



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS

*CAMPUS* ARAGUATINS

CURSO BACHARELADO EM ENGENHARIA AGRONÔMICA

**MAYARA PEREIRA DA LUZ SOUSA**

**SUSCETIBILIDADE E DESEMPENHO AGRONÔMICO DA COUVE-FOLHA  
SOB A INFLUÊNCIA DE *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* E SUBSTRATOS NO  
NORTE DO TOCANTINS**

ARAGUATINS - TO

2023

**MAYARA PEREIRA DA LUZ SOUSA**

**SUSCETIBILIDADE E DESEMPENHO AGRONÔMICO DA COUVE-FOLHA  
SOB A INFLUÊNCIA DE *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* E SUBSTRATOS NO  
NORTE DO TOCANTINS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à coordenação do curso de Bacharelado em Agronomia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, *Campus* Araguatins, como parte das exigências à obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Agronômica.

**Orientador:** Edvar de Sousa da Silva

**Coorientadora:** Janaína Costa e Silva

ARAGUATINS - TO

2023

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

---

S725s      Sousa, Mayara Pereira da Luz  
              Suscetibilidade e desempenho agronômico da couve-folha sob a  
              influência de *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* e substratos no Norte  
              do Tocantins / Mayara Pereira da Luz Sousa. – Araguatins, TO, 2023.  
              36 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia  
Agrônoma) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do  
Tocantins, Campus Araguatins, Araguatins, TO, 2023.

Orientador: Dr. Edvar de Sousa da Silva  
Coorientadora: Ma. Janaína Costa e Silva

1. Podridão negra. 2. Brassica. 3. Severidade. I. Silva, Edvar de Sousa da.  
II. Silva, Janaína Costa e. III. 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 Agrônoma

### FOLHA DE APROVAÇÃO

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

AUTOR (A): **Mayara Pereira da Luz Sousa**  
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 Agrônoma.

Aprovado em 24 de fevereiro de 2023.



Documento assinado eletronicamente por **Edvar de Sousa da Silva, Servidor(a)**, em 24/02/2023, às 15:31, 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 **Janaina Costa e Silva, docente**, em 24/02/2023, às 15:35, 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 15:36, 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.iftto.edu.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](http://sei.iftto.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **1877920** e o código CRC **233F6AD8**.

## **DEDICATÓRIA**

Dedico esta conquista à minha mãe, Maria Raimunda, e ao meu avô, Adalberto Mesquita. Também dedico este trabalho a todos aqueles a quem esta pesquisa possa ajudar de alguma forma.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço a Deus, sem a dádiva da vida a realização deste sonho não seria possível, pelos momentos em que pensei em desistir, mas o senhor me deu força e coragem para prosseguir nesta jornada.

Ao meu alicerce, minha família, principalmente minha mãe, Maria Raimunda, meus avós, Adalberto Mesquita e Francisca Luz, aos meus irmãos, Marcus, Malone e Maria Vitória, meu pai, Zacarias Borges, e minhas tias, Cidinalva e Sandra Maria, que me apoiaram desde o início, me incentivaram, torceram pelo meu sucesso, sempre estando ao meu lado nos momentos bons e ruins, vocês contribuíram imensamente para que eu pudesse chegar até aqui.

Agradeço também os meus amigos de instituição, e a minha segunda família: Lorhana Mesquita, Gabriel Borges, Danilo Vencio, Cledyson Gabriel, Ana Paula e Michael Christian, que sempre estiveram ao meu lado no decorrer deste sonho.

Também exaltar meus agradecimentos ao David Aimar e Izabel Araújo, que me ajudou demais na estatística, na implantação do projeto e sempre estiveram presentes tirando minhas dúvidas, me apoiando, sou eternamente grata.

Exaltar aqui a mais competente técnica de Laboratório, Andréa Ohanna, sem sua orientação esta pesquisa não teria sido concluída, agradeço imensamente toda sua dedicação, esforço e disponibilidade.

Ao IFTO por proporcionar a base para realização dessa graduação, aos professores, servidores, ao EngeAgro, GesHort e a Empresa Júnior.

Agradeço também a Secretaria de Agricultura de Alto Alegre do Maranhão, principalmente, a Maria de Jesus, Francisco, Myllena e Maria Paula, vocês proporcionaram uma incrível experiência, e sem dúvida isso contribuiu imensamente na minha formação.

Por fim, agradeço à minha coorientadora Janaína Costa e Silva e ao meu orientador Edvar de Sousa da Silva por terem me apoiado, guiado e ter colaborado para a realização deste sonho.

“Uno su un milione”

Mayara Luz

## RESUMO

A couve-folha, destaca-se quanto quantidade de conteúdo de proteínas, carboidratos, fibras, cálcio, ferro, iodo, vitamina A, niacina e vitamina C. Dois fatores que influenciam diretamente a produção de mudas é o substrato utilizado e a manifestação de doenças durante o ciclo. A qualidade física do substrato é extremamente importante, por ser utilizado num estágio de desenvolvimento em que a planta se encontra muito suscetível à agressão por microrganismos e ataque de doenças, e pouco tolerante ao déficit hídrico. Outro fator considerado limitante é a bactéria *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* que apresenta um elevado número de hospedeiros e ampla distribuição territorial, podendo causar perdas totais em cultivares suscetíveis com condições favoráveis ao patógeno. Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho agrônômico e a suscetibilidade da couve-folha ao ataque da doença podridão negra causada pela bactéria *X. campestris* pv. *campestris* em diferentes substratos comerciais. Para este estudo foi empregado o delineamento experimental de blocos casualizados (DBC) com quatro blocos, quatro repetições e seis tratamentos, totalizando 96 plantas, no qual, foram usados três substratos comerciais em plantas de couve-folha não inoculadas e inoculada com suspensão bacteriana, 42 dias após a semeadura. Foi avaliado as características: Índice de severidade por folha, índice de severidade por planta, incidência em porcentagem de folhas com sintomas da doença (%), massa fresca total (g), comprimento da raiz (cm), altura da planta (cm), porcentagem de mudas viáveis e porcentagem de emergência (%). Os dados foram submetidos à análise de variância, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey 5%. Diante da pesquisa considera-se que a bactéria afetou as plantas de couve-folha com diferentes níveis de severidade acarretando prejuízos significativos a cultura da couve-folha desde a fase de mudas. Quanto aos substratos ambos se mostraram promissores para a produção de mudas de couve-folha e o produtor pode escolher o mais disponível e com melhor custo/benefício para a região Norte do Tocantins.

**Palavras-chave:** Podridão negra. *Brassica*. Severidade.

## ABSTRACT

Cabbage stands out for its amount of protein, carbohydrates, fiber, calcium, iron, iodine, vitamin A, niacin and vitamin C. Two factors that directly influence the production of seedlings are the substrate used and the manifestation of illnesses during the cycle. The physical quality of the substrate is extremely important, as it is used at a stage of development when the plant is very susceptible to aggression by microorganisms and disease attack, and little tolerant to water deficit. Another factor considered limiting is the bacterium *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* that has a high number of hosts and wide territorial distribution, which can cause total losses in susceptible cultivars with favorable conditions for the pathogen. Therefore, the present study aimed to evaluate the agronomic performance and susceptibility of kale to attack by the black rot disease caused by the bacterium *X. campestris* pv. *campestris* on different commercial substrates. For this study, the experimental design of randomized blocks (DBC) was used with four blocks, four replications and six treatments, totaling 96 plants, in which three commercial substrates were used in cauliflower plants not inoculated and inoculated with bacterial suspension, 42 days after sowing. The following characteristics were evaluated: severity index per leaf, severity index per plant, incidence in percentage of leaves with disease symptoms (%), total fresh mass (g), root length (cm), plant height (cm) , percentage of viable seedlings and percentage of emergence (%). Data were subjected to analysis of variance, with means compared by Tukey's 5% test. In view of the research, it is considered that the bacteria affected the cabbage plants with different levels of severity, causing significant damage to the cabbage crop from the seedling stage. As for the substrates, both proved to be promising for the production of cauliflower seedlings and the producer can choose the most available and cost-effective for the northern region of Tocantins.

