

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ  
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON

RENATA FILLER BARABASZ

ALTERAÇÕES PRODUTIVAS, MORFOANATÔMICAS E FISIOLÓGICAS DE *Beta vulgaris* L. ssp. *vulgaris* var. *saccharifera* TRATADAS COM *Cryptococcus laurentii*, *Pichia pini* E SILICATO DE CÁLCIO E DESAFIADAS COM *Cercospora beticola*

MARECHAL CÂNDIDO RONDON - PARANÁ

2021

**RENATA FILLER BARABASZ**

**ALTERAÇÕES PRODUTIVAS, MORFOANATÔMICAS E FISIOLÓGICAS DE *Beta vulgaris* L. ssp. *vulgaris* var. *saccharifera* TRATADAS COM *Cryptococcus laurentii*, *Pichia pini* E SILICATO DE CÁLCIO E DESAFIADAS COM *Cercospora beticola***

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, para obtenção do título de Magister Scientiae

Orientador: Odair José Kuhn

Coorientador: Eliana Pelicon Pereira  
Figueira

**MARECHAL CÂNDIDO RONDON - PARANÁ**

**2021**

Ficha de identificação da obra elaborada através do Formulário de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da Unioeste.

Barabasz, Renata Filler

Alterações produtivas, morfoanatômicas e fisiológicas de *Beta vulgaris* L. ssp. *vulgaris* var. *saccharifera* tratadas com *Cryptococcus laurentii*, *Pichia pini* e silicato de cálcio e desafiadas com *Cercospora beticola* / Renata Filler Barabasz; orientador(a), Odair José Kuhn; coorientador(a), Eliana Peliçon Pereira Figueira, 2021.  
55 f.

Dissertação (mestrado), Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus Marechal Cândido Rondon, Centro de Ciências Agrárias, Graduação em Agronomia Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2021.

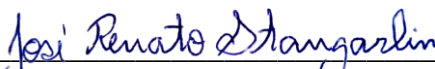
1. Beterraba açucareira. 2. Cercosporiose. 3. Levedura. 4. Beterraba sacarina. I. Kuhn, Odair José. II. Figueira, Eliana Peliçon Pereira. III. Título.

**RENATA FILLER BARABASZ**

**ALTERAÇÕES PRODUTIVAS, MORFOANATÔMICAS E FISIOLÓGICAS DE *Beta vulgaris* L. ssp. *vulgaris* var. *saccharifera* TRATADAS COM *Cryptococcus laurentii*, *Pichia pini* E SILICATO DE CÁLCIO E DESAFIADAS COM *Cercospora beticola***

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, para obtenção do título de Magister Scientiae.

APROVADA em: 26/02/2021.



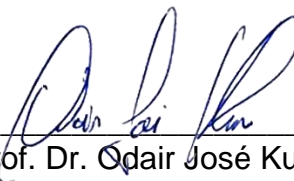
---

Prof. Dr. José Renato Stangarlin,  
Universidade Estadual do Oeste do Paraná – *Campus* Marechal Cândido Rondon



---

Profª. Dra. Eloisa Lorenzetti  
Universidade Federal do Paraná – *Campus* Palotina



---

Prof. Dr. Odair José Kuhn  
(Orientador)  
Universidade Estadual do Oeste do Paraná – *Campus* Marechal Cândido Rondon

*Ao Pai Criador, o maior orientador da minha vida, dedico!*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me dar forças, me guiar e iluminar minha jornada.

Ao meu companheiro Juliano Zimmermann, por ser meu porto seguro, permanecer ao meu lado e me incentivar na realização dos meus maiores sonhos.

Aos meus pais Izidoro Barabasz e Bernadete Filler Barabasz e meus irmãos Luiz Renato e Rafaela, que sempre me amam, apoiam, incentivam, financiam e sonham comigo.

Aos meus futuros sogros Beatriz e Jadir Zimmermann, por estarem ao meu lado, por me ajudarem e me apoiarem.

Ao meu orientador e professor Dr. Odair José Kuhn por me apoiar e me incentivar a realizar meus sonhos e por ser um orientador simplesmente espetacular e abençoado.

A coorientadora Dra. Eliana Peliçon Pereira Figueira e ao prof. Dr. José Renato Stangarlin pelos ensinamentos e suporte.

As minhas amigas e companheiras de mestrado Monica C. Sustakowski e Rayssa H. Silva, por serem minha família e amigas maravilhosas que Deus colocou na minha vida.

Ao Jeferson C. Carvalho por ter me auxiliado tanto nesta caminhada.

Aos amigos Ana Karla K., Willian dos Reis, Marta e ao grupo COBALFI por toda ajuda, conversas e incentivo.

A todo corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Unioeste, por fornecer o conhecimento necessário.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia pelo apoio e auxílio nesta caminhada, em especial a Leila, uma mulher muito educada que sempre nos atende com muita atenção e carinho.

A Unioeste pelo suporte de estrutura, material e colaboradores, que auxiliaram nesta caminhada, que não seria possível sem estes.

A CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

E a todas as pessoas que de alguma forma estiveram presentes e contribuíram para a realização deste sonho.

## RESUMO

BARABASZ, Renata Filler, Magister Scientiae. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Fevereiro – 2021. **Alterações produtivas, morfoanatômicas e fisiológicas de *Beta vulgaris* L. ssp. *vulgaris* var. *saccharifera* tratadas com *Cryptococcus laurentii*, *Pichia pini* e silicato de cálcio e desafiadas com *Cercospora beticola*.** Orientador: Prof. Dr. Odair José Kuhn. Coorientadora: Eliana Pelicon Pereira Figueira.

A mancha de cercospora ataca principalmente as folhas mais velhas, na qual formam-se manchas necróticas nas faces adaxial e abaxial das folhas, reduzindo sua área fotossintética e conseqüentemente o acúmulo de energia, sua produção de açúcar e a perda total de rendimento. Diante disto, este trabalho objetivou avaliar o efeito das leveduras e do silicato de cálcio sobre características morfológicas e anatômicas e das características agronômicas da beterraba açucareira desafiadas com *Cercospora beticola*. Os tratamentos foram *Cryptococcus laurentii*, *Pichia pini*, silicato de cálcio, *C. laurentii* + silicato de cálcio, *P. pini* + silicato de cálcio e água estilada (testemunha) nas concentrações de  $1 \times 10^8$  células mL<sup>-1</sup> de leveduras e 3,8 g dm<sup>3</sup> do silicato de cálcio. As características avaliadas foram: altura de plantas, massas da matéria fresca e seca de parte aérea, hipocótilo e raiz, número de folhas, área foliar e teor de sólidos solúveis totais (°Brix) do hipocótilo. Para avaliar as alterações anatômicas e histológicas, implantou-se experimento utilizando-se esquema fatorial 4x2, sendo quatro tratamentos (silicato de cálcio, *P. pini*, *C. laurentii* e controle) e duas condições (presença e ausência do patógeno). As características avaliadas foram a espessura do parênquima paliçádico, espessura do parênquima lacunoso, espessura da epiderme das faces adaxial e abaxial da lâmina foliar, diâmetro dos vasos do xilema do pecíolo e o diâmetro dos vasos do xilema da raiz principal. Para as variáveis massa fresca do hipocótilo, °Brix e massa seca do hipocótilo houve interação entre os tratamentos. Verificou-se que houve alterações na espessura do parênquima paliçádico da face abaxial da folha e no diâmetro dos vasos do xilema da raiz. Não foi possível observar alterações na organização tecidual nos tratamentos testados, contudo, em determinados pontos da estrutura celular de folhas de plantas tratadas com silicato de cálcio na presença do patógeno, pode-se observar presença de lignina nas faces adaxial e abaxial da lâmina foliar, indicando indução de resistência na planta pelo reconhecimento da presença do patógeno. Dessa forma, conclui-se que o silicato de cálcio e as leveduras *C. laurentii* e *P. pini* não favoreceram no melhoramento das

características agronômicas, bem como na estrutura celular da beterraba açucareira, mesmo quando desafiadas com *C. beticola*.

Palavras-chave: Açúcar. Beterraba açucareira. Beterraba sacarina. Cercosporiose. Levedura.



## ABSTRACT

BARABASZ, Renata Filler, Magister Scientiae. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, February – 2021. **Productive, morpho-anatomical and physiological changes of *Beta vulgaris* L. ssp. *vulgaris* var. *saccharifera* treated with *Cryptococcus laurentii*, *Pichia pini* and calcium silicate and challenged with *Cercospora beticola*.** Advisor: Odair José Kuhn. Co-Advisors: Eliana Peliçon Pereira Figueira.

The cercospora stain mainly attacks the older leaves, in which necrotic spots are formed on the adaxial and abaxial surfaces of the leaves, reducing their photosynthetic area and consequently the accumulation of energy, their sugar production and the total loss of yield. In view of this, this study aimed to evaluate the effect of yeasts and calcium silicate on morphological and anatomical characteristics and agronomic characteristics of sugar beet challenged with *Cercospora beticola*. The treatments were *Cryptococcus laurentii*, *Pichia pini*, calcium silicate, *C. laurentii* + calcium silicate, *P. pini* + calcium silicate and stylized water (control) in concentrations of  $1 \times 10^8$  yeast cells  $\text{mL}^{-1}$  and  $3.8 \text{ g dm}^{-3}$  of calcium silicate. The characteristics evaluated were: plant height, fresh and dry mass of aerial part, hypocotyl and root, number of leaves, leaf area and total soluble solids content ( $^{\circ}\text{Brix}$ ) of the hypocotyl. To assess anatomical and histological changes, an experiment was implemented using a 4x2 factorial scheme, with four treatments (calcium silicate, *P. pini*, *C. laurentii* and control) and two conditions (presence and absence of the pathogen). The characteristics evaluated were the thickness of the palisade parenchyma, thickness of the lacunous parenchyma, thickness of the epidermis of the adaxial and abaxial surfaces of the leaf blade, diameter of the petiole xylem vessels and the diameter of the main root xylem vessels. For the variables fresh weight of the hypocotyl,  $^{\circ}\text{Brix}$  and dry mass of the hypocotyl, there was an interaction between treatments. It was found that there were changes in the thickness of the palisade parenchyma of the leaf's abaxial face and in the diameter of the vessels of the root xylem. It was not possible to observe changes in the tissue organization in the tested treatments, however, in certain points of the cellular structure of leaves of plants treated with calcium silicate in the presence of the pathogen, the presence of lignin in the adaxial and abaxial surfaces of the leaf blade can be observed, indicating resistance induction in the plant by recognizing the presence of the pathogen. Thus, it is concluded that calcium silicate and the yeasts *C.*

*laurentii* and *P. pini* did not favor the improvement of agronomic characteristics, as well as in the cellular structure of sugar beet, even when challenged with *C. beticola*.

Keywords: Cercosporiosis. Sugar. Sugar beet. Yeast.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Beterraba açucareira com 64 dias após a emergência das plantas. ....6
- Figura 2.** Corte transversal da lâmina foliar de *Beta vulgaris*. Ead: Epiderme adaxial, Eab: Epiderme abaxial, Pe: Parênquima esponjoso, Pp: Parênquima paliçádico, M: Mesófilo. Coloração: safranina e azul de alcian. ....7
- Figura 3.** Corte transversal do pecíolo de *Beta vulgaris*. Co: colênquima; Pm: parênquima medular; Ep: epiderme; Pco: parênquima cortical; Fv: feixe vascular; X: xilema; Flo: floema. Coloração: safranina e azul de alcian. ....8
- Figura 4.** Secção transversal da raiz principal da planta de *Beta vulgaris*, mostrando sua estrutura. Ep: epiderme; C: córtex; Flo: floema; X: xilema. Coloração: safranina e azul de alcian. ....9
- Figura 5.** Folha de beterraba de mesa com lesões ocasionadas por *Cercospora*. Seta indica presença de micélio e esporos do patógeno..... 16
- Figura 6.** Folha de beterraba açucareira. Região em destaque refere-se a área do material vegetal coletado para análises anatômicas e histológicas. ....20
- Figura 7.** Beterraba açucareira. A região em destaque refere-se ao local de coleta da porção do pecíolo.....21
- Figura 8.** Beterraba açucareira. A região em destaque refere-se ao local de coleta da porção do pecíolo.....22
- Figura 9.** Massa fresca do hipocótilo (g), teor de sólidos solúveis e massa seca do hipocótilo (g). Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.....25
- Figura 10.** Fotomicrografias de secções transversais de folhas de beterraba açucareira. A: Face adaxial de plantas tratadas com Si na presença do patógeno. B: Face abaxial de plantas tratadas com Si na presença do patógeno. Setas indicam a região onde é observada leve coloração avermelhada no tecido. 100X. ....30

**LISTA DE TABELAS**

<b>Tabela 1.</b> Tratamentos utilizados na presença e na ausência do patógeno .....	18
<b>Tabela 2.</b> Quadrados médios da análise de variância para: massa fresca do hipocótilo (MFH); massa fresca da raiz (MFR); massa fresca de folha (MFF); número de folhas (N° F); teor de sólidos solúveis (°BRIX) de beterraba açucareira .....	23
<b>Tabela 3.</b> Quadrados médios da análise de variância para massa seca do hipocótilo (MSH); massa seca de raiz (MSR); massa seca de folha (MSF); altura de planta (ALT); área foliar (AF) de beterraba açucareira .....	23
<b>Tabela 4.</b> Espessura do parênquima paliçádico e parênquima esponjoso ( $\mu\text{m}$ ) da folha de beterraba açucareira. A tabela apresenta as médias obtidas nos diferentes tratamentos na presença e na ausência de <i>C. beticola</i> .....	28
<b>Tabela 5.</b> Espessura da epiderme adaxial e abaxial ( $\mu\text{m}$ ) da folha de beterraba açucareira. A tabela apresenta as médias obtidas nos diferentes tratamentos na presença e na ausência de <i>C. beticola</i> .....	29
<b>Tabela 6.</b> Diâmetro dos vasos do xilema da raiz e do pecíolo ( $\mu\text{m}$ ) da beterraba açucareira. A tabela apresenta as médias obtidas nos diferentes tratamentos na presença e na ausência de <i>C. beticola</i> .....	31

**SUMÁRIO**

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>4</b>
2.1	BETERRABA AÇUCAREIRA.....	4
2.2	CARACTERÍSTICAS MORFOANATÔMICAS DA BETERRABA AÇUCAREIRA.....	5
2.3	PROBLEMAS FITOSSANITÁRIOS .....	9
2.4	CONTROLE ALTERNATIVO DE DOENÇAS EM PLANTAS.....	10
2.4.1	Silício .....	10
2.4.2	Controle biológico .....	12
2.4.3	Leveduras .....	14
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>16</b>
3.1	OBTENÇÃO DO INÓCULO DE <i>CERCOSPORA BETICOLA</i> .....	16
3.2	OBTENÇÃO E MANUTENÇÃO DOS ISOLADOS DE LEVEDURAS ..	17
3.3	AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS .....	17
3.4	AVALIAÇÕES MORFOANATÔMICAS .....	18
3.4.1	Aspectos anatômicos da folha .....	19
3.4.2	Aspectos anatômicos do pecíolo .....	20
3.4.3	Aspectos anatômicos da raiz .....	21
3.5	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	22
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>23</b>
4.1	ANÁLISE DE CRESCIMENTO .....	23
4.2	ANÁLISES MORFOANATÔMICAS .....	27
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>33</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>34</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Por volta de 1880 a beterraba açucareira (*Beta vulgaris* L. ssp. *vulgaris* var. *saccharifera*) se tornou importante na Europa continental substituindo a cana-de-açúcar e tornando-se a principal fonte de açúcar. Um nutriente natural, o açúcar, também conhecido como sacarose, é vital em nossa dieta diária, sendo essa uma fonte de carboidratos essenciais para nossa saúde e bem-estar (FAO, 2009).

