014). No entanto, as brássicas são extremamente sensíveis ao ataque de pragas e doenças, o que pode comprometer seriamente a produção.

Dentre as doenças que comprometem a cultura, a podridão negra causada por *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* (Xcc) é uma das mais importantes, pois ataca as safras das brássicas em todo o mundo. No Brasil, Xcc é um dos patógenos bacterianos com a maior quantidade de hospedeiros e extensa classificação territorial (AMARAL, 2012).

A bactéria resiste e dissemina-se sobretudo por meio das sementes, podendo até mesmo ser introduzida em novas áreas de cultivo, se estabelecendo e se tornando importante fonte de inóculo primário (BILA *et al.*, 2012), o que é bastante preocupante quando o objetivo do cultivo de rúcula é a comercialização. Diante disso, é conveniente a utilização de sementes certificadas e saudáveis, já que o controle químico não é totalmente eficiente (QUEZADO-DUVAL *et al.*, 2021).

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a suscetibilidade e desempenho agrônômico de híbridos de rúcula sob a influência de *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* no Norte do Tocantins.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Aspectos da cultura da rúcula

2.1.1 Origem, domesticação e classificação botânica

Procedente e muito cultivada na região mediterrânea, a rúcula versada é plantada desde a antiguidade, onde o primeiro apontamento data do século I, descoberta no herbário Grego Dioscorides (MORALES; JANICK, 2002). Na Itália, onde é admirada pelo seu plangor e pungência, essa hortaliça folhosa é ingerida em escala extremamente larga, com presença em diversos pratos típicos do país. No Brasil, é consumida e introduzidas dos mais variados pratos de salada crua e em pizzas, e conseqüentemente nos últimos anos apresentou acréscimo na sua popularidade e consumo.

A planta pertence à família das brássicas, onde possui três espécies que são aproveitadas no consumo humano: *Eruca sativa* L., que possui ciclo de crescimento anual, *Diplotaxis tenuifolia* (L.) DC. e *Diplotaxis muralis* (L.) DC., ambas de características perenes (PURQUERIO, 2005).

O mesmo autor destaca que no Brasil, a espécie mais plantada e consumida é a *Eruca sativa* L., representada principalmente pelas cultivares Cultivada e Folha Larga. Todavia, também se acham cultivos em escala de segundo grau da espécie *Diplotaxis tenuifolia* (L.) DC., mais conhecida como rúcula selvática.

As particularidades da cultura da rúcula, é que ela é uma hortaliça folhosa herbácea de acelerado desenvolvimento vegetativo e período curto. O período que compreende desde a manifestação das plântulas até a iniciação floral, simula sua produção economicamente viável, que termina ao abranger o tamanho máximo das folhas. As folhas possuem características de serem relativamente espessas e retalhadas, de coloração verde, e apresentam nervuras verde-claras (MORALES; JANICK, 2002).

De acordo com Sala *et al.* (2004), as cultivares básicas mais utilizadas de rúcula proporcionam mudanças quanto aos tipos de folhas, que podem ter margens lisas, que podem se modificar até ficarem bem recortadas. A planta de rúcula se desenvolve rapidamente sob temperaturas agradáveis, progredindo em dias longos com elevadas

temperaturas. O que facilita bastante seu cultivo resultando em produções em larga escala.

2.1.2 Cultivares

No Brasil, a espécie cultivada em maior escala é a *Eruca sativa* L., dessa forma, representada principalmente pelas cultivares Cultivada e Folha Larga. Apresenta crescimento rápido, sabor picante e cheiro agradável e distinto. As folhas desse vegetal são muito apreciadas e utilizadas na culinária, como já dito anteriormente, além de apresentar propriedades medicinais, por ser rica em potássio, enxofre, vitamina C e ferro (FREITAS *et al.*, 2017).

O mesmo autor, ressalta a cultivar-Folha Larga apresenta folhas serrilhadas e largas, coloração verde escura, planta vigorosa e ciclo de 30 a 45 dias. É uma variedade altamente produtiva e de fácil rebrote, ela é indicada para cultivo durante o ano todo. Variedade também indicada para microverdes e baby leaf. Cultivar-Cultivada que possui folhas compridas e recortadas, coloração verde escura, planta vigorosa e ciclo de 30 a 45 dias. Pode ser semeada praticamente o ano todo em todas as regiões do Brasil. Variedade tradicional de rúcula. Variedade também indicada para microverdes e baby leaf.

2.1.3 Importância da cultura

A rúcula é uma espécie que é bastante rica em vitamina A e C, além dos sais minerais, oferece um gosto acentuado e cheiro relevante, não obstante, essa planta necessita ser consumida de modo que não fique conservada por muito tempo, pois ela apresenta pouca resistência e durabilidade no período que representa a pós-colheita, (Melo, *et al.*, 2016).

De acordo com os estudos de Oliveira *et al.* (2010), a espécie foi introduzida no Brasil através de imigrantes italianos, sendo as regiões Sudeste e Sul as maiores consumidas dessa hortaliça, o que representa cerca de 85% da produção nacional. A máxima diversidade no consumo de hortaliças no decorrer dos últimos anos levou a um acréscimo na produção e utilização da rúcula no Brasil.

Conforme o Censo Agropecuário do IBGE (2017), 40.527 toneladas de rúcula foram cultivadas em 20.567 estabelecimentos de agricultura do país em 2016,

comprovando a relevância econômica dessa hortaliça pela expansão da sua área de cultivo.

Apesar de servir como alimento, a rúcula apresenta propriedades nutracêuticas, sendo um bom depurativo, excelente fonte de vitamina C e de ferro (PIGNONE, 1997). Em sua composição, em cada 100 g de massa de matéria fresca, observa-se 91,7 g de água, 2,58 g de proteína, 1,6 g de fibra, 160 mg de cálcio, 1,40 mg de ferro, 47 mg de magnésio, 52 mg de fósforo, 369 mg potássio, 27 mg de sódio, 0,47 mg de zinco, 15 mg de vitamina C, 0,044 mg de tiamina, 0,086 mg de riboflavina, 0,305 mg de niacina, 0,437 mg de ácido pantotênico e 0,073 mg de vitamina B6 (USDA, 2004).

A rúcula possui a capacidade de se adaptar bem ao cultivo em canteiros, sendo uma alternativa de renda para pequenos produtores, precisamente pela crescente busca por hortaliças de elevada qualidade ao longo do ano. Aparecendo a necessidade de se realizar mais pesquisas para desenvolver métodos de cultivo que admitem a conservação desta oferta no decorrer dos meses em diferentes regiões e condições variadas de cultivo (CARRIJO *et al.*, 2004). Facilitando assim exatamente a comercialização dessa cultura.