**Keywords:** Black rot. Brassica. Severity

## LISTA DE TABELAS

|                                                                                                                                                                                                  |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabela 1</b> - Médias de precipitação e temperatura de Araguatins - TO .....                                                                                                                  | 23 |
| <b>Tabela 2</b> - Resumo da análise de variância, estimativas de média de tratamentos e do coeficiente de variação experimental (CV%) para as sete características avaliadas Araguatins-TO ..... | 27 |
| <b>Tabela 3</b> - Comparação de médias para as características: Índice de severidade por planta (ISP) e Índice de severidade por folha (ISF) Araguatins-TO .....                                 | 28 |
| <b>Tabela 4</b> -Comparação de médias entre as características: Altura de Plantas (AP), Comprimento de raízes (CR), Massa fresca total (MFT) Araguatins-TO .....                                 | 30 |
| <b>Tabela 5</b> - Comparação de médias para características: Porcentagem de Emergência (PE) e Porcentagem de mudas viáveis (PMV) em Araguatins - TO .....                                        | 31 |

## **LISTA DE FIGURAS**

|                                                                                                    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 1</b> - Localização da área experimental.....                                            | 22 |
| <b>Figura 2</b> - Croqui da área experimental.....                                                 | 23 |
| <b>Figura 3</b> - Semeadura e transplante das mudas .....                                          | 25 |
| <b>Figura 4</b> - Escala diagramática para a avaliação de severidade da doença podridão negra .... | 29 |

## SUMÁRIO

|                                                                      |           |
|----------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1 INTRODUÇÃO .....</b>                                            | <b>13</b> |
| <b>2 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>                                  | <b>14</b> |
| <b>2.1 Descrição da cultura couve-folha .....</b>                    | <b>14</b> |
| <b>2.2 Adubação .....</b>                                            | <b>16</b> |
| <b>2.3 Colheita.....</b>                                             | <b>16</b> |
| <b>2.4 Relevância nutricional.....</b>                               | <b>16</b> |
| <b>2.5 Substratos para produção de mudas .....</b>                   | <b>17</b> |
| <b>3 Vermiculita.....</b>                                            | <b>18</b> |
| <b>3.1 Casca de pinus.....</b>                                       | <b>19</b> |
| <b>3.2 <i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>campestres</i> .....</b> | <b>19</b> |
| 3.2.1 Origem e Etimologia.....                                       | 19        |
| 3.2.2 Disseminação e Epidemiologia.....                              | 20        |
| 3.2.3 Sintomatologia.....                                            | 21        |
| 3.2.4 Controle.....                                                  | 21        |
| <b>4 MATERIAL E MÉTODOS OU METODOLOGIA.....</b>                      | <b>22</b> |
| <b>4.1 Localização do experimento .....</b>                          | <b>22</b> |
| <b>4.2 Dados climáticos .....</b>                                    | <b>23</b> |
| <b>4.3 Delineamento experimental e substratos utilizados .....</b>   | <b>23</b> |
| <b>4.4 Semeadura e transplante das mudas .....</b>                   | <b>24</b> |
| <b>4.5 Obtenção e inoculação da bactéria na couve-folha.....</b>     | <b>25</b> |
| <b>4.6 Características avaliadas e análise estatística .....</b>     | <b>25</b> |
| <b>5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>                               | <b>26</b> |
| <b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>                                  | <b>32</b> |
| <b>7. REFERÊNCIAS .....</b>                                          | <b>33</b> |

## 1. INTRODUÇÃO

A couve-folha (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*), hortaliça de ciclo anual ou bienal, da família *Brassicaceae*, também conhecida como couve-comum e couve-manteiga, tem origem no continente Europeu. Seu consumo e uso nas culinárias vem se expandindo de maneira gradativa devido, possivelmente, às novas maneiras de uso na culinária e às atualizadas descobertas da ciência no que se refere às suas propriedades nutricionais e medicinais. Relativamente a outras hortaliças folhosas, a couve destaca-se quanto ao máximo conteúdo de proteínas, carboidratos, fibras, cálcio, ferro, iodo, vitamina A, niacina e vitamina C (ROCHA *et al.*, 2019).

A cultura tem estado principalmente na agricultura familiar brasileira, especialmente pela sua facilidade no que se refere a propagação, além da sua diversidade de aparência, cor e textura da folha que são atrativos para a produção. Analisa-se também, que a característica “tipo manteiga”, se refere à maciez da folha ao tato e ao tempo de cozimento, podendo acontecer tanto em variedades de folhas de cor verde-clara até àquelas de coloração verde-escura, é um dos pontos que mais favorece a comercialização.

Sabe-se que um dos fatores mais importantes na produção de mudas é o substrato, que tem por finalidade assegurar o desenvolvimento de uma planta com qualidade, em curto período, e baixo custo. A qualidade física do substrato é extremamente importante, por ser utilizado num estágio de desenvolvimento em que a planta se encontra muito suscetível à agressão por microrganismos e ataque de doenças, e pouco tolerante ao déficit hídrico.

De tal modo, o substrato deve reunir propriedades físicas e químicas que sejam capazes de promover, concomitantemente, a retenção de umidade e disponibilidade de nutrientes, de forma que atendam às necessidades da planta. Na conciliação do substrato para o desenvolvimento de plântulas, a fonte orgânica é encarregada pela retenção de umidade e abastecimento de parte dos nutrientes.

O principal limitador de produtividade da couve é uma bactéria *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*, que causa a doença da podridão negra, encontrada em todas as regiões de cultivo e afeta a planta em qualquer fase de desenvolvimento. Este patógeno é de fácil disseminação e se manifesta em ampla faixa de temperatura (MELO *et al.*, 2018). No Brasil esse patógeno apresenta um elevado número de hospedeiros e ampla distribuição territorial, podendo causar perdas totais em cultivares suscetíveis com condições favoráveis ao

patógeno, considerada um fator limitante da produção de couve-folha (DUVAL; MELO; MOITA, 2020).

Nos estágios mais avançados pode ocorrer murcha e queda prematura das folhas, o que gera perdas significativas. Essa bactéria infecta o interior da planta hospedeira, principalmente através de estômatos, hidatódios e/ou injúrias, apresentando sintomas característicos como amarelecimento do bordo foliar, progredindo para uma necrose em formato característico de “V”, com vértices voltados para as nervuras centrais. Progredindo, consegue invadir os vasos condutores, provoca escurecimento e limita a circulação de seiva, o que ocasiona a murcha foliar. (AMARAL, 2012).

Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho agrônômico e a suscetibilidade da couve-folha ao ataque da doença podridão negra causada pela bactéria *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* em diferentes substratos comerciais.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Descrição da cultura couve-folha**

A couve-folha (*Brassica oleracea* var. *acephala*) é classificada como de origem europeia e é aproveitada principalmente para a alimentação humana, já tem mais de 2000 anos (MOURA, 2018). Deste modo, é a variedade da família *Brassica* mais análoga à couve silvestre. Ela é caracterizada como uma planta bienal, ou seja, demora 24 meses para completar o seu ciclo biológico, também possui caule erguido, tem emissão consecutiva de folhas novas, onde as quais exibem limbo bem edificado, redondo, com pecíolo alongado, nervuras bem independentes e possui uma coloração verde escurecida (ROCHA *et al.*, 2019).

A planta também é capaz de emitir brotos laterais que são aproveitados na proliferação da espécie. Outra característica dessa cultura é que ela é típica das estações de outono-inverno e tem melhor desenvolvimento em temperaturas mais suaves, com temperatura ideal cerca de 16 a 22 °C, contudo oferece tolerância ao calor, podendo ser cultivada o ano todo e continuar produtiva por diversos meses, é estimada como uma planta extremamente exigente em termos de água (FILGUEIRA, 2008). Características como essas ajudam na produtividade de mudas e auxilia na colheita, aumentando a produtividade e reduzindo riscos com perdas.

Essa espécie possui grande variabilidade de cultivares, onde a do tipo manteiga sendo a mais tradicional nos estados de Minas Gerais, São Paulo e Goiás. De acordo Novo *et al.* (2010),

na região do estado de São Paulo a cultivar designada de manteiga tem maior índice de aceitação mercantil por apresentar folhas tenras, lisas ou pouco sinuosas, com limbo de coloração verde claro, pecíolos e nervuras verdes bem claras.

As características das cultivares de couve do tipo manteiga oferecem distintos modelos de elevação, sendo consideradas como média a alta. No Brasil, a maior parte das plantas de couve plantadas possuem aspectos de porte mediano a alto e por volta de 90% das cultivares de couve em São Paulo são disseminadas por mudas e possuem propriedades de plantas com tamanho mais alto. As plantas são analisadas e observadas quando possuem uma média entre 60 e 100 cm de altura, nas quais de forma geral estão na etapa de colheita (NOVO *et al.*, 2010).

De acordo com os estudos de Trani, Tivellis e Blat, (2015), a proliferação da planta de couve pode acontecer através de sementes ou brotos. As sementes são distribuídas em bandejas que podem ser de isopor ou plástico e em seguida devem ser transplantadas com torrão, ao mesmo tempo que por brotos, são extraídos das axilas das folhas em plantas crescidas e transplantados para viveiros ou canteiros, sendo este procedimento mais empregado entre os agricultores. O processo de produção de mudas das cultivares de características híbridas é somente por sementes, uma vez que as plantas não são capazes de produzir brotos. Segundo o mesmo autor a propagação usando brotos é bem mais simplificada, logo que os brotos são cultivados diretamente em canteiros, os quais aprofundam-se e desenvolvem-se no mesmo local.