É o açúcar que dá tal importância para a cultura da beterraba sacarina. Sua produção pode atingir mais de 80 t ha<sup>-1</sup>, produzindo cerca de 13 t ha<sup>-1</sup> de açúcar, ou seja, 1,3 kg m<sup>-2</sup> de açúcar. Uma tonelada de beterraba pode produzir em média de 90 a 100 L de álcool. Os subprodutos, como a polpa e melaço, dão um acréscimo de até 10% no valor do produto (EL-KHOLI, 2000).

As normas definem a beterraba sacarina como comercializável se apresentar 14% de açúcar ou mais. A beterraba açucareira padrão deve apresentar um teor de açúcar de 16%, rendendo aproximadamente 130 kg de açúcar por tonelada de beterraba padrão processada (ŘEZBOVÁ et al., 2016).

A cultura da beterraba não demonstra muitos problemas fitossanitários, contudo, sua produção é limitada com a ocorrência de alguns patógenos, dentre eles a *Cercospora beticola*, agente causador da mancha de cercospora. As folhas mais velhas são mais suscetíveis ao ataque do patógeno, na qual formam-se manchas necróticas nas faces adaxial e abaxial da folha (FELIPINI, 2011). Os sintomas da doença podem aparecer nas primeiras semanas após a semeadura das plantas (MARCUSO et al., 2015).

As folhas quando atacadas, tem sua área fotossintética diminuída, e deste modo, a planta reage ativando mecanismos de defesa e emitindo novas folhas, utilizando os fotoassimilados que seriam armazenados no hipocótilo, reduzindo assim, sua produção de açúcar e a perda total de rendimento (ROSSI et al., 2000; HOLTSCHULTE; MECHELKE; STAHL, 2010; ESPADINHA, 2014).

A aplicação de produtos químicos em plantas para prevenir os surtos de doenças pode resultar no rápido desenvolvimento de resistência pelo patógeno à molécula química. No início dos anos 1970, a aplicação extensiva de certos fungicidas, como benzimidazóis e triazóis inibidores da biossíntese de esteróis, levou ao aparecimento mais frequente de isolados de cercospora resistentes e a perda total do controle da doença (KARAOGLANIDIS; IOANNIDIS; THANASSOULOPOULOS,

2000; WEILAND; KOCH, 2004; MALANDRAKIS et al., 2006). A aplicação desenfreada de químicos pode levar além do desenvolvimento de resistência pelo fungo, a contaminação do ambiente e ao desenvolvimento de problemas na saúde do homem e dos animais. Dessa forma, táticas para minorar a perda de rendimento visando equilibrar os métodos de controle com a aplicação de produtos químicos e o uso de manejo ecológico de doenças vem se tornando cada vez mais importante (BOLTON; RIVERA; SECOR, 2013).

A redução da perda da qualidade e da quantidade do rendimento pode ser alcançado por uma combinação alternativa de controle que incluem: o controle biológico, a indução de mecanismos de defesa das plantas, além da rotação de cultura, fertilização mineral balanceada e uso de cultivares com menor susceptibilidade ao patógeno (HALLMANN; QUADT-HALLMANN; TIEDEMANN, 2009; STANGARLIN et al., 2010; LI; ZHANG; MANG, 2011; OLSTORPE; PASSOOTH, 2011).

O controle biológico vem se tornando uma alternativa importante em relação a produtos químicos na proteção dos cultivos pois, ele visa a supressão da doença pela aplicação de um agente de biocontrole, geralmente bactérias, fungos ou vírus. Os agentes de biocontrole são aplicados nas plantas ou no solo e através de relações antagônicas, agem impedindo a infecção e o estabelecimento do patógeno. Os agentes de controle biológico podem atuar através dos mecanismos de antibiose, competição, parasitismo, predação, promoção de crescimento e indução de resistência (MEDEIROS; SILVA; PASCHOLATI, 2018).

Com o entendimento das características físicas, químicas e microbiológicas da superfície das folhas, notou-se que há uma série de microrganismos vivendo em sua superfície e são capazes de atuar no processo de infecção de folhas e caules por espécies patogênicas (MORANDI et al., 2009). Algumas leveduras apresentam atividades antifúngicas eficientes contra esses fitopatógenos (OLSTORPE; PASSOOTH, 2011).

As leveduras apresentam a capacidade de competir por espaço e nutrientes, consumindo nutrientes em sítios de infecções, mais rapidamente que os fungos fitopatogênicos, reduzindo as chances de estabelecimento da doença (DROBY et al., 2009). Também apresentam a capacidade de agir como indutores de resistência, produzindo moléculas eliciadoras, induzindo assim a resposta de defesa nas plantas contra agentes patogênicos (BONALDO, 2005). Por apresentar essas e outras

características desejáveis ao controle de fitopatógenos, as leveduras apresentam grande potencial para se tornarem uma alternativa importante para o manejo de doenças em plantas no controle biológico.

O uso de fertilizantes a base de silício também vem se mostrando importante na agricultura, pois o silício ajuda a estruturar os tecidos vegetais, proporcionando um bloqueio físico e aumentando o acúmulo de compostos fenólicos e lignina nos locais danificados, proporcionando mudanças anatômicas nos tecidos. Devido à deposição sílica nas folhas, este promove o espessamento das células epidérmicas, aumentando assim, sua capacidade fotossintética. Devido a esses fatores, a adubação com silício melhora a resistência das plantas contra o ataque de patógenos (BERNI; PRABHU, 2003).

Diante disto, este trabalho objetivou avaliar o efeito das leveduras e do silicato de cálcio sobre características agronômicas e as características morfológicas e anatômicas da beterraba açucareira.



## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 BETERRABA AÇUCAREIRA

Pertencente à ordem Caryophyllales, a beterraba açucareira (*Beta vulgaris* L. ssp. *vulgaris* var. *saccharifera*) é uma dicotiledônea da família Amaranthaceae e gênero *Beta*. Seu provável centro de origem é a região de clima temperado entre o sul da Europa e o norte da África (FILGUEIRA, 2008).

É uma cultura anual, cultivada principalmente em zonas temperadas, na Europa Central e Oriental, Estados Unidos, China, Japão, Chile, Marrocos e Egito. Algumas variedades à subespécie *B. vulgaris* subsp. *vulgaris* são cultivadas com a finalidade de produção de alimentos humano e animal, etanol, rações e produtos de base biológica para a indústria farmacêutica, plásticos, têxteis e produtos químicos (OECD/FAO, 2019).

A cultura se adapta a climas mais amenos, com temperatura média entre 15 a 18 °C, sendo tolerante a variações de 4 a 24 °C. A reprodução da espécie ocorre pela forma sexuada. Por apresentar uma raiz mais longa, necessita de solos mais profundos, bem drenados, soltos e com elevado teor de matéria orgânica. Os solos devem apresentar pH de 6,0 a 7,0 (MARTINS, 2015).

Seu ciclo vegetativo se completa em dois anos, na qual, em seu primeiro ano armazena energia no hipocótilo e, em seu segundo ano, utiliza a energia armazenada na fase vegetativa para produzir flores e frutos na fase reprodutiva. O açúcar é produzido através do processo de fotossíntese nas folhas e armazenados no hipocótilo, cujo tamanho difere de acordo com a variedade da beterraba açucareira (FAO, 2009).

Possui uma raiz cônica, branca e carnuda, onde a região do hipocótilo é utilizada como um reservatório para acumular açúcar que é formado através da fotossíntese realizado pelas folhas, e que pode representar de 15% a 21% do peso total da planta. O hipocótilo contém cerca de 75% de água e 25% de matéria seca, sendo que o açúcar representa 75% da matéria seca (FAO, 2009). A polpa é insolúvel em água e é composta principalmente por celulose, hemicelulose, lignina e pectina.

Existem algumas variedades comerciais de beterraba açucareira disponível. Essas variedades seguem duas linhas: as que possuem maior rendimento por

hectare, porém, com menor teor de açúcar em suas raízes, e as de baixo rendimento por hectare, mas com maior teor de açúcar. A escolha da variedade deve ser feita considerando o seu objetivo final.

O açúcar da beterraba branca é extraído em um único processo, as raízes são lavadas e fatiadas e a extração do açúcar ocorre por difusão em um cilindro com circulação de água quente em movimentação oposta as fatias. Posteriormente, ocorre a evaporação para a formação do xarope e cristalização (OECD/FAO,2019).

## 2.2 CARACTERÍSTICAS MORFOANATÔMICAS DA BETERRABA AÇUCAREIRA

A beterraba açucareira apresenta um corpo em forma de pêra alongada, composto morfológicamente por três regiões – a coroa, a haste e a raiz (Figura 1). A coroa é o ápice alargado do hipocótilo que apresenta um tufo de grandes folhas. A haste é adjacente, uma zona estreita e lisa, sendo a parte mais ampla da beterraba açucareira, que constitui ontogeneticamente o hipocótilo espessado. A região da raiz se apresenta em forma de cone e termina em uma raiz principal (mestra) que se ramifica e forma várias raízes. Apresenta duas depressões nas laterais que se estendem verticalmente para baixo contendo raízes laterais. A junção entre o hipocótilo e a raiz é indicada por uma redução do eixo e pelo aparecimento de radículas laterais (ARTSCHWAGER, 1926; BRADSHAW et al., 2010).

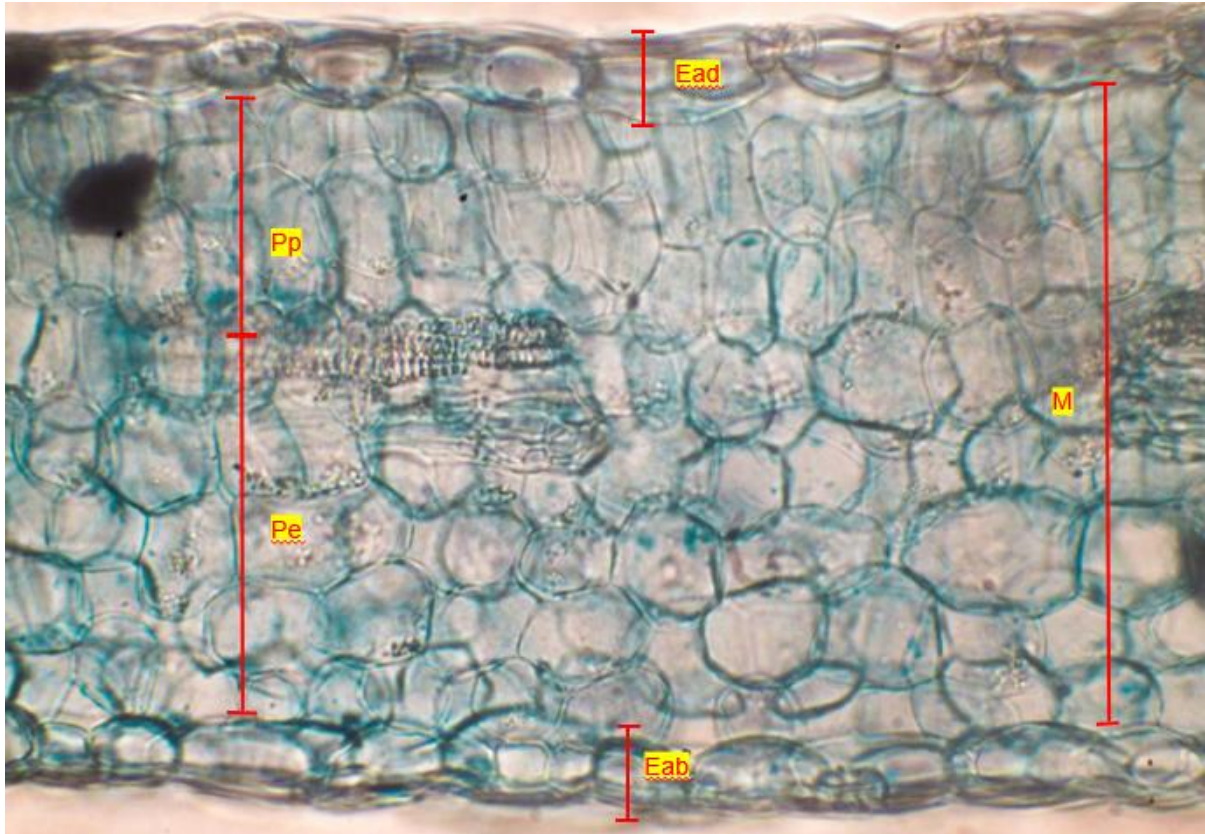


**Figura 1.** Beterraba açucareira com 64 dias após a emergência das plantas.  
Foto: Renata Filler Barabasz (2021).

Os cotilédones são dispostos em pares opostos, e com o crescimento, as folhas vão se dispondo na coroa de forma espiral. As folhas podem apresentar divergências nas características, podendo ser encontrado folhagens eretas ou planas, pecíolos curtos ou longos e variações na textura e cor variando entre um verde claro e verde escuro (ARTSCHWAGER, 1926).