2.1.4 Sistemas de produção

No Brasil, conforme ressaltou Trani *et al.* (1992), para um desenvolvimento favorável da planta, com produção de folhas grandes e tenras, há a necessidade de temperaturas ideais entre 15 e 18°C, onde a melhor estação de plantio no planalto paulista acontece de março a julho (outono/inverno). Os autores também observam que quando acontecem temperaturas mais altas, ou seja, além do normal e do esperado, a produção fica danificada, sendo que as folhas acabam ficando menores e rijas, o que as torna inapropriadas para a comercialização.

Apesar disso, Filgueira (2000) menciona que embora a rúcula produz melhor sob temperaturas agradáveis, ela tem sido cultivada ao longo do ano em várias regiões do Brasil. Este resultado é confirmado por Gusmão *et al.* (2003), que cultivando rúcula em condições do Trópico Úmido em Belém (PA), sob elevada temperatura e umidade do ar, constataram um desenvolvimento normal quando comparado ao de regiões de temperaturas amenas.

O processo de semeadura da rúcula pode ser realizado diretamente no canteiro definitivo, onde utiliza-se 0,2 gramas de semente por metro linear ou pode ser

realizado em bandejas (poliestireno expandido ou polietileno), e posteriormente deve realizar o transplante das mudas para o canteiro. Vale ressaltar, que na semeadura direta, na maioria das vezes, é complexa alcançar um estande uniforme, especialmente pela dificuldade de semeadura, isso pelo fato de as sementes da rúcula serem pequenas (REGHIN *et al.* 2004).

Alguns produtores escolhem pela produção de mudas em bandejas, pelas conveniências descritas por Filgueira (2000). Contudo, em ambos os sistemas de cultivo, o tipo de espaçamento utilizado entre linhas é de 0,15 a 0,25 m.

No que se refere à colheita da rúcula, é feita de 30 a 40 dias posteriormente à semeadura. Depois desse período, as folhas começam a ficar fibrosas e inadequadas para o consumo, uma vez que a planta começa a entrar no estágio de reprodução. Este termina aproximadamente entre os períodos de 110 – 130 dias após a semeadura (DAS), quando tem início a colheita das sementes, com constância de um período de 25 dias (FILGUEIRA, 2000).

O mesmo autor ressalta que, em cultivos cujo objetivo é a comercialização, a rúcula é colhida somente uma vez, retirando-se as plantas inteiras com as folhas e com as raízes. Entretanto, ela pode ser colhida várias vezes, cortando-se as folhas consecutivamente acima da gema apical, onde possuirá rebrota, permitindo um novo corte.

No que menciona sobre produtividade, é complexa uma estimativa média para a cultura, pois como foi citado, o mercado é muito modificável na requisição do produto e não tem uma aprovação e classificação oficial para ele. Nos trabalhos científicos examinados, concretizados nas mais diferentes condições de cultivo, encontrou-se produtividade de rúcula alterando de 1,5 a 4,7 kg m⁻² (PEGADO *et al.*, 2004).

Sobre os sistemas de cultivo, existe o cultivo em ambiente protegido, que é um sistema de produção agrícola particularizado, que permite adequado controle das condições edafoclimáticas, tais como: temperatura, umidade do ar, radiação, solo, composição atmosférica, vento entre outras. Esse método de cultivo oferece uma linha de vantagens, como proteção em relação aos fenômenos climáticos de difícil controle, como por exemplo as geadas, granizo, vento e chuvas, mais perfeito aproveitamento dos insumos de produção, como fertilizantes, defensivos e água, concomitantemente melhor controle de pragas e doenças (CASTILLA, 2005).

De acordo com o mesmo autor, essas vantagens têm proveito na produtividade e redução na sazonalidade da oferta, atenuando riscos e confiando maior

concorrência pela possibilidade de se oferecer produtos com qualidade mais favorável o ano todo. A porcentagem de produtividade dentro do envoltivo protegido pode chegar a ser duas a três vezes mais alto quando comparado a do campo, além da qualidade ser mais superior.

Por outra perspectiva, o cultivo em ambiente protegido também proporciona inconveniências, como o elevado custo para sua implantação, o que depende do nível de tecnologia utilizado na edificação da estrutura e no controle do ambiente. Além do mais, esse sistema de cultivo envolve o conhecimento de técnicas multidisciplinares para que o manejo das plantas seja bem sucedido e se alcance sucesso (CASTILLA, 2005).

Simultaneamente, a melhoria da tecnologia de produção e sua simplicidade de uso pelos agricultores possibilitou o uso em ambiente protegido de técnicas como a aplicação de fertilizantes através da água de irrigação (fertirrigação). Diversos pesquisadores têm descrito as principais conveniências e limites da fertirrigação. Entre os benefícios ressaltam-se o melhor controle sobre o abastecimento de nutrientes para a planta, com desenvolvimento na eficácia de uso do fertilizante e a perda reduzida de nutrientes por lixiviação, alcançando como resultado aumento de produtividade e melhor qualidade do produto (SOUZA, 2014).

De acordo com o mesmo autor entre as desvantagens, destaca-se que esta técnica precisa de mais conhecimento técnico para ser efetivada do que aquele utilizado na adubação convencional, e que os resultados depressivos da adubação imperfeita são mais intensos.

2.2 *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*

2.2.1 Patógeno e a doença

A podridão negra, doença ocasionada pela bactéria *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* (Pammel) Dowson (Xcc), exposta primeiramente por Garman em 1890, pertence à família *Lysobacteraceae* (syn: *Xanthomonadaceae*), ordem *Xanthomonadales*, classe *Gammaproteobacteria*, filo *Proteobacteria*, propriedade Bactéria (GARRITY *et al.*, 2004).

Este patógeno se encontra nos mais variados países do mundo, e possui uma espaçosa gama de hospedeiros especialmente brássicas, ela sobrevive por um

período de até três anos em sementes (GRIESBACH *et al.*, 2003), no que se refere à disseminação, os restos culturais e no solo, simplifica sua disseminação e introdução em espaços livres do patógeno (VILLETH *et al.*, 2009).

As características do gênero *Xanthomonas* sofreu distintas transformações genéticas no decorrer dos anos, o qual tem ocasionado simultaneamente uma reclassificação de classes e de patovares. Reclassificação de *X. campestris* apresentando apenas patovares que contaminam as brássicas (pvs. *aberrans*, *armoraciae*, *barbareae*, *campestris*, *incanae* e *raphani*). Apesar das contestações no que se refere à patogenicidade e hospedeiros, incontáveis espécies e patovares tem sido distinguido por raças, onde, já foram apresentadas nove raças de Xcc baseados na resposta de diferentes isolados bacterianos em oito linhas diferenciais de brássicas (JENSEN *et al.* 2010). De modo recente, possíveis duas novas raças (raça 10 e 11) foram possivelmente descobertas em Portugal (CRUZ *et al.* 2017). Entre as raças de Xcc, as raças 1, 4 e 6 são as predominantes mundialmente (SINGH *et al.* 2016).

