



**ENEIDY COSTA NARDES**

**ADUBAÇÃO VERDE ASSOCIADA COM BIOFERTILIZANTE  
NO CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE FLAVONÓIDES DE  
*Calendula officinalis* L.**

**LAVRAS - MG  
2025**

**ENEIDY COSTA NARDES**

**ADUBAÇÃO VERDE ASSOCIADA COM BIOFERTILIZANTE NO CRESCIMENTO  
E PRODUÇÃO DE FLAVONÓIDES DE *Calendula officinalis* L.**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Plantas medicinais, aromáticas e condimentares para a obtenção do título de Mestre.

Prof. Dr. Alexandre Alves de Carvalho  
Orientador

Prof<sup>ª</sup>. Dr. Suzan Kelly Vilela Bertolucci  
Coorientadora

Prof. PhD. José Eduardo Brasil Pereira Pinto  
Coorientador

**LAVRAS - MG  
2025**

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca  
Universitária da UFLA, com dados informados pela própria autora.

Nardes, Eneidy Costa.

Adução verde associada com biofertilizante no crescimento e  
produção de flavonóides de *Calendula officinalis* L. / Eneidy Costa  
Nardes. - 2025. 91 p. : il.

Orientador: Alexandre Alves de Carvalho.

Coorientadora: Suzan Kelly Vilela Bertolucci

Coorientador: José Eduardo Brasil Pereira Pinto

Dissertação (Mestrado Acadêmico) – Universidade Federal de Lavras,  
2025. Bibliografia.

1. calêndula. 2. bioativos. 3. plantas de cobertura. 4. plantio direto. I. de  
Carvalho, Alexandre Alves. II. Bertolucci, Suzan Kelly Vilela. III.  
Pinto, José Eduardo Brasil Pereira. IV. Universidade Federal de Lavras.  
V. Título.

**ENEIDY COSTA NARDES**

**ADUBAÇÃO VERDE ASSOCIADA COM BIOFERTILIZANTE NO CRESCIMENTO  
E PRODUÇÃO DE FLAVONÓIDES DE *Calendula officinalis* L.**

**GREEN MANURE ASSOCIATED WITH BIOFERTILIZER ON GROWTH AND  
FLAVONOID PRODUCTION OF *Calendula officinalis* L.**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Plantas medicinais, aromáticas e condimentares para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 21 de fevereiro de 2025.

Dr. Alexandre Alves de Carvalho	UFLA
Dr <sup>a</sup> . Maria Corette Pasa	UFMT
Dr. Antônio Rodrigues da Cunha Neto	UNIFAL-MG

Prof. Dr. Alexandre Alves de Carvalho  
Orientador

Prof<sup>a</sup>. Dr. Suzan Kelly Vilela Bertolucci  
Coorientadora

Prof. PhD. José Eduardo Brasil Pereira Pinto  
Coorientador

**LAVRAS - MG  
2025**

*Dedico este trabalho à Eneidy de 1998, que começou a trilhar o caminho dos estudos com muita coragem e dedicação. E que naquele ano muitos diziam para meu pai que eu não conseguiria aprender a ler e nem escrever por conta da minha deficiência visual. É para minha criança interior e aos meus pais que dedico essa conquista.*

*Dedico*

## AGRADECIMENTOS

Meu primeiro agradecimento é para o universo, a DEUS, aos meus guias espirituais, aos meus ancestrais: ao começar pelos meus avós, bisavós, tataravós e todas as outras que pouco sei o nome e nem pude conhecer em razão do tempo, mas que estou certa de que tudo o que me compõe, principalmente a força e a coragem, é a soma de cada uma de vocês. A minha mãe me conta que minha tataravó materna era uma mulher negra/escrava e meu tataravô era um português. A minha bisavó (a mãe do meu avô) era indígena de uma aldeia e que faleceu no parto do meu avô materno. Meus avós viveram e trabalharam com a agricultura familiar, morando na beira do rio Cuiabá, não tiveram acesso a um nível superior.

Minha mãe Eliza (com uma família de 7 irmãos) somente ela nasceu com deficiência visual, e o meu pai (de uma família de 11 irmãos) apenas 2 nasceram com deficiência visual. Ambos não tiveram acesso a uma escola e muito menos em uma universidade pública. Por isso agradeço imensamente aos meus pais, que lutou na minha infância para eu ser aceita numa escola designada “normal”. Por conta da minha deficiência visual, ninguém acreditava que eu iria adiante e aprenderia ler e escrever. Por insistência do meu pai ele encontrou uma escola que me incluiu, e logo os resultados vieram. Meu pai e minha mãe são os meus incentivadores, me ensinaram desde sempre a ter responsabilidade, compromisso e dedicação com os estudos.

Agradeço ao meu médico oftalmologista Dr. Thiago e toda a sua família que me atendem desde 2010 na cidade de Goiânia. Ao longo desses anos, diversas lutas surgiram como as cirurgias, mas que em cada uma conseguimos superar. Só tenho que agradecer por todo cuidado, atenção, força e apoio em todos os momentos. Sem esquecer de toda equipe multidisciplinar, a recepção e a Secretária Eliane, que sempre me recebe tão bem, me auxilia e me dão todo suporte.

Agradeço a família das gêmeas Tamara e Tainara, que desde quando cheguei na cidade de Lavras-MG, me receberam de braços abertos, me levaram para roça sem nem ter um mês que a gente se conhecia. A mãe das gêmeas Dona Vita e o pai seu Adilson só tenho que agradecer por tudo que vocês fizeram por mim, me ajudaram muito, me acolheram como uma segunda família. As meninas são maravilhosas, amigas para toda hora, vou sempre as levar no meu coração.

Agradeço as diversas amigas que fiz aqui na cidade de Lavras, principalmente das meninas que passaram de forma rápida e dividiu a casa no bairro Jardim Glória, como a Nataniele que doou diversos móveis para mim e isso me ajudou muito, e também a Adriana, Alana, Juliana, Luana que fizeram parte desse “Hospício”. Apesar de cada uma ter feito parte

em momentos diferentes, todas de alguma forma contribuíram com conselhos, ajudas, risadas, momentos de aventuras. Fica aqui meu agradecimento, pois aprendi muito com cada uma de vocês, em momentos de alegria e de tristeza vocês estavam lá.

A Universidade Federal de Lavras (UFLA), minha sincera gratidão por ter me recebido e acolhido ao longo dessa jornada. Sou imensamente grata ao Programa de Apoio a Discentes com Necessidades Educacionais Específicas (PADNE) pelo apoio fundamental à minha inclusão, proporcionando condições que fizeram toda a diferença na minha trajetória acadêmica.

Agradeço ao setor de Ciência da Computação, Olericultura, ao setor de Horto Botânico, ao GEPAD (Agricultura Digital) e especialmente ao Horto de Plantas Medicinais e ao Núcleo de Estudos Nema-Nepron, minha gratidão pela colaboração e pelo espaço concedido para a realização das atividades de pesquisa e por todo apoio da equipe de cada um desses setores.

Um agradecimento especial a técnica de laboratório Dra. Anete, cuja ajuda foi indispensável para o andamento e o sucesso da minha pesquisa, sempre com disponibilidade e profissionalismo em me ajudar.

Ao Professor Dr. Alexandre Alves de Carvalho, meu orientador, minha mais profunda gratidão. Desde o momento em que cheguei, o senhor acreditou em mim, mesmo diante de tantas dificuldades. Sua confiança foi um pilar fundamental para que eu pudesse seguir em frente, mesmo nos momentos mais desafiadores. Agradeço por toda a paciência com que me recebeu em sua sala sempre que precisei, pelas explicações detalhadas, pelos conselhos sábios e pelo apoio constante. Você não apenas orientou minha pesquisa, mas também me inspirou com sua dedicação, compreensão e incentivo. Mais do que um orientador, o senhor se tornou um amigo, uma pessoa em quem confio e sei que sempre poderei contar, mesmo após o mestrado. Ao iniciar uma nova etapa no doutorado em Fruticultura Temperada, tenho a certeza de que terei sua força e apoio para o que eu precisar. Ser sua primeira orientanda no mestrado foi uma honra imensa, e levo comigo não só o conhecimento acadêmico que construímos juntos, mas também o exemplo de um orientador humano, presente e comprometido com o crescimento de seus alunos.

À Professora Dra. Luciane Villela, coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Plantas Medicinais, Aromáticas e Condimentares, e ao Professor Dr. Wilson Magela, minha eterna gratidão. A professora Luciane foi a primeira pessoa que me recebeu quando cheguei, e quem me apresentou ao Professor Dr. Alexandre Alves de Carvalho, indicando-o para ser meu orientador e, com esse gesto, mudou o rumo da minha trajetória acadêmica e pessoal. Sou

profundamente grata por ter sido guiada até ele, por ter me levado, me apresentado e, acima de tudo, por ter acreditado no meu potencial.

Aos meus coorientadores, Profa. Dra. Suzan Kelly Vilela Bertolucci e Prof. PhD. José Eduardo Brasil Pereira Pinto, minha gratidão por cada momento dedicado, por cada dúvida esclarecida e por todo o suporte que recebi, mesmo nos desafios mais complexos.

O mestrado não me trouxe apenas aprendizado acadêmico, mas também amizades que levarei para a vida. Ao querido Clube da Luluzinha: Amanda, Luciana Leão ou Luluzinha, Estéfany, Andreisa Selvati, Lurdinha, Lucas, Marina e Luciana Silva. Minha gratidão por terem compartilhado comigo essa jornada tão intensa e especial.

Agradeço em especial a amizade da Amanda Nascimento Monteiro e do Jerônimo Rafael Alexandre. Tudo começou de um jeito simples, quando o Professor Dr. Alexandre Alves de Carvalho nos apresentou na sala. Mal sabíamos que, naquele momento, nascia uma amizade sincera, verdadeira e que levo para a vida. Desde o início do experimento, estávamos lá, nós três juntos, aprendendo, errando, acertando, rindo, compartilhando desafios e vitórias. Mais do que dividir planilhas e resultados, dividimos risadas, micos, alegrias e até aqueles momentos em que só a gente entende o que foi engraçado. Vocês são mais do que amigos, são leais, daqueles que não preciso nem de advogado, porque sei que posso virar as costas e confiar que vocês me defendem, mesmo na minha ausência. E isso não tem preço. Estiveram ao meu lado nos momentos mais difíceis, me apoiaram, me protegeram e, acima de tudo, me fizeram sentir que eu nunca estive sozinha.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001. Agradeço profundamente à Bolsa CAPES, pois sem esse apoio, seria impossível manter-me na cidade e dedicar-me integralmente ao mestrado. Sou imensamente grata por todo o suporte oferecido e pelo investimento em minha formação acadêmica.

*“Comece a caminhar e um novo caminho surgirá.”*

*(Rumi)*

## RESUMO

*Calendula officinalis*, conhecida popularmente como calêndula, pertence à família Asteraceae. Os capítulos florais dessa espécie são ricos em metabólitos secundários, como os flavonoides que possuem propriedades anti-inflamatórias, antioxidante e cicatrizante. O desenvolvimento de tecnologias de cultivo, como exemplo o uso da adubação verde, é relevante para dar sustentabilidade ao sistema de produção de espécies medicinais. Neste sentido, o objetivo desta pesquisa foi avaliar o uso da adubação verde associado ao biofertilizante Vairo no crescimento e na produção de flavonoides em calêndula. As espécies de adubos verdes como *Crotalaria juncea* L. e *Pennisetum glaucum* (L.) R. Br. foram cultivadas em área experimental. Além desses tratamentos, adotou-se o solo descoberto (testemunha) e resíduos provenientes de vegetação espontânea. Posteriormente, as plantas foram acamadas sobre a superfície do solo com auxílio do rolo faca. Após o processo de rolagem, sementes de calêndula foram depositadas diretamente no sulco de semeadura, com ou sem a pulverização do biofertilizante Vairo. Foi utilizado o delineamento em blocos ao acaso em parcelas subdivididas, com quatro repetições, sendo o uso de biofertilizante dispostos nas parcelas (36 m<sup>2</sup>) e os sistemas de cultivo utilizando espécies de adubo verde, vegetação espontânea e solo sem cobertura nas subparcelas (9 m<sup>2</sup>). Após 120 dias de cultivo das calêndulas, foram avaliados: comprimento de parte aérea, diâmetro de caule, pesos secos de plantas e capítulos florais, índice de clorofila e teor de flavonoides. O pré-cultivo utilizando crotalária ou milho promoveu maiores médias no crescimento das plantas, independentemente do uso de biofertilizantes. Entretanto, a combinação de restos culturais do milho com o biofertilizante Vairo aumentou o teor de flavonoides nas flores. A combinação entre adubos verdes e biofertilizantes apresenta-se como uma estratégia promissora para o cultivo sustentável de calêndulas, maximizando tanto o rendimento de matéria prima vegetal quanto o teor de flavonoides.

**Palavras-chave:** calêndula; bioativos; plantas de cobertura; plantio direto.

## ABSTRACT

*Calendula officinalis*, popularly known as calendula, belongs to the Asteraceae family. The flower heads of this species are rich in secondary metabolites, such as flavonoids, which have anti-inflammatory, antioxidant and healing properties. The development of cultivation technologies, such as the use of green manure, is relevant to give sustainability to the production system of medicinal species. In this sense, the objective of this research was to evaluate the use of green manure associated with Vairo biofertilizer in the growth and production of flavonoids in calendula. Green manure species such as *Crotalaria juncea* L. and *Pennisetum glaucum* (L.) R. Br. were cultivated in an experimental area. In addition to these treatments, bare soil (control) and residues from spontaneous vegetation were used. Subsequently, the plants were bedded on the soil surface with the aid of a knife roller. After the rolling process, calendula seeds were deposited directly in the sowing furrow, with or without the spraying of Vairo biofertilizer. A randomized block design in split plots was used, with four replications, with the use of biofertilizer arranged in the plots (36 m<sup>2</sup>) and the cultivation systems using green manure species, spontaneous vegetation, and uncovered soil in the subplots (9 m<sup>2</sup>). After 120 days of calendula cultivation, the following were evaluated: length of the aerial part, stem diameter, dry weights of plants and floral capitula, chlorophyll index, and flavonoid content. Pre-cultivation using crotalaria or millet promoted higher averages in plant growth, regardless of the use of biofertilizers. However, the combination of millet crop residues with Vairo biofertilizer increased the flavonoid content in the flowers. The combination of green manures and biofertilizers presents itself as a promising strategy for the sustainable cultivation of calendula, maximizing both the yield of vegetable raw material and the flavonoid content.

**Keywords:** calendula; bioactives; cover crops; no-tillage.

## INDICADORES DE IMPACTO

A calêndula é uma planta medicinal, e suas flores apresentam propriedades antimicrobianas, emolientes, anti-inflamatórias e tonificantes da pele. É indicada ao uso tópico no tratamento da acne, irritações cutâneas, queimaduras superficiais, contusões e picadas. Além de ser também uma planta ornamental e que tanto pode ser cultivada em vasos quanto em jardins. Os capítulos são utilizados tanto popularmente quanto pela indústria alimentícia, como condimento e corante. As folhas e os caules também são utilizados como temperos. Os indicadores de impacto podem ser divididos em categorias ambientais, sociais, econômicas e de saúde. Em indicadores ambientais destaca o seu cultivo sustentável, contribuindo para o mínimo possível de impactos ambientais, estando assim alinhados com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU). Suas flores de cores vibrantes alaranjadas ou amareladas atraem polinizadores como abelhas e borboletas, promovendo a biodiversidade local. Pode atuar como repelente natural de algumas pragas, reduzindo o uso de pesticidas químicos, pois tem um aroma forte e característico. Nos indicadores sociais, a calêndula parte de práticas de medicina tradicional em várias culturas, sendo um símbolo de conexão com saberes ancestrais. É acessível, pois é de baixo custo e pode ser cultivada em hortas comunitárias ou domésticas, promovendo o acesso a tratamentos naturais. Nos indicadores econômicos tem a geração de renda, pois o cultivo de calêndula pode ser uma fonte de renda para pequenos produtores da agricultura familiar. É utilizada na fabricação de cremes, pomadas e óleos essenciais, movimentando setores industriais e comerciais. Além de poder ampliar seu papel no desenvolvimento de produtos naturais e na saúde pública. E ainda tem os indicadores de saúde, que evidencia suas propriedades anti-inflamatórias e cicatrizantes. Ao promover seu cultivo e uso consciente é possível avançar em direção a um desenvolvimento mais sustentável beneficiando tanto as pessoas quanto ao meio ambiente.

## **IMPACT INDICATORS**

Calendula is a medicinal plant whose flowers possess antimicrobial, emollient, anti-inflammatory, and skin-toning properties. It is indicated for topical use in treating acne, skin irritations, superficial burns, bruises, and stings. It is also an ornamental plant that can be grown both in pots and gardens. The flower heads are used both popularly and by the food industry as a condiment and coloring agent. The leaves and stems are also used as seasonings. Impact indicators can be divided into environmental, social, economic, and health categories. Among the environmental indicators, its sustainable cultivation stands out, contributing to the least possible environmental impact, thus being aligned with the Sustainable Development Goals (SDGs) of the United Nations (UN). Its vibrant orange or yellow flowers attract pollinators such as bees and butterflies, promoting local biodiversity. It can act as a natural repellent for some pests, reducing the use of chemical pesticides due to its strong and characteristic aroma. Regarding social indicators, calendula is part of traditional medicine practices in various cultures, symbolizing a connection with ancestral knowledge. It is accessible due to its low cost and can be grown in community or home gardens, promoting access to natural treatments. In terms of economic indicators, it generates income, as calendula cultivation can be a source of income for small family farmers. It is used in manufacturing creams, ointments, and essential oils, driving industrial and commercial sectors. It can also expand its role in developing natural products and public health. Finally, there are health indicators, which highlight its anti-inflammatory and healing properties. By promoting its cultivation and conscious use, it is possible to move towards a more sustainable development, benefiting both people and the environment.

## LISTA DE FIGURAS

### CAPITULO I

Figura 1 - Capítulo floral de calêndula .....	21
Figura 2 -Tipos de estruturas reprodutivas (diásporos) em calêndula .....	22
Figura 3 - Estrutura básica dos flavonóides .....	30
Figura 4 - Exemplos de flavonóides .....	31
Figura 5 - Plantas de <i>Crotalaria juncea</i> em crescimento vegetativo .....	41
Figura 6 - Plantas de <i>Pennisetum glaucum</i> (L). R. em crescimento vegetativo .....	42

### CAPITULO II

Figura 1 - Precipitação e temperatura média (mínima e máxima) referente ao período de cultivo das calêndulas (janeiro de 2024 a maio de 2024), Lavras – MG.....	69
Figura 2 - Plântulas de <i>Calendula officinalis</i> aos 120 dias de cultivo sucessivo de milho, crotalária, vegetação espontânea e sem cobertura do solo e a pulverização do biofertilizante Vairo .....	75
Figura 3 - Vias de liberação dos agentes alelopáticos .....	83

## LISTA DE TABELA

### CAPITULO II

- Tabela 1 - Atributos químicos de Latossolo Vermelho Distroférrico, utilizado no Experimento..... 70
- Tabela 2 - Volume de solução estoque, volume final após diluição e concentração de quercetina empregadas na construção das curvas analíticas para o doseamento espectrofotométrico de flavonoides totais..... 73
- Tabela 3 - Comprimento da parte aérea (CPA) e diâmetro de caule (DC) coletadas aos 120 dias após semeadura de plântulas de *Calendula officinalis* que foram submetidas à pulverização do biofertilizante Vairo e ao cultivo sucessivo de milho, crotalária, vegetação espontânea e sem cobertura..... 76
- Tabela 4 - Peso seco de folha (PSF), de caule (PSC) e de parte aérea (PSPA) coletadas aos 120 dias após semeadura de plântulas de *Calendula officinalis* que foram submetidas à pulverização do biofertilizante Vairo e ao cultivo sucessivo de milho, crotalária, vegetação espontânea e sem cobertura do solo..... 78
- Tabela 5 - Peso seco de capítulo (PSCa), de receptáculo (PSR) e de pétala (PSP) coletadas no período de 90 a 120 dias após semeadura de plântulas de *Calendula officinalis* que foram submetidas à pulverização do biofertilizante Vairo e ao cultivo sucessivo de milho, crotalária, vegetação espontânea e sem cobertura do solo..... 79
- Tabela 6 - Clorofila *a* (Cla), Clorofila *b* (Clb) e Clorofila total (Clt) coletadas aos 120 dias após semeadura de plântulas de *Calendula officinalis* que foram submetidas à pulverização do biofertilizante Vairo e ao cultivo sucessivo de milho, crotalária, vegetação espontânea e sem cobertura do solo..... 80
- Tabela 7 - Teores de flavonoides totais coletados de flores de *Calendula officinalis* submetidas à pulverização do biofertilizante Vairo e ao cultivo sucessivo de milho, crotalária, vegetação espontânea e sem cobertura de solo..... 82

## SUMÁRIO

### CAPITULO I

1	INTRODUÇÃO.....	17
2	OBJETIVOS.....	18
2.1	Objetivo geral.....	18
2.2	Objetivos específicos.....	18
3	REFERENCIAL TEÓRICO.....	19
3.1	Plantas medicinais: uso popular no Brasil.....	19
3.2	Calêndula ( <i>Calendula officinalis</i> ) .....	20
3.2.1	Características botânicas.....	21
3.2.2	Características agronômicas.....	22
3.2.3	Usos tradicionais.....	25
3.2.4	Importância medicinal e usos.....	25
3.2.5	Atividades biológicas.....	27
3.3	Composição química.....	28
3.3.1	Metabólico secundário / ativo.....	29
3.3.2	Flavonóides.....	30
3.3.3	Importância da identificação de metabólicos secundários.....	31
3.4	Cultivo orgânico de plantas medicinais.....	32
3.5	Adubação verde e agricultura.....	34
3.5.1	Influência da adubação verde nas características físicas, químicas e biológicas do solo.....	36
3.5.1.1	Características químicas.....	37
3.5.1.2	Características físicas.....	38
3.5.1.3	Características biológicas.....	39
3.5.2	Espécies de adubos verdes.....	40
3.5.2.1	Crotalária ( <i>Crotalaria juncea</i> L.) .....	40
3.5.2.2	Milheto ( <i>Pennisetum glaucum</i> (L.) R. Br.).....	41
3.5.3	Uso dos adubos verdes em plantas medicinais.....	43
3.6	Biofertilizantes.....	44
3.6.1	Biofertilizante Vairo.....	45
	REFERÊNCIAS.....	46

## **CAPITULO II**

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>67</b>
<b>2</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>68</b>
<b>2.1</b>	<b>Caracterização da área experimental.....</b>	<b>68</b>
<b>2.2</b>	<b>Implantação do experimento.....</b>	<b>70</b>
<b>2.3</b>	<b>Variáveis analisadas.....</b>	<b>71</b>
<b>2.3.1</b>	<b>Análise do crescimento.....</b>	<b>71</b>
<b>2.3.2</b>	<b>Preparo dos extratos e doseamento de flavonoides totais.....</b>	<b>72</b>
<b>3</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>73</b>
<b>3.1</b>	<b>Influência da adubação verde associada ao biofertilizante Vairo no crescimento de calêndulas.....</b>	<b>73</b>
<b>3.2</b>	<b>Influência da adubação verde associada ao biofertilizante Vairo na produção de flavonoides totais em flores de calêndulas.....</b>	<b>81</b>
<b>4</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>85</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>85</b>

## CAPITULO I

### 1 INTRODUÇÃO

A prática de utilizar plantas para tratamento de doenças é tão antiga quanto à história da humanidade. É uma prática considerada comum e significativa utilizada pelo homem com a finalidade de cura das doenças, prevenção de agravos e tratamento de doenças (MATTOS et al., 2018). Na atualidade, as plantas medicinais são difundidas por uma boa parte da população como um recurso medicinal complementar para tratamento de diversas enfermidades (PETROVSKA 2012; NADAF et al. 2023).

Dentre as diversas plantas medicinais mais utilizadas na fitoterapia mundial, tem-se a calêndula pertencente à família Asteraceae, é popularmente conhecida como calêndula, margarida, calêndula do campo e malmequer. É uma planta de jardim comum usada medicinalmente na Europa, China, Estados Unidos e Índia. As exatas origens dessa planta são incertas, mas menciona-se Egito, Ilhas Canárias e Região Mediterrânea como possíveis locais de origem da calêndula (KAUR et al., 2016). Apresenta propriedades anti-inflamatórias, antifúngicas, antialérgicas, calmantes, cicatrizantes e tonificantes para a pele podendo ser utilizado no tratamento de diversas doenças que atinge a pele como acne, psoríase, queimaduras, pele rachada, coceira, dermatite, afta, entre outros (BARRERA ET AL. 2018; HASSAN E ABD EL-LATIF 2018; AMEEN ET AL. 2020; VALARMATHI et al. 2020).

Os flavonoides são conhecidos por sua capacidade de neutralizar radicais livres, protegendo as células contra o estresse oxidativo (SÁNCHEZ et al., 2020). O estresse oxidativo ocorre quando há um acúmulo de espécies reativas de oxigênio, que podem comprometer os tecidos e retardar o processo de cicatrização. Nesse contexto, os flavonoides atuam como antioxidantes, beneficiando na regeneração tecidual (GASPAR-PINTILIESCU et al., 2024). A atividade anti-inflamatória da calêndula existe devido principalmente a presença de saponinas e flavonoides, componentes fitoquímicos que correspondem a aproximadamente 6% e 0,9%, respectivamente, da sua composição (REZENDE, 2018).

É importante estudar os fatores que influenciam o crescimento e a síntese de princípios ativos em espécies medicinais. Entre os fatores externos, a deficiência e o excesso de nutrientes podem promover maior ou menor produção de princípios ativos nas plantas (VELOSO et al., 2023). Além disso, os altos valores cobrados por fertilizantes limitam diversos agricultores, principalmente familiares, de obter produtividades rentáveis de espécies medicinais. Uma opção viável, de baixo custo, é a prática da adubação verde (SAGRILO et al., 2009). Essa

técnica consiste na incorporação ao solo de matéria vegetal que não é decomposta, sendo produzida ou não no local de interesse. O resultado desse manejo são alterações positivas em atributos químicos, físicos e biológicos do solo, assim beneficiando a cultura de interesse econômico (MATHEIS et al., 2020).

Ressalta-se ainda que se espera otimizar a reciclagem de nutrientes presentes na biomassa dos adubos verdes com o uso de biofertilizantes. Biofertilizantes são inoculantes microbianos que contém microrganismos vivos que quando aplicados a sementes, plantas ou solo podem favorecer no crescimento, aumentando a disponibilidade de nutrientes para a planta (MAHANTY et al., 2016). Os biofertilizantes podem garantir o ambiente do solo rico em macro e micronutrientes, via fixação de nitrogênio, solubilização ou mineralização de fosfato e potássio, liberação de substâncias reguladoras do crescimento das plantas, além disso, possibilita a diminuição dos custos de produção, podendo, facilmente, serem produzidos na propriedade rural com insumos internos e de baixo custo (ITELIMA et al., 2018).

No Brasil, o biofertilizante há muito tempo tem sido utilizado. No entanto, o conhecimento acerca do potencial da fertilização líquida ainda é pouco relatado, o que evidencia a necessidade de novos estudos que abordem as melhores estratégias de manejo, como quantidade e intervalo de aplicações associadas à produção satisfatória (RODRIGUES, 2014). O biofertilizante Vairo é produzido a partir da fermentação de esterco bovino fresco. Esses biofertilizante contém uma mistura de microrganismos, como bactérias e fungos, que são responsáveis pela decomposição da matéria orgânica presente no solo (SILVA et al., 2007).

O uso de espécies de adubos verdes e a aceleração da sua decomposição, como exemplo a aplicação de biofertilizantes, podem subsidiar o avanço em técnicas de cultivo sustentável, buscando melhorar a produtividade e a qualidade de espécies medicinais. Sendo assim, objetivou-se avaliar, em condições de campo, o potencial do uso de adubos verdes associados ao biofertilizante Vairo no crescimento e na produção de flavonoides em calêndula.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Geral**

Avaliar o uso da adubação verde associado ao biofertilizante Vairo na produção de biomassa e de flavonoides em *Calendula officinalis*.

### **2.2 Específicos**

- Identificar e quantificar o ganho de biomassa;

- Identificar e quantificar a produção de flavonoides;
- Identificar a espécie de adubo verde que proporcionou o melhor desempenho em sucessão com a calêndula;
- O uso do biofertilizante Vairo é adequado ou não para o uso com a calêndula;
- Quantificar a clorofila *a*, *b* e total nas folhas de calêndula.