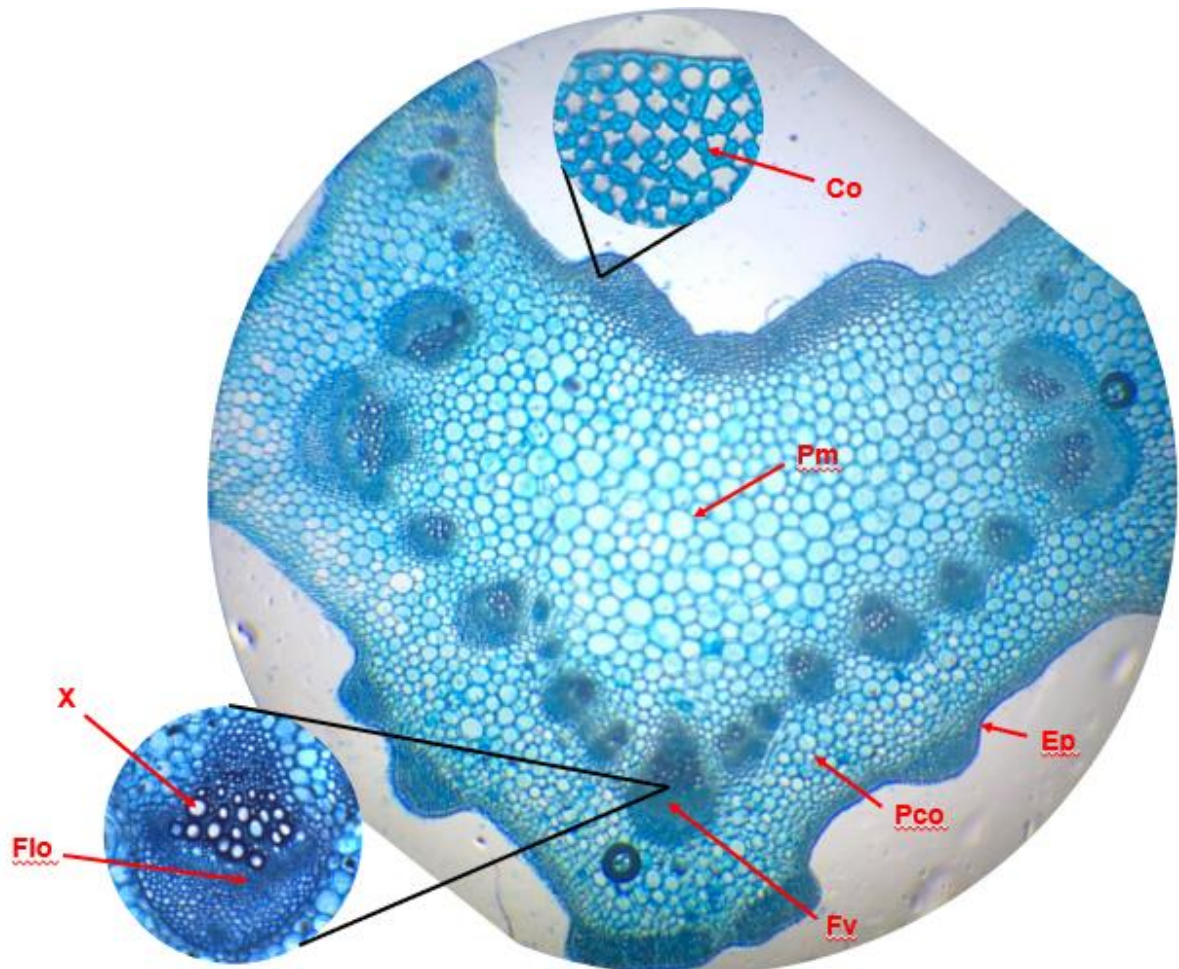
O mesófilo da folha é formado por tecido paliçádico, cujas células contém cloroplasto. Normalmente é indistintamente dividido em tecido paliçádico e parênquima esponjoso. O tecido do parênquima paliçádico é constituído por pequenas células mais ou menos cilíndricas, as células do parênquima esponjoso são ligeiramente maiores e de forma arredondadas (Figura 2). O número de camadas de

células em um corte transversal de uma folha é praticamente constante, embora a espessura da folha varie (ARTSCHWAGER, 1926).



**Figura 2.** Corte transversal da lâmina foliar de *Beta vulgaris*. Ead: Epiderme adaxial, Eab: Epiderme abaxial, Pe: Parênquima esponjoso, Pp: Parênquima paliçádico, M: Mesófilo. Coloração: safranina e azul de alcian. Foto: Renata Filler Barabasz (2021).

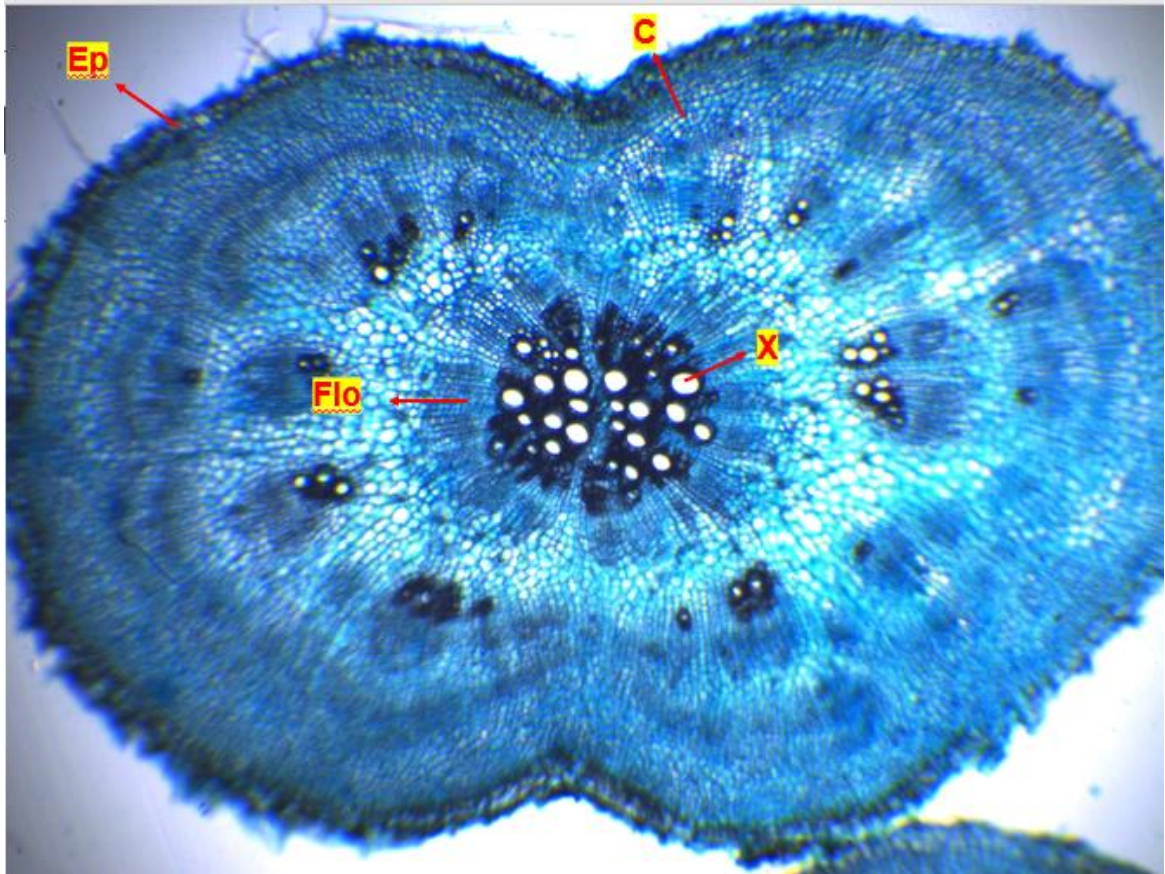
O tecido vascular do pecíolo forma um triângulo que gradualmente se alarga em direção à base. Conforme a planta cresce, o número de feixes diminui, na medida em que, progressivamente, mais e mais feixes se fundem uns com os outros. Os feixes são cercados por tecido cortical que se funde em colênquima logo abaixo da epiderme (Figura 3) (ARTSCHWAGER, 1926).



**Figura 3.** Corte transversal do pecíolo de *Beta vulgaris*. Co: colênquima; Pm: parênquima medular; Ep: epiderme; Pco: parênquima cortical; Fv: feixe vascular; X: xilema; Flo: floema. Coloração: safranina e azul de alcian. Foto: Renata Filler Barabasz (2021).

A raiz apresenta formato roliço onde o centro é ocupado por um núcleo de dois lóbulos de tecido vascular, que é incluso por um córtex e delimitado na periferia por uma epiderme (Figura 4) (ARTSCHWAGER, 1926).





**Figura 4.** Secção transversal da raiz principal da planta de *Beta vulgaris*, mostrando sua estrutura. Ep: epiderme; C: córtex; Flo: floema; X: xilema. Coloração: safranina e azul de alcian.

Foto: Renata Filler Barabasz (2021).

### 2.3 PROBLEMAS FITOSSANITÁRIOS

As doenças da beterraba açucareira são sérias ameaças a produção mundial da cultura. A ferrugem da beterraba, oídio e a cercosporiose são as doenças mais relevantes que causam danos foliares levando a perdas na qualidade e quantidade da produção (MAHLEIN et al., 2010).

A mancha de cercospora, ou cercosporiose, causada pelo fungo *C. beticola* causa manchas foliares com uma margem marrom-avermelhada. Sob condições de alta temperatura e alta umidade relativa, as manchas foliares coalescem e formam grandes áreas necróticas. O patógeno utiliza o fotossensibilizador para induzir lesões necróticas na folha, reduzindo sua capacidade fotossintética afetando negativamente o acúmulo de energia no hipocótilo (STAERKEL et al., 2013). Os conídios do patógeno se disseminam pelo vento e por respingos de água (CAMELO-GARCÍA et al., 2016).

O controle da doença se dá por meio de manejo integrado, incluindo práticas culturais, uso de tolerantes à doença e por meio da aplicação de fungicidas. Nas práticas culturais utiliza-se sementes saudáveis, realização de rotação de culturas com espécies não hospedeiras e adubação equilibrada para diminuir a intensidade da doença, pois o uso excessivo de adubos nitrogenados aumenta a severidade da doença, em contrapartida, a adubação com cálcio e potássio reduz (CAMELO-GARCÍA et al., 2016).

## 2.4 CONTROLE ALTERNATIVO DE DOENÇAS EM PLANTAS

O controle alternativo salienta a utilização dos princípios gerais de controle, exclusão, erradicação, proteção, imunização e terapia, proposto por Whetzel (1929). Sendo assim, preconiza-se a utilização de diferentes estratégias de controle. Geralmente, as medidas recomendadas atuam reduzindo a taxa da doença no início do cultivo e causando o decréscimo da taxa de desenvolvimento da doença durante todo o período de desenvolvimento da cultura (PAULA JUNIOR et al., 2005).

Os sistemas alternativos dão ênfase ao manejo das relações biológicas, como aquelas entre praga e predadores, e em processos naturais, como a fixação biológica do nitrogênio ao invés do uso de produtos químicos. Tem como objetivo aumentar e sustentar as interações biológicas, na qual a produção agrícola é baseada (IKERD, 1990).

De uma forma prática e realista o controle alternativo pode ser entendido como a interação de medidas não poluentes, aplicadas previamente, visando a redução da intensidade de doença e ao aumento da produção, produtividade e da qualidade dos produtos agrícolas, ressaltando o uso de táticas e métodos sejam eles físicos, mecânicos, culturais, biológicos, legislativos etc., com vistas à prevenção e à redução da intensidade da doença (PAULA JUNIOR et al., 2005), excetuando-se nesse conceito o controle químico clássico e o melhoramento genético de plantas (STANGARLIN et al., 1999).

### 2.4.1 Silício

Na planta o Si não é considerado um elemento essencial para vegetais superiores por não atender os critérios diretos e indiretos de essencialidade. As

interações entre os patógenos e os nutrientes são complexas e, geralmente podem ser explicadas através das funções que estes elementos realizam no metabolismo vegetal. Pode ocorrer influência sobre as mudanças no padrão de crescimento, na morfologia, anatomia, e composição química e enzimática da planta, influenciando de forma a aumentar ou diminuir a resistência ou tolerância da planta ao patógeno, proporcionando também uma agricultura mais sustentável, ecológica e com menor custo (LIMA FILHO; LIMA; TSAI, 1999; KORNDÖRFER; PEREIRA; CAMARGO, 2004; EPSTEIN, 2009).

O Si é absorvido na forma de ácido monossilício ( $H_4SiO_4$ ) pelas plantas, disponível na solução do solo e, são transportados para a parte aérea, acumulando-se principalmente junto a cutícula como ácido silícico polimerizado (KORNDÖRFER, 2007) e depositado como sílica amorfa hidratada, principalmente nas paredes celulares, espaços intercelulares e retículo endoplasmático (TAIZ; ZIEGER, 2004).

A acumulação de Si nos tecidos vegetais pode variar, dessa forma as plantas podem ser classificadas como acumuladoras de Si, aquelas que possuem teor foliar acima de 1% de Si, intermediárias as plantas que apresentam de 0,5-1% de Si ou não acumuladoras, plantas com teor foliar de Si menor que 0,5% (MA; MIYAKE; TAKAHASHI, 2001).

Originalmente, o papel protetor do silício era atribuído ao acúmulo de sílica nas células da epiderme das folhas, formando uma dupla camada de silício-cutícula, proporcionando nas células uma proteção mecânica que auxilia na redução da infecção por fitopatógenos (PEIXOTO et al., 2011). Contudo, esta hipótese de um papel passivo, como uma barreira mecânica, foi contradita por relatos de proteção contra patógenos radiculares e por evidências de resistência induzida por Si em plantas desafiadas por patógenos (CHÉRIF et al., 1994; RODRIGUES et al., 2004). Esses relatos demonstram a confusão em torno do papel evasivo do Si na biologia vegetal.