2.2.2 Disseminação

A sobrevivência e consequente disseminação de Xcc advém especialmente por meio de sementes, onde a bactéria se aloja na sua superfície ou no seu interior. Pode ainda se situar em restos de culturas fibrosos de plantas doentes, em plantas daninhas e em plantas doentes remanescentes no campo, ou até mesmo na superfície de plantas hospedeiras, como epífita, sem penetrar ou entrar em contato com o interior do tecido da planta, podendo continuar a viver entre alguns meses até dois anos, o que depende exclusivamente das condições climáticas (GRIESBACH *et al.*, 2003).

As sementes que oferecem contaminantes se tornam fonte de inóculo primário e veículo de dispersão do patógeno a extensas extensões, a curtas distâncias o patógeno pode ser difundido, por respingos de água de chuva ou de irrigação, na maioria das vezes a direção dos ventos dominantes, e ainda durante os tratamentos culturais (AMORIM *et al.*, 2016).

2.2.3 Sintomatologia

Sobre a sintomatologia, o patógeno possui uma faixa extensa de temperatura para desenvolvimento, sendo estas entre 5 e 36°C, tendo desenvolvimento ótimo entre 28 e 30°C, com essas condições de comparecimento de água de irrigação, de chuva ou de condensação, torna o ambiente ainda mais apto para a penetração da bactéria (AMORIM *et al.*, 2016).

O aparecimento dos sintomas de podridão negra advém entre 10 a 14 dias após a penetração do patógeno, que se dá através de aberturas naturais (estômatos e hidatódios) ou por lesões ocasionados e presentes na superfície da parte aérea (AMORIM *et al.*, 2016).

Onde os hidatódios são a principal porta de entrada para o patógeno, o sintoma peculiar da doença é a mancha em forma de “V” a partir dos bordos da folha, com o vértice voltado para o centro da folha (AMORIM *et al.* 2016). Onde se torna fácil a identificação desses sintomas na planta afetada.

Em sementes recém germinadas é plausível observar margens escuras nos cotilédones, que com o decorrer do tempo secam e causam a morte da planta, assim as plântulas contaminadas tornam-se cloróticas e necróticas, murcham e morrem (WILLIAMS, 2007). O uso de sementes contaminadas por fitobactérias, mesmo em baixas quantidades, pode proceder em graves epidemias e estragos no campo, sobretudo em um ambiente favorável (KOENRAADT *et al.*, 2017).

A podridão negra se encontra em todas as regiões produtoras de brássicas no Brasil, acarretando prejuízos às culturas e diminuição da produtividade (SEABRA *et al.*, 2013). Os sintomas da doença podem ser analisados em qualquer estágio fenológico da planta contaminada, sendo primeiramente notada uma mancha clorótica, que evolui se tornando uma lesão necrótica com bordos amarelados, sendo as nervuras um fator limitante para o crescimento da lesão (AMORIM *et al.*, 2016).

2.2.4 Controle

O controle da podridão negra é difícil e na maior parte das vezes realizado por meio do plantio com sementes livres da bactéria, eliminação de hospedeiros alternativos restos culturais. A existência da elevada variabilidade genética de Xcc atrapalha a aquisição de genótipos resistentes à podridão negra, pois requer um conhecimento aprofundado sobre as características culturais, bioquímicas e moleculares desse patógeno (AMORIM *et al.*, 2016).

A podridão negra é uma doença que acarreta amplas perdas econômicas nas brássicas, os sintomas peculiares da doença, depreciam o produto comercializado, reduzindo a produtividade. O controle da doença necessita ser preventivo, objetivando prevenir a entrada do patógeno nas áreas de cultivo. O uso de sementes saudáveis para o controle da doença é indispensável. Nos EUA, Reino Unido e na Europa, adota-se 0,01% como superfície de tolerância de infecção em sementes de brássicas (VICENTE; HOLUB 2013).

Corroborando com o mesmo autor, o tratamento de sementes é altamente aconselhado, pela imersão das sementes em água quente, emprego de antibióticos e hipoclorito de sódio, peróxido de hidrogênio ou acetato cúprico, mas nenhum tratamento é completamente eficiente.

O controle também pode ser realizado por meio de práticas de manejo e sanitização, que compreendem a rotação de culturas, a retirada de restos culturais, eliminação de plantas daninhas, controle químico e biológico, além do uso de cultivares que possuem uma resistência maior com relação às outras (VICENTE; HOLUB 2013).

No que se refere a rotação de culturas com espécies não hospedeiras de Xcc, deve ser realizada com período mínimo de um ano, isso por causa da capacidade de sobrevivência em restos culturais deste patógeno (SILVA JÚNIOR *et al.*, 2020).

3. METODOLOGIA

3.1 Localização do experimento

A pesquisa científica experimental foi conduzida na cidade de Araguatins, rua Floriano Peixoto, centro. Na região Norte do Estado do Tocantins, município situado a 103 metros de altitude, localizada nas coordenadas geográficas aproximadas de 5° 39' 22" Sul e 48° 7' 8" Oeste. Uma área ampla, com piso cimentado e sem cultivo de brassicas nas proximidades, este local foi escolhido devido ao fato de a bactéria sobreviver no solo por um período de até dois anos.

Segundo a classificação de KoppenGeiger o clima característico da região é do tipo Aw, tropical com estação seca no inverno, temperatura média de 28,5°C, altitude de 103 m e com precipitação média anual de 1.500 mm (INMET, 2015).

3.2 Delineamento experimental e descrição dos tratamentos

O experimento foi instalado segundo o delineamento em blocos casualizados (DBC), formado por 6 blocos constituído por, 4 parcelas, dentro de cada uma das parcelas foram cultivadas 4 plantas, totalizando 24 parcelas na área experimental.

As cultivares utilizados foram a Rúcula Folha Larga[®] (*Broad Leaf Rocket*) e Rúcula Cultivada[®] (*Cultivated Rocket*). O experimento foi composto por 4 tratamentos e 6 repetições.

T1: Rúcula Cultivada inoculada.

T2: Rúcula Cultivada não inoculada.

T3: Rúcula Folha Larga inoculada.

T4: Rúcula Folha Larga não inoculada.