Sobre o cultivo de couve, pode ser realizado por meio de vários métodos, onde os quais a opção necessita ser segundo indigência e disponibilidade de produtos, dimensão da área, mão de obra disponível em cada propriedade. Em meio aos sistemas de produção mais empregados enfatiza-se o convencional, ou seja, o de campo, orgânico, hidropônico, slabs, mulching dentre outros (NOVO *et al.*, 2010).

Segundo Moura (2018), o cultivo convencional proporciona como benefícios a produção em ampla escala mercantil, conhecimento mais amplo entre produtores, acréscimo de produtividade e uso de mecanização. Em meio as desvantagens ressaltam-se a despesa alta de produção, favoritismos ao aparecimento de novos insetos e doenças, assimilação descontrolada de nutrientes e decadência de produtividade com o andamento, dentre outros (MOURA, 2018). Por isso, todas as técnicas que visam evitar essas desvantagens devem ser utilizadas, uma vez que uma queda na produtividade pode ocasionar grandes prejuízos financeiros.

## 2.2 Adubação

A adubação e sua consequência na produção das diversas espécies olerícolas é feita para que o seu uso seja efetivado de forma coerente pelos produtores, pois uma propriedade da olericultura é justamente o uso intenso do solo, demandando alta quantidade de nutrientes por unidade de área, os quais retribuem por uma parcela considerável dos custos de produção (SILVA *et al.*, 2014).

No que se refere a adubação mineral, Luengo (2018) asseguram que os elementos químicos N (Nitrogênio), P (fósforo) e K (Potássio) são de bastante mobilidade, assim participando de maneira mais eficaz no desenvolvimento de novas estruturas vegetativas, além desses, o Mg (Magnésio) e o S (Enxofre) são de mobilidade mediana, e o B (Boro) e o Ca (Cálcio) são exclusivamente imóveis. Diante dessas observações, o cuidado com as dosagens e o tipo de produto com sua determinada composição é de grande relevância.

Em hortaliças folhosas de forma geral o efeito do nitrogênio intervém diretamente na produtividade das culturas, beneficiando e proporcionando um bom desenvolvimento vegetativo quando é fornecido porções correspondentes, expandindo assim a área fotossinteticamente ativa e abrangendo o potencial produtivo das culturas (FILGUEIRA, 2012).

## 2.3 Colheita

No que se refere a colheita das folhas, precisa ser realizada com frequência de sete a dez dias, optando por folhas bem desenvolvidas e principalmente com estatura em torno de 20 a 30 cm de extensão, entretanto há mercados mais exigentes que escolhem folhas de 25 a 30 cm de comprimento. No decorrer da colheita é aconselhada a remoção das folhas velhas e dos brotos para incentivar o desenvolvimento sucessivo de novas folhas na haste básica da planta (TRANI; TIVELLI; BLAT, 2015). Ainda conforme os mesmos autores, a couve de folhas possui um alto teor de água, flavonoides, proteínas, fibras, vitaminas e nutrientes minerais, baixo teor de atributos calóricos, carboidratos e lipídeos.

## 2.4 Relevância nutricional

As *Brássicas* (couve, couve-flor, repolho, brócolis) exibem elevado potencial de ação anticancerígena, isso por causa da presença de glucosinolatos 1 (GLSs). Os glucosinolatos são compostos que contêm enxofre, encontrados naturalmente nas brássicas, esses

compostos, quando quebrados pela enzima mirosinase, são convertidos em outros compostos, incluindo isotiocianatos (ITCs). ITCs foram encontrados atuando na proteção das plantas contra doenças e são úteis na biofumigação, quando restos de cultura de brássicas são incorporados no solo como adubos verdes. Nas plantas de couve os GLSs essenciais presentes são a sinigrina, glucoiberina e glucobrassicina, onde os quais podem alterar de acordo com o desenvolvimento da planta, sendo examinada a máxima ocorrência em brotos (VERKERK *et al.*, 2009).

No que se refere a forma de consumo, as folhas de couve, podem ser consumidas cruas, refogadas ou cozinhadas, em saladas, charutos, caldos e sucos desintoxicantes, os mais conhecidos como sucos verdes. As mais variadas maneiras de uso na culinária, bem como o descobrimento de suas características nutricionais e medicinais, acarretam acréscimo no consumo da couve (TRANI; TIVELLI; BLAT, 2015).

Contudo, em suas pesquisas Sikora e Bodziarczyk (2012) descreveram que a couve é qualificada pelo elevado valor nutricional e ação antioxidante, onde possibilita que suas folhas sejam ingeridas cruas ou posteriormente por processamento tipo branqueamento, uma vez que o cozimento das folhas decompõe o valor nutricional e diminui a atividade antioxidante de seus compostos, especialmente vitamina C, polifenóis e  $\beta$ -caroteno. Logo, entende-se que o ideal consumo para as folhas de couve é ingerir cruas, assim o organismo pode aproveitar a riqueza nutricional que essa a folha detém.

O autor Moura (2018) apresentou em seus estudos que a composição de minerais de folhas de couve proporciona 19,7 mg g<sup>-1</sup> de cálcio (Ca), onde este é o macronutriente de maior quantidade, acompanhado por potássio (K) e fósforo (P), com 13,5 mg g<sup>-1</sup> e 5,73 mg g<sup>-1</sup> concomitantemente. Segundo o mesmo autor, dentre os micronutrientes os mais abundantes são o ferro (Fe), com 72,6  $\mu$ g g<sup>-1</sup>, manganês (Mn) com 53,5  $\mu$ g g<sup>-1</sup> e zinco (Zn) com 39,4  $\mu$ g g<sup>-1</sup>. Outros nutrientes com grande quantidade em folhas de couve são o estrôncio (Sr), com 252,0  $\mu$ g g<sup>-1</sup> e o alumínio (Al) com 29,3  $\mu$ g g<sup>-1</sup>. É importante ressaltar que o estrôncio é absorvido pelo organismo do ser humano como se fosse o cálcio.

## 2.5 Substratos para produção de mudas

O aumento do uso de substratos em hortaliças no Brasil nesses últimos anos pode ser conferido ao progresso do cultivo sem solo pelo país, apesar de que seja uma metodologia largamente aproveitada em países como Holanda, Israel e Espanha. Na região brasileira, o

cultivo sem solo de hortaliças acontece, na maior parte das vezes, em substratos orgânicos naturais (WAMSER, 2017).

Wamser (2017) ainda destaca que a função do substrato é manter e oferecer nutrientes, oxigênio e água às plantas, em outras palavras, é proporcionar à planta tudo que ela precisa para crescer e se desenvolver. As propriedades físicas formidáveis a constituírem consideradas no substrato também são de extrema importância, onde são elas: porosidade, estrutura, densidade aparente, textura, compacidade e matéria orgânica. No que se refere às propriedades químicas ressaltam-se: colóides, minerais de argila, capacidade de troca catiônica, pH, matéria orgânica e relação carbono:nitrogênio (C:N) (WAMSER, 2017).

Conforme Freitas, Almeida e Vieira (2017), as características físicas do substrato são mais essenciais que as químicas, uma vez que estas não podem ser alteradas com facilidade, enquanto a produtividade pode ser adaptada através da irrigação e fertirrigação. O substrato ideal para produção de plantas necessita propiciar condições adequadas ao desenvolvimento dela, e sua conciliação deve ser constante, de baixa densidade, elevada competência de troca catiônica, alta disposição de retenção de água, apropriada aeração e drenagem.

Os atributos dos substratos modificam em função da origem do material, metodologia de produção ou aquisição e proporções dos elementos, e a formulação deve ser examinada nas condições de cada local de produção, e se necessário realizar adaptações (WENDLING; DUTRA; GROSSI, 2006).

### **3 Vermiculita**

Segundo Fachinello *et al.* (2005), a associação de materiais consente a melhora das condições para o desenvolvimento das mudas e trabalhos com substratos contêm na maior parte misturas de solo, vermiculita expandida e materiais orgânicos. A combinação de areia e materiais orgânicos melhora a textura e possibilita melhores condições ao desenvolvimento das mudas. Misturas de solo e turfa agem como retentores de umidade e nutrientes, enquanto a areia, serragem e outros materiais funcionam como condicionadores físicos.