O efeito do Si no controle de patógenos em plantas não acumuladoras é pouco conhecida, contudo, pesquisas indicam que plantas tratadas com Si podem apresentar células epidérmicas mais grossas e um grau maior de lignificação e/ou silificação, sendo esse acúmulo e deposição de Si nas células da camada epidérmica uma barreira física efetiva na penetração das hifas (EPSTEIN, 1994; MARSCHNER, 1995).



Estudos demonstram que plantas tratadas com Si apresentaram um desencadeamento de genes envolvidos na defesa e nas respostas das plantas ao estresse, produção de proteínas de resposta de resistência a doenças, ferritina, proteína abundante de embriogênese tardia, trealose fosfatase e acetoacetil-CoA tiolase. A regulação positiva desses genes indica a hipótese de que o Si alivia o estresse das plantas e induz a resistência (GHAREEB et al., 2011).

Além de reduzir a severidade de doenças fúngicas em plantas acumuladoras de Si como a ferrugem da bainha do arroz e oídio da cevada no campo, o uso de Si também apresentou resultados significativos em plantas não acumuladoras, onde reduziu a incidência de oídio em plantas de pepino cultivados em solução (MENZIES et al., 1992).

Diversos materiais têm sido utilizados como fonte de Si na agricultura, sendo alguns exemplos os subprodutos da produção de fósforo elementar, as escórias de siderurgia, o silicato de sódio, o termofosfato, o silicato de magnésio (serpentinó), o silicato de potássio e o silicato de cálcio (KORNDÖRFER; OLIVEIRA, 2010).

#### **2.4.2 Controle biológico**

De acordo com Cook e Baker (1983) o controle biológico tem por definição a redução da quantidade de inóculo ou da atividade determinante da doença, provocada por um fitopatógeno, ou ainda, a destruição parcial ou completa de populações de patógenos por um ou mais microrganismos antagônicos diferentes encontrados na natureza (AGRIOS, 2005).

O controle biológico de doenças em plantas ocorre pelo uso de microrganismos não patogênicos para controlar microrganismos patogênicos (MEDEIROS; SILVA; PASCHOLATI, 2018). Pesquisas utilizando microrganismos benéficos que controlem de alguma forma os microrganismos patogênicos vem crescendo.

O emprego de microrganismos antagonistas se mostra como uma alternativa de controle promissora para reduzir o uso de produtos químicos, e desta forma, muitos microrganismos antagonistas têm sido identificados para o controle biológico (CHEN et al., 2016).

Esses agentes de biocontrole podem atuar através de um ou mais mecanismos como a antibiose, competição por espaço ou nutrientes, predação e promoção de

crescimento e indução de resistência da planta (MEDEIROS; SILVA; PASCHOLATI, 2018).

Na antibiose, os microrganismos são capazes de produzir compostos com ação antimicrobiana que podem ser voláteis ou não voláteis que atuam diretamente sobre o patógeno, alterando a sua fisiologia e/ou crescimento através da alteração da permeabilidade da membrana plasmática e degradação celular. Esse mecanismo pode ser comparado com a ação de fungicidas por apresentar toxicidade ao patógeno (MEDEIROS; SILVA; PASCHOLATI, 2018).

Na competição, os microrganismos de biocontrole crescem rapidamente sobre a superfície competindo por nutrientes livres e sítios de infecção, restringindo assim o desenvolvimento de patógenos. A capacidade de competir pela ocupação de sítios de infecção do patógeno é um requisito básico para qualquer agente de biocontrole, onde espera-se que o agente controlador seja capaz de crescer de maneira mais eficiente que o fitopatógeno (MEDEIROS; SILVA; PASCHOLATI, 2018; CALVO-GARRIDO et al., 2014; SPADARO; DROBY, 2016).

No parasitismo, o agente de biocontrole obtém nutrientes necessários para o seu desenvolvimento de outros microrganismos. Neste caso de interação entre o agente de biocontrole e um agente fitopatogênico, a interação é denominada hiperparasitismo (KÖHL; KOLNAAR; RAVENSBERG, 2019), onde o antagonista é capaz de colonizar as estruturas do patógeno pela secreção de enzimas que degradam a parede celular, reduzindo o inóculo e, conseqüentemente, atuando sobre a severidade da doença (MEDEIROS; SILVA; PASCHOLATI, 2018; GHORBANPOUR et al., 2018).

Na indução de resistência o microrganismo possui a capacidade de induzir a planta a ativar e produzir defesas contra patógenos pelo reconhecimento de compostos produzidos e liberados sobre a superfície da planta. Esse processo pode resultar em mudanças morfológicas na planta, produção de proteínas e enzimas, entre outros componentes de defesa da planta (LORITO et al., 2010). A resistência pode ser induzida localmente ou atuar de forma sistêmica em toda a planta, podendo ser denominada de resistência sistêmica adquirida (SAR) ou de resistência sistêmica induzida (RSI) (CONRATH et al., 2015; CAMARGO, 2018)

As leveduras integram um grupo microbiano que apresentam capacidade de controlar microrganismos fitopatogênicos, podendo inibir o desenvolvimento fúngico

de forma antagônica, competição por espaço e nutrientes, induzir resistência nas plantas entre outros (BLEVE et al., 2006).

### 2.4.3 Leveduras

As leveduras são encontradas na microbiota endofítica, epifítica e no solo (VALDEBENITO-SANHUEZA, 2000). São caracterizadas por serem fungos unicelulares, apresentando formatos cilíndricos, esféricos, ovoides ou triangulares (FRANCO, 2008). Reproduzem-se assexuadamente por brotamento ou fissão binária (FEYDER et al., 2015).

O uso de leveduras vem se tornando uma alternativa importante no controle biológico, podendo induzir a resistência nas plantas (ZANARDO; PASCHOLATI; FIALHO, 2009), e controlando a doença através da antibiose, parasitismo ou competição por nutrientes (MACHADO; BETTIOL, 2010).

São organismos que não necessitam de nutrientes especiais para se proliferarem rapidamente, apresentam resistência a condições ambientais adversas, são considerados geneticamente estáveis, não produzem metabólitos que causam danos à saúde humana e demonstram eficiência no controle de uma grande quantidade de patógenos (RUIZ-MOYANO et al., 2016).

Por possuírem a habilidade de competir por espaço e nutrientes, tornam as leveduras excelentes colonizadoras de fermentos, pois são capazes de consumir nutrientes mais rapidamente do que os fungos fitopatogênicos, reduzindo as chances de estabelecimento da doença (DROBY et al., 2009).

As leveduras também possuem a capacidade de agir como indutoras de resistência, produzindo moléculas eliciadoras, induzindo a resposta de defesa nas plantas contra fitopatógenos, como relatado por Bonaldo (2005) que verificou a capacidade da levedura *Saccharomyces cerevisiae* de induzir o acúmulo de fitoalexinas em mesocótilos de sorgo.

Podem ser utilizadas como agentes de biocontrole para doenças de parte aérea de plantas e de frutos em pós-colheita, como relatado por Ziedan e Farrag (2011), na qual foi estudado o controle da *C. beticola* utilizando leveduras, onde pôde-se observar a colonização do tecido foliar por *S. cerevisiae* próximo às estruturas do fitopatógeno, indicando que houve a utilização do mecanismo de competição e parasitismo pela levedura. Spadaro e Droby (2016), estudaram a levedura *Pichia*

*guilliermondii* a qual atuou na proteção de frutos contra os patógenos *Penicillium digitatum*, *Penicillium expansum*, *Botrytis cinerea* e *Colletotrichum* spp. em diferentes frutos, bem como estudaram *Aureobasidium pullulans* contra *P. expansum* em maçã e, uso de leveduras do gênero *Pichia* para biocontrole da podridão em frutos de mangueira causada por *Botryosphaeria dothidea*.

Heling (2019) observou que plantas de beterraba de mesa tratadas com células da levedura *P. pini* apresentaram um aumento nos teores de lignina e proteínas totais na presença do patógeno, conferindo as plantas maior resistência a *C. beticola*. Verificou também que a levedura *P. pini* se apresenta com potencial para o controle da *C. beticola* em plantas de beterraba por elevar os teores de fenóis totais. E na análise de severidade da doença, observou que a levedura *C. laurentii* reduziu o progresso da doença em até 82,5%.

Diversas pesquisas têm demonstrado os efeitos positivos do uso de diferentes espécies de leveduras e seus subprodutos produzidos no controle biológico em diferentes patossistemas como no controle da mancha de dendrofoma em morangueiros, da antracnose em sorgo, de podridões em framboesas, da antracnose em frutos de pimentão, da mancha bacteriana em melão, da antracnose em plântulas de pepino, podridão-mole em couve-chinesa, dentre outros (PICCININ; DI PIERO; PASCHOLATI, 2005; GOUVEA et al., 2009; ZANARDO et al., 2009; ANTONIOLLI et al., 2011; MELLO et al., 2011; FRANÇA et al., 2015. HELING; KUHN; STANGARLIN, 2015; MELO et al., 2015).

As leveduras apresentam a capacidade de alterar a fisiologia das plantas, agindo como indutoras de resistência, produzindo moléculas eliciadoras, induzindo a resposta de defesa nas plantas contra fitopatógenos, como relatado por Bonaldo (2005) que verificou a capacidade da levedura *Saccharomyces cerevisiae* de induzir o acúmulo de fitoalexinas em mesocótilos de sorgo. O extrato da levedura contém vários componentes que podem eliciar respostas de defesa, incluindo quitina, oligômeros de N-acetilglucosamina, B-glucanas, glicopeptídeos e ergosterol (BOLLER, 1995).

Por apresentar essas características desejáveis ao controle de fitopatógenos, o uso de leveduras no controle biológico de doenças apresenta grande potencial e pode se tornar uma alternativa importante para o manejo de doenças em plantas.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação com temperatura controlada, no setor de Cultivo Protegido e Controle Biológico Professor Dr. Mário César Lopes, pertencente à Unioeste, no município de Marechal Cândido Rondon – Paraná. O município está localizado a uma longitude de 54°01'W, latitude 24°31'S e altitude média de 410 metros.

#### 3.1 OBTENÇÃO DO INÓCULO DE *Cercospora beticola*

Para a obtenção dos esporos do patógeno selecionou-se plantas de beterraba de campo com sintomas da doença. As plantas foram transplantadas para vasos os quais foram submetidos à câmara úmida para criar um ambiente favorável ao desenvolvimento do patógeno. Durante o cultivo, essas plantas receberam irrigação duas vezes ao dia para manter a umidade no solo e nas folhas. Após alguns dias houve o aparecimento de micélio e esporos sobre a superfície da área lesionada (Figura 5). As lesões foram lavadas com água destilada e preparou-se uma suspensão na concentração de  $1 \times 10^4$  esporos  $\text{mL}^{-1}$  ajustada na câmara de Neubauer.



**Figura 5.** Folha de beterraba de mesa com lesões ocasionadas por *Cercospora*. Seta indica presença de micélio e esporos do patógeno. Foto: Renata Filler Barabasz (2021).

### 3.2 OBTENÇÃO E MANUTENÇÃO DOS ISOLADOS DE LEVEDURAS

As leveduras testadas foram obtidas da coleção de leveduras do Laboratório de Fitopatologia da Unioeste, *Campus* de Marechal Cândido Rondon, preservados em tubos de ensaio contendo ágar-GYMP (20 g glicose, 20 g extrato de malte, 5 g extrato de levedura, 2 g fosfato de sódio monobásico e 20 g de ágar), cobertos com óleo mineral estéril e mantidos em geladeira. Os cultivos das leveduras foram realizados em placas de Petri contendo meio ágar-YEPG (10 g de extrato de levedura, 20 g de peptona, 20 g de glicose e 10 g de ágar), mantidos em BOD a 27 °C. Após o cultivo, foram preparadas suspensões na concentração de  $1 \times 10^8$  células mL<sup>-1</sup> de água destilada ajustada na câmara de Neubauer.

### 3.3 AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizado (DBC), contendo seis tratamentos, incluindo a testemunha, em quatro blocos. Cada parcela foi constituída de um vaso contendo uma planta. Foram realizadas quatro coletas para as análises dos parâmetros produtivos.

O experimento foi implantado em vasos de polietileno de 5 L, contendo substrato obtido através de mistura homogênea entre LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico (SANTOS et al., 2018), areia e matéria orgânica, na proporção de 1:1:1.

Os tratamentos aplicados foram *Cryptococcus laurentii*, *Pichia pini*, silicato de cálcio, *C. laurentii* + silicato de cálcio, *P. pini* + silicato de cálcio, além da testemunha.

O silicato de cálcio foi incorporado ao solo antes do transplante das mudas na dose de 3,8 g dm<sup>3</sup>. As leveduras foram aplicadas na concentração de  $1 \times 10^4$  esporos mL<sup>-1</sup> nas folhas aos 50 dias após a emergência das plantas. As leveduras foram aplicadas com o auxílio de um borrifador manual nas folhas no final da tarde para evitar que as temperaturas mais elevadas influenciem no estabelecimento da levedura no filoplano.

As características avaliadas foram: altura de plantas, massas da matéria fresca e seca de parte aérea, hipocótilo e raiz, número de folhas, área foliar e teor de sólidos solúveis totais (°Brix) do hipocótilo. As avaliações quanto a essas características foram realizadas a cada 30 dias após o transplante das mudas para os vasos, constituindo no total de quatro avaliações.

Para mensuração da altura de plantas foi utilizada uma régua graduada, medida a partir do colo até a extremidade da maior folha de cada planta. As massas de matérias fresca e seca foram mensuradas com o uso de uma balança de precisão, a massa da matéria seca foi obtida através da secagem das plantas em estufa de circulação forçada de ar, mantida a aproximadamente 60 °C até a estabilização da biomassa seca. A área foliar foi feita com o uso do software QUANT (VALE; FERNANDES FILHO; LIBERATO, 2003), o teor de sólidos solúveis foi obtido utilizando refratômetro portátil, utilizando suco extraído pela compressão de uma fatia de cerca de 3 mm de espessura retirada na porção equatorial do hipocótilo.