### **3 REFERENCIAL TEÓRICO**

#### **3.1 Plantas medicinais: uso popular no Brasil**

O Brasil possui a maior biodiversidade do planeta, o que favorece o uso de plantas medicinais. Segundo Hussain (2022), uma planta é considerada medicinal quando possui propriedades que promovem efeitos benéficos à saúde em tratamentos farmacológicos. As plantas dessa categoria incluem diversas espécies medicinais que são bastante utilizadas na medicina tradicional brasileira para tratar doenças como gastrite, diarreia, febre e asma, além de atuarem como sedativos devido às suas atividades biológicas. A Organização Mundial da Saúde (OMS), reconhece a importância das plantas medicinais para a promoção da saúde, bem como incentiva o resgate, o reconhecimento e a valorização das práticas tradicionais e populares de uso de plantas e remédios caseiros (OMS, 2013). A OMS ainda esclarece a importância da Medicina Tradicional para atenção primária a saúde, uma vez que 80% da população utiliza práticas tradicionais nos seus cuidados básicos de saúde, sendo 85% plantas ou preparações destas (BRASIL, 2016).

Uma vasta riqueza de conhecimento tradicional também é encontrada no Brasil devido à influência de povos indígenas, africanos e europeus. Os povos indígenas, através de sua relação com a natureza, foram os primeiros a observarem e cultuarem os recursos naturais para seu benefício, como por exemplo para a cura de enfermidades (BARATTO, 2021; FEIJÓ et al., 2021). Além do conhecimento sobre como utilizar as plantas medicinais, os indígenas também sabem como preservar a biodiversidade, e por estas razões são considerados como a maior e mais confiável fonte de conhecimento empírico sobre as plantas medicinais. O conhecimento tradicional indígena pode ser encontrado em todo o território brasileiro (ROCHA; MARISCO, 2016; ALVES et al., 2015).

Após a chegada dos primeiros africanos no Brasil, começaram o contato desses com os povos indígenas, que foram compartilhando seus conhecimentos sobre as plantas e seu desempenho em rituais religiosos e de cura. Foi a partir disso que houve uma associação de

conhecimento desses povos sobre as plantas, gerando tradições diferentes quanto aos usos de plantas medicinais no Brasil (SILVA, 2022; XAVIER, 2021). Os jesuítas também tiveram um papel importante frente ao uso de plantas medicinais no território brasileiro, este não apenas com a função de catequizar, mas também de promover o tratamento e a cura de doenças, foram absorvendo aos poucos os conhecimentos indígenas que inicialmente eram vistos pelos jesuítas como feiticeiros. Além da incorporação do conhecimento indígena, os jesuítas foram responsáveis pelos primeiros registros escritos e a elaboração de uma Farmacopéia Brasileira (ROCHA et al., 2015).

Para Silva et al. (2020) é importante resgatar e valorizar o conhecimento popular sobre o uso de plantas medicinais, destacando e evidenciando a forma correta de usá-las. Eles observam que, com o tempo, as melhorias nas condições de vida levaram muitas pessoas a preferirem medicamentos industrializados, deixando de lado a prática de usar fitoterápicos. Isso tem comprometido a transmissão desses conhecimentos tradicionais para as futuras gerações. Para isso, enfatizam a necessidade de preservar e promover o conhecimento tradicional sobre plantas medicinais para garantir que ele seja passado adiante e não se perca com o tempo devido ao uso crescente de medicamentos modernos.

### **3.2. Calêndula (*Calendula officinalis*)**

A *calendula officinalis* conhecida popularmente como calêndula, margarida, calêndula do campo e malmequer, é uma planta herbácea anual (Fig. 1). Pertencente à família Asteraceae, é cultivada desde a antiguidade pelas propriedades medicinais em suas flores (MISHRA et al. 2018). Há relatos da sua utilização por egípcios, gregos, hindus e árabes (CARVALHO et al. 2018). Esta espécie se desenvolve facilmente no sul do Brasil devido às condições climáticas favoráveis ao seu desenvolvimento (GAZIM et al. 2008).

Figura 1 - Capítulo floral de calêndula.



Fonte: Do autor (2024)

O gênero *Calendula* tem seu nome derivado da palavra latina - *Calendae* – que significa "primeiro dia de cada mês", de onde se originou também a palavra calendário, baseado no ciclo solar) e se deve ao fato das flores acompanharem o movimento do sol (KEMPER, 1999).

Possui um grande potencial na produção de medicamentos principalmente por estar incluída na Relação Nacional de Plantas Medicinais de Interesse ao SUS (RENISUS), ou seja, espécies medicinais de interesse ao Ministério da Saúde para uso no SUS. O objetivo desse programa é orientar estudos e pesquisas que possam apoiar a elaboração da lista de fitoterápicos disponíveis para uso da população, com segurança e eficácia para o tratamento de determinada enfermidade (BRASIL, 2010). A Farmacopéia Brasileira, literatura oficial utilizada na consulta de dados analíticos para medicamentos, incluiu a calêndula em sua 5ª edição (FARMACOPÉIA BRASILEIRA, 2010).

### 3.2.1 Características botânicas

A calêndula é uma planta herbácea anual, espécie descrita pelo botânico sueco Carl Von Linné, do qual recebeu o binômio *Calendula officinalis* L. (LORENZI; MATOS, 2008). O gênero *Calendula* abrange aproximadamente 25 espécies, sendo as mais comuns *Calendula officinalis* Linn., *Calendula arvensis* Linn., *Calendula suffruticosa* Vahl., *Calendula stellata* Cav., *Calendula alata* Rech. e *Calendula tripterocarpa* Rupr (ARORA; RANI; SHARMA, 2013).

As inflorescências da calêndula podem atingir cerca de 5 cm de diâmetro e possuem coloração amarela ou laranja. As flores centrais são estéreis e tubuladas e as periféricas são férteis e liguladas, seus frutos são secos tipo aquênios, estreitos, com formato ablongo e curvos (CITADINI-ZANETTE et al., 2012; VERMA et al., 2018). Possui quatro tipos de estruturas reprodutivas (diásporos), que são usados na propagação às quais Bertoni (1999) designou de alado (0,9 cm de comprimento/ 0,015 g), navicular (1,0 cm/ 0,015 g), orbicular alado (0,5 cm/ 0,009 g) e orbicular (0,4 cm/ 0,007 g) (Fig. 3). Suas porcentagens no capítulo foram 13, 24, 26 e 37% e a germinação, após 30 dias, de 95, 95, 45 e 5%, respectivamente. Essas estruturas são os frutos, com forma de “pequenos barcos” (curvas) (MARTINS et al., 2000).

**Figura 2** - Tipos de estruturas reprodutivas (diásporos) em calêndula.



Fonte: Do autor (2024)

### 3.2.2 Características agronômicas

A calêndula é facilmente produzida no mundo inteiro, podendo ser cultivada em regiões temperadas e tropicais. Tem-se, no Brasil, a vantagem de poder cultivar a calêndula tanto no

inverno quanto no verão (MONTANARI, 2014). A técnica de propagação da calêndula é por sementes. A germinação é vigorosa e bastante rápida (2-3 dias), o que faz com que as linhas de semeadura sejam observadas rapidamente, e a capina possa ser feita, ainda, quando as plantas espontâneas estão pequenas e mais fáceis de ser controladas. Para a produção de flores, a semeadura no campo demanda de 50 a 80 g de sementes em 100 m<sup>2</sup>, com distância entrelinhas que varia de 40 a 60 cm (DACHLER; PELZMANN, 1989). Quando o objetivo é produzir sementes, a densidade de plantas por metro quadrado passa a ser de 40 a 60 plantas/m<sup>2</sup> (CROMACK; SMITH, 1998) e implica no uso de 7 a 12 kg de sementes/hectare (FROMENT et al., 2010). No caso de um adensamento excessivo, devem-se desbastar as plântulas, deixando-se de 10 a 12 plantas/metro linear.

No entanto, vale ressaltar que a semeadura no campo não é fácil, pelo fato de as sementes de calêndula serem de diferentes tamanhos (peso de 1.000 sementes pode variar de 6 a 12 g). Pode-se também produzir mudas da calêndula em viveiro. As mudas levam cerca de 30 dias da semeadura para atingir 15 cm de altura e, então, são transplantadas para o campo (MONTANARI JÚNIOR, 2000).

A calêndula não é exigente em solos. Porém, é mais produtiva em solos ricos em matéria orgânica e bem drenados (SILVA JÚNIOR, 2006). Sabe-se que os nutrientes são essenciais para as plantas, sendo que na sua ausência pode resultar com que as plantas de calêndula não se desenvolvam e, conseqüentemente não consigam competir com as plantas espontâneas. Já o excesso de adubos, principalmente de N, pode tornar as plantas mais suscetíveis a doenças (FROMENT et al., 2010). Além disso, a calêndula é sensível à falta de água, e curtos períodos de estiagem comprometem sua produtividade (MONTANARI JÚNIOR, 2000; GAZIM et al., 2007). A irrigação deve ser realizada, caso não ocorra precipitação, apenas no período de pré-florescimento com, aproximadamente, 200 mm (BORTOLO, 2009). O excesso de água prejudica a produtividade de inflorescências da calêndula. De acordo com Marques et al (2011), o manejo com déficit hídrico, seguido de irrigação suplementar na fase de pré-florescimento, induz ao máximo florescimento.

A calêndula é planta vigorosa e rústica, que rapidamente fecha o estande, e dificulta o crescimento de plantas espontâneas, desde que irrigada e cultivada em solo fértil. No entanto, em sua fase inicial, é preciso realizar capinas frequentes, sob consequência de drástica redução de produtividade. O espaçamento entrelinhas de 50 cm possibilita a capina manual ou o uso de cultivador acoplado a um mini trator (MONTANARI JÚNIOR, 2000). Normalmente, a calêndula se desenvolve sem problemas fitossanitários. Quando ocorrem o aparecimento de doenças, a mais comum é a damping-off (tombamento ou mela) no viveiro, causada por

diversos fungos, como *Fusarium* sp., *Rhizoctonia* sp. e *Pythium* sp., os quais podem ser controlados com manejo adequado (limpeza periódica, uso de substrato livre de doenças, adequação da irrigação, etc). Já em condições de campo, as doenças que ocorrem com mais frequência são: mofo-branco, cercosporiose, alternariose e podridão de esclerotinia. Porém, não chegam a comprometer economicamente a cultura. Para que os patógenos causadores dessas doenças não se tornem um problema, não se deve plantar calêndula seguidamente na mesma área. Dentre as pragas mais frequentes da calêndula destacam-se pulgões (*Aphis spiraecola* e *Uroleucon aabrosidae* f. *lizerianum*) e tripes (SILVA JÚNIOR, 2006).

O período de florescimento é de, aproximadamente, 60 dias, após o qual as flores vão diminuindo em tamanho e quantidade, e a planta entra em declínio. Para obter matéria-prima de qualidade, é importante que as flores sejam colhidas com o pedúnculo o mais curto possível. As flores soltam-se mais facilmente do pedúnculo quando a cultura está bem irrigada e as plantas estão túrgidas. A produção esperada por safra é em torno de 1.500 kg/ha, podendo chegar a 2.000 kg/ha de flores secas. As flores da calêndula são produzidas por um longo período, por essa razão a colheita das sementes pode estender-se também, por outro longo período (FROMENT et al., 2010).

Recomenda-se ser acondicionadas no secador em camadas finas e não ser revolvidas durante a secagem, para não comprometer a aparência do produto final, que é um dos componentes da qualidade. Para a colheita de 1 ha/dia, a área de secagem deve ser de 300 m<sup>2</sup> (3% da área plantada), o suficiente para acomodar até 1.600 kg de flores frescas/hectare/dia, que chegam a ser colhidas no pico da produção. Esse cálculo foi feito considerando-se que o tempo de secagem será de três a cinco dias e que a colheita será realizada a cada cinco dias (MONTANARI, 2014).

É pertinente observar que a área de secagem varia de acordo com a eficiência do secador. A temperatura adequada para secagem varia de acordo com a finalidade para a qual a planta será empregada: para fins medicinais e cosméticos, não deve ultrapassar 40 °C a 45 °C; para ser utilizada como corante, a temperatura de secagem pode ser de até 80 °C. A perda de massa pela secagem é de, aproximadamente, 8:1. As flores devem ser embaladas, de preferência, em caixas de papelão, para que se conservem inteiras. Outros tipos de embalagens, como sacos de nylon, de juta ou de papel kraft, também podem ser utilizadas desde que o material vegetal não seja movimentado muitas vezes durante o armazenamento. As flores devem ser protegidas da luz e da umidade. O armazém de calêndula deve ser periodicamente inspecionado, pois as flores secas atraem pequenas mariposas que podem furar os sacos e depositar seus ovos entre as flores. Os ovos, ao eclodirem, dão origem a larvas que comem as flores e, dependendo do grau de

infestação, põem em risco a produção. Se necessário, deve-se fazer um expurgo no armazém (MONTANARI, 2014).

### **3.2.3 Usos tradicionais**

A procura para cuidados à saúde por meio das práticas tradicionais dos antepassados é uma realidade presente, e isso é observado com o uso dos produtos tradicionais fitoterápicos, chás, escalda-pés, garrafadas, banhos, xaropes, tinturas, emplastos, purgantes, e tantos outros, orientados pelo conhecimento empírico, proveniente do trabalho de parteiras, benzedeiras, erveiras e outros (MONTEIRO, 2021).

A calêndula tem uma longa história de uso na medicina tradicional em várias culturas ao redor do mundo. Os antigos egípcios, gregos e romanos utilizavam a planta para tratar uma variedade de situações que envolvia tratamento para a saúde, incluindo inflamações, feridas, infecções e problemas digestivos. Na Idade Média, a calêndula era considerada uma erva sagrada e frequentemente utilizada em rituais religiosos e cerimônias de cura. Sua popularidade continuou ao longo dos séculos, e hoje a calêndula é amplamente utilizada na medicina herbal (SHAHANE et al., 2023). Há relatos que era utilizada para tratar problemas digestivos, cólicas menstruais e vários tipos de lesões de pele, além de obstruções hepáticas, picadas de cobra e fortalecimento do coração (LEACH, 2008; JARIĆ et al., 2018 JAN; ANDRABI; JOHN, 2017).

Durante a Guerra Civil Americana (1861-1865) e a Primeira Guerra Mundial, a calêndula foi usada na forma de bálsamos e cremes com ação antisséptica e anti-inflamatória no tratamento de feridos (JARIĆ et al., 2018; MORESKI; LEITE-MELLO; BUENO, 2018). Dessa forma, a calêndula tem uma longa história de uso na medicina tradicional para o tratamento de diversas condições, incluindo lesões de pele e inflamações de pele, feridas e cortes superficiais, queimaduras, queimaduras solares, devido suas propriedades terapêuticas cicatrizantes e anti-inflamatórias (MORAES, 2019). Na comunidade tradicional quilombola Tijuaçu, localizada no semiárido baiano, a calêndula é utilizada para tratamento de gripe, inflamações e infecções em geral, sendo preparada por meio de infusão das folhas (FILGUEIRA et al., 2024).

### **3.2.4 Importância medicinal e usos**

Atualmente, a calêndula é bastante utilizada na indústria de produtos naturais e cosméticos devido às suas propriedades terapêuticas e benefícios para a pele. Ela é

frequentemente encontrada em pomadas, cremes, loções, sabonetes e outros produtos de cuidados com a pele, destinados a promover a cicatrização, acalmar a pele irritada e proporcionar alívio para uma variedade de condições dermatológicas. Além disso, a calêndula também é utilizada na preparação de chás, tinturas e suplementos alimentares para uso interno, ou seja, é muito diversificada (ABDELWAHAB et al., 2021).

O chá possui sabor picante e amargo (BENVENUTI; BORTOLOTTI; MAGGINI, 2016). A calêndula também é conhecida como açafão dos pobres pois é usada para colorir pratos, semelhante ao açafão (BUSSI, 2018). De acordo com Franzen et al. (2016), pode ser usada em saladas, sopas, manteiga, arroz, ensopados e na decoração de pratos. As pétalas têm sido usadas para enfeitar bolos, doces e salgados por apresentar coloração amarelada-alaranjada e possuir importantes compostos bioativos, como as antocianinas (BENVENUTI, BORTOLOTTI e MAGGINI, 2016)

De acordo com o estudo de Pinto et al. (2020), a calêndula apresentou maior teor de fenólicos totais e carotenoides e, conseqüentemente, maior atividade antioxidante do que a camélia e a rosa. GuanLin et al. (2015) e Mikotajczak, Sobiechowska e Tanska (2020) corroboram com resultados reforçando a ação antioxidante da flor. Diversas propriedades benéficas têm sido atribuídas por conta da presença desses constituintes, incluindo atividade anti-inflamatória, imunoestimulante, bactericida, antiviral, antiprotzoária e antineoplásica (FERNANDES et al., 2017; BUSSI, 2018). Nutricionalmente, a calêndula destaca-se por seu alto teor de zinco: 7,8 mg/100gms (gramas de matéria seca) (FERNANDES et al., 2016).

Na homeopatia, a tintura-mãe de calêndula é utilizada para o tratamento de doenças mentais, tensão e insônia. Nos sistemas tradicionais de medicina indiana Ayurveda e Unani, as propriedades medicinais da calêndula são mencionadas apontando que as flores e folhas apresentam efeitos antipirético, anti-inflamatório, antiepilético e antimicrobiano. Na medicina tradicional e homeopática, calêndula tem sido utilizada para problemas de visão, irregularidades na menstruação, varizes, hemorroidas e úlceras duodenais (ARORA; RANI; SHARMA, 2013).

Na perfumaria, seu óleo essencial é empregado para elaboração de perfumes de aroma silvestre, mesmo que seu odor não seja muito agradável (CENTENO, 2004). O aroma característico das flores de calêndula é associado a presença dos sesquiterpenos na fração volátil, dentre esses o d-cadineno que confere as notas verdes, doces e refrescantes; e o cadinol responsável pelas notas amadeiradas (REZNICEK; ZITTERL-EGLSEER, 2003).

A calêndula tem crescente base de evidências científicas e principalmente da medicinal tradicional que apoiam suas propriedades terapêuticas. Seu amplo espectro de atividades farmacológicas a torna uma opção valiosa no tratamento de uma variedade de doenças

especialmente aquelas relacionadas à pele. Como resultado, a calêndula continua a desempenhar um papel importante na medicina herbal e na indústria de produtos naturais, oferecendo uma alternativa segura e eficaz para o tratamento de diversas condições de saúde (SHAHANE et al., 2023). Pesquisas *in vitro* e em animais demonstraram que extratos de calêndula possuem atividade anti-inflamatória, antimicrobiana e antioxidante significativas, que podem ajudar a reduzir a inflamação, promover a cicatrização de feridas e proteger contra danos celulares. Além disso, estudos clínicos em humanos sugerem que a calêndula pode ser eficaz no tratamento de condições dermatológicas como dermatite de contato, dermatite atópica e queimaduras solares (SILVA et al., 2021).

Por outro lado, algumas reações adversas podem ser observadas. A calêndula pode causar reações alérgicas em indivíduos sensíveis, principalmente aqueles que já tiveram histórico de hipersensibilidade a outras espécies da família Asteraceae. Além disso, efeito espermicida, antifertilidade e uterotônico foram relatados. Por esta razão o uso não é recomendado em mulheres grávidas ou em período de lactação (BRASIL, 2021).

### 3.2.5 Atividades biológicas

Muitos estudos têm confirmado várias atividades biológicas da flor de calêndula com aplicações futuras na área da medicina (KHALID E TEIXEIRA DA SILVA, 2012). Arora, Rani e Sharma (2013) reportaram aspectos fitoquímicos e etnofarmacológicos do gênero *Calendula*, evidenciando os principais compostos bioativos, como flavonoides, triterpenoides e carotenoides, que conferem propriedades terapêuticas à planta. O estudo aborda o uso tradicional da calêndula em diversos sistemas medicinais para o tratamento de inflamações, feridas e outras condições cutâneas, além de explorar as aplicações farmacológicas modernas baseadas em evidências científicas.

Ashwlayanvde (2018) observou o potencial terapêutico de *Calendula officinalis*, destacando suas propriedades anti-inflamatórias, antioxidantes, antimicrobianas e cicatrizantes. Shahane et al. (2023) reforça aspectos relacionados às propriedades anti-inflamatórias, antioxidantes, antimicrobianas e cicatrizantes detalhando como esses efeitos são decorrentes dos diversos bioativos presentes. Além disso, o estudo explora as aplicações clínicas da planta em tratamentos para condições inflamatórias, regeneração de tecidos e cuidados com a pele. Em produtos cosméticos, a calêndula é usada em formulações para peles sensíveis e calmantes, como por exemplo, produtos pós-sol, entre uma diversidade de apresentações, incluindo

produtos para a pele, olhos, cabelo e banho, com segurança reconhecida para uso em cosméticos (ANDERSEN et al., 2010; CUNHA; TESCAROLLO, 2023).

Givol et al. (2019), por meio de revisão sistemática, avaliaram a bioatividade do extrato etanólico da flor de *Calendula officinalis* como monoterapia no tratamento de feridas agudas, apresentando evidências de resolução mais rápida da fase de inflamação e aumento da produção de tecido de granulação nos grupos tratados com o extrato. As propriedades anti-inflamatórias, cicatrizantes e antimicrobianas foram as mais estudadas até o ano de 2021. Muitas pesquisas foram realizadas sobre compostos antioxidantes, terpenos e óleos voláteis assim como os cuidados com a pele e a cicatrização de feridas são as aplicações clínicas mais comuns da *Calendula officinalis* (ABDELWAHAB, et al.2022).

Giostriet al. (2022) analisaram por meio do ensaio clínico randomizado a evolução do processo de cicatrização por segunda intenção em feridas de mãos e dedos tratadas com o extrato etanólico padronizado de calêndula na concentração de 2%. Neste estudo pode-se afirmar o potencial cicatrizante do extrato através da observação do menor tempo de epitelização, com diminuição progressiva da área da ferida e a maior velocidade de cicatrização. Diante do número significativo e qualidade das evidências científicas quanto à bioatividade de cicatrização da *Calendula officinalis* pode-se observar um aumento de estudos que buscam as melhores formulações contendo extratos e óleos essenciais de calêndula, com objetivo de evitar toxicidade e biodisponibilizar os fitocomponentes de maneira mais efetiva durante o processo de cicatrização.

A eficácia das propriedades terapêuticas da calêndula está evidenciada em grande número de estudos científico que atualmente buscam desenvolver os meios de administração com o objetivo de melhorar a solubilidade, direcionamento e a estabilidade de seus componentes ativos (SHAHANE et al., 2023).

### **3.3 Composição química**

Os fitoquímicos, também conhecidos como princípios ativos e compostos bioativos, são elementos químicos de origem vegetal encontrados em frutas, verduras, leguminosas, grãos e outros tecidos vegetais, que apresentam atividade biológica (BAENA, 2015; CHAVES e TAVARES, 2019). São as substâncias ativas responsáveis também pela ação farmacológica das plantas medicinais e fitoterápicos, os quais são compostos por muitas substâncias com diferentes efeitos, que agem em conjunto para obtenção da ação terapêutica (BRASIL, 2022). O que diferencia um efeito medicinal do uso funcional é a concentração dessas substâncias,

representadas por classes como alcaloides, flavonoides, saponinas, antocianinas, óleos essenciais, demais compostos fenólicos, compostos organosulfúricos, fitosteróis e carotenoides (BAENA, 2015; LIMA e VIANELLO, 2011), que possuem propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias.

Estratégias para a valorização e o incentivo do uso de produtos naturais têm sido observadas em vários países, com a publicação de farmacopeias descrevendo os usos e formas de preparos de drogas vegetais e políticas para regulamentação da produção, registro e utilização de fitoterápicos. A Organização Mundial da Saúde (OMS), por sua vez, promove o uso de terapias alternativas integradas ao conhecimento técnico da Medicina Ocidental desde 1976 (FERREIRA; MOREIRA; CÁRIA; VICTORIANO; SILVA JUNIOR; MAGALHÃES, 2014).

### **3.3.1 Metabólico secundário / ativo**

As plantas através da fotossíntese sintetizam inúmeras substâncias bioativas. Essa aptidão extraordinária acontece devido a capacidade de realizarem dois tipos de metabolismo, o primário e o secundário (VERMA; KUMAR; SARESH, 2021). O metabolismo primário é definido como aquele que fornece as substâncias básicas envolvidas nas funções essenciais a vida celular, apresentando assim grande semelhança entre os diversos organismos. Neles estão incluídos os açúcares, aminoácidos, ácidos graxos, lipídeos e nucleotídeos, assim como moléculas maiores, que são sintetizadas a partir deles, como proteínas, polissacarídeos, DNA entre outros (BORGES; AMORIM, 2020).

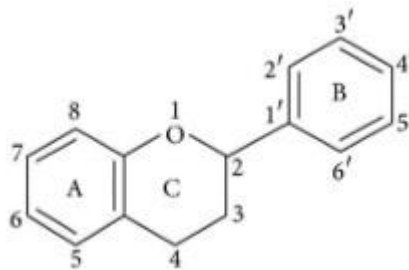
Os metabólitos secundários são derivados de componentes do metabolismo primário. Esses metabólitos são específicos de cada espécie e, embora no passado tenham sido considerados apenas produtos de excreção de plantas, atualmente desempenham um papel importante na evolução das espécies e na interação entre os seres vivos, atuando em processos de polinização através da produção de substâncias que atraem os agentes polinizadores e contribuem para a resistência dos organismos pela defesa contra pragas. Além disso, esses metabólitos podem apresentar potencial terapêutico (SÁ-FILHO et al., 2021). Algumas características dos metabólitos secundário são: distribuição restrita e mudam de espécie para espécie; grande variabilidade química estrutural, por serem produzidas por distintas vias metabólicas; variabilidade ontogênica, ou seja, podem ser formados apenas durante fases específicas do desenvolvimento da planta, tendo como consequência, ocorrência de alterações nos teores de metabólitos secundários durante o curso do desenvolvimento individual;

costumam ser produzidos e armazenados em estruturas específicas das espécies; a capacidade de sintetizar e armazenar esses metabólitos pode ser adquirida e perdida durante o processo de maturação (BORGES; AMORIM, 2020; SIMÕES et al., 2017).

### 3.3.2 Flavonóides

Na calêndula (*Calendula officinalis* L.), os constituintes químicos potencialmente ativos são: o óleo essencial, saponinas, flavonoides, carotenoides, mucilagens e resinas. Os flavonoides desempenham funções importantes na atividade metabólica das flores de calêndula, representados na grande maioria pelos compostos rutina e quercetina, também usados como marcadores da qualidade da matéria prima (BILIA et al., 2002; RODRIGUES et al., 2004). Os flavonoides tem como origem biossintética via chiquimato e é uma importante classe dos polifenóis presentes em relativa abundância entre os metabólitos secundários das plantas. Os flavonoides podem ser encontrados sob diversas formas estruturais, contudo, em sua estrutura básica possuem 15 átomos de carbono, constituído de duas fenilas ligadas por uma cadeia de 3 carbonos (C6-C3-C6). Os compostos tricíclicos possuem núcleos chamados de A, B e C, como demonstrado na figura 4 (MOURA, 2021; SIMÕES et al., 2017).

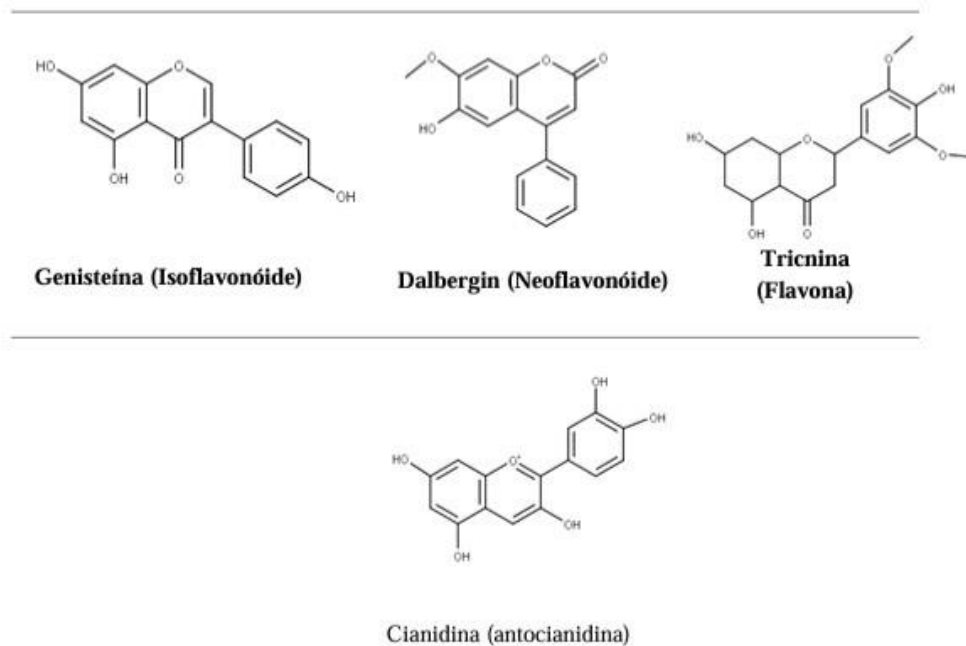
**Figura 3** - Estrutura básica dos flavonoides.



