

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO MESTRADO PROFISSIONAL EM DEFESA**  
**AGROPECUÁRIA**

**LUCAS BARBOSA DOS SANTOS**

**USO DE CINZAS COMO NUTRIÇÃO MINERAL E EXTRATOS**  
**DE PLANTAS ESPONTÂNEAS NA PROTEÇÃO VEGETAL E**  
**PRODUÇÃO DE BETERRABAS**

**CRUZ DAS ALMAS – BAHIA**  
**DEZEMBRO – 2023**

**LUCAS BARBOSA DOS SANTOS**

**USO DE CINZAS COMO NUTRIÇÃO MINERAL E EXTRATOS  
DE PLANTAS ESPONTÂNEAS NA PROTEÇÃO VEGETAL E  
PRODUÇÃO DE BETERRABAS**

Bacharel em Agronomia

Universidade Federal do Oeste da Bahia, 2021.

Dissertação apresentada ao Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Defesa Agropecuária da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, como requisito parcial para a obtenção do Título de Mestre Profissional em Defesa Agropecuária, na área de concentração em defesa vegetal.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Flávia Silva Barbosa

Coorientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Antônia Mirian Nogueira de Moura Guerra

**CRUZ DAS ALMAS – BAHIA**

**DEZEMBRO – 2023**

## FICHA CATALOGRÁFICA

S237u	<p>Santos, Lucas Barbosa dos. Uso de cinzas como nutrição mineral e extratos de plantas espontâneas na proteção vegetal e produção de beterraba / Lucas Barbosa dos Santos. _ Cruz das Almas, BA, 2023. 101f.; il.</p> <p>Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Mestrado Profissional em Defesa Agropecuária.</p> <p>Orientadora: Profa. Dra. Flávia Silva Barbosa. Coorientadora: Profa. Dra. Antônia Mirian Noqueira de Moura Guerra.</p> <p>1. Beterraba – Cultivo – Manejo. 2. Beterraba – Nutrição mineral. 3. Produtividade agrícola – Análise. I. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. II. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDD: 635.13</p>
-------	---

Ficha elaborada pela Biblioteca Universitária de Cruz das Almas - UFRB. Responsável pela Elaboração Antonio Marcos Sarmiento das Chagas (Bibliotecário - CRB5 / 1615).

## FOLHA DE APROVAÇÃO

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA - UFRB  
CENTRO DE CIÊNCIAS, AGRÁRIAS AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO MESTRADO PROFISSIONAL EM  
DEFESA AGROPECUÁRIA

### USO DE CINZAS COMO NUTRIÇÃO MINERAL E EXTRATOS DE PLANTAS ESPONTÂNEAS NA PROTEÇÃO VEGETAL E PRODUÇÃO DE BETERRABAS.

Comissão Examinadora da Defesa de dissertação de Mestrado  
LUCAS BARBOSA DOS SANTOS  
Aprovado em: 15 de dezembro de 2023.



Documento assinado digitalmente  
FLAVIA SILVA BARBOSA  
Data: 19/02/2024 08:53:30-0300  
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Flávia Silva Barbosa

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB)

Presidente da banca



Documento assinado digitalmente  
GENEROSA SOUSA RIBEIRO  
Data: 12/03/2024 19:16:45-0300  
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

---

Prof. Dr<sup>ª</sup>. Generosa Sousa Ribeiro

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB)

Examinador Externo



Documento assinado digitalmente  
SUELY XAVIER DE BRITO SILVA  
Data: 11/03/2024 19:55:26-0300  
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

---

Prof. Dr<sup>ª</sup>. Suely Xavier de Brito Silva

Agência de Defesa Agropecuária da Bahia (ADAB)

Examinador Externo

DEDICATÓRIA

## DEDICATÓRIA

Dedico à minha mãe, exemplo de vida, amor e empenho, que nunca mediu esforços para garantir à mim e minha irmã o melhor.

Dedico a Evanildo Borges, pessoa que foi essencial para que iniciasse o mestrado e para que o projeto fosse executado.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pois sem Ele nada disso seria possível.

À minha mãe e minha irmã, que sempre me apoiaram em minhas decisões e mesmo quando dava errado, sempre estavam de braços abertos para me ajudar. Amo vocês!

Às minhas orientadoras Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Flávia Silva Barbosa e a Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Antônia Mirian Nogueira de Moura Guerra, pois aceitaram o trabalho árduo de me orientar durante o projeto e por acreditarem em mim, sempre contribuindo para meu crescimento.

Meus mais sinceros agradecimentos à família Borges, minha família de Barra – BA, por sempre me apoiarem nas minhas decisões, principalmente quando se trata de estudos. Muito obrigado por tudo, Evanildo, Ana Clara, Vanessa, Cleber, Valentini, Bia, Francisco e Emília. Amo vocês!

Aos meus amigos, que sempre estiveram ao meu lado, apoiando e torcendo positivamente para que todas as atividades exigidas pelo mestrado dessem certo. Muito obrigado, Elizangela, Ilma, Mirele, Micaela, Adenilton, Bruna, Suzy, Norma, Emanoela, Kauane, Lica, Maira Machado, Maíra Costa, Vitória Machado, Jackeline e Meury!

Agradeço também ao coordenador do curso de agronomia da FAI (Faculdade Irecê) pelo apoio e parceria, ao professor Torquato Martins. Aos meus alunos e orientandos do GEPAGRO pela parceria na execução do projeto e tantos outros, como: Tailande, Alicia, Deivson, Leonardo, Emerson, David Brenner, Carina, Quele, José, Cássio, Ione, Edmon e Natan.

Muito obrigado a todos vocês!

*“Mas nunca persigas, não atrapalhes, não desconsideres, não menosprezes e nem prejudiques ninguém, porque sofrer é muito diferente de fazer sofrer e a dívida é sempre uma carga dolorosa para quem a contraiu.”*

(Chico Xavier)

## RESUMO

BARBOSA DOS SANTOS, Lucas. **Uso de cinzas como nutrição mineral e extratos de plantas espontâneas na proteção vegetal e produção de beterrabas.**

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2023.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Flávia Silva Barbosa

Coorientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Antônia Mirian Nogueira de Moura Guerra

Herbívoros, fitopatógenos e plantas espontâneas sempre foram vistos como um problema na agricultura. Contudo, pesquisas demonstram que são sinalizadores de equívocos no manejo da cultura. Verifica-se potencial das plantas espontâneas no manejo agrícola e nos segmentos das indústrias farmacêuticas e alimentícias. Essas plantas são reconhecidas como indicadores e benéficas para as condições do solo, de maneira que a implementação de práticas adequadas de manejo podem beneficiar a cultura, protegendo-a contra herbívoros, pragas e fitopatógenos. Objetiva-se com este trabalho avaliar a eficiência de cinzas e de extratos de plantas espontâneas como protetores vegetais na cultura da *Beta vulgaris esculenta*. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, em delineamento inteiramente casualizado, com oito tratamentos e cinco repetições, totalizando 40 parcelas experimentais. Os tratamentos avaliados foram compostos pela combinação de cinza vegetal, composto de esterco (esterco bovino) e solo na base de volume conhecido, solo como substrato, no qual constituiu a testemunha. A semeadura foi realizada diretamente em vasos do tipo floreiras retangulares (dimensões: 50cm x 17cm x 20cm - 17L), na densidade de 5 mudas/vaso. Os tratamentos T2 e T7 demonstraram um aumento significativo na Massa Fresca de Parte Aérea (MFPA), enquanto T4 e T7 se destacaram na Massa Seca de Parte Aérea (MSPA) com a presença de cinzas da planta espontânea *Sida cordifolia*. O tratamento T8 mostrou potencial para aumentar a produção de raízes comestíveis, apresentando a maior Massa Fresca de Raiz (MFR). Além disso, os tratamentos T3 e T7 evidenciaram um maior diâmetro de raiz (DR), indicando características favoráveis para o cultivo de beterrabas. Os resultados sugerem que os tratamentos que envolveram a aplicação de cinzas e extratos de plantas espontâneas tiveram impactos significativos em várias características da cultura da beterraba, sobretudo o tratamento com base na espécie *Sida cordifolia*.

**PALAVRAS-CHAVE:** Beterraba; *Sida cordifolia*; *Heliotropium indicum* L.; Olerícolas.

## ABSTRACT

BARBOSA DOS SANTOS, Lucas. **Use of ash as mineral nutrition and spontaneous plant extracts in plant protection and beet production.** Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2023.

Advisor: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Flávia Silva Barbosa

Co-Advisor: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Antônia Mirian Nogueira de Moura Guerra

Herbivores, phytopathogens and spontaneous plants are always seen as a problem in agriculture, but research shows that they are a sign of mistakes in crop management. Spontaneous plants have potential in agricultural management and in the pharmaceutical and food industries. These plants are recognized as indicators and beneficial for soil conditions, so the implementation of appropriate management practices can benefit the crop, protecting it from herbivores, pests and phytopathogens. The aim of this study was to evaluate the efficiency of ash and spontaneous plant extracts as plant protectants in the *Beta vulgaris esculenta* crop. The experiment was conducted in a greenhouse, in a completely randomized design, with eight treatments and five replications, totalling 40 experimental plots. The treatments evaluated were made up of a combination of vegetable ash, manure compost (cattle manure) and soil at the base of a known volume, soil as the substrate, which constituted the control. The seeds were sown directly into rectangular flower pots (dimensions: 50cm x 17cm x 20cm - 17L), at a density of 5 seedlings/pot. Treatments T2 and T7 showed a significant increase in Aerial Part Fresh Mass (APFM), while T4 and T7 stood out in Aerial Part Dry Mass (APDM) with the presence of ash from the spontaneous plant *Sida cordifolia*. Treatment T8 showed potential for increasing the production of edible roots, with the highest Fresh Root Mass (FRM). In addition, treatments T3 and T7 showed a greater root diameter (RD), indicating favorable characteristics for growing beets. The results suggest that the treatments involving the application of ash and spontaneous plant extracts had significant impacts on various characteristics of the beet crop, especially the treatment based on the *Sida cordifolia* species.

**KEYWORDS:** Beetroot; *Sida Cordifolia*; *Heliotropium indicum L.*; Vegetable crops.

## LISTA DE FIGURAS

	Página
<b>Figura 1</b> – Presença do percevejo asa-preta-da-soja ( <i>Edessa meditabunda</i> ) em beterrabas.....	88
<b>Figura 2</b> – Presença da cochonilha branca ( <i>Planococcus citri</i> ) em beterrabas.....	88
<b>Figura 3</b> – Presença da Lagarta-rosca ( <i>Agrotis ípsilon</i> ) em beterrabas.....	89
<b>Figura 4</b> – Beterrabas em vasos com tratamento 1 (T1 – testemunha) e demais tratamentos, 30 DAP (dias após plantio).....	90
<b>Figura 5</b> – Beterrabas do tratamento 8 (Solo + cinzas ( <i>Sida cordifolia</i> ) + extrato aquoso ( <i>Sida cordifolia</i> ).....	94
<b>Figura 6</b> – Presença da Cercosporiose ( <i>Cercospora beticola</i> ) em beterrabas do tratamento 2 e tratamento 7.....	94

## LISTA DE QUADROS E TABELAS

	Página
<b>Tabela 1</b> - Composição dos substratos utilizados no experimento para produção de <i>Beta vulgaris esculenta</i> .....	40
<b>Tabela 2</b> - Atributos químicos do solo utilizado no experimento, antes da aplicação dos tratamentos.....	45
<b>Tabela 3</b> - Atributos químicos das cinzas de Crista-de-galo ( <i>Heliotropium indicum</i> L.) utilizado no experimento.....	51
<b>Tabela 4</b> - Atributos químicos das cinzas de Malva branca ( <i>Sida cordifolia</i> ) utilizado no experimento.....	51
<b>Tabela 5</b> – Rendimento de cinzas de plantas espontâneas Malva branca ( <i>Sida cordifolia</i> ) e Crista-de-galo ( <i>Heliotropium indicum</i> L.).....	52
<b>Tabela 6</b> – Intervalos de confiança para proporção de plantas com insetos pragas ( $\alpha=0,05$ ).....	53
<b>Tabela 7</b> – Tratamentos e variáveis analisadas (Massa Fresca da Parte Aérea (MFPA) em g planta <sup>-1</sup> ; Massa Seca da Parte Aérea (MSPA) em g planta <sup>-1</sup> ; Massa Fresca da Raiz (MFR) em g; Diâmetro Transversal da Raiz (DTR) em mm; Comprimento da Raiz (CR) em cm; Número de Folhas (NF); Sólidos Solúveis Totais (SST) em graus Brix; Acidez Titulável Total (ATT) em porcentagem) no cultivo de raízes de beterrabas sob uso de cinzas e extratos de plantas espontâneas.....	45
<b>Tabela 8</b> - Análise de variância para Massa Fresca da Parte Aérea (MFPA); Massa Seca da Parte Aérea (MSPA); Massa Fresca da Raiz (MFR); Diâmetro Transversal da Raiz (DTR); Comprimento da Raiz (CR); Sólidos Solúveis Totais (SST) e Acidez Titulável Total (ATT).....	57
<b>Tabela 9</b> - Tempo de cozimento em respostas aos tratamentos testados.....	58
<b>Tabela 10</b> - Tempo de cozimento em respostas aos dias de tratamento.....	59

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ATT – Acidez Titulável Total

BA – Bahia

Ca – Cálcio

Cal – Calorias

CATI – Coordenadoria de Assistência Técnica Integrada

cm – Centímetros

CR – Comprimento da Raiz

Cu – Cobre

DAE – Dias Após Emergência

DTR – Diâmetro Transversal da Raiz

ESALQ – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz

*et al.* – e outros

EUA – Estados Unidos da América

FAI – Faculdade de Irecê

Fe – Ferro

g – Gramas

H – Hidrogênio

h – hora

ha – Hectare

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

K – Potássio

kg – Quilograma

L – Litros

m – Metros

MFPA – Massa Fresca da Parte Aérea

MFR – Massa Fresca da Raiz

Mg – Magnésio

mg – miligramas

MG – Minas Gerais

mL – Mililitros

mm – Milímetros

Mn – Manganês

Mo – Molibdênio

MSPA – Massa Seca da Parte Aérea

N – Nitrogênio

N - Normal

Na – Sódio

NF – Número de Folhas

O – Oeste

O – Oxigênio

P – Fósforo

ppm – Partes Por Milhão

S – Sul

SST – Sólidos Solúveis Totais

t – Toneladas

UI – Unidade Internacional

Zn – Zinco

## LISTA DE SÍMBOLOS

°C – Graus Celsius

% – Porcentagem

° - Graus

' – Minutos

\$ - Cifrão

## SUMÁRIO

	Página
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	15
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	19
2.1 GERAL .....	19
2.2 ESPECÍFICOS .....	19
<b>3 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	20
3.1 CARACTERIZAÇÃO DO TERRITÓRIO DE IRECÊ E SUA AGRICULTURA.....	20
3.2 TEORIA DA TROFOBIOSE.....	23
3.3 ADUBAÇÃO E NUTRIÇÃO DA CULTURA.....	25
3.4 CULTIVO DE BETA ESCULENTA.....	26
3.5 CARACTERÍSTICAS GERAIS DE <i>Beta vulgaris esculenta</i> .....	28
3.6 PRAGAS DA CULTURA.....	29
3.6.1 Cigarrinha ( <i>Agallia albidula</i> ).....	29
3.6.2 Lagarta-rosca ( <i>Agrotis ípsilon</i> ).....	29
3.6.3 Lagarta-elasma ( <i>Elasmopalpus lignosellus</i> ).....	30
3.6.4 Vaquinha ( <i>Diabrotica speciosa</i> e <i>Epicauta atomaria</i> ).....	30
3.6.5 Pulgão ( <i>Aphidoidea</i> ).....	31
3.6.6 Fede-fede ( <i>Nezara viridula</i> ).....	32
3.6.6 Traça-das-crucíferas ( <i>Plutella xylostella</i> ).....	32
3.7 DOENÇAS DA CULTURA.....	32
3.7.1 Mancha de cercospora ( <i>Cercospora beticola</i> Sacc.).....	33
3.7.2 Tombamento ( <i>Fusarium</i> spp., <i>Pythium</i> spp., <i>Rhizoctonia solani</i> ).....	34
3.7.3 Podridão branca ou podridão de Sclerotium ( <i>Sclerotium rolfsii</i> Sacc.).....	35
3.7.4 Mancha de alternaria ( <i>Alternaria tenuis</i> ).....	35
3.7.5 Mancha de phoma ( <i>Phoma betae</i> . Frank).....	36
3.7.6 Murcha bacteriana ( <i>Pseudomonas solanacearum</i> ).....	36
3.7.7 Mancha bacteriana da folha ( <i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>Betae</i> ).....	36
3.8 NEMATOIDES NA CULTURA ( <i>Meloidogyne</i> Spp; <i>Aplelenchus avenae</i> ; <i>Helicotylenchu dihystra</i> spp.).....	37
3.9 PLANTAS ESPONTÂNEAS NO CULTIVO DE BETERRABA.....	38

3.9.1 Plantas espontâneas.....	38
3.9.2 Metabolismo secundário das plantas.....	39
3.9.3 Malva branca ( <i>Sida cordifolia</i> L.).....	40
3.9.4 Crista de galo ( <i>Heliotropium indicum</i> l).....	40
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	41
4.1 CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO.....	44
4.2 OBTENÇÃO DAS CINZAS E EXTRATOS DE <i>Sida cordifolia</i> e <i>Heliotropium indicum</i> L.....	44
4.3 AVALIAÇÕES.....	45
4.4 ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	47
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	51
<b>6 CONCLUSÃO</b> .....	62
<b>7 REFERÊNCIAS</b> .....	63
<b>ANEXOS</b> .....	64
<b>APÊNDICES</b> .....	91

## 1 INTRODUÇÃO

A produção de alimentos tem desencadeado inúmeras adversidades, dentre elas o surgimento de pragas, doenças, intempéries climáticas, plantas espontâneas, infertilidade do solo e necessidades de constantes adubações de solo, entre outros (SILVA *et al.*, 2013a; FELDENS, 2018). Tais contextos favorecem o uso de defensivos sintéticos, muitas vezes em excesso, fato que inclusive compromete a eficiência destes produtos, uma vez que se aumenta o número de aplicações ou doses erradas, agrava o problema de contaminação dos produtos agrícolas e, conseqüentemente, do meio ambiente e também eleva os custos de produção (SOARES, 2010).

Insetos-praga, fitopatógenos e plantas espontâneas desenvolvem resistência e desencadeiam novos prejuízos ao cultivo (SILVA *et al.*, 2013b). Dentre as adversidades, verifica-se que plantas espontâneas, uma vez instaladas na área do cultivo, tornam-se competidoras ativas por água e nutrientes (SCHMITT, 2018). Além dessa denominação, essas espécies vegetais também são chamadas de plantas daninhas, mato (SILVA *et al.*, 2021), plantas indesejáveis (PELLEGRINI *et al.*, 2007), plantas infestantes (CARVALHO, 2013), hortaliças não-convencionais (M.A.P.A. DO BRASIL, 2010) e até mesmo PANCs – Planta Alimentícia Não-Convencional (KINUPP, 2007).

Segundo Trindade *et al.* (2022), as plantas espontâneas quando conhecidas e manejadas adequadamente podem ser úteis, uma vez que a presença dessas plantas pode representar o começo de uma recuperação de área degradada por ações antrópicas, já que são as pioneiras no surgimento de plantas nessas áreas modificadas, sendo, portanto, importantes componentes na sua recuperação. Além disso, alguns estudos científicos têm confirmado o potencial destas plantas no manejo agrícola e nos segmentos das indústrias farmacêuticas e alimentícias, apesar da atribuição negativa às plantas espontâneas (FAVERO *et al.*, 2000). No manejo agrícola, muitas delas podem proteger a superfície do solo contra a erosão pela cobertura foliar e pelas raízes; atuar na ciclagem de nutrientes; melhorar a estrutura física e química dos solos a partir da ação radicular e da deposição de matéria orgânica em maiores profundidades; funcionar como repelente ou atrativa para certos insetos e nematoides; reduzir a ação de insetos-praga nos sistemas, e ainda podem funcionar como indicadoras de algumas características físicas e químicas do solo,

além de fornecer matéria-prima para a apicultura (MARQUES *et al.*, 2013).

Qasem (1992), examinou o acúmulo de nutrientes por plantas espontâneas, comparando-as com feijoeiro e tomateiro, no qual as espécies estudadas apresentaram, na parte aérea maiores teores de N, P e K do que as cultivadas; apresentaram, também, maiores teores de Mg que o feijoeiro, corroborando com os resultados obtidos por Parylak (1994), que identificou maior teor de nutrientes em espontâneas do que em triticales, duas vezes para N e P, três vezes para Ca e cinco vezes para K.

Espécies espontâneas podem favorecer às plantas cultivadas de forma muito semelhante aos plantios de cobertura e, com frequência, preenchem as mesmas funções ecológicas (TELES, 2013). A maioria desses benefícios vêm do fato que, ecologicamente, são espécies pioneiras, que invadem habitats abertos ou perturbados e, por meio de suas relações ecológicas, iniciam o processo de sucessão vegetal na direção de comunidades mais complexas (MARQUES *et al.*, 2013).

Em um agroecossistema as plantas espontâneas aumentam a biodiversidade por meio dos mecanismos de interação ecológica, que tendem a reduzir os custos com os insumos externos, o que resulta em aumento da renda do agricultor e melhorias ao meio ambiente (CORREA *et al.*, 2014). Tais benefícios podem ser atrelados, por exemplo, à proteção fitossanitária (doenças, insetos e nematóides) e indicação de condições do solo, como deficiência ou excesso de nutrientes, presença de matéria orgânica, compactação, impermeabilidade, acidez e fertilidade do solo (COSTA & SILVA, 2021).

Uma das formas de uso das plantas espontâneas é a elaboração de extratos vegetais e adubos alternativos para produção agrícola que atuam na sanidade da planta (TIECHER, 2016; SANTOS *et al.*, 2013a). Tal fato vai de encontro com a teoria da trofobiose, reforçando que a suscetibilidade das plantas às pragas (doenças e insetos) é em função da existência de fatores nutricionais em seus tecidos (CHABOSSOU, 2006).

Saber manejar as plantas espontâneas é fator de suma importância em cultivos de olerícolas para otimizar a produtividade (SEDIYAMA *et al.*, 2010), uma vez que podem promover o sombreamento, ciclagem de nutrientes, cobertura de solo e até

mesmo incorporação de calcário e proteção do solo contra a erosão (PARTELLI *et al.*, 2010; MEDA *et al.*, 2002). Entretanto, sem o devido manejo, a presença dessas plantas em áreas de cultivo pode acarretar perdas significativas na produção, uma vez que há competição por recursos (água, luz e nutrientes) entre as plantas, sobretudo na cultura da beterraba, que possui um porte baixo, o que favorece o crescimento de plantas espontâneas (HENRY *et al.*, 2006; SEDIYAMA *et al.*, 2010; PARTELLI *et al.*, 2010).