Tabela 1 – Representação do experimento instalado no campo

Bloco 1		Bloco 2		Bloco 3		Bloco 4		Bloco 5		Bloco 6	
T1		T3		T4		T3		T2		T4	
T2	1m	T1	1m	T2	1m	T1	1m	T4	1m	T3	1m
T3		T4		T1		T4		T1		T2	
T4		T2		T3		T2		T3		T1	

O cultivo foi conduzido em ambiente aberto, ou seja, foram mantidos ao ar livre, a semeadura foi realizada diretamente nos sacos plásticos polietileno próprios para mudas, com dimensões de 8cm x 12cm, em cada saco de muda foram semeadas de 6 a 8 sementes, com 10 dias após a emergência das plantas, foi realizado um desbaste manual, deixando apenas 1 planta por saco.

A irrigação das plantas, foi utilizada com o uso de um regador manual e foi realizada diariamente duas vezes ao dia, sendo uma pela manhã (07h30min) e a outra pela tarde (17h00min).

3.3 Inoculação da bactéria

A bactéria *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* utilizada nesta pesquisa foi adquirida pela curadora Professora Dr. Suzete A. L. Destéfano, pelo Laboratório de

Bacteriologia Vegetal- Instituto Biológico, Campinas- São Paulo. O patógeno pertence à coleção IBSBF.

Após chegar no município de Araguatins -TO, foi levada diretamente para o laboratório de microbiologia do IFTO- *campus* Araguatins, onde foi armazenada e preparada para os procedimentos necessários à realização da pesquisa. A bactéria *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* foi cultivada em meio líquido formado pelo caldo lactosado, em seguida foi direcionada a uma estufa com temperatura de 28 °C por 48h, onde permaneceu sendo agitada no agitador Shaker. Após finalizado o processo de produção do caldo lactosado foi preparada a suspensão bacteriana.

A inoculação foi realizada 15 dias após semeadura com uma suspensão bacteriana na concentração de aproximadamente 10^7 UFC mL⁻¹ (A600nm = 0,3; diluída em uma solução de NaCl a 0,85%, em seguida adicionou-se surfactante Tween 20 aproximadamente 0,005% (v/v), cada planta recebeu aproximadamente 0,25 ml de solução, totalizando 1.250 ml da concentração. Para a aplicação do inóculo foi utilizado um pulverizador, molhando as folhas até o ponto de escorrimento.

3.4 Dados climatológico

Devido a bactéria possuir uma alta taxa de crescimento quando exposta a temperaturas mais elevadas, entre 28 e 30°C, e com a presença de água, as condições climáticas durante a implantação foram de suma importância para manifestação da doença, segue abaixo a tabela com os dados climáticos do período da realização do experimento.

Tabela 2 – Médias climatológicas de Araguatins Tocantins 2022, nos meses de realização do experimento

Mês	Temperatura Mínima (°C)	Temperatura Máxima (°C)	Precipitação (mm)
Novembro	23	31	148
Dezembro	23	30	217

Fonte: CLIMATEMPO, 2022.

3.5 Características agronômicas avaliadas

Para realização de avaliações, no dia 19 dezembro de 2022, 30 dias após a emergência das plântulas e 15 dias após a inoculação da bactéria, época na qual já

estavam prontas para o consumo. Foram coletadas duas plantas por parcela, a fim de avaliar as seguintes características:

- **Incidência em porcentagem de folhas com sintomas da doença (IPF):** atribuída através do aplicativo CompuEyel, ele analisa toda área foliar, identifica a área com sintomas e sem sintomas, e disponibiliza a porcentagem de folha com sintoma, para posteriormente fazer uma escala diagramática.
- **Índice severidade por planta (ISP):** através de notas de 1 a 5 por cada planta infectada (VENDRAME *et al.*, 2015; QUEDZADO-DURVAL *et al.*, 2021). Posteriormente foi realizado um cálculo, de acordo com a seguinte fórmula proposta por McKinney (1923).

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

- **Índice severidade por folha (ISF):** através de notas de 0 a 8 por cada folha infectada por planta (NUÑEZ *et al.*, 2017). Posteriormente foi realizado um cálculo, de acordo com a seguinte fórmula proposta por McKinney (1923).

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

- **Massa fresca (MF):** atribuída através da mensuração da massa fresca em gramas (g), de duas plantas por parcela, com auxílio de uma balança analítica.
- **Altura da planta (AP):** foi mensurado a altura das plantas em centímetros (cm), com auxílio de uma fita métrica.

3.6 Análise estatística

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância e posteriormente, quando verificado a ocorrência da variação significativa entre as médias dos tratamentos. Estas foram agrupadas e comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de

probabilidade. Todas as análises estatísticas foram realizadas com auxílio do programa computacional GENES (CRUZ, 2018).

O teste de Scott-Knott é o método de comparações múltiplas baseado em análise de agrupamento univariada e têm por objetivo separar as médias de tratamentos em grupos homogêneos pela minimização da variação dentro e maximização entre grupos de médias (SANTOS, 2000).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a classificação de Gomes (1985) os valores de coeficiente de variação (CV%) contidos na tabela 3 indicam precisão experimental, visto que estão variando entre 2,39% (ISP) e 3,55% (ISF) com exceção da (MF) 31,50% e (AP) 24,59% que é alto. Pimentel-Gomes (1985) considera que o valor de CV% está baixo quando (menor ou igual a 10%), médio (entre 10 e 20%), alto (entre 20 a 30%) e muito alto (maior que 30%).

Ademais, a acurácia também é uma forma de avaliar a precisão do experimento. A acurácia é obtida por: $r = (1 - 1/F)^{0,5}$, em que F é o valor do teste F obtido na ANOVA para os efeitos dos tratamentos (RESENDE, 2002). Os valores de 'r' propostos por Resende e Duarte (2007) classificam a precisão experimental como: baixa quando inferiores a 0,40, moderada entre 0,50 e 0,65, alta entre 0,70 e 0,85 e muito alta quando está acima de 0,90. Neste sentido, o experimento apresentou muito alta precisão para todas as características avaliadas.

Tabela 3 – Resumo da análise de variância, estimativas de média dos tratamentos e do coeficiente de variação experimental (CV%) de 4 características avaliadas em duas cultivares de Rúcula. Araguatins, Tocantins, 2023

FV	GL	Quadrados Médios			
		ISP%	ISF%	MF(g)	AP(cm)
Blocos	5	0,03	0,09	0,04	6,41
Tratamentos	3	28,23**	29,90**	0,13*	5,13 ^{ns}
Resíduo	15	10,02	0,04	0,02	2,62
Média		6,05	5,97	0,51	6,58
CV (%)		2,39	3,55	31,50	24,59
$r = (1 - 1/F)^{0,5}$		0,99	0,99	0,89	

** e * significativos a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F; ^{ns} não-significativo pelo teste F. FV: fontes de variação; ISP: índice severidade por planta; ISF: índice severidade por folha; MF: massa fresca; AP: altura da planta.