### 3.4 AVALIAÇÕES MORFOANATÔMICAS

O experimento foi conduzido utilizando-se delineamento experimental em blocos casualizado (DBC), em esquema fatorial 4x2, sendo quatro tratamentos e duas condições, conforme descrito na Tabela 1, sendo então, 2 fatores distribuídos em quatro blocos, totalizando 32 parcelas.

O experimento foi implantado em vasos de polietileno de 3 L, contendo substrato obtido através de mistura homogênea entre LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico (SANTOS et al., 2018), areia e matéria orgânica, na proporção de 1:1:1.

**Tabela 1.** Tratamentos utilizados na presença e na ausência do patógeno

TRATAMENTOS		
	Com inoculação de <i>C. beticola</i>	Sem inoculação de <i>C. beticola</i>
1	<i>C. laurentii</i>	<i>C. laurentii</i>
2	<i>P. pini</i>	<i>P. pini</i>
3	Silicato de cálcio	Silicato de cálcio
4	Água destilada estéril	Água destilada estéril

O silicato de cálcio foi incorporado ao solo antes do transplante das mudas na dose de 3,8 g dm<sup>3</sup>. As leveduras foram aplicadas nas folhas nas duas faces aos 30 dias após o transplante das mudas. As leveduras foram aplicadas com o auxílio de um borrifador manual nas folhas no final da tarde para evitar que as temperaturas mais elevadas influenciem no estabelecimento da levedura no filoplano.

O patógeno foi aplicado sobre as plantas com o auxílio de um borrifador manual 7 dias após a aplicação das leveduras. Foi aplicada a suspensão calibrada a  $1 \times 10^4$  esporos  $\text{mL}^{-1}$  ajustada na câmara de Neubauer sobre as duas faces da folha.

Para as avaliações anatômicas, foram realizadas coletas de porções da raiz, pecíolo e folhas de todas as parcelas experimentais. As coletas ocorreram doze dias após a aplicação das leveduras. O material vegetal coletado foi fixado em FAA 50% (formaldeído, ácido acético, álcool etílico 50%; 2:1:18, v/v) por 24 horas, posteriormente transferidos para etanol 60% por 24 horas, sendo então, armazenados em etanol 70% a 4 °C (JOHANSEN, 1940).

Para as análises morfométricas e anatômicas da beterraba, as plantas foram avaliadas de acordo com o método utilizado por Figueira (2018) para microscopia e analisadas utilizando o microscópio de luz Olympus CX31. As imagens foram capturadas usando Câmera Biotika 5.0 e a morfometria foi realizada utilizando o software TCapture.

Para as folhas de beterraba, foi mensurada a espessura do parênquima paliádico, espessura do parênquima lacunoso, espessura da epiderme das faces adaxial e abaxial da lâmina foliar. Para o pecíolo, e raiz, a medida realizada foi do diâmetro dos vasos do xilema.

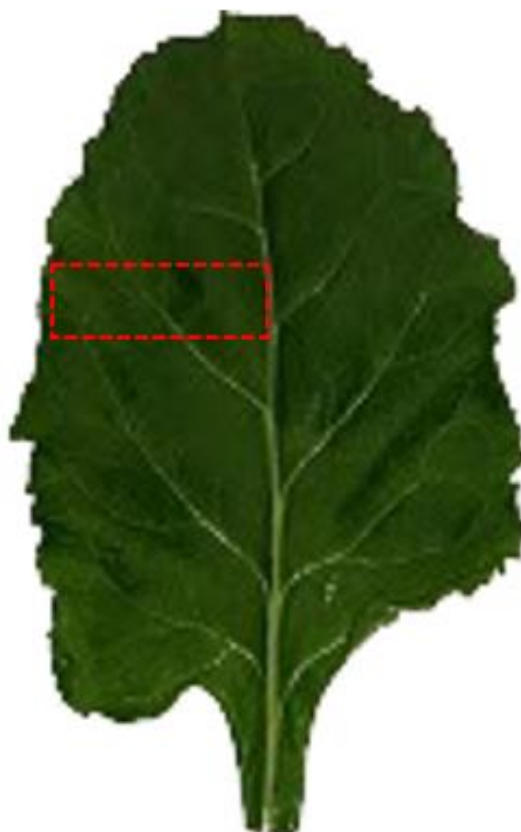
### **3.4.1 Aspectos anatômicos da folha**

Para a caracterização anatômica e histológica da lâmina foliar, coletou-se porções da região mediana superior da folha mais velha, próximo a nervura primária (Figura 6). O material coletado foi armazenado conforme descrito no item 3.4.

O material coletado foi processado e preservados em lâminas semipermanentes, na qual realizou-se cortes transversais a mão livre das porções mediana superior próximo a nervura central da folha com o auxílio de bisturi. Os cortes coletados foram clarificados em hipoclorito de sódio a 25% por 5 - 10 minutos, posteriormente foram lavados em água destilada por 4 vezes para remoção do hipoclorito. Os cortes já clarificados foram lavados em álcool 50% e submersos em corante azul de alcian 1% em ácido tartárico por 30 s – 1 min. Com o auxílio de um pincel, o material vegetal foi transferido para uma folha de papel toalha para remoção do excesso de corante e lavado em etanol 99%. Posteriormente, foram adicionadas



algumas gotas do corante de Safranina aquosa 0,1% de forma a cobrir todo o corte por 10-30 segundos. Após esse processo, o material foi lavado em etanol 50% para remoção do excesso de corante e depois em etanol 70% e 100% por 1 minuto para a desidratação do material (LUQUE; SOUSA; KRAUS, 1996). Na sequência, os cortes foram montados sobre lâmina e lamínula utilizando-se glicerina 50%.



**Figura 6.** Folha de beterraba açucareira. Região em destaque refere-se a área do material vegetal coletado para análises anatômicas e histológicas. Foto: Renata Filler Barabasz (2021).

Após a confecção das lâminas, o material foi analisado e fotografado e as imagens foram processadas utilizando o software TCCapture para a realização das mensurações dos cortes anatômicos. Para as folhas de beterraba, foi mensurada a espessura do parênquima paliçádico, espessura do parênquima lacunoso, espessura da epiderme das faces adaxial e abaxial da lâmina foliar.

### 3.4.2 Aspectos anatômicos do pecíolo

Foram coletadas porções do pecíolo da beterraba açucareira aproximadamente 2 cm acima da inserção da coroa (Figura 7) e armazenado conforme descrito no item 3.4.

Para a preparação das lâminas semipermanentes realizou-se cortes transversais a mão livre com o auxílio de bisturi. Os cortes do pecíolo seguiram o mesmo processamento, coloração e amostragem descritos para a folha (item 3.4.1). As medidas realizadas foram do diâmetro dos vasos do xilema do pecíolo.



**Figura 7.** Beterraba açucareira. A região em destaque refere-se ao local de coleta da porção do pecíolo.

Foto: Renata Filler Barabasz (2021).

### 3.4.3 Aspectos anatômicos da raiz

Porções da raiz principal da beterraba açucareira foram coletados (Figura 8) e fixados em FAA conforme descritos no item 3.4.



**Figura 8.** Beterraba açucareira. A região em destaque refere-se ao local de coleta da porção do pecíolo.

Foto: Renata Filler Barabasz (2021).

Foram realizados cortes transversais da raiz à mão livre com o auxílio de bisturi para preparação das lâminas semipermanentes. Os cortes seguiram a metodologia de processamento, coloração e amostragem descritos para a folha (item 3.4.1). O parâmetro analisado foi a medida do diâmetro dos vasos do xilema.

### 3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados dos tratamentos foram submetidos à análise de variância pelo teste F. As médias dos tratamentos foram submetidas ao teste de Tukey a 5% de probabilidade com o uso do programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 2000).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 ANÁLISE DE CRESCIMENTO

Para avaliar a influência dos diferentes tratamentos no crescimento e qualidade da beterraba açucareira, os resultados foram submetidos a análise de variância (Tabela 1-2).

**Tabela 2.** Quadrados médios da análise de variância para: massa fresca do hipocótilo (MFH); massa fresca da raiz (MFR); massa fresca de folha (MFF); número de folhas (N° F); teor de sólidos solúveis (°BRIX) de beterraba açucareira. Marechal Cândido Rondon – PR.

Fonte de variação	GL	Quadrado médio				
		MFH	MFR	MFF	N° F	°BRIX
Bloco	3	3010,14 <sup>ns</sup>	33,24 <sup>ns</sup>	1626,82 <sup>ns</sup>	6,43 <sup>ns</sup>	0,14 <sup>ns</sup>
Tratamento	5	5760,83*	88,69 <sup>ns</sup>	782,85 <sup>ns</sup>	5,64 <sup>ns</sup>	7,92*
Coleta	3	788306,23*	929,11*	86825,52*	127,84*	303,43*
Trat x Col	15	1628,32 <sup>ns</sup>	84,34 <sup>ns</sup>	642,46 <sup>ns</sup>	2,67 <sup>ns</sup>	2,22 <sup>ns</sup>
Resíduo	69	1157,92	63,65	658,95	6,26	2,32
Total	95	-	-	-	-	-
CV %	-	16,16	38,27	22,9	15,65	10,87

\*: Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F. <sup>ns</sup>: não significativo a 5%. GL: graus de liberdade.

**Tabela 3.** Quadrados médios da análise de variância para massa seca do hipocótilo (MSH); massa seca de raiz (MSR); massa seca de folha (MSF); altura de planta (ALT); área foliar (AF) de beterraba açucareira. Marechal Cândido Rondon – PR.

Fonte de variação	GL	Quadrado médio				
		MSH	MSR	MSF	ALT	AF
Bloco	3	202,11 <sup>ns</sup>	0,14 <sup>ns</sup>	34,05 <sup>ns</sup>	27,09 <sup>ns</sup>	126961,60 <sup>ns</sup>
Tratamento	5	351,08*	1,31 <sup>ns</sup>	20,86 <sup>ns</sup>	33,64 <sup>ns</sup>	228662,15 <sup>ns</sup>
Coleta	3	44506,99*	9,43*	2678,10 <sup>ns</sup>	511,70*	10547366,15*
Trat x Col	15	86,98 <sup>ns</sup>	2,05 <sup>ns</sup>	8,86 <sup>ns</sup>	11,11 <sup>ns</sup>	60212,79 <sup>ns</sup>
Resíduo	69	88,22	1,46	14,54	14,46	101579,52
Total	95	-	-	-	-	-
CV %	-	17,46	50,44	28,53	7,68	20,98

\*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F. <sup>ns</sup>: não significativo a 5%.

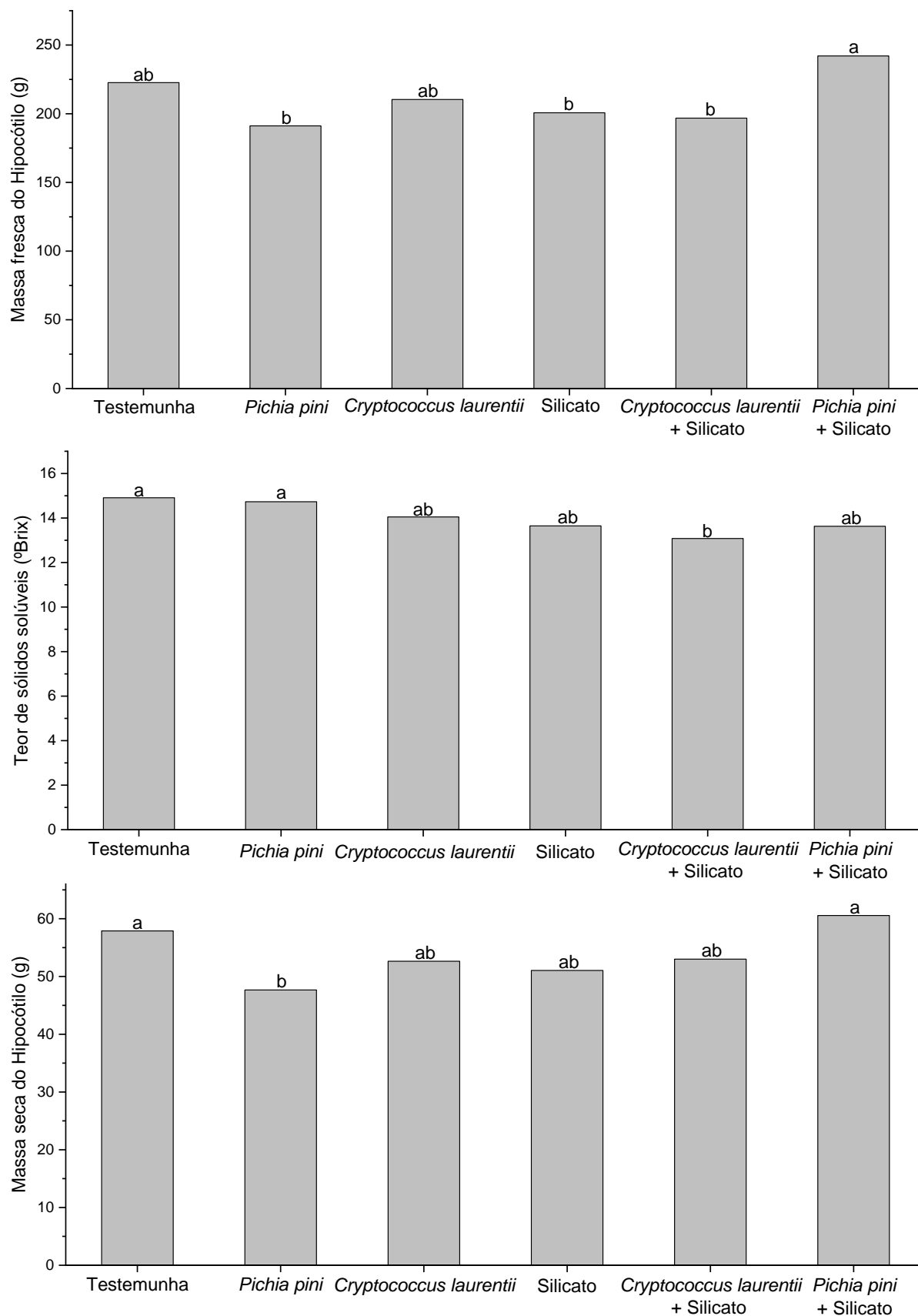
Os resultados mostram que houve diferença significativa ao nível de 5% para o fator tratamento, para as variáveis massa fresca do hipocótilo, °Brix e massa seca do hipocótilo, indicando que, neste estudo, a utilização das leveduras e/ou do silicato de cálcio interferem positiva ou negativamente no desenvolvimento e na produtividade da beterraba açucareira.