Uma das olerícolas de grande importância no Brasil é a beterraba (*Beta vulgaris esculenta*) pertencente à família Quenopodiaceae, originária das regiões de clima temperado da Europa e do Norte da África (TIVELLI *et al.*, 2011). A cultura da beterraba torna-se importante para um grande número de pequenas e médias propriedades dos cinturões verdes, que possuem uma diversidade de cultivos de hortaliças, apesar de não estar entre as hortaliças de maior valor econômico (CORRÊA *et al.*, 2014). Entretanto, nos últimos anos, houve expansão para novas fronteiras agrícolas mais distantes dos centros consumidores, por permitir transporte a longas distâncias, como tem ocorrido no triângulo mineiro, São Gotardo - MG e em Irecê - BA, onde o custo de produção é menor e o clima mais estável (CARDOSO, 2008).

Segundo dados do Censo agropecuário (IBGE, 2017a), a produção nacional de beterraba alcançou 134.969 toneladas, atingindo um total de R\$ 94.379,00 no valor de produção, com destaque para os estados de São Paulo (32.110 toneladas), Minas Gerais (28.828 toneladas), Rio Grande do Sul (18.688 toneladas), Paraná (14.436 toneladas) e Bahia (14.094 toneladas). Na região do nordeste brasileiro, o estado da Bahia sobressai quando comparado aos demais na produção desta cultura, onde os maiores produtores são Lapão – BA (5.499 toneladas), Ibititá – BA (2.499 toneladas) e Canarana – BA (1.387 toneladas), verificando-se o Território de Irecê como a região mais promissora, alcançando 12.179 toneladas da raiz e dentre os municípios (IBGE, 2017b).

Todavia, a influência predominante no desenvolvimento da beterraba e de grandes produtividades decorre da incidência de inseto praga, fitopatógenos e nematóides, exemplificados pela *Agallia albidula*, *Cercospora beticola* Sacc. e *Meloidogyne* Spp, respectivamente. Com o intuito de prevenir a presença desses

organismos no cultivo de beterraba, esta pesquisa teve como objetivo principal promover a proteção vegetal, através da adubação com cinzas de plantas espontâneas e extratos de plantas espontâneas, apresentando-se como métodos ecológico de manejo dessas plantas.

## 2.0 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar a eficácia do emprego de cinzas provenientes de plantas espontâneas como fertilizante orgânico na cultura de *Beta vulgaris esculenta*, em conjunto com a aplicação de extratos botânicos de plantas espontâneas, visando aprimorar a proteção vegetal.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Verificar o potencial de cinzas de plantas espontâneas como fonte nutricional protetivo na cultura da beterraba;
- Identificar se as plantas espontâneas *Heliotropium indicum* L. e *Sida Cordifolia* possuem potencial biocida, por meio de extratos que sejam capazes de afetar herbívoros pragas e fitopatógenos;
- Verificar se associação de cinzas e extratos vegetais de plantas espontâneas beneficiam a cultura da beterraba quanto ao desenvolvimento;
- Verificar qual das espécies de plantas espontâneas é melhor no controle de pragas e doenças, quando comparadas entre si.

### 3.0 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DO TERRITÓRIO DE IRECÊ E SUA AGRICULTURA

O território de Irecê, situado na região centro-norte do estado da Bahia, abrange uma área de 26.638,40 km<sup>2</sup> e está inserido na zona do semiárido baiano. Suas fronteiras incluem o território do Velho Chico a oeste, o território da Chapada Diamantina ao sul e o território Piemonte da Diamantina a leste. As principais vias de acesso são as rodovias BA 052, conhecida como estrada do feijão, responsável por grande parte do escoamento da produção agrícola regional e pela integração com o restante do estado, além das BA 131, BA 160 e BA 432 (PTDRS, 2017).

O território é composto por 20 municípios, originados de desmembramentos de Irecê, Central, Xique-Xique e Morro do Chapéu. Os municípios atuais são: América Dourada, Barra do Mendes, Barro Alto, Cafarnaum, Canarana, Central, Gentio do Ouro, Ibipeba, Ibititá, Ipupiara, Irecê, Itaguaçu da Bahia, João Dourado, Jussara, Lapão, Mulungu do Morro, Presidente Dutra, São Gabriel, Uibaí e Xique-Xique. Aproximadamente 10 destes municípios circundam Irecê, considerado o núcleo dinâmico do território por abrigar instituições bancárias, universidades, hospitais de média complexidade, entre outros serviços (CODESP, 2010).

Os municípios do território compartilham características sociais, ambientais, econômicas e culturais semelhantes. Estas áreas apresentam atividades de mineração, pecuária extensiva, agricultura de subsistência e, a partir da década de 1970, com a Revolução Verde, testemunham a transição para uma agricultura comercial, capitalizada e modernizada, caracterizada pelo uso intensivo de tecnologias e agroquímicos (PTDRS, 2017).

Segundo o último Censo Demográfico realizado em 2010, o Território de Identidade de Irecê apresentava uma população de 402,8 mil habitantes e uma extensão territorial de 26,7 mil quilômetros quadrados naquele ano. Destacam-se como os municípios mais densamente povoados do território Irecê, com uma população de 66.181 mil habitantes, Xique-Xique com 45.536 mil habitantes e Morro do Chapéu com 35.164 mil habitantes. Em contraste, nenhum dos demais municípios apresentava uma população superior a 30 mil habitantes (IBGE, 2010).

A agricultura desempenha um papel crucial na vida de um país, especialmente no Brasil, servindo como alicerce para o abastecimento alimentar da população e como fonte primária de matéria-prima para as indústrias. Nos moldes atuais e dada a complexidade de suas interações com outros setores econômicos, a atividade agrícola continua a crescer constantemente (CARVALHO *et al.*, 2019).

No contexto dos Territórios de Identidade na Bahia, o Território de Irecê, nas décadas de 70 a 90, experimentou o auge da produção de feijão, destacando-se, em particular, a cidade de Irecê, considerada o centro comercial do território. A cultura do feijão desempenhou historicamente um papel crucial no desenvolvimento da região, tornando-se a exploração agrícola mais significativa, dadas as características adaptativas da cultura às condições climáticas locais, a crescente demanda pelo produto, a viabilidade de cultivo em diversas propriedades rurais nos municípios e sua natureza orientada para o mercado. Além disso, o feijão representou a principal fonte de renda para pequenos, médios e grandes agricultores na região (CODESP, 2010).

No entanto, esse cultivo enfrentou declínio devido à intensa exploração do solo na região circundante, principalmente nas áreas do Platô Cárstico de Irecê. A compactação do solo, a proliferação de pragas, a diminuição do volume de água no aquífero devido ao uso intensivo para irrigação e a subsequente descapitalização dos agricultores foram alguns dos problemas ambientais observados no recorte espacial estudado durante o apogeu do cultivo do feijão (NEPOMUCENO, 2014).

Com a diminuição da plantação de feijão, os produtores rurais abriram espaço para outras culturas, elevando o território a um novo patamar, especialmente no cultivo de hortaliças, tanto irrigadas quanto em áreas de sequeiro, com destaque para a cultura da cebola. Em 2019, o território teve uma área plantada de aproximadamente 3.100 hectares, colhendo no mesmo ano 2.850 hectares, resultando em uma perda de produção. Contudo, no ano seguinte, houve uma melhoria, com uma área plantada de 3.637 hectares e colheita total do que foi produzido (IBGE, 2023).

Na Bahia, em 2019 e 2020, foram produzidas aproximadamente 242.807 e 224.803 toneladas de cebola, respectivamente. Do total, o Território de Irecê contribuiu com 51,8% e 59,9% (IBGE, 2021). Entre os 20 municípios do Território, Carfanaum, Canarana e João Dourado se destacaram na produção, registrando

valores acima de 20 mil toneladas. Além da cebola, há uma produção expressiva de tomate, beterraba, cenoura e abóbora.

Em 2019, a produção de tomate atingiu cerca de 43.559 toneladas, aumentando para 45.540 toneladas no ano seguinte, representando um aumento de 1,5%, com destaque para os municípios de América Dourada, Canarana e Ibititá. A cenoura também se tornou uma das principais culturas de hortaliças no território, com Irecê e João Dourado se destacando como grandes produtores, competindo com polos significativos como São Gotardo (MG). A produção de abóbora (moranga ou jerimum) está em ascensão, conforme indicado no último censo agropecuário do IBGE (2017a), que registrou a produção de 5 toneladas do fruto, com tendências de aumento. Conforme o censo de 2017b, a produção de beterraba no Território de Identidade de Irecê alcançou aproximadamente 1.362 toneladas da raiz, sendo distribuída entre os municípios circunvizinhos ao município de Irecê.

A olericultura no Território emerge como uma das atividades mais significativas e promissoras para a economia local, aliada a outros cultivos. A vocação agrícola da região destaca-se notavelmente, indicando o território de Irecê como um importante polo agrícola, com potencial para expansão de áreas e produções substanciais nas áreas de fruticultura, mandiocultura e grãos (feijão, sorgo, milho e mamona).

Na fruticultura, a banana (cacho) destaca-se, alcançando, nos anos de 2019 e 2020 as marcas de 28.528 e 29.487 toneladas, respectivamente, no Território. Ibipeba lidera essa produção, sendo responsável por aproximadamente 90% desses valores. Outra cultura que tem apresentado produção expressiva é a melancia, registrando quantidades de 3.190 e 3.290 toneladas nos anos de 2019 e 2020, com a maior contribuição proveniente do município de Xique-Xique (IBGE, 2021).

A produção agrícola no Território de Identidade de Irecê está experimentando um crescente interesse tanto por parte dos agricultores quanto dos consumidores em práticas agroecológicas, com uma sólida base na agricultura orgânica. Neste sentido, surgiu o Núcleo Raízes do Sertão, que resultou de ações que envolvem agricultores e entidades locais, tornando-se parte integrante da primeira Organização Participativa de Avaliação de Conformidade Orgânica (OPAC) na Bahia, denominada Rede Povos da Mata. Este Organismo Participativo de Avaliação da Conformidade (OPAC), é

essencial para a participação no Sistema Participativo de Garantia (SPG), e é responsável pela emissão do selo de certificação orgânica – SisOrg (RAPM, 2017). Os agricultores da OPAC seguem as diretrizes estabelecidas pelo Ministério de Agricultura e Abastecimento, conforme a legislação 10.831 que regula as normas para a produção orgânica (MAPA, 2022).

A formação do Núcleo Raízes do Sertão foi iniciada antes mesmo da aprovação da documentação da OPAC da Rede pelo MAPA, sendo possível graças à colaboração entre a Superintendência Baiana de Assistência Técnica e Extensão Rural (BAHIATER), os agricultores orgânicos do Território de Identidade de Irecê e a Universidade do Estado da Bahia - UNEB Campus XVI. A BAHATER estabeleceu contato inicial com a Rede Povos da Mata, informando sobre a presença significativa de agricultores orgânicos capacitados em Irecê, que já estavam ativos na produção e comercialização de seus produtos (REINALDO FILHO, 2020). Vale ressaltar que, com o passar dos tempos, aumentou-se a existência de feiras orgânicas no Território, sendo a do município de Irecê a maior, recebendo produtores de todos os municípios para comercializar seus produtos.

### 3.2 TEORIA DA TROFOBIOSE

A Teoria da Trofobiose foi elaborada pelo biólogo francês Francis Chaboussou, que trilhou carreira científica no período de 1933 a 1976 na Estação de Zoologia do Centro de Pesquisas Agrônomicas de Bordeaux e em 1970 publicou sua principal obra, denominada “Plantas doentes pelo uso de agrotóxicos” (TRAÇA, 2021). A palavra “Trofobiose” significa existência da vida em função do alimento, onde “trofo” (grego “*trofé*”) significa alimento, crescimento e “biose” (derivada do grego “*biosis*”) a existência da vida (CHABOUSSOU, 2006).

Essa teoria considera que todo o processo vital se encontra sob a dependência da satisfação das necessidades do organismo vivo, seja ele vegetal ou animal, ou seja, a planta ou algum órgão específico da mesma, somente será atacado por um inseto, ácaro, nematóide, fungo ou bactéria, em níveis de danos econômicos, à medida que seu estado bioquímico corresponda às exigências tróficas do parasita em questão (SOUZA, 2015).

Chaboussou conduziu pesquisas que exploraram a conexão entre o estado bioquímico das plantas e sua capacidade de resistir a agressores, concluindo que a susceptibilidade das plantas a pragas e doenças está intrinsecamente relacionada à presença de fatores nutricionais nos tecidos vegetais (SOUZA, 2015). De acordo com a Teoria da Trofobiose, a vulnerabilidade de organismos vegetais à infestação por pragas e doenças ocorre quando há um excesso de aminoácidos livres e açúcares redutores no sistema metabólico (POLITO, 2006). O equilíbrio entre o estado nutricional e a resistência fisiológica das plantas contribui para a sustentabilidade do agroecossistema (VILANOVA & JÚNIOR, 2009), uma vez que compostos solúveis encontrados nos vacúolos celulares, incluindo aminoácidos e glicídios redutores, desempenham um papel fundamental nesse processo com capacidade de possibilitar manejos agroecológicos do sistema agrário (CHABOUSSOU, 2006; SOUZA, 2015).

Estudos científicos têm revelado que a maioria dos insetos e ácaros fitófagos são dependentes de compostos solúveis encontrados na seiva das plantas ou no citossuco, incluindo aminoácidos livres e açúcares redutores, visto que sua capacidade de hidrolisar proteínas em aminoácidos é limitada. (ALVES *et al.*, 2001). Com base na associação entre o estado nutricional da planta e sua capacidade de resistência às doenças, Dufrenoy (1936) formulou a hipótese de que qualquer condição desfavorável ao crescimento celular tem o potencial de induzir o acúmulo de compostos solúveis não metabolizados, como açúcares e aminoácidos, resultando na redução da resistência da planta a ataques de pragas e doenças.

Alguns adubos minerais solúveis, especialmente os nitrogenados, como também agrotóxicos orgânicos sintéticos, quando absorvidos pelas plantas, podem interferir na fisiologia do vegetal, reduzindo a proteossíntese e acumulando aminoácidos livres e açúcares redutores, utilizáveis pelas pragas e agentes fitopatogênicos (ALVES *et al.*, 2001).

Na agricultura sustentável, a abordagem para controlar pragas e doenças se concentra no equilíbrio nutricional das plantas, fortalecendo a resistência por meio de um balanceamento energético e metabólico (PINHEIRO & BARRETO, 1996; MEDEIROS, SANTOS & BARBOSA, 2007). Isso resulta no aumento da utilização de estratégias fitoprotetoras, como entomopatógenos e extratos vegetais, além da

aplicação de fertilizantes e estimulantes de crescimento, como formulações tradicionais e biofertilizantes líquidos (POLITO, 2001).

O emprego de produtos que contenham microrganismos e seus metabólitos vem sendo amplamente difundido (BELINATO *et al.*, 2019). Alves e colaboradores (2001) enfatizam que além de funcionarem como indutores de resistência, atuam como promotores de crescimento (equilíbrio nutricional) e como protetores da planta, a exemplo dos entomopatógenos e fermentados microbianos (biofertilizante líquido).

Os biofertilizantes enriquecidos podem ser feitos com qualquer tipo de matéria orgânica fresca. Na maioria das vezes, utilizam-se esterco, mas também podem ser usados apenas restos vegetais (LEITE *et al.*, 2006). O biofertilizante pode ser enriquecido com alguns minerais, oriundos de cinzas ou rochas finamente moídas, assim como de restos das plantas espontâneas (GUAZZELLI *et al.*, 2019). Além de serem utilizados tanto no solo como também em pulverizações foliares, sendo muito eficazes para o controle de diversas enfermidades, por propiciar à planta um funcionamento fisiológico mais harmônico e equilibrado (GUAZZELLI *et al.*, 2007).

### 3.3 ADUBAÇÃO E NUTRIÇÃO DA CULTURA

A cultura da beterraba apresenta um crescimento intenso nos primeiros 80 dias após a semeadura, sendo que tanto a parte aérea como a raiz continuam a crescer até o final do ciclo (MARTINS & JORGE, 2018). A absorção de nutrientes é contínua dos 40 dias até a colheita, com maior intensidade a partir dos 60 dias após a semeadura (TIVELLI *et al.*, 2011).

No estado da Bahia, em modo geral, predominam solos de baixa fertilidade cujo aproveitamento racional, seja em zonas já trabalhadas ou em áreas de expansão da fronteira agrícola, dificilmente será conseguido sem o emprego de fertilizantes e corretivos (CORREA & MORAES, 2001). Para a utilização adequada desses insumos, são necessários o conhecimento da fertilidade do solo e um respaldo da pesquisa sobre a nutrição mineral das espécies cultivadas, diagnose nutricional, seleção e calibração de métodos analíticos que, com informações de cunho econômico,

possibilitem a recomendação técnica adequada da adubação e calagem (MENDES, 2007).

Segundo Granjeiro *et al.* (2007), ao estudarem o acúmulo e exportação de nutrientes pela cultura da beterraba, constaram que a maior demanda de nutriente ocorre no período de 50 a 60 DAS (Dias Após a Semeadura) para N e Mg, 30 a 50 DAS para P, 30 a 40 para K e 40 a 50 DAS para Ca, com máximo acumulado de N (558,3 mg/planta), P (30,67 mg/planta), K (538,0 mg/planta), Ca (100,24 mg/planta) e Mg (252,37 mg/planta) e as quantidades totais de N, P, K, Ca e Mg exportadas pelas raízes foram de 88,0; 6,1; 93,2; 12,1 e 16,8 kg/ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

Para produtividades entre 20 - 65 toneladas por hectare, de raízes e folhas, Tivelli *et al.* (2011), identificaram as seguintes quantidades de nutrientes extraídas pela beterraba: macronutrientes em kg.ha<sup>-1</sup>: N = 78 a 275; P = 18 a 40 (ou seja, 41 a 92 de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>); K = 83 a 476 (ou seja, 100 a 571 de K<sub>2</sub>O); Ca = 20 a 74; Mg = 27 a 62. Quanto aos micronutrientes, os trabalhos realizados no Brasil e no Exterior são mais escassos. Em trabalho executado por Sedyama *et al.* (2011), pode-se constatar a exportação de micronutrientes (em g.ha<sup>-1</sup>) pelas raízes quando se considerando uma população de 400.000 plantas.ha<sup>-1</sup> de beterraba: B = 250; Cu = 74; Fe = 435; Mn = 320; e Zn = 371.

Dentre os macronutrientes deve ser destacado o nitrogênio que contribui para o aumento da produtividade da beterraba por promover a expansão foliar e o acúmulo de massa (TRANI *et al.*, 2013). Observa-se na literatura a existência de diferenças significativas nas quantidades de N recomendadas para a beterraba de mesa e essas diferenças se devem às diversas exigências nutricionais das cultivares utilizadas, densidades de plantio e também aos diversos tipos de solo e clima (TIVELLI *et al.*, 2011).

O manejo adequado da fertilização nitrogenada é importante do ponto de vista ambiental, visto que o nitrogênio é um dos nutrientes mais facilmente lixiviados (REETZ, 2017).

Quanto aos micronutrientes, o boro (B) se destaca por afetar diretamente na qualidade da beterraba e a aplicação de doses (via foliar ou via solo) diminuem a incidência de lesões nas raízes, além de ser rapidamente absorvido pela parte aérea,

chegando a atingir 50% absorção próximo de duas horas e meia após a aplicação (GONDIM, 2009). O boro, juntamente com o zinco (Zn) desempenham papéis cruciais no desenvolvimento e crescimento das plantas cultivadas. Eles são essenciais como componentes estruturais das paredes celulares (B) e das membranas celulares (B, Zn), além de servirem como ativadores de enzimas vitais (Zn) (KIRKBY & RÖMHELD, 2007). Por outro lado, o molibdênio (Mo) tem sido indicado para aplicação foliar em cultivos, alegadamente para facilitar o metabolismo do nitrogênio, estando associado à ativação de enzimas importantes, como: a nitrogenase e a redutase do nitrato (MARSCHNER, 1995). No entanto, a literatura existente sobre a nutrição da beterraba carece de estudos abrangentes que investiguem os efeitos do Zn e do Mo.

A adubação com cobre e ferro desempenha um papel crucial nos cultivos, proporcionando elementos essenciais para o seu crescimento e desenvolvimento saudáveis. O cobre é fundamental para diversas funções metabólicas das plantas, incluindo a fotossíntese, a síntese de proteínas e a ativação de enzimas envolvidas na respiração celular (CASTRO; KLUGE; PERES, 2005). Além disso, o cobre desempenha um papel importante na resistência das plantas a doenças e na formação de paredes celulares (MALAVOLTA, 2006). Por sua vez, o ferro é essencial para o transporte de elétrons durante a fotossíntese e para a produção de clorofila, sendo fundamental para a saúde e coloração verde da parte aérea (MARSCHNER, 2012). Sua deficiência pode resultar em sintomas de clorose e redução na produção de biomassa (MALAVOLTA, 2006). Assim, a adubação adequada com cobre e ferro é crucial para garantir o crescimento vigoroso, a produção saudável e a resistência a doenças nos cultivos.

Para aplicação dos macros e micronutrientes deve-se considerar os resultados obtidos na análise de solo, na análise foliar e as quantidades extraídas e exportadas por esta hortaliça a fim de obter um equilíbrio nutricional (TRANI *et al.*, 2013).

### 3.4 CULTIVO DE *Beta esculenta*

A beterraba, reconhecida por sua raiz tuberosa vermelho-arroxeadada, destaca-se pela sua apreciação sensorial, principalmente devido à sua elevada concentração de

açúcar. A tonalidade característica é resultado da presença de compostos nitrogenados do metabolismo secundário denominados betalaínas (KLUGE, 2006). Esses pigmentos hidrossolúveis dividem-se em duas classes: as betacianinas, que conferem tonalidades vermelhas, e as betaxantinas, responsáveis pelos tons amarelos. Além de proporcionarem a coloração distintiva à beterraba, essas betalaínas desempenham um papel relevante como antioxidantes benéficos para a saúde humana (KLUGE, 2006; SANCHES *et al.*, 2008).

Em países da Europa, América do Norte e Ásia o cultivo da beterraba tem grande importância econômica e dispõe de um avançado nível de tecnificação, especialmente para as variedades açucareiras e forrageiras (TIVELLI *et al.*, 2012). No Brasil, o cultivo predominante é da beterraba para mesa, sendo conduzido por produtores em áreas próximas a grandes centros consumidores (PINHEIRO, 2011a).

A escala comercial de beterraba no Brasil tem aumentado nos últimos dez anos em decorrência da valorização do consumo *in natura*, visto que esta olerícola constitui uma importante fonte nutricional rica em vitaminas B1, B2, B5, C, ferro, cobre, zinco e manganês (CORREIA, 2017; TIVELLI *et al.*, 2011). O setor industrial também tem contribuído para o aumento da produção comercial da beterraba, a qual é muito utilizada na indústria alimentícia como corante natural e na indústria farmacêutica devido a sua propriedade antioxidante (CORREIA, 2017).

No Brasil, em 2017, o número de estabelecimentos agropecuários com produção de beterraba ficou em torno de 24.870, sendo a cultivar Early Wonder a mais tradicional no país (IBGE, 2017a; SOUSA, 2017).

No período entre 2007 a 2019, o valor do quilo da raiz de beterraba oscilou partindo de R\$ 0,89 para R\$ 1,73 por quilograma e o volume comercializado em toneladas no ano de 2007 foi de 29.722 t, atingindo máximo de 33.451 toneladas em 2012, finalizando com baixa de 24.938 toneladas em 2019 (SANTOS *et al.*, 2020).