O teste F foi significativo a 5% de probabilidade, constatando que houve diferença entre médias para quase todas as características avaliadas, no entanto, para altura de planta não ocorreu efeito significativo (^{NS}) nas cultivares de rúcula sob influência da bactéria *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*.

Uma vez que os tratamentos são qualitativos e, dada a significância dos mesmos pelo teste F, fez-se necessária a comparação entre as médias pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade conforme tabelas 4 e 5 (SANTANA, 2022).

Tabela 4 - Resumo do teste de Scott Knott para duas características avaliadas em duas cultivares de Rúcula. Araguatins, Tocantins, 2023.

Tratamento	Características	
	ISP%	ISF%
T1	7,95 a	7,65 a
T2	0,0 b	0,0 b
T3	7,90 a	7,87 a
T4	0,0 b	0,0 b
Média	6,05	5,97
CV (%)	2,39	3,55

Médias na mesma coluna, seguidas da mesma letra do alfabeto, não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Scott Knott. ISP: índice severidade por planta; ISF: índice severidade por folha

Para o índice de severidade por planta (ISP), foram formados dois grupos de médias distintas pelo teste de Scott Knott. Destacando com maiores médias de severidade da doença o grupo “a”, que foi constituído pelos tratamentos T1 (7,95) rúcula cultivada inoculada, T3 (7,90) rúcula Folha larga inoculada. No grupo “b” estão os tratamentos T2 (0,0) rúcula cultivada não inoculada e T4 (0,0) rúcula Folha larga não inoculada.

Para os tratamentos inoculados foram obtidas médias maiores, o fator que pode ter interferido mais fortemente é o tipo de clima presente na região, o qual pode ter favorecido a penetração da bactéria. Característica agrônômica das espécies em estudo também influenciam no processo de patogenicidade da bactéria que pode se aproveitar das aberturas naturais presentes nas estruturas vegetais, como por exemplo, os estômatos, hidatódios e também pequenos ferimentos provocados na superfície da parte aérea. De acordo com Amorim *et al.* (2016) essas características são cruciais para a bactéria *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* apresentar um melhor desenvolvimento na planta.

De acordo com o mesmo autor, a bactéria possui uma alta taxa de crescimento quando exposta a temperaturas de 28°C e 30°C, e com a presença de água. O Tocantins é um Estado que possui caracterização do clima supracitado, dessa forma favorece o crescimento da bactéria, e assim prejudica de forma direta o desenvolvimento da planta.

Em relação ao índice severidade por folha (ISF), houve diferença significativa entre as médias, sendo assim, estas foram divididas em dois grupos, sendo o grupo “a” representado pelo T1 (7,65) rúcula cultivada inoculada, T3 (7,87) rúcula folha larga inoculada e o grupo “b”, pelos tratamentos T2 (0,0) rúcula cultivada não inoculada e T4 (0,0) rúcula folha larga não inoculada.

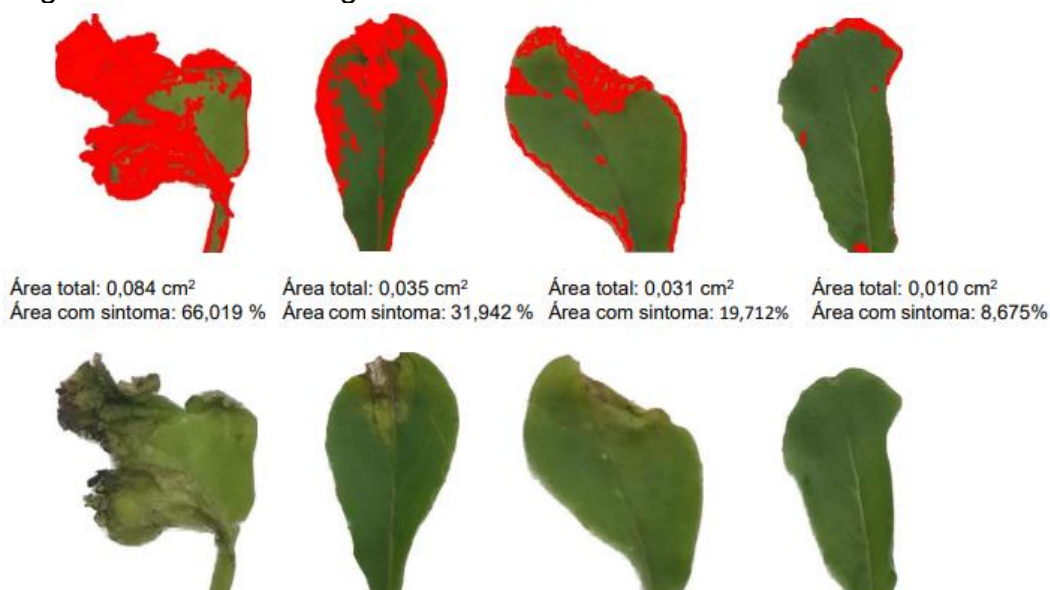
As plantas infectadas pelo patógeno apresentam vários sintomas que podem ser observados em toda etapa de desenvolvimento da planta. O principal sintoma é com lesões amareladas nas folhas com formato de “V”, e assim progredindo para necrose. Pode ocasionar murchamento, queda prematura das folhas e por fim apodrecimento total das plantas infectadas (AMORIM *et al.*, 2016).

A severidade de ISP apresentou resultado similar ao observado ISF, possivelmente causados pelo mesmo motivo que favoreceu a manifestação da severidade da doença. Deduz-se este resultado ao fato de que, as duas características estão interligadas entre si, as mesmas características que teve influência na ISP são as mesmas que vai influenciar no resultado da ISF.

Observa-se que todos os tratamentos inoculados apresentaram um menor desenvolvimento em relação aos não inoculados, mostrando que nenhuma dos dois híbridos conseguem se desenvolver e ter alta produtividade quando estão submetidas a influência da bactéria *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*.