Fonte: Moura (2021).

A classificação dos flavonoides é baseada no estado de oxidação e no grau de insaturação do anel heterocíclico central (anel C) e a posição do anel B. Vale ressaltar que os flavonoides podem variar em diferentes partes da espécie, isto é, o flavonoide presente nas folhas pode ser totalmente diferente daqueles presentes nas flores, galhos e nas raízes (SIMÕES, 2017). Algumas classes dos flavonóides são: Isoflavonóide, neoflavonóide, flavonas, flavanonas e antocianidinas (Figura 5) (MERCÊS; SANTOS., 2022).

Figura 4 - Exemplos de flavonoides.



Fonte: Elaboração própria com base em Simões et al. (2017).

Os flavonoides apresentam propriedades anti-inflamatória, antitumorais, antivirais, antibacterianas, antifúngicas e antioxidantes. Diante disso, sugere-se que essas moléculas apresentam efeitos benéficos na prevenção de diversas doenças, incluindo câncer, doenças cardiovasculares e neurodegenerativas (MOURA, 2021).

### 3.3.3 Importância da identificação de metabólicos secundários

As plantas medicinais são utilizadas na profilaxia, alívio e cura, geralmente utilizadas na medicina popular, como chás e infusões (FERREIRA; MOREIRA; CÁRIA; VICTORIANO; SILVA JUNIOR; MAGALHÃES, 2014). Em contrapartida, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) considera como medicamento fitoterápico aquele obtido exclusivamente de matérias-primas de origem vegetal, com qualidade constante e reprodutível e cuja eficácia e segurança sejam caracterizados por levantamentos etnofarmacológicos, documentações técnico-científicas em publicações ou ensaios clínicos (SANTOS; GUIMARÃES; NOBRE; PORTELA, 2011). Com isso a busca por óleos essenciais, extratos ou constituintes isolados de várias espécies de plantas tornou-se uma alternativa ao passo que inúmeras espécies possuem propriedades biológicas como antidepressivo (MARTINS; BRIJESH, 2018) e antiviral (ABOU BAKER et al., 2021).

A medicina popular vem crescendo consideravelmente ao longo do tempo, com diversos estudos e análises acerca de temas importantes, em busca de encontrar possíveis curas e

tratamentos para diversas doenças que acarreta a saúde. O envolvimento da química dos produtos naturais, no âmbito nacional, levou a colaborações mais efetivas e abrangentes, que permitem enfrentar desafios diversos com diferentes estratégias (BERLINCK et al., 2017), uma vez que a flora brasileira apresenta grande diversidade de plantas, as quais podem ser encontrados ativos capazes de curar os mais diferentes tipos de doenças existentes (RIBEIRO et al., 2014). Com isso, essa ciência tornou-se um alvo na busca por fitoterápicos que apresentem elevado potencial terapêutico.

Quando uma espécie vegetal é utilizada como matéria-prima para produção de um medicamento fitoterápico, há diferentes etapas no processo produtivo em que se pode haver não-conformidades, como o cultivo, colheita, secagem, moagem, extração e formulação. Se esses pontos não forem executados de forma correta, poderão ocorrer alterações no teor das substâncias ativas, interferindo na qualidade do produto final (WIJESEKERA, 1984; BORELLA, et al., 2010)

No controle da qualidade dos extratos derivados a partir das plantas medicinais, não é necessário que se isole todos os compostos presentes, o objetivo é a identificação dos componentes químicos responsáveis pela atividade farmacológica. O teor de um conjunto de substâncias (marcadores químicos) deve ser determinado e correlacionado com a finalidade de utilização (BRASIL, 2010). A análise fitoquímica de extratos vegetais representa um método eficaz e de baixo custo, que já fornece dados para indicar presença de qualidade da matéria-prima. Para comprovação do teor de marcadores, deve-se referenciar um extrato padrão (BRASIL, 2010).

### **3.4 Cultivo orgânico de plantas medicinais**

Pesquisas direcionadas à produção comercial de calêndula, ou seja, melhoria do cultivo visando maior teor e qualidade de princípios ativos é de extrema relevância para a adequação dos cultivos e produção de insumos fitoterápicos de interesse ao SUS (HEITOR, 2013). Considera-se um sistema orgânico, todo aquele em que não se utiliza insumos sintéticos, defensivos agrícolas, organismos geneticamente modificados, fertilizantes de rápida disponibilização; pautam à integridade cultural das comunidades rurais, visando a maximização dos benefícios sociais, a diminuição da dependência de insumos externos e não renováveis; baseiam-se em práticas ecológicas em todas as fases dos processos, e inclusive aquelas que são praticadas na Agroecologia (SOARES, et al. 2020).

Um dos grandes desafios ambientais na atualidade se refere às mudanças climáticas, ao aquecimento global e aos prejuízos como o aumento de eventos climáticos extremos, derretimento das geleiras, secas prolongadas, chuvas bruscas e invernos atípicos. Estes eventos alteram, ainda, o regime das chuvas, e conseqüentemente, dos recursos hídricos; desertificam os solos em algumas regiões; alteram os ecossistemas; provocam a perda da biodiversidade e a produção de alimentos, ou seja, interferem nos recursos fundamentais para a existência da humanidade e qualidade de vida (ALPINO et al., 2022; ANDERSON et al., 2023). Além do mais, esses fatores afetam principalmente a população que se encontra em vulnerabilidade socioeconômica, o que agrava ainda mais a situação dessa população (FAO, 2022). A uma extrema necessidade de reconstruir novos métodos de cultivo e repensar as práticas desenvolvidas no setor agrícola, tem se mostrado imprescindíveis para atingir as expectativas de reverter essas situações críticas, promover atividades agropecuárias sustentáveis e que gerem alimentação saudável e nutritiva, para que supram as carências da insegurança alimentar (KOCHHAN DE FRAGA et al., 2022).

Espécies de plantas medicinais e aromáticas têm sido manejadas e cultivadas desde os primórdios da existência humana e da prática da agricultura para alimentação e medicina devido ao seu valor nutricional e terapêutico, assim como na busca de matéria prima para vestimentas e ferramentas, ou seja, extraíndo esses recursos naturais como fonte de sobrevivência (AWOTEDU et al., 2020; OLIVEIRA, 2017). Estratégias para promover a conscientização em relação a importância do cultivo de plantas medicinais e extrativismo com responsabilidade devem estar associadas aos incentivos de uso racional de moléculas bioativas, pois ao utilizar de forma indiscriminada pode trazer desafios para a conservação dessas espécies, provocando o risco de extinção no local (DA SILVA et al., 2019)

A inclusão e participação dos agricultores familiares nos arranjos produtivos da cadeia de plantas medicinais, aromáticas e condimentares tornam-se estratégias fundamentais para atingir as expectativas das indústrias e consumidores (BRASIL, 2006). Sendo que, a agricultura familiar se evidencia em um protagonismo alicerçado nos cultivos orgânicos e/ou agroecológicos (DIEDRICH; BIONDO; MURADAS BULHÕES, 2021). A forma de cultivar o solo que os agricultores familiares desenvolvem, apresentam-se como adequadas e vantajosas para o cultivo de plantas medicinais. Pois os mesmos buscam uma agricultura alternativa e sustentável, com uso de técnicas de manejo e conservação da biodiversidade. Além disso, a detenção de conhecimentos tradicionais desses agricultores, experiências acumuladas e transferidas através das gerações sobre os usos dessas plantas medicinais e práticas

agroecológicas auxiliam na conservação das diversidades bioculturais (DIEDRICH; BIONDO; MURADAS BULHÕES, 2021).

Quando se trabalha com plantas medicinais, o valor comercial da colheita pode ser relativo ao potencial de cura da espécie que vem de suas substâncias químicas que constitui seus princípios ativos. Ou seja, é importante ter conhecimento sobre seus óleos essenciais e manejos adequados para a espécie que está trabalhando, para que o cultivo, a colheita e a pós colheita dessas espécies sejam conduzidas de maneira mais apropriada, garantindo a qualidade do produto com teores, rendimentos e características desejáveis dos óleos essenciais. A intenção neste caso, é para que se obtenha plantas saudáveis, com qualidade e segurança para a saúde (SANTOS, 2024).

É importante destacar que o Brasil apresenta grande potencial para fornecimento de plantas medicinais, e conseqüentemente, matérias-primas para o mercado de fitoterápicos e indústria farmacêutica, pois abriga a maior biodiversidade do planeta. No entanto, o país fica prejudicado na oferta desses produtos, pois muitas vezes os produtores cultivam essas espécies em monoculturas e/ou não se atentam aos padrões aceitáveis de qualidade, segurança e eficácia do setor, não cumprindo as boas práticas na produção de matéria-prima, forçando o país a importar boa parte da matéria prima utilizada (CARVALHO et al., 2018).

Ressalta-se a importância para que as plantas medicinais e aromáticas sejam produzidas de forma orgânica para preservar seus teores terapêuticos sem o correr o risco de possuírem resíduos dos defensivos agrícolas. E assim, possibilitar a mitigação de um dos maiores entraves apontados pelo setor da fitoterapia, que é a falta de qualidade das plantas medicinais, o que dificulta a concorrência do país no mercado mundial (HASENCLEVER, 2017).

O Paraná é o estado do Brasil que mais se destaca na produção de plantas medicinais, aromáticas e condimentares. Além disso, o estado possui uma enorme tradição na produção de fitoterápicos no país. A área destinada ao cultivo dessas espécies chega ser cerca de 6 mil hectares, evidenciando uma produção anual em média de 19 mil toneladas, rendendo uma receita em torno de R\$ 88,5 milhões. São, em média, 154 municípios do estado envolvidos nessa cadeia de produção (BRASIL, 2021).

### **3.5 Adubação verde e agricultura**

A agricultura alternativa, ecológica ou verde surgiu como uma alternativa às formas convencionais de produção agrícola. Segundo Silva et al. (2019), tem como objetivo o equilíbrio ecológico na lavoura e entre os ciclos e interações biológicas, respeitando o ambiente,

a saúde humana, além de buscar solucionar a causa dos problemas e não os sintomas por eles causados, para a produção de alimentos de qualidade.

A adubação verde tem sido vista como uma prática agrícola de conservação do solo, sendo conhecida e aplicada aos sistemas agrícolas desde tempos anteriores à Era Cristã, com o foco de melhorar as condições físicas, biológicas e químicas de solos pobres de natureza e conservar a qualidade daqueles que são produtivos (WILDNER, 2014). Sua finalidade é reciclar os nutrientes do solo e melhorar suas propriedades físicas, biológicas e químicas, além de disponibilizar nutrientes para a planta por longos períodos (ZACARIAS, 2020). Essa técnica permite preservar a qualidade do ambiente sem abrir mão da produtividade elevada das culturas e, conseqüentemente, do retorno econômico (SAGRILO, 2009).

Para Zacarias (2020) o uso de adubos verdes é uma alternativa para aumentar a sustentabilidade dos sistemas agrícolas, devido à capacidade de absorver nutrientes das camadas subsuperficiais do solo e liberados pela decomposição dos seus resíduos. Na qual podem gerar quantidades de matéria seca suficientes para manter o solo coberto, aumentar o teor de matéria orgânica e diminuir a evapotranspiração (FERREIRA, 2020). Essa prática pode ser utilizada principalmente com as espécies de plantas das famílias Brassicaceae, Fabaceae e Poaceae, em ambas tornando o solo mais fértil (BORGES, 2018).

O cultivo dos adubos verdes pode auxiliar no controle de plantas espontâneas pelo seu efeito alelopático (liberação de substâncias que prejudicam as invasoras) e biológico (MORAIS, 2018). O manejo com a adubação verde gera melhoras significativas na produtividade da cultura em questão (DE OLIVEIRA, 2017). Garantindo a recuperação do solo e de suas funções, além de reduzir o custo com o uso de defensivos agrícolas para o controle de pragas ou então a utilização de adubos (MUSSATO, 2018).

Dentre as principais características desejáveis de uma planta a ser utilizada como adubo verde podem-se destacar: capacidade de se associar às bactérias fixadoras do nitrogênio do ar atmosférico; crescimento rápido para controlar plantas invasoras; possuir mecanismos, ou sintetizar compostos, que auxiliem no controle de pragas como, por exemplo, nematoides e doenças; ausência de sementes dormentes; sistema radicular vigoroso e profundo que auxilie na reciclagem de nutrientes das camadas mais profundas e na descompactação dos solos, pois o uso intensivo do solo com práticas convencionais, como a excessiva mecanização, tem reduzido a matéria orgânica e causado compactação desses solos (MASCARENHAS et al., 1994; WUTKE, ARÉVALO, 2006; OLIVEIRA et al., 2007; OLIVEIRA et al., 2019; OLIVEIRA et al.; 2021a).

### **3.5.1 Influência da adubação verde nas características físicas, químicas e biológicas do solo**

O solo é compreendido como a base de toda a vida no globo terrestre, tendo influência nos rios que secam quando perdem sua porosidade superficial, no ar que recebe do solo gás carbônico produzido pelos microrganismos e nas plantas pela sua nutrição. Assim, a qualidade do solo passou a ter um sentido mais amplo, valorizando os atributos químicos, físicos e biológicos do solo (VIAUD et al., 2018). Parâmetros como textura, estrutura, pH, teor de matéria orgânica, capacidade de troca catiônica e presença de microrganismos são frequentemente utilizados para avaliar a saúde e a fertilidade do solo (PÉREZ RODRIGUES et al., 2020). Para Wiesmeier (2019) a qualidade do solo é definida como a sua capacidade de manter uma produtividade sustentável, melhorando o ambiente para a alimentação da planta, do animal e do homem.

Os processos da ação microbiana no solo são de extrema importância para o funcionamento dos sistemas agroecológicos de produção (ALVES et al., 2019). Dessa forma, a sustentabilidade da comunidade biológica do solo depende da quantidade e da diversidade química dos resíduos (TIEMANN et al., 2015). Todavia, a atividade da fauna edáfica pode ajudar direta e indiretamente no desenvolvimento vegetal, na qualidade do solo e na sustentabilidade ambiental (BACH et al., 2020). No Sistema de Plantio Direto (SPD) a biomassa e a atividade microbiana do solo são indicadores efetivos e consistentes de mudanças induzidas pelo cultivo e, portanto, devem ser consideradas ao avaliar o impacto do cultivo sobre a qualidade do solo (RAIESI & KABIRI, 2016). Essa visão holística dos solos ganhou força de proprietários de terras e de profissionais do ramo e deixa evidente que diversas partes interessadas estão colaborando para proteger esse recurso crítico usando métodos interdisciplinares e focados em sustentabilidade (BACH et al., 2020).

As propriedades físicas e químicas do solo respondem de forma lenta às mudanças no uso e no manejo do solo, ao contrário das propriedades biológicas e bioquímicas que são mais sensíveis às mudanças em curto prazo, sendo dessa forma, importantes indicadores da qualidade do solo, principalmente em avaliações do seu manejo (ROY et al., 2018). As minhocas apresentam características importantes para uso como bioindicadoras, acumulam metais pesados no tecido e são sensíveis a muitos agrotóxicos e por isso são usadas em ensaios ecotoxicológicos padronizados pela ISO e ABNT (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2014). Sua atividade está intimamente ligada a características físicas do solo, e elas também favorecem a estruturação do mesmo, contribuem para a fertilidade do

solo através de sua participação na decomposição e mineralização de nutrientes (BROWN; DOMÍNGUEZ, 2010).

A palhada que é depositada na superfície do solo, desempenha um papel fundamental na sustentação da biodiversidade do solo, servindo como fonte primária de carbono (energia), protegendo o solo da radiação solar direta, regulando a temperatura e a umidade do solo e fornecendo abrigo e habitat para a fauna do solo (MENANDRO et al., 2019).

### **3.5.1.1 Características químicas**

O uso do solo sem planejamento e controle podem provocar a redução da sua fertilidade, tornando necessário adubações cada vez mais altas com a intenção de alcançar a boa produtividade nos cultivos. Por este motivo, os atributos químicos do solo são estudados para que se possa diagnosticar a sua capacidade em promover o desenvolvimento das plantas, mantendo a produtividade das culturas e a qualidade ambiental do sistema utilizado. Esses atributos são sensíveis às variações provocadas pelo uso da terra e se relacionam com as funções desempenhadas pelo solo (DUVAL et al., 2018).

Os principais atributos químicos que podem ser alterados ao longo do tempo são: o potencial hidrogeniônico (pH), nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), alumínio (Al) e carbono orgânico (CO). Sendo que entre os meios de fornecimentos de elementos para as plantas, o solo apresenta menor contribuição, entretanto fornece elementos essenciais ao desenvolvimento e produção vegetal (VILLAR, 2007).

Mudanças nos atributos químicos são destacadas pelas mudanças no uso da terra, juntamente com as condições edafoclimáticas, causando perda da fertilidade do solo, seja pelos nutrientes exportados pelas as culturas, pela lixiviação de nutrientes ou erosão do solo (LOPES E GUILHERME, 2016). As mudanças no uso da terra têm um grande significado sobre as propriedades do solo, e em alguns casos são consideradas uma das principais ameaças a qualidades dos solos (ZAJÍCOVÁ E CHUMAN, 2019). Mesmo sabendo da importância de caracterizar o solo com base em seu uso e cobertura, existe uma pequena quantidade de estudos realizados para examinar a variabilidade espacial das propriedades do solo em diferentes escalas de uso da terra (ABDI et al., 2022). Por esta razão, os atributos químicos do solo são estudados para que se possa diagnosticar a sua capacidade produtiva e a qualidade ambiental do sistema utilizado, sendo essas características sensíveis às mudanças de uso da terra (DUVAL et al., 2018). A avaliação da fertilidade química dos solos é utilizada para a definição das quantidades

e tipos de fertilizantes, corretivos e manejo geral que devem ser aplicados ao solo visando à manutenção ou à recuperação de sua produtividade (ABDI et al., 2022).

A soma de bases apresenta grande amplitude de variação sobre a fertilidade do solo e tem forte relação com o manejo, pois a mesma promove extração desigual das bases do perfil do solo, outros indicadores como: carbono orgânico, pH, fósforo, alumínio trocável e saturação por alumínio e demais têm influência direta dos tipos de manejo adotados e devem ser avaliados (GOMES, 2021).

### **3.5.1.2 Características físicas**

As propriedades físicas do solo podem sofrer alterações temporárias ou permanentes resultantes do sistema de uso. Sendo assim é importante avaliar a qualidade física do solo que está relacionada à sua resistência (RIBEIRO, 2021). As características físicas solos são um parâmetro de avaliação fundamental para a compreensão do seu comportamento, pois permitem demonstrar os efeitos das práticas de manejo utilizadas nos solos (STEFANOSKI et al., 2013).

Resultados obtidos por Matias et al. (2012) demonstram que o tipo de manejo adotado em uma determinada área é capaz de modificar as características físicas do solo, principalmente nas camadas superficiais como as de 0,10 a 0,20 m. Algumas das características do solo que podem servir como parâmetros para sua qualificação física são a densidade, porosidade, resistência do solo a penetração, entre outros, e o conhecimento desses atributos do solo é uma ferramenta importante para seu manejo, por conseguinte, a utilização exacerbada e errônea do solo pode alterar as características que o qualifica, uma vez que, esses parâmetros de qualidade, apesar de ter características particulares do material de origem, também são variáveis, influenciadas principalmente pela ação antrópica (SENA et al, 2021).

Deste modo, uma prática que tende a auxiliar na preservação dos atributos físicos do solo é a utilização de plantas de cobertura, seja ela realizada em cultivo solteiro ou em um mix de espécies, uma vez que possibilita a redução da imobilização de nitrogênio (N), aumento de nutrientes, acúmulo de matéria seca maior eficiência no uso da água e, a exploração do sistema radicular ao longo do perfil do solo contribui para a descompactação do solo, o que por consequência melhora a qualidade física do solo (SILVA et al., 2021). Os benefícios, decorrentes das plantas de cobertura sobre o solo pode ser avaliado conforme os seguintes parâmetros, densidade, resistência a penetração, porosidade do solo e taxa de infiltração, sendo que um fator influencia nos demais, por exemplo, uma maior densidade do solo proporciona maior resistência a penetração e uma menor porosidade do solo, além disso, vai influenciar

diretamente sobre a capacidade de infiltração e no desenvolvimento das raízes devido a compactação (FONSECA, 2017).

Mais uma vez a adubação verde se sobressai como proposta de recuperação desses solos, visto que as plantas usadas para esse fim produzem grande quantidade de biomassa, que ao ser incorporada ao solo passa pelo processo de decomposição que resulta na matéria orgânica, importante agente cimentante das partículas do solo, afetando de forma positiva a estrutura do solo (WENNECK et al., 2017).

### **3.5.1.3 Características biológicas**

Pela razão de o solo passar por diversas mudanças, pode-se reconstruir sua fertilidade com práticas de uso voltadas para os conceitos agroecológicos (RIBEIRO, 2021). Uma vez que para Primavesi (2016, p.254) “o solo não é somente suporte para plantas e adubos, nem rocha moída com alguns elementos em solução, mas é um sistema dinâmico de complexas inter-relações recíprocas entre seus componentes físicos, químicos e biológicos”, com isso, a sua preservação e recuperação são fundamentais.

Segundo Primavesi (2021) o solo só demonstra seu potencial produtivo se todos os fatores estiverem em equilíbrio. Por exemplo, não adianta o solo apresentar uma quantidade significativa de matéria orgânica, NPK, se o pH do mesmo estiver ácido, sendo que as plantas ali inseridas não conseguirão fazer aproveitamento destes nutrientes contidos na matéria orgânica pelo fato da acidez impossibilitar a absorção de nutriente presente neste solo. De certo modo, todo o processo bioquímico advém da constante procura dos organismos por nutrientes, bem como por energia, liberando matéria orgânica através de gás carbônico, de água, de demais nutrientes minerais e da energia solar (TÚLLIO, 2019).

Tal processo constitui uma grande interação entre os seres vivos, o que podemos considerar como sendo uma mini cadeia alimentar, a qual encontra-se fechada em um círculo dinâmico e contínuo e que está em busca de alimento para a geração de energia, ao mesmo tempo em que tal energia produzida pelos restos de matéria orgânica torna-se alimento (RAIJ,2011). Por fim, trata-se de uma sequência de acontecimentos, que se iniciam a partir da fotossíntese e terminam com a liberação final do gás carbônico e dos nutrientes referentes, sendo esse processo entendido como o ciclo do carbono (RIBEIRO,2021).

Conforme reportado por Túllio (2019), é possível realizar uma diagnose visual de uma amostra de planta, que pode ser representada por suas folhas ou seus ramos, de maneira a se comparar o seu aspecto visual, que envolve a sua forma, a sua coloração e o seu tamanho com

um padrão de avaliação. Por isso é importante salientar que o órgão de comparação termina por ser a folha, uma vez que esta parte é a que melhor representa o estado nutricional de uma planta (FARIAS et al, 2013). Assim, entende-se que como é nas folhas onde acontecem os processos metabólicos basilares de um vegetal, essas partes da planta terminam sendo mais sensíveis no que toca às variações nutricionais (PRIMAVESI, 2016).

### 3.5.2 Espécies de adubos verdes

#### 3.5.2.1 Crotalária (*Crotalaria juncea* L.)

As crotalárias desempenham papel crucial na sustentabilidade agrícola, sendo uma leguminosa, é especialmente eficaz na fixação biológica de nitrogênio, melhorando a fertilidade do solo e reduzindo a necessidade de fertilizantes químicos ou minerais. Também conhecida por contribuir para a supressão de nematoides e o aumento da matéria orgânica no solo, ao decompor-se, a crotalária libera nutrientes, como nitrogênio e fósforo, que são prontamente disponíveis para culturas subsequentes, promovendo uma ciclagem excelente de nutrientes e melhorando a qualidade do solo (TEODORO et al., 2018).

As crotalárias pertencem à família Fabaceae, que tem uma morfologia muito diversificada, podendo ser árvores de grande porte, arbustos, trepadeiras e ervas. As espécies de crotalárias conhecidas fazem parte da subfamília Papilionoideae, que têm por característica plantas herbáceas, arbustivas, eretas, pouco ramificadas. As folhas são simples, alternadas, lanceoladas a obovadas, com a superfície ligeiramente pilosa, o caule é glabro, as flores geralmente são amarelas, às vezes estriadas com vermelho. A maioria da espécie está bem adaptada ao clima tropical e a solos com baixos níveis de fertilidade (SILVA-LÓPEZ & PACHECO, 2010).

A *crotalaria juncea* L. (também conhecida como cânhamo sunn ou cânhamo marrom) tem folhas simples, de largura, linear ou oblongo e seu crescimento é arbustivo, ereto, chegando de 2 a 3 m de altura (figura 6). Comparando com as outras espécies de crotalária, possuem um ciclo mais rápido, em torno de 90 à 120 dias até seu florescimento. Apresenta resposta ao fotoperíodo, comportando-se como plantas de dias longos. Produzem fibras e celulose de alta qualidade, próprias para a indústria de papel e outros fins. Com um vigoroso crescimento da raiz, possui uma boa tolerância à seca, alta capacidade de produção de matéria seca e cobertura do solo; também são indicadas para o controle de plantas espontânea e na produção de celulose (CAGNELUTTI FILHO et al., 2017; EMBRAPA, 2016).

Figura 5 - Plantas de *Crotalaria juncea* em crescimento vegetativo.



Fonte: Do autor (2024).

Demonstra bastante eficiência na cobertura de solo, observando que após seu plantio, a disponibilidade de nitrogênio, fósforo e potássio no solo aumentam consideravelmente. Outro benefício é sua ação antioxidante, antibacteriana e antifúngica, em estudos conduzidos com diferentes tratamentos para a redução da população de nematoides fitoparasitos, o que demonstrou maiores e melhores resultados foi o uso de *Crotalaria juncea* L., onde reduziu cerca de 60% da população no solo. Como tratamento antifúngico, obteve-se um resultado satisfatório, diminuindo cerca de 33% de unidades formadoras de colônias de fungos como *Phytophthora* spp. e *Pythium* spp. (PÉREZ et al.; 2021).

### 3.5.2.2 Milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.)

O milheto (figura7) é uma planta de ciclo anual curto, pertence à família Poaceae e tem origem africana (CHISI E PETERSON, 2019). Há cerca de 5000 anos na África, ocorreu sua domesticação, e nisso proporcionou sua evolução genética devido à seleção natural e antrópica,

permitindo mudanças de suas características a ponto de tolerar o estresse hídrico, a baixa fertilidade natural dos solos, os altos teores de alumínio e as altas temperaturas (DANTAS & NEGRÃO, 2010).

Figure 6 - Plantas de *Pennisetum glaucum* (L.) R. em crescimento vegetativo.



Fonte: Do autor (2024).

Apresenta crescimento ereto, podendo chegar a três metros de altura, com colmos robustos. Alta produção de perfilhos e vigorosa rebrota após o corte, além possuir um sistema radicular com capacidade de explorar um grande volume de solo, com crescimento de raízes acima de dois metros de comprimento (AGUIAR et al., 2012). Segundo Chisi e Peterson (2019), a faixa ideal de precipitação para o crescimento do milheto é entre 350 mm e 700 mm, com temperaturas da superfície do solo entre 30 e 40°C. Esta cultura não tolera solos encharcados e baixas temperaturas na superfície do solo (LEE et al., 2012).

É comum que sua fenologia seja dividida em três fases (estádios). A primeira fase caracteriza-se pelo estabelecimento das mudas, perfilhamento e iniciação da panícula. A segunda, inclui o alongamento das folhas, iniciação floral e alongamento do caule. A terceira fase começa com a fertilização das flores, enchimento dos grãos e maturação da planta (ULLAH et al., 2017). Fatores bióticos e abióticos podem interferir nas fases de crescimento do milho, prejudicando sua produtividade. Temperaturas máximas diurnas acima de 42°C na fase de floração diminuem a produção de grãos da planta (VADEZ, 2014).