Segundo levantamento feito por Santos e colaboradores, no ano de 2020 a área plantada de beterraba no Brasil foi de 18 mil hectares, com produtividade média variando de 15.000 a 20.000 kg.ha<sup>-1</sup> para as variedades e de 28.000 a 33.000 kg/ha para os híbridos, dos quais os estados brasileiros, São Paulo, Minas Gerais, Paraná,

Bahia e Goiás responderam por cerca de 87% da comercialização de beterraba nas Ceasas do país.

De acordo com levantamento do Instituto de Economia Agrícola (2019 e 2021) somente no estado de São Paulo, a área de produção de beterraba em 2019 foi de 3.296,55 ha, com aumento de área em 2021, alcançando 3.383,31 ha, com produção de 4.230.793,00 e 4.418.478,5 caixas de 23 kg, respectivamente, sendo equivalente a 101.625 toneladas em 2021. De acordo com o censo agropecuário realizado pelo IBGE (2017a), no estado da Bahia, a beterraba foi a quinta hortaliça presente em estabelecimentos agropecuários, ficando atrás do inhame, cenoura, batata-doce e mandioca.

### 3.5 CARACTERÍSTICAS GERAIS DE *Beta vulgaris esculenta*

A beterraba (*Beta vulgaris esculenta*) é uma das principais hortaliças cultivadas no Brasil e no mundo, sendo originária de regiões de clima temperado do Sul e Leste da Europa e Norte da África, com diversos biótipos, sendo três deles de importância econômica significativa, como: a beterraba açucareira (utilizada para a produção de açúcar), forrageira (cultivada para a alimentação animal) e hortícola (destinada ao consumo humano) (PINHEIRO, 2011a). Trata-se de uma hortaliça anual herbácea, com folhas cordiformes, medindo entre 5 - 20 cm de comprimento (TIVELLI *et al.*, 2011). As flores são verdes ou vermelhas, com cinco pétalas, medem entre 3 e 5 mm e se agrupam em uma densa espiga, pertencente à família Quenopodiaceae e cuja principal parte comestível é uma raiz tuberosa constituída, internamente, por faixas circulares de tecidos condutores de alimentos alternadas com faixas de tecidos contendo alimento armazenado e apresenta melhor produção nas estações outono/inverno (CORREIA, 2017).

No Brasil, o cultivo de beterraba é feito, principalmente, com cultivares de mesa para fins comerciais (MATINELLE *et al.*, 2013). Observa-se nos últimos dez anos o crescente aumento na demanda para consumo *in natura* e para beneficiamento nas indústrias de conservas e alimentos infantis, como corantes em sopas desidratadas, iogurtes e “catchups” (TIVELLI *et al.*, 2011).

A raiz pode ser consumida crua ou cozida, porém são nas folhas que estão concentradas as maiores quantidades de nutrientes e vitaminas por 100 gramas do produto, com teores de proteínas (2,2g), cálcio (119 mg), fósforo (40 mg) e ferro (3,3 mg) (TIVELLI & TRANI, 2008; TIVELLI *et al.*, 2011). Todavia, são consideradas raízes de boa qualidade quando estão suavemente doces e tenras após a cocção e sem estrias ou anéis brancos (BRASIL, 2015). A beterraba se destaca por possuir, em sua composição química, betalaínas, substância antioxidante imprescindível na dieta humana, além de cálcio, ferro, sódio, potássio e vitaminas A, B e C (KANNER *et al.*, 2001).

As betalaínas são produtos naturais provenientes do metabolismo secundário e pertencente ao grupo dos compostos secundários nitrogenados e são pigmentos hidrossolúveis, divididos em duas classes: betacianinas (cor vermelho-violeta) e betaxantinas (amarelo-laranja), caracterizando a coloração típica das raízes (KLUGE & PRECZENHAK, 2016; TIVELLI & TRANI, 2012).

### 3.6 PRAGAS DA CULTURA

A cultura da beterraba está suscetível a inúmeras pragas, desde o seu plantio até colheita (ALCÂNTARA *et al.*, 2007). Em sua produção, as principais pragas são: Cigarrinha (*Agallia albidula* Uhler, 1895 (Hemiptera: Cydnidae), lagarta-rosca (*Agrotis ipsilon* Hufnagel, 1766 (Lepidoptera: Noctuidae), lagarta-elasma (*Elasmopalpus lignosellus* Zeller, 1848 (Lepidoptera: Pyralidae), vaquinha-das-solanáceas (*Epicauta atomaria* Germar, 1821 (Coleoptera: Meloidae), pulgão (*Aphidoidea* (Hemiptera: Aphidoidea), fede-fede (*Nezara viridula* Linnaeus, 1758 (Hemiptera: Pentatomidae) e traça-das-crucíferas (*Plutella xylostella* Linnaeus, 1758 (Lepidoptera: Plutellidae) (TIVELLI & TRANI, 2012).

#### 3.6.1 Cigarrinha (*Agallia albidula*)

Vários agentes causais são atribuídos aos danos, pois foi identificado que as cigarrinhas transmitem fitoplasmas às plantas, sendo um vetor de doenças para as culturas, inclusive para a beterraba (SCHIAVION *et al.*, 2015). Os fitoplasmas são

procariotos (bactérias) sem parede celular pertencentes à classe *Mollicutes*, podendo causar enfezamento nas plantas (ZAWADNEAK *et al.*, 2015).

### 3.6.2 Lagarta-rosca (*Agrotis ipsilon*)

O adulto da lagarta-rosca é uma mariposa, com hábitos noturnos e cerca de 35 mm de envergadura e possui as asas anteriores marrons com manchas pretas e asas posteriores claras e semitransparentes (CATAPAN *et al.*, 2018). Possuem grande capacidade de postura, sendo que uma fêmea põe, em média, 1.000 ovos, de coloração branca e são colocados na parte aérea das plantas (GABRIEL, 2016). Após eclosão as lagartas podem atingir até 45 mm de comprimento e cor marrom-acinzentada, apresentam hábitos noturnos, durante o dia ficam escondidas no solo (MICHEREFF FILHO *et al.*, 2022). A duração da fase larval é de 30 dias (GABRIEL, 2016). Transformam-se em pupa no solo, permanecendo neste estágio por 15 dias, quando emerge o adulto (ZAWADNEAK *et al.*, 2015).

A *Agrotis ipsilon* na sua fase larval possui um aparelho bucal bem desenvolvido, do tipo mastigador, no qual alimentam-se raspando as folhas da planta e, à medida que aumentam de tamanho, passam a cortá-las, rente à superfície do solo (GUIMARÃES *et al.*, 2012).

### 3.6.3 Lagarta-elasma (*Elasmopalpus lignosellus*)

A lagarta-elasma ocorre em diversas culturas (praga polífaga), incluindo a beterraba, no qual o ataque ocorre em fases iniciais da cultura principalmente em tecidos vasculares responsáveis pela condução de água e nutrientes, levando à morte da planta (TIVELLI *et al.*, 2011; VIANA, 2007).

De acordo com Viana (2009) os adultos de lagarta-elasma são ativos no período noturno e as condições ideais para o acasalamento e a oviposição ocorrem com baixa velocidade do vento, baixa umidade relativa do ar, temperatura ao redor de 27°C e completa escuridão. Sua ocorrência no Brasil é favorecida por altas temperaturas, com melhor desenvolvimento e reprodução de 27 a 33° C, sobretudo na região de cerrado e caatinga (SHANDU *et al.*, 2010; SHANDU *et al.*, 2013).

As fêmeas ovipositam no segundo dia após a emergência dos adultos e em média, as fêmeas depositam 100 a 120 ovos durante o período de vida, podendo

chegar a 420 ovos (VIANA, 2007). Machos e fêmeas virgens vivem mais tempo do que machos e fêmeas acasalados, além disso, uma mesma lagarta pode atacar até três plantas diferentes até completar seu desenvolvimento (HOFFMANN-CAMPO *et al.*, 2000; VIANA, 2009).

#### 3.6.4 Vaquinhas (*Diabrotica speciosa* e *Epicauta atomaria*)

As primeiras infestações de vaquinhas podem ocorrer em reboleiras, inicialmente, nas bordas das lavouras onde muitos adultos alimentam-se das folhas deixando-as restritas as nervuras ou reduzindo consideravelmente a área fotossintética (RODRIGUES NETO & GUILHERM, 2000). Quando não há um controle sobre a infestação do inseto, em poucos meses pode haver um grande aumento da população e focos começam a surgir por toda cultura (VIANA, 2010).

As posturas são feitas normalmente no solo, onde cada fêmea ovipõe em média 120 ovos que ficam aderentes uns aos outros e a eclosão das larvas, que possuem cabeça grande e pernas alongadas, ocorre após dez dias (NETTO & GUILHEM, 2000). Os adultos são besouros que comem partes aéreas das plantas (folhas e flores) e suas formas jovens (larvas) danificam raízes (ZAWADNEAK *et al.*, 2015). As larvas se alimentam das raízes e interferem na absorção de nutrientes e água e reduz a sustentação das plantas (VIANA, 2010).

Os adultos vivem na parte aérea da planta, medindo aproximadamente 5 mm a 17 mm de comprimento, no qual o *Diabrotica speciosa* possui seis manchas amarelas nos élitros verdes e o *Epicauta atomaria* possui corpo recoberto por uma densa pubescência cinza azulado (RODRIGUES NETO & GUILHERM, 2000; ZAWADNEAK *et al.*, 2015).

#### 3.6.5 Pulgão (*Aphidoidea*)

Os pulgões ou afídeos (Hemiptera, *Aphididae*) são insetos sugadores que medem cerca de 1,5 a 3,0 mm, corpo mole e piriforme, antenas longas e aparelho bucal do tipo picador-sugador (PINTO *et al.*, 2006). São altamente prolíficos, reproduzem-se por viviparidade, partenogênese telítoca, e vivem sobre a planta em colônias formadas por adultos (fêmeas) alados e ápteros por ninfas de diferentes tamanhos (ZAWADNEAK *et al.*, 2015). Apresentam ciclo de vida muito curto, podendo

completar uma geração a cada semana e originar até 10 ninfas/fêmea/dia (PINTO *et al.*, 2006; SALVADORI & PEREIRA, 2012). Desenvolvem-se e multiplicam-se melhor em temperaturas amenas (18 a 25° C) e em períodos de pouca chuva. O clima frio aumenta a duração do ciclo de vida e diminui a multiplicação (SALVADORI & PEREIRA, 2012).

### 3.6.6 Fede-fede (*Nezara viridula*)

O fede-fede trata-se de um percevejo da ordem Hemiptera (AVILA, 2017). São insetos sugadores, isto é, alimentam-se introduzindo o aparelho bucal (estiletos) na parte aérea da planta (CRUZ, 2017). Este inseto tem como principais características a presença de um aparelho bucal do tipo sugador, asas divididas do tipo hemiélitro com parte membranosa, parte espessada e coriácea (CRUZ JÚNIOR, 2004; MORAES, 2019a). Quase todos os hemípteros possuem glândulas odoríferas, cuja secreção tem cheiro nauseabundo (PANIZZI *et al.*, 2015). As espécies fitófagas transmitem doenças microbianas e viróticas aos vegetais e o rosto é bastante alongado, o que facilita o consumo do conteúdo mais interno da planta (MORAES, 2019b). *N. viridula* ao se alimentar introduz seu aparelho bucal (estilete) no vegetal, injetando agentes histolíticos, que liquefazem as porções sólidas e semissólidas das células; com isto o inseto obtém os lipídios, carboidratos e demais nutrientes, em especial os aminoácidos, necessários para formação de proteínas (PARRA, 2000).

### 3.6.7 Traça-das-crucíferas (*Plutella xylostella*)

O inseto adulto é uma mariposa de coloração verde clara a marrom-esverdeada com 1 a 2 cm de envergadura e um ciclo curto, cuja temperatura é fator determinante, pois em condições mais quentes, o ciclo pode se dar em apenas 12 dias, em dias frios, esse período varia de 15 a 20 dias (BRANDÃO FILHO *et al.*, 2010). A postura dos ovos é realizada na face inferior das folhas (CARVALHO, 2008a). Segundo Zawadneak e colaboradores (2015), a eclosão das larvas acontece de dois a sete dias e as lagartas se alimentam de todas as partes da planta, principalmente parte aérea.

## 3.7 DOENÇAS DA CULTURA

As doenças que acometem na cultura da beterraba são: Mancha de cercospora (*Cercospora beticola* Sacc., 1856 (Mycosphaerellaceae: Capnodiales), Tombamento

(*Fusarium* Link ex Grey, 1821 (Nectriaceae: Hypocreales); *Pythium* Pringsheim, 1858 (Pythiaceae: Peronosporales); *Rhizoctonia solani* Kühn, 1815 (Cantharellales: Ceratobasidiaceae), Podridão branca ou podridão de Sclerotium (*Sclerotium cepivorum* Berk., 1841 (Sclerotiniaceae: Helotiales), Mancha de alternaria (*Alternaria tenuis* Nees, 1817 (Pleosporaceae: Pleosporales), Mancha de Phoma (*Phoma betae* Frank, 1892 (Pleosporaceae: Pleosporales), Murcha bacteriana (*Ralstonia solanacearum* Smith, 1896 (Burkholderiaceae: Burkholderiales) e Mancha bacteriana da folha (*Xanthomonas campestris* pv. *Betae* Dowson, 1939 (Xanthomonadaceae: Xanthomonadales) (TIVELLI & TRANI, 2012).

### 3.7.1 Mancha de cercospora (*Cercospora beticola* Sacc.)

A cercosporiose ou mancha de cercospora, é uma doença causada pelo fungo *Cercospora beticola* Sacc (MARCUIZZO *et al.*, 2016). Trata-se da doença mais destrutiva da cultura da beterraba, tanto açucareira quanto a de mesa (FILGUEIRA, 2003).

Espécies do gênero *Cercospora* são muito difundidas, infestando muitas famílias de plantas (GROENEWALD *et al.*, 2005). Há alta variação fenotípica do fungo dependendo da população que coloniza uma folha, isolados escuros, por exemplo, são considerados mais patogênicos (MORETTI *et al.*, 2004). Uma das características do gênero é a produção de cercosporina, fitotoxina fotossensível envolvida no processo patogênico (AGRIOS, 2004; SILVA, 2021).

A cercosporiose possui como agente etiológico o fungo mitospórico *Cercospora beticola* Sacc., que produz conidióforos multicelulares e forma conídios hialinos longos, semelhante a uma agulha, que são facilmente liberados, levados pelo vento a longas distâncias, podendo ainda serem dispersos por insetos e pela água de irrigação (SILVA, 2021). É favorecido por altas temperaturas e umidade, a condição ótima é de 25 a 30 °C com 5 a 8 horas de umidade relativa acima de 90% ou com molhamento foliar (WOLF *et al.*, 2001). É mais destrutivo durante o verão, onde nessas condições o número de conídios pode ser maior (KHAN; QI; KHAN, 2009). A atividade do fungo reduz a uma temperatura inferior a 15 °C, bem como a esporulação, contudo a infecção não ocorre a 10 °C (PISZCZEK *et al.*, 2019).

Os sintomas são bem característicos, iniciam com pontos circulares, pequenos e marrons de 3 a 5 milímetros de diâmetro com bordas roxo-avermelhadas; essas manchas podem coalescer e comprometer uma grande porcentagem de área foliar (WOLF *et al.*, 2001). O centro da lesão pode se tornar cinza, mais fino e frágil, caindo e deixando a folha com diversas fissuras e quando ocorre ataques severos, todo limbo foliar pode ser destruído e cair (AGRIOS, 2005). A destruição das folhas estimula a planta a reconstruir a roseta e a raiz vai ficando em formato longo, cônico e com menos açúcar (SILVA, 2021).

### 3.7.2 Tombamento (*Fusarium* spp., *Pythium* spp., *Rhizoctonia solani*)

A cultura da beterraba apresenta alta suscetibilidade a diversas doenças durante seu cultivo, entre as quais está o tombamento de plântulas, também chamado de damping-off (MICHEREFF, 2001). Esta doença causa lesões deprimidas nos tecidos vegetais jovens, que provocam o fendilhamento ou constrição do caule e levam ao tombamento da muda (MAZARO *et al.*, 2009).

O fungo *Pythium* possui a capacidade de sobrevivência no solo através de esporo com paredes espessas, tornando-os mais duradouros em campo, mesmo na ausência de resíduos culturais (ALMASIA *et al.*, 2008; BELLÉ & FONTANA, 2018). Muitas vezes, a infecção radicular e a ausência de lesões visíveis dificultam o diagnóstico da doença e no campo, as plantas podem apresentar baixa estatura, redução da emergência, redução do vigor das plântulas e tombamento (ALMASIA *et al.*, 2008).

*Rhizoctonia solani* é um habitante do solo que comumente causa doenças nas raízes, no entanto, sob certas condições, como alta umidade relativa do ar, ataca partes aéreas de plantas (AGRIOS, 2005). A infecção do fungo *R. solani* nos diversos hospedeiros ou órgãos pode resultar em diferentes sintomas como as podridões e cancos de caules e raízes, tombamentos de pré e pós-emergência, queima e morte de plantas, podridões em tubérculos, degeneração de frutos e grãos, além de manchas e queima das folhas e brotos, na parte aérea (BELLÉ & FONTANA, 2018).

Dentre as espécies fitopatogênicas de *Fusarium*, somente as formadoras de clamidósporos são consideradas habitantes do solo, em que se destacam *F. oxysporum* e *F. solani* (BUENO; AMBRÓSIO; SOUZA, 2007). Este fungo é capaz de sobreviver por longos períodos no solo pela formação de estruturas denominadas

clamidósporos e quando na sua forma ativa (forma-se conídios) pode colonizar raízes, ramos, folhas, inflorescências e fruto (MILANESI, 2009).

### 3.7.3 Podridão branca ou podridão de *Sclerotium* (*Sclerotium rolfsii* Sacc)

O *Sclerotium rolfsii* Sacc, patógeno causador da podridão, trata-se do fungo imperfeito, cuja forma perfeita ainda não foi descrita (DIAS *et al.*, 2002; REIS & OLIVEIRA, 2013). Em condições ideais para seu crescimento há formação de micélios e escleródios (SILVA, *et al.*, 2006). Os escleródios são a única estrutura reprodutiva conhecida deste fungo, sendo uma forma de sobrevivência deste fungo por vários anos, pois o mesmo aparentemente não produz esporos (SILVA, *et al.*, 2006; REIS & OLIVEIRA, 2013). Os escleródios são facilmente disseminados, uma vez que permanecem viáveis por muitos anos no solo, sendo facilmente carregados pela irrigação, movimentos de implementos agrícolas e pessoas (VIÇOSA, 2015).

Trata-se de uma doença de ocorrência esporádica na maioria das lavouras, mas que em algumas áreas pode ocasionar perdas, notadamente em solos muito cultivados, compactados e com baixo teor de matéria orgânica e com temperatura entre 23 - 30 °C (TIVELLI *et al.*, 2011). O *Sclerotium rolfsii* pode causar o tombamento de mudas na sementeira assim como de plantas adultas no campo, apresentando sintomas característicos como a murcha das plantas (principalmente nas horas mais quentes do dia), podridão de raízes e de escurecimento na região do colo da planta e a formação de micélio branco de aspecto cotonoso em regiões atacadas e na superfície do solo (KOECHER, 2017). Geralmente, a doença ocorre em reboleiras no campo (TIVELLI *et al.*, 2011).

### 3.7.4 Mancha-de-Alternaria (*Alternaria tenuis*)

O gênero de fungos *Alternaria* é considerado de grande importância econômica, causando severas perdas em diversas culturas principalmente em regiões de clima temperado (TÖFOLI & DOMINGUES, 2018). Na realidade, a mancha-de-alternaria é produzida por um complexo de várias espécies do gênero fúngico *Alternaria*, muitas das quais são meros saprófitos que incluem espécies patogênicas e não-patogênicas (NASCIMENTO, 2019).

A epidemia causada pelo complexo *Alternaria* varia com o tempo, parecendo ter um comportamento cíclico, que pode estar relacionado com os padrões climáticos, a cultivar plantada e as práticas culturais, contudo, em períodos quentes e úmidos as manchas/lesões em folhas, caules, pecíolos, frutos, raízes e tubérculos geralmente são recobertas por um mofo negro, formado por conídios e conidióforos do fungo (TÖFOLI; DOMINGUES; FERRARI, 2015).

As manchas/lesões na parte aérea podem ocorrer isoladamente ou em grupos, necróticas, circulares ou angulares, com característicos anéis concêntricos, bordos bem definidos e envoltas ou não por um halo amarelado (NASCIMENTO, 2019).

### 3.7.5 Mancha de Phoma (*Phoma betae*. Frank)

A mancha de phoma é causada pelo fungo *Phoma betae* Frank, que se desenvolve sobre condições de alta umidade relativa (maior que 90%), temperaturas médias entre 15 e 18 °C e sua disseminação pode ocorrer através de respingos de água da chuva ou irrigação, todavia o fungo sobrevive em restos culturais e em sementes infectadas (TIVELLI *et al.*, 2011). Os mesmos autores descrevem que os sintomas na planta aparecem geralmente em folhas velhas (lesões de formato circular, coloração pardo-escura e diâmetro entre 1 e 2 cm) da cultura e às vezes nas raízes.

### 3.7.6 Murcha bacteriana (*Ralstonia solanacearum*)

A murcha bacteriana é causada por uma bactéria de nome *Ralstonia solanacearum* sendo caracteristicamente um patógeno de solo e os sintomas que a planta apresenta são murcha acentuada, amarelecimento, nanismo e produção de raízes adventícias (TIVELLI *et al.*, 2011).

Sua disseminação em média e longa distância é feita por meio de material de propagação contaminado (SILVA, 2018). A bactéria penetra através de ferimentos causados nas raízes por nematoides, insetos ou mesmo por tratos culturais realizados pelo homem (TIVELLI *et al.*, 2011).

### 3.7.7 Mancha bacteriana da folha (*Xanthomonas campestris* pv. *Betae*)

Essa doença é uma doença que faz parte do gênero *Xanthomonas* sendo um dos gêneros fitopatogênicos de importância econômica para uma série de culturas

(incluindo a beterraba), atacando principalmente a parte aérea de diversas espécies de plantas (MARCUIZZO, 2009).

Na cultura da beterraba, a mancha bacteriana é desencadeada por uma bactéria de nome *Xanthomonas campestris* pv. *Betae*, os sintomas da doença aparecem como pequenas lesões de aspecto encharcado nos limbos das folhas que, ao se desenvolverem, adquirem contornos arredondados e anéis concêntricos (TIVELLI *et al.*, 2011). O mesmo autor relata que as lesões com o passar do tempo, tornam-se translúcidas e coalescem com as vizinhas, comprometendo extensas áreas do tecido foliar e o patógeno penetra o vegetal através de aberturas naturais, como estômatos e hidatódios, ou através de ferimentos em folhas.