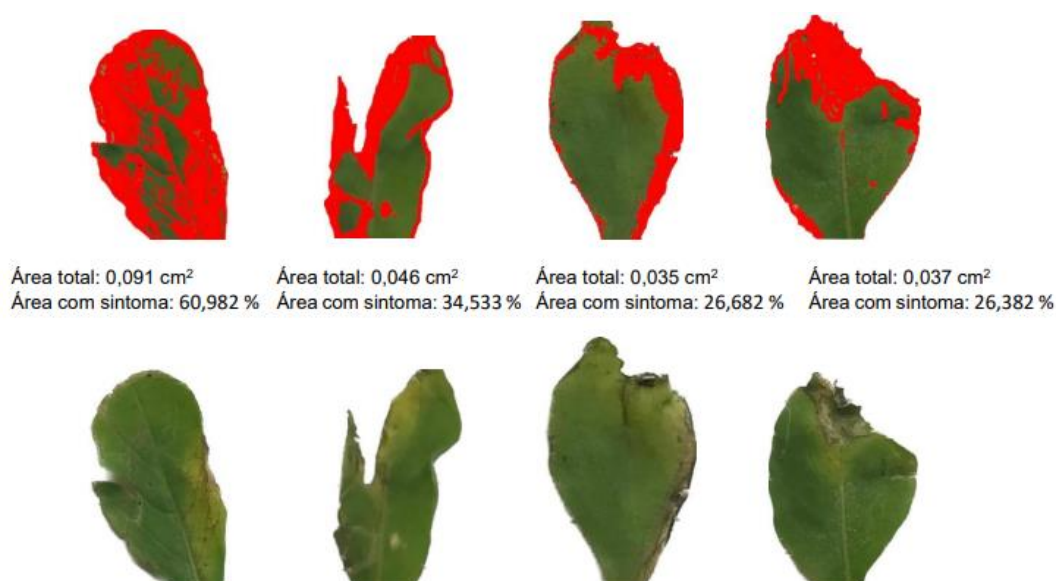
Neste sentido, corroborando com Seabra *et al.* (2013), considera-se que a podridão negra causada pela bactéria *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* é uma das doenças mais prejudiciais e destrutivas das brássicas.

Figura 1- Escala diagramática para a avaliação de severidade da doença podridão negra cultivar Folha Larga



Folhas de rúcula cultivar Folha Larga. Fonte: CompuEye, 2023

Figura 2- Escala diagramática para a avaliação de severidade da doença podridão negra cultivar Cultivada



Folhas de rúcula cultivar Cultivada. Fonte: CompuEye, 2023.

A escala diagramática elaborada por pelo Software CompuEye, proporciona um método fácil e prático para quantificar a área total com a presença da doença visível na folha e para medir a área total digitalizada da folha. Desenvolvido por Ehab Mostafa Bakr, Plant Protection Research Institute. Departamento de Acarologia. A quantificação de doenças possui uma grande importância para tomada de decisão e controle.

Foi possível observar durante a pesquisa a ocorrência de cerca de 66,019% de área sintomática para cultivar Folha Larga, já a cultivar Cultivada apresentou 60,982% de área com sintoma. Também foi possível observar que em algumas folhas a porcentagem de áreas com sintomas apresentou valor inferior, chegando a 8,675% da cultivar Folha Larga e 26,382% da cultivar Cultivada. Diante disso ressalta-se, que a incidência da doença pode surgir em todos os estágios das folhas, mostrando que pode se manifestar com diferentes porcentagens.

Nesse sentido, vale ressaltar que foi considerado a ocorrência dos sintomas na contabilização das folhas de padrão comercial, estabelecendo uma relação direta da doença com a produção. As folhas com incidência da doença no decorrer do tempo podem ocasionar manchas cloróticas e necróticas, murcham e secam, assim ocasionando morte da planta (WILLIAMS, 2007). No caso para a rúcula, a presença desses sintomas afeta diretamente na sua comercialização.

Tabela 5 - Resumo do teste de Scott Knott para duas características avaliadas em duas cultivares de Rúcula. Araguatins, Tocantins, 2023

Tratamento	Características	
	MF (g)	AP (cm)
T1	0,41 b	6,70 a
T2	0,51 b	7,04 a
T3	0,38 b	5,25 a
T4	0,71 a	7,33 a
Média	0,51	6,58
CV (%)	31,50	24,59

Médias na mesma coluna, seguidas da mesma letra do alfabeto, não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Scott Knott. MF: massa fresca; AP: altura da planta.

Verificou-se que houve diferença significativa para massa fresca (MF) das cultivares, sendo considerado que o T4 (0,71), rúcula Folha larga não inoculada o tratamento que mostrou o melhor resultado estatístico pois obteve a média mais elevada. Os demais tratamentos: T1 (0,41) rúcula cultivada inoculada, T2 (0,51) rúcula cultivada não inoculada, T3 (0,38) rúcula Folha larga inoculada, não diferiram estatisticamente.

A bactéria *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* é responsável por grandes prejuízos econômicos nas brássicas. A infecção desse patógeno pode ocasionar vários danos à planta, tais como a infecção que surge nas nervuras e assim podendo ser sistêmica progredindo para o pecíolo e talo das plantas (AZEVEDO *et al.*,

2002). Esta infecção pode causar necrose nas folhas, consequentemente redução da área foliar fotossinteticamente ativa, massa fresca e produtividade das plantas, sendo que no caso da rúcula se torna ainda mais prejudicial, visto que a parte comercializada são as folhas.

De acordo do que é supracitado por Azevedo (*et al.*, 2002), observa-se neste estudo que houve o surgimento desse sintoma nas cultivares inoculadas, o resultado obtido mostra que as plântulas obtiveram os melhores resultados estatísticos pertencem ao tratamento que não foi inoculado com a bactéria *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* T4 (0,71).

Para a característica altura da planta (AP) não houve diferença significativa (^{NS}). A rúcula (*Eruca sativa* L.) dependendo da variedade e das condições de cultivo pode medir entre 10 a 30 centímetros de altura (FILGUEIRA, 2008).

As cultivares Folha larga e Cultivada neste estudo apresentam uma média de 6,58 centímetro de altura. Philipp *et al.* (2018) mostra em seu trabalho uma média de altura da planta significativa, representada por 25,33 centímetro Folha larga e 24,00 centímetros a Cultivada. Dessa forma pode-se observar a discrepância dos resultados da altura de planta.

Segundo a Embrapa e Sebrae (2010) o ciclo da rúcula pode variar de 40 a 60 dias após a semeadura no Sul, Sudeste, Centro Oeste e nordeste do Brasil. O fato das plantas deste estudo não terem atingido altura próxima das mencionadas por Filgueira (2008) e Philipp *et al.* (2018) pode ser devido a avaliação do experimento ter ocorrido 30 dias após emergência das plântulas e não terem atingido o ciclo, além das chuvas intensas no período de execução do experimento, visto que as mesmas foram cultivadas em campo aberto. Porém, são necessários mais estudos, pois não foi encontrado recomendação de época de plantio da rúcula e o período do ciclo desta cultura na região norte do Brasil.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Rúcula Cultivada e Folha larga inoculada apresentou alto índice de severidade por planta, alto índice severidade por folha, para altura de plantas obteve médias menores e em massa fresca.