O milho é uma espécie com sistema fotossintético C4, o que significa que graças à catalisação da enzima fosfoenolpiruvato carboxilase possui reação vantajosa quando comparada com plantas C3 porque o CO<sub>2</sub>, fixado pela via C4, é essencialmente bombeado das células do mesófilo para as células da bainha vascular (WEI et al., 2016a; TAIZ et al., 2017). Assim, mantém uma alta razão CO<sub>2</sub>/O<sub>2</sub> no sítio de ação da Rubisco, favorecendo a carboxilação da ribulose-1,5-bifosfato isomerase (TAIZ et al., 2017), que significa uma maior assimilação de CO<sub>2</sub> e, conseqüentemente, maior eficiência fotossintética comparado ao sistema C3. Estresses abióticos podem causar mudanças na assimilação do CO<sub>2</sub> e reduzir a eficiência fotossintética, acarretando em redução de produtividade. Portanto, medidas de trocas gasosas são importantes indicadores de alterações fisiológicas no milho (SILVA et al., 2010; KALAJI et al., 2014). A assimilação de CO<sub>2</sub> está fortemente ligada à abertura estomática da planta e com isto, mudanças na abertura estomática podem influenciar diretamente a fotossíntese (TAIZ et al., 2017).

### 3.5.3 Uso dos adubos verdes em plantas medicinais

No que diz respeito a adubação em plantas medicinais, recomenda-se a adoção de princípios e técnicas agroecológicas. Uma vez que não há registro de pesticidas e herbicidas químicos, já que podem causar acúmulo de resíduos tóxicos que comprometem a composição e efeito terapêutico, esses não são permitidos (CARVALHO, 2015).

Javanmard et al. (2022) ao investigarem os efeitos da adubação verde sobre o teor de nutrientes, produção de matéria seca, produtividade de óleo essencial e qualidade da hortelã-pimenta (*Mentha piperita* L) observaram que a adubação verde em consórcio de substituição (50% ervilhaca pilosa + 50% cevada) parece ser o tratamento mais eficaz e poderia ser sugerida como uma estratégia ecologicamente correta para melhorar a quantidade e a qualidade do óleo essencial na espécie. Neste estudo, o referido tratamento forneceu a maior quantidade de nutrientes (N e K, 18,8 g/kg e 18,1 g/kg, respectivamente), as plantas mais altas (61,5 cm), o

maior número de nós por planta (17,5), ramos laterais (24,4), o maior índice de esverdeamento foliar (45,5) e rendimento seco (266,7 g/m<sup>2</sup>), além de evidenciar o maior teor (1,8%) e rendimento (4,84 g/m<sup>2</sup>) de óleo essencial. Já utilizando o feijão-mungo (*Vigna radiata*) tanto como incorporação e cobertura na superfície do solo em diferentes densidades, Neves et al. (2019) não observaram diferença na produção de massa verde, teor e produção de óleo de *Mentha piperita* L.

Marques et al. (2018) também encontraram resultados positivos ao avaliar a produção de biomassa, rendimento e composição do óleo essencial de *Lippia alba* (Mill) N.E. Brown, cultivado em sucessão com adubos verdes. A utilização de feijão-de-veludo (*Mucuna aterrima* Holland) aumentou a produção de biomassa e óleo essencial, principalmente na segunda safra, com rendimento total de óleo de 62,43 L/ha. Apesar de não apresentar diferença significativa na composição do óleo essencial entre os tratamentos, em comparação com o tratamento controle,  $\beta$ -mirceno, limoneno e carvona aumentaram 1,3%, 4,2% e 6,6% com *M. aterrima*.

A adubação verde com *Pueraria phaseoloides*, *Stylosanthes macrocephala* e *Calopogonium mucunoides* aumentou a concentrações de nutrientes e a produção de massas fresca e seca no segundo corte de *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg, no estudo realizado por Nascimento et al. (2022). Sendo *C. mucunoides* e *S. macrocephala* os tratamentos que resultaram em plantas mais bem desenvolvidas e com maior teor foliar de nutrientes. A adubação com *C. mucunoides* também apresentou aumento da produção foliar de *Campomanesia adamantium*.

### 3.6 Biofertilizantes

Os biofertilizantes líquidos são produzidos por meio da fermentação de materiais orgânicos em água, com ou sem a presença de ar. Isso resulta em uma composição altamente complexa e variável, dependendo dos materiais utilizados e dos microrganismos presentes (OLIVEIRA, 2020). Devido à sua formulação com matéria orgânica, esses biofertilizantes contêm praticamente todos os macronutrientes e micronutrientes necessários para a nutrição das plantas (SILVA et al., 2007; BORGES, 2022).

De acordo com a normativa de número 61, de 08 de julho de 2020, os biofertilizantes são produtos que contêm princípios ativos ou agentes orgânicos, desprovidos de substâncias tóxicas, e têm a capacidade de agir direta ou indiretamente sobre plantas cultivadas, promovendo o aumento da produtividade, sem considerar seu valor hormonal ou estimulante

(BRASIL, 2020). O termo "biofertilizante" deriva de "fertilizante biológico", ou seja, um fertilizante cuja composição inclui microrganismos vivos, como bactérias e fungos, cujo principal propósito é contribuir para melhora da microflora e da fertilidade do solo, e assim promover a fixação e a solubilização de macro e micronutrientes, propiciando um desenvolvimento e crescimento mais eficazes das plantas tratadas com o composto (BARMAN et al., 2017; BORGES, 2022). Esses produtos são categorizados em diferentes grupos, sendo eles: a) Biofertilizante de aminoácidos; b) Biofertilizante de substâncias húmicas; c) Biofertilizante de extratos de algas ou algas processadas; d) Biofertilizante de extratos vegetais; e) Biofertilizante composto, resultado da combinação de dois ou mais biofertilizantes; f) Outros biofertilizantes que venham a ser aprovados pela pesquisa brasileira oficial ou credenciada (BRASIL, 2020).

A utilização de biofertilizantes possibilita a redução do consumo de fertilizantes tradicionais e defensivos químicos, resultando consequentemente na diminuição do uso de combustíveis fósseis normalmente empregados na produção desses insumos convencionais. Outro ponto crucial é que os produtores podem reutilizar os resíduos provenientes da propriedade como matéria-prima para a formulação do produto. Exemplos de matérias-primas incluem resíduos pós-colheita e excrementos de animais como bovinos, suínos, caprinos, ovinos e aves (GARRIDO et al., 2018; BORGES, 2022). Também deve ser levado em consideração o custo acessível da produção dos biofertilizantes para os agricultores familiares. No entanto, devido à baixa conscientização do uso, o reduzido tempo de validade dos formulados, a pouca pesquisa quanto a forma de aplicação e a especificidade para cada cultura que se deseja utilizar, o seu uso e fabricação no Brasil ainda é pequeno e negligenciado. Ainda assim, o uso de biofertilizantes artesanais é estratégico por proporcionar ao agricultor um mínimo de independência do mercado de insumos (GARRIDO et al., 2018).

### **3.6.1 Biofertilizante Vairo**

O 'Vairo' na década de 80, teve aplicação inicial como teste nas lavouras de café e cana de açúcar. O biofertilizante "Vairo" é produzido a partir da fermentação de esterco bovino fresco. Esse biofertilizante é produzido de forma anaeróbica, ou seja, na ausência de oxigênio. Para o preparo, o esterco fresco, deve ser misturado em volume igual de água não clorada, sendo a mistura colocada em um vasilhame que possua tampa que proporcione uma boa vedação. Podem ser colocadas bombonas plásticas, tomando-se o cuidado de manter o nível da mistura a um mínimo de 10 cm abaixo da tampa, onde se adapta uma mangueira plástica fina, cuja

extremidade é mergulhada em recipiente com água, para permitir a saída do gás metano produzida na fermentação. O final do processo, que dura de 20 a 40 dias, coincide com a cessação do borbulhamento observado no recipiente d'água. Nessa ocasião, a solução deverá ter atingido pH próximo a 7,0. Para separação da parte ainda sólida do produto, utiliza-se uma peneira ou pano de tecido (SILVA, 2007).

## REFERÊNCIAS

ABDI, D.Y.; DEREGE, T. M.; WOLDEGIORGIS, T.S. Variability of Soil Chemical Properties in Lower Wabishebele Sub-Basin in Somali Region Southeastern Ethiopia, as influenced by land use and land cover. **African Journal of Agricultural Research**.v.18, p.153- 161,2022. <https://doi.org/10.5897/AJAR2021.15840>

ABOU BAKER, D. H. AMAROWICZ, R., KANDEIL, A., ALI, M. A., & IBRAHIM, E. A. Antiviral activity of *Lavandula angustifolia* L. and *Salvia officinalis* L. essential oils against avian influenza H5N1 virus. **Journal of Agriculture and Food Research**, v. 4, 2021

ABDELWAHAB, S. I. TAHA, MME, TAHA, SME, & ALSAYEGH, AA. Fifty-year of global research in *Calendula officinalis* L. (1971–2021): A bibliometric study. **Clinical complementary medicine and pharmacology**, v. 2, n. 4, p. 100059, 2022

AGUIAR, A. A. S., MATIAS, S. S. R., SOUZA, R. R., SILVA, R. L. & NOBREGA, J. C. A. Desenvolvimento do milho sob adubação orgânica no município de Corrente – PI. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7 n. 4, p. 90-96, 2012.

ALPINO, T. D. M. A., MAZOTO, M. L., BARROS, D. C. D., & FREITAS, C. M. D. The impacts of climate change on Food and Nutritional Security: a literature review. **Ciência e Saúde Coletiva**, v. 27, n. 1, p. 273–286, 2022.

ALVARENGA, C.; ALEJARULRO, W.; CABEZAS, L.; CRUZ, J. C.; PRUDENTE, D. Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. **Embrapa Milho e Sorgo - Artigo em periódico indexado (ALICE)**, p. 12, 2001.

ALVES, J. J. P.; LIMA, C. C. de.; SANTOS, D. B.; BEZERRA, P. D. F. Conhecimento popular sobre plantas medicinais e o cuidado da saúde primária: um estudo de caso da comunidade rural de mendes, São José de Mipibu/RN. **Carpe Diem: Revista Cultural e Científica do Unifacex**, v. 13 n.1 p. 136-156, 2015.

ALVES, M. A. B., ARAÚJO, F. S., DOS SANTOS SOUZA, W., DA SILVA, P. C., MAIA, E. P. V., & DE ALMEIDA, A. P. S. Espacialização da Respiração Basal de um Plintossolo sob pastagem/Spatialization of basal respiration of a Plintossol under pasture. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**. v. 2, n. 4, p. 1423-1443, 2019.

AMARAL, L. C., POJO TOUTONGE, E. C., & DA COSTA PEREIRA, R. Ecologia de Saberes e de Processos Educativos de Moradores da Comunidade do Rio Pirocaba, Abaetetuba, Pará. **Revista FSA**, Teresina, v. 21, n. 3, março. 2024. DOI:

<http://dx.doi.org/10.12819/2024.21.3.5>. Disponível em:  
<http://www4.unifsa.com.br/revista/index.php/fsa/article/view/2893/491> 494254 Acesso em:  
 17 junho. 2024.

AMABILE, R. F.; FANCELLI, A. L.; CARVALHO, A. M. Comportamento de espécies de adubos verdes em diferentes épocas de semeadura e espaçamentos na região dos cerrados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, p. 47-54, 2000.

AMEEN F, ALYAHYA S, GOVARTHANAN M, ALJAHDALI N, AL-ENAZI N, ALSAMHARY K, ALSHEHRI WA, ALWAKEEL SS, ALHARBI AS. Soil bacteria *Cupriavidus* sp. mediates the extracellular synthesis of antibacterial silver nanoparticles. **Jornal de Estrutura Molecular**. v. 1202 p. 127233, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2019>.

ANDERSEN, F. A. et al. Final report of the Cosmetic Ingredient Review expert panel amended safety assessment of *Calendula officinalis* derived cosmetic ingredients. *International journal of toxicology*, v. 29, n. 6\_suppl, p. 221S-243S, 2010.

ANDERSON, W. BAETHGEN, W., CAPITANIO, F., CIAIS, P., COOK, B. I., DA CUNHA, C. G., YOU, L. Climate variability and simultaneous breadbasket yield shocks as observed in long-term yield records. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 331, p. 109321, mar. 2023.

ARGENTA. S. C., ARGENTA, L. C., GIACOMELLI, S. R., & CEZAROTTO, V. S. Planta medicinal: cultura popular versus ciência. **Vivências**. v. 7, n. 12, p. 51-60, maio 2011.

ARORA, D.; RANI, A.; SHARMA, A. A review on phytochemistry and ethnopharmacological aspects of genus *Calendula*. **Pharmacognosy reviews**, v. 7, n. 14, p. 179, 2013.

ASHWLAYANVD, K.A., VERMA, M. Therapeutic potential of *Calendula officinalis*. **Pharm Pharmacol Int J**, v. 6, n. 2, p. 149-155, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15537: Ecotoxicologia terrestre: ecotoxicidade aguda: método de ensaio com minhocas. Rio de Janeiro, 2014. 13 p.;

AWOTEDU, O. L., OGUNBAMOWO, P. O., CHUKWUDEBE, E. P., & ARIWOOLA, O. S. Medicinal based plants: a call to nature. **World News of Natural Sciences**, v. 31, n. April, p. 92–109, 2020.

BACH, E. M., RAMIREZ, K. S., FRASER, T. D., & WALL, D. H. Soil biodiversity integrates solutions for a sustainable future. **Sustainability**, v 12, n. 7, p. 2662-2684, 2020.

BAENA, R.C. Muito além dos nutrientes: o papel dos fitoquímicos nos alimentos integrais. **Diagn Tratamento**, São Paulo, v. 20, n. 1, p. 17-21, 2015.

BARRERAN, Guerrero L, Debut A, Santa-Cruz P. Printable nanocomposites of polymers and silver nanoparticles for antibacterial devices produced by DoD technology. **PLoS One** v. 13. n.7 p. 0200918., 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone>.

BARATTO, L. C. A Farmacognosia no Brasil: memórias da sociedade brasileira de farmacognosia. 1. ed. **Sociedade Brasileira de Farmacognosia**. Petrópolis: 2021.

BARMAN, M.; PAUL, S.; CHOUDHURY, A. G.; ROY, P.; SEN, J. Biofertilizer as Prospective Input for Sustainable Agriculture in India. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, v. 6, n. 11, p. 1.177-1.186, 2017.

BENVENUTI, S.; BORTOLOTTI, E.; MAGGINI, R. Antioxidant power, anthocyanin content and organoleptic performance of edible flowers. *Scientia Horticulturae*, v.199, p.170-177, 2016. Disponível em <  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304423815303757>>. Acesso em 15 de maio de 2021.

BERLINCK, ROBERTO G. S.; BORGES, WARLEY DE S.; SCOTTI, MARCUS T.; VIEIRA, PAULO C. A. Química de Produtos Naturais do Brasil no Século XXI. *Química nova*, v. 40, n. 6, p. 706-710, 2017.

BERTONI, B.W. **Propagação clonal e gâmica de *Calendula officinalis* L.** Dissertação (Mestrado em Agronomia) -Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 77 f, 1999.

BILIA, A.R.; BERGONZI, M.C.; GALLORI, S.; MAZZI, G.; VINCIERI, F.F. Stability of the constituents of calendula, milk-thistle and passionflower tinctures by LC-DAD and LC-MS. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*. v.30, p. 613-624, 2002.

BORGES, L.C., CAOVILO, E. A. D. S., ARANTES, P. H. V., OLIVEIRA, C. C., & SANTOS, R. R. Adubação Verde Como Alternativa Para Agricultura Sustentável. *Revista de Iniciação Científica da Universidade Vale do Rio Verde*, v. 7, n. 2, 2018.

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

BORGES, T. M. Produção e uso de biofertilizantes em sistemas de produção de bovinos. 2022. Disponível em: <https://repositorio.pucgoias.edu.br/jspui/handle/123456789/4081>. Acesso em 23 dez. 2023.

BORELLA, J. C., RIBEIRO, N. S., TEIXEIRA, J. C. L., & CARVALHO, D. M. A. Avaliação da espalhabilidade e do teor de flavonoides em forma farmacêutica semissólida contendo extratos de *Calendula officinalis* L. (Asteraceae). *Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada*, v. 31, n. 2, p. 193-197, 2010.

BORTOLETI, J.A. B.; GONÇALVES, L. G.; RIBEIRO, M. A. R.; DE OLIVEIRA AFONSO, R.; DOS SANTOS, R. F.; DA SILVA SOUZA, C. S. A importância do plantio direto e do plantio convencional e as suas relações com o manejo e conservação do solo. *Revista Conexão Eletrônica*. Três Lagoas, MS, v. 12, n. 1, 2015.

BRASIL. Lei n. 11.326, de 24 de julho de 2006. Estabelece as diretrizes para a formulação da política nacional da agricultura familiar e empreendimento familiares rurais. Brasília, p. 1. 2006.

BRASIL. Ministério da Saúde. Relação Nacional de Plantas Medicinais de Interesse ao Sistema Único 382 de Saúde (RENISUS). Brasília, DF, 2009.

BRASIL. RENISUS – Relação Nacional de Plantas Medicinais de Interesse ao SUS. Secretaria de Vigilância em Saúde, Ministério da Saúde. 2010.

BRASIL, Ministério da Saúde. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos. Departamento de Assistência Farmacêutica. Política e Programa Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos/Ministério da Saúde, Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos, Departamento de Assistência Farmacêutica - Brasília: Ministério da Saúde, 2016.190 p. Disponível em: . Acessado em 25 out 2019.

BRASIL. Orientações sobre o uso de Fitoterápicos e Plantas Medicinais. Cartilha da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Brasília: Ministério da Saúde, 2022. 29p. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/centraisdeconteudo/publicacoes/medicamentos/publicacoes-sobre-medicamentos/orientacoes-sobre-o-uso-defitoterapicos-e-plantas-medicinais.pdf>

BRASIL. Secretaria da Agricultura e do Abastecimento do Estado do Paraná. Paraná: Secretaria da Agricultura e Abastecimento, 2021. Disponível <<https://www.agricultura.pr.gov.br/Noticia/Estado-e-destaque-no-Pais-na-producao-deplantas-medicinais>>. Acesso em: 29 mar. 2023.

BRASIL, Ministério da Saúde. Secretaria de Ciência, Tecnologia, Inovação e Insumos Estratégicos em Saúde. Departamento de Assistência Farmacêutica e Insumos Estratégicos. Informações Sistematizadas da Relação Nacional de Plantas Medicinais de Interesse ao SUS: *Calendula officinalis* L., Asteraceae (Calêndula). – Brasília: Ministério da Saúde, 2021.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 8, de 7 de julho de 2020. Estabelece as regras sobre definições, exigências, especificações, garantias, tolerâncias, registro, embalagem e rotulagem dos fertilizantes orgânicos e dos biofertilizantes destinados à agricultura. Disponível em: <http://www.in.gov.br/en/web/dou/instrucaonormativa-n-8-de-7-de-julho-de-2020-265682682>. Acesso em: 15 de outubro de 2023.

BROWN, G. G.; DOMÍNGUEZ, J. Uso das minhocas como bioindicadoras ambientais: princípios e práticas. Anais do 3º Encontro Latino-Americano de Ecologia e Taxonomia de Oligoquetas. **Acta Zoológica Mexicana: Nueva Série, Xalapa**, v. 26, p. 1-18, 2010.

BULEGON, L. G. Alelopatia de espécies forrageiras sobre a germinação e atividade de peroxidase em alfaca. **Revista Scientia Agraria Paranaensis**. Unioeste - Universidade Estadual do Oeste do Paraná Campus de Marechal Cândido Rondon. 2015.

BUNEMANN, E. K.; BONGIORNO, G.; BAI, Z.; CREAMER, R. E.; DE DEYN, G.; DE GOEDE, R.; BRUSSAARD, L.; FLESKENS, L.; GEISSEND, V.; KUYPERB, T.W.; MÄDERA, P.; PULLEMANB, M.; WIJNAND, S.; GROENIGEN, J.W.V.; BRUSSAARD, L. SOIL QUALITY – A critical review. **Soil Biology and Biochemistry**, v.120, n.47, p. 105 – 125. 2018. <https://doi:10.1016/j.soilbio.2018.01.030>

- BUSSI, C.M.C. Uma revisão sobre os efeitos benéficos de fitoquímicos presentes em flores comestíveis. **Revista Brasileira de Nutrição Funcional**, v.74, p.7-17, 2018. Disponível em < [https://www.ibnfuncional.com.br/\\_site/2018/07/09/revistabrasileira-de-nutricao-funcional-2018-edicao-74/](https://www.ibnfuncional.com.br/_site/2018/07/09/revistabrasileira-de-nutricao-funcional-2018-edicao-74/)>. Acesso em 12 de maio de 2021.
- CARGNELUTTI F.A.; FOLLMANN, D. N.; BEM, C. M. de; PEZZINI, R. V.; SCHABARUM, D. E.; SILVEIRA, D. L.; ULIANA, D. B.; CHAVES, G. G. Épocas de semeadura e temperatura base em *crotalaria juncea*. **Agrarian**, [S. l.], v. 9, n. 34, p. 312–318, 2017. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/agrarian/article/view/4574>. Acesso em: 05 nov. 2022.
- CAPORAL, F. R. Poderá a Agroecologia responder aos cinco axiomas da sustentabilidade? **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 11 n.4: p. 390-402, 2016.
- CARVALHO, L. M. de. Orientações Técnicas para o Cultivo de Plantas Medicinais, Aromáticas e Condimentares. **Circular Técnica**. Embrapa Tabuleiros Costeiros, n. 70, ed. 1, ISSN 1678-1945, 2015.
- CARVALHO, F. L. D. C., BARBOSA JÚNIOR, L. B., ARAÚJO, N. B. P., VERAS, F. H. C., ARAÚJO, R. L. D., SILVA, R. B. D. Uso da adubação verde como técnica de manejo sustentável do solo. *In: 8ª Jice-Jornada De Iniciação Científica e Extensão*. 2017.
- CARVALHO, A. C., B., LANA, T. N., PERFEITO, J. P. S., SILVEIRA, D. The Brazilian market of herbal medicinal products and the impacts of the new legislation on traditional medicines. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 212, p. 29–35, 15 fev. 2018.
- CARVALHO M, SOUZA, T., & FREITAS, S. Efeito de compostos endógenos de *Calendula officinalis* na Capacidade Antioxidante e Estabilidade Oxidativa do Óleo de Soja (*Glycine max*).
- CASTELLANO-HINOJOSA, A.; STRAUSS, SARAH L. Impact of Cover Crops on the Soil Microbiome of Tree Crops. **Microorganisms**, v. 8., n. 328 p.1-17, 2020.
- CENTENO, L. M. M. Plantas medicinales españolas *Calendula officinalis* L. (Asteraceae). **Medicina Naturista**, n. 5, p. 257-261, 2004.
- CHAVES, S.O.G.; TAVARES, J.F. A estratégia da gastronomia funcional no enfrentamento das alergias alimentares: uma revisão de literatura. **Revista Diálogos em Saúde**, v. 2, n. 2, p. 1-13, 2019.
- CHAPAGAIN, T., Lee, E. A., Raizada, M. N. The potential of multi-species mixtures to diversify cover crop benefits. **Sustainability**, v. 12 n.5, p. 2058, 2020. <https://doi.org/10.3390/su12052058>
- CHISI, M., PETERSON, G., TAYLOR, J. R. N. DUODU, K. G. Breeding and Agronomy, **in: Sorghum and Millets (Second Edition)**, AACCC International Press, v. 23 n.50, 2019. DOI: [doi.org/10.1016/B978-0-12-811527-5.00002-2](https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811527-5.00002-2).
- CITADINI-ZANETTE, V.; NEGRELLE, R.R.B.; BORBA, E. Tschoseck. *Calendula officinalis* L. (ASTERACEAE): aspectos botânicos, ecológicos e usos. **Visão Acadêmica**, Curitiba, v.13, n.1, p.6-23, 2012.

- CROMACK, H.T.H.; SMITH, J.M. *Calendula officinalis*: production potential and crop agronomy in southern England. *Industrial Crops and Products*, v.7, n.2/3, p.223-229, 1998.
- CUNHA, D.C.; TESCAROLLO, I. L. Fitocosméticos: desenvolvimento de hidrogéis pós-sol com de extratos de calêndula e aveia. *Ensaio USF*, [S. l.], v. 7, n. 2, 2023. DOI: 10.24933/e-usf.v7i2.342. Disponível em: <https://ensaios.usf.emnuvens.com.br/ensaios/article/view/342>. Acesso em: 18 ago. 2024.
- DACHLER, M.; PELZMANN, H. Heil - und Gewürzpflanzen. Anbau - Ernte - Aufbereitung. Viena: **Österreichischer Agrarverlag**, 244p, 1989.
- DANTAS, C. C. O. & Negrão, F. M. Características agronômicas do Milheto (*Pennisetum glaucum*). *PUBVET*, v. 4 n.37, ed. 142, Art. 958, 2010.
- DA SILVA, N. F., HANAZAKI, N., ALBUQUERQUE, U. P., ALMEIDA CAMPOS, J. L., FEITOSA, I. S., ARAUJO, E. D. L. Local Knowledge and Conservation Priorities of Medicinal Plants near a Protected Area in Brazil. **Evidence-based Complementary and Alternative Medicine**, v. 2019, 2019.
- DE OLIVEIRA, K. J., DE LIMA, J. S., AMBRÓSIO, M. M. D. Q., NETO, F. B., & CHAVES, A. P. Propriedades nutricionais e microbiológicas do solo influenciadas pela adubação verde. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 40, n. 1, p. 23-33, 2017.
- DENARDIN, J. E.; FAGANELLO, A.; LEMAINSKI, J. Converter plantio direto em sistema plantio direto – um modelo à sustentabilidade agrícola. In: REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE, 12, 2018. Anais... Passo Fundo: **Projeto Passo Fundo. Solos e Nutrição Vegetal**, p. 568-572. 2019.
- DIAS, M. C., PINTO, D. C., & SILVA, A. M. Plant Flavonoids: Chemical Characteristics and Biological Activity. **Molecules**, v. 26, n. 5377, 2021.
- DIEDRICH, G. E.; BIONDO, E.; MURADAS BULHÕES, F. Agroecologia e Bem Viver como modo de vida e como modelo sustentável de produção agrícola e de consumo de alimentos. **COLÓQUIO - REVISTA DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL**, 2021.
- DOS SANTOS, M. C. T., GAMA, E. V. S., DA SILVA, F., TELES, S., CAIAFA, A. N., & LUCCHESI, A. M. Improvement of biomass and essential oil production of *Lippia alba* (Mill) N.E. Brown with green manures in succession. **Industrial Crops and Products**, v. 112, p. 113-118, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.10.065>
- DUVAL, M.E., GALANTINI, J. A., MARTÍNEZ, J. M., & LIMBOZZI, F. Labile soil organic carbon for assessing soil quality: Influence of management practices and edaphic conditions, **Catena**, v. p. 171:316-326,2018.
- EMBRAPA. Sistemas de cultivo de plantas de cobertura para a semeadura direta do algodoeiro. Campina Grande, (Embrapa Algodão. Comunicado técnico, 377). 15 p. 2016.
- FARIAS, L. D. N., BONFIM-SILVA, E. M., PIETRO-SOUZA, W., VILARINHO, M. K., DA SILVA, T. J., & GUIMARÃES, S. L. Características morfológicas e produtivas de feijão

guandu anão cultivado em solo compactado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, v.17, n.5, p.497–503, 2013.

FARMACOPÉIA BRASILEIRA. *Calendula officinalis* L. 5ªed. Volume 2. Brasília: Agência Nacional de Vigilância Sanitária e Fundação Oswaldo Cruz/Editora, 2010.

FAO, I. U. W. AND W. The State of Food Security and Nutrition in the World 2022. [s.l.] FAO, 2022.

FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE PLANTIO DIRETO NA PALHA (FEBRAPDP). Evolução da área cultivada no sistema de plantio direto na palha - Brasil, 2012. Disponível em: <<https://febrapdp.org.br/download/34024evolucao-do-sistema-plantiodibeto>>. Acesso em: 21 jul. 2020.

FEIJÓ, A. J. L.; LOPES, M. A. L.; SIMIONATO, C. P. Produção do guia de plantas medicinais de Florianópolis, Brasil SC: **Interface** (Botucatu), 2021.

FERREIRA, J., STRECHT, A., SERRADOR, F., TORRES, L., MARQUES, J. C., SILVA, M., CUNHA-QUEDA, A. C., RODRIGUES, J. R., FRANCO, J. C., MOURÃO, I., BRITO, M., MARREIROS, A., MENDES FERNANDES, M., VALENTE, F., VASCONCELOS, E., CABRAL, F., & MARQUES, G. As bases da agricultura biológica - **Tomo I - Produção vegetal** (2a Edição). Lisboa, Portugal. Edibio, Lda, 2012.

FERREIRA, T. S.; MOREIRA, C. Z.; CÁRIA, N. Z.; VICTORIANO, G.; SILVA JUNIOR, W. F.; MAGALHÃES, J. C. Phytotherapy: an introduction to its history, use and application. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, [S.L.], v. 16, n. 2, p. 290-298, FapUNIFESP (SciELO), 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/s1516-05722014000200019>.