Na Figura 9 pode-se observar as médias obtidas para massa fresca do hipocótilo, °Brix e massa seca do hipocótilo tratadas com *Cryptococcus laurentii*, *Pichia pini*, silicato de cálcio, *C. laurentii* + silicato de cálcio, *P. pini* + silicato de cálcio, além da testemunha.

Para a massa fresca do hipocótilo, a aplicação da levedura *P. pini* na parte aérea em conjunto com a aplicação do silicato de cálcio no solo apresentaram resultado significativo, sendo superior ao tratamento com *P. pini* ou silicato isoladamente, bem como superior ao tratamento conjunto de *C. laurentii* + silicato de cálcio, contudo não se diferiu significativamente da testemunha. As plantas cultivadas foram infectadas com *C. beticola* de forma natural, uma vez contaminada, as plantas perdem área fotossinteticamente ativa e, reagem emitindo novas folhas e assim direcionando fotoassimilados que seriam armazenados no hipocótilo, consequentemente reduzindo sua massa fresca. Os tratamentos contendo a levedura *P. pini*, silicato de cálcio e *C. laurentii* + silicato de cálcio, também não influenciaram nas características agrônômicas da beterraba açucareira.

Em relação ao teor de sólidos solúveis, a aplicação dos tratamentos não diferiram significativamente da testemunha, com exceção da levedura *C. laurentii* + silicato, sendo essa inferior a testemunha, demonstrando que o uso das leveduras e/ou do silicato de cálcio não influenciam no acúmulo de açúcares, principalmente glicose, frutose e sacarose, ácidos orgânicos e de outros constituintes menores, que apresentam uma relação direta com o grau de doçura do produto e a quantidade e qualidade do álcool a ser produzido.

Para a massa seca do hipocótilo, a levedura *P. pini* reduziu a massa seca do hipocótilo, já os demais tratamentos utilizados não apresentaram resultados significativos superiores a testemunha, demonstrando que o uso das leveduras e/ou do silicato não influenciam no acúmulo de massa seca do hipocótilo.



**Figura 9.** Massa fresca do hipocótilo (g), teor de sólidos solúveis e massa seca do hipocótilo (g). Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Quanto a concentração de Si nos tecidos, as plantas podem ser classificadas como acumuladoras de Si, aquelas que possuem teor foliar acima de 1% de Si, intermediárias as plantas que apresentam de 0,5-1% de Si ou não acumuladoras, plantas com teor foliar de Si menor que 0,5% (MA; MIYAKE; TAKAHASHI, 2001). Através da análise foliar verificou-se que a beterraba açucareira é uma planta não acumuladora de Si nas folhas, onde o teor manteve-se na faixa de 0,4%. Neste caso, o uso do silício não influenciou no acúmulo de massa fresca do hipocótilo da beterraba açucareira, bem como na massa seca e no teor de sólidos solúveis.

Heling (2019), estudando beterraba de mesa tratadas com leveduras verificou que a levedura *C. laurentii* reduziu o progresso da doença em até 82,5%, verificou também que a levedura *P. pini* se apresenta com potencial para o controle da *C. beticola* em plantas de beterraba por elevar os teores de fenóis totais, na qual constituem um grupo diverso de metabólitos secundários que apresentam atividade antioxidante, que ocorre como forma de defesa de tecidos vegetais que podem ser tóxicos aos microrganismos (DIAS et al., 2015; KUHN, 2007). Porém, essa redução na curva de progresso da doença e elevação nos teores de fenóis totais não influenciou na produtividade da beterraba de mesa, sugerindo que o custo energético da indução de resistência por leveduras tenha sido compensado pela promoção de crescimento das plantas provocado pelo efeito das leveduras testadas.

Outros estudos demonstram a eficiência do uso de leveduras como Zhang et al. (2017) que observaram que a levedura *C. laurentii* pode reduzir a incidência e severidade de *Penicillium expansum* em frutos de pêssago, em 30% e 50%, respectivamente, após um período de cinco dias, apontando que a levedura é um promissor agente de controle de doenças em outras espécies vegetais, dessa forma, levando a melhoria nas características qualitativas desejáveis e aumentando seu poder de comercialização, uma vez que frutos que apresentem boa qualidade visual atrai maior interesse do consumidor.

Para o efeito do silício na planta, Alves (2012) observou que com o uso de silício houve um incremento de 121,8%, 83,6% e 84,9% na biomassa fresca da parte aérea, na biomassa fresca da raiz e na biomassa seca da parte aérea, respectivamente, em plantas de pimentão, houve também redução na severidade da murcha bacteriana, na qual foi reduzida em até 63%, indicando que o uso do silício influenciou na resistência da planta sobre o patógeno e nas características agrônômicas da espécie.

Braga et al., (2009) estudando diferentes fontes de Si também verificaram que o uso do Si influenciou na maior deposição de cera epicuticular na epiderme adaxial das folhas de morangueiro em relação as plantas não tratadas, o que confere as plantas maior resistência a ação de fungos e pragas, evitando também a perda excessiva de água pela transpiração (SILVA, 2007).

Em outros patossistemas, Kim, Park e Choi (2002) identificaram que na cultura do arroz que são acumuladoras de Si, a resistência das plantas à brusone foi atribuída à deposição de uma camada de Si abaixo da cutícula, circunstância que dificulta e/ou retarda a penetração do patógeno. Cruz (2012), estudando a cultura da soja, que são plantas não-acumuladoras de Si, verificou que a aplicação do Si na forma de silicato de potássio contribuiu para reduzir a severidade da ferrugem asiática da soja, além de reduzir o número de uredínias por cm<sup>2</sup> de área foliar e da área da curva de progresso da ferrugem. Nos dois casos, foi possível observar efeito do Si sobre a fisiologia de defesa das plantas, embora os mecanismos utilizados por cada cultura possam ser diferentes.

#### 4.2 ANÁLISES MORFOANATÔMICAS

Na literatura não se encontrou relatos de pesquisas envolvendo avaliações das medidas anatômicas ocasionadas pelo tratamento com leveduras.

Através da análise da anatomia, realizadas a partir dos cortes transversais da folha, pecíolo e raiz, observou-se alterações na espessura do parênquima paliçádico e da face abaxial da folha e no diâmetro dos vasos do xilema da raiz (Tabela 4). Essas alterações ocorreram pelos diferentes tratamentos testados (descritos no item 2.8).

Nas plantas tratadas com a levedura *C. laurentii* foi possível observar uma espessura do parênquima paliçádico menor quando comparada as plantas tratadas com o silicato de cálcio na presença da *C. beticola* (Tabela 4).



**Tabela 4.** Espessura do parênquima paliçádico e parênquima esponjoso ( $\mu\text{m}$ ) da folha de beterraba açucareira. A tabela apresenta as médias obtidas nos diferentes tratamentos na presença e na ausência de *C. beticola*

Tratamento	Parênquima paliçádico		Parênquima esponjoso	
	Ausência <i>C. beticola</i>	Presença <i>C. beticola</i>	Ausência <i>C. beticola</i>	Presença <i>C. beticola</i>
<i>P. pini</i>	9,95 aA	10,25 abA	13,59 aA	13,11 aA
<i>C. laurentii</i>	8,988 aA	8,72 bA	15,05 aA	13,10 aA
Silicato	12,12 aA	13,47 aA	12,44 aA	13,51 aA
Testemunha	9,66 aA	10,23 abA	12,14 aA	13,86 aA
CV %	21,29		18,48	

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna (entre tratamento) e maiúscula na linha (entre ausência e presença) dentro de cada variável, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Esse resultado demonstra que o tratamento com silicato de cálcio, possivelmente induziu o espessamento pelo alongamento celular, uma vez que não foi observado aumento no número de camadas no parênquima paliçádico na presença do patógeno.

Na face abaxial da folha também foi possível observar aumento na epiderme das plantas tratadas com silicato de cálcio e com a levedura *C. laurentii* em comparação com a levedura *P. pini* de plantas sem a presença do patógeno (Tabela 5). Pozza et al. (2004), observou que a aplicação de Si em plantas de cafeeiro contribuiu para uma epiderme abaxial mais espessa. De acordo com Ghareeb et al. (2011) a defesa das plantas tratadas com Si é medida não só pelo acúmulo de Si nas células da epiderme formando uma dupla camada de silício-cutícula (PEIXOTO et al., 2011), mas também por outras vias, como a ativação das Espécies Reativas de Oxigênio (EROs) (BOLWELL et al., 1995; DAYAKAR et al., 2003). Estudos relatam também que a sinalização da EROs desencadeia as vias de ácido jasmônico/etileno (CHAMNONGPOL et al., 1998). Além disso, pesquisas também relataram que a presença de Si em plantas de tomate elevou a expressão do fator de transcrição envolvidos na formação de morte celular semelhantes à resposta de hipersensibilidade (MENKE et al., 2005) após o desafio com a *Ralstonia solanacearum*.

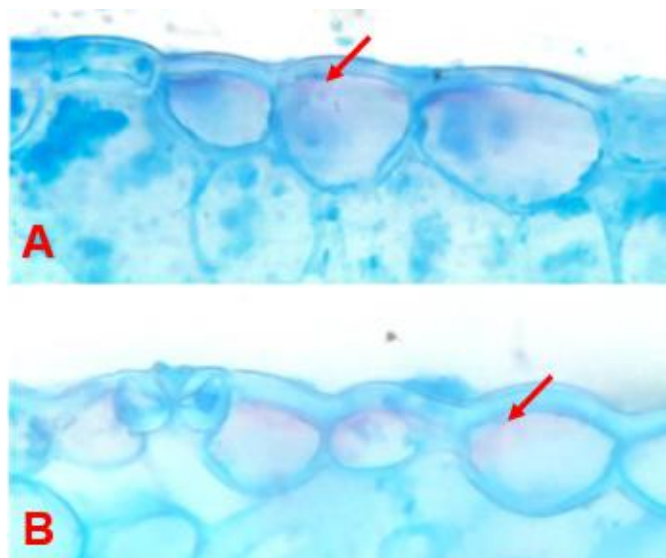
**Tabela 5.** Espessura da epiderme adaxial e abaxial ( $\mu\text{m}$ ) da folha de beterraba açucareira. A tabela apresenta as médias obtidas nos diferentes tratamentos na presença e na ausência de *C. beticola*

Tratamento	Face adaxial		Face abaxial	
	Ausência <i>C. beticola</i>	Presença <i>C. beticola</i>	Ausência <i>C. beticola</i>	Presença <i>C. beticola</i>
<i>P. pini</i>	1,94 aA	1,97 aA	1,30 bB	1,70 aA
<i>C. laurentii</i>	1,78 aA	1,55 aA	1,84 aA	1,37 aB
Silicato	1,76 aA	1,90 aA	1,75 aA	1,55 aA
Testemunha	1,68 aA	1,45 aA	1,58 abA	1,57 aA
CV %	28,82		13,41	

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna (entre tratamento) e maiúscula na linha (entre ausência e presença) dentro de cada variável, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Para a espessura da face abaxial em relação ao tratamento utilizando a levedura *P. pini* (Tabela 5) pode-se observar que as células apresentaram uma espessura maior em plantas inoculadas com o patógeno, caracterizando um estímulo para uma resposta de defesa mais rápida em comparação as plantas não inoculadas. Heling (2019) observou que plantas de beterraba de mesa tratadas com células da levedura *P. pini* apresentaram um aumento nos teores de lignina e proteínas totais na presença do patógeno, conferindo as plantas maior resistência a *C. beticola*. Para as plantas tratadas com a levedura *C. laurentii*, houve um efeito contrário na espessura da face abaxial, onde as plantas inoculadas com o patógeno apresentaram uma redução na espessura em comparação com as plantas sem inoculação.

Não foi possível observar alterações na organização tecidual nos tratamentos testados, contudo, em determinados pontos da estrutura celular de folhas de plantas tratadas com silicato de cálcio na presença do patógeno pode-se observar leve coloração rosada na epiderme adaxial e abaxial, essa coloração é obtida pela reação positiva com safranina através da coloração histoquímica (Figura 10). A coloração com safranina permite observar se o material vegetal apresentou ou não lignificação.



**Figura 10.** Fotomicrografias de secções transversais de folhas de beterraba açucareira. A: Face adaxial de plantas tratadas com Si na presença do patógeno. B: Face abaxial de plantas tratadas com silicato de cálcio na presença do patógeno. Setas indicam a região onde é observada leve coloração avermelhada no tecido. 100X.

Foto: Renata Filler Barabasz (2021).

De acordo com Luque, Sousa e Kraus (1996), a dupla coloração histoquímica de azul de alcian e safranina permite a diferenciação com base na afinidade dos corantes de compostos químicos presentes em maior quantidade nos tecidos. Na qual, o azul de alcian apresenta maior afinidade com a celulose e é incorporado dentro das fibras na ausência de lignina e, a safranina reage com a lignina independente da presença de celulose. Dessa forma, essa característica observada pode ser um indicativo de que as regiões com a coloração rosada sejam pontos onde o patógeno iniciou o processo de infecção e a planta reagiu depositando lignina na parede celular das células da epiderme tanto adaxial como abaxial.

A deposição de lignina nas células é um mecanismo de resistência, o qual ocorre a partir do momento que o patógeno é reconhecido pela planta (PASCHOLATI; DALIO, 2018). No entanto esse reconhecimento e a indução do mecanismo de defesa pode ser acelerada ou ampliar sua magnitude pela aplicação de silício através do fenômeno denominado *priming* o qual ocorre em plantas não acumuladoras de silício (GHAREEB et al., 2011).