A pesquisa com rúcula sob influência da bactéria *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* no Norte do Tocantins foi a primeira realizada no Instituto Federal do Tocantins - *Campus Araguatins*.

A escala diagramática da doença obtida neste estudo pode ser utilizada para basear outros estudos ou mesmo ajudar em diagnósticos relacionados a podridão negra e a cultura da rúcula na região Norte do Tocantins.

Mesmo com a escassez de pesquisas relacionadas a esse estudo, conclui-se que os resultados encontrados apontam que a bactéria Xcc possui um ótimo desenvolvimento na cultura da rúcula na região Norte do Tocantins um dos fatores que influencia é o tipo de clima favorável ao patógeno. Porém são necessários mais estudos, inclusive em ambiente protegido, visto que o excesso de chuvas relatados neste estudo também pode influenciar no desenvolvimento do patógeno.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, L. S. **Avaliação de meios semi-seletivo e técnicas moleculares para detecção de *Xanthomonas campestris* pv. campestris**. 2012. 37 f. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2012.
- AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; CAMARGO, L. E. A. **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 5. ed. São Paulo: Editora Ceres, 2016. v. 2.
- AZEVEDO, S. S.; MICHEREFF, S. J.; MARIOANO, R. L. R. Epidemiologia comparativa da podridão negra e da alternariose do repolho no Agreste de Pernambuco. **Fitopatologia Brasileira**, v. 27, p. 17-26, 2002.
- BILA, J.; MONDJANA, A.; MORTENSEN, C. N.; LUND, O. S. **Podridão negra de repolho em Mocimboa do Reino: estratégias para o manejo sustentável da doença: manual de Campo**. Copenhagen: DSHC, 2012.
- CARRIJO, O. A.; VIDAL, M. C.; REIS, N. V. B. DOS; SOUZA, R. B. DE; MAKISHIMA, N. Produtividade do tomateiro em diferentes substratos e modelos de casas de vegetação. **Horticultura Brasileira**, v. 22, n. 1, p. 05-09, jan./mar. 2004.
- CASTILLA, N. **Invernaderos de plástico – Tecnología y manejo**. Madrid: Mundi Prensa. 2005. 462 p.
- CLIMATEMPO. **Climatologia em Araguatins, BR**. Climatologia e histórico de previsão do tempo em Araguatins, BR. 2023. Disponível: <<https://www.climatempo.com.br/climatologia/581/araguatins-to>>. Acesso em 05/02/2023
- CRUZ, J.; TENREIRO, R.; CRUZ, L. Assessment of diversity of *Xanthomonas campestris*.pathovars affecting cruciferous plants in Portugal and disclosure of two novel *X. campestris* pv. *campestris* races. **Journal of Plant Pathology**, Bari, v. 99, n. 2, p. 403–414, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.4454/jpp.v99i2.3890>.
- CRUZ, C. D. Genes Software – extended and integrated with the R, Matlab and Selegen. FELDENS, L. Homem a Agricultura a História. Univantes. 2018.
- EMBRAPA.; SEBRAE. Catálogo brasileiro de hortaliças saiba como plantar e aproveitar 50 das espécies mais comercializadas no País. 2010. Disponível: <www.sebrae.com.br/setor/horticultura>. Acesso em 10/02/2023.
- FILGUEIRA, F. A. R. Brassicáceas couves e plantas relacionadas. In: _____. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa, MG: UFV, 2008. cap. 16, p. 279-299.
- FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa. UFV, 2000. 402 p.
- FREITAS, E. M. *et al.* Arugula production as a function of irrigation depths and potassium fertilization. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.21, n.3, p.197-202, 2017.

GARRITY, G. M.; BELL, J. A.; LILBURN, T. G. **Bergey's manual of systematic bacteriology**. New York: Springer, 2004.

GOMES, F. P. Curso de Estatística Experimental. 11. ed. Piracicaba, SP: Nobel, p. 466, 1985.

GRIESBACH, E.; LÖPTIEN, H.; MIERSCH, U. Resistance to *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* (Pammel) Dowson in cabbage *Brassica oleracea* L. **Journal of Plant Diseases and Protection**, Heidelberg, v. 110, n. 5, p. 461-475, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF03356123>.

GUSMÃO, S. A. L. de. et al. Cultivo de rúcula nas condições do Trópico Úmido em Belém. In: Anais do 43o Congresso Brasileiro de Olericultura. **Horticultura Brasileira**, Recife, v.21, n.2, jul. 2003. Suplemento 2. CD-ROM.

IBGE – Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística (2017). Censo agropecuário 2017. Rio de Janeiro: IBGE.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. 2015. Disponível em: <<https://www.inmet.gov.br/portal/>>. Acesso em 02/01/2023.

JENSEN, B. D.; VICENTE, J. G.; ROBERTS, S. J.; MANANDHAR, H. K. Occurrence and diversity of *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* in vegetable Brassica fields in Nepal. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 94, p. 298–305, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1094/PDIS-94-3-0298>. Acesso em 10/12/2023.

KOENRAADT, H.; HAILSTONES, D. L.; IGNATOV, A.; SCHAAD, N. W. Detection of *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* in Crucifer Seeds. In: FATMI, M. B.; WALCOTT, R. R.; SCHAAD, N.W. **Detection of plant-pathogenic bacteria in seed and other plating material**. 2nd. ed. Saint Paul: APS Press, 2017.

McKINNEY, H. H. influence of soil temperature and moisture on infection of wheat seedlings by *Helminthosporium sativum*. **Jornal of Agricultural Research**, v.26, n.5, p.195-2017, 1923.

MELO, M. F. DE; LANA, M. M.; SANTOS, F. F. DOS; MATOS, M. J. L. F.; TAVARES, S. A Hortaliça: como comprar, conservar e consumir rúcula. **Embrapa Hortaliças** (INFOTECA-E). (2016). Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/172696/1/RUCULA-CCCC>>. 2017.pdf.>. Acesso 15/02/2023

MORALES, M.; JANICK, J. **Arugula: a promising specialty leaf vegetable**. Reprinted

OLIVEIRA, E. Q., SOUZA, R. J., CRUZ, M. C. M., MARQUES, V. B., & FRANÇA, A. C. Produtividade de alface e rúcula, em sistema consorciado, sob adubação orgânica e mineral. *Horticultura Brasileira*, 28(1), 36-40. 2002.

NUÑEZ, A. M. P.; MONTEIRO, F. P.; PACHECO, L. P.; RODRÍGUEZ, G. A. A.; NOGUEIRA, C. C. A.; PINTO, F. A. M. F.; MEDEIROS, F. A. V.; SOUZA, J.