Dentre esses múltiplos elementos de misturas para substratos enfatiza-se a vermiculita, que é um mineral de argila de extrema relevância, por ser aproveitada em distintas áreas, mas principalmente para a agricultura, especialmente como substrato para plantas e para absorção de metais tóxicos, isto por causa de sua propriedade adsorvente (FREITAS; ALMEIDA; VIEIRA, 2017). A adsorção deriva das propriedades do sistema, como pH, temperatura e

oscilação e da área de nível adsorvente e seletividade (EL-BAYAA; BADAWY; ABD ALKHALIK, 2009), assim, se todas essas propriedades estão em perfeita sintonia a capacidade de adsorção é ainda maior. Diversos materiais foram analisados como adsorventes para extrair distintos contaminantes, em meio a eles temos: a casca de arroz (VIEIRA *et al.*, 2014) e argilas (ALMEIDA; VIEIRA; SILVA, 2014). A vermiculita expandida proporcionou uma favorável eficácia na adsorção de zinco e cobre, com decorrências mais eficientes para zinco comparado ao cobre (FREITAS; ALMEIDA; VIEIRA, 2017).

De acordo com Marcos e Rodríguez (2014), deste modo, a vermiculita expandida empregada como substrato de plantas é contraída pelo procedimento de esfoliação, onde no mesmo a água existente (5 a 20%) no decorrer do cristal da estrutura da vermiculita advém um processo de evaporação através de altas temperaturas (800 °C), que procede em um material mais leve e quimicamente entorpecido, por causa da presença de determinadas partículas de ar entre suas divisões.

### **3.2 Casca de pinus**

Sobre a casca de pinus, é muito usada como cobertura em vasos e canteiros, e como composição de substratos comerciais, a casca de pinus pode trazer diversos benefícios. Ela não possui características como adição de corantes ou produtos químicos, a casca é 100% natural e utilizada para a produção de muda junto às mais variadas espécies, como samambaias, violetas, árvores e plantas em geral (FREITAS; ALMEIDA; VIEIRA, 2017). Benefícios de usar casca de pinus como cobertura do substrato vão muito além do acabamento. Isso porque ela mantém o substrato úmido por mais tempo, ajuda a impedir o ataque de pragas e doenças, que se concentram na casca e não na planta viva, mantém o solo fértil por mais tempo, diminui o aparecimento de ervas daninhas, promove uma maior longevidade às plantas, e é ecologicamente correta e biodegradável (ALMEIDA; VIEIRA; SILVA, 2014).

### **3.3 *Xanthomonas campestris* pv. *campestres***

#### **3.3.1 Origem e Etimologia**

Descrita pela primeira vez por Garman em 1894, após isolar dois tipos de bactérias de plantas doentes, ele não conseguiu determinar qual tipo de bactéria estava causando a doença, e a nomeou como doença do repolho. Um ano depois, em Iowa, EUA, Pammel observou uma

doença semelhante em rutabaga e nabo, com colônias pigmentadas de amarelo em cultura. Desde então, a doença foi identificada em todos os continentes onde as culturas das brássicas são cultivadas (WILLIAMS, 1980).

Segundo Griesbach, et al. (2003) a *X. campestris* pv. *campestris*, pertence ao gênero *Xanthomonas* na subdivisão gama das *Proteobacteria* coletivamente, os membros do gênero causam doenças em pelo menos 124 espécies de monocotiledôneas e 268 espécies de dicotiledôneas, incluindo árvores frutíferas e noqueiras, plantas solanáceas e brassicáceas e cereais. Considerada uma das doenças mais frequentes em lavouras de brássicas.

A *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*, agente causal da podridão negra, é uma bactéria gram-negativa, aeróbica, com colônias que apresentam cor geralmente amarela, convexas, mucoide, em meio de cultura YDC, cresce a 35 °C, além de possuir a forma de um bastonete reto, se movimenta através de um único flagelo polar (DINIZ, 2021).

### 3.3.2 Disseminação e Epidemiologia

Segundo Vicente e Holub (2012) a podridão negra é considerada a doença mais importante das culturas de brássicas em todo o mundo, sendo principalmente transmitida por sementes, transplante, resíduos de cultura infectados e pelo solo. Existem relatos de que a Xcc pode sobreviver em restos de plantas no solo por até dois anos, ou em ervas invasoras da família Brassica por períodos maiores (GAZDIK *et al.*, 2021). O patógeno também pode se disseminar facilmente no sistema vascular sendo observado um anel de coloração negra quando o caule é cortado próximo ao nível do solo, infectando a planta hospedeira principalmente através de hidatódios, estômatos e injúrias.

A sobrevivência de Xcc correlacionou-se negativamente com o potencial matricial do solo o que está diretamente ligado à umidade, quanto mais úmido o solo, maior será o seu potencial e com a abundância de microrganismos celulolíticos (ARIAS *et al.*, 2000). Segundo os autores, o agente causal ainda é capaz de sobreviver de 19 a 28 dias em solos saturados, se não houver mudanças significativas na população bacteriana. Por outro lado, segundo Dane e Shaw (1996) a Xcc pode sobreviver no solo, independente do hospedeiro, por aproximadamente 40 dias no inverno e 20 dias no verão.

Epidemias de *X. campestris* são favorecidas por dias quentes e noites com temperaturas mais brandas, umidade e temperatura elevadas, entre 28 e 30° C. Além disso, como as bactérias não são capazes de penetrar direta e ativamente na superfície da planta é necessário à presença

de água na folha, que favorece a penetração, já que são altamente dependentes de água para sua infecção, colonização e disseminação (BATISTA, 2020). Com essas condições favoráveis as bactérias podem penetrar nas plantas através dos estômatos e induzir lesões extensas de manchas foliares sem sintomas sistêmicos (KOCKS; ZADOKS, 1996). A bactéria também pode entrar na planta através de feridas causadas por máquinas, insetos, animais, chuva, irrigação e vento (ARIAS *et al.*, 2000).

### 3.3.3 Sintomatologia

O surgimento dos sintomas de podridão negra ocorre de 10 a 14 dias após a penetração do patógeno, que se dá através dos estômatos e hidatódios ou por ferimentos provocados na superfície da parte aérea (DINIZ, 2021). Quando a infecção ocorre nas plântulas é possível evidenciar lesões amareladas em formato de “V”, vértice em direção ao centro da folha, os tecidos tendem a se tornar necróticos e as folhas caem prematuramente (KOCKS; ZADOKS, 1996).

Posteriormente com a colonização bacteriana ocorre o escurecimento vascular na planta, entretanto o patógeno também pode sobreviver no sistema vascular sem causar sintomas, principalmente em temperaturas mais baixas quando sua infecção é retardada (ARIAS *et al.*, 2000). Na cultura da couve-folha limita sua produção, causa redução na produtividade e qualidade nas folhas, em cultivares extremamente suscetíveis pode levar à perda total na colheita (SCHUMANN, 2018).

Essa doença se desenvolve em qualquer estágio de desenvolvimento das plantas, podendo ter sua produção reduzida em mais de 50%, a prevalência da podridão negra atinge 100% nos cultivos de brócolis e couve-flor, essas elevadas prevalências na maioria das brássicas indicam a importância dessa doença para as culturas, destacando a adaptabilidade dos patógenos aos ambientes e aos hospedeiros (PERUCH; MICHEREFF; ARAÚJO, 2006).

### 3.3.4 Controle

Atualmente não há nenhum produto registrado para brássicas com indicação para o alvo *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*. O controle da podridão negra é difícil e depende do uso de material de plantio livre de patógenos e da eliminação de outras fontes potenciais de inóculo, (VICENTE; HOLUB, 2012). Um dos métodos preventivos pode ser o banho quente das sementes por 30 minutos a 50° C para esterilizar o material, porém não é 100% eficaz, mas

reduz a incidência. Cultivares resistentes é uma das melhores formas de otimizar o prejuízo que essa doença pode causar, entretanto ainda temos poucas cultivares disponíveis no mercado (PERUCH; MICHEREFF; ARAÚJO, 2006).

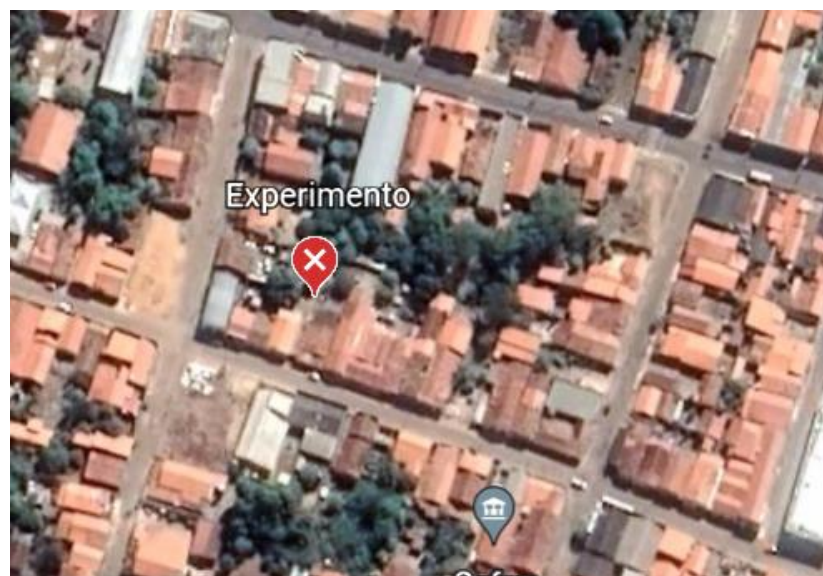
Assim, o controle preventivo é o mais indicado para tentar evitar a doença no cultivo, que pode ser alcançado com uso de sementes e mudas livres da doença, além da rotação de cultura onde o cultivo de brócolis ou outras culturas da família das crucíferas não são realizados por pelo menos duas safras (SCHUMANN, 2018).