### 3.8 NEMATÓIDES NA CULTURA (*Meloidogyne* spp.; *Aphelenchus avenae* spp. *Helicotylenchus dihystera* spp.)

Vários são os nematóides na cultura da beterraba no Brasil, dentre eles *Meloidogyne arenaria* Neal 1889 (Tylenchida: Heteroderidae), *Meloidogyne incógnita* Kofoid & White 1919 (Tylenchida: Heteroderidae), *Meloidogyne javanica* Treub 1885 (Tylenchida: Heteroderidae), *Aphelenchus avenae* Bastian 1865 (Tylenchida: Aphelenchoididae) e *Helicotylenchus dihystera* (Cobb, 1893) Sher 1961 (Tylenchida: Hoplolaimidae), sendo os mais importantes aqueles causadores de galhas radiculares, ou seja, do gênero *Meloidogyne* (TIVELLI *et al.*, 2011). As espécies predominantes mais comuns pertencem ao gênero *Meloidogyne*, dentre elas, *M. incognita* (raças 1 a 4), *M. javanica*, *M. arenaria* e *M. Hapla* (SILVA *et al.*, 2006).

Os nematóides causam maiores danos em locais onde são feitos plantios sucessivos na mesma área, temperaturas entre 23 - 30 °C e em solos arenosos ou franco-arenosos (classificação de solos mais favoráveis) por facilitarem a movimentação e a migração dos nematóides (SILVA *et al.*, 2006; TIVELLI *et al.*, 2011).

A severidade dos danos causados por nematóides pode variar em função da densidade populacional inicial do patógeno no solo, da suscetibilidade do hospedeiro e das condições ambientais (LOPES & FERRAZ, 2016). Todavia, em alguns casos, basta que na área tenha poucos ovos ou juvenis de segundo estágio do nematóide de

galhas no solo, na época da implantação da cultura, já são suficientes para reduzir a produção a níveis não econômicos (OLIVEIRA *et al.*, 2018).

Em plantas infectadas por nematóides do gênero *Meloidogyne* ocorrem diferentes sintomas, como redução no crescimento, amarelecimento e murcha nas horas mais quentes do dia (OLIVEIRA *et al.*, 2018). Contudo, os sintomas característicos da doença são observados nas raízes onde se tem a formação de galhas (LOPES & FERRAZ, 2016). Quando a população de nematóides está alta, a raiz tuberosa pode apresentar essas galhas, comumente chamadas de “pipoca” (TIVELLI *et al.*, 2011).

### 3.9 PLANTAS ESPONTÂNEAS NO CULTIVO DE BETERRABA

#### 3.9.1 PLANTAS ESPONTÂNEAS

Desde a antiguidade que o ser humano convive com plantas espontâneas, quando as plantas cultivadas ainda eram silvestres e baseava-se numa agricultura extrativista (BRIGHENTI *et al.* 2011). Na evolução das civilizações e da agricultura, as plantas passaram por um processo gradativo de domesticação, porém não se realizavam a erradicação dessas espécies espontâneas, uma vez que eram (e ainda são) capazes de sobreviver a adversidades nos ambientes sem qualquer prejuízo (FERREIRA, 2015).

A presença e manejo de plantas espontâneas em cultivos são relatadas desde a época de Cristo, em que se faz alusão ao tema por meio da passagem bíblica descrita em Mateus 13:24-30, ao qual o cultivo de trigo foi infestado por joio e o manejo indicado para aquele contexto foi de deixar as plantas crescerem juntas até a colheita e na colheita o joio deveria ser reunido primeiro e posteriormente queimado e na sequência o trigo deveria ser colhido e alocado em celeiro. Indicando com isso que a interferência no início do ciclo da cultura poderia provocar maiores danos do que deixar que convivam e venham a competir (BIBLIA, 2008).

Muitas espécies de plantas apresentam uma extensa variabilidade genética, atribuídas a processos de evolução e pressão de seleção, que lhes confere tal habilidade de sobreviver numa diversidade de condições ambientais, em especial

plantas espontâneas (CHRISTOFFOLETI & LÓPEZ, 2003). As espécies espontâneas podem germinar, crescer e se reproduzir em condições ambientais pouco favoráveis, como: estresse hídrico, umidade excessiva, temperatura pouco propícia, fertilidade desfavorável, elevada salinidade, acidez ou alcalinidade (MATOS, 2012).

Segundo Primavesi (1992), cada planta que surge maciçamente, indica alguma propriedade do solo e ao mesmo tempo o corrige, não havendo necessidade de combatê-las ou erradicá-las caso não prejudiquem a cultura. Se as invasoras são muito agressivas, dominando a cultura, o solo não deveria ser mais cultivado, mas recuperado, se a cultura domina facilmente as invasoras, o solo ainda é razoavelmente bom.

### 3.9.2 Metabolismo secundário das plantas

Diferentemente dos animais, as plantas não podem se mover e fazem uso de formas metabólicas de proteção contra herbivoria (TAIZ & ZEIGER, 2004). Metabolismo é definido como a soma das reações anabólicas e catabólicas das estruturas celulares, ou seja, o total de modificações das moléculas orgânicas nas células vivas, sendo tais modificações catalisadas por enzimas (NELSON; COX, 2002). O metabolismo vegetal é convencionalmente dividido em primário e secundário (PERES, 2022). Para tal, as plantas possuem um grupo de compostos vegetais, também chamado de metabólitos secundários, que auxiliam na defesa contra microrganismos patogênicos e herbívoros (SANTOS, 2015). Dentre tais metabólitos secundários, há três classes importantes, sendo elas os terpenos, compostos fenólicos e compostos nitrogenados (PERES, 2022).

Dessa forma, entende-se que o metabolismo primário é o conjunto de processos metabólicos que desempenham uma função essencial no vegetal, tais como a fotossíntese, a respiração e o transporte de solutos (BARRETO *et al.*, 2020). Os compostos envolvidos no metabolismo primário possuem uma distribuição universal nas plantas constituindo assim os aminoácidos, nucleotídeos, lipídeos, carboidratos e clorofila (CASTRO *et al.*, 2005).

Em contrapartida, os vegetais produzem grande variedade de compostos orgânicos que parecem não ter função direta no seu crescimento e desenvolvimento (TAIZ & ZEIGER, 2004). Essas substâncias são conhecidas como metabólitos secundários, produtos secundários (FUMAGALI *et al.*, 2008) ou produtos naturais (ALMEIDA, 2017). Os metabólitos secundários em geral não apresentam ação direta, pois não são necessários para todas as plantas, sendo restritos a uma espécie vegetal ou a um grupo de espécies relacionadas (TAIZ & ZEIGER, 2004). Todas as plantas produzem metabólitos secundários, os quais variam em quantidade, qualidade e local de produção de uma espécie para outra, sendo uma síntese desencadeada por eventuais mudanças a que as plantas estão sujeitas no meio em que se encontram (GOBBO-NETO & LOPES, 2007).

Embora o metabolismo secundário nem sempre seja necessário para que uma planta complete seu ciclo de vida, ele desempenha um papel importante na interação das plantas com o meio ambiente e sua síntese, sendo frequentemente afetada por condições ambientais (BARRETO *et al.*, 2020). Um dos principais componentes do meio externo cuja interação é mediada por compostos do metabolismo secundário são os fatores bióticos (BORGES & AMORIM, 2020). Desse modo, produtos secundários possuem um papel contra a herbivoria, ataque de patógenos, alelopatia, competição entre plantas e atração de organismos benéficos como polinizadores, dispersores de semente e microrganismos simbiotes (CASTRO *et al.*, 2005).

### 3.9.3 Malva branca (*Sida cordifolia* L.)

A espécie *Sida cordifolia* L. é vulgarmente chamada de malva branca ou guaxuma, sendo uma planta herbácea ou subarborescente, pertencente à família Malvaceae (MOREIRA & BRAGANÇA, 2010). Apresenta ciclo anual ou perene, é propagada por sementes, sendo considerada planta invasora bastante comum em áreas cultivadas (CARVALHO, 2013).

É classificada como uma infestante altamente prejudicial pelas características competitivas com o cultivo agrícola devido à eficiência do sistema radicular (LORENZI, 2006). Áreas degradadas e com a presença de *Sida cordifolia* L. possuem atributos químicos como saturação por base entre 65 e 78% e concentração muito baixa de nutrientes como potássio e fósforo, e médias de magnésio e cálcio (SANTOS *et al.*, 2013b).

Dentre alguns estudos, Pereira (2015) constatou que extrato aquoso de raízes de *Sida cordifolia* L. não interfere sobre a germinação das sementes de alface, cebolinha e pimentão, mas que apresenta atividade alelopática sobre o desenvolvimento inicial de plântulas de alface, cebolinha e pimentão, e os efeitos se mostraram em geral dose-dependente. Entretanto, existe um estudo também, utilizando extratos de espécies pertencentes à mesma família, como relata Furtado *et al.* (2013), que observaram o efeito de extratos aquosos de maria-preta (*Melochia tomentosa*) sobre a germinação da exótica invasora tabaco-arbóreo (*Nicotiana glauca*) ao qual identificaram efeito alelopático dos extratos aquosos das folhas de maria-preta reduziram a germinação das sementes de tabaco-arbóreo.

Já na medicina, sobretudo na tradicional, esta planta espontânea vem sendo utilizada no tratamento de algumas doenças, como por exemplo estomatite, gonorreia, congestão nasal e asma brônquica (FRANZOTI *et al.*, 2000). Ainda tem sido descrito o uso como antirreumáticos, antipiréticos (MUZAFFER *et al.*, 1991), laxante, diurético, analgésico, hipoglicemiantes (DIWAN & KANTH, 1999), antiviral (HATTORI *et al.*, 1995), bactericida (BOILY & PUYVELD, 1996) e antifúngica (VIJAYALAKSHIMI *et al.*, 1979).

A *Sida cordifolia* L. contém principalmente alcalóides, óleos, esteroides, resinas ácidas, mucina e nitrato de potássio (DIWAN & KANTH, 1999). Estudos fitoquímicos das folhas de malva branca têm demonstrado a presença de efedrina, pseudoefedrina (potentes vasoconstritores), vasicinona, vasicinol e vasicina (broncodilatadores) (GHOSAL *et al.*, 1975).

Nunes *et al.* (2006) constataram atividade microbiana do óleo essencial de *Sida cordifolia* contra quatro diferentes cepas de bactérias e nove fungos, no qual o óleo essencial mostrou atividade inibitória contra os microrganismos testados com eficácia de 80%, sendo os melhores desempenhos contra *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Candida guillermindii* e *Trichosporon Inkin*. Os autores concluíram que o referido óleo mostrou atividade antimicrobiana satisfatória contra todos os fungos e bactérias.

### 3.9.4 Crista de galo (*Heliotropium indicum* L.)

Linnaeus (1753) estabeleceu o gênero *Heliotropium* após identificar *Heliotropium indicum* L. (MELO & SEMIR, 2008), o qual compreende cerca de 200 espécies distribuídas principalmente na região Turco-iraniana e América do Sul, com maior diversidade localizada em zonas tropicais secas (DIANE *et al.*, 2004; MILLER, 2003). Na história da medicina popular no mundo, as espécies de *Heliotropium* ganharam importância farmacológica. Por exemplo, na Malásia, a pasta derivada do material vegetal de *H. indicum* mostrou eficácia contra putrefação, pioderma e infecções fúngicas; já na Tanzânia, o suco das folhas de *H. dasycarpum* foi utilizado externamente para conter sangramentos e prevenir infecções (KHURM *et al.*, 2016).

*Heliotropium* está presente em todo Brasil, em regiões litorâneas, no cerrado, campos rupestres, mas, principalmente, nas caatingas e campos sulinos (MELO & SEMIR, 2008). Trata-se de uma planta herbácea de ciclo anual, com os mais diversos nomes populares, sendo conhecida no Brasil como “crista de galo”, “cravo de urubu”, “cravo de anu” e na Colômbia como “Rabo de alacrán” e “verbena” (CEBALLOS *et al.*, 2017). Possui um longo período de floração, com flores em diferentes estágios na mesma planta, sendo o desenvolvimento das flores novas no ápice e as flores maduras ainda na base da inflorescência e apresentam cores branca ou violeta (SOUSA *et al.*, 2013).

Em alguns países da América do Sul, esta planta é amplamente utilizada na medicina tradicional para várias doenças, como parasitas intestinais, amenorréia, pressão alta, dor abdominal, convulsões, catarata, conjuntivite, tratamento de câncer e para atrelar algumas dessas enfermidades com o uso, Ceballos e colaboradores (2017), desenvolveram estudos para identificar componentes químicos de *Heliotropium indicum* L. em extratos brutos, onde constataram a presença de flavonóides, terpenóides, glicosídeos, esteróides, saponinas, taninos, alcalóides pirrolizidínicos e compostos fenólicos relacionados a anti-glaucomas, anti-helmínticos, anti-inflamatórios, reumatismo, antitumorais, atividades antileishmania, hemolítica e toxicológica.

No continente africano, *Heliotropium indicum* L. são frequentemente empregados no tratamento de condições como tosse, asma e feridas, além de serem utilizados como diurético, conhecidos popularmente como "cabeça de galinha" (OGUNBINUA *et al.*, 2009). Esses pesquisadores conduziram estudos sobre o óleo essencial derivado dessa planta, nos quais identificaram a presença de 40 constituintes, com ênfase na abundância de compostos aldeídos (52,8%), terpenóides (21,5%), fenilacetaldeído (22,2%), (e)-2-nonenal (8,3%), hexahidrofarnesilacetona (8,4%) e (e, z) - 2-nonadienal (6,1%).

Devido as propriedades desta planta espontânea, Sousa *et al.* (2013) observaram em seus estudos que a sobrevivência de operárias de *Apis mellifera* L. foi afetada à medida que as concentrações de macerado de *Heliotropium indicum* L. foram elevadas, as abelhas alimentadas apenas com cãndi permaneceram vivas em média 17 dias, e as abelhas que foram submetidas aos tratamentos de 0,25%, 0,50% e 1,0% do extrato de flores de *Heliotropium indicum* L., apresentaram mortalidades médias de 15, 13 e 11 dias respectivamente. Vale ressaltar que a cãndi é uma alimentação artificial que inclui aproximadamente 3 partes, em peso, de mel de *Apis*, e 5 partes, em peso, de açúcar em pó, sendo misturados até atingirem uma consistência firme.

Resultados obtidos em ensaio por Ceballos *et al.* (2017), com diferentes doses do extrato etanólico das folhas de *H. indicum* L. demonstraram ter atividade bacteriostática *in vitro* promissora contra microrganismos *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Klebsiella pneumoniae* e *Pseudomonas aeruginosa*, porém não sendo eficiente contra *Escherichia coli*.

No que tange a plantas espontâneas como indicadora de qualidade de solo, não há na literatura estudos que comprovem a *H. indicum* L. como indicadora, todavia há estudos com uso na elaboração de seus extratos para fins medicinais.

## 4.0 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

O experimento foi executado em casa de vegetação nas dimensões de 6x20 metros (120 m<sup>2</sup>), na Faculdade Irecê (FAI), Centro Universitário de Irecê – BA, com as coordenadas geográficas em 11°18' S, 41°52' O, altitude de 722 m, a 478 km de distância da capital Salvador - BA. O solo utilizado é classificado como Cambissolo Háplico (CUNHA *et al.*, 2000), sendo proveniente da área pertencente ao local de instalação do experimento.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com oito tratamentos e cinco repetições, totalizando 40 parcelas experimentais. Os tratamentos avaliados foram compostos pela combinação de cinza vegetal, composto de esterco (esterco bovino) e solo na base de volume conhecido (17L), como testemunha foi utilizado o apenas o solo como substrato (Tabela 1).

O solo utilizado é proveniente da área de experimentação da FAI (Faculdade Irecê), no município de Irecê - BA. Após a coleta, na profundidade 0,0 - 0,20 cm, o solo foi seco, peneirado e, posteriormente, analisado em laboratório de Análise de Solos da região, para determinação da composição química do solo (Tabela 2).

**Tabela 1** - Composição dos substratos utilizados no experimento para produção de *Beta vulgaris esculenta*.

Tratamento	Composição
T1	Solo (testemunha)
T2	Solo + composto de esterco
T3	Solo + cinzas ( <i>Heliotropium indicum</i> L.)
T4	Solo + cinzas ( <i>Sida cordifolia</i> )
T5	Solo + cinzas ( <i>Heliotropium indicum</i> L.) + EE ( <i>Heliotropium indicum</i> L.)
T6	Solo + cinzas ( <i>Heliotropium indicum</i> L.) + EA ( <i>Heliotropium indicum</i> L.)
T7	Solo + cinzas ( <i>Sida cordifolia</i> ) + EE ( <i>Sida cordifolia</i> )
T8	Solo + cinzas ( <i>Sida cordifolia</i> ) + EA ( <i>Sida cordifolia</i> )

**Tabela 2** - Atributos químicos do solo utilizado no experimento, antes da aplicação dos tratamentos.

pH (H <sub>2</sub> O)	Macronutrientes						Al <sup>3+</sup> + H <sup>+</sup>
	P	S	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	
(1:25)	(mg dm <sup>3</sup> )		-----cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> -----				
6,3	18,82	15,08	0,44	0,22	37,85	4,93	0
Micronutrientes							
B	Cu <sup>2+</sup>	Fe <sup>2+</sup>		Mn <sup>2+</sup>		Zn <sup>2+</sup>	
------(mg dm <sup>3</sup> )-----							
2,66	2,5	44,47		179,78		7,62	

A semeadura foi realizada diretamente nos vasos do tipo floreiras, retangulares plásticas para jardim, nas dimensões 50 cm x 17 cm x 20 cm, com capacidade para 17 L, na densidade de 5 mudas/vaso. Após a semeadura realizou-se o desbaste das mudas assim que atingiram 5 centímetros, aproximadamente 10 dias após o plantio. Os vasos foram colocados em casa de vegetação e irrigados de acordo com a capacidade de campo. A cultivar utilizada foi a beterraba Scarlet da marca comercial Topseed.

#### 4.2 OBTENÇÃO DAS CINZAS E EXTRATOS DE *Heliotropium indicum* L. E *Sida cordifolia*

A cinza vegetal utilizada, foi proveniente da incineração de plantas (parte aérea e raiz) de *Heliotropium indicum* L. e *Sida cordifolia* coletadas em propriedades rurais situadas no território de Irecê – BA, onde foram submetidas a análise em laboratório de Análise de Solos da região, empregada para compor os substratos (Tabela 3). A incineração foi realizada em um ambiente e recipiente adequado, seguindo protocolos de segurança, para não haver perdas de material.

O processo de incineração das partes aéreas e das raízes de *Heliotropium indicum* L. e das partes aéreas de *Sida cordifolia* foi realizado da seguinte maneira: Inicialmente, resíduos culturais secos de ambas as espécies foram utilizados como combustível, auxiliados por um isqueiro, para iniciar a queima. Esses materiais foram

incinerados em um recipiente de cimento, que pode ser descrito como uma espécie de caixa, nas dimensões de 1 m x 0,50 m x 1,10 m. Devido à quantidade substancial de material vegetal disponível, a queima foi realizada de forma gradual, adicionando mais material vegetal ao recipiente, à medida em que o volume da matéria queimada diminuía. Após o término da incineração, aguardou-se o resfriamento do recipiente para possibilitar a coleta das cinzas resultantes do processo.

Em termos de quantificação de cinzas da fração de cinzas em amostras das espécies vegetais utilizadas no presente estudo, seguiu-se metodologia descrita nas Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985), utilizando o aparelho de mufla. A primeira etapa consistiu na pesagem e preparação das amostras. As plantas foram inicialmente pesadas, obtendo 100 g para *Sida cordifolia* e 100 g para *Heliotropium indicum* L. Logo após, as amostras foram submetidas a secagem em estufa a 100°C até atingirem peso constante. Posteriormente, as amostras secas foram moídas, garantindo uma granulometria fina e homogênea. Em seguida, procedeu-se à preparação do cadinho de porcelana. O cadinho é pesado e vazio, e uma porção conhecida e representativa da amostra foi colocada no recipiente. Esse procedimento é crucial para a correta determinação da quantidade de cinzas. A etapa principal da metodologia envolveu o uso da mufla. Programou-se a mufla para um ciclo de calcinação a 550°C, temperatura adequada para a queima completa de matérias orgânicas. Os cadinhos, contendo as amostras, foram cuidadosamente colocados na mufla antes que a mesma atingisse a temperatura desejada.

Após a calcinação, os cadinhos foram resfriados na mufla, por cerca de 5 horas, antes de serem retirados. A pesagem dos cadinhos, agora contendo as cinzas resultantes, foi realizada com o auxílio de uma balança de precisão. O peso das cinzas foi obtido subtraindo-se o peso inicial do cadinho vazio, do peso do cadinho com as cinzas.

Os cálculos finais incluem a determinação do rendimento de cinzas, obtido pela divisão do peso das cinzas pelo peso inicial da amostra, multiplicado por 100 para expressar o resultado em porcentagem.

Observa-se que todas as operações são realizadas em triplicata, seguindo boas práticas de laboratório para minimizar contaminações e assegurar a confiabilidade dos resultados. Para a adubação, foi posto em cada vaso com seu respectivo tratamento, 500g de cinzas.

Produção dos extratos etanólico (EE) e aquosos (EA): Utilizou-se 10 kg de parte aérea e raiz de Malva-branca (*Sida cordifolia*) e Crista-de-galo (*Heliotropium indicum* L.) que foram coletadas, trituradas ainda verdes. Para o EE o material vegetal foi imerso em etanol 76,6%, após 72h foi realizado a filtragem, descartando-se os materiais sólidos, enquanto o solvente foi evaporado, em banho maria, a uma temperatura de 70 °C, obtendo extratos etanólico brutos de consistência pastosa, das espécies já mencionadas. O EA foi obtido através da imersão do material vegetal em 20 litros de água destilada, fazendo a cocção dessa mistura por 30 minutos, após ser coado em tecido de algodão.

#### 4.3 AVALIAÇÕES

As variáveis analisadas da cultura submetida aos tratamentos, são análises não-destrutivas e destrutivas e foram feitas 60 DAE (dias após emergência). As variáveis são: Massa Fresca da Parte Aérea (MFPA) em g planta<sup>-1</sup>; Massa Seca da Parte Aérea (MSPA) em g planta<sup>-1</sup>; Massa Fresca da Raiz (MFR) em g; Diâmetro Transversal da Raiz (DTR) em mm; Comprimento da Raiz (CR) em cm; Número de Folhas (NF); Sólidos Solúveis Totais (SST) em graus Brix; Acidez Titulável Total (ATT) em porcentagem e Tempo de Cozimento (TC) em minutos.

Para as variáveis MFPA, MSPA e MFR a mensuração procedeu-se por meio de pesagem das plantas em uma balança de precisão, sendo os dados em gramas. Para determinar o DTR, foi utilizado um paquímetro e para mensurar o comprimento radicular, foi utilizada uma fita métrica com dados em centímetros.

A concentração de Sólidos Solúveis Totais (SST) foi determinada no suco homogeneizado em refratômetro digital com compensação automática de temperatura, sendo os teores registrados com precisão de 0,1 % a 25 °C e os resultados foram expressos em °Brix.

O teor de ácido titulável foi determinado empregando 10 gramas de polpa, previamente diluída em 50 mililitros de água destilada, por meio de uma titulação com solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,1N. Os resultados foram expressos em porcentagem de ácido cítrico presente, calculada como gramas de ácido cítrico por 100 gramas da matriz analisada. Este procedimento de determinação de acidez foi conduzido em triplicata, conforme o protocolo estabelecido pelo Instituto Adolfo Lutz (1985).