FERREIRA, A. S. MACEDO, C., SILVA, A. M., DELERUE-MATOS, C., COSTA, P., & RODRIGUES, F. Natural Products for the Prevention and Treatment of Oral Mucositis A Review. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 23, n. 8, p. 4385, jan. 2022.

FERNANDES, L.; CASAL, S.; PEREIRA, J.A.; SARAIVA, J.A.; RAMALHOSA, E. Uma perspectiva nutricional sobre flores comestíveis. **ACTA Portuguesa de Nutrição**, v.6, p.32-37, 2016. Disponível em <<https://bibliotecadigital.ipb.pt/handle/10198/14274>>. Acesso em 23 de maio de 2021.

FERNANDES, L.; CASAL, S.; PEREIRA, J.A.; SARAIVA, J.A.; RAMALHOSA, E. Edible Flowers: a review of the nutritional, antioxidant, antimicrobial properties and effects on human health. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.60, p.38- 50, 2017.

FILGUEIRA, D.M.; NASCIMENTO, R. P.; NASCIMENTO JÚNIOR, B. J. Conhecimento Popular e tradição: uso de plantas medicinais em um quilombo no nordeste do Brasil. **Revista Contexto e Saúde**, v.24 n.48., 2024. Disponível em: <https://www.revistas.unijui.edu.br/index.php/contextoesaude/article/view/14319/7903>

FONSECA, J.S. Plantas de cobertura e sua influência nas propriedades físicas do solo e no rendimento de culturas estivais. **Alegrete- RS**, 2017.

- FONSECA-LÓPEZ, D.; QUILA, N. J. V.; BALAGUERA-LÓPEZ, H. E. Techniques applied in agricultural research to quantify nitrogen fixation: a systematic review. **Ciencia y Tecnología Agropecuaria**, v. 21, n. 1, p. 32-50, 2020.
- FRANZEN, F.L.; RICHARDS, N.S.P.S.; OLIVEIRA, M.R.S.; BACKES, F.A.A.L.; MENEGAES, J.F.; ZAGO, A.P. Caracterização e qualidade nutricional de pétalas de flores ornamentais. **Acta Iguazu**, v.5, n.3, p.58-70, 2016.
- FREITAS, A.C. O uso de plantas para fins medicinais: uma perspectiva etnobotânica em Tamatateua - Resex Marinha Caeté - Taperaçu, Bragança Pará. 2015. **Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia em Agroecologia)** - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Bragança, 2015.
- FROMENT, M., MASTEBROEK, D., VAN GORP, K. A grower's manual for *Calendula officinalis* L. **DEFRA report Blog Yumpu. Diepoldsau**, Suíça, 2006. Disponível em: . Acesso em: 5 nov. 2014.
- GARRIDO, E. C.; ROCHA, Â. M.; SANTOS, D. A.; VICENTE-GOMILA, J. M.; SILVA, M. S. Tecnologias para a produção de biofertilizantes: tendências e oportunidades para o planejamento energético diante das mudanças nos cenários nacional e internacional. 2018.
- GASPAR-PINTILIESCUA, A.; GATEA, F.; CIMPEAN, A.; CRACIUNESCU, O. In Vitro Wound-Healing Potential of Phenolic and Polysaccharide Extracts of Aloe vera Gel. **Journal of Functional Biomaterials**, v. 15, n. 9, P. 2-266, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3390/jfb15090266>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/26738692/15/9/266>. Acesso em: 18 out. 2024.
- GAZIM, Z. C; FERREIRA, G. A.; REZENDE, C. M.; NAKAMURA, C. V.; DIAS FILHO, B. P.; CORTEZ, D. A. G. Identificação dos constituintes químicos da fração volátil da *Calendula officinalis* produzida no Paraná. **Horticultura Brasileira**, v. 25, p. 118-121, 2007.
- GAZIM Z. C, REZENDE, C. M., FRAGA, S. R., SVIDZINSKI, T. I. E., & CORTEZ, D. A. G. Antifungal activity of the essential oil from *Calendula officinalis* L. (Asteraceae) growing in Brazil. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 39, p. 61-63, 2008.
- GIOSTRI, G. S., NOVAK, E. M., BUZZI, M., & GUARITA-SOUZA, L. C. Treatment of acute wounds in hand with *Calendula officinalis* L.: A randomized trial. **Tissue barriers**, v. 10, n. 3, 2022.
- GIVOL, O., KORNHABER, R., VISENTIN, D., CLEARY, M., HAIK, J., & HARATS, M. A systematic review of *Calendula officinalis* extract for wound healing. **Wound repair and regeneration**, v. 27, n. 5, p. 548–561, 2019.
- GOMES, A. L. Atributos do solo sob manejos agrícolas camponeses. **Dissertação (Mestrado em Agronomia - Área de Concentração: Ciência do Solo e Recursos Ambientais)**, Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ponta Grossa-PR, p. 65, 2021.
- GUAN-LIN, C.; SONG-GEN, C.; YINGQING, X.; FU, C.; YINGYING, Z.; CHUXIA, L.; YONHQING, G. Total phenolic, flavonoid and antioxidant activity of 23 edible flowers subjected to in vitro digestion. **Journal of Functional Foods**, v.17, p.243- 259, 2015.

Disponível em < <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20153293680>>. Acesso em 12 de maio de 2021.

HASSAN, S. W. M., ABD EL-LATIF, H. H. Characterization and applications of the biosynthesized silver nanoparticles by marine *Pseudomonas* sp. H64. **J Pure Appl Microbiol**, v. 12, n. 3, p. 1289-1299, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.22207/JPAM.12.3.31>.  
 HASENCLEVER, L., PARANHOS, J., COSTA, C. R., CUNHA, G., & VIEIRA, D. A indústria de fitoterápicos brasileira: desafios e oportunidades. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 22, n. 8, p. 2559-2569, 2017.

HARAGUCHI, L.M.M.; CARVALHO, O.B. de. (Coord.). Plantas medicinais: do curso de plantas medicinais. São Paulo: **Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente, Divisão Técnica Escola Municipal de Jardinagem**, 2010.

HEITOR, L. C. Crescimento, nutrição e flavonoides totais em *Calendula officinalis* L. em resposta a inoculação com micorrizas arbusculares e doses de fósforo. **Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal)** - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacases, RJ, 2013.

HUSSAIN, M., KHALID, F., NOREEN, U., BANO, A., HUSSAIN, A., ALAM, S., HABIBA, U. Um estudo etnobotânico de plantas medicinais indígenas e seu uso em vales rurais da região de Swabie Hazara do Paquistão. **Revista Brasileira de Biologia [online]**, v. 82, e. 243811, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/15196984.243811>. Epub 28 de maio de 2021. ISSN 167-4375. <https://doi.org/10.1590/15196984.243811>.

ITELIMA, J. U.; BANG, W. J.; SILA, M. D.; ONYIMBA, I. A.; EGBERE, O. J. A review: Biofertilizer - A key player in enhancing soil fertility and crop productivity. **Microbiol Biotechnol Rep**, v.2, p.22-28, 2018.

JAN, N., ANDRABI, K.I., JHON, R. *Calendula officinalis* – An important plant with potential biological properties. **Proceedings of the Indian National Science Academy**, v. 83, n.4: p. 769-787, 2017.

JARIĆ, S. KOSTIĆ, O., MATARUGA, Z., PAVLOVIĆ, D., PAVLOVIĆ, M., MITROVIĆ, M., & PAVLOVIĆ, P. Traditional wound-healing plants used in the Balkan region (Southeast Europe). **Journal Of Ethnopharmacology**. Belgrade, v. 211, p. 311-328, 2018.

JAVANMARD, A., AMANI MACHIANI, M., HAGHANINIA, M., PISTELLI, L., NAJAR, B. Effects of Green Manures (in the Form of Monoculture and Intercropping), Biofertilizer and Organic Manure on the Productivity and Phytochemical Properties of Peppermint (*Mentha piperita* L.). **Plants**, v. 11, n. 21, p. 2941, 2022. <https://doi.org/10.3390/plants11212941>

KAFEEL, U.; JAHAN, U.; KHAN, F. A. Role of mineral nutrients in biological nitrogen fixation. In: **Sustainable Plant Nutrition**. Cambridge: **Academic Press**, p. 87-106, 2023.

KALAJI, H.M., SCHANSKER, G., LADLE, R.J., GOLTSEV, V., BOSA, K., ALLAKHVERDIEV, S.I., ELSHEERY, N.I. Frequently asked questions about in vivo chlorophyll fluorescence: practical issues. **Photosynthesis research**, v. 122, n.2, p. 121-158, 2014. Disponível em: DOI: 10.1007/s11120-014-0024-6.

- KHALID, A.K, da Silva J.T. Biology of *Calendula officinalis* Linn. Focus on Pharmacology, Biological Activities and Agronomic Pratics. **Global Scientia Books**, 2012.
- KAUR, J., SIDHU, S., CHOPRA, K., KHAN, M.U. *Calendula officinalis* ameliorates l-arginine-induced acute necrotizing pancreatitis in rats. **Pharmaceutical Biology**, v. 54, n. 12, p. 2951–2959, 1 dez. 2016.
- KOCHHAN, F. L., GONÇALVES, L. M., GODOY, W. I., & OUTEIRO, M. T. Sistemas agroalimentares sustentáveis e saudáveis: reflexões a perspectiva agroecológica. **Colóquio - Revista Do Desenvolvimento Regional**, 2022.
- KUMAR, S., PANDEY, A. K. Chemistry and Biological Activities of Flavonoids: An Overview. **The Scientific World Journal**, v. 2013, n. 1, p. 162750, 2013.
- LEACH, M. J. *Calendula officinalis* and Wound Healing: A Systematic Review. **Feridas: um compêndio de pesquisa e prática clínica**, v. 20, n. 8, p. 236-243, 2008.
- LEAL, M. A. A. **Produção eficiência agrônômica de compostos obtidos com a palhada de gramíneas e leguminosas para o cultivo de hortaliças orgânicas**. Tese – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 113 p., 2006.
- LEE, D., HANNA, W., BUNTIN, G. D., DOZIER, W., TIMPER, P. & WILSON, J. P. Pearl millet for grain. College of Agricultural and Environmental Sciences College of Family and Consumer Sciences. Georgia Cooperative Extension. **Bulletin# B**, v. 1216, 2012. Disponível em:< [https://secure.caes.uga.edu/extension/publications/files/pdf/B%201216\\_3.PDF](https://secure.caes.uga.edu/extension/publications/files/pdf/B%201216_3.PDF)>. Acesso em 19 de junho de 2020.
- LIMA, G. P.P.; VIANELLO, F. Review on the main differences between organic and conventional plant-based foods. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 46, n.1, p. 1-13, 2011.
- LIMA, J. D., SAKAI, R. K., ALDRIGHI, M., & SAKAI, M. Arranjo espacial, densidade e época de semeadura no acúmulo de matéria seca e nutrientes de três adubos verdes. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 40, n. 4, p. 531-540. 2010.
- LIU, Y., WU, L., BADDELEY, J. A., WATSON, C. A. Models of biological nitrogen fixation of legumes. **Sustainable Agriculture**, v. 2, p. 883-905, 2011.
- LOPES, A. S.; GUILHERME, L. R. G. Chapter One - A Career Perspective on Soil Management in the Cerrado Region of Brazil. **Advances in Agronomy**, v.137, n.45, p.1-72, 2016.<https://doi.org/10.1016/bs.agron.2015.12.004>
- LORENZI, H.; MATOS, F.J.A. Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas cultivadas. 2a ed. São Paulo: **Instituto Plantarum**, 544p. 2008.
- MADEIRA, M. A. V., & Ricardo, R. P. Apontamentos sobre a constituição e propriedades do solo. **Matéria orgânica**. Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa, 2013.

MAHANTY, T.; BHATTACHARJEE, S.; GOSWAMI, M.; BHATTACHARYYA, P.; DAS, B.; GHOSH, A.; TRIBEDI, P. Biofertilizers: A potential approach for sustainable agriculture development. **Environmental science and pollution research**, v.24, p.3315-3335, 2016.

MARTINS, J.; BRIJESH, S. Phytochemistry and pharmacology of anti-depressant medicinal plants: A review. **Biomedicine and Pharmacotherapy**, 2018.

MASCARENHAS, H. A. A. Efeito residual de leguminosa sobre rendimento físico e econômico da cana-planta, Instituto Agronômico de Campinas. **Boletim Técnico** n.32. 15 p. Campinas, 1994.

MASSON-BOIVIN, C.; SACHS, J. L. Symbiotic nitrogen fixation by rhizobia — the roots of a success story. **Current Opinion in Plant Biology**, v. 44, p. 7-15, 2018.

MATHEIS, H. A. S. M.; DE AZEVEDO, F. A.; VICTÓRIA FILHO, R. Adubação verde no manejo de plantas daninhas na cultura de citros. **Citrus Research & Technology**, v. 27, n. 1, p. 0-0, 2020. Disponível em <https://app.periodikos.com.br/journal/citrusrt/article/5e57c9a60e88251f545d5a13>. Acesso em 22 nov. 2021.

MATIAS, S. S., CORREIA, M. A., CAMARGO, L. A., DE FARIAS, M. T., CENTURION, J. F., NÓBREGA, J. C. Influência de diferentes sistemas de cultivo nos atributos físicos e no carbono orgânico do solo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. 2012.

MATTOS, G.; CAMARGO, A.; DE SOUSA, C. A.; ZENI, A. C. L. B. Medicinal plants and herbal medicines in primar y health care: The perception of the professionals. **Ciência e Saúde Coletiva**, v. 23 n. 11: p. 3735-3744, 2018. 10.1590/1413- 812320182311.23572016.

MENANDRO, L. M. S., DE MORAES, L. O., BORGES, C. D., CHERUBIN, M. R., CASTIONI, G. A., & CARVALHO, J. L. N. Soil Macrofauna Responses to Sugarcane Straw Removal for Bioenergy Production. **Bioenergy Research**, v. 12, n. 4, p. 944–957, 2016.

MENNAN, H., Jabran, K., Zandstra, B. H., & Pala, F. Non-chemical weed management in vegetables by using cover crops: A review. **Agronomy**, v. 10 n.2, p.257, 2020. <https://doi.org/10.3390/agronomy10020257>

MERCÊS. Z. C.; SANTOS. J. C. M. Compostos bioativos – flavonóides: efeitos metabólicos da dietoterapia no estresse oxidativo de pessoas acometidas com doenças de Huntington. Macapá, AP: **Revista Arquivos Científicos**, v. 5, n.2 p. 1-12, 2022.

MIKOTAJCZAK, N.; SOBIECHOWSKA, D.A.; TANSKA, M. Edible flowers as a new source of natural antioxidants for oxidative protection of cold-pressed oils rich in omega-3 fatty acids. **Food Research International**, v.134, 2020. Disponível em . Acesso 7 de abril de 2021.

MISHRA, A.K, MISHRA A, PRAGYA, CHATTOPADHYAY P. SCREENING of acute and sub-chronic dermal toxicity of *Calendula officinalis* L essential oil. **Regul Toxicol Pharmacol**. v. 98: p. 184–189, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.yrtph.2018.07.027>.

MONTANARI, J. I. Aspectos do cultivo comercial de calêndula. **Agroecologia Hoje**, São Paulo, v.1, n.2, p.24-25, abr./maio 2000.

MONTANARI, J. I. Cultivo de *Calendula officinalis* (Cultivation of *Calendula officinalis*). **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.35, n.283, p.00-00, 2014. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/299560032\\_Cultivo\\_de\\_Calendula\\_officinalis\\_Cultivation\\_of\\_Calendula\\_officinalis](https://www.researchgate.net/publication/299560032_Cultivo_de_Calendula_officinalis_Cultivation_of_Calendula_officinalis)

MONTEIRO, M. J. S., BARBOSA, W. L. R. Plantas medicinais e sustentabilidade:(re) conhecimento da sociobiodiversidade em comunidades da Amazônia, na gestão da Apa algodoad-Maiandeuá. **Brazilian Journal of Development**, São José dos Pinhais, v. 7, n. 12, p. 119619-119625, 2021. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv7n12-631>. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/41786/pdf>. Acesso em: 8 agosto. 2023.

MORAES, L. L. A. **Desenvolvimento de formulação hidratante vegana contendo extratos de *Calendula officinalis* e *Matricaria chamomilla***. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2019.

MORAIS, E. C., LIMA, J. S. S., NETO, F. B., SILVA, J. N., NUNES, R. L. C., LINHARES, P. C. A. Habilidade competitiva e biológica do consórcio beterraba com caupi-hortaliça proveniente de adubação verde e de arranjos espaciais. **Revista Ceres**. v. 65 n.5 p. 433-442, 2018.

MORESKI, D. A. B.; LEITE-MELLO, E. V. DE S.; BUENO, F. G. Ação cicatrizante de plantas medicinais: um estudo de revisão. **Arq. ciências saúde UNIPAR**, p. 63–69, 2018.

MOTTER, P., ALMEIDA, H. D., VALLE, D., & MELLO, I. **Plantio direto**: A tecnologia que revolucionou a agricultura brasileira. Foz do Iguaçu: Parque Itaipu, p. 144, 2015.

MOURA, E. P. Estudo in silico de flavonoides e compostos análogos pertencentes à família asteraceae contra a doença de alzheimer. João Pessoa/PB, 2021.

MUSSATO, M. L. Eficiência Da Inoculação De Bactérias Diazotróficas Em Dolichos Lablab Submetido À Disponibilidade Hídrica. In: **X Mostra da Pós-Graduação: Direitos Humanos, trabalho coletivo e redes de pesquisa na Pós Graduação**. 2018.

NADAF M, AMIRI MS, JOHARCHI MR, OMIDIPOUR R, MOAZEZI M, MOHADDESI B, TAGHAVIZADEH YAZDI ME, MOTTAGHIPISHEH J. Ethnobotanical Diversity of Trees and Shrubs of Iran: A Comprehensive Review. **Int. J. Plant Biol**. 14, 2023.

NASCIMENTO, J. S., VIEIRA, M. D. C., ZÁRATE, N. A. H., GOELZER, A., SILVA, O. B. D., & SANTOS, C. Crescimento de *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg. nativa do Cerrado brasileiro, com adubação verde em sistema agroecológico, contribui para a preservação da espécie. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 44, p. e-084, 2022. <https://doi.org/10.1590/0100-29452022084>

NEGRELLE, R.R.B.; TOMAZZONI, M.I.; CECCON, M.F.; VALENTE, T.P. Estudo Etnobotânico junto à Unidade Saúde da Família Nossa Senhora dos Navegantes: subsídios

para o estabelecimento de programa de fitoterápicos na Rede Básica de Saúde do Município de Cascavel (Paraná). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 9 n.3, p. 6-22, 2007.

NEVES, A. M., LINHARES, P. C. F., DE SOUSA ALVES, L., DE SOUSA, R. P., DE ASSIS, J. P., PEREIRA, M. F. S., DE ALMEIDA CARDOSO, E. Production of mint under planting densities of mung bean (*Vigna radiata*) in loam argisol yellow, red latosol. **Australian Journal of Crop Science**, n. 13(7), p. 1197-1202, 2019.

<https://doi.org/10.21475/ajcs.19.13.07.p1806>

OMS, ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD. Estrategia de la sobre medicina tradicional 2014-2023. Ginebra, **Editora Organización Mundial de la Salud**, p.75, 2013.

OLIVEIRA, M.W., FREIRE, F. M., MACÊDO, G. A., FERREIRA, J. J. Nutrição mineral e adubação da cana-de-açúcar. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 28, n. 239, p. 30- 43, 2007.

OLIVEIRA, M. W., OLIVEIRA, T. B. A., CORDEIRO, J. D. Época de semeadura altera o crescimento e a produção de biomassa da *crotalaria juncea*. **I Congresso Internacional das Ciências Agrárias – COINTER**. Recife – PE. *Anais do I Congresso*. 2016.

OLIVEIRA, I. Morfometria e quimiometria como ferramentas para caracterização de plantas medicinais e aromáticas. **Journal of Applied Botany and Food Quality**, v. 90, 2017.

OLIVEIRA M.W., MACÊDO, G.A.R, MARTINS, J.A, DA SILVA, V.S.G, DE OLIVEIRA, A.B. Mineral nutrition and fertilization of sugarcane. In: Sugarcane – Technology and Research. 1ed. Londres: INTECH - **Open Science**, 2018. Disponível em: <https://www.intechopen.com/books/sugarcane-technology-and-research/mineral-nutritionand-fertilization-of-sugarcane>.

OLIVEIRA, M. W., DA SILVEIRA, L.C.I, DE OLIVEIRA, A.B, BARBOSA, M.H.P, PEREIRA, M.G, OLIVEIRA, T.B.A Sugarcane Production Systems in Small Rural Properties. In: **Multifunctionality and Impacts of Organic and Conventional Agriculture 1ed. Londres: INTECH - Open Science**, 2019. Disponível

<https://www.intechopen.com/books/multifunctionality-and-impacts-of-organic-and-conventional-agriculture/sugarcane-production-systems-in-small-rural-properties>

OLIVEIRA, A.G.D. Tempo de fermentação e concentração de biofertilizante para adubação de batata-doce. 2020.

OLIVEIRA, M.W., NASCIF, C., OLIVEIRA, T. B. A., RODRIGUES, T. C., ASSIS, W. O., SANTOS, D. F., MOURA, S. C. S. Adubação verde com *crotalaria juncea* em áreas de implantação ou reforma de canaviais, em pequenas propriedades rurais. 2021. In: Oliveira, R. J. (Eds.). **Extensão Rural: práticas e pesquisas para o fortalecimento da agricultura familiar**. Guarujá: Editora Científica, v. 2, cap. 3, p. 45-66, 2021 a.

PÉREZ, L. A. A.; ÁNGEL, D. N.; PÉREZ, M. R. V.; MARTÍNEZ, D. L. O.; VICTORIA, D. E.; MARTINEZ, A. R.; SÃO JOSÉ, A. R. Suppression Effects on Pineapple Soil-Borne Pathogens by *Crotalaria juncea*, Dolomitic Lime and Plastic Mulch Cover on MD-2 **Hybrid Cultivar**. Vol. 90, Ediç. 4, p. 1205-1216, 2021. DOI:10.32604/phyton.2021.015109.

PÉREZ-RODRÍGUEZ, P.; GÓMEZ-BRANDÓN, M.; FERNÁNDEZ-CALVIÑO, D.; INSAM, H.; DOMÍNGUEZ, J. Assessment of Soil Quality under Organic and Conventional

Olive Orchards in Mediterranean Areas. **Sustainability**, v. 12, n. 1, p. 248, 2020.  
<https://doi.org/10.3390/su12010248>

PETROVSKA, B.B. Historical review of medicinal plants' usage. **Pharmacognosy reviews**, v. 6, n. 11, p. 1, 2012.

PITUMPE, A.P. S. ROSSO, L. H. M., HANSEL, F. D., RAMUNDO, B., TORRES, A. R., ASEBEDO, R., JAGADISH, S. K. Temporal biological nitrogen fixation pattern in soybean inoculated with Bradyrhizobium. **Agrosystems, Geosciences & Environment**, v. 3, n. 1, art. e20079, 2020.

PINTO, S.V.; OLIVEIRA, A.; SILVA, C.A.S.; VINHA, A.F. Flores edíveis como recurso natural de compostos bioativos e propriedades biológicas. **Egitania Scientia**, v.2, n.25, p.23-35, 2020.

PORTO EDITORA. (n.d.). Gramíneas. **Infopédia**. Retrieved January

[https://www.infopedia.pt/\\$gramineas?uri=lingua-portuguesa/Gramíneas](https://www.infopedia.pt/$gramineas?uri=lingua-portuguesa/Gramíneas)

PRIMAVESI, A. M. Manejo ecológico do solo: **Agricultura em regiões tropicais**. COTIA-SP: *Brasil Franchising*, 2021.

PRIMAVESI, A. M. **Manual do solo vivo**: Solo sadio, planta sadia, ser humano sadio. São Paulo: *Expressão Popular*, 2016.

RAIJ, B. V. Fertilidade do solo e manejo de nutrientes. **International Plant Nutrition Institute Piracicaba**: IPNI, 2011.

RAIESI, F.; KABIRI, V. Identification of soil quality indicators for assessing the effect of different tillage practices through a soil quality index in a semi-arid environment. **Ecol. Indic.** v. 71, n. 3, p. 198-207, 2016.

REZENDE, T.C. Preparação E Caracterização De Hidrogel Com Nanopartícula De Cério, *Calendula officinalis* ou *Bixa orellana* L., **Dissertação (Mestrado)** - Curso de Engenharia Química, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, Es, **Como Potenciais Curativos De Feridas Crônicas**, 78 f. 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufes.br/handle/10/7821>.

REZNICEK G; ZITTERL-EGLSEER K. Quantitative determination of the faradiol esters in marigold flowers and extracts. **Scientia Pharmaceutica**, 71: 121-128, 2003.

RIBEIRO, D.A., MACÊDO, D. G., OLIVEIRA, L. G. S., SARAIVA, M. E., OLIVEIRA, S. F., SOUZA, M. M. A., & MENEZES, I. R. A. Potencial terapêutico e uso de plantas medicinais em uma área de Caatinga no estado do Ceará, nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 16, n. 4, p. 912–930, 2014.

RIBEIRO, S. B. **Atributos químicos, físicos e biológicos em sistemas de uso da terra em Marabá, no sudeste do Pará**. 2021. 51fls. Tese de doutorado (Doutorado em Agronomia), Universidade Estadual de São Paulo, Jaboticabal, SP, Brasil, 2021.

ROCHA, R.; MARISCO, G. Estudos etnobotânicos em comunidades indígenas no Brasil. **Revista Fitos**, v. 10 n.2: p. 95-219, 2016. 10.5935/2446-4775.20160012.

ROCHA, F. A. G.; ARAÚJO, M. F. F.; COSTA, N. D. L.; SILVA, R. P. O uso terapêutico da flora na história mundial. **Holos**. v. 1 n.31: p.49-61, 2015. 10.15628/holos.2015.2492.

ROSA, M.E. Efeito da adubação verde e doses de estimulantes em plantio direto: no desenvolvimento, produtividade e qualidade fisiológica das sementes de feijão no Cerrado Sul-Mato-Grossense. 2018.

ROY, S., ROY, M.M, JAISWAL, A.K, BAITHA, A. Soil Arthropods in Maintaining Soil Health: Thrust Areas for Sugarcane Production Systems. **In Sugar Tech**, v. 20, n.4, pp. 376–391, 2018.

SÁ-FILHO, G. F., DA SILVA, A. I. B., DA COSTA, E. M., NUNES, L. E., RIBEIRO, L. H. F., CAVALCANTI, J. R. L. P., CAVALCANTE, J. S. Plantas medicinais utilizadas na caatinga brasileira e o potencial terapêutico dos metabólitos secundários: uma revisão. **Rev. Research Society and Development**, v. 10, n. 13, 2021.

SAGRILO, E.S., LEITE, L. F. C., GALVÃO, S. D. S., LIMA, E. F. Manejo agroecológico do solo: os benefícios da adubação verde. Embrapa Meio-Norte, 2009. Disponível em: <https://ojs.unesp.br/UNF.php/rculturaagronomica/article/view/2577>.

SÁNCHEZ, M.; GONZÁLEZ, B. E. I.; GÓMEZ, S. M.P. Pharmacological properties of Aloe vera and its major active constituents. **Molecules**, v. 25, n. 6, p. 14-29, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules25061324>. Acesso em: 18 out. 2024.

SANTOS, V. S.; CAMPELO JÚNIOR, J. H. Influência dos elementos meteorológicos na produção de adubos verdes, em diferentes épocas de semeadura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, n.1, p. 91-98. 2003.

SANTOS, R. L.; GUIMARAES, G. P.; NOBRE, M. S. C.; PORTELA, A. S. Análise sobre a fitoterapia como prática integrativa no Sistema Único de Saúde. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, [S.L.], v. 13, n. 4, p. 486-491, 2011. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1516-05722011000400014>.

SANTOS, C.M. **O território e as resistências do povo indígena Jenipapo-Kanindé: um estudo sobre sua cultura alimentar**. 2023. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2023. Disponível em: <http://repositorio.ufc.br/handle/riufc/73980>. Acesso em: 1 maio 2024.

SANTOS, V.C.S. Aspectos agrônômicos e produção de óleo essencial de *Pelargonium graveolens* cultivado em sistema agroflorestal. 2024.

SCARPIN, J. Qual a melhor leguminosa para fazer sua adubação verde, 2018. Disponível em: <https://blog.aegro.com.br/leguminosa-adubacao-verde/>. Acesso em: 22 abril 2021.