Para o diâmetro dos vasos do xilema (Tabela 6) pode-se observar que as plantas tratadas com silicato de cálcio apresentaram menor diâmetro em plantas inoculadas com *C. beticola*. A redução do diâmetro do vaso do xilema pode estar relacionada a ativação dos mecanismos de resistência e ao acúmulo de lignina nas

folhas, desviando recursos da fisiologia de crescimento para a fisiologia de defesa. De acordo com Kuhn (2007), uma unidade de lignina demanda uma grande atividade metabólica para sua síntese utilizando grande número de enzimas responsáveis por diferentes passos metabólicos havendo redução da produtividade.

A partir do momento em que a estrutura patogênica entra em contato com a planta, ocorre uma série de sinalizações e o reconhecimento da presença do patógeno pela planta é determinante para que uma nova prioridade seja estabelecida, um sistema multicomponente é ativado levando a formação de estruturas de resistência pós formadas (PASCHOLATI; DALIO, 2018), direcionando metabólitos, esses custos extras levam a redução do crescimento e do rendimento da planta (LOUWS et al., 2001).

**Tabela 6.** Diâmetro dos vasos do xilema da raiz e do pecíolo ( $\mu\text{m}$ ) da beterraba açucareira. A tabela apresenta as médias obtidas nos diferentes tratamentos na presença e na ausência de *C. beticola*

Tratamento	Diâmetro xilema raiz		Diâmetro xilema pecíolo	
	Ausência <i>C. beticola</i>	Presença <i>C. beticola</i>	Ausência <i>C. beticola</i>	Presença <i>C. beticola</i>
<i>P. pini</i>	3,46 aA	4,10 aA	2,52 aA	2,33 aA
<i>C. laurentii</i>	3,41 aA	3,69 abA	2,71 aA	2,44 aA
Silicato	3,31 aA	2,48 cB	2,46 aA	2,11 aB
Testemunha	3,40 aA	3,03 bcA	2,77 aA	2,27 aA
CV %	14,78		11,15	

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna (entre tratamento) e maiúscula na linha (entre ausência e presença) dentro de cada variável, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

A aplicação dos tratamentos não interferiu sobre algumas variáveis como o parênquima paliádico na ausência do patógeno, no parênquima esponjoso na ausência e presença do patógeno, na epiderme da face adaxial na ausência e presença do patógeno, no diâmetro dos vasos do xilema na ausência do patógeno, bem como no diâmetro dos vasos do pecíolo na presença e na ausência do patógeno, indicando que o uso das leveduras e/ou do silicato não influenciaram no alongamento celular, contudo, seu efeito pode estar exclusivamente na indução de resistência a qual pode ter ocorrido na forma de *priming* onde as plantas tornaram-se mais preparadas à ativar respostas de defesa de forma rápida quando expostas ao

patógeno conforme notado pelas alterações ocorridas na espessura do parênquima paliçádico (Tabela 4), acúmulo de lignina nas epidermes adaxial e abaxial (Figura 10) e diâmetro dos vasos do xilema da raiz (Tabela 6), sempre na presença do patógeno. De acordo com Justyna e Ewa (2013), o *priming* é uma condição na qual as plantas tratadas com o eliciador tornam-se preparadas à ativar respostas de defesa de forma rápida e de magnitude aumentada, quando expostas ao ataque seguinte por um agente patogênico. O estado de *priming* pode ser alcançado pelo tratamento com microrganismos benéficos ou por produtos químicos sintéticos ou naturais (MAUCHMANI et al., 2017).

Os resultados aqui obtidos demonstram que o uso do silicato de cálcio e das leveduras *P. pini* e *C. laurentii* não apresentaram efeito promissor sobre a melhoria das características agronômicas bem como nas características anatômicas quando comparadas com a testemunha, No entanto, considerando o benefício da indução de resistência apontado pela literatura sugere-se ampliar as investigações principalmente no sentido de entender a complexidade da interação beterraba-levedura-*Cercospora betícola*.

## 5 CONCLUSÕES

O silicato de cálcio não interferiu nas características agronômicas, bem como na estrutura celular.

As leveduras *Cryptococcus laurentii* e *Pchia pini* não interferiram nas características agronômicas, bem como na estrutura celular.

## REFERÊNCIAS

- AGRIOS, G. N. **Plant pathology**. 5th Ed. New York: Academic Press, 2005. 952p.
- ALVES, A. O. **Controle alternativo da murcha bacteriana do pimentão utilizando óleos essenciais vegetais e silicato de cálcio**. 2012. 94 p. Tese (Doutorado em Fitopatologia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2012.
- ANTONIOLLI, L. R.; SILVA, G. A.; ALVES, S. A. M.; MORO, L. Controle alternativo de podridões pós-colheita de framboesa. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 9, p. 979-984, 2011.
- ARTSCHWAGER, E. Anatomy of the vegetative organs of the sugar beet us government printing office. **Journal of Agricultural Research**, v. 33, n. 2, p. 143-176, 1926.
- BERNI, R. F.; PRABHU A. S. Eficiência relativa de fontes de silício no controle de brusone nas folhas em arroz. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 2, p. 195-201, 2003.
- BLEVE, G.; GRIECO, F.; COZZI, G.; LOGRIECO, A.; VISCONTI, A. Isolation of epiphytic yeasts with potential for biocontrol of *Aspergillus carbonarius* and *A. niger* on grape. **International Journal of Food Microbiology**, v. 108, n. 2, p. 204-209, 2006.
- BOLLER, T. Chemoperception of microbial signals in plant cell. **Plant Molecular Biology**, Oxford, v. 46, p. 189-214, 1995.
- BOLTON, M. D.; RIVERA, V.; SECOR, G. Identification of the G143A mutation associated with Qol resistance in *Cercospora beticola* field isolates from Michigan, United States. **Pest Management Science**, v. 69, n. 1, p. 35-39, 2013.
- BOLWELL, G.; BUTT, V.; DAVIES, D.; ZIMMERLIN, A. The origin of the oxidative burst in plants. **Free Radical Research**, n. 23, p. 517-532, 1995.
- BONALDO, S. M. **Efeito de Saccharomyces cerevisiae na síntese de fitoalexinas em sorgo, na germinação e formação de apressórios por fungos fitopatogênicos e na proteção de pepino a Colletotrichum lagenarium e sorgo a Colletotrichum sublineolum**. 2005. 150 p. Tese (Doutorado em Fitopatologia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2005.
- BRADSHAW, J.; BIANCARDI, E.; MCGRATH, J. M.; PANELLA, L. W.; LEWELLEN, R. T.; STEVANATO, P. Sugar Beet. In: BRADSHAW, J. **Root and Tuber Crops**, Springer New York, v. 7, p. 173-219, 2010.
- BRAGA, F. T.; NUNES, C. F.; FAVERO, A. C.; PASQUAL, M.; CARVALHO, J. G. D.; CASTRO, E. M. D. Características anatômicas de mudas de morangueiro micropropagadas com diferentes fontes de silício. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 2, p. 128-132, 2009.

CALVO-GARRIDO, C.; VIÑAS, I.; ELMER, P. A.; USALL, J.; TEIXIDÓ, N. Suppression of *Botrytis cinerea* on necrotic grapevine tissues by early-season applications of natural products and biological control agents. **Pest Management Science**, v. 70, p. 595–602, 2014.

CAMARGO, L. E. A. Genética da interação patógeno-hospedeiro. In: AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIM FILHO, A. **Manual de fitopatologia. Volume 1: princípios e conceitos**. 5. ed. Ouro Fino: Editora Agronômica Ceres Ltda. 2018. p. 85-92.

CAMELO-GARCÍA, V. M.; REZENDE, J. A. M.; BRUNELLI-BRAGA, K. R.; GIORIA, R. Doenças da beterraba. In: AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIM FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. **Manual de fitopatologia. Volume 2: doenças das plantas cultivadas**. 5. ed. Ouro Fino: Editora Agronômica Ceres Ltda. 2016. p:159-160.

CHAMNONGPOL, S.; WILLEKENS, H.; MOEDER, W.; LANGEBARTELS, C.; SANDERMANN JR, H.; MONTAGU, M. V.; INZÉ, D.; CAMP, W. V. Defense activation and enhanced pathogen tolerance induced by H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> in transgenic tobacco. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, n. 95, p. 5818-5823, 1998.

CHEN, X.; ZHANG, T.; FU, X.; LI, Y.; WANG, Q. Isolation and characterization of *Bacillus amyloliquefaciens* PG12 for the biological control of apple ring rot. **Postharvest Biology and Technology**, v. 115, p. 113-121, 2016.

CHÉRIF, M.; ASSELIN, A.; BÉLANGER, R. R. Defense responses induced by soluble silicon in cucumber roots infected by *Pythium* spp. **Phytopathology**, v. 84, n. 3, p. 236-242, 1994.

CONRATH, U.; BECKERS, G. J. M.; LANGENBACH, C. J. G.; JASKIEWICZ, M. R. Priming for enhanced defense. **Annual Review of Phytopathology**, v. 53, p. 97–119, 2015.

COOK, R. J.; BAKER, K. F. The nature and practices of biological control of plant pathogens. **American Phytopathological Society**. 1983.

CRUZ, M. F. A. D. **Indutores de resistência e silício na interação *Glycine max* L. (Merrill) - *Phakopsora pachyrhizi***. 74 p. Tese (Doutorado em Biologia Celular e Estrutural) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2012.

DAYAKAR, B. V.; LIN, H. J.; CHEN, C. H.; GER, M. J.; LEE, B. H.; PAI, C. H.; CHOW, D.; HUANG, H. E. HWANG, S. Y.; CHUNG, M. C.; FENG, T. Y. Ferredoxin from sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) intensifying harpin(pss)-mediated hypersensitive response shows an enhanced production of Active Oxygen Species (AOS). **Plant Molecular Biology**, n. 51, v. 6, p. 913-924, 2003.

DIAS, T.; MELO, H. C.; ALVES, F. R. R.; CARVALHO, R. F.; CARNEIRO, K. S.; SOUSA, C. M. Compostos fenólicos e capacidade antioxidante em frutos de tomateiros mutantes fotomorfogênicos. **Ciência Rural**, v. 45, n. 5, p. 782-787, 2015.



DROBY, S.; WISNIEWSKI, M.; MACARISIN, D.; WILSON, C. Twenty years of postharvest biocontrol research: is it time for a new paradigm? **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 52, n. 2, p. 137-145, 2009.

EL-KHOLI, M. M. A. Sugar beet diseases in Egypt. In: **Proceeding 9<sup>th</sup> Congress of Egyptian Phytopathology Society**. p. 409-415. 2000.

EPSTEIN, E. A anomalia de silício em biologia vegetal. **Proceedings of National Academy of United States of America**, Washington, v. 91, n. 1, p. 11-17, 1994.

EPSTEIN, E. Silicon: its manifold roles in plants. **Annals of Applied Biology**, v. 155, n. 2, p. 155-160, 2009.

ESPADINHA, M. **Chaves para controlar a cercosporiose na beterraba de sementeira outonal**. 2014. Disponível em: [www.dai-sa.pt/pdfs/info\\_tecnica/Chaves\\_para\\_controlar\\_a\\_Cercosporiose.pdf](http://www.dai-sa.pt/pdfs/info_tecnica/Chaves_para_controlar_a_Cercosporiose.pdf). Acesso em: 02 out 2020.

FAO. Sugar beet - white sugar. In: FAO / EBRD Agribusiness Handbooks. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**, Rome, v. 4, 2009, p. 35-43.

FELIPINI, R. B. **Avaliação de indutores de resistência para o controle da sarna da macieira (*Venturia inaequalis* Cke.) e da cercosporiose da beterraba (*Cercospora beticola* Sacc.)**. 2011. 110 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. **Reunião anual da região brasileira da sociedade internacional de biometria**, v. 45, p. 235, 2000.

FEYDER, S.; CRAENE, J. O.; BÄR, S.; BERTAZZI, D. L.; FRIANT, S. Membrane trafficking in the yeast *Saccharomyces cerevisiae* Model. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 16, n. 1, p. 1509-1525, 2015.

FIGUEIRA, E. P. P. **Alterações fisiológicas, anatômicas e produtivas do feijoeiro induzidas por *Trichoderma* spp. E fosfito de potássio em resposta ao ataque de *Colletotrichum lindemuthianum***. 2018. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2018.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2008.

FRANÇA, G. S.; CARVALHO, R. R. C.; NEVES, R. P.; ARAUJO, E. R.; LARANJEIRA, D. Controle pós-colheita da antracnose do pimentão pela levedura *Rhodotorula glutinis*. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 31, n. 2, p. 451-459, 2015.

FRANCO, B. D. G. M. Importância dos micro-organismos nos alimentos. In: FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos Alimentos**. São Paulo: Atheneu, 2008, p. 46 - 50.

GHAREEB, H.; BOZSÓ, Z.; OTT, P. G.; REPENNING, C.; STAHL, F.; WYDRA, K. Transcriptome of silicon-induced resistance against *Ralstonia solanacearum* in the silicon non-accumulator tomato implicates priming effect. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, v.75, p. 83-89, 2011.

GHORBANPOUR, M.; OMIDVARI, M.; ABBASZADEH-DAHAI, P.; OMIDVAR, R.; KARIMAN, K. Mechanisms underlying the protective effects of beneficial fungi against plant diseases. **Biological Control**, v. 117, p. 147-157, 2018.

GOUVEA, A.; KUHN, O. J.; MAZARO, S. M.; MIO, L. L. M.; DESCHAMPS, C.; BIASI, L. A.; FONSECA, V. C. Controle de doenças foliares e de flores e qualidade pós-colheita do morangueiro tratado com *Saccharomyces cerevisiae*. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v. 27, n. 14, p. 527-533, 2009.

HALLMANN, J.; QUADT-HALLMANN, A.; VON TIEDEMANN, A. Phytomedizin: Grundwissen Bachelor. **Stuttgart (Hohenheim): Verlag Eugen Ulmer Stuttgart**. 2009.

HELING, A. L. **Seleção, avaliação do crescimento e alterações bioquímicas em plantas de beterraba tratadas com leveduras para controle de cercosporiose**. 2019. 84 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2019.