Em seguida, foram adicionados 3 mL do indicador fenolftaleína à solução, seguido por titulação utilizando a solução de NaOH 0,1N até que a coloração da solução atingisse o ponto de viragem rósea. A acidez foi quantificada em gramas por 100 mililitros (g/100 mL) da amostra, de acordo com a equação:

$$Acidez = \frac{V \times N \times f}{A}$$

Onde:

V = volume gasto na titulação;

N = normalidade da solução de NaOH;

f = fator de correção da solução NaOH;

A = volume da amostra;

As análises voltadas à detecção de pragas e doenças foram conduzidas de acordo com o protocolo desenvolvido por Lima *et al.* (2013), com adaptações específicas para o presente estudo. Estas avaliações ocorreram no momento de estabelecimento do experimento, definido como "tempo 0 dias", e foram repetidas a cada três dias ao longo de todo o período de cultivo, se estendendo até o término da colheita, com observações detalhadas em cada ocasião.

Para realizar as avaliações, amostras das folhas da planta *Beta esculenta* foram coletadas entre 20 e 30 dias após o processo de transplante. Foram selecionadas aproximadamente 5 folhas maduras, sendo uma de cada vaso, que foram devidamente pesadas e acondicionadas individualmente em sacos plásticos transparentes com dimensões de 20 x 10 cm. A coleta das folhas foi executada com o auxílio de uma tesoura de poda e as amostras foram armazenadas em um refrigerador mantido a uma temperatura constante entre 8 e 10 °C.

As análises conduzidas para identificar a presença de insetos-praga ou evidências de doenças típicas da cultura da beterraba foram utilizadas como ponto de partida para a implementação das aplicações de extratos vegetais na área experimental.

Todas as folhas coletadas foram submetidas a avaliações laboratoriais, com a utilização de um microscópio, a fim de registrar qualquer tipo de dano causado por patógenos ou insetos. Essas avaliações foliares foram realizadas em intervalos semanais, sendo programadas para ocorrerem três dias após cada aplicação de pulverização.

As pulverizações com os extratos foram efetuadas com pulverizador manual para jardim, com capacidade de 2L e acionamento por gatilho (marca comercial: Hammer; modelo; Gym H200), no horário entre 18 e 22h. Foram feitas 4 aplicações com intervalo de 7 dias.

O tempo de cozimento das beterrabas foi conduzido de acordo com a metodologia adotada por Ramos (2015), com adaptações: três exemplares de beterraba de cada tratamento foram selecionados para análise. Após a remoção da casca, as beterrabas foram sutilmente cortadas em fatias com o auxílio de uma faca de aço inoxidável. As fatias obtidas foram imersas em um recipiente do tipo Becker contendo água destilada, mantida em processo de ebulição, aguardando o processo de cocção. O tempo de cozimento foi registrado a partir desse momento. A cada intervalo de 2 minutos, uma fatia de beterraba foi retirada do Becker e submetida a uma avaliação para determinar o grau de cocção. Essa avaliação foi realizada com o auxílio de uma faca, observando-se a facilidade com que a lâmina penetrou na fatia. Considerava-se a beterraba como cozida quando o corte da fatia ocorria sem a necessidade de aplicar força significativa. Nesse ponto, o cronômetro era interrompido, e o tempo de cozimento correspondente era registrado para fins de análise.

Vale destacar que esse procedimento foi repetido em três momentos distintos: imediatamente após a colheita, após 22 dias da colheita e após 44 dias da colheita. As fatias utilizadas nas avaliações após a colheita foram armazenadas em um congelador, mantendo uma temperatura entre -2 e -4°C, e foram retiradas para as

avaliações nos dias especificados. Esse protocolo foi aplicado de forma sistemática para garantir a consistência dos resultados ao longo do estudo.

#### 4.4 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Para comparar o efeito dos tratamentos para as variáveis contínuas Massa Fresca da Parte Aérea (MFPA); Massa Seca da Parte Aérea (MSPA); Massa Fresca da Raiz (MFR); Diâmetro Transversal da Raiz (DTR); Comprimento da Raiz (CR); Sólidos Solúveis Totais (SST) e Acidez Titulável Total (ATT) empregou-se análise de variância e testes médias Tukey.

Verificou-se os pressupostos da análise de variância por meio do teste de Shapiro-Wilk, para garantir a distribuição normal dos resíduos, e o teste de Bartlett, para verificar a homogeneidade.

Quando os pressupostos da análise estatística clássica não foram atendidos, optou-se por utilizar Modelos Lineares Generalizados, considerando distribuição normal para algumas variáveis. Para a variável número de folhas, aplicou-se Modelos Lineares Generalizados com família Poisson.

Para avaliar o efeito dos tratamentos, e o período de colheita da beterraba sobre o tempo de cozimento, empregou-se Modelos Lineares Generalizados família quasipoisson.

Para verificar se os tratamentos empregados influenciaram a presença de insetos pragas, e de sintomas causados por fitopatógenos, empregou-se modelos lineares generalizados, família quasibinomial. Utilizou-se o método exato para construção do intervalo de confiança para proporção de plantas com insetos pragas, como emprego do pacote “binom” (DORAI-RAJ, 2022)

Todas as análises foram realizadas com auxílio do software R version 4.2.0 (R Core Team, 2022).

## 5.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados apresentados na Tabela 2 oferecem percepções significativas acerca dos impactos dos tratamentos empregados, que envolveram o uso de cinzas e extratos de plantas espontâneas no cultivo de beterrabas. Este estudo se encaixa em um contexto mais abrangente de pesquisa voltada para a adoção de práticas agrícolas sustentáveis e alternativas, visando aprimorar o rendimento das culturas. Além disso, esse enfoque busca reduzir a dependência de produtos químicos sintéticos, promovendo, assim, a saúde tanto do solo quanto dos alimentos produzidos.

A utilização de cinzas na agricultura tem sido objeto de crescente interesse devido seu potencial como fonte de nutrientes, especialmente potássio, e por sua capacidade de contribuir para o controle de pragas e doenças. Nas cinzas de *Sida cordifolia* e *Heliotropium indicum* L. obteve-se uma maior concentração de potássio e cálcio quando comparado a outros nutrientes (Tabelas 3 e 4).

**Tabela 3** - Atributos químicos das cinzas de Crista-de-galo (*Heliotropium indicum* L.) utilizado no experimento.

<b>Macronutrientes</b>					
N	P	K	Ca	Mg	S
g/kg					
na*	6,8	60,36	68,19	12,82	4,58
<b>Micronutrientes</b>					
B	Cu	Fe	Mn	Zn	Mo
mg/kg					
168,50	43,34	2261,10	428,25	137,16	na
<b>Elementos benéficos</b>					
Al	Co	Na	Si	Se	V
mg/kg					
4900,30	0,03	1720,10	na*	na*	na*
<b>Elementos contaminantes</b>					
Cd	Pb	Cr	NO <sub>3</sub> -	Ni	Cl
mg/kg					
0,10	1,18	8,86	na*	na*	na*

\*na: não analisado. Análises realizadas no laboratório AgroFito, seguindo a metodologia da Embrapa (2009).

**Tabela 4** - Atributos químicos das cinzas de Malva branca (*Sida cordifolia*) utilizado no experimento.

<b>Macronutrientes</b>					
N	P	K	Ca	Mg	S
g/kg					
na*	5,00	76,99	151,62	21,35	8,76
<b>Micronutrientes</b>					
B	Cu	Fe	Mn	Zn	Mo
mg/kg					
68,20	87,09	21981,0 2	628,47	135,72	na
<b>Elementos benéficos</b>					
Al	Co	Na	Si	Se	V
mg/kg					
37775,0 7	0,00	201,40	na*	na*	na*
<b>Elementos contaminantes</b>					
Cd	Pb	Cr	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Ni	Cl
mg/kg					
0,32	15,23	16,66	na*	na*	na*

\*na: não analisado. Análises realizadas no laboratório AgroFito, seguindo a metodologia da Embrapa (2009).

A deficiência de potássio resulta na acumulação de aminoácidos solúveis, que são reconhecidos como nutrientes propícios para patógenos. Além disso, a ausência de cálcio torna a parede celular menos espessa, o que facilita a entrada de fitopatógenos e herbívoros no ambiente celular. Em plantas com carência de potássio, observa-se um notável aumento nos níveis de glutamina, criando condições favoráveis para a germinação de esporos, incluindo os associados ao bruzone do arroz, conforme identificado por Graham (1983). Este achado corrobora os resultados do presente estudo, uma vez que as cinzas provenientes de ambas as espécies espontâneas, utilizadas na adubação das beterrabas, exibiram um teor significativo de potássio (em comparação com outros macronutrientes) e, conseqüentemente, uma menor incidência de doenças. A presença elevada de glutamina também demonstra impactos na cicatrização de feridas, retardando o processo e proporcionando um ambiente mais favorável à penetração de patógenos (YAMADA, 2004). A perda de turgor celular emerge como um fator físico facilitador da entrada tanto de fungos quanto de insetos.

O potássio desempenha um papel vital na formação e translocação de açúcares, influenciando diretamente o crescimento das raízes, o aumento de tamanho e qualidade das plantas. Além disso, uma nutrição potássica equilibrada está associada à maior resistência a pragas e doenças, conforme destacado por estudos recentes (ZHANG *et al.*, 2018; FERNANDES *et al.*, 2018; ALI *et al.*, 2018).

Já o cálcio, uma vez que no presente estudo apresentou uma quantidade significativa nas cinzas (tabela 3 e 4), pode influenciar a incidência ou gravidade de doenças em plantas de duas maneiras distintas. Em primeiro lugar, contribui para a estabilidade das biomembranas, assim, em condições de baixa concentração de cálcio, ocorre aumento na liberação de compostos de baixo peso molecular, como açúcares, do citoplasma celular para o apoplasto, criando um ambiente propício para os fitopatógenos (PINHEIRO *et al.*, 2011b; MARSCHNER, 2012). Além desse papel, o cálcio desempenha uma função crítica na divisão e desenvolvimento celular, na estrutura da parede celular e na formação da lamela média (HUBER, 2002; GARCIA JUNIOR *et al.*, 2003; MALAVOLTA, 2006). Muitos fungos e bactérias fitopatogênicas penetram nos tecidos, produzindo enzimas pectinolíticas extracelulares, como a poligalacturonase (PINHEIRO *et al.*, 2011b), que dissolve a lamela média das plantas hospedeiras. A presença de cálcio exerce uma inibição significativa na atividade dessa enzima (GARCIA JUNIOR *et al.*, 2003; MALAVOLTA, 2006).

Dentre os micronutrientes presentes nas cinzas das espécies vegetais utilizadas no experimento, destacou-se Boro, Zinco, Ferro e Manganês, para ambas espécies (tabela 3 e 4), com teores relevantes para o cultivo. A absorção de boro pelas plantas, segundo Goldberg (1997), está diretamente ligada à sua atividade na solução do solo, a qual é influenciada por reações de adsorção com componentes como óxidos de ferro e alumínio, minerais de argila, matéria orgânica, hidróxido de magnésio e carbonato de cálcio. A adsorção é impulsionada pelo aumento do pH, temperatura, teor de materiais adsorventes e pela redução da umidade do solo. Vale destacar que óxidos de alumínio fixam mais boro que óxidos de ferro, com uma adsorção cerca de 20 vezes maior em pH 6.0 (MESQUITA *et al.*, 2007; TUCO-TUCO, 2016). Conforme Yamada (2000), o boro desempenha um papel vital em processos fisiológicos nas plantas, como transporte de açúcares, síntese da parede celular, estrutura da parede e metabolismo de carboidratos. Além disso, estudos indicam uma associação entre a

absorção de potássio e boro, sugerindo que deficiências aparentes de potássio podem ser, na verdade, carências de boro (YAMADA, 2000).

O boro também é fundamental para o transporte de fósforo através de membranas, e deficiências aparentes de fósforo podem estar relacionadas à falta de boro. Mesquita *et al.* (2007) e Yamada (2000) ressaltam a importância do boro na migração e metabolismo de carboidratos, facilitando o transporte de açúcares através de membranas. A deficiência de boro não apenas compromete a eficiência da adubação potássica, mas também libera sacarose e aminoácidos, nutrientes para pragas e patógenos de plantas (YAMADA, 2000). No âmbito do presente estudo, a espécie vegetal crista de galo demonstrou uma elevada concentração de boro em suas cinzas, em comparação com a malva branca, que, por sua vez, exibiu uma baixa incidência de insetos pragas nas beterrabas (tabela 6). No que diz respeito às variáveis analisadas, os resultados obtidos estão em consonância com as conclusões do trabalho de Tuco-Tuco (2016), que evidenciou que a adubação contendo boro e potássio exerceu um impacto significativo nos teores de matéria seca, betacaroteno, amido e proteínas nas raízes de batata.

Já o zinco (Zn) emerge como um micronutriente de particular relevância para as plantas, desempenhando papéis críticos em diversos processos fisiológicos, como fotossíntese, respiração, regulação hormonal, síntese de aminoácidos, produção de proteínas, redução do nitrato e desintoxicação de radicais livres (MARSCHNER, 2012; OLIVEIRA *et al.*, 2017).

O zinco (Zn) é um elemento que, ao participar ativamente nos processos fisiológicos mencionados anteriormente, pode influenciar no surgimento de pragas e doenças. No âmbito do presente estudo, ambas as espécies utilizadas para a obtenção de cinzas destinadas à adubação apresentaram teores próximos de zinco. A deficiência desse micronutriente resulta em características como a formação de folhas diminutas e cloróticas, com clorose internerval de matriz amarelo-ouro nas folhas mais jovens, enquanto as nervuras exibem uma coloração verde-escura distintiva (SFREDO, 2008).

O ferro (Fe) desempenha um papel crucial na capacidade fotossintética das plantas, contribuindo para otimizar a eficiência na utilização da luz solar mediante o

escurecimento foliar (BATAGLIA & MASCARENHAS, 1982; MALAVOLTA, 2006). A aplicação de fontes de Fe é comumente utilizada com o intuito de induzir o escurecimento foliar, promovendo, assim, o aumento na capacidade fotossintética e, conseqüentemente, potencializando a bioatividade do sistema (LARBI *et al.*, 2006; SANTOS, 2016). Como elemento essencial para as plantas, o ferro desempenha funções intrinsecamente vinculadas a processos vitais para o crescimento e produtividade, sendo uma peça-chave em transformações energéticas fundamentais, como a respiração, fotossíntese e assimilação de nitrogênio. Adicionalmente, há indícios que sugerem que a síntese de clorofila é influenciada por esse metal (GOATLEY & SCHMIDT, 1990; MALAVOLTA, 2006).

O manganês (Mn) é um componente essencial da molécula de clorofila, desempenhando um papel direto no mecanismo da fotossíntese. Sua presença é vital, pois integra uma mangano-proteína que participa ativamente na quebra da molécula de água no fotossistema II (TEIXEIRA *et al.*, 2004; MARSCHNER, 2012).

A carência desse nutriente em alguns solos é agravada por vários fatores, incluindo o uso excessivo de calcário devido a recomendações inadequadas, a não observação do período de efeito residual da calagem e até mesmo a incorporação do calcário recomendado para 0-20 cm na camada superficial do solo, 0-10 cm, resultando em uma quantidade dobrada aplicada nessa profundidade (LOPES & GUILHERME, 1994; PEREIRA *et al.*, 2001).

Diversas estratégias têm sido empregadas para prevenir ou corrigir a deficiência de manganês, buscando superar a imobilização do Mn aplicado, aumentando o contato com as raízes e promovendo sua redistribuição na planta (MARSCHNER, 2012). Vale salientar que a mobilidade lenta do Mn no solo e sua absorção pelas raízes, governada pela disponibilidade do elemento na interface solo-raiz (MALAVOLTA, 2006). Apesar da preferência por transportar  $Mn^{+2}$  absorvido pelas raízes para os pontos de crescimento, a baixa mobilidade no floema das plantas compromete o sucesso da adubação foliar com Mn, especialmente em condições de deficiência (PEREIRA *et al.*, 2001).

A redistribuição do manganês na planta é uma tarefa desafiadora, e os sintomas de deficiência se manifestam nas folhas mais jovens quando há restrição na

disponibilidade durante o desenvolvimento da planta, mesmo que as folhas mais antigas contenham concentrações elevadas desse elemento (MALAVOLTA, 2006; MARSCHNER, 2012).

No presente estudo, verificou-se o rendimento de cinzas para ambas espécies de plantas espontâneas, obtendo um rendimento de 20% para malva branca e 13% para crista de galo (tabela 5).

**Tabela 5** – Rendimento de cinzas de plantas espontâneas Malva branca (*Sida cordifolia*) e Crista-de-galo (*Heliotropium indicum* L.).

ESPÉCIE	AMOSTRA (g)	CINZAS (g)	RENDIMENTO DE CINZAS (%)
<i>Sida cordifolia</i>	100	1,25	1,25
<i>Heliotropium indicum</i> L.	100	2,36	2,36

A adição de extratos de plantas espontâneas, por sua vez, pode trazer benefícios complementares, como a promoção da biodiversidade no solo e a indução de resistência em plantas, fortalecendo sua capacidade de enfrentar estresses bióticos.

A análise estatística indicou que a proporção de insetos pragas não apresentou diferença significativa entre os tratamentos utilizados (p-valor=0.99). Os intervalos de confiança para a proporção de insetos em cada tratamento estão detalhados na tabela 6. Contudo, é observado que a incidência de pragas e doenças nas raízes de beterraba foi mais notável nos tratamentos T2 e T7, apresentando médias de 0,48 e 0,44, respectivamente. Em outras palavras, em quatro das cinco plantas em cada vaso desses tratamentos, foram identificados sinais de infestação por insetos pragas ou o próprio inseto foi avistado. No presente estudo, constatou a presença de herbívoros como percevejo asa-preta-da-soja (*Edessa meditabunda*) (figura 1), cochonilha branca (*Planococcus citri*) (figura 2) e Lagarta-rosca (*Agrotis ípsilon*) (figura 3).

Ramamurthy & Krishnaveni (2014) conduziram um estudo para avaliar o impacto dos extratos das plantas *Heliotropium indicum* L. e *Mukia maderaspatana* em diferentes estágios larvais e pupas do mosquito vetor *Aedes aegypti*. O bioensaio foi

realizado empregando acetona como solvente para determinar a concentração letal mediana. Os resultados indicaram que os compostos essenciais foram eficazes apenas no controle de larvas de mosquitos, enquanto os extratos foram empregados para o controle de mosquitos adultos. Esses achados sugerem o potencial uso dos extratos dessas duas espécies vegetais para o controle de *Aedes aegypti* e possivelmente outras espécies de insetos.

**Tabela 6** – Intervalos de confiança para proporção de plantas com insetos pragas ( $\alpha=0,05$ ).

Tratamentos	Média	Limite Inferior	Limite superior
T1	0,29	0,11	0,52
T2	0,48	0,28	0,69
T3	0,36	0,18	0,57
T4	0,36	0,18	0,57
T5	0,36	0,18	0,57
T6	0,36	0,18	0,57
T7	0,44	0,24	0,65
T8	0,36	0,18	0,57

O estudo conduzido por Khurm e colaboradores (2016) analisou as propriedades antiglicação e inseticida da planta *Heliotropium strigosum*. Os resultados revelaram que o extrato metanólico exibiu fraca atividade antiglicação, enquanto o extrato de diclorometano foi inativo nesse aspecto. Quanto à atividade inseticida, do extrato bruto de diclorometano demonstrou atividade moderada contra *Rhizopertha dominica* e baixa atividade contra *Sitophilus oryzae*, enquanto o extrato de metanol não teve efeito significativo contra os insetos testados. A presença de saponinas, flavonoides e taninos nos extratos foi confirmada, resultados que corroboram com o presente estudo, onde os tratamentos com os extratos apresentaram uma baixa incidência de insetos.

É importante ressaltar, que a antiglicação refere-se ao processo em que moléculas de açúcar se ligam de forma não enzimática a proteínas, lipídios ou ácidos nucleicos (NEGRE-SALVAYRE *et al.*, 2009). No contexto agrícola, essa interação pode ser crucial na resistência das plantas às pragas, como evidenciado no estudo de Khurm e colaboradores (2016), onde uma espécie do gênero *Heliotropium* apresentou

tal propriedade, mesmo que baixa atividade. Considerando que a antiglicação pode desempenhar um papel significativo na proteção das plantas contra pragas, influenciando a composição química e a estrutura molecular dos tecidos vegetais (ODJAKOVA *et al.*, 2012; PINTO *et al.*, 2013; PALERMO, 2017; MORCELI, 2022), é plausível ponderar que a espécie *Heliotropium indicum* L. (utilizada no presente estudo) possui características semelhantes.

Ao ocorrer a antiglicação nas proteínas das plantas, ocorrem alterações em sua conformação e atividade funcional, afetando a palatabilidade e a digestibilidade para os insetos que se alimentam dessas plantas (ODJAKOVA *et al.*, 2012). Em alguns casos, a antiglicação pode tornar as proteínas menos atrativas ou até mesmo tóxicas para os insetos, agindo como um mecanismo de defesa natural.

A família Malvaceae, no qual *Sida cordifolia* faz parte, possui uma diversidade significativa de metabólitos, destacando-se ácidos graxos, terpenoides e flavonoides como classes predominantes (CHAVES, 2016). Certos ácidos graxos, com estruturas que incluem ligações conjugadas e carbonilas na cadeia carbônica, são marcadores quimiotaxonômicos importantes para suas espécies (SCHIMID & PATTERSON, 1988). Exemplos incluem ácido palmítico, ácido esteárico, ácido oleico e ácido linoléico, além de ácidos ciclopropanoicos como malvático e estercúlico, e ácidos ciclopropanoicos como dihidrosterculico e dihidromalvático. A presença de ésteres metílicos com enonas conjugadas também destaca a variabilidade estrutural de seus ácidos graxos (SILVA *et al.*, 2010; CHAVES, 2016). Adicionalmente, sesquiterpenoides em Malvaceae são associados à defesa contra doenças causadas por insetos (WILLIAMS *et al.*, 1995).

Quanto à manifestação de fitopatógenos, não foram registradas diferenças significativas entre os tratamentos avaliados em relação à presença de sintomas de doenças. Sintomas foram observados em todas as plantas do experimento, em especial sintomas típicos de cercosporiose (*Cercospora beticola*) (figura 6), no entanto, notou-se que nos tratamentos que utilizaram extratos, a incidência de sintomas foi menor em comparação com a testemunha e o tratamento com esterco (figura 2). Em estudo realizado por Osungunna & Adedeji (2011), constatou que o uso de extrato de *Heliotropium indicum* L. apresentou atividade antibacteriana leve a moderada contra espécies de bactérias gram positivas e gram negativas. No mesmo

trabalho, em análise fitoquímica feita, identificou a presença de metabólitos vegetais, como alcaloides, saponinas e taninos.

Uma das variáveis avaliadas, foi a Massa Fresca de Parte Aérea (MFPA), e observou-se que o tratamento T2 e T7 (tabela 7) se destacaram com uma Massa Fresca significativamente maior em comparação com os outros tratamentos. Esse resultado sugere que a aplicação de cinzas e extratos de *Sida cordifolia* pode ter estimulado o crescimento da parte aérea da beterraba. Aumentar a biomassa da parte aérea é crucial, pois é uma fonte importante de matéria orgânica que pode contribuir para a melhoria da estrutura do solo e a retenção de água.