SENA, C. C. R., DA SILVA, G. C., EVANGELISTA, Z. R., NUNES, M. E., & PEGO, A. W. E. Atributos físicos-hídricos de solos do cerrado. Ipameri-Goiânia, Goiás. **Revista Agrotecnologia**, v.12, n.1, p.80-91, 2021.

SHAHANE, K., KSHIRSAGAR, M., TAMBE, S., JAIN, D., ROUT, S., FERREIRA, M. K. M., ... & LIMA, R. R. An updated review on the multifaceted therapeutic potential of *Calendula officinalis* L. **Pharmaceuticals**, v. 16, n. 4, p. 611, 2023.

- SHUKLA, M. K., THAKUR, A., VERMA, R., LALHLENMAWIA, H., BHATTACHARYYA, S., BISHT, D., KUMAR, D. Unravelling the therapeutic potential of orchid plant against cancer. **South African Journal of Botany**, 2022.
- SILVA JUNIOR, A. A. **Essentia herba**. v. 2. 633p. Florianópolis: EPAGRI, 2006.
- SILVA, A.F.; PINTO, J. M.; FRANÇA, C. R. R. S.; FERNANDES, S. C.; GOMES, T.C. A.; SILVA, M.S. L. da; MATOS, A. N. B.; Preparo e Uso de Biofertilizantes Líquidos. **Comunicado Técnico**, 130. Embrapa Semi-Árido. Petrolina, PE. 2007.
- SILVA-LOPEZ, R. E. DA.; PACHECO, J. S. Genus *Crotalaria Juncea* L. (Leguminosae). **Revista Fitos**, [S.l.], v. 5, n. 3, p. 43-52, 2010.
- SILVA, C. D. S. E., SANTOS, P. A. A., LIRA, J. M. S, SANTANA, M. C. & JÚNIOR, C. D. D. S. Curso diário das trocas gasosas em plantas de feijão-caupi submetidas à deficiência hídrica. **Revista Caatinga**, v. 23 n.4, p.7-13, 2010.
- SILVA, A. S., OLIVEIRA, M., MOURA, M. F., & SILVA, S. P. Efeito da Adubação Verde na Qualidade Nutricional do Milho (*Zea mays* L.). **Revista GEAMA, Scientific Journal of Environmental Sciences and Biotechnology**. v. 6, n.1, p.31-37, 2019.
- SILVA, F. N. S., SILVA, R. G., BARBOSA, I. J., FREITAS, V. L. B., DE OLIVEIRA FIRMINO, D., & ZULIANI, D. Q. Valorização do conhecimento popular sobre o uso de plantas medicinais na terceira idade. **Cadernos de Agroecologia** v. 15(2), 2020.
- SILVA, M. A., NASCENTE, A. S., DE MELLO FRASCA, L. L., REZENDE, C. C., FERREIRA, E. A. S., DE FILIPPI, M. C. C., LACERDA, M. C. Plantas de cobertura isoladas e em mix para a melhoria da qualidade do solo e das culturas comerciais no Cerrado. **Research, Society and Development**, v. 10, n.12, 2021
- SILVA. J.J.L.S; LEITÃO, S. G., OLIVEIRA, D. Da África ao Brasil, um paralelo entre os sistemas médicos tradicionais yorubas. Rio de Janeiro: março, 2022.
- SILVA, A.W.O. **Conhecimento tradicional, cooperativismo agroecológico e o bem viver de agricultoras e agricultores familiares em Primavera (PA)**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Pará, Belém, 2018.
- SILVA, D. Atividade antiinflamatória do extrato de flor de *Calendula officinalis* L. **Cosméticos**, v. 8, n. 2, pág. 31, 2021.
- SILVA, A. F.; PINTO, J. M.; FRANÇA, C. R. R. S.; FERNANDES, S. C.; GOMES, T. D. A., DA SILVA, M. S. L.; ANB, M. Preparo e uso de biofertilizantes líquidos, 2007.
- SILVEIRA, M. A., TEIXEIRA, S. M., WANDER, A. E., & CAMPOS, W. P. Produção de feijão nos sistemas de plantio direto e convencional no município de Água Fria de Goiás (GO), 2015.
- SIMÕES, C. M. O., SCHENKEL, E. P., DE MELLO, J. C. P., MENTZ, L. A., & PETROVICK, P. R. Farmacognosia: Do produto natural ao medicamento. Porto Alegre: **Artmed**, 2017.

SOARES, J. P. G.; JUNQUEIRA, A. M. R; CAMPOS, N. B. M.; PORTO, B. H. C. Agricultura orgânica e agronegócio: análise e impactos de tecnologias sustentáveis. In: **Agronegócio: perspectivas**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2020. 397 p.

STEFANOSKI, D. C.; SANTOS, G. G.; MARCHÃO, R. L.; PETTER, F. A.; PACHECO, L. P. Uso e manejo do solo e seus impactos sobre a qualidade física. **Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental**, vol.17, n.24, p.1301-1309, 2013. <https://doi.org/10.1590/s1415-43662013001200008>

SULLIVAN, P. Overview of Cover Crops and Green Manures. **Appropriate Technology Transfer for Rural Areas (ATTRA)**, 2003. <https://attra.ncat.org/product/overview-of-cover-crops-and-green-manures/>

TAIZ, L.; ZEIGER, R. **Fisiologia Vegetal**. 3ed- Porto Alegre. 719 p. 2004.

TAIZ L., ZEIGER E., MØLLER I. M. & MURPHY A. Fisiologia e desenvolvimento vegetal. **Artmed Editora**, 2017.

TELLES, T. S.; REYDON, B. P.; MAIA, A. G. Effects of no-tillage on agricultural land values in Brazil. **Land Use Policy**, v. 76, p. 124-129, jul. 2018.

TEODORO, R. B. Plantas de cobertura no semiárido brasileiro: Efeitos sobre a ciclagem de nutrientes e a produção de matéria seca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 53, n. 9, p. 1099-1107, 2018. DOI: 10.1590/S0100-204X2018000900007.

THAPA, R., MIRSKY, S. B., TULLY, K. L. Cover crops reduce nitrate leaching in agroecosystems: a global meta-analysis. **Journal of Environmental Quality**, v. 47 n.6, p. 1400–1411, 2018. <https://doi.org/10.2134/jeq2018.03.0107>

TIEMANN, L. K., GRANDY, A. S., ATKINSON, E. E., MARIN-SPIOTTA, E., MCDANIEL, M. D. Crop rotational diversity enhances belowground communities and functions in an agroecosystem. **Ecology letters**, v. 18, n. 8, p. 761-771, 2015.

TÚLLIO, L. Características dos solos e sua interação com as plantas. Ponta Grossa (PR): **Atena Editora**, 2019.

ULLAH, A., AHMAD, A., KHALIQ, T. & AKHTAR, J. Recognizing production options for pearl millet in Pakistan under changing climate scenarios. **Journal of Integrative Agriculture**, v. 16 – n. (4), p. 762–773, 2017. DOI: 10.1016/S2095-3119(16)61450-8.

VADEZ, V. Root hydraulics: The forgotten side of roots in drought adaptation. **Field Crops Research**, v. 165, p.15–24, 2014. DOI: [doi.org/10.1016/j.fcr.2014.03.017](https://doi.org/10.1016/j.fcr.2014.03.017).

VALARMATHI N, AMEEN F, ALMANSOB A, KUMAR P, ARUNPRAKASH S, GOVARTHANAN M. Utilization of marine seaweed *Spyridia filamentosa* for silver nanoparticles synthesis and its clinical applications. **Mater Lett** 263:127244, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.matlet.2019.127244>.

VELOSO, A.R., GERONIMO, E., NEVES, A.C., DE JESUS, A.G.M., MANDOTTI, F., DOS SANTOS, G.H.A., FEDRIGO, T.T., HOSCHEID, J., JESUS, D.R., DORA DE CASTRO, A.S. Cultivo e uso racional de plantas medicinais e fitoterápicos. **Arquivos de Ciências da Saúde da UNIPAR** 27, 2023.

VERÍSSIMO LF, BACCHI A.D, ZAMINELLI T, PAULA G.H.O, MOREIRA E.G. Herbs of interest to the Brazilian 466 Federal Government: female reproductive and developmental toxicity studies. **Revista Brasileira de Farmacognosia Brazilian Journal of Pharmacognosy** v. 21(6): p. 1163-1171, nov./Dec. 2011.

VERMA, P.K., RAINA, R., AGARWAL, S., KOUR, H. Phytochemical ingredients and pharmacological potential of *Calendula officinalis* Linn. **Pharmaceutical and Biomedical Research**, v. 4(2): p.1-17, 2018.

VERMA, A.; KUMAR, P.; SARESH, N. V. Secondary metabolites: harvesting short term benefits from arid zone agroforestry systems in India. **Agroforestry Systems. Springer Science and Business Media B.V.**, 1 mar. 2021.

VIAUD V, SANTILLÀN-CARVANTES P, AKKAL-CORFINI N, LE GUILLOU C, PRÉVOST-BOURÉ NC, RANJARD L, MENASSERI-AUBRY S. Landscape-scale analysis of cropping system effects on soil quality in a context of crop-livestock farming, **Agriculture, Ecosystems & Environment** n. 265: p.166-177, 2018.

VILLAR, M. L. P. Manual de interpretação de análise de plantas e solos e recomendação de adubação. Cuiabá: **EMPAER-MT**, 182 p. 2007.

WANG, D. YANG, S., TANG, F., & ZHU, H. SYMBIOSIS specificity in the legume–rhizobial mutualism. **Cellular Microbiology**, v. 14, n. 3, p. 334-342, 2012.

WILDNER, L. D. P. Adubação Verde: conceitos e modalidades de cultivo. In: Adubação Verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática. Brasília, DF: **Embrapa. Cap.** 14. p. 21-44, 2014.

WENNECK G. S., TELES, M. S., SAATH, R., FRANÇOSO, R. V., & SILVA, F. C. Avaliação das propriedades físicas em diferentes sistemas de cultivo no município de Glicério-SP. **Anais X EPCC**, 2017.

WEI, M.I.N., GUO, H. J., ZHANG, W., ZHOU, G. W., JUN, Y.E., & HOU, Z. A. Irrigation water salinity and N fertilization: effects on ammonia oxidizer abundance, enzyme activity and cotton growth in a drip irrigated cotton field. **Journal of Integrative Agriculture**, v.15, p.1121–1131, 2016 a.

WIESMEIER, Urbanski L, URBANSKI, L., HOBLEY, E., LANG, B., VON LÜTZOW, M., MARIN-SPIOTTA, E., KÖGEL-KNABNER, I. Soil organic carbon storage a key function of soils- A review of drivers and indicators at various scales, **Geoderma**, n.333: p.149-162, 2019.

WIJESEKERA, R. O. B. The medical plant industry. *Rajagiriya: Intecnos Associates International Industrial Consultants*. 269p, 1984.

WUTKE E.B, ARÉVALO R.A. Adubação verde com leguminosas no rendimento da cana-deaçúcar e no manejo de plantas infestantes. Instituto Agronômico de Campinas, **Boletim técnico** n.198, p.28, 2006.

XAVIER. R. A. T.; SILVA. V. V.; LIMA. R. Etnobotânica e a comunidade: saberes locais de plantas medicinais no Brasil. *South American Journal of Basic Education, Technical and Technological*, Rio Branco, v. 8 n. 2: Jan/abr. 2021.

ZACARIAS, A.J., PEREIRA, I. M., DA ROCHA, E. M., DA COSTA JAEGGI, M. E. P., RANGEL, O. J. P., DE LIMA, W. L., BATISTA, J. N. Custo/benefício da adubação verde do consórcio no café conilon. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 11, p. e2849119746-e2849119746, 2020.

ZAJICOVÁ, K.; CHUMAN, T. Effect of land use on soil chemical properties after 190 years of forest to agricultural land conversion. **Soil and Water Research**, v.14, n.9, p.21-29, 2019.[https://doi: 10.17221/5/2018-swr](https://doi.org/10.17221/5/2018-swr)

## CAPITULO II

### **Adubação verde associada com biofertilizante no crescimento e na produção de flavonoides de *Calendula officinalis* L.**

#### **RESUMO**

A *Calendula officinalis* L é uma espécie com relevantes aplicações nos setores ornamental, medicinal e alimentício. Suas flores apresentam metabólitos secundários como os flavonoides, que é importante na produção de fitoterápicos de interesse. Técnicas direcionadas ao cultivo comercial de calêndula com maior teor e qualidade de bioativos devem ser aprimoradas de modo consciente e sustentável. Neste sentido, o objetivo desta pesquisa foi avaliar o uso da adubação verde associado ao biofertilizante Vairo no crescimento e na produção de flavonoides em calêndula. As espécies de adubos verdes como *Crotalaria juncea* L. e *Pennisetum glaucum* (L.) R. Br. foram cultivadas em área experimental. Além desses tratamentos, adotou-se o solo descoberto (testemunha) e resíduos provenientes da vegetação espontânea. Posteriormente, as plantas foram acamadas sobre a superfície do solo com auxílio do rolo faca. Após o processo de rolagem, sementes de calêndula foram depositadas diretamente no sulco de semeadura, com ou sem a pulverização do biofertilizante Vairo. Foi utilizado o delineamento em blocos ao acaso em parcelas subdivididas, com quatro repetições, sendo o uso de biofertilizante disposto nas parcelas (36 m<sup>2</sup>) e os sistemas de cultivo utilizando espécies de adubo verde, vegetação espontânea e solo sem cobertura nas subparcelas (9 m<sup>2</sup>). Após 120 dias de cultivo das calêndulas, foram avaliados: comprimento de parte aérea, diâmetro de caule, pesos secos de plantas e capítulos florais, índice de clorofila e teor de flavonoides. O pré-cultivo utilizando crotalária ou milho promoveu maiores médias no crescimento das plantas, independentemente do uso de biofertilizantes. Entretanto, a combinação de restos culturais do milho com o biofertilizante Vairo aumentou o teor de flavonoides nas flores. Portanto, a combinação entre adubos verdes e biofertilizantes apresenta-se como uma estratégia promissora para o cultivo sustentável de calêndulas, maximizando tanto o rendimento de matéria prima vegetal quanto o teor de flavonoides.

**Palavras-chave:** calêndula; bioativos; plantas de cobertura; plantio direto

## ABSTRACT

*Calendula officinalis* L. is a species with significant applications in the ornamental, medicinal, and food sectors. Its flowers present secondary metabolites such as flavonoids, which are important in the production of interesting phytotherapeutics. Techniques aimed at the commercial cultivation of calendula with higher levels and quality of bioactive compounds should be improved in a conscious and sustainable manner. In this sense, the objective of this research was to evaluate the use of green manure associated with biofertilizer in the growth and production of flavonoids in calendula. Green manure species such as *Crotalaria juncea* L. and *Pennisetum glaucum* (L.) R. Br. were cultivated in experimental area. In addition to these treatments, bare soil (control) and residues of spontaneous vegetation were used. Subsequently, the plants were bedded on the soil surface with the aid of a knife roller. After the rolling process, calendula seeds were deposited directly in the sowing furrow, with or without the spraying of Vairo biofertilizer. A randomized block design in split plots was used, with four replications, with the use of biofertilizer arranged in the plots (36 m<sup>2</sup>) and the cultivation systems using green manure species, spontaneous vegetation, and uncovered soil in the subplots (9 m<sup>2</sup>). After 120 days of calendula cultivation, the following were evaluated: length of the aerial part, stem diameter, dry weights of plants and floral capitula, chlorophyll index, and flavonoid content. Pre-cultivation using crotalaria or millet promoted higher averages in plant growth, regardless of the use of biofertilizers. However, the combination of millet crop residues with Vairo biofertilizer increased the flavonoid content in the flowers. So, the combination of green manures and biofertilizers presents itself as a promising strategy for the sustainable cultivation of calendula, maximizing both the yield of vegetable raw material and the flavonoid content.

**Keywords:** calendula; bioactives; cover crops; no-tillage

## 1 INTRODUÇÃO

A *calendula officinalis* L., conhecida popularmente como calêndula, é uma planta herbácea anual, pertencente à família Asteraceae e cultivada desde a antiguidade pelas suas propriedades medicinais presentes nas flores (MISHRA et al. 2018). Essa espécie é amplamente cultivada no sul do Brasil, principalmente com as finalidades ornamentais, medicinais e alimentícias (ABDELWAHAB et al., 2021; GAZIM et al. 2008). Apresenta propriedades anti-inflamatória, antisséptica, cicatrizante e depurativa, com potencial na produção de fitoterápicos principalmente por estar incluída na Relação Nacional de Plantas Medicinais de Interesse ao SUS (RENISUS) (BRASIL, 2010; JARIĆ et al., 2018). Diversos estudos reportam constituintes químicos presentes nas flores de calêndulas com aplicações na produção de cosméticos, produtos farmacêuticos e nutracêuticos (KHALID E TEIXEIRA DA SILVA, 2012; SHAHANE et al., 2023, PANCHE; DIWAN; CHANDRA, 2016). Dentre esses constituintes, destacam-se os flavonoides, representados na grande maioria pelos compostos rutina e quercetina (BILIA et al., 2002; RODRIGUES et al., 2004).

Pesquisas direcionadas à produção comercial de calêndula, visando obter maior teor e qualidade de princípios ativos é de extrema relevância para a produção de insumos fitoterápicos (HEITOR, 2013). Entretanto, ressalta-se ainda a importância de ser cultivar de modo consciente e sustentável, com o objetivo de preservar os teores terapêuticos livres de resíduos dos defensivos agrícolas (HASENCLEVER, 2017). Dentre as práticas sustentáveis, destacam-se a adubação verde e o uso de biofertilizantes. A adubação verde consiste na semeadura de espécies vegetais com características específicas que garantam diversos benefícios após seu manejo, sendo reconhecida como uma opção viável na busca pela sustentabilidade agrícola (ALCÂNTARA et al. 2000, LEITE et al. 2017, SILVA et al. 2014). Essa prática, baseia-se na adição de biomassa vegetal fresca, com ou sem sua incorporação, com a finalidade de recuperar a fertilidade e a produtividade do solo (RAMPIM et al. 2020). Além disso, a deposição dessa cobertura vegetal pode aumentar a porosidade do solo, a capacidade de infiltração e a retenção de água, devido ao acréscimo de matéria orgânica (SOUZA 2012, HENDGES et al. 2015). Efeitos positivos da adubação verde sobre a produção de plantas medicinais já foram relatados para *Mentha piperita* L. (JAVANMARD et al. 2022), *Lippia alba* (Mill) N.E. Brown (MARQUES et al. 2018), *Thymus vulgaris* L. (HONORATO et al. 2022) e *Origanum vulgare* L. (DE ASSIS et al. 2024).

Já os biofertilizantes são uma categoria de bioinsumos com ampla utilização na agricultura, sendo constituídos por microrganismos benéficos que promovem o crescimento das

plantas e melhoram a absorção de nutrientes (SILVA et al., 2007; BORGES, 2022). Esses microrganismos atuam em conjunto às raízes das plantas, aumentando a disponibilidade de nutrientes essenciais para o desenvolvimento das culturas (BARMAN et al., 2017; BORGES, 2022). Além disso, os biofertilizantes podem contribuir para a diminuição do uso de fertilizantes químicos, promovendo uma agricultura mais sustentável e econômica (GARRIDO et al., 2018; LIMA, 2023). Santos et al. (2009) investigaram o efeito de combinações de doses de biofertilizante comercial e esterco bovino no cultivo de *Melissa officinalis*. Esses autores concluíram que as maiores doses de esterco bovino resultaram em um maior desenvolvimento das melissas, em relação às mesmas doses do biofertilizante. Por outro lado, o uso de biofertilizantes mostrou-se eficiente no crescimento e desenvolvimento das plantas de *Acmella oleracea* (Jambu), aumentando significativamente o seu potencial produtivo (NASCIMENTO et al. 2018). Para o cultivo de *Cymbopogon citratus* (D.C.) Stapf (capim limão), doses crescentes de biofertilizante resultaram em regressões lineares para o rendimento de óleo essencial e a massa seca por touceira e parte aérea (BLANK et al. 2007).

Conforme já citado, estudos anteriores já demonstraram os benefícios individuais da prática da adubação verde e do uso de biofertilizantes para o solo e crescimento das plantas. No entanto, esta pesquisa se destaca por investigar a interação entre essas duas práticas. Compreender como os adubos verdes e os biofertilizantes se influenciam mutuamente podem contribuir de modo significativo no sistema de produção. Além disso, a pesquisa pode revelar estratégias inovadoras para otimizar o uso desses recursos na agricultura, maximizando seus benefícios e reduzindo custos. Sendo assim, objetivou-se avaliar, em condições de campo, o uso da adubação verde associado ao biofertilizante Vairo na produção de biomassa e de flavonoides em *Calendula officinalis*. Além de identificar e quantificar o ganho de biomassa; identificar e quantificar a produção de flavonoides; identificar a espécie de adubo verde que proporcionou o melhor desempenho em sucessão com a calêndula; se o uso do biofertilizante vairo é adequado ou não para o uso com a calêndula; e quantificar a clorofila *a*, *b* e total nas folhas de calêndula.

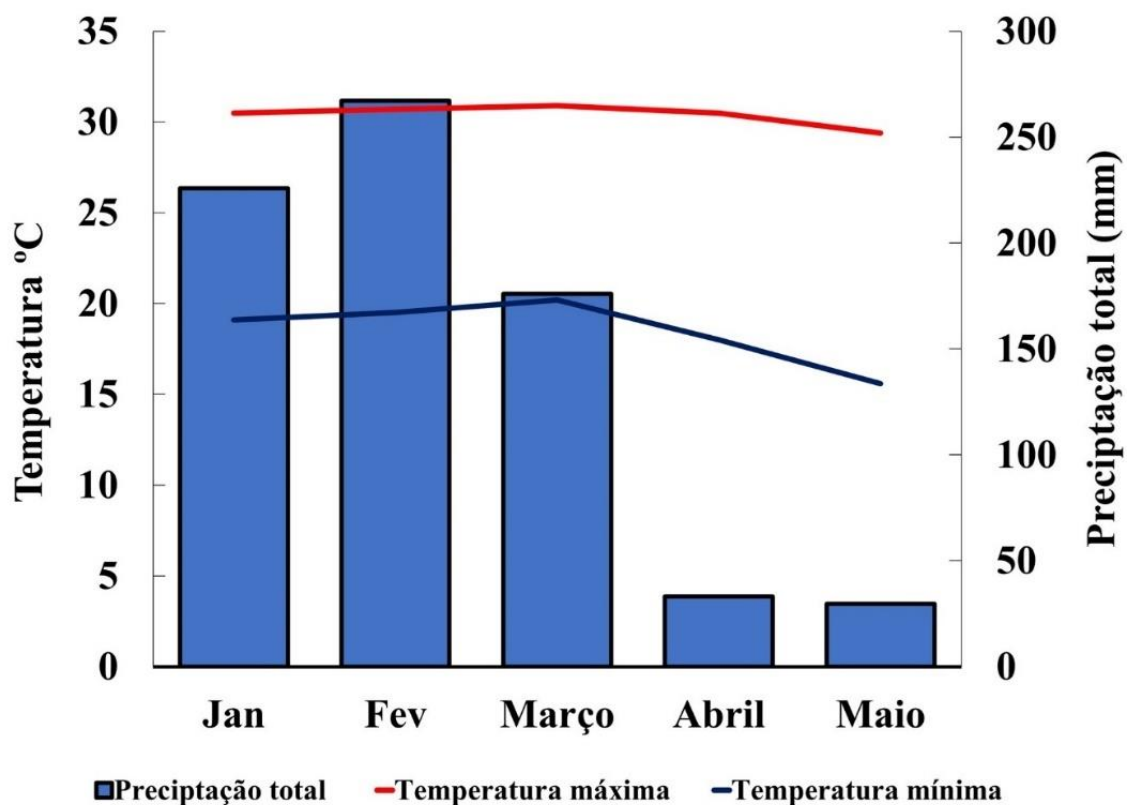
## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Caracterização da área experimental**

A pesquisa foi desenvolvida em área experimental do Departamento de Agricultura - DAG da Universidade Federal de Lavras – UFLA, na qual está localizado na mesorregião do

Campo das Vertentes, no município de Lavras – MG, a 918,87 metros de altitude, latitude de 21°14'S e longitude de 45°00'W. De acordo com a classificação climática de Köppen, o clima regional é do tipo Cwa, mas apresenta características de Cwb, com duas estações bem definidas, uma fria e seca, de abril a setembro e outra quente e úmida, de outubro a março (BRASIL, 1992). As temperaturas máximas e mínimas, bem como as precipitações pluviométricas médias durante o período de cultivo das calêndulas, estão representadas na Figura 1. Destaca-se que não houve a utilização de sistemas de irrigação na condução do ensaio.

Figura 1- Precipitação e temperatura média (mínima e máxima) referente ao período de cultivo das calêndulas (janeiro de 2024 a maio de 2024), Lavras – MG.



Fonte: Do autor (2024).

O solo presente na área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho Distrófico, de textura argilosa, contendo 56,8% de argila, 4,4% de silte e 38,8% areia. As amostras de solo, retiradas na camada de 0–0,20 m, foram encaminhadas para o Laboratório de Análise Agropecuária da 3rLab para a determinação das características químicas (Tabela 1).

Tabela 1 - Atributos químicos de Latossolo Vermelho Distroférico, utilizado no experimento.

pH	Al <sup>3+</sup>	H <sup>+</sup> +Al <sup>3+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	T	V	K <sup>+</sup>	P rem.
H <sub>2</sub> O	----- cmolc dm <sup>-3</sup> -----					%	--- mg dm <sup>-3</sup> --	
5,70	0,00	2,30	2,40	0,80	5,76	60,07	99,60	22,20

Extratores - P remanescente: resina; Ca, Mg, Al: KCl 1 mol L<sup>-1</sup>; H+Al: SMP; T – Capacidade de Troca de Cátions a pH 7; V – Índice de saturação de bases

## 2.2 Implantação do experimento

O delineamento utilizado foi em blocos casualizados (DBC) com parcelas subdivididas 2x4, sendo as parcelas representadas pela pulverização biofertilizante Vairo (com e sem pulverização no momento da semeadura das calêndulas) e as subparcelas por quatro sistemas de cultivo, nomeadamente: milho (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br), crotalária (*Crotalaria juncea* L.), vegetação espontânea e testemunha (solo descoberto). Na vegetação espontânea foram identificadas algumas espécies como: mucuna preta (*Mucuna pruriens* L.DC.) corda de viola (*Ipomoea* sp), tiririca (*Cyperus* sp), picão (*Bidens* sp), caruru (*Amaranthus* sp), braquiária (*Brachiaria* sp), capim pé de galinha (*Eleusine* sp) e erva de São João (*Hiperycum* sp). Adotou-se quatro repetições, distribuídas em 8 subparcelas com área unitária de 9 m<sup>2</sup>.

O solo presente na área experimental foi previamente preparado por meio da aração e gradagem, sem a introdução de corretivos e fertilizantes. Posteriormente, sementes de *Crotalaria juncea* L. e *Pennisetum glaucum* (Lote: MI 44-37/23, germinação 75%, pureza 95% e validade 08/2024) adquiridas da empresa AG Croppers®, foram semeadas a lanço nas subparcelas correspondentes na densidade de 30 e 20 kg/ha, respectivamente. Com o auxílio do sacho, as sementes foram cobertas por uma leve camada de solo. Na testemunha (sem cobertura) foi mantido o solo descoberto, desde o período de semeadura dos adubos verdes até a colheita das calêndulas. Com o aparecimento de plantas espontâneas, a capina era realizada constantemente com o auxílio da enxada. Por outro lado, no tratamento vegetação espontânea não foi realizado o controle de plantas espontâneas após o seu preparo inicial. No momento que os adubos verdes atingiram o máximo acúmulo de biomassa e antes que as sementes ficassem viáveis, aos 90 dias após semeadura, foi feita a obtenção da massa seca e altura utilizando balança de precisão e trena e em seguida realizado a operação de rolagem em área total utilizado o implemento rolo faca tratorizado de 1 metro de largura.

Para o preparo do biofertilizante seguiu-se a metodologia estabelecida pela Ficha Agroecológica do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2024). Para isso, utilizou-se uma bombona plástica com capacidade para 50 L, contendo 15 L esterco bovino fresco e 15 L de água na proporção de 1:1. A coleta do esterco bovino fresco foi realizada no período da manhã no departamento de Medicina Veterinária da UFLA. A bombona foi completamente fechada, lacrada com uma mangueira de silicone, que tinha a finalidade de evitar a entrada de organismos contaminantes. Além disso, havia um espaço de 20% para o gás resultante da fermentação, onde foi acoplada uma mangueira de 18 cm e 19 mm, cuja extremidade foi mergulhada em um recipiente com água dentro da garrafa pet de 2 L para permitir a saída do gás metano produzido na fermentação, assim mantendo a condição de anaerobiose. O biofertilizante permaneceu fermentando na bombona durante 30 dias. Após a estabilidade da fermentação foi realizada abertura da bombona, coou-se o biofertilizante com auxílio de uma peneira de 30 mm.