## 4 MATERIAL E MÉTODOS OU METODOLOGIA

### 4.1 Localização do experimento

O experimento foi conduzido na cidade de Araguatins – TO, Rua Floriano Peixoto, Centro, situada a 103 metros de altitude localizada nas coordenadas aproximadas de 05° 39'22" S e 48° 07'8" W. 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, inviabilizando o plantio no local. O clima característico da região segundo a classificação de Koppen-Geiger é do tipo Aw, ou seja, clima tropical com estação seca de inverno, com precipitação média anual de 1.500 mm, temperatura média de 28,5°C (INMET, 2015).

**Figura 1-** Localização da área experimental



Fonte: Google Earth, 2023.

## 4.2 Dados climáticos

Devido a doença ser favorecida por dias quentes e noites com temperaturas mais brandas, umidade e temperatura elevadas, entre 28 e 30° C, as condições climáticas neste período foi de suma importância para a manifestação da severidade da doença, segue abaixo a tabela com dados climáticos durante o período de realização do projeto (tabela 1).

**Tabela 1** - Médias de precipitação e temperatura de Araguatins - TO

|          | Mínima | Máxima | Precipitação |
|----------|--------|--------|--------------|
| Mês      | °C     | °C     | mm           |
| Outubro  | 23°    | 32°    | 94           |
| Novembro | 23°    | 31°    | 148          |

Fonte: Climatempo, 2022.

## 4.3 Delineamento experimental e substratos utilizados

Para este experimento foi empregado o delineamento experimental de blocos casualizados (DBC), quatro repetições e seis tratamentos, totalizando 96 plantas, nas quais, foram usados três substratos diferentes, com o objetivo de analisar se os substratos que tiveram suas mudas emergidas em um menor tempo, com plântulas mais vigorosas seriam capazes de manifestar maior resistência à doença e possivelmente menor incidência da doença.

O substrato do tratamento 1 (T1) e tratamento 2 (T2), é da linha profissional Multiplant para hortaliças, substrato a base de casca de pinus, turfa e vermiculita expandida. Já no tratamento 3 (T3) e tratamento 4 (T4), foi utilizado o Tropstrato HA cujo composição é casca de pinus, vermiculita, PG Mix 14.16.18, nitrato de potássio, superfosfato simples e turfa. Por fim, no tratamento 5 (T5) e tratamento 6 (T6), o substrato utilizado foi o Basaplant Hortaliças, composto de turfa, carvão, vermiculita e adubação NPK e micros nutrientes (figura 2).

**Figura 2** - Croqui da área experimental

|     |         |  |         |  |         |  |         |
|-----|---------|--|---------|--|---------|--|---------|
|     | Bloco 1 |  | Bloco 2 |  | Bloco 3 |  | Bloco 4 |
| 1 m | T1      |  | T5      |  | T4      |  | T6      |
| 1 m | T2      |  | T3      |  | T1      |  | T4      |
| 1 m | T3      |  | T6      |  | T5      |  | T2      |
| 1 m | T4      |  | T1      |  | T2      |  | T3      |
| 1 m | T5      |  | T4      |  | T6      |  | T5      |
| 1 m | T6      |  | T2      |  | T3      |  | T1      |
|     | 1 m     |  | 1 m     |  | 1 m     |  |         |

Quando as mudas atingiram o estágio ideal para a inoculação da bactéria, os tratamentos ficaram divididos em:

T1: Planta inoculada + substrato Multiplant

T2: Planta não inoculada + substrato Multiplant

T3: Planta inoculada + substrato Tropstrato HA

T4: Planta não inoculada + substrato Tropstrato HA

T5: Planta inoculada + substrato Basaplant

T6: Planta não inoculada + substrato Basaplant

#### 4.4 Semeadura e transplante das mudas

A semeadura ocorreu no dia 10 de outubro de 2022 e foi utilizada a couve-folha manteiga da empresa Feltrin<sup>®</sup>. Inicialmente elas foram submetidas a um tratamento térmico de banho-maria a 52° C durante 30 minutos e secas em local protegido por 1 hora em temperatura ambiente, objetivando a sanidade inicial das sementes em relação ao patógeno alvo do estudo (LOPES; QUEZADO-SOARES, 1997). Posteriormente foram depositadas em bandejas de isopor, preenchidas com os devidos substratos. Quando as mudas apresentaram duas a três folhas definitivas, que ocorreu aproximadamente com 36 dias, elas foram transplantadas para os sacos plásticos de dimensões 13x13 cm (figura 3).

**Figura 3 - Semeadura e transplante das mudas**



Fonte: Sousa, M. 2023

#### 4.5 Obtenção e inoculação da bactéria na couve-folha

A bactéria foi obtida da Coleção IBSBF do Instituto Biológico de Campinas - SP, Laboratório de Bacteriologia Vegetal. Após a chegada do inóculo, a bactéria foi cultivada em caldo lactosado à 28° C, durante 48h no agitador Shaker.

A inoculação da bactéria foi realizada com aproximadamente 42 dias após a sementeira com uma suspensão bacteriana na concentração de aproximadamente  $10^7$  UFC mL<sup>-1</sup> (A600nm = 0,3) diluída em uma solução de NaCl a 0,85%, calibrada em espectrofotômetro onde adicionou-se surfactante Tween 20 a aproximadamente 0,005% (v/v). Cada planta recebeu aproximadamente 250 ml de solução, totalizando 1.250 ml da concentração, a inoculação foi feita borrifando-se as folhas com a suspensão. Após a inoculação, as mudas foram realocadas para evitar contaminação com as parcelas sadias. As mudas foram irrigadas de forma manual.

#### 4.6 Características avaliadas e análise estatística

A severidade da doença foi avaliada 10 dias após a inoculação (DAI) por atribuição de notas de acordo com níveis crescentes de severidade.

➤ **Índice de Severidade por Folha (ISF);** para a folha aparentemente mais atacada (NSF) por planta, foi atribuída uma escala diagramática de notas (0 a 8) (NUÑEZ *et al.*, 2017)

➤ **Índice de Severidade por Planta (ISP)**; para a planta (notas de 1 a 5, NSP), com auxílio de uma escala de imagens que foi proposta para hortaliças em geral (VENDRAME *et al.*, 2015; QUEZADO-DUVAL; MELO E SOARES, 2021).

Os dados da variável nota, por serem ordinais (categóricos) foram utilizados para o cálculo de índices de severidade a seguinte fórmula proposta por McKinne (1923):

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

Os valores resultantes compuseram as seguintes variáveis ISF e ISP, esses resultados foram submetidos à análise de variância e teste da diferença mínima significativa.

Foi avaliado também:

➤ **Incidência em porcentagem de folhas com sintomas da doença (IPF)**: para obter esta característica foi necessário a ajuda do aplicativo Compu Eye, ele analisa toda a área foliar, identifica a área com sintomas e sem sintomas, e disponibiliza a porcentagem de folha com sintoma, para posteriormente fazer uma escala diagramática.

➤ **Massa fresca total (MF)**: o valor foi obtido através da mensuração da massa fresca em gramas (g), de duas plantas de cada parcela.

➤ **Comprimento da raiz (CR)**: mensurado em cm, utilizando uma fita métrica. Foi obtida medindo o início da zona basal, cuello, até o final da coifa.

➤ **Altura da Planta (AP)**: mensurada em cm, obtido através da medida da zona basal, até a gema terminal, com o auxílio de uma fita métrica.

➤ **Porcentagem de mudas viáveis (PV)**: resultado obtido através da divisão do número total de plantas que emergiram pelo número aptas a irem para o campo.

➤ **Porcentagem de emergência (PE)**: obtida através da divisão do número de sementes plantas pelo número de sementes emergidas.

Os dados foram submetidos à análise de variância, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey 5%.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O resumo da análise de variância pelo modelo em blocos casualizados, além das estimativas de média de tratamentos e coeficiente de variação experimental (CV%) para cada característica, é apresentado na Tabela 02.