A variável Massa Seca de Parte Aérea (MSPA) também refletiu o efeito positivo (tabela 7) dos tratamentos T4 e T7, com as maiores Massas Seca observadas, ambas com presença de cinzas da planta espontânea *Sida cordifolia*. Isso sugere que a aplicação desses materiais não apenas estimulou o crescimento, mas também resultou em uma maior produção de matéria seca, o que pode ser valioso em termos de produtividade da cultura.

**Tabela 7** – tratamentos e variáveis analisadas (Massa Fresca da Parte Aérea (MFPA) em g planta<sup>-1</sup>; Massa Seca da Parte Aérea (MSPA) em g planta<sup>-1</sup>; Massa Fresca da Raiz (MFR) em g; Diâmetro Transversal da Raiz (DTR) em mm; Comprimento da Raiz (CR) em cm; Número de Folhas (NF); Sólidos Solúveis Totais (SST) em graus Brix; Acidez Titulável Total (ATT) em porcentagem) no cultivo de raízes de beterrabas sob uso de cinzas e extratos de plantas espontâneas.

TRAT	MFPA	MSPA	MFR	DTR	CR	NF	SST	ATT
T1	6,83 b	0,45 b	9,23 b	1,34 b	2,96 b	6,60 c	0,30 c	0,0164 bcd
T2	63,13 a	3,79 a	72,26 ab	4,54 a	5,66 ab	12,20 a	1,02 bc	0,0292 a
T3	44,79 ab	3,14 ab	67,94 ab	4,70 a	5,56 ab	7,60 bc	1,78 ab	0,0149 cd
T4	61,60 a	4,72 a	72,12 ab	4,46 a	5,32 ab	8,40 abc	2,56 a	0,0270 ab
T5	36,59 ab	3,33 a	65,65 ab	4,26 a	5,18 ab	9,80 abc	1,68 ab	0,0089 d
T6	41,18 ab	3,59 a	61,29 ab	4,36 a	5,80 a	9,40 abc	1,08 bc	0,0256 ab
T7	73,46 a	5,36 a	63,14 ab	4,66 a	4,74 ab	11,40 ab	1,76 ab	0,0327 a
T8	41,77 ab	2,69 ab	81,62 a	4,44 a	6,32 a	11,80 ab	1,68 ab	0,0309 a

Médias na coluna seguidas de mesma letra minúscula são estatisticamente iguais de acordo com o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A Massa Fresca de Raiz (MFR) é uma característica importante em cultivos de beterrabas, uma vez que é a parte da planta que geralmente é colhida e consumida. Nesse caso, o tratamento T8 obteve a maior Massa Fresca de Raiz (tabela 7), o que indica um potencial aumento na produção de raízes comestíveis. Isso é promissor para a agricultura, uma vez que sugere que a aplicação das substâncias estudadas pode melhorar o rendimento das culturas, em especial raízes e tubérculos.

O Diâmetro da Raiz (DTR) e o Comprimento da Raiz (CR) são parâmetros cruciais, pois impactam diretamente na qualidade das raízes colhidas, indicando um desenvolvimento robusto e saudável, o que, por sua vez, influencia o potencial de sabor e nutrientes. O tratamento T3 e T7 se destacaram (tabela 7), apresentando um o maior Diâmetro de Raiz. Já para a variável Comprimento de Raiz os T6 e T8 se sobressaíram sobre os demais tratamentos. Isso indica que os tratamentos em questão, podem não apenas aumentar a produção, mas também melhorar a qualidade das raízes, o que é fundamental para atender aos padrões de mercado e satisfação do consumidor, refletindo em raízes maiores.

O Número de Folhas (NF) é outro indicador relevante, pois está relacionado à saúde e vitalidade das plantas. O tratamento T2, T7 e T8 exibiram maior Número de Folhas (tabela 7), sugerindo que as cinzas e extratos da planta espontânea, além do esterco, podem promover um desenvolvimento vegetativo mais robusto e saudável.

Em relação aos Sólidos Solúveis Totais (SST), que estão relacionados ao sabor e qualidade das beterrabas, o tratamento T4 apresentou o maior valor (tabela 7), enquanto que os menores valores se deram no tratamento com esterco bovino e testemunha. Isso indica que a aplicação das substâncias estudadas pode influenciar positivamente o teor de sólidos solúveis, podendo incrementar mais o teor de açúcar nas raízes, o que é relevante para a qualidade do produto final. No estudo realizado por Marques *et al.* (2010), que investigou a produção e qualidade da beterraba em resposta à adubação com esterco bovino, observaram-se teores de sólidos solúveis bastante superiores aos encontrados no presente trabalho, situando-se na faixa de 10,26% a 11,10%.

Por fim, a Acidez Titulável Total (ATT) é um indicador importante na indústria de alimentos, pois está relacionada ao sabor e à preservação de alimentos. Os

tratamentos T2, T7 e T8 exibiram a maior Acidez Titulável Total (ATT) (tabela 7), o que sugere raízes mais ácidas com o uso desse tratamento. Esses dados corroboram com estudo realizado por Albuquerque (2014), no qual verificou a qualidade pós colheita da beterraba submetida a adubação com biofertilizante, apresentando valor de 0,23 %.

Os pressupostos da análise de variância não foram atendidos para todas as variáveis contínuas avaliadas. O efeito dos tratamentos, analisados por modelos lineares generalizados, foi significativo para todas as variáveis avaliadas (tabela 7).

**Tabela 8** - Análise de deviance para Massa Fresca da Parte Aérea (MFPA); Massa Seca da Parte Aérea (MSPA); Massa Fresca da Raiz (MFR); Diâmetro Transversal da Raiz (DTR); Comprimento da Raiz (CR); Sólidos Solúveis Totais (SST) e Acidez Titulável Total (ATT).

	Fonte de variação	Graus de liberdade (GL)	Deviance	GL residual	Deviance residual	F	Pr(>F)
MFPA	Nulo			39	17011,8		
	Tratamentos	7	15274,2	32	1737,6	40,19	<0,001
	Parâmetro de dispersão			54,30			
MSPA	Nulo			39	175,89		
	Tratamentos	7	146,53	32	29,359	22,82	<0,001
	Parâmetro de dispersão			0,9174			
MFR	Nulo			39	29930		
	Tratamentos	7	21528	32	8402	11,71	<0,001
	Parâmetro de dispersão			262,56			
MFR/ VASO	Nulo			39	739468		
	Tratamentos	7	625848	32	113619	25,18	<0,001
	Parâmetro de dispersão			3550,61			
DTR	Nulo			39	36,471		
	Tratamentos	7	28,742	32	7,729	17,00	<0,001
	Parâmetro de dispersão			0,2415			
CR	Nulo			39	34,512		
	Tratamentos	7	20,412	32	14,101	6,62	<0,001
	Parâmetro de dispersão			0,4407			
SST	Nulo			39	22,8849		
	Tratamentos	7	20,352	32	2,5326	36,74	<0,001
	Parâmetro de dispersão			0,0791			
ATT	Nulo			39	8,0424		
	Tratamentos	7	7,0657	32	0,9766	33,07	<0,001
	Parâmetro de dispersão			0,0305			
NF/ VASO	Nulo			39	91,836		
	Tratamentos	7	67,571	32	24,265	-	<0,001
	Parâmetro de dispersão			1,0			

Não houve interação significativa entre os fatores, tratamentos e o período de armazenamento da beterraba, em relação ao Tempo de Cozimento (TC). No entanto,

tanto os tratamentos quanto o período de armazenamento tiveram impacto sobre o tempo necessário para o cozimento da beterraba. Independentemente do tempo de armazenamento, observou-se que a menor duração de cozimento foi alcançada nos tratamentos de controle (T1) e solo + composto de esterco (T2).

**Tabela 9** - Tempo de cozimento em respostas aos tratamentos testados

TRATAMENTOS	TEMPO DE COZIMENTO (SEGUNDOS)
T1	1187 a
T2	1374 ab
T3	1463 b
T4	1577 b
T5	1394 b
T6	1579 b
T7	1540 b
T8	1491 b

Médias nas colunas seguidas por letras iguais não diferem pelo teste de Tukey ( $\alpha=0.05$ ), com correção pelo método de Sidák

Independentemente dos tratamentos empregados, o menor Tempo de Cozimento foi observado para as beterrabas recém coletadas. Observou-se que o tratamento T6 registrou o maior valor (tabela 9), com um tempo de cozimento de 26,31 minutos, sendo estatisticamente superior em relação a todos os outros tratamentos. Por outro lado, além da testemunha, o tratamento T2 apresentou o menor Tempo de Cozimento, com 22,19 minutos.

**Tabela 10** - Tempo de Cozimento em respostas aos dias de tratamento.

Dias após colheita	Tempo de cozimento (segundos)
0 (TC 1)	1359 a
22 (TC 2)	1448 ab
42 (TC 3)	1545 b

Aos 22 dias após a colheita (TC 2), o tratamento T8 novamente se destacou com o maior valor, registrando um Tempo de Cozimento de 24,35 minutos. Os tratamentos T1, T3 e T7, por sua vez, mostraram os menores Tempos de Cozimento no TC 2, com valores de 16,09, 21,54 e 22,46 minutos, respectivamente.

No TC 3, o tratamento T6 apresentou o maior Tempo de Cozimento, com 27,13 minutos, sendo estatisticamente superior aos outros tratamentos. Por outro lado, os demais tratamentos, incluindo T1, T2, T3, T4, T5, T7 e T8, registraram Tempos de Cozimento menores no TC 3, em comparação com o tratamento T6.

Esses resultados revelam variações significativas nos Tempos de Cozimento das raízes de beterraba, dependendo dos tratamentos aplicados e do momento de medição. O tratamento T6 frequentemente demonstrou Tempos de Cozimento mais longos, enquanto os tratamentos T1, T2 e T5 tendem a resultar em Tempos de Cozimento mais curtos (tabela 9). Essas observações têm implicações importantes para a qualidade e a preparação culinária das raízes de beterraba.

Entretanto, essas observações também têm implicações relevantes no contexto da herbívora e inoculação de fitopatógenos em raízes de beterraba. O tratamento utilizando cinzas de espécies espontâneas neste estudo representa uma prática de adubação orgânica que proporciona uma nutrição adequada para o desenvolvimento das plantas, uma vez que os teores de macro e micronutrientes mostraram-se adequados para a cultura.

O tratamento 6 evidenciou, ao longo dos três períodos de armazenamento, um Tempo de Cozimento sempre mais prolongado, resultante da adubação com cinzas de *Heliotropium indicum* L. Na análise química das cinzas em questão, os teores significativos de potássio (60,36 g/kg) e cálcio (68,19 g/kg), em comparação com o solo utilizado no experimento, indicam a eficácia dessas cinzas como fonte de nutrientes (Tabela 3). O aumento no Tempo de Cozimento sugere que as beterrabas adubadas com cinzas experimentaram um aumento na rigidez, possivelmente relacionado a um maior depósito de nutrientes na parede celular e, conseqüentemente, um aumento na Massa Seca. Pode-se dizer que uma maior rigidez torna o vegetal mais resistente ao ataque de herbívoros e fitopatógenos, pois dificulta a inserção do aparelho bucal e impede a penetração de micélios na parede celular das plantas.

O cálcio representa um dos elementos mais cruciais no sistema intracelular das plantas, mantendo-se na forma iônica enquanto dentro da célula e participando ativamente no metabolismo secundário de todas as células (TAIZ & ZEIGER, 2004).

Aproximadamente 60% do cálcio celular está concentrado na parede celular (lamela média), desempenhando uma função estabilizante que pode afetar a textura, a firmeza e a maturação dos frutos (HANSON *et al.*, 1993). O cálcio atua na célula como componente da lamela média das paredes celulares, desempenhando diversas funções adicionais (TAIZ & ZEIGER, 2004).

Este elemento desempenha diversas funções nos tecidos vegetais, destacando-se na proteção das membranas e paredes celulares, bem como na sinalização em resposta a condições de estresse, seja biótico ou abiótico (TAIZ & ZEIGER, 2004; YAMAMOTO *et al.*, 2011). Durante o amadurecimento de frutos, por exemplo, ocorrem alterações nos polissacarídeos da parede celular. As pontes de cálcio entre os ácidos pécnicos, ou entre estes e outros polissacarídeos, dificultam o acesso e a ação das enzimas pectolíticas produzidas pelo próprio fruto, responsáveis pelo amaciamento, assim como aquelas produzidas por fungos e bactérias que causam deterioração (HANSON *et al.*, 1993; YAMAMOTO *et al.*, 2011).

O potássio representa frequentemente o segundo nutriente de maior demanda nas culturas, sucedendo o nitrogênio (FAQUIN, 1997). Desempenha múltiplos papéis, atuando como ativador enzimático, regulador da turgidez do tecido e controlador da abertura e fechamento dos estômatos. Essa regulação estomática permite o controle da concentração de CO<sub>2</sub> na câmara subestomática, influenciando diretamente a atividade fotossintética e a transpiração (HOPKINS, 1995; RESENDE *et al.*, 2003). Mengel e Kirkby (1987) destacam sua função no transporte de carboidratos, além de sua capacidade de reduzir os danos causados por geadas, seca e salinidade (DOUGLAS, 1985).

A presença de potássio não apenas fortalece a resistência ao acamamento e a doenças, acelerando a lignificação das células esclerenquimáticas e aumentando a espessura da parede celular (RESENDE *et al.*, 2005), mas também contribui para a qualidade dos produtos agrícolas. Isso se reflete na melhoria da resistência ao transporte, manuseio e armazenamento, assim como na otimização de características como cor, tamanho, acidez e valor nutritivo dos alimentos (RISSE *et al.*, 1989; RESENDE *et al.*, 2003).

## 6.0 CONCLUSÃO

As plantas espontâneas no ecossistema precisam ser melhor compreendidas e aproveitadas. A análise sobre eficácia do emprego de cinzas provenientes das mesmas como fertilizante na cultura de *Beta vulgaris esculenta*, em conjunto com a aplicação de extratos botânicos, visando aprimorar a proteção vegetal é uma saída viável para o pequeno agricultor.

Conclui-se que o tratamento com cinzas e extratos de Malva Branca (T7: Solo + cinzas (*Sida cordifolia*) + EE (*Sida cordifolia*); T8: Solo + cinzas (*Sida cordifolia*) + EA (*Sida cordifolia*) obteve melhores rendimentos nas variáveis analisadas.

## 7.0 REFERÊNCIAS

AGRIOS, G. N. **Plant pathology**. Academic Press, 5 ed., 2004. 948p.

ALBUQUERQUE, J. R. T. **Qualidade pós-colheita de beterraba submetida à adubação com biofertilizante fermentado**. 2014. 34 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal de Campina Grande. Pombal - PB. 2014.

ALI, A., KHAN, I. U., JAN, M., KHAN, H. A., HUSSAIN, S., NISAR, M., YUN, D. J. The high-affinity potassium transporter EpHKT1; 2 from the extremophile *Eutrema parvula* mediates salt tolerance. **Frontiers in plant science**, v. 9, p. 1108, 2018.

ALMASIA, N. I.; BAZZINI, A. A.; HOPP, H. E.; VAZQUEZ-ROVERE, C. A superexpressão do gene *snakin-1* aumenta a resistência a *Rhizoctonia solani* e *Erwinia carotovora* em plantas de batata transgênicas. **Molecular Plant Pathology**, v. 9, n. 9, p. 329-338, 2008.

ALMEIDA, D. F. L. S. **Estudo das Vias Metabólicas das Plantas na Síntese de Pigmentos Naturais**. 2017. 61 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Fernando Pessoa. Porto - Portugal. 2017.

ALVES, S. B.; MEDEIROS, M. B.; TAMAI, M. A.; LOPES, R. B.; Trofobiose e Microrganismos na Proteção de plantas. **Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, v. 1, n. 21, 2001.

AVILA, C. J. **Pragas da soja**. 2017. Embrapa. Disponível em: < <https://pragas.cpa.embrapa.br/views/praga.php?id=27#:~:text=O%20que%20%C3%A9%3F,gr%C3%A3os%20da%20soja%20em%20forma%C3%A7%C3%A3o.> >. Acesso em: 23 de abril de 2022.

BARRETO, S. F.; GASPI, F. O. G.; OLIVEIRA, C. F. Estudo químico das principais vias do metabolismo secundário vegetal: uma revisão bibliográfica. **Revista Científica da FHO - Fundação Hermínio Ometto**, v. 8, n. 1, p. 60 – 72, 2020.

BATAGLIA, O. C.; MASCARENHAS, H. A. Nutrição mineral da soja. **A soja no Brasil central**. 2ª Ed. P.115 – 133. Fundação Cargill. Campinas. 444p. 1982.

BELINATO, J. R.; BAZIOLIA, J. M.; SUSSULINIA, A.; AUGUSTO, F.; FILL, T. P. Metabolômica microbiana: inovações e aplicações. **Química nova**, v. 9, n. 17, p. 546 - 559, 2019.

BELLÉ, R. B.; FONTANA, D. C. Patógenos de solo: principais doenças vasculares e radiculares e formas de controle. **Enciclopédia biosfera**. Goiânia - GO, v. 15, n. 28, p. 779, 2018.

BÍBLIA, N. T. Mateus 13: 24 - 30. In BÍBLIA. Português. **Sagrada Bíblia Católica**: Antigo e Novo Testamentos. Tradução de José Simão. São Paulo: Sociedade Bíblica de Aparecida, 2008. p. 202-203.

BOILY, Y.; VAN PUYVELD, L. Screening of medicinal plants of Rwanda (Central Africa) for antimicrobial activity. **J Ethnopharmacol.**, v.16, n. 1, p. 1 – 13, 1986.

BORGES, L. P.; AMORIM, V. A. Metabólitos secundários de plantas. **Revista Agrotecnológica**, v. 11, n. 1, p. 54 - 67, 2020.

BRANDÃO FILHO, J. U. T.; SANTOS, H. S.; MARAUS, P. F.; SANTOS, H. S. Controle químico da traça das crucíferas (*Plutella xylostella*) na cultura do repolho. **Anais do L Congresso Brasileiro de Horticultura**. Guarapari - ES. 2010.

BRASIL. M.A.P.A - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Hortaliças não-convencionais: (tradicionalis)**. 1 ed. Ministério da Agricultura, Pecuária e

Abastecimento. Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo – Brasília: MAPA/ ACS, 2010. 52 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Alimentos regionais brasileiros**. 2 ed. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica – Brasília: Ministério da Saúde, 2015. 482 p.

CARDOSO, A. I. I. Produção de beterraba híbrida no Brasil. **Revista Campo & Negócios**, v. 40, p. 26-27. 2008.

CARVALHO, A. D. F.; PEREIRA, R. B.; SILVA, G. O.; PEREIRA, J. B.; VIEIRA, J. V. Especificidades de cultivares de cenoura. **Revista cultivar**. 2019. Disponível em: < <https://www.grupocultivar.com.br/artigos/especificidades-de-cultivares-de-cenoura> >. Acesso em: 28 de novembro de 2023.

CARVALHO, J. S. ***Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) (LEPIDOPTERA: PLUTELLIDAE): efeito da sinigrina aplicada em folhas de couve e brócolis**. 2008a. 67 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal - SP. 2008a.

CARVALHO, L. B. Interferência e estudo fitossociológicos da comunidade infestante em beterraba de semeadura direta. **Acta Sci. Agronv**, v. 30, p. 325-331. 2008b.

CARVALHO, L. B. **Plantas Daninhas**. 1 ed. Editado pelo autor, Lages, SC, 2013. 82 p.

CASTRO, P. R. C.; KLUGE, R. A.; PERES, L. E. P. **Manual de fisiologia vegetal**. Piracicaba: Editora Agronômica Ceres, 2005.

CATAPAN, V.; BUZANINI, A. C.; MOURA, J. M. M.; SANTOS, S. S. Principais pragas de hortaliças-fruto nas famílias das Solanáceas, Cucurbitáceas e Fabáceas. In: BRANDÃO FILHO, J.U.T., FREITAS, P.S.L., BERIAN, L.O.S., and GOTO, R., **Hortaliças-fruto**. Maringá: EDUEM, p. 357-386. 2018.

CEBALLOS, L. C.; HOYOS, F. S.; ESTRADA, H. G. Antibacterial activity of *Cordia dentata* Poir, *Heliotropium indicum* Linn and *Momordica charantia* Linn from the

Northern Colombian Coast. **Revista Colombiana de Ciências, Química e Farmácia**, v. 46, n. 2, p. 143-159, 2017.

CHABOUSSOU, F. **Plantas Doentes Pelo Uso de Agrotóxicos**. 1 edição. São Paulo. Ed. Expressão Popular, 360 p., 2006.

CHAVES, O. S. **Estudo fitoquímico e antimicrobiano de duas espécies de malvaceae: *Pavonia malacophylla* (Link & Otto) Garcke e *Sida rhombifolia* L. s.** 2016. 199 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa - PB. 2016.

CHRISTOFFOLETI, P. J.; LÓPEZ-OVEJERO R. F.; principais aspectos da resistência de plantas daninhas ao herbicida glyphosate. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 21, n. 3, p. 507-515, 2003.

CODESP - Conselho de Desenvolvimento do Território Sertão Produtivo. **Plano Territorial de Desenvolvimento Rural Sustentável – PTDRS**. 2010. Disponível em: < [http://sit.mda.gov.br/download/ptdrs/ptdrs\\_qua\\_territorio142.pdf](http://sit.mda.gov.br/download/ptdrs/ptdrs_qua_territorio142.pdf) >. Acesso em: 27 de outubro de 2021.

CORRÊA, C. V.; CARDOSO, A. I. I.; SOUZA, L. G.; ANTUNES, W. L. P.; MAGOLBO, L. A. Produção de beterraba em função do espaçamento. **Horticultura Brasileira**, v. 32, p. 111-114. 2014.

CORREA, M. L. P.; GALVÃO, J. C. C.; FONTANETTI, A.; LEMOS, J. P.; CONCEIÇÃO, P. M. Interferência do feijão-de-porco na dinâmica de plantas espontâneas no cultivo do milho orgânico em sistemas de plantio direto e convencional. **R. Brasileira de Agroecologia**, v. 9, n. 2, p. 160-172, 2014.

CORREA, P. R. S.; MORAES FILHO, O. **Síntese das necessidades de calcário para solos do estado da Bahia e Sergipe**. CPRM – Companhia de pesquisa de Recursos Minerais. Salvador - BA, 2001. 17 p.

CORREIA, É. C. S. S. **Potencial reprodutivo e danos causados por *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* e *M. enterolobii* em beterraba**. 2017. 69p. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu - SP, 2017.

COSTA, P. M. A.; SILVA, T. S. Levantamento fitossociológico de plantas espontâneas associadas as condições de solo no brejo paraibano. **R. de Agroecologia e desenvolvimento sustentável**, v. 16, n. 2, p. 224-228, 2021.

CRUZ JUNIOR, J. F. A. **Danos causados por *Nezara viridula* (LINNAEUS, 1758) e *Piezodorus guildinii* (WESTWOOD, 1873) (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE) em maçãs de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.)**. 2004. 50 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba - SP. 2004.