Sementes comerciais de calêndulas, cultivar bonina sortida, foram adquiridas da empresa ISLA Pack (germinação de 70% e pureza de 97,8%), estando a exsicata depositada no Herbário ESAL, do Departamento de Biologia da UFLA, corresponde ao nº 33.614. A semeadura das calêndulas foi realizada no dia subsequente à rolagem dos adubos verdes. Foi realizada de forma direta, sem preparo do solo e sem adição de fertilizantes, sendo as linhas abertas com auxílio de enxada. As sementes de calêndula foram distribuídas na linha de modo uniforme, com espaçamento de 0,30 m entre plantas, cobertas com uma fina camada de solo. As entrelinhas, com espaçamento de 0,50 m, foram mantidas sem alterações. A aplicação do biofertilizante foi realizada no mesmo dia da semeadura, com auxílio do pulverizador costal nas parcelas correspondentes. Para isso, foi realizada a diluição de 500 mL do biofertilizante concentrado em 1000 mL de água filtrada. Utilizando um pulverizador costal manual, vazão de 1500 L/ha, a aplicação foi feita uma única vez. Semanalmente, realizou-se o monitoramento e controle das plantas daninhas em todos tratamentos, por meio de arranquio e uso de sachô.

## **2.3 Variáveis analisadas**

### **2.3.1 Análise do crescimento**

Aos 120 dias após a semeadura das calêndulas, avaliou-se: comprimento da parte aérea (CPA), diâmetro de caule (DC), peso seco de folha (PSF), de caule (PSC), de parte aérea (PSPA), de capítulo (PSCa), de receptáculo (PSR) e de pétala (PSP) e índices de clorofila *a* (Cl<sub>a</sub>), Clorofila *b* (Cl<sub>b</sub>) e Clorofila total (Cl<sub>t</sub>). A altura das plantas foi determinada com o auxílio

de uma trena, posicionada desde o nível do solo até o ápice floral. O diâmetro do caule foi medido utilizando um paquímetro digital, considerando a região do colo da planta como ponto de referência. Os pesos secos foram determinados, após a secagem completa em estufa a 40 °C, em uma balança de precisão. Para a obtenção de matéria-prima padronizada, as inflorescências foram retiradas com auxílio de tesoura de poda e com o pedúnculo o mais curto possível, sendo iniciada aos 90 dias após a semeadura das calêndulas, com o surgimento das primeiras flores liguladas completamente desenvolvidas e abertas. A colheita foi realizada semanalmente no período da manhã durante 30 dias. Os capítulos colhidos foram imediatamente colocados para secar em estufa de circulação forçada de ar, temperatura ajustada à 40 °C, por 7 dias. Posteriormente, as mesmas foram armazenadas em sacos plásticos de cor escura revestidos por um saco de papel Kraft (com o objetivo de evitar a interferência de luz e de umidade). A determinação dos índices de clorofila *a* e *b* nas folhas de calêndula foi realizada utilizando um clorofilômetro digital portátil (Falker, CFL 1030, Porto Alegre, RS). Para a realização das medições, foram selecionadas folhas totalmente expandidas, saudáveis e representativas de cada planta nos tratamentos. As leituras foram realizadas em três pontos distintos da região central de cada folha para garantir a precisão e a representatividade dos dados. O clorofilômetro foi devidamente calibrado antes de cada sessão de coleta de dados, seguindo as instruções do fabricante. A clorofila total foi calculada somando-se os valores de clorofila *a* e *b*.

### **2.3.2 Preparo dos extratos e doseamento de flavonoides totais**

A extração dos flavonoides iniciou-se com a pesagem de 5 g pétalas da amostra homogeneizada e em seguida pulverizada em micro moinho (malha 800 µm). Conforme descrito na Farmacopeia Brasileira VI (2019) para a droga vegetal das flores de *Calendula officinalis* L. foi utilizado a concentração de 0,4g das pétalas e o doseamento de *O*-heterosídeos de flavonoides totais foi realizado por espectrofotometria de absorção molecular no visível. O método consistiu na preparação por refluxo de um extrato acetônico em meio ácido, seguido da etapa de partição com acetato de etila. Logo, apenas agliconas de *O*-heterosídeos foram detectados. A fase final do método compreendeu pela adição de cloreto de alumínio, possibilitando a formação de complexos estáveis corados com o cátion trivalente do alumínio, os quais apresentam deslocamento batocrômico e efeito hiperacrômico (RODRIGUES et al., 2015).

As análises foram realizadas em quatro repetições por tratamento, empregando-se a média de cinco leituras por cada repetição. Os resultados foram expressos como porcentagem

média de flavonoides totais (% p/p), calculados a partir de uma curva analítica com soluções metanólicas de quercetina anidra, seguido dos valores de desvio padrão. Para a construção da curva de analítica foram utilizadas soluções-estoque de quercetina anidra com 1,0 mL de solução de cloreto de alumínio a 2% (p/v), completadas com solução de ácido acético glacial a 5% (v/v) em metanol. As soluções foram preparadas a partir de soluções-estoque de quercetina anidra a 200 µg/mL em metanol, conforme discriminado na Tabela 2, empregando a faixa de concentrações de quercetina anidra de 1 a 16 µg/mL. A leitura foi realizada em comprimento de onda de 425 nm, conforme o método farmacopeico. Este procedimento foi repetido três vezes, em dias diferentes, sendo os dados submetidos a regressão linear através do programa GraphPad Prism 4 (GraphPad Software), e seguido da avaliação da equivalência estatística entre as curvas construídas.

Tabela 2 - Volume de solução estoque, volume final após diluição e concentração de quercetina empregadas na construção das curvas analíticas para o doseamento espectrofotométrico de flavonoides totais

Volume da solução estoque (mL)	Volume final diluído (mL)	Concentração de quercetina anidra (g/mL)
0,25	50,00	1,00
0,50	50,00	2,00
1,00	25,00	8,00
1,50	25,00	12,00
2,00	25,00	16,00

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), teste F ( $P < 0,05$ ), por meio do pacote estatístico ExpDes do R. Casos em que os efeitos dos tratamentos apresentaram diferenças significativas, as médias foram comparadas por meio do teste de médias Scott-Knott ( $P < 0,05$ ).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Influência da adubação verde associada ao biofertilizante Vairo no crescimento de calêndulas

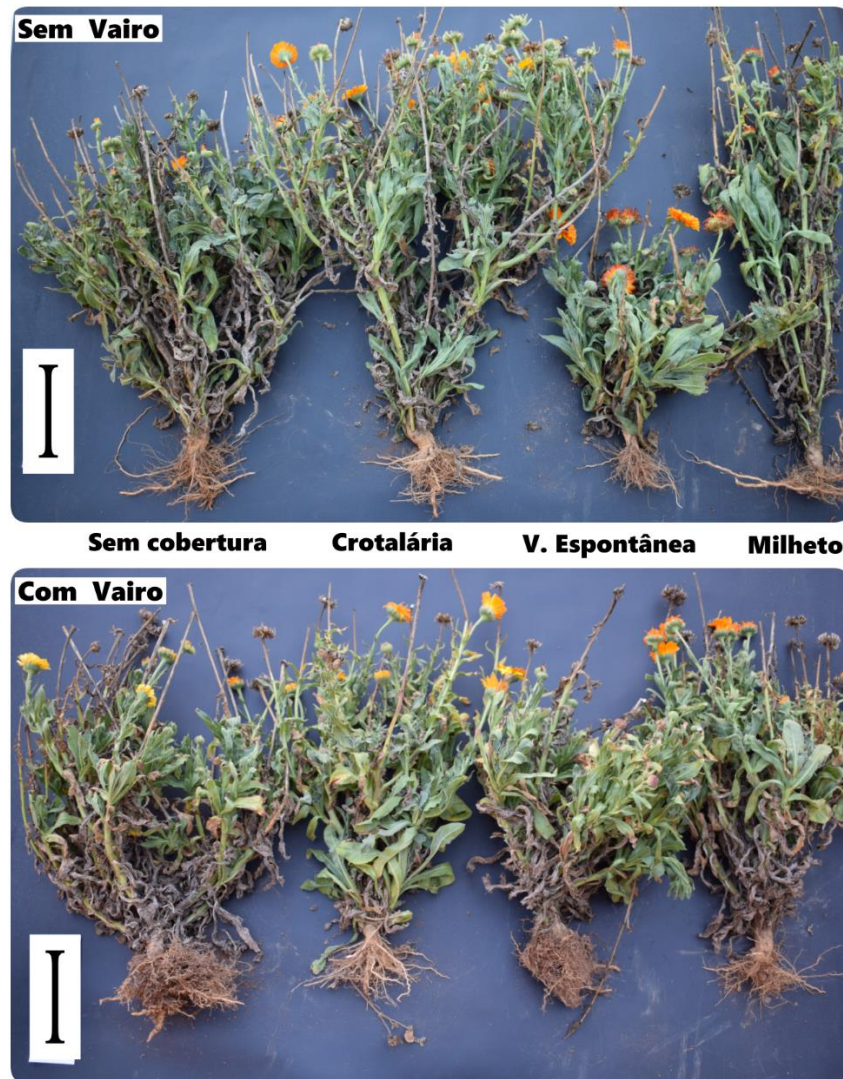
Na implantação dos adubos verdes, antes do cultivo das calêndulas, observou-se diferenças na altura e na produção de massa seca entre as espécies utilizadas. O milho apresentou maior altura média (2,52 m), característica que favoreceu a proteção do solo contra adversidades ambientais, como chuvas intensas ocorridas no período (Figura 1), contribuindo com a redução do crescimento de plantas daninhas. O plantio de crotalária, com altura semelhante (2,27 m), também resultou benefícios agrônômicos semelhantes, além da

introdução de nitrogênio no sistema. A vegetação espontânea, com altura significativamente inferior (0,70 m), apresentou limitações tanto na proteção do solo quanto na produção de biomassa, refletindo sua menor eficácia em comparação com os adubos verdes cultivados.

Em relação a produção de massa seca, o milheto (*Pennisetum glaucum*) também apresentou maiores médias, com aporte de 454,5 kg de massa seca ha<sup>-1</sup>, seguido pela crotalária (*Crotalaria juncea*), com 370,5 kg de massa seca ha<sup>-1</sup>, e, por último, a vegetação espontânea, que alcançou uma média de 254,5 kg de massa seca ha<sup>-1</sup>. O desempenho superior do milheto pode ser atribuído ao seu rápido crescimento, alta capacidade de acumulação de biomassa e adaptação a diferentes condições climáticas (AGUIAR et al., 2012). A crotalária também demonstrou um bom desempenho, evidenciando seu potencial como adubo verde, especialmente devido à sua capacidade de fixar nitrogênio atmosférico (TEODORO et al., 2018, PÉREZ et al.; 2021). Já a vegetação espontânea, produziu a menor massa fresca, o que reflete sua limitação em termos de produtividade quando comparada a espécies manejadas especificamente para cobertura vegetal. Além disso, nesse sistema observou-se rápida reinfestação das plantas espontâneas. Portanto, essas observações são importantes para saber sobre o potencial de cada adubo verde, contribuindo com a melhoria da qualidade do solo e o manejo sustentável do sistema de cultivo.

O cultivo dos adubos verdes, com ou sem associação do biofertilizante Vairo, influenciou o crescimento em sucessão de plantas de *Calendula officinalis* (Figura 2). Notoriamente, com ênfase nas parcelas que não receberam a pulverização do biofertilizante Vairo, é possível observar que as calêndulas cultivadas em diferentes sistemas de cultivo, como a semeadura direta após o cultivo do milheto e da crotalária ou a semeadura em solo desprovido de cobertura resultaram em plantas mais desenvolvidas em comparação à semeadura direta após o manejo da vegetação espontânea. Por outro lado, ao se utilizar o biofertilizante essa diferença visual entre os sistemas de cultivo foi menos evidenciada.

Figura 2- Plântulas de *Calendula officinalis* aos 120 dias de cultivo sucessivo de milho, crotalária, vegetação espontânea e sem cobertura de solo e à pulverização do biofertilizante Vairo.



Fonte: Do autor (2024). Legenda: tamanho da barra vertical correspondente à 10 cm.

As médias do comprimento da parte aérea (CPA) e do diâmetro do caule (DC) das calêndulas apresentaram diferenças significativas nos diferentes sistemas de cultivo, independente da utilização do Vairo (Tabela 3). Observa-se que o CPA variou de 36,33 a 53,67 cm, sendo que na área cultivada com crotalária e milho possibilitaram a obtenção de maiores plantas de calêndula, seguido da área sem cobertura e, posteriormente, vegetação espontânea. Já em relação ao DC, maiores valores foram obtidos após o cultivo do milho.

Tabela 3 - Comprimento da parte aérea (CPA) e diâmetro de caule (DC) coletadas aos 120 dias após semeadura de plântulas de *Calendula officinalis* que foram submetidas à pulverização do biofertilizante Vairo e ao cultivo sucessivo de milho, crotalária, vegetação espontânea e sem cobertura. efeito do biofertilizante Vairo pode ter sido menos evidenciado nesses sistemas.

Sistema de cultivo	CPA (cm)		DC (mm)	
	Sem Vairo	Com Vairo	Sem Vairo	Com Vairo
Sem cobertura	44,38 Ba	43,00 Ba	12,92 Ba	11,29 Ba
Vegetação espontânea	36,38 Ca	36,33 Ca	10,59 Ba	13,26 Ba
Crotalária	53,67 Aa	49,25 Aa	12,81 Ba	14,55 Ba
Milho	51,00 Aa	49,00 Aa	17,95 Aa	15,50 Aa

\* Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna ou minúscula na linha pertencem a um mesmo grupo, de acordo com o critério de agrupamento de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

A pulverização do biofertilizante Vairo não influenciou significativamente as variáveis CPA e DC, nos diferentes sistemas de cultivo. Possivelmente, em áreas com o solo descoberto, acredita-se que não ocorreu a retenção adequada do biofertilizante no local devido à alta disponibilidade hídrica do período (Figura 1) e a ausência de barreiras físicas para a contenção do escoamento superficial. Já em sucessão ao milho, a crotalária e vegetação espontânea, houve a possibilidade de ciclagem de nutrientes da biomassa dessas plantas, de modo gradativo, para o crescimento das calêndulas. Sendo assim, apesar do Vairo não influenciar significativamente o comprimento e o diâmetro do caule de calêndulas, a literatura relata que os biofertilizantes podem alterar o crescimento das plantas. Segundo Triveti et al. (2017), os biofertilizantes são eficazes no aumento do crescimento das plantas e na manutenção da saúde do solo, por meio da disponibilização de nutrientes, devido à solubilização e liberação de hormônios de crescimento das plantas e na mineralização dos solos orgânicos e inorgânicos. Dourado et al., (2009) reportaram que os efeitos dos biofertilizantes nas plantas são efetivos no controle de pragas e doenças, aceleração de crescimento e estado nutricional. Esses autores discutem ainda que uso do biofertilizante pode contribuir para melhoria física e promover a produção de substâncias húmicas que exercem expressiva importância na fertilidade do solo com reflexos positivos na produção. De acordo com o Gomes et al. (2014), o biofertilizante, ao contrário dos adubos químicos, melhora a estrutura e a textura do solo deixando-o mais fácil de ser trabalhado e facilitando a penetração de raízes. Dessa maneira, as raízes conseguem absorver melhor a umidade do subsolo, podendo resistir mais facilmente a longos períodos de estiagem.

Conforme observado, os solos desprovidos de cobertura vegetal podem apresentar menor eficiência no uso de biofertilizantes devido às perdas de nutrientes e microrganismos, o que reduz a eficácia de insumos como o biofertilizante Vairo. Almeida (2016) relata que a prática do cultivo convencional deixa o solo descoberto, proporcionando maior incidência de

lixiviação de nutrientes e perda da biodiversidade edáfica. A ausência de cobertura também expõe o solo a condições ambientais adversas, como maior evaporação de água e variações térmicas mais intensas. Solos descobertos tendem a sofrer maior compactação superficial, comprometendo a retenção de água e até mesmo o desenvolvimento radicular. Segundo Silva (2011), o solo desprotegido e exposto diretamente à radiação solar tem sua capacidade de retenção de água muito reduzida. Outro ponto a ser observado é a maior incidência de plantas espontâneas.

O cultivo da calêndula, após a rolagem da vegetação espontânea e sem a pulverização do Vairo, foi marcado pela intensa reinfestação das espontâneas. Conforme já relatado, o menor crescimento das calêndulas nesse sistema pode ter ocorrido devido à maior competição com as espécies de plantas daninhas por recursos essenciais, como água, luz e nutrientes. Essa competição reduziu a eficiência da calêndula em aproveitar os recursos do solo, causando desuniformidade e menor crescimento. As plantas daninhas apresentam elevada capacidade de extrair nutrientes do solo quando em competição com outra espécie (MEDEIROS et al., 2016).

Por outro lado, a utilização do milho e da crotalária pode ter influenciado no incremento da fertilidade do solo e aporte de matéria orgânica, o que explica o crescimento mais vigoroso das plântulas. Marini (2024) relata que solos com maior teor de matéria orgânica apresentam melhor drenagem, menor suscetibilidade à compactação e maior capacidade de retenção de água, características essenciais para o crescimento saudável das culturas, especialmente em períodos de estiagem. Acredita-se que milho contribuiu para a reciclagem de nutrientes, além da atuação na estrutura física do solo, favorecendo assim, a penetração das raízes e a absorção de nutrientes. Segundo Algeri (2018), o milho é uma espécie gramínea que se destaca pela grande produção de biomassa e pelo acúmulo e liberação de nutrientes, principalmente de nitrogênio e potássio, diminuindo os riscos de lixiviação. De acordo com Cazetta et al. (2005), o desempenho superior das gramíneas como o milho está relacionado, entre outros aspectos, ao rápido desenvolvimento inicial, quando comparado ao sorgo ou às leguminosas. Já a crotalária, por ser uma leguminosa, promoveu a fixação biológica de nitrogênio, disponibilizando esse nutriente para o crescimento das calêndulas. Resíduos com baixa relação C:N, como os da crotalária, têm decomposição acelerada, liberando nutrientes rapidamente, o que é útil para a ciclagem de nutrientes devido ao seu alto teor de nitrogênio (ABRANCHES et al., 2021; SILVA et al., 2021).

O peso seco de folha (PSF), de caule (PSC) e de parte aérea (PSPA) de calêndulas foram influenciadas pelo sistema de cultivo e pela pulverização do biofertilizante Vairo (Tabela 4). É possível observar que o uso do biofertilizante resultou em aumento significativo do PSF em todos os sistemas de cultivo. Já para o PSC e PSPA não houve efeitos significativos com a pulverização do biofertilizante. Entretanto, em relação aos sistemas de cultivo, o uso da crotalária e do milho resultaram em maiores ganhos de peso seco.

Tabela 4 - Peso seco de folha (PSF), de caule (PSC) e de parte aérea (PSPA) coletadas aos 120 dias após semeadura de plântulas de *Calendula officinalis* que foram submetidas à pulverização do biofertilizante Vairo e ao cultivo sucessivo de milho, crotalária, vegetação espontânea e sem cobertura do solo.

Sistema de cultivo	PSF (g)		PSC (g)		PSPA (g)	
	Sem Vairo	Com Vairo	Sem Vairo	Com Vairo	Sem Vairo	Com Vairo
Sem cobertura	7,62 Bb	7,77 Ba	5,54 Ba	6,24 Ba	13,16 Ba	14,01 Ba
Veg espontânea	9,67 Bb	9,86 Ba	6,69 Ba	7,57 Ba	16,36 Ba	16,20 Ba
Crotalária	13,89 Ab	20,45 Aa	15,32 Aa	21,45 Aa	29,21 Aa	41,90 Aa
Milho	15,09 Ab	17,20 Aa	11,99 Aa	17,98 Aa	27,08 Aa	35,18 Aa

\* Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna ou minúscula na linha pertencem a um mesmo grupo, de acordo com o critério de agrupamento de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

No PSF houve resposta positiva com o uso biofertilizante, sendo que a média geral de 11,57 g foi observada sem o uso do Vairo e de 13,82 g com Vairo. Apesar de pequeno, o ganho em massa foliar pode refletir em maior estímulo à produção de fotoassimilados e metabólicos secundários, confirmando o benefício agrônômico da combinação de adubação verde e o biofertilizante. Acredita-se que biofertilizante potencializou esse aumento ao melhorar a disponibilidade de nutrientes no solo. Marques et al. (2018) destacam a importância das práticas da agricultura orgânica e do revolvimento mínimo do solo para o cultivo e manejo sustentáveis de plantas medicinais. Vale a pena destacar ainda que, em solo descoberto, a eficiência do biofertilizante pode ser limitada. A ausência de cobertura expõe o solo às diversidades hídricas e térmicas, resultando em menor disponibilidade de água e nutrientes para o desenvolvimento foliar. O biofertilizante possibilitou um pequeno incremento, porém insuficiente para compensar as limitações do sistema sem cobertura e vegetação espontânea.

Os maiores valores de PSF, PSC e PSPA de calêndulas foram observados nos tratamentos que receberam o cultivo de crotalária e milho. Santos et al. (2017) reportam que solos com cobertura vegetal possuem maior taxa de infiltração de água do que o solo sem cobertura vegetal. A presença do sistema radicular estrutura do solo, evitando a sua compactação, e facilita a infiltração e acúmulo da água. A compactação altera uma série de fatores que afetam o crescimento de plantas, como aeração, retenção de água, resistência à

penetração das raízes, podendo, inclusive, aumentar a susceptibilidade à erosão do solo (SÁ, 2005).

De modo geral, a combinação do biofertilizante e os resíduos provenientes da crotalária e do milho resultaram no maior incremento de peso seco, tornando-se práticas recomendadas para sistemas agrícolas sustentáveis. Em relação à cobertura proveniente de resíduos da crotalária, o aumento do peso seco pode ter ocorrido devido também a maior oferta de nitrogênio. Essa espécie é uma leguminosa que fixa nitrogênio no solo, aumentando a disponibilidade desse nutriente para o metabolismo primário, especialmente na síntese de proteínas (TEODORO et al., 2018). A contribuição da crotalária para a fixação de nitrogênio no solo é um aspecto central de seu papel como planta de cobertura. Esta leguminosa apresenta uma simbiose única com bactérias do gênero *Rhizobium*, que habitam os nódulos presentes em suas raízes (LIU et al., 2011). Essa relação simbiótica permite que a crotalária capture o nitrogênio atmosférico e o converta em uma forma mais acessível para as plantas, como os nitratos e amônio. Esse processo de fixação de nitrogênio é fundamental para enriquecer o solo com esse nutriente essencial (Silva, 2014). Já para os resíduos provenientes do milho, além da estável cobertura que protege o solo contra erosão e auxilia na retenção de água, destaca-se pela sua capacidade de explorar camadas profundas do solo, recuperando assim, os nutrientes.

Os sistemas de cultivo também influenciaram o peso seco de capítulo (PSCa), de receptáculo (PSR) e de pétala (PSP) de calêndulas (Tabela 5). A pulverização do biofertilizante possibilitou aumento do PSCa nos tratamentos sem cobertura e vegetação espontâneas. Nesses ambientes, acredita-se que a adição do biofertilizante contribuiu ao fornecer um ambiente mais favorável à alocação dos nutrientes nos capítulos florais. Contudo, a maior pressão da matocompetição podem ter limitado maiores ganhos no tratamento vegetação espontânea como observados nos demais sistemas (sem cobertura, crotalária e milho).

Tabela 5 - Peso seco de capítulo (PSCa), de receptáculo (PSR) e de pétala (PSP) coletadas no período de 90 a 120 dias após semeadura de plântulas de *Calendula officinalis* que foram submetidas à pulverização do biofertilizante Vairo e ao cultivo sucessivo de milho, crotalária, vegetação espontânea e sem cobertura do solo.

Sistema de cultivo	PSCa (g)		PSR (g)		PSP (g)	
	Sem Vairo	Com Vairo	Sem Vairo	Com Vairo	Sem Vairo	Com Vairo
Sem cobertura	0,33 Cb	0,42 Aa	0,24 Ba	0,29 Ba	0,09 Bb	0,13 Aa
Vegetação espontânea	0,27 Db	0,37 Ba	0,19 Ca	0,25 Ca	0,07 Bb	0,12 Aa
Crotalária	0,47 Aa	0,43 Aa	0,32 Aa	0,31 Aa	0,15 Aa	0,12 Aa
Milho	0,39 Ba	0,37 Aa	0,27 Ba	0,27 Ba	0,12 Aa	0,10 Aa

\* Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna ou minúscula na linha pertencem a um mesmo grupo, de acordo com o critério de agrupamento de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Maiores médias de PSR foram observadas após o cultivo da crotalária, sem (0,32 g) e com Vairo (0,31 g). Já para a produção de pétalas (PSP), parte essencial para uso comercial, sem a pulverização do Vairo, os resíduos provenientes da crotalária e do milho resultaram em maiores médias. Por outro lado, todos os sistemas de cultivo que receberam a pulverização do biofertilizante apresentaram médias estatisticamente semelhante.

O tratamento vegetação espontânea não favoreceu o desenvolvimento floral de calêndulas. Essas plantas contribuíram ligeiramente com a proteção do solo e melhoria da estrutura superficial, entretanto, acredita-se que limitaram os recursos disponíveis para a calêndula. Segundo Moreira (2024), as plantas daninhas podem causar uma série de problemas ao competir com as plantas cultivadas por recursos essenciais, como água, luz, nutrientes do solo e espaço, reduzindo assim o rendimento das culturas. Além disso, algumas plantas daninhas podem abrigar pragas e doenças que prejudicam as plantas cultivadas.

Já o cultivo da crotalária possibilitou melhoria nas condições do solo, permitindo assim, maior desenvolvimento floral sem dependência de insumos externos. No peso seco das pétalas, acredita-se que a crotalária forneceu um ambiente favorável ao desenvolvimento de pétalas. De acordo com Rossi (2014), uma das principais vantagens da adubação verde é que ela ajuda a melhorar a qualidade do solo, sendo que, as plantas de cobertura fixam nitrogênio, o que aumenta a disponibilidade desse nutriente para as culturas subsequentes. Além disso, as raízes destas plantas ajudam a melhorar sua estrutura, aumentando a capacidade de retenção de água e reduzindo a erosão.

Os índices de clorofila *a* e total provenientes de folhas calêndulas não foram influenciadas pelos sistemas de cultivo e pela pulverização do biofertilizante Vairo (Tabela 6). Entretanto, observa-se aumento do índice de clorofila *b* após o cultivo de crotalária e pulverização do Vairo.

Tabela 6 - Clorofila *a* (Cla), Clorofila *b* (Clb) e Clorofila *total* (Clt) coletadas aos 120 dias após semeadura de plântulas de *Calendula officinalis* que foram submetidas à pulverização do biofertilizante Vairo e ao cultivo sucessivo de milho, crotalária, vegetação espontânea e sem cobertura do solo.

Sistema de cultivo	Cla (ICF)		Clb (ICF)		Clt (ICF)	
	Sem Vairo	Com Vairo	Sem Vairo	Com Vairo	Sem Vairo	Com Vairo
Sem cobert.	40,40 Aa	36,83 Aa	9,70 Aa	9,41 Ba	50,11Aa	46,24Aa
Veg. Esp.	37,74 Aa	38,72 Aa	10,41Aa	7,79 Bb	48,15 Aa	46,50 Aa
Crotalária	37,28 Aa	39,43 Aa	8,28 Ab	12,98Aa	45,56 Aa	52,41 Aa
Milho	40,56 Aa	38,86 Aa	10,38 Aa	9,50 Ba	50,94 Aa	48,36 Aa

\* Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna ou minúscula na linha pertencem a um mesmo grupo, de acordo com o critério de agrupamento de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

ICF- Índice de clorofila Falker®

Os pigmentos clorofilianos são essenciais para a fotossíntese, pois capturam a energia da luz solar e a convertem em energia química (ATP). A clorofila *b* é um pigmento fotossintético complementar, menos abundante, que captura comprimentos de onda da luz que a clorofila *a* não absorve eficientemente (LOCARNO, FOCHI e PAIVA, 2011). O uso combinado de crotalária e biofertilizante, ao disponibilizar mais nutrientes no sistema, pode ter estimulado a produção de clorofila *b*. Com mais clorofila *b*, a planta se torna mais eficiente na absorção de luz, resultando em maior taxa de fotossíntese e, conseqüentemente, em crescimento mais vigoroso conforme já relatado. Segundo Marengo e Lopes (2007), existe uma alta correlação entre os pigmentos fotossintéticos e as concentrações de N e Mg foliar, sendo que as clorofilas são moléculas formadas por complexos derivados da porfirina, tendo como átomo central o magnésio, ligado a quatro outros de nitrogênio.