HELING, A. L.; KUHN, O. J.; STANGARLIN, J. R. Controle biológico de *Mycosphaerella fragariae* na cultura do morangueiro. **Scientia Agraria Paranaensis**, Marechal Cândido Rondon, v. 14, n. 4, p. 221-228, 2015.

HOLTSCHULTE, B.; MECHELKE, W.; STAHL, J. D. Conventional and novel approaches in *Cercospora* resistance breeding in sugar beets. In LARTEY, R. T.; WEILAND, J. J.; PANELLA, L.; CROUS, P. W.; WINDELS, C. E. **Cercospora leaf spot of sugar beet and related species**. St. Paul: The American Phytopathological Society, p. 129-136, 2010.

IKERD, J. National Research Council, **Alternative Agriculture**. Washington DC: National Academy Press. 1990.

JOHANSEN, D. A. **Plant microtechnique**. London: McGraw-Hill Book Company, 1940, p. 523.

JUSTYNA, P. K.; EWA, K. Induction of resistance against pathogens by b-aminobutyric acid. **Acta Physiologiae Plantarum**, Krakow, v. 35, n. 6, p. 1735–1748, 2013.

KARAOGLANIDIS, G. S.; IOANNIDIS, P. M.; THANASSOULOPOULOS, C. C. Reduced sensitivity of *Cercospora beticola* isolates to sterol-demethylation-inhibiting fungicides. **Plant Pathology**, v. 49, n. 5, p. 567-572, 2000.

KIM, S. G.; K. W.; PARK, E. W.; CHOI, D. Silicon-induced cell wall fortification of rice leaves: a possible cellular mechanism of enhanced host resistance to blast. **Phytopathology**, v. 92, n. 10, p. 1095-1103, 2002.

KÖHL, J.; KOLNAAR, R.; RAVENSBERG, W. J. Mode of action of microbial biological control agents against plant diseases: relevance beyond efficacy. **Frontiers in Plant Science**, v. 10, p. 1-19, 2019.

KORNDÖRFER, G. H. Uso de silício na agricultura. *Informações Agronômicas*, Piracicaba, **International Plant Nutrition Institute**, n. 117, p. 9-11, 2007.

KORNDÖRFER, G. H.; OLIVEIRA, L. A. Uso de silício em culturas comerciais. In: RODRIGUES, F. A. **Silício na agricultura**. 5. ed. Viçosa. p. 03- 26. 2010.

KORNDÖRFER, G. H.; PEREIRA, H. S.; CAMARGO, M. S. DE. Silicatos de cálcio e magnésio na agricultura. **Boletim técnico**, 2 ed. Uberlândia, n.1, p.23, 2004.

KUHN, O. J. **Indução de resistência em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*) por acibenzolar-S-metil e *Bacillus cereus*: aspectos fisiológicos, bioquímicos e parâmetros de crescimento e produção**. 2007. 138p. Tese (Doutorado em Fitopatologia) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

LI, Y. G.; ZHANG, L.; MANG, F. M. Response of *Cercospora beticola* in sugar beet at different cultivars and fertilization level. **African Journal of Microbiology Research**, v. 5, n. 32, p. 5985-5989, 2011.

LIMA FILHO, O. F.; LIMA, M. T. G.; TSAI, S. M. O silício na agricultura. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 87, p. 1-7, 1999.

LORITO, M.; WOO, S. L.; HARMAN, G. E.; MONTE, E. Translational research on *Trichoderma*: from 'omics to the field. **Annual Review of Phytopathology**, v. 48, p. 395-417, 2010.

LOUWS, F. J.; WILSON, M.; CAMPBELL, H. L.; CUPPELS, D. A.; JONES, J. B.; SHOEMAKER, P. B.; SAHIN, F.; MILLER, S. A. Field control of bacterial spot and bacterial speck of tomato using a plant activator. **Plant Disease**, n. 85 p. 481-488, 2001.

LUQUE, R.; SOUSA, H. C.; KRAUS, J. E. Métodos de coloração de ROESER (1972) – modificado e KROPP (1972) visando a substituição do azul de astra por azul de alciano 8GS ou 8GX. **Acta Botânica Brasileira**, São Paulo, v. 10, n. 2, p. 199-201, 1996.

MA, J. F.; MIYAKE, Y; TAKAHASHI, E. Silicon as a beneficial elemento for crop plants. In: DATNOFF, L. E.; SNYDER, G. H.; KORNDORFER, G. H. **Silicon in agriculture**. Elsevier Science, The Netherlands, p. 17-39. 2001.

MACHADO, M. A. C. F.; BETTIOL, W. Potencial para o biocontrole de *Botrytis cinerea* por leveduras em sistema integrado de cultivo de lírio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 45, n. 6, p. 539-545, 2010.

MAHLEIN, A. K.; STEINER, U.; DEHNE, H. W.; OERKE, E. C. Spectral signatures of sugar beet leaves for the detection and differentiation of diseases. **Precision agriculture**, v. 11, n. 4, p. 413-431, 2010.

MALANDRAKIS, A.; MARKOGLOU, A.; NIKOU, D.; VONTAS, J.; ZIOGAS, B. Biological and molecular characterization of laboratory mutants of *Cercospora beticola* resistant to Qo inhibitors. **European Journal of Plant Pathology**, v. 116, n. 2, p. 155-166, 2006.

MARCUZZO, L. L.; DUARTE, T. S.; FERNANDES, J. M. C.; HILLESHEIN, P. C.; SCHEIDT, B. T. Progresso temporal da cercosporiose da beterraba em diferentes genótipos e épocas de semeadura na primavera. **Summa Phytopathologica**, v. 41, n. 3, p. 219-223, 2015.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants** 2 ed. Academic, Great Britain, 1995. p. 889.

MARTINS, R. V. Etanol de beterraba. **Intr@ciência - Revista Científica**. 2015.

MAUCH-MANI, B.; BACCELLI, I.; LUNA, E.; FLORS, V. Defense *Priming*: An Adaptive Part of Induced Resistance. **Annual Review of Plant Biology**, Palo Alto, v. 68, n. 1, p. 485- 512, 2017.

MEDEIROS, F. H. V.; DA SILVA, J. C. P.; PASCHOLATI, S. F. Controle biológico de doenças de plantas. In: AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIM FILHO, A. **Manual de fitopatologia volume I: princípios e conceitos**. 5. ed. Ouro Fino: Agronômica Ceres Ltda. 5 ed. 2018. p. 261-274.

MELLO, M. R. F.; SILVEIRA, E. B.; VIANA, I. O.; GUERRA, M. L.; MARIANO, R. L. R. Uso de antibióticos e leveduras para controle da podridão-mole em couve-chinesa. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v. 29, n. 1, p. 78-83, 2011.

MELO, E. A.; MARIANO, R. L. R.; LARANJEIRA, D.; SANTOS, L. A.; GUSMÃO, L. O.; SOUZA, E. B. Efficacy of yeast in the biocontrole of bacterial fruit blotch in melon plants. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 40, p. 56-64, 2015.

MENKE, F.; KANG H.; CHEN Z.; PARK J.; KUMAR D.; KLESSIG D. Tobacco transcription factor WRKY1 is phosphorylated by the MAP Kinase SIPK and mediates HR-like cell death in tobacco. **Molecular Plant e Microbe Interactions**, n. 18, p. 1027-1034, 2005.

MENZIES, J.; BOWEN, P.; EHRET, D.; GLASS, A. D. Foliar applications of potassium silicate reduce severity of powdery mildew on cucumber, muskmelon, and zucchini squash. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 117, n. 6, p. 902-905, 1992.

MORANDI, M. A. B.; PAULA JÚNIOR, T. J.; BETTIOL, W.; TEIXEIRA, H. Controle biológico de fungos fitopatogênicos. **Informe Agropecuário**, v. 30, n. 251, p. 73-82, 2009.

OECD/FAO. Organisation for Economic Co-operation and Development/Food and Agriculture Organization. Sugar. In: OECD-FAO Agricultural Outlook 2019-2028. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**, Rome, 2019, p. 154-165.

OLSTORPE, M.; PASSOOTH, V. *Pichia anomala* in grain biopreservation. **Antonie van Leeuwenhoek**, v. 99, n. 1, p. 57-62, 2011.

PASCHOLATI, S. F.; DALIO R. J. D. Fisiologia do Parasitismo: Como as plantas se defendem dos patógenos. In: AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIM FILHO, A. **Manual de fitopatologia volume I: princípios e conceitos**. 5. ed. Ouro Fino: Agronômica Ceres Ltda. 5 ed. p. 424–450. 2018,.

PAULA JUNIOR, T. J.; MORANDI, M. A. B.; ZAMBOLIM, L.; SILVA, M. B. Controle alternativo de doenças de plantas-histórico. In: VENEZON, M; PAULA JUNIOR, T. J. de; PALLINI, A. **Controle Alternativo de Pragas e Doenças**. Viçosa: EPAMIG/CTZM, 2005, p. 135-162.

PEIXOTO, M. L.; MORAES, J. C.; SILVA, A. A.; ASSIS, F. A. Efeito do silício na preferência para oviposição de *Bemisia tabaci* biótipo b (GENN.) (Hemiptera: Aleyrodidae) em plantas de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência e Agrotecnologia**. v. 35, n. 3, p. 478–481, 2011.

PICCININ, E.; DI PIERO, R. M.; PASCHOLATI, S. F. Efeito de *Saccharomyces cerevisiae* na produtividade de sorgo e na severidade de doenças foliares no campo. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 1, p. 5-9, 2005.

POZZA, A. A. A.; ALVES, E.; POZZA, E. A.; CARVALHO, J. G. D.; MONTANARI, M.; GUIMARÃES, P. T.; SANTOS, D. M. Efeito do silício no controle da cercosporiose em três variedades de cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira**, v. 29, n. 2, p. 185-188, 2004.

ŘEZBOVÁ, H.; MANSOOR, M.; ONDŘEJ, Š.; LUBOŠ, S. The economic aspects of sugar beet production. In: SMUTKA, L. **Global and european challenges for food production, agribusiness and the rural economy - Agrarian perspectives XXV**, v. 25, p. 327-335, 2016.

RODRIGUES, F. A.; MCNALLY, D. J.; DATNOFF, L. E.; JONES, J. B.; LABBÉ, C.; BENHAMOU, N.; MENZIES J. G.; BÉLANGER, R. R. Silicon enhances the accumulation of diterpenoid phytoalexins in rice: a potential mechanism for blast resistance. **Phytopathology**, v. 94, n. 2, p. 177-183, 2004.

ROSSI, V.; BATTILANI, P.; CHIUSA, G.; GIOSUE, S.; LANGUASCO, L; RACCA, P. Components of rate-reducing resistance to *Cercospora* leaf spot in sugar beet: Conidiation length, spore yield. **Journal of Plant Pathology**, v. 82, p. 125-131, 2000.

RUIZ-MOYANO, S.; MATÍN, A.; VILLALOBOS, M. A.; CALLE, A.; SERRADILLA, M. J.; CÉRDOBA, M. G.; HERNÁNDEZ, A. Yeasts isolated from figs (*Ficus carica* L.) as biocontrol agents of postharvest fruit diseases. **Food Microbiology**, v. 57, p. 45-53, 2016.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAUJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília-DF: Embrapa, 2018. E-book (ePub).

<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/181677/1/SiBCS-2018-ISBN-9788570358172.epub>

SILVA, D. P. **Meios de cultura e fontes de silício no desenvolvimento *in vitro* de gébera**. 2007. 98 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.

SPADARO, D.; DROBY, S. Development of biocontrol products for postharvest diseases of fruit: the importance of elucidating the mechanisms of action of yeast antagonists. **Trends Food Science & Technology**, v. 47, p. 39–49, 2016.

STAERKEL, C.; BOENISCH, M. J.; KRÖGER, C.; BORMANN, J.; SCHÄFER, W.; STAHL, D. CbCTB2, an O-methyltransferase is essential for biosynthesis of the phytotoxin cercosporin and infection of sugar beet by *Cercospora beticola*. **BMC Plant Biology**, v. 13, n. 1, p. 50, 2013.

STANGARLIN, J. R.; SCHULZ, D. G.; FRANZENER, G.; ASSI, L.; SCHWANESTRADA, K. R. F.; KUHN, O. J. Indução de fitoalexinas em soja e sorgo por preparações de *Saccharomyces boulardii*. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 77, n. 1, p. 91- 98, 2010.

STANGARLIN, J. R.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; CRUZ, M. E. S.; NOZAKI, M. H. Plantas medicinais e controle alternativo de fitopatógenos. **Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, n. 11, p. 16 -21, 1999.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2004.

VALDEBENITO-SANHUEZA, R. M. Leveduras para o biocontrole de fitopatógenos. In: MELO, I. S.; AZEVEDO, J. L. **Controle biológico**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, p. 388, 2000.

VALE, F. X. R.; FERNANDES FILHO, E. I.; LIBERATO, J. R. A software plant disease severity assessment. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF PLANT PATHOLOGY. Christchurch. **Proceedings**. Christchurch: International Society for Plant Pathology. p.105. 2003.

WEILAND, J.; KOCH, G. Sugarbeet leaf spot disease (*Cercospora beticola* Sacc.). **Molecular Plant Pathology**, v. 5, n. 3, p. 157-166, 2004.

WHETZEL, H. H. The terminology of phytopathology. **Proceedings of the International Congress of Plant Science**, Ithaca, v. 2, p. 1204-1215, 1929.

ZANARDO, N. M. T.; PASCHOLATI, S. F.; FIALHO, M. B. Resistência de plântulas de pepineiro a *Colletotrichum lagenarium* induzida por frações de extrato de *Saccharomyces cerevisiae*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 11, p. 1499-1503, 2009.

ZHANG, Z.; CHEN, J.; LI, B.; HE, C.; CHEN, Y.; TIAN, S. Influence of oxidative stress on biocontrol activity of *Cryptococcus laurentii* against blue mold on peach fruit. **Frontiers in Microbiology**, v. 8, p. 1-10, 2017.

ZIEDAN, S. H. E.; FARRAG, E. S. H. Application of yeasts as biocontrol agents for controlling foliar diseases on sugar beet plants. **Journal of Agricultural Technology**, v. 7, n. 6, p. 1789-1799, 2011.