CRUZ. I. **Percevejo-verde *Nezara vitidula* Linnaeu, 1758 e Percevejo-barriga-verde, *Dichelops* spp. (Hemiptera: Pentatomidae)**. 2017. Embrapa. Disponível em: < [http://panorama.cnpms.embrapa.br/insetos-praga/identificacao/pragas-da-parte-aerea-sugadores/percevejo-verde-nezara-vitidula-linnaeu-1758-e-percevejo-barriga-verde-dichelops-spp-hemiptera-pentatomidae#:~:text=Os%20percevejos%20\(Hemiptera%3A%20Heteroptera\),\(estiletes\)%20na%20fonte%20nutricional.](http://panorama.cnpms.embrapa.br/insetos-praga/identificacao/pragas-da-parte-aerea-sugadores/percevejo-verde-nezara-vitidula-linnaeu-1758-e-percevejo-barriga-verde-dichelops-spp-hemiptera-pentatomidae#:~:text=Os%20percevejos%20(Hemiptera%3A%20Heteroptera),(estiletes)%20na%20fonte%20nutricional.) >. Acesso em: 23 de abril de 2022.

CUNHA, T. J. F.; RIBEIRO, L. P.; SANTOS, H. G.; GOMES, I. A.; SANTOS, R. D. Estudo de correlação de solos para fins de classificação nas regiões do reoncavo baiano e microrregião de Irecê – BA. **Boletim de pesquisa**, 9. Rio de Janeiro - RJ: EMBRAPA. 59p. 2000.

DIANE, N.; FÖRTHNER, H.; HILGER, H. H.; WEIGEND, M. The Families and Genera of Vascular Plants. **Flowering Plants**. v. 4, p. 62-70, 2004.

DIAS, J. S. A.; YOKOMIZO, G. K. I.; SANTOS, I. C.; SANTOS, L. P. O.; SOUZA, G. D. Podridão do colo (*Sclerotium rolfsii* Sacc.) em pimenta salada ou pimenta doce (*Capsicum annum*) no Estado do Amapá.. **Comunicado Técnico**, 80. Macapá - AP: Embrapa Amapá, 03p. 2002.

DIWAN, P. V.; KANTH, V. R. Analgesic, anti-inflammatory and hypoglycaemic activities of *Sida cordifolia*. **Phytotherapy Research**., v. 13, p. 75 – 77, 1999.

DOUGLAS, J.S. **Advanced guide to hidroponics: Soilless cultivation**. 5.ed. London: Pelham Books, 1985. 368 p.

DUFRENOY, J. Le traitement du sol, desinfection, amendement, fumure, en vue de combatte chez les plantes agricoles de grande culture les affections parasitaires et les maladies de carence. **Ann. Agron.** Suisse, p. 680 - 728, 1936.

FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. Lavras: FAEPE. 1997, 227 p.

FAVERO, C.; JUCKSCH, I.; COSTA, L. M.; ALVARENGA, R. C.; NEVES, J. C. L. Crescimento e acúmulo de nutrientes por plantas espontâneas e por leguminosas utilizadas para adubação verde. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 24, p. 171-177, 2000.

FELDENS, L. **O homem, a agricultura e a história**. 1 ed. Ed. Univates. Lajeado - RS, 2018. 168 p.

FERNANDES, M. S., SOUZA, S. R., SANTOS, L. **Nutrição Mineral de Plantas**. Ed. 2. Viçosa, MG. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 670 p. 2018.

FERREIRA, J. A. **Diagnóstico de qualidade de solo por meio da ocorrência da vegetação espontânea como indicador biológico**. 2015. 33 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano – Petrolina - PE, 2015.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 2.ed. rev. e ampl. Viçosa: Ed. UFV, 2003. 412p.

FUMAGALI, E.; GONÇALVES, R. A. C.; MACHADO, M. F. P. S.; VIDOTI, G. J.; OLIVEIRA, A. J. B. Produção de metabólitos secundários em cultura de células e tecidos de plantas: o exemplo dos gêneros *Tabernaemontana* e *Aspidosperma*. **Rev. bras. farmacogn.**, v. 18, n. 4, p. 627 - 641, 2008.

FURTADO, M. D. G.; ARAÚJO, K. C. T.; CASTRO, R. A.; FABRICANTE, J. R.; SILVA, H. A.; SIQUEIRA FILHO, J. A. **Efeito de extratos aquosos de *Melochia tomentosa* (Malvaceae) sobre a germinação da exótica invasora *Nicotiana glauca* (Solanaceae)**. In: 64º Congresso Nacional de Botânica, Belo Horizonte, MG. 2013.

GABRIEL, D. Pragas do amendoim. Série Tecnologia APTA. **Documento técnico, 26**. Campinas - SP: Secretaria de Agricultura e abastecimento. 25 p. 2016.

GARCIA JÚNIOR D.; POZZA E. A.; POZZA A. A. A.; SOUZA, P. E.; CARVALHO, J. G.; BALIEIRO, A.C.; Incidência e severidade da cercosporiose do cafeeiro em função do suprimento de potássio e cálcio em solução nutritiva. **Fitopatologia Brasileira**, v. 28, p. 286 - 291, 2003.

GHOSAL, S.; CHAUHAN, R. B. P. S.; MEHTA, R. Chemical constituents of Malvaceae. Part I. Alkaloids of *Sida cordifolia*. **Phytochemistry**. V. 14, p. 830 – 832, 1975.

GOATLEY, J. M.; SCHMIDT, R. E. Seedling Kentucky Bluegrass Growth Responses to Chelated Iron and Biostimulator Materials. **Agronomy Journal**, v. 82, n. 5, p. 901 - 905, 1990.

GOBBO-NETO, L.; LOPES, N. P. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Química Nova**, v. 30, n. 2, p. 374-381, 2007.

GOLDBERG, S. **Chemistry and mineralogy of born in soils**. In: GUPTA, U.C. (ed). Boron and its role in crop production. Boca Raton: CRC Press, p. 3-44. 1997.

GONDIM, A. R. O. **Absorção e mobilidade do boro em plantas de tomate e de beterraba**. 2009. 88 p. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Jaboticabal - SP, 2009.

GRAHAM, R. D. Effects of nutrient stress on susceptibility of plants to disease with particular reference to the trace elements. **Advances in Botanical Research**, v. 10, p. 221-276, 1983.

GRANJEIRO, L. C.; NEGREIROS, M. Z.; SOUZA, B. S.; AZEVÊDO, P. E.; OLIVEIRA, A. L.; MEDEIROS, M. A. Acúmulo e exportação de nutrientes em beterraba. **Ciênc. agrotec.**, v. 31, n. 2, p. 267-273, 2007.

GROENEWALD, M.; GROENEWALD, J. Z.; CROUS, P. W. Distinct species exist within the *Cercospora apii* morphotype. **Phytopathology**, v. 95, n. 8, p. 951-959, 2005.

GUAZZELLI, M. J.; MEIRELLES, L.; BARRETO, R.; GONÇALVES, A.; MOTTER, C.; RUPP, L. C. Aplicação da teoria da trofobiose no controle de pragas e doenças. **Agriculturas**, v. 4, n. 1, 2007.

GUAZZELLI, M. J.; MEIRELLES, L.; BARRETO, R.; GONÇALVES, A.; MOTTER, C.; RUPP, L. C. **Aplicação da teoria da trofobiose no controle de pragas e doenças: uma experiência na serra gaúcha**. 2019. Disponível em: < <http://aspta.org.br/article/aplicacao-da-teoria-da-trofobiose-no-controle-de-pragas-e-doencas-uma-experiencia-na-serra-gaucha/#:~:text=O%20biofertilizante%20pode%20ser%20enriquecido,solo%20com%20em%20pulveriza%C3%A7%C3%B5es%20foliares.> >. Acesso em: 23 de abril de 2022.

GUIMARÃES, J. A.; FILHO, M. M.; MOURA, A. P.; CARVALHO, A. D. F. Reconhecimento e manejo das principais pragas da cenoura. Embrapa. **Comunicado Técnico 82**. Brasília - DF: Embrapa Hortaliças. 6 p. 2012.

HANSON, E.J.; BEGGS, J.L.; BEAUDRY, R.M. Applying calcium chloride postharvest to improve highbush blueberry firmness. **Hort Science**, v. 28, n. 10, 1993.

HATTORI, M.; NAKABAYASHI, T.; LIM, Y. A.; MIAYSHIRO, H.; KUROKAWA, M.; SHITAKI, K.; GUPTA, M. P.; CORREA, M.; PILAPITIYA, U. Inhibitory effects of various ayurvedic and Panamanian medicinal plants on the enfection of herpes simplex virus-1 in vitro and in vivo. **Phytother Res.**, v. 9, n. 4, p. 270 - 276, 1995.

HENRY, K. A. M; BURTON, J. W.; ISRAEL, D. W.; RUFTY, T. W. Nitrogen transfer between plants: A N natural abundance study with crop and weed species. **Plant and Soil**, Crawley, v. 282, n. 1, p. 7-20, 2006.

HOFFMANN-CAMPO, C. B.; MOSCAROI, F.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; OLIVEIRA, L. J.; SOSA-GÓMEZ, O. R.; PANIZZI, A. R.; CORSO, I. C.; GAZZONI, O. L.; OLIVEIRA, E. B. Pragas da soja no Brasil e seu manejo integrado. **Circular Técnica, 30**. Londrina - PR: Embrapa Soja, 70p., 2000.

HOPKINS, W. G. **Introduction to plant physiology**. New York: John Wiley, 1995. 464 p.

HUBER, D. M. Relationship between mineral nutrition of plants and disease incidence. **Anais do Workshop – Relação entre nutrição de plantas e incidência de doenças**. Piracicaba – SP. 2002.

IBGE – **Censo Agropecuário - Ano 2017**. 2017a. Disponível em: < <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ba/irece/pesquisa/24/76693> >. Acesso em: 27 de outubro de 2021.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sidra: tabela 6953 - Quantidade produzida na horticultura – ranking nacional, ranking Território de Irecê e número de estabelecimentos agropecuários**. 2017b. Disponível em: < <https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/6953#resultado> >. Acesso em: 28 de novembro de 2023.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sidra: tabela 1612 - Área plantada, área colhida, quantidade produzida, rendimento médio e valor da produção das lavouras temporárias (Atualizados 14/09/2023)**. Disponível em: < <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/9605#resultado> >. Acesso em: 28 de novembro de 2023.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sidra: tabela 9605 - População residente, por cor ou raça, nos Censos Demográficos**. 2010. Disponível em: < <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/9605#resultado> >. Acesso em: 27 de outubro de 2021.

IBGE – **Pesquisa da Pecuária Municipal. Ano 2019 e 2020 (Atualizados 22/09/2021)**. Disponível em: < <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/ppm/tabelas>>. Acesso em: 28 de novembro de 2023.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz; Métodos químicos e físicos para análises de alimentos**. 3.ed. São Paulo: 1985. v. 1, 533 p.

KANNER, J.; HAREL, S.; GRANIT, R. B. Uma nova classe de antioxidantes catiônicos na dieta. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 49, p. 5178-5185. 2001.

KHAN, J.; QI, A.; KHAN, M. F. R. Fluctuations in number of *Cercospora beticola* conidia in relationship to environment and disease severity in sugar beet. **Phytopathology**, v. 99, n. 7, p. 96–801, 2009.

KHURM, M.; CHAUDHRY, B. A.; UZAIR, M.; JANBAZ, K. H.; SARWAR, W.; MANZOOR, M.; HUSSAIN, S. N.; QAISAR, M. N.; GHORI, M. U. Antiglication and Insecticidal Potential of *Heliotropium strigosum* Willd. **Scholars Research Library**, v. 6, n. 4, p. 1 - 7, 2016.

KINUPP, V. F. **Plantas alimentícias não convencionais da região metropolitana de Porto Alegre, RS**. 2007, 590 p. Tese (Doutorado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

KIRKBY, E. A.; RÖMHELD, V. Micronutrientes na fisiologia de plantas: funções, absorção e mobilidade. **Encarte Técnico: Informações Agronômicas nº118**. 2007.

KLUGE, R. A. Armazenamento refrigerado de beterraba minimamente processada em diferentes tipos de corte. **Ciência Rural**, v. 36, n. 1, p. 263-270, 2006.

KLUGE, R. A.; PRECZENHAK, A. P. Betalaínas em beterraba minimamente processada: perdas e formas de preservação. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, v. 17, n. 2, p. 175-192, 2016.

KOECHE, C. **Inibição in vitro de fitopatógenos de solo através da adição de água residuária de suínos**. 2015. 45 p. Trabalho de conclusão de curso (graduação) – Universidade Federal do Paraná – Palotina - PR, 2017.

LARBI, A.; ABADÍA, A.; ABADÍA, J.; MORALES, F. Down co-regulation of light absorption, photochemistry, and carboxylation in Fe-deficient plants growing in different environments. **Photosynth**, v. 89, 113–126. 2006.

LEITE, C. D.; MEIRA, A. L.; MOREIRA, V. R R. **Fichas agroecológicas: tecnologias apropriadas para a agricultura orgânica**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo – Brasília/DF, 2006. 11 p.

LIMA, B. M. F. V.; MOREIRA J. O T.; ARAGÃO, C. A. Avaliação de extratos vegetais no controle de mosca-branca, *Bemisia tabaci* biótipo B em abóbora. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, n. 3, p. 622 - 627, 2013.

LINNAEUS, C. **Species Plantarum**. London, Quaritch, 1753.

LOPES, A. S; GUILHERME, L. R. G. Solos sob cerrado: manejo da fertilidade para a produção agropecuária. **Boletim Técnico Nº 5**. São Paulo: ANDA, 1994. 62p.

LOPES, E. A.; FERRAZ, S. **Importância dos fitonematoides na agricultura**. In: OLIVEIRA, C. M. G.; SANTOS, M. A.; CASTRO, L. H. S. (Org.). Diagnóstico de fitonematoides. Campinas: Millennium, 2016. v. 1, p. 14.

LORENZI, H. **Manual de controle de identificação de plantas daninhas: plantio direto e convencional**. 6. ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2006.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo - SP, Agronômica Ceres. 2006. 638p.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Legislação - orgânicos**. 2022. Disponível em: < <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/organicos/legislacao-organicos> >. Acesso em: 28 de novembro de 2023.

MARCUZZO, L. L. Aspectos epidemiológicos de sobrevivência e de ambiente no gênero *Xanthomonas*. **Ágora: R. Divulg. Cient.**, v. 16, n. 1, p. 13 - 19, 2009.

MARCUZZO, L. L.; DUARTE, T. S.; HILLESHEIN, C. **Manejo da cercosporiose, principal doença na cultura da beterraba**. 2016. Disponível em: < <https://revistacultivar.com.br/artigos/ataque-foliar> >. Acesso em: 16 de outubro de 2022.

MARQUES, C. T. S.; TELES, S.; MAIA, R. S.; SILVA, F. **Plantas espontâneas: identificação, potencialidades e uso**. Cruz das Almas: UFRB, 2013, 88 p.

MARQUES, L. F; MEDEIROS, D. C; COUTINHO, O. L; MARQUES, L. F; MEDEIROS, C. B; VALE, L. S. Produção e qualidade de beterraba em função da adubação com esterco ovino. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre - SC, v. 5, p. 24-31, 2010.

MARSCHNER, P. **Marschner's mineral nutrition of hight plants**. 3. ed. Oxford-Inglaterra: Elsevier, 2012. 643 p.

MARSCHNER, P. **Mineral nutrition of higher plants**. 2. ed. New York: Academic press, 1995. 889 p.

MARTINS, B. N. M.; JORGE, L. G. **Manejo nutricional otimiza produção da beterraba**. 2018. Disponível em: < <https://revistacampoenegocios.com.br/manejo-nutricional-otimiza-producao-da-beterraba/>>. Acesso em: 23 de abril de 2022.

MATINELLE, F.; PEREIRA, A. D. R.; SILVA, O. N.; MARTINS FILHO, A. P.; SOUSA, M. C.; BRONZE, A. B. S. **Influência de condições edafoclimáticas na massa fresca e seca da raiz da beterraba (*Beta vulgaris* L.)**. 2013. Disponível em :< <http://www.sbpcnet.org.br/livro/65ra/resumos/resumos/9138.htm> >. Acesso em: 19 de outubro de 2022.

MATOS, E. H. S. F. **Dossiê técnico: plantas daninhas**. Centro de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico-CDT/UnB. Brasília - DF, 2012. 20 p.

MEDA, A. R.; PAVAN, M. A.; MIYAZAWA, M.; CASSIOLATO, M. E. Plantas invasoras para melhorar a eficiência da calagem na correção da acidez subsuperficial do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26, n. 3, p. 647-654, 2002.

MEDEIROS, M. B.; SANTOS, D.; BARBOSA, A. S. A. Produtos trofobióticos para proteção de plantas. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 2, n. 2, p. 1268 - 1272, 2007.

MELO, J. I. M. M.; SEMIR, J. Taxonomia do gênero *Heliotropium* L. (Heliotropiaceae) no Brasil. **Acta bot. bras.**, v. 22, n. 3, p. 754-770, 2008.

MENDES, M. S. M. **Introdução a fertilidade do solo**. 2007. Disponível em: < chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPATSA/35800/1/OPB1291.pdf >. Acesso em: 23 de abril de 2022.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. 4. ed. Bern: International Potash Institute, 1987. 687 p.

MESQUITA, H. A.; ALVARENGA, M. A.; PAULA, M. B.; CARVALHO, J. G.; NÓBREGA, J. C. A. 2007. Produção e Qualidade da Batata em Resposta ao Boro. **Ciência agrotecnológica**, v. 31, n. 2, p. 385 - 392, 2007.

MICHEREFF FILHO, M.; GUIMARÃES, J. A.; MOURA, A. P.; **Lagartas-roscas**. Embrapa Hortaliças. 2022. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/cebola/producao/pragas/lagartas-roscas> >. Acesso em: 15 de outubro de 2022.

MICHEREFF, S. J. **Fundamentos de fitopatologia**. Universidade Federal Rural do Pernambuco – Departamento de agronomia. Recife - PE, 2001. 150 p.

MILANESI, P. M. **caracterização, toxicidade e patogenicidade de *Fusarium spp.* em genótipos de soja em sistema de plantio direto**. 2009. 91 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria – RS. 2009.

MILLER, J. S. A new species of *Heliotropium* L. (Boraginaceae) from Madagascar. **Adansonia**, v. 25, p. 115 - 118, 2003.

MORAES, M. **Percevejo: o que você sabe sobre esses insetos**. Agropos - Usp. 2019a. Disponível em: < <https://agropos.com.br/percevejo/> >. Acesso em: 12 de março de 2022.

MORAES, R. F. **Agrotóxicos no Brasil: padrões de uso, política da regulação e prevenção da captura regulatória**. IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Texto para discussão, 2506. Brasília - DF: Ipea, 84 p. 2019b.

MORCELI, B. **Avaliação do potencial antioxidante e antiglicação do extrato hidroetanólico dos frutos da pimenta *capsicum chinense* jacq. Via sistemas-modelo *in vitro***. 2012. 85 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Araraquara - SP. 2022.

MOREIRA, H. J. C.; BRAGANÇA, H. B. N. **Manual de identificação de plantas infestantes – cultivo de verão**. 1 ed. Embrapa. Campinas - SP, 2010. 326 p.

MORETTI, M.; SARACCHI, M.; FARINA, G. Morphological, physiological and genetic diversity within a small population of *Cercospora beticola* Sacc. **Annals of Microbiology**, v. 54, p. 129-150, 2004.

MUZAFFER, A.; JOY, S.; USMANU, A. H. S. Screening of *Sida cordifolia* Linn, *Sida rhomboidei* Linn and *Triumfetta rotundifolia* Lam. For anti-inflammatory and anti-pyretic activities. **Indian Drugs**., v. 28, n. 9, p.397 – 400,1991.

NASCIMENTO, E. R. C. **Mancha foliar de *Alternaria*: uma nova doença em Anonáceas**. 2019. 57 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco – Recife - PE, 2019.

NEGRE-SALVAYRE, A; SALVAYRE, R; AUGÉ, N; PAMPLONA, R; PORTERO-OTÍN, M. Hyperglycemia and glycation in diabetic complications. **Antioxid Redox Signal**, v. 11, p. 3071-3109, 2009.

NELSON, D. L.; COX, M. M. **Lehninger: Princípios de bioquímica**. São Paulo: Servier, 2002.

NEPOMUCENO, M. Q. **Análise geossistêmica da região de Irecê - BA**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Bahia. Instituto de Geociências, 2014.

NUNES, X. P.; MAIA, G. L. A.; ALMEIDA, J. R. G. S.; PERREIRA, F. O.; LIMA, E. O. Antimicrobial activity of the essential oil of *Sida cordifolia* L. **Braz J Pharmacog.**, v. 16, p. 642 – 644, 2006.

ODJAKOVA, M.; POPOVA, E.; AL SHARIF, M.; MIRONOVA, R. **Plant-derived agents with anti-glycation activity**. 2012. Intech. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/265606599\\_Plant-Derived\\_Agents\\_with\\_Anti-Glycation\\_Activity](https://www.researchgate.net/publication/265606599_Plant-Derived_Agents_with_Anti-Glycation_Activity)>. Acesso em: 12 de janeiro de 2024.

OGOSHI, A. Ecology and Pathogenicity of anastomosis and intraspecific groups of *Rhizoctonia solani* Kuhn. **Annual Review of Phytopathology** v. 25, 125-143, 1987.

OGUNBINUA, A. O.; FLAMINIB, G.; CIONIB, P. L.; ADEBAYOC, M. A.; OGUNWANDED, I. A. Constituents of *Cajanus cajan* (L.) Millsp., *Moringa oleífera*

Lam., *Heliotropium indicum* L. and *Bidens pilosa* L. from Nigeria. **Natural Product Communications**, v. 4, n. 4, p. 573-578, 2009.

OLIVEIRA, C. M. G.; ROSA, J. M. O.; GIORIA, R.; BRAGA, K. R. B. **Nematoides**. In: BRANDÃO FILHO, J. U. T.; FREITAS, P. S. L.; BERIAN, L. O. S.; GOTO, R., comps. Hortaliças-fruto. Maringá: EDUEM, 2018, pp. 315-338.

OLIVEIRA, F. C.; BENETT, C. G. S.; BENETT, K. S. S.; SILVA, L. M.; VIEIRA, B. C. Diferentes doses e épocas de aplicação de zinco na cultura da soja. **Revista de Agricultura Neotropical**, v.4, n. 1, p. 28 - 35, dez. 2017.

OSUNGUNNA, M. O. ADEDEJI, K. A. Phytochemical and antimicrobial screening of metanol extract of *Heliotropium indicum* leaf. **Journal of Microbiology and Antimicrobials**. v. 3, n. 8, p. 213-216, 2011.

PALERMO, K. R. **Prospecção do potencial anti-glicação de fitoquímicos via ensaios in vitro**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Estadual Paulista, Araraquara - SP, 2017.

PANIZZI, A. R.; AGOSTINETTO, A.; LUCINI, T.; SMANIOTTO, L. F.; PEREIRA, P. R. V. S.; Manejo Integrado dos Percevejos Barriga-Verde, *Dichelops* spp. em Trigo. **Documento 114**. Passo Fundo - RS: Embrapa trigo. 40 p. 2015.