T. Development and validation of a diagrammatic scale to assess the severity of blackrot of crucifers in kale. *Journal of Phytopathology*, v. 165, p. 195-203, 2017.

PEGADO, D. S. *et al.* Densidade de plantio de rúcula, em sistemas de cultivo protegido. In: Anais do 44o Congresso Brasileiro de Olericultura, **Horticultura Brasileira**, Campo Grande, v.22, n.2, jul. 2004. Suplemento 2. CD-ROM.

PIGNONE, D. Present status of rocket genetic resources and conservation activities. In:

PRIMAVESI, A. M. Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais. 2002. 8ª ed. São Paulo. Nobel, 1985.

PHILIPP, E. W.; JUNIOR, A. M.; LUCCHESI, O. A.; FIORIN, G.; LIMA, R. B.; MIRANDA, A. R. **Valiação de cultivares de rúcula (eruca sativa l) submetidas á cultivo pleno sol e sob malha de sombrite1 evaluation of cultivars of rúcula (eruca sativa l) submitted to cultivation full sun and under sombrite mesh.** 2018. Disponível em: <[https://publicacoeseventos.unijui.edu.br/index.php/salaoconhecimento/article/view/9720/8696#:~:text=A%20r%C3%BAcula%20\(Eruca%20sativa\)%20pertence,e%20das%20condi%C3%A7%C3%B5es%20de%20cultivo](https://publicacoeseventos.unijui.edu.br/index.php/salaoconhecimento/article/view/9720/8696#:~:text=A%20r%C3%BAcula%20(Eruca%20sativa)%20pertence,e%20das%20condi%C3%A7%C3%B5es%20de%20cultivo)>. Acesso 31/01/2023.

PURQUERIO, L. F. V. **Crescimento, produção e qualidade da rúcula (*Eruca sativa* Miller) em função do nitrogênio e da densidade de plantio.** Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, 2005.

QUEZADO-DUVAL, A. M.; MELO, R. A. C.; SOARES, A. F. T. **Suscetibilidade de cultivares de couve à podridão negra no Distrito Federal.** Brasília, DF: EMBRAPA Hortaliças, 2021. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento/ Embrapa Hortaliças).

REGHIN, M. Y.; OTTO, R. F.; VAN DER VINNE, J. Efeito de densidade de mudas por célula e do volume da célula na produção de mudas e cultivo da rúcula. **Ciência e agrotecnologia**. Lavras, v.28, n.2, p.287-295, 2004.

RESENDE, M. D. V.; DUARTE, J.B. Precisão e controle de qualidade em experimentos de avaliação de cultivares. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 37, p. 182-194, 2007.

RESENDE, M. D. V. de. Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes. **Embrapa Informação Tecnológica**, Brasília. P. 975, 2002.

SALA, F. C. *et al.* Caracterização varietal de rúcula. In: Anais do 44o Congresso Brasileiro de Olericultura. **Horticultura Brasileira**, Campo Grande, v.22, n.2, jul. 2004. Suplemento 2. CD-ROM.

SANTANA, A. P. S.; **Potencial de diferentes adubos verdes e seus efeitos sobre as propriedades químicas do solo no Norte do Tocantins.** Araguatins, TO, 2022.

SANTOS, C. Novas Alternativas de Teste de Agrupamentos Avaliados 46 P por meio de simulações Monte Carlo. Dissertação (Mestrado em Estatística e Experimentação Agropecuária) – Universidade Federal de Lavras, Lavras. p.85, 2000.

SEABRA, S. J.; LALLA, J. G.; GOTO, R.; MARINGONI, A. C.; VILLAS BOAS, R. L.; ROUWS, J. R. C.; ORIANI, E. E. Suscetibilidade à podridão negra e produtividade de brócolis em função de doses de nitrogênio e potássio. **Horticultura Brasileira**, Recife, v. 31, n. 3, p. 426-431, 2013. Brasília, DF. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-05362013000300013>.

SILVA JÚNIOR, T. A. F.; SILVA, J. C.; GONÇALVES, R. M.; SOMAN, J. M.; PASSOS J. R. S.; MARINGONI, A. C. Survival of *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* associated with soil and cauliflower crop debris under Brazilian conditions. **European Journal of Plant Pathology**. 156:399–411. 2020.

SINGH, D.; RATHAUR, P. S.; VICENTE, J. G. Characterization, genetic diversity and distribution of *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* races causing black rot disease in cruciferous crops of India. **Plant Pathology**, Oxford, v. 65, p. 1411–1418, 2016. Oxford, England. DOI: <https://doi.org/10.1111/ppa.12508>.

SOUZA, E. G. F. **Produtividade e rentabilidade de rúcula adubada com espécie espontânea em duas épocas de cultivo**. Dissertação (Mestrado em produção vegetal) – Universidade federal Rural de Pernambuco. Serra Talhada, 2014.

TRANI, P. E.; FORNASIER, J. B.; LISBÃO, R. S. **Cultura da rúcula**. Campinas: IAC. 8p. 1992. (Boletim técnico 146).

USDA. **Nutrient Database for Standart Reference**. Release 17 (July 2004). Disponível em :<http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/cgi-bin/list_nut_edit.pl>. Acesso em 18/01/2023.

VENDRAME, L. P. de C.; QUEZADO-DUVAL, A. M.; MELO, R. A. de C. e; MOITA, A. W.; MELO, P. E. de. Severidade da podridão-negra em populações do programa de phokrudphqwrjhqpwlfgrghfrxyhàrugd(peudsd+ruwdolodv,q&21*5(662%5\$6,/(,52 de melhoramento de plantas, 8., 2015, Goiânia. O melhoramento de plantas, o futuro da agricultura e a soberania nacional: anais. Goiânia: UFG: SBMP, 2015. Resumo. Disponível em:< <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1021988>>. Acesso 07/01/2023.

VICENTE, J.G.; HOLUB, E. B. *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* (cause of black rot of crucifers) in the genomic era is still a worldwide threat to brassica crops. **Molecular Plant Pathology** 14:2–18. 2013.

VILLETH, G. R.; REIS, F. B.; TONETTO, A.; HUERGO, L.; SOUZA, E. M.; PEDROSA, F. O.; FRANCO, O. L.; MEHTA, A. Comparative proteome analysis of *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* in the interaction eith the susceptible and the resistant cultivars of *Brassica oleracea*. **FEMS Microbiology Letters**, Amsterdam, v. 298, n. 2, p. 260-266, 2009. DOI: 10.1111/j.1574-6968.2009.01728. x.

WILLIAMS, P. H. Black rot. *In*: RIMMER, S.R.; SHATTUCK, V.I.; BUCHWALDT, L. (ed.). **Compedium of brassica diseases**. Saint Paul: APS Press, 2007. p. 60-62.