**Tabela 2** - Resumo da análise de variância, estimativas de média de tratamentos e do coeficiente de variação experimental (CV%) para as sete características avaliadas em Araguatins-TO

| FV         | Quadrados Médios |         |         |         |          |        |         |          |
|------------|------------------|---------|---------|---------|----------|--------|---------|----------|
|            | GL               | ISF     | ISP     | AP      | CR       | MFT    | PE      | PMV      |
| Blocos     | 3                | 0,0626  | 0,23    | 0,35    | 8,86     | 0,081  | 57,66   | 42,500   |
| Tratamento | 5                | 14,19** | 13,31** | 43,70** | 126,19** | 3,35** | 285,81* | 569,16** |
| Resíduo    | 15               | 0,033   | 0,16    | 0,72    | 5,84     | 0,18   | 90,85   | 114,84   |
| Média      |                  | 5,88    | 5,84    | 12,24   | 20,36    | 2,27   | 76,84   | 80,58    |
| CV%        |                  | 3,12    | 7,06    | 6,98    | 11,87    | 18,92  | 12,40   | 13,30    |

\*\*, \*: significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste Tukey. FV: Fator de variação; GL: Grau de liberdade; ISF: Índice de severidade por folha; ISP: Índice de severidade por planta; AP: Altura das plantas; CR: Comprimento da raiz; MFT: Massa fresta total; PE: Porcentagem de emergência e PMV: Porcentagem de mudas viáveis.

Os valores do coeficiente de variação experimental (CV%) variaram de 6,98 (AP) a 18,92% (MFT). De acordo com Gomes (1985) os CVs% obtidos na experimentação podem ser classificados baixo (menor ou igual à 10%), médio (entre 10 e 20%), alto (entre 20 e 30%) e muito alto (maior que 30%). Assim, quatro das características apresentaram o valor de CV% médio e as demais apresentaram baixo CV. Quanto menor o valor do CV%, maior a precisão experimental e mais confiável será a conclusão a respeito dos tratamentos.

Houve efeito significativo ( $P < 0,01$  e/ou  $0,05$ ) para todas as características avaliadas, indicando a existência de pelo menos um contraste entre médias de tratamentos significativo estatisticamente a 5% de probabilidade, estes resultados comprovam a variabilidade existente entre os tratamentos para as características avaliadas, importante para a seleção daqueles que combinem o máximo de características com valores de médias ideais.

No experimento, não foram detectadas diferenças significativas para índice de severidade por planta (ISP), já para a característica índice de severidade por folha (ISF), foi possível detectar diferenças entre eles. Nos tratamentos 1 e 3, estatisticamente iguais, houve maior suscetibilidade à doença, correspondendo também aos maiores valores em porcentagem oriundo das notas de severidade da doença (Tabela 3).

**Tabela 3-** Comparação de médias para as características: Índice de severidade por planta (ISP) e Índice de severidade por folha (ISF) Araguatins-TO.

| Tratamento | Características |          |
|------------|-----------------|----------|
|            | ISF<br>%        | ISP<br>% |
| T1         | 77,6 a          | 70,5 a   |
| T2         | 0               | 0        |
| T3         | 77,3 a          | 70,5 a   |
| T4         | 0               | 0        |
| T5         | 72,8 b          | 70,45 a  |
| T6         | 0               | 0        |
| Média      | 75,9            | 70,48    |

T1: substrato Multiplant; T3: substrato Tropstrato; T5: substrato Basaplant, ambos com plantas inoculadas. <sup>1</sup> Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

Quando comparado ao experimento de Quezado-Duval, Melo e Soares (2021) realizado em Brasília com plântulas de couve-manteiga em ambiente protegido e em campo, as característica ISF teve índice de 36,25% e 50% para ISP, o experimento conduzido no Norte do Tocantins, teve índices bem mais elevados chegando a 77,6% para ISF e 70,5% para ISP, este resultado provavelmente se deve ao fato das condições climáticas do Norte do Tocantins serem mais propícias ao desenvolvimento da doença, visto que ela é favorecida por dias quentes e noites com temperaturas mais brandas, entre 28 e 30° C e umidade elevada. Para os tratamentos T2, T4 e T6 não houve inoculação da bactéria e nem contaminação das mudas.

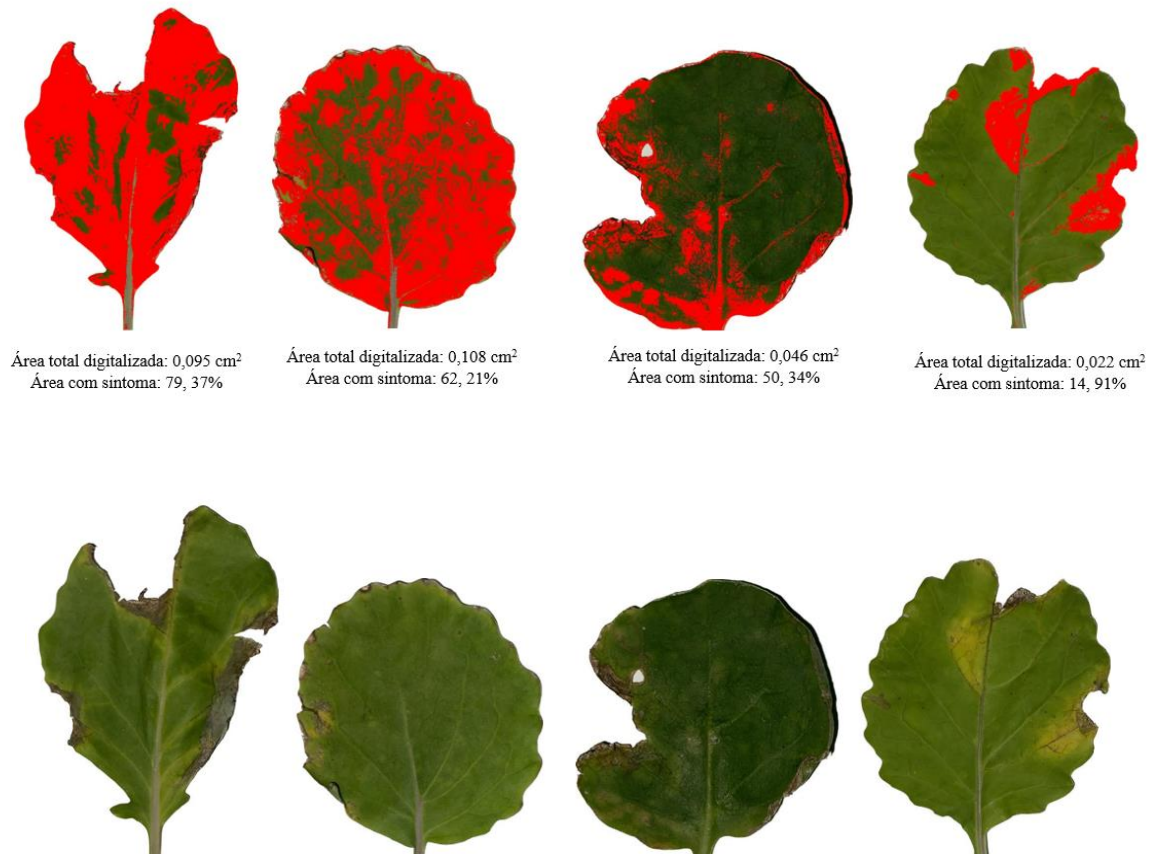
Outro fator que pode afetar o comportamento da doença são os estágios de desenvolvimento e a arquitetura da planta relacionada à inclinação das folhas. Acredita-se que em campo, haverá menor ou maior acúmulo de água sobre a superfície das folhas, que favorece as doenças bacterianas foliares em geral, de acordo com essa característica intrínseca de cada genótipo (MELO *et al.*, 2018).

A quantificação de doenças possui grande importância para a avaliação da eficiência de medidas de controle, dentre as estratégias para quantificar a severidade de doenças com precisão, as escalas diagramáticas surgem como a principal ferramenta de avaliação. A escala diagramática elaborada pelo software Compu Eye (2005), fornece um método fácil para medir a área total da folha e a área de qualquer sintoma visível na folha, desenvolvido por Ehab Mostafa Bakr, Plant Protection Research Institute, Acarology Department.

A escala diagramática da doença podridão negra em couve-folha deste estudo apresentou quatro níveis de severidade, a nota máxima e mínima encontradas foram de 79,37% e 14,19%,

respectivamente, mostrando que é possível encontrar folhas em estágios avançados e outras no início do desenvolvimento da doença (Figura 4).

**Figura 4** - Escala diagramática para a avaliação de severidade da doença podridão negra.



Fonte: Compu Eye, 2023

Vale ressaltar que, no presente estudo não foi considerada a ocorrência ou não de sintomas na contabilização das folhas de padrão comercial. Assim, não se pode estabelecer uma relação direta da doença com a produção, mas hipoteticamente, em um caso natural, uma ocorrência inicial da doença pode levar à seca das folhas antes que estabeleçam o tamanho comercial. No caso da couve, a presença de sintomas em uma folha já comprometeria sua comercialização (MELO *et al.*, 2018).