PARRA, J. R. P.; PANIZZI, A. R.; SANTOS, C. H.; CARVALHO, D. R. Rearing the southern green stink bug using an artificial dry diet and an artificial plant. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, p. 1709-1715, 2000.

PARTELLI, F. L.; VIEIRA, H. D.; FREITAS, S. P.; ESPINDOLA, J. A. A. Aspectos fitossociológicos e manejo de plantas espontâneas utilizando espécies de cobertura em cafeeiro Conilon orgânico. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 3, p. 605-618, 2010.

PARYLAK, D. Uptake of nutrients by weeds and winter triticale at different development stages. **Zeszyty Naukowe Akademii**, v. 58, p. 185-188, 1994.

PELLEGRINI, L. G.; NABINGER, C.; CARVALHO, P. C. F.; NEUMANN, M. Diferentes métodos de controle de plantas indesejáveis em pastagem nativa. **R. Brasileira de Zootecnia**. v. 36, n. 5, p. 1247-1254, 2007.

PEREIRA G. D.; BERTONI, J. C.; CARVALHO, J. G.; MORAIS, A. R. Doses e modos de adubação com manganês e seus efeitos na produção da cultura do arroz. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 25, p. 625 – 633, 2001.

PEREIRA, N. A. E. **Atividade alelopática de extrato aquoso de raízes de malva branca (*Sida cordifolia* L.) Na germinação e crescimento inicial de hortaliças**. 2015. 77p. Monografia (Graduação) - Universidade Federal de Campina Grande, Pombal - PB, 2015.

PERES, L. E. P. **Metabolismo secundário**. 2022. Disponível em :< chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/http://www2.ufpel.edu.br/biotecnologia/gbiotec/site/content/paginadoprofessor/uploadsprofessor/ce5449dfcf0e02f741a5af86c3c5ae9a.pdf?PHPSESSID=e32d8df36f08f86ef80010a253f33762 >. Acesso em: 07 de outubro de 2022.

PINHEIRO, J. B. Nematoides na cultura da beterraba. **Circular Técnica, 85** Brasília - DF: Embrapa Hortaliças, 10p. 2011a.

PINHEIRO, J. B.; POZZA, E. A.; POZZA, A. A. A.; MOREIRA, A. S.; ALVES, M. C. A. Severidade da ferrugem da soja em função do suprimento de potássio e cálcio em solução nutritiva. **Rev. Ceres**, v. 58, n.1, p. 43 - 50, 2011b.

PINHEIRO, S.; BARRETO, S. B. **“MB4”**: **Agricultura sustentável, trofobiose e biofertilizantes**. Porto Alegre: Junqueira Candiru, 276p., 1996.

PINTO, A. S.; NAVA, D. E.; ROSSI, M. M.; SOUZA, D. T. M. **Controle biológico de pragas: na prática**. 1 ed. ESALQ/USP. Piracicaba – SP. 2006. 287 p.

PINTO, C. M. F.; DE OLIVEIRA PINTO, C. L.; DONZELLES, S. M. L. Pimenta *Capsicum*: propriedades químicas, nutricionais, farmacológicas e medicinais e seu potencial para o agronegócio. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 3. n. 2, 2013.

PISZCZEK, J.; MOLISZEWSKA, E.; SITARSKI, A. Chwościk buraka cukrowego (*Cercospora beticola* Sacc.) Część I. Biologia i występowanie. **Progress in Plant Protection**, v. 59, n. 1, 2019.

POLITO, W. L. Os fertiprotetores (caldas sulfocálcica, bordalesa, viçosa e outras) no contexto da trofobiose. In: HEIN M (org). **Processos de Proteção de Plantas: controle ecológico de pragas e doenças**. Agroecológica: Botucatu. p. 75-89. 2001.

POLITO, W. L. The Trofobiose Theory and organic agriculture: the active mobilization of nutrients and the use of rock powder as a tool for sustainability. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 78, n. 4, p. 765-779, 2006.

PRIMAVESI, A. **Agricultura sustentável**. 1 ed., Nobel. São Paulo - SP, 1992. 44p.

PTDRS. **Plano Territorial de Desenvolvimento Rural Sustentável do Território de Irecê**. Conselho de Desenvolvimento Sustentável do Território de Irecê, 2017.

QASEM, J.R. Nutrient accumulation by weeds and their associated vegetable crops. **J. Hortic. Sci.**, v. 67, p. 189-195, 1992.

R CORE. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for statistical computing. URL: <https://www.R-Project.org/>. 2022.

RAMAMURTHY, V.; KRISHNAVENI, S. Larvicidal efficacy of leaf extracts of *Heliotropium Indicum* and *Mukia maderaspatana* against the dengue fever mosquito vector *Aedes aegypti*. **Journal of Entomology and Zoology Studie**, v. 2, n. 5, p. 40 - 45, 2014.

RAMOS, J. A. **Aceitabilidade e qualidade nutricional de beterrabas *in natura* e pré-processadas submetidas a diferentes métodos de cocção**. 2015. 112 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista. Botucatu – SP. 2015.

RAPM – Rede de Agroecologia Povos da Mata. **Quando, onde e porque ela foi criada**. 2017. Disponível em: < <https://povosdamata.org.br/sobre-rede/quando-onde-e-porque-ela-foi-criada/> >. Acesso em: 28 de novembro de 2023.

REETZ, H. F. **Fertilizantes e seu uso eficiente**. 1 ed. Tradução: LOPES, A. S. ANDA - Associação Nacional para Difusão de Adubos. São Paulo - SP, 2017. 179 p.

REINALDO FILHO, E. S. Enfoque de ações agroecológicas continuadas para construção do conhecimento agroecológico no Território de Identidade de Irecê-BA. **Anais do XI Congresso Brasileiro de Agroecologia**, São Cristóvão, Sergipe - v.15, n2, 2020.

REIS, A.; OLIVEIRA, V. R. Identificação e manejo da podridão-branca do alho e da cebola. **Comunicado Técnico, 91**. Brasília - DF: Embrapa Hortaliças, 06p. 2013.

RESENDE, G. M.; YURI, J. E.; MOTA, J. H.; JÚNIOR, J. C. R.; SOUZA, R.J.; CARVALHO, J. G. Produção de alface americana em função de doses e épocas de aplicação de Supa Potássio®. **Horticultura Brasileira**, v. 23, n. 2, p. 174 - 178, 2005.

RESENDE, G. M.; YURI, J. E.; MOTA, J. H.; SOUZA, R. J.; FREITAS, S. A. C.; JÚNIOR, J. C. R. Efeitos de tipos de bandejas e idade de transplântio de mudas sobre o desenvolvimento e produtividade de alface americana. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 3, p. 562 - 567, 2003.

RISSE, L. A.; McDONALD, R. E.; BARMORE, C. E. Packaging chopped lettuce in film bags. **St. Joseph: ASAE**, 1989. v. 10, p. 89-6037, 1989.

RODRIGUES NETO, S. M.; GUILHEM, D. J. *Epicauta atomaria* (germ.) (coleoptera, meloidae), primeiro registro de ocorrência em pomares de maracujá (*passiflora edulis* var. *flavicarpa, degener*) na região oeste do estado de São Paulo. **Arq. Inst. Biol.**, São Paulo, v.67, n.2, p.269-270, 2000.

RODRIGUES NETTO, S. M.; GUILHEM, D. J. *Epicauta atomaria* (germ.) (coleoptera, meloidae), primeiro registro de ocorrência em pomares de maracujá (*passiflora edulis* var. *Flavicarpa, degener*) na região oeste do estado de São Paulo. **Arq. Inst. Biol.**, São Paulo, v. 67, n. 2, p. 269-270, 2000.

SALVADORI, J. R.; PEREIRA, P. R. V. S. **Pulgões**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa. 2012. Disponível em: < [https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia35/AG01/arvore/AG01\\_90\\_259200616453.html](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia35/AG01/arvore/AG01_90_259200616453.html) >. Acesso em: 12 de março de 2022.

SANCHES, J. Estudo comparativo de oito cultivares de beterraba mantidas sob condição ambiente. **Horticultura Brasileira**, v. 26, p. 43-47, 2008.

SANTOS, B. **Fontes de ferro como alternativa de adubação em gramados esportivos**. 2016. 17 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis – SC. 2016.

SANTOS, C. A.; OLIVEIRA, A. B.; ROCHA, I. A.; FREITAS, P. G. N. Beterraba: A raiz forte da terra. **Revista Campo e Negócio**. 2020. Disponível em: < <https://revistacampoenegocios.com.br/beterraba-a-raiz-forte-da-terra/> >. Acesso em: 09 de março de 2022.

SANTOS, D. Y. A. C. **Botânica aplicada: metabólitos secundários na interação planta-ambiente**. 2015. 124 p. Trabalho de conclusão de curso (Graduação) – Universidade de São Paulo – Instituto de Biociências – São Paulo - SP, 2015.

SANTOS, J. B.; CURY, J. P. Picão-preto: uma planta daninha especial em solos tropicais. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 29, p. 1159 - 1171, 2011.

SANTOS, P. L.; PRANDO, M. B.; MORANDO, R.; PEREIRA, G. V. N.; KRONKA, A. Z. Utilização de extratos vegetais em proteção de plantas. **Enciclopédia biosfera**, v. 9, n.17, p. 2562, 2013a.

SANTOS, R. V.; SILVA, G. H.; SILVA DO Ó, K. D.; VITAL, A. F. M.; FARIAS JR., J. A. Atributos do solo-paisagem em áreas degradadas com malva- branca. **Revista verde**, v. 8, n. 3, p. 263-269, 2013b.

SCHIAVION, A.; BLIND, A. D.; ECKSTEIN, B.; PINHEIRO, J. B.; VENDRAME, L. P. C.; HANASHIRO, M. M.; JORGE, M. H. A.; VIDAL, M. C.; MICHEREFF FILHO, M.; BOTREL, N.; MADEIRA, N. R.; MELO, R. A. C. **Coleção plantar: brócolis**. 1 ed. Ed. Embrapa Informação tecnológica. Brasília - DF, 2015. 162 p.

SCHIMID, K.M.; PATTERSON, G.W. Distribution of Ciclopropenoid Fatty Acids in Malvaceous Plant Part. **Phytochemistry**. v. 27, n. 9, p. 2831-2834, 1988.

SCHMITT, D. **Períodos críticos de interferência entre o feijão comum e as plantas espontâneas em sistema de plantio direto**. 2018. 57 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal da Fronteira do Sul, Laranjeira do Sul - PR, 2018.

SEDIYAMA, M. A. N.; SANTOS, M. R.; VIDIGAL, S. M.; SALGADO, L. T. Produtividade e exportação de nutrientes em beterraba cultivada com cobertura morta e adubação orgânica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 8, p. 883 - 889, 2011.

SEDIYAMA, M. A. N.; SANTOS, M. R.; VIDIGAL, S. M.; SANTOS, I. C.; SALGADO, L. T. Ocorrência de plantas daninhas no cultivo de beterraba com cobertura morta e adubação orgânica. **Planta Daninha**, v. 28, n. 4, p. 717-725, 2010.

SFREDO, G. J. Soja no Brasil: calagem, adubação e nutrição mineral. Londrina-PR: Embrapa Soja (**Documentos n. 305**). 148p. 2008.

SHANDU, H. S.; NUESSELY, G. S.; WEBB, S. E.; CHERRY, R. H.; GILBERT, R. A. Temperature-dependent development of *Elasmopalpus lignosellus* (Lepidoptera: Pyralidae) on sugarcane under laboratory conditions. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 39, p. 1012-1020, 2010.

SHANDU, H. S.; NUESSELY, G. S.; WEBB, S. E.; CHERRY, R. H.; GILBERT, R. A. Temperature-dependent reproductive and life table parameters of *Elasmopalpus lignosellus* (Lepidoptera: Pyralidae) on sugarcane. **Florida Entomologist**, p. 380-390, 2013.

SILVA, A. C. F.; PERUCH, L. A. M.; LUCIETTI, D.; TEIXEIRA, E. B.; MARCHESI, D. R. **Produção orgânica de hortaliças no litoral sul catarinense**. Epagri. Boletim Didático, 86. Florianópolis - SC: Epagri, 205p. 2013a.

SILVA, A. C. O.; OLIVEIRA, A. F. M.; SANTOS, D. Y. A. C.; Silva, S. I. An approach to chemotaxonomy to the fatty acid content of some Malvaceae species. **Biochemical Systematics and Ecology**. v. 38, p. 1035–1038, 2010.

SILVA, A. M. **Avaliação do efeito antinoceptivo orofacial de *Sida cordifolia* (Malvaceae) em roedores**. 2011. 67p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão - SE, 2011.

SILVA, B. A. O.; FERREIRA, D. M.; RAMOS, M. C. L.; ANDRADE, P. P. **Elementos de ecologia e conservação**. 2 ed., v. 2, Fundação CECIERJ. Rio de Janeiro, 2007. 244 p.

SILVA, J. B. C.; GIORDANO, L. B.; FURUMOTO, O.; BOITEUX, L. S.; FRANÇA, F. H.; VILLAS BÔAS, G. L.; BRANCO, M. C.; MEDEIROS, M. A.; MAROUELLI, W.; SILVA, W. L. C.; LOPES, C. A.; ÁVILA, A. C.; NASCIMENTO, W. M.; PEREIRA, W. **Doenças – Nematoides**. Embrapa Hortaliças. 2006. Disponível em: < [https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Tomate/TomateIndustrial\\_2ed/doencas\\_nema.htm](https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Tomate/TomateIndustrial_2ed/doencas_nema.htm) >. Acesso em: 03 de outubro de 2022.

SILVA, J. C.; SILVA, A. A. S.; ASSIS, R. T. **Sustentabilidade produtiva e inovação no campo**. 1 ed. Uberlândia - MG: Composer, 234p. 2013b.

SILVA, J. E. V. C.; MARTINS, M. M. S.; PACHECO, M. J. B.; MENDONÇA, M. S. **Estratégias e tecnologias sustentáveis na agricultura**. 2020. Disponível em: < chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://downloads.editoracientifica.org/articles/200901208.pdf >. Acesso em: 03 de outubro de 2022.

SILVA, J. R. **Diversidade e estrutura de populações de *Ralstonia solanacearum* ecotipo Moko nos estados do Amazonas e Sergipe e sequenciamento completo de isolados da sequevar IIA-53**. 2018. 81 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife - PE. 2018.

SILVA, L. H. P.; COSTA F. N.; MURTAN. M. G. “Não é mato à toa”: cultura alimentar e plantas espontâneas no Vale do Jequitinhonha, MG/Brasil. **R. Sociedade & Ambiente**. v. 24, p. 1-21, 2021.

SILVA, R. H. **Uso de silício e leveduras no manejo de *Cercospora beticola* Sacc. em beterraba açucareira e suas implicações bioquímicas e produtivas**. 2021. 60p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon - PR, 2021.

SOARES, W. L. **Uso dos agrotóxicos e seus impactos à saúde e ao ambiente: uma avaliação integrada entre a economia, a saúde pública, a ecologia e a agricultura**. 2010. 163 p. Tese (Doutorado) – Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca - Rio de Janeiro – RJ – 2010.

SOUSA, E. G. **Salinidade da água e adubação biológica no crescimento e produção da beterraba**. 2017. 59p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal da Paraíba, Bananeiras - PB, 2017.

SOUSA, M. P.; LEITE, D. T.; FAUSTINO, J. F.; ANDRADE, S. O.; AZEVEDO, S. L.; BARRETO, C. F.; FILHO, R. R. P. Efeito de flores de *Heliotropium indicum* L. para *Apis mellífera* L. alimentadas artificialmente. **Revista Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 9, n. 3, p. 50 - 54, 2013.

SOUZA, J. L. **Agroecologia e agricultura orgânica: princípios, métodos e práticas**. 2 ed. Vitoria - ES: Incaper. Documento 200, 2015. 34 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.

TEIXEIRA, I. R.; ALUÍZIO BORÉM, A.; ANDRADE, M. J. B.; GIÚDICE, M. P. D.; CECON, P. R. Teores de clorofila em plantas de feijoeiros influenciadas pela adubação com manganês e zinco. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 26, no. 2, p. 147-152, 2004.

TELES, S.; MARQUES, C. T. S.; MAIA, R. S.; SILVA, F. **Plantas espontâneas: identificação, potencialidades e usos**. 1 ed. Ed. Edufrb. Cruz das Almas - BA, 2013. 88 p.

TIECHER, T. **Manejo e conservação do solo e da água em pequenas propriedades rurais no sul do Brasil: práticas alternativas de manejo visando a conservação do solo e da água**. 1 ed. Porto Alegre - RS: UFRGS, 2016. 186 p.

TIVELLI, S. W.; FACTOR, T. L.; TERAMOTO, J. R. S. FABRI, E. G.; MORAES, A. R. A.; TRANI, P. E.; MAY, A. Beterraba: do plantio a comercialização. Série Tecnologia APTA. **Boletim Técnico IAC, 210**. Campinas - SP: Instituto Agronômico. 45p. 2011.

TIVELLI, S. W.; TRANI, P. E. Hortaliças Beterraba (*Beta vulgaris* L.). Série Tecnologia APTA. **Boletim Técnico IAC, 44**. Campinas - SP: Instituto Agronômico. 4p. 2012.

TIVELLI, S.W.; TRANI, P.E. **Hortaliças: Beterraba (*Beta vulgaris* L.)**. 2008. Artigo em [Hypertexto](#). Disponível em: [<](#)

[http://www.infobibos.com/Artigos/2008\\_3/beterraba/index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2008_3/beterraba/index.htm) >. Acesso em: 23 de abril de 2022.

TÖFOLI, J. G.; DOMINGUES, R. J. **Doenças fúngicas**, Capítulo 8. Maringá - PR: EDUEM, p 271-313, 2018.

TÖFOLI, J. G.; DOMINGUES, R. J.; FERRARI, J. T. *Alternaria* spp. Em oleráceas: sintomas, etiologia, manejo e fungicidas. **Biológico**, v. 77, n. 1, p. 21 - 34, 2015.

TRAÇA, R. R. **As dimensões da sustentabilidade na agricultura familiar: o caso da linha dos alemães em dois vizinhos, Paraná**. 2021. 171p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Pato Branco - PR, 2021.

TRANI, P. E.; TIVELLI, S. W.; FACTOR, T. L.; JÚNIOR, J. M. B. Calagem e adubação da beterraba. **Boletim Técnico IAC**. Campinas - SP: Instituto Agronômico. 15p. 2013. Disponível em: < [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fwww.iac.sp.gov.br%2Fimagem\\_informacoestecnologicas%2F93.pdf&clen=1322966&chunk=true](chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fwww.iac.sp.gov.br%2Fimagem_informacoestecnologicas%2F93.pdf&clen=1322966&chunk=true) >. Acesso em: 26 de março de 2022.

TRINDADE, J.R.; SANTOS, J. U. M.; GURGEL, E. S. C. Estudos com plantas espontâneas no Brasil: uma revisão. **R. Society and Development**, v. 11, n. 7, 2022.

TUCO-TUCO, O. M. **Efeito da adubação com doses combinadas de Potássio e Boro no rendimento e qualidade da Batata-doce de Polpa Alaranjada (*Ipomoea batatas* L.)**. 2016. 87 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Eduardo Mondlane - Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal. Maputo - Moçambique. 2016.

VIANA, P. A. Manejo da lagarta-elasma em grandes culturas: gargalos da pesquisa. **Anais do X Reunião Sul-Brasileira Sobre Pragas de Solo – Embrapa**. Dourados - MS. 2007.

VIANA, P. A. Manejo de *Diabrotica speciosa* na Cultura do Milho. **Circular Técnica 141**. Sete Lagoas - MG: Embrapa Milho e Sorgo. 6 p. 2010.

VIANA, P. A. Manejo de elasmos na cultura do milho. **Circular Técnica 118**. Sete Lagoas - MG: Embrapa Milho e Sorgo. 8 p. 2009.

VIÇOSA, T. T. **Uso de fosfitos para o controle de *Sclerotinia Sclerotiorum* e *Sclerotium rolfsii* in vitro**. 2015. 45 p. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Pampa – Itaquí - RS, 2015.

VIJAYALAKSHIMI, K.; MISHRA, S. D.; PRASAD, S. K. Nematicidal properties of some indigenous plant materials against second stage juveniles of *Meloidogyne incognita* (Koffoid and white) chitwood. **Indian J Entomol.**, v. 41, n. 4, p. 326 - 331, 1979.

VILANOVA, C.; JÚNIOR, C. S. A Teoria da Trofobiose sob a abordagem sistêmica da agricultura: eficácia de práticas em agricultura orgânica. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4, n. 1, p. 39 - 50, 2009.

WILLIAMS, H. J.; SATTTLER, I.; MOYNA, G.; SCOTT, A. I.; BELL, A. A.; VINSON, S. B. Diversity in Cyclic Sesquiterpene Production by *Gossypium hirsutum*. **Phytochemistry**. v. 40, n. 6, p. 1633-1636, 1995.

WOLF, P. F. J.; HEINDL, M.; VERREET, J. A. Influence of sugar beet leaf mass development on predisposition of the crop to *Cercospora beticola* (Sacc.). **Journal of Plant Diseases and Protection**, p. 578-592, 2001.

YAMADA, T. Boro: será que estamos aplicando a dose suficiente para o adequado desenvolvimento das plantas?. **Informações Agronômicas nº 90**. POTAFOS: Piracicaba – SP. 7p. 2000.

YAMADA, T. Resistência de plantas às pragas e doenças: pode ser afetada pelo manejo da cultura?. **Informações agronômicas, nº 108**. Piracicaba - SP: POTAFOS. 7p. 2004.

YAMAMOTO, E. L. M.; FERREIRA, R. M. A.; FERNANDES, P. L. O.; ALBUQUERQUE, L. B.; ALVES, E. O. Função do cálcio na degradação da parede celular vegetal de frutos. **Revista Verde**, v. 6, n. 2, p. 49 - 55, 2011.

ZAWADNEAK, M. A. C.; SCHUBER, J. M.; MEDEIROS, C.; SILVA, R. A. **Olericultura: pragas e inimigos naturais**. SENAR. Curitiba – PR, 70 p. 2015.

ZHANG, W.; LIU, X.; WANG, Q.; ZHANG, H.; LI, M.; SONG, B.; ZHAO, Z. Effects of potassium fertilization on potato starch physicochemical properties. **International journal of biological macromolecules**, v. 117, p. 467-472, 2018.

## ANEXO

**Figura 1** – Presença do percevejo asa-preta-da-soja (*Edessa meditabunda*) em beterrabas.



**Figura 2** – Presença da cochonilha branca (*Planococcus citri*) em beterrabas.



**Figura 3** – Presença da Lagarta-rosca (*Agrotis ipsilon*) em beterrabas.



**Figura 4** – Beterrabas em vasos com tratamento 1 (T1 – testemunha) e demais tratamentos, 30 DAP (dias após plantio).



T1



T4



T1



T5



T1



T6



T1



T7





**Figura 5** – Beterrabas do tratamento 8 (Solo + cinzas (*Sida cordifolia*) + extrato aquoso (*Sida cordifolia*)).



**Figura 6** – Presença da Cercosporiose (*Cercospora beticola*) em beterrabas do tratamento 2 e tratamento 7.