Avaliar a altura das plantas isoladamente é um recurso que evidencia a qualidade das mudas. Nesta característica houve diferença estatística em relação aos tratamentos inoculados e não inoculados, onde os tratamentos 2, 4 e 6 (não inoculados), não diferiram estatisticamente

entre si, mostrando que ambos os substratos foram bons para o crescimento das mudas, com média máxima de 15,68 cm para o substrato Multiplant (Tabela 4).

**Tabela 4** – Comparação de médias entre as características: Altura de Plantas (AP), Comprimento de raízes (CR), Massa fresca total (MFT) Araguatins-TO.

| Tratamento | Características |          |         |
|------------|-----------------|----------|---------|
|            | AP (cm)         | CR (cm)  | MFT (g) |
| T1*        | 9, 43 b         | 16, 25 b | 1,16 b  |
| T2         | 15, 68 a        | 25, 87 a | 2, 86 a |
| T3*        | 8, 62 b         | 14, 37 b | 0, 90 c |
| T4         | 15, 06 a        | 25, 12 a | 3, 08 a |
| T5*        | 9, 68 b         | 15, 18 b | 1, 99 b |
| T6         | 14, 95 a        | 25, 37 a | 3, 16 a |

<sup>1</sup> Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade. Tratamentos com \* significa que foram inoculados.

Quando foi avaliado a altura das plantas dos tratamentos inoculados (T1, T3 e T5), também não se observou diferença estatística significativa entre si, porém, as médias destes tratamentos foram bem inferiores e diferentes estatisticamente em relação aos tratamentos não inoculados, demonstrando o quanto a doença pode ser severa e influenciar na altura da planta. Ressalta-se uma diferença de altura de aproximadamente de 6 cm nos tratamentos inoculados, com média máxima de altura de 9,68 cm.

Observa-se pelos dados apresentados na tabela 4 que para a característica comprimento de raiz (CR), as médias de tratamentos não inoculados e inoculados, foram significativas, sendo as maiores, obtidas nos tratamentos não inoculados, se destacando o T2 com a maior média (25,87 cm). Por outro lado, as menores médias de CR foram obtidas nos tratamentos inoculados, com destaque de menor média para os 14,37 cm do T3, evidenciando também a ação da doença nesta característica.

Para Freitas, Barroso e Carneiro (2008), quando as mudas não são afetadas pelo estresse ambiental, doenças e competição por outras plantas, a extensa expansão no sistema radicular lateral torna-se possível, podendo as raízes se estenderem por mais de 15 cm. Os resultados demonstram que existe uma relação direta entre a característica de altura da planta, comprimento da raiz e massa fresca total, quando uma dessas características é afetada, a outra possivelmente será prejudicada.

Quanto a massa fresca total, o tratamento 6 obteve a maior média 3,16 g, não se diferenciando estatisticamente de T2 e T4, para os respectivos substratos, Basaplant hortaliças, Multiplant para hortaliças e Tropstrato HA, mostrando que ambos apresentaram características necessárias para propiciar condições adequadas ao desenvolvimento das mudas, como, baixa densidade, elevada competência de troca catiônica, alta disposição de retenção de água, apropriada aeração e drenagem. Entretanto, os tratamentos inoculados diferiram estatisticamente entre si com relação a MF, sendo que a menor média obtida foi 0,90g no T3 como visto acima. Provavelmente, essa diferença significativa de massa fresca total se deve aos sintomas manifestados pela doença durante seu ciclo epidemiológico que segundo Melo *et al.* (2018), a doença pode tornar necrosado o tecido e as folhas caírem prematuramente. As infecções sistêmicas podem retardar o crescimento e causar a morte da planta, murcha e apodrecimento das plantas infectadas.

As características porcentagem de emergência (PE) e porcentagem de mudas viáveis (PMV), foram avaliadas antes da inoculação das mudas para verificar a influência dos substratos nestas características e por isso foi considerado nos resultados somente T2, T4 e T6 (Tabela 5).

**Tabela 5** - Comparação de médias para características: Porcentagem de Emergência (PE) e Porcentagem de mudas viáveis (PMV) em Araguatins – TO.

| Tratamento | Características |         |
|------------|-----------------|---------|
|            | PE (%)          | PMV (%) |
| T2         | 83, 62 a        | 89 a    |
| T4         | 75, 02 a        | 74.25 a |
| T6         | 77, 35 a        | 88, 5 a |

<sup>1</sup> Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade. As características PE e PMV, foram avaliadas antes da inoculação da bactéria.

Com relação a PE e PMV, os tratamentos citados acima não diferiram estatisticamente, ou seja, os substratos não influenciaram significativamente nestas características, porém, é importante observar que o T2 apresentou 6 a 8% de maior PE com relação ao T4 e T3, e 15% de PMV com relação a T4, resultados que podem fazer diferença na produtividade de mudas em um viveiro e conseqüentemente na sua rentabilidade.

A porcentagem de emergência influencia diretamente o período de transplante, reduzindo o tempo em que as mudas ficam na bancada e aumentando a precocidade da colheita.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados obtidos, é possível considerar que a bactéria *X. campestris* pv. *campestris* afetou as plantas de couve-folha com diferentes níveis de severidade e que apesar de não ter sido encontrado no catálogo da empresa informações sobre a resposta dessa cultivar quanto à resposta à Xcc, foi observado que esta pode acarretar prejuízos significativos a cultura da couve-folha desde a fase de mudas. Assim a ocorrência inicial da doença pode levar a um prejuízo na produção de quase 100% na região Norte do Tocantins.

Através das médias obtidas também foi possível considerar que para as características índice de severidade por folha e por planta, o Norte do Tocantins obteve dados bem mais elevados, principalmente no substrato Multiplant e Tropstrato (T1 e T3). É possível evidenciar que o clima influencia significativamente a severidade da doença.

A escala diagramática da doença obtida neste estudo pode ser utilizada para basear outros estudos, além de mensurar a porcentagem de severidade da doença, podendo evidenciar estágios no qual a doença seja mais severa e possa causar mais danos à planta.

Quanto aos substratos todos se mostraram promissores para a produção de mudas de couve-folha e o produtor pode escolher o mais disponível e com melhor custo/benefício para a região Norte do Tocantins, porém, se for grande quantidade é importante fazer cálculos de ganhos em cima das porcentagens de PE e PMV apresentadas neste estudo.

É interessante mais pesquisas com outro/as híbridos e cultivares de couve-folha e a bactéria Xcc, para propiciar mais informações e mais possibilidades aos produtores e consumidores desta hortaliça que tem grande aceitação e consumo não só no Norte do Tocantins, mas na maior parte do Brasil.

## 7 REFERÊNCIAS

ALMEIDA NETO, A. F.; VIEIRA, M. G. A.; SILVA, M. G. C. Insight of the removal of nickel and copper ions in fixed bed through acid activation and treatment with sodium of clay. **Brazilian Journal of Chemical Engineering**, São Paulo, v. 31, n. 4, p. 1047-1056, Oct./Dec. 2014.

AMARAL, L. S. **Avaliação de meios semi-seletivos e técnicas moleculares para detecção de *Xanthomonas campestris* pv. *campestris***. 2012. 46 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Fitopatologia, Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2012. Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/4406/1/texto%20completo.pdf>.

ARIAS, R. S. *et al.* Efeito do Potencial Solo-Matricial e Filoplanos de Cultivos de Rotação na Sobrevivência de uma *Xanthomonas campestris* bioluminescente pv. *campestris*. **European Journal Of Plant Pathology**, [S.L.], v. 106, n. 2, p. 109-116, 2000. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1023/a:1008760609372>.

BATISTA, J. N. G. **Podridão negra das crucíferas no Brasil: etiologia e estratégias de manejo em couve-flor**. 2020. 137 f., il. Tese (Doutorado em Fitopatologia) —Universidade de Brasília, Brasília, 2020.

CLIMA TEMPO. Disponível em: <https://www.climatempo.com.br/previsao-do-tempo/15-dias/cidade/581/araguatins-to>.

DANE, F.; SHAW, J. J. **Sobrevivência e persistência de *Xanthomonas campestris* bioluminescente pv. *campestris* em plantas hospedeiras e não hospedeiras no ambiente de campo**. *Journal of Applied Bacteriology*, 1996. 80 (1), 73-80.

DINIZ, R. L. C. **DETECÇÃO DE *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* EM SEMENTES DE CANOLA TRATADAS E VARIABILIDADE GENÉTICA DE UMA COLEÇÃO DE ISOLADOS**. 2021. 54 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Produção Vegetal, Universidade Federal de Uberlândia Instituto de Ciências Agrárias - Iciag, Uberlândia, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/33569/1/Detec%C3%A7%C3%A3oXanthomonasCampestris.pdf>.

DUVAL, A. M. Q; MELO, R. A. C; MOITA, A. W. **Reação de cultivares e híbridos experimentais de brócolis de inflorescência única à podridão negra e desempenho agrônômico no Distrito Federal**. Brasília, Df: Embrapa Hortaliças, 2020. 20 p. Disponível em: <https://doc-0s-08-apps-viewer.googleusercontent.com/viewer/secure/pdf/mduap1155bs1lbk2ovcp590u1gqdmvhp/25f75j68e6qkqn57pfmtkkdl9ajjp8ue/164738790000>.

EL-BAYAA, A. A.; BADAWY, N. A.; ABD ALKHALIK, E. Effect of ionic strength on the adsorption of copper and chromium ions by vermiculite pure clay mineral. **Journal of Hazardous Materials**, Amsterdam, v. 170, n. 1-2, p. 1204-1209, Oct. 2009.

FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C. (Ed.). **Propagação de plantas frutíferas**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2005. 221 p.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3. ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2008. 421 p.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3ª ed. Viçosa: Editora UFV, 2012, 412 p.

FREITAS, E. D; ALMEIDA, H. J; VIEIRA, M. G. A. Binary adsorption of zinc and copper on expanded vermiculite using a fixed bed column. **Applied Clay Science**, Amsterdam, v. 146, p. 503-509, Sep. 2017.

FREITAS, T. A. S; BARROSO, D. G; CARNEIRO, J. G. A. DINÂMICA DE RAÍZES DE ESPÉCIES ARBÓREAS: VISÃO DA LITERATURA. **Scielo**, Santa Maria, v. 1, n. 18, p. 133-142, 01 mar. 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cflo/a/KQX7TVjjFv8k9qj847JTcgm/?format=pdf&lang=pt>.

GAZDIK, F., et al. **Persistência de xanthomonas campestris pv. Campestris em solo de campo na europa central**. *Microorganismos* ,2021. 9 (3), 1-16. <https://doi.org/10.3390/microorganisms9030591>.

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

GRIESBACH, *et al.* “Resistance to *Xanthomonas Campestris* Pv. *Campestris* (Pammel) Dowson in Cabbage Brassica Oleracea L. / Resistenz Gegen *Xanthomonas Campestris* Pv. *Campestris* (Pammel) Dowson Im Kohl Brassica Oleracea L.” *Zeitschrift Für Pflanzenkrankheiten Und Pflanzenschutz / Journal of Plant Diseases and Protection* 110, no. 5 (2003): 461–75. <http://www.jstor.org/stable/43215537>.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. **Estação automática de Araguatins – TO**, 2017. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/paginas/catalogoaut>.

KOCKS, C. G; ZADOKS, J. C. **Pilhas de refugio de repolho como fonte de inóculo para epidemias de podridão negra**. *Plant Disease*, 1996. 80 (7), 789-792.

LUENGO, R. F. A. Determinação de minerais no solo e análise de folhas de couve produzida em Brasília. **Braz. J. Food Technol.** 2018, vol.21, e2017141. Epub May 03, 2018.

LOPES, C. A.; QUEZADO-SOARES, A. M. **Doenças bacterianas das hortaliças: diagnose e controle**. Brasília, DF: EMBRAPA-CNPq; EMBRAPA-SPI, 1997. 70 p.

MARCOS, C.; RODRÍGUEZ, I. Exfoliation of vermiculites with chemical treatment using hydrogen peroxide and thermal treatment using microwaves. **Applied Clay Science**, Amsterdam, v. 87, n. p. 219-227, Jan. 2014.

MELO, R. A. C. e *et al.* **Desempenho agrônomo e suscetibilidade à podridão negra de cultivares de brócolis do tipo ramoso no Distrito Federal**. Brasília, Df: Embrapa Hortaliças, 2018. 20 p.

MOURA, K. S. A. **Crescimento e produtividade da couve de folhas em sistema slab com diferentes substratos**. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Acre, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Rio Branco, 2018.

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. 195-217, 1923.

NOVO, M. C. S. S.; PRELA-PANTANO, A.; TRANI, P. E.; BLAT, S. F. Desenvolvimento e produção de genótipos de couve manteiga. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 28, n. 3, p. 321-325, jul./set. 2010.

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 black rot of crucifers in kale. **Journal of Phytopathology**, v. 165, p. 195-203, 2017.

PERUCH LAM; MICHEREFF S. J; ARAÚJO I. B. 2006. Levantamento da intensidade da alternariose e podridão negra em cultivos orgânicos de brássicas em Pernambuco e Santa Catarina. **Horticultura Brasileira** 24: 464-469. Disponível em:<<https://www.scielo.br/j/hb/a/Qp4Pfwzm5ZNXbHcBHbRVYZG/?format=pdf&lang=pt>>.

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. 20 p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/224096/1/BPD-225-28-jun-2021.pdf>.

ROCHA, M. E. L.; COUTINHO, P. W. R.; ABADE, M. T. R.; INAGAKI, A. M. Morfofisiologia de plantas de couve manteiga sob concentrações de húmus líquido. **Revista de Ciências Agroveterinárias** 18 (4): 2019 Universidade do Estado de Santa Catarina, 2019.

SIKORA, E.; BODZIARCZYK, I. Composition and antioxidant activity of kale (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*) raw and cooked. **Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria**, v. 11, n. 3, p. 239-248. 2012.

SILVA, M. V. T. da.; OLIVEIRA, C. P.M. de.; SANTOS, M. L. dos.; PINTAR, A. F.; OLIVEIRA, F. L. de.; MARACAJÁ, P. B. Influência dos nutrientes na formação da massa seca da melancia sem sementes. **Revista Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 10, n. 3, p. 31- 40, jul - set, 2014.

SCHUMANN, I. S. **Controle da podridão negra do repolho com o uso de fertilizante foliar à base de cobre**. 2018. 38 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado Profissional em Olericultura, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Morrinhos, Morrinhos – Go, 2018. Cap. 1. Disponível em: [https://sistemas.ifgoiano.edu.br/sgcursos/uploads/anexos\\_9/2021-09-11-10-36-01Ivonei%20Sergio%20Schumann%20-%20Disserta%C3%A7%C3%A3o.pdf.pdf](https://sistemas.ifgoiano.edu.br/sgcursos/uploads/anexos_9/2021-09-11-10-36-01Ivonei%20Sergio%20Schumann%20-%20Disserta%C3%A7%C3%A3o.pdf.pdf).

TRANI, P. E.; TIVELLI, S. W.; BLAT, S. F. *et al.* **Couve de folhas: do plantio à colheita**. Campinas: IAC, 2015. 36 p. (Série Tecnológica Apta. Boletim técnico IAC, 214).

VENDRAME, L. P. C.; QUEZADO-DUVAL, A. M.; MELO, R. A. de C. e; MOITA, A. W.; MELO, P. E. de. . , 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>.

VERKERK, R.; SCHREINER, M.; KRUMBEIN, A.; CISKA, E.; HOLST, B.; ROWLAND, I.; SCHRIJVER, R. de; HANSEN, M.; GERHAUSER, C.; MITHEN, R.; DEKKER, M. Glucosinolates in Brassica vegetables: the influence of the food supply chain on intake, bioavailability and human health. **Molecular Nutrition and Food Research**, v. 53, p. S219-S265, 2009.

VIEIRA, M. G. A.; ALMEIDA NETO, A. F.; SILVA, M. G. C.; CARNEIRO, C. N.; MELO FILHO, A. A. Adsorption of lead and copper ions from aqueous effluents on rice husk ash in a dynamic system. **Brazilian Journal of Chemical Engineering**, v. 31, n. 2, p. 519-529, Abr./June. 2014.

VICENTE, J. G.; HOLUB, E. B. **Xanthomonas campestris pv. campestris (causa da podridão negra das crucíferas) na era genômica ainda é uma ameaça mundial às culturas de brássicas**. Mol Plant Pathol. 2013 Jan;14(1):2-18. doi: 10.1111/j.1364-3703.2012.00833.x. Epub 2012 11 de outubro. PMID: 23051837; PMCID: PMC6638727.

WAMSER, A. F. Hortaliças sem solo. **Cultivar hortaliças e frutas**, Pelotas, n. 101, p. 17-19, dez./jan. 2017.

WENDLING, I.; DUTRA, L. F.; GROSSI, F. **Produção de mudas de espécies lenhosas**. Colombo: Embrapa Florestas, 2006. 56 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 130).

WILLIAMS, P. H. **Podridão negra: uma ameaça contínua aos crucíferos do mundo**. *Plant disease*, 1980. 64 (8), 736-742.