Segundo Siefermann-Harms (1985), os pigmentos envolvidos na fotossíntese são as clorofilas *a* e *b*, os carotenoides e as ficobilinas (em algas). A clorofila *b*, os carotenoides e as ficobilinas constituem os chamados pigmentos acessórios. A energia absorvida pelos pigmentos é transferida para os sítios bem definidos, localizados sobre as membranas tilacóide, os chamados centros de reação. Há dois centros de reação, um absorvendo em 680 nm, e outro em 700 nm, os quais interagem entre si através de transportadores de elétrons. É a partir da molécula de clorofila que absorve em 680 nm, que os elétrons oriundos da água são transferidos para a cadeia transportadora de elétrons da fotossíntese.

### **3.2 Influência da adubação verde associada com biofertilizante na produção de flavonoides totais em flores de calêndulas**

Os teores de flavonoides totais coletadas de flores de calêndulas foram influenciados pelo sistema de cultivo e pela pulverização do biofertilizante Vairo (Tabela 7). É possível verificar que, sem a utilização do Vairo, o maior teor (0,510%) foi alcançado em áreas que possuíam vegetação espontânea e o menor teor (0,434%) em milho. Em contrapartida, ao pulverizar o biofertilizante, o maior teor (0,534%) foi observado nas áreas com milho e o menor teor (0,441%) com crotalária.

**Tabela 7** - Teores de flavonoides totais coletados de flores de *Calendula officinalis* submetidas à pulverização do biofertilizante Vairo e ao cultivo sucessivo de milho, crotalária, vegetação espontânea e sem cobertura de solo.

Sistema de cultivo	Flavonoides totais (% p/p)	
	Sem Vairo	Com Vairo
Sem cobertura	0,473 ±0,013 Ba	0,502 ±0,028 Ba
Veg. Esp.	0,510 ±0,021 Aa	0,476 ±0,017 Cb
Crotalária	0,479 ±0,009 Ba	0,441 ±0,006 Db
Milho	0,434 ±0,025 Cb	0,539 ±0,005 Aa

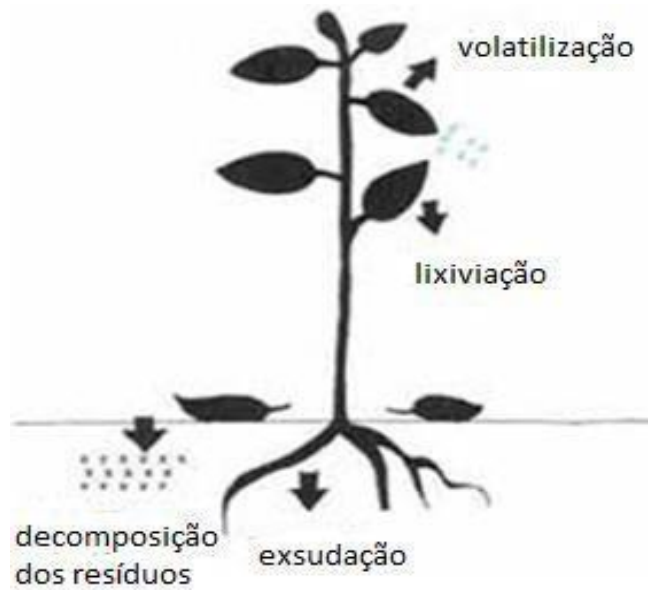
\*Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna ou minúscula na linha pertencem a um mesmo grupo, de acordo com o critério de agrupamento de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. Porcentagem de flavonoides totais, expressos quercetina anidra (% p/p).

Apesar do pequeno acréscimo no teor de flavonoides observado na ausência do Vairo e vegetação espontânea, acredita-se que essas áreas promoveram um ambiente estressante para o cultivo das calêndulas, justificando assim, esse aumento no teor de flavonoides. A deficiência ou excesso de nutrientes, faz com que as plantas apresentem alterações no crescimento, nos constituintes dos tecidos, produzindo compostos de defesa e alterando a resistência da planta às pragas e doenças (WEINMANN; BRADÁČOVÁ; NIKOLIC, 2023). As concentrações de metabólitos secundários, como os compostos fenólicos (Sampaio et al., 2011) e os terpenos (Selmar e Kleinwächter, 2013) aumentam em plantas sob condições de estresse.

Relações de interferência entre espécies ativam os mecanismos de defesa nas plantas, alterando dessa forma, o metabolismo secundário (Figura 3). O que pode acontecer é o aumento da produção de aleloquímicos, que são metabólitos secundários produzidos e liberados no ambiente pelas plantas, que afetam o crescimento e desenvolvimento das plantas receptoras e são liberados no ambiente pela decomposição da matéria orgânica, exsudação radicular ou por substâncias voláteis no ar (SHAH et al., 2016).

No caso da volatilização, os compostos voláteis são dissipados das flores, folhas, caules e/ou raízes e então, podem ser absorvidos por outras plantas que estão em torno. Na lixiviação, aquelas substâncias que são solúveis em água, são lixiviadas pelo orvalho ou pela chuva, da parte aérea da planta, das raízes ou, mesmo, dos resíduos vegetais que estão em processo de decomposição para o solo. Havendo a exsudação radicular os aleloquímicos são liberados na rizosfera, atuando nas interações entre plantas e na ação de microrganismos. E na qual ocorre a liberação de compostos através da decomposição, promovendo a ação dos microrganismos, direta ou indiretamente (ALIZADEH, 2011; ZENG, 2014; JABRAN et al., 2015).

Figura 3: Vias de liberação dos agentes alelopáticos.



Fonte: Sanchez (2002)

Dentre os metabólitos secundários, destacam-se os compostos fenólicos, flavonoides e taninos que são os agentes mais comumente associados com o efeito alelopático (TAIZ; ZEIGER, 2013). Estas substâncias são de baixo peso molecular e são considerados de máximo interesse por se encontrarem ligados à maior parte de fenômenos biológicos, botânicos e taxonômicos (EVARISTO; LEITÃO, 2001). Esses compostos apresentam funções, na qual se destaca: inibidores de crescimento, atração de polinizadores, defesas das plantas, proteção contra a radiação ultravioleta e também apresentam mecanismos de proteção ao estresse ambiental (CARMO; BORGES; TAKAKI, 2007; RIGON et al., 2013).

Vários flavonoides encontrados, por exemplo, nas espécies de *Hypericum sp*, como quercetina, isoquercitrina, rutina, entre outros, são discutidos pelo seu efeito sobre o crescimento de plantas (BUER; IMIN; DJORDJEVIC, 2010). Segundo Franco et al. (2016), foi identificado a presença dos flavonoides (kaempferol e quercetina), no extrato de *Copaifera langsdorffii* (Fabaceae), e houve uma redução da germinação e do crescimento de plântulas de *Sorghum bicolor*, quando submetidas ao extrato contendo esses compostos. Flavonoides (rutina e quercetina) e ácidos fenólicos (ácido clorogênico e ácido cafeico) foram encontrados por Golisy et al. (2007), na espécie *Fagopyrum esculentum* (Polygonaceae), causando efeito alelopático em *L. sativa*, sendo a rutina a principal responsável pela inibição de crescimento das plântulas.

Alguns modelos buscam mostrar mecanismos para o comportamento vegetal relacionado à síntese, armazenamento e degradação de metabólitos secundários. Um desses modelos, “*Protein Competition Model*” associa o incremento de nutrientes ao solo, como por exemplo, a adubação orgânica, à maior síntese proteica, com aumento da produção de biomassa, em detrimento de outras vias metabólicas secundárias, com consequente decréscimo da síntese de metabólitos fenólicos. Por outro lado, este mesmo modelo propõe que, em um solo com baixos recursos nutricionais e com aumento de intensidade luminosa sobre o vegetal, haveria indução da ação da enzima fenilalanina amônia-liase, promovendo produção e acúmulo de compostos fenólicos, inclusive os flavonoides, em detrimento da maior síntese proteica, o que levaria na queda da produção de biomassa (JONES, 1999).

Segundo Borella et al (2019), a adubação orgânica e luminosidade influenciaram na produtividade e no teor de flavonoides em *Bidens pilosa* sp, mostrando que em baixa disponibilidade de nutrientes e com uma maior exposição solar induziu a síntese dos flavonoides.

O biofertilizante Vairo impactou de maneira distinta os sistemas de cultivo. Em sistemas de baixa complexidade biológica, como milho, a aplicação do biofertilizante foi benéfica, aumentando o teor de flavonoides. O milho melhora a estruturação do solo e reduz a compactação, criando condições mais favoráveis para o crescimento radicular e a absorção de nutrientes. A aplicação do biofertilizante potencializou esses efeitos, levando ao maior teor de flavonoides em todas as condições. Isso sugere que o sistema de milho combinado com o biofertilizante Vairo pode criar um ambiente ideal para a síntese de flavonoides em calêndulas.

Já em sistemas mais diversificados, como vegetação espontânea e crotalária, o Vairo não apresentou benefícios claros e, nesses casos, com menor produção de flavonoides, possivelmente por desbalancear os ciclos naturais do solo. Como já destacado, o cultivo das calêndulas em áreas que se tinham crotalária e Vairo apresentaram menores teores de flavonoides totais. A crotalária, como leguminosa fixadora de nitrogênio, aumenta a disponibilidade de nitrogênio no solo. Contudo, o excesso de nitrogênio também pode desviar recursos da planta para o crescimento vegetativo em detrimento da produção de metabólitos secundários, como os flavonoides. A aplicação do biofertilizante Vairo acentuou esse efeito, reduzindo ainda mais o teor de flavonoides na condição com Vairo, provavelmente devido à interação entre o nitrogênio já fornecido pela crotalária e os nutrientes adicionais do biofertilizante. O excesso de nitrogênio, seja por fertilizantes químicos ou orgânicos, pode reduzir a síntese de flavonoides, pois a planta prioriza a alocação de recursos para o crescimento

vegetativo em vez do metabolismo secundário. Na agricultura, a adição de nutrientes, particularmente nitrogênio, é geralmente empregada para aumentar a produção de biomassa.

Os nutrientes afetam não somente o metabolismo primário, mas também influenciam a produção de diferentes metabólitos secundários, e o impacto de mudanças em sua disponibilidade na produção de metabólitos secundários (GERSHENZON, 1984). Um estudo de Silva et al. (2021) mostrou que biofertilizantes ricos em micronutrientes e compostos orgânicos promovem melhorias no metabolismo secundário de plantas cultivadas em solos de baixa qualidade, especialmente ao aumentar a absorção de nutrientes essenciais para a síntese de flavonoides.

#### 4 CONCLUSÕES

O crescimento e a produção de flavonoides em flores de calêndulas são influenciados pelo cultivo em sucessão de adubos verdes e pulverização do biofertilizante Vairo. O pré-cultivo com crotalária ou milheto, independente do uso do biofertilizante Vairo, possibilita ganhos no crescimento de plantas de calêndulas. Restos culturais do milheto associados com a aplicação do biofertilizante Vairo aumenta o teor de flavonoides em flores de calêndulas. Portanto, o uso combinado de adubos verdes e biofertilizantes pode ser uma prática promissora para o cultivo sustentável de calêndulas, contribuindo tanto para o desempenho agrônômico quanto para a qualidade do produto final.

#### REFERÊNCIAS

- ABDELWAHAB, S.I., TAHA, M.M.E, TAHA, S.M.E, ALSAYEGH, A.A. Cinquenta anos de pesquisa global em *Calendula officinalis* L. (1971– 2021): Um estudo bibliométrico. **Medicina Clínica Complementar e Farmacologia**, v. 2, n. 4, pág. 100059, 2022.
- ABRANCHES, M. O.; SILVA, G. A. M.; SANTOS, L. C.; PEREIRA, L. F.; FREI-TAS, G. B. Contribuição da adubação verde nas características químicas, físicas e biológicas do solo e sua influência na nutrição de hortaliças. **Research, Society and Development**, Itabira -MG, v. 10, n. 7, p. 1 –17, 2021.
- AGUIAR, A. A. S., MATIAS, S. S. R., SOUZA, R. R., SILVA, R. L. & NOBREGA, J. C. A. Desenvolvimento do milheto sob adubação orgânica no município de Corrente – PI. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7 n. 4, p. 90-96, 2012.
- ALCÂNTARA F.A.D., FURTINI NETO, A. E., PAULA, M. B. D., MESQUITA, H. A. D., MUNIZ, J. A. Adubação verde na recuperação da fertilidade de um Latossolo Vermelho-Escuro degradado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** v.35: p.277-288, 2000.

ALGERI, A.; VILAR, C. C.; USHIWATA, S. Y.; REIS, R. G. E. Produção de biomassa e cobertura do solo por milho, braquiária e crotalária cultivados em cultura pura e consorciados. **Revista Global Science and Technology**, v. 11, n. 2, p. 112-125, 2018.

ALIZADEH, O. Exploitation of allelopathy in agriculture. **Advances in Environmental Biology**, v. 5, n. 7, p. 1559-1562, 2011.

ALMEIDA, S. V. DE. Desempenho operacional de transplante manual e mecanizado da cultura da alface. 69 p, 2016.

BARMAN, M.; PAUL, S.; CHOUDHURY, A. G.; ROY, P.; SEN, J. Biofertilizer as Prospective Input for Sustainable Agriculture in India. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, v. 6, n. 11, p. 1.177-1.186, 2017.

BLANK, A.F., ARRIGONI-BLANK, M. D. F., AMANCIO, V. F. Densidades de plantio e doses de biofertilizante na produção de capim-limão. **Horticultura Brasileira**, v. 25, p. 343-349, 2007.

BILIA, A.R.; BERGONZI, M.C.; GALLORI, S.; MAZZI, G.; VINCIERI, F.F. Stability of the constituents of calendula, milk-thistle and passionflower tinctures by LC-DAD and LC-MS. **Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis**. v.30, p. 613-624, 2002.

BORGES, T. M. Produção e uso de biofertilizantes em sistemas de produção de bovinos. 2022. Disponível em: <https://repositorio.pucgoias.edu.br/jspui/handle/123456789/4081>. Acesso em 23 dez. 2023.

BORELLA, J. C., BORELLA, P. H., GASTALDI, M. D., & MIRANDA, C. E. S. *Bidens pilosa*-picão preto: influência da adubação orgânica e da luminosidade na produtividade e no teor de flavonoides. **Revista Fitos**, v. 13, n. 4, p. 261-269, 2019.

BRASIL. RENISUS – Relação Nacional de Plantas Medicinais de Interesse ao SUS. Secretaria de Vigilância em Saúde, Ministério da Saúde. 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Normas climatológicas de 1961-1990 Brasília, 1992. 84p.

BUER, C.S.; IMIN, N.; DJORDJEVIC, M.A. Flavonoids: new roles for old molecules. **Journal of Integrative Plant Biology**, v. 53, p. 98–111, 2010.

CARMO F.M.S.; BORGES L.E.E.; TAKAKI, M. Alelopatia de extratos aquosos de canela-sassafrás (*Ocotea odorifera* (Vell.) Rohwer). **Acta Botanica Brasileira**. v. 21, n. 3, p. 697-705, 2007.

CAZETTA, D. A. C.; FORNASIERI FILHO, D.; GIROTTO, F. Composição, produção de matéria seca e cobertura do solo em cultivo exclusivo e consorciado de milho e crotalária. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.27, n.4, p.575-580, 2005.

DE ASSIS, R. M. A., DA CUNHA HONORATO, A., DOS SANTOS, J. P., DE ANDRADE, L. I. F., LEITE, J. J. F., MIRANDA, T. F., PINTO, J. E. B. P. Foliar application of plant growth regulators increases the production of biomass, content, yield and chemical constituents of *Origanum vulgare* L. essential oil. **Scientia Plena**, v. 20, n. 7, 2024.

EVARISTO, I.M.; LEITÃO, M.C. Identificação e Quantificação por DAD-HPLC, da fração fenólica contida em folhas de *Quercus suber* L. **Lusitana**. v. 9, n. 2, p. 135-141, 2001.

FRANCO, D.M. et al. Seasonal variation in allelopathic potential of the leaves of *Copaifera langsdorffii* Desf. **Acta Botanica Brasilica**, v. 30, p.157-165, 2016.

GARRIDO, E. C.; ROCHA, Â. M.; SANTOS, D. A.; VICENTE-GOMILA, J. M.; SILVA, M. S. **Tecnologias para a produção de biofertilizantes: tendências e oportunidades para o planejamento energético diante das mudanças nos cenários nacional e internacional**. 2018.

GAZIM, Z.C, Rezende C.M, Fraga S.R, Svidzinski T.I.E, Cortez D.A.G. Antifungal activity of the essential oil from *Calendula officinalis* L. (Asteraceae) growing in Brazil. **Brazilian J Microbiol**, 2008.

GERSHENZON, J. Alterações nos níveis de metabólitos secundários de plantas sob estresse hídrico e nutricional. Em: **Adaptações fitoquímicas ao estresse**. Boston, MA: Springer US, p. 273-320. 1984.

GOMES, W., LINK, C., DE SOUZA, J., MOTTA, C. A. O., PEIXOTO, J. A., REIS, B. P. Benefícios Da Biodigestão: Uma Técnica Sustentável. **IX Simpósio Internacional de Qualidade Ambiental**. Porto Alegre, 2014.

GOLISY, A.; LATA, B.; GAWRONSKI, S.; FUJII, Y. Specific and total activities of the allelochemicals identified in buckwheat. **Weed Biology and Management**, v. 7, p. 164–171, 2007.

HASENCLEVER, L., PARANHOS, J., COSTA, C. R., CUNHA, G., VIEIRA, D. A indústria de fitoterápicos brasileira: desafios e oportunidades. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 22, n. 8, p. 2559-2569, 2017.

HEITOR, L. C. Crescimento, nutrição e flavonoides totais em *Calendula officinalis* L. em resposta a inoculação com micorrizas arbusculares e doses de fósforo. **Dissertação** (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacases, RJ, 2013.

HENDGES, J. A. D. R., DA SILVA, A. R. B., RIBON, A. A., FERNANDES, K. L., HERMÓGENES, V. T. L. Efeito da adubação verde nas propriedades químicas de um neossolo quartzarênico distrófico. **Global Science and Technology** v.8: p.9-18, 2015.

HONORATO, A., MACIEL, J. F. A., DE ASSIS, R. M. A., NOHARA, G. A., DE CARVALHO, A. A., PINTO, J. E. B. P., & BERTOLUCCI, S. K. V. Combining green manure and cattle manure to improve biomass, essential oil, and thymol production in *Thymus vulgaris* L. **Industrial Crops and Products**, v.187, p.115-469, 2022.

JABRAN, K. et al. Allelopathy for weed control in agricultural systems. **Crop Protection**, v. 72, p. 57-65, 2015.

- JARIĆ, S., KOSTIĆ, O., MATARUGA, Z., PAVLOVIĆ, D., PAVLOVIĆ, M., MITROVIĆ, M., PAVLOVIĆ, P. Traditional wound-healing plants used in the Balkan region (Southeast Europe). **Journal Of Ethnopharmacology**. Belgrade, p. 311-328. set. 2018.
- JAVANMARD, A., AMANI MACHIANI, M., HAGHANINIA, M., PISTELLI, L., NAJAR, B. Effects of Green Manures (in the Form of Monoculture and Intercropping), Biofertilizer and Organic Manure on the Productivity and Phytochemical Properties of Peppermint (*Mentha piperita* L.). **Plants**, n. 11(21), Article 2941, 2022.  
<https://doi.org/10.3390/plants11212941>
- JONES, C.G., HARTLEY, S.E. A protein competition model phenolic allocation. **Oikos**. p.86: 27-44, 1999. ISSN 0030-1299. [CrossRef].
- KHALID, A.K., TEIXEIRA DA SILVA, J.A. Biology of *Calendula officinalis* Linn. Focus on Pharmacology, Biological Activities and Agronomic Pratics. **Global Scientia Books**, 2012.
- LEITE, M.F.A, PAN, Y., BLOEM, J., BERGE, H. T., & KURAMAE, E. E Organic nitrogen rearranges both structure and activity of the soil-borne microbial seedbank. **Scientific Reports**, v. 7, n. 1, p. 42634, 2017.
- LIMA, J. S. Avaliação econômica das práticas agrícolas: um estudo comparativo de custos na agricultura regenerativa e tradicional no cerrado. 2023. **Dissertação** (Mestrado em Ciências Agrárias - Agronomia) - Instituto Federal Goiano, Rio Verde, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ifgoiano.edu.br/handle/prefix/4307>. Acesso em: 01 jun. 2024.
- LIU, Y., WU, L., BADDELEY, J. A., WATSON, C. A. Models of biological nitrogen fixation of legumes. **Sustainable Agriculture**, v. 2, p. 883-905, 2011.
- LOCARNO, M., FOCHI, C. G., PAIVA, P. D. D. O. Influence of silicate fertilization on chlorophylls of rose leaves. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, p. 287-290, 2011.
- MARENCO, R. A.; LOPES, N. F. **Fisiologia vegetal: fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral**. 2 ed. Viçosa: Editora UFV, 469 p. 2007.
- MARQUES, C.T., GAMA, E. V. S., DA SILVA, F., TELES, S., CAIAFA, A. N., & LUCCHESI, A. M. Melhoramento da biomassa e produção de óleo essencial de *Lippia alba* (Mill) NE Brown com adubos verdes em sucessão. **Industrial Crops and Products**, v. 112, p. 113-118, 2018.
- MARINI, J.A. Carbono no solo: práticas agrícolas para sequestro e mitigação. 2024.
- MEDEIROS, W.N.; MELO, C.A.D.; TIBURCIO, R.A.S.; SILVA, G.S.; MACHADO, A.F.L.; SANTOS, L.D.T.; FERREIRA, F.A. Crescimento inicial e concentração de nutrientes em clones de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* sob interferência de plantas daninhas. **Ciência Florestal**, v.26, n.1, p.147- 157, 2016.
- MISHRA, A.K., MISHRA, A., & CHATTOPADHYAY, P. Screening of acute and sub-chronic dermal toxicity of *Calendula officinalis* L essential oil. **Regulatory toxicology and pharmacology**. v. 98, p. 184-189, 2018.
- MOREIRA, A.; SALVADOR, J.O.; MORAES, L.A.C. **Manual prático de agronomia**. 2024.

NASCIMENTO, J. S., VIEIRA, M. D. C., ZÁRATE, N. A. H., GOELZER, A., SILVA, O. B. D., & SANTOS, C. C. Growth of *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg, native to Brazilian Cerrado, with green manure in agroecological system contributes to the preservation of the species. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 44, p. e-084, 2022 <https://doi.org/10.1590/0100-29452022084>

PANCHE, A. N.; DIWAN, A. D.; CHANDRA, S. R. Flavonoids: an overview. **Journal of nutritional science**, v. 5, 2016.

PÉREZ, L. A. A.; ÁNGEL, D. N.; PÉREZ, M. R. V.; MARTÍNEZ, D. L. O.; VICTORIA, D. E.; MARTINEZ, A. R.; SÃO JOSÉ, A. R. Suppression Effects on Pineapple Soil-Borne Pathogens by *Crotalaria juncea*, Dolomitic Lime and Plastic Mulch Cover on MD-2 **Hybrid Cultivar**. Vol. 90, Ediç. 4, p. 1205-1216, 2021. DOI:10.32604/phyton.2021.015109.

RAMPIM, L., POTT, C. A., VOLANIN, A. J. D., SPLIETHOFF, J., CAMILO, E. L., CAMILO, M. L., NETO, E. G. Influence of mechanical management and green manure on physical attributes of Oxisol. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 5, p. e173953258, 2020.

RIGON, C.A.G.; SALAMONI, A.T., CUTTI, L.; AGUIAR, A.C.M. Potencial alelopático de extratos de mamoneira sobre a germinação e crescimento de azevém. **Revista Tecnologia e Ciência Agropecuária**, v. 7, n. 2, p. 1-7, 2013.

RODRIGUES, P.O., CITADIN GONÇALVES, T., BARROS DA SILVA, W. Influência de diferentes sistemas de solventes no processo de extração de *Calendula officinalis* L. (Asteraceae). **Acta Farmaceutica Bonaerense**, v.23, n.1, p.27-31, 2004.

RODRIGUES, S. L., MARTINS, L. D. V., BANTIM FELICIO CALOU, I., MEIRELES DE DEUS, M. D. S., FERREIRA, P. M. P., & PERON, A. P. Flavonóides: constituição química, ações medicinais e potencial tóxico. Flavonoids: Chemical composition, medical actions and toxicity **Acta Toxicol. Argent.** v.23, p.36-43; 2015. Disponível em: <http://www.google.com.br/>.

ROSSI, F., CARLOS, J.A.D. Histórico da adubação verde no Brasil. Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática. Tradução. Brasília: **Embrapa**, v. 1. 2014.

SÁ, M. A. C., JUNIOR, J. D. G. S. Compactação do solo: consequências para o crescimento vegetal. Planaltina, DF: **Embrapa Cerrados**, 24p. 2005.

SÁNCHEZ, D. C. **Optimización de bioensayos alelopáticos: aplicación en la búsqueda de herbicidas naturales**. 525 p. Tese (Doutorado em Ciências Químicas) - Universidad de Cádiz, Porto Real, 2002.

SAMPAIO, B.L.; BARA, M.T.F.; FERRI, P.H.; SANTOS, S.C.; PAULA, J.R. Influence of environmental factors on the concentration of phenolic compounds in leaves of *Lafoensia pacari*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.21, n.6, p.1127-1137, 2011.

SANTOS, M.F., MENDONÇA, M. D. C., CARVALHO FILHO, J. L. S. D., DANTAS, I. B., SILVA-MANN, R., & BLANK, A. F. Esterco bovino e biofertilizante no cultivo de erva-cidreira-verdadeira (*Melissa officinalis* L.). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.11, n.4, p.355-359, 2009.

SHAH, A.N. et al. Allelopathic potential of oil seed crops in production of crops: a review. **Environmental Science and Pollution Research International**, v. 23, n.15, p.14854-14867, 2016.

SELMAR, D.; KLEINWÄCHTER, M. Influencing the product quality by deliberately applying drought stress during the cultivation of medicinal plants. **Industrial Crops and Products**, v.42, n.1, p.558- 566, 2013.

SHAHANE, K., KSHIRSAGAR, M., TAMBE, S., JAIN, D., ROUT, S., FERREIRA, M. K. M., LIMA, R. R. An updated review on the multifaceted therapeutic potential of *Calendula officinalis* L. **Pharmaceuticals**, v. 16, n. 4, p. 611, 2023.

SIEFERMANN-HARMS, D. Carotenoids in photosynthesis. I. Location in photosynthetic membranes and light-harvesting function. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Reviews on Bioenergetics* 1985, 811, 325. [CrossRef]

SILVA, A.F.; PINTO, J. M.; FRANÇA, C. R. R. S.; FERNANDES, S. C.; GOMES, T.C. A.; SILVA, M.S. L. dá; MATOS, A. N. B.; Preparo e Uso de Biofertilizantes Líquidos. **Comunicado Técnico**, 130. Embrapa Semi-Árido. Petrolina, PE. 2007.

SILVA, I. A. S.; SILVA, J. C. B.; SILVA, K. A. Estudo da desertificação em Gilbués – Piauí: Caracterização física, variabilidade climática e impactos ambientais. **Revista de Geografia**, Recife, v. 28, n. 2, p. 95-108, 2011.

SILVA, E.C.D., AMBROSANO, E. J., SCIVITTARO, W. B., MURAOKA, T., BUZETTI, S., & CARVALHO, A. Adubação verde como fonte de nutrientes às culturas. **Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática**, Brasília: EMBRAPA, 2014.

SILVA, M. E., SILVA MUNIZ, M. D. F., BATISTA DA SILVA, A., MOURA FILHO, G., DA SILVA ROCHA, F., DANTAS LIRA, A., BRITO SILVA, M. Sucessão de cultivos no manejo da casca preta do inhame em campo. **NEMATROPICA**, v. 44, n. 1, p. 57–63. 2014.

Disponível em:

<https://www.repositorio.ufal.br/bitstream/riufal/3305/3/Manejo%20da%20casca-preta-do-inhame%20com%20produtos%20vegetais%20e%20bionematicida.pdf>

SILVA, D. F.; GARCIA, P. H. M.; SANTOS, G. C. L.; FARIAS, I. M. S. C.; PÁ-DUA, G. V. G.; PEREIRA, P. H. B.; SILVA, F. E.; BATISTA, R. F.; GONZAGA NETO, S.; CABRAL, A. M. D. Características morfológicas, melhoramento ge-nético e densidade de plantio das culturas do sorgo e do milho: uma revisão. **Research, Society and Development**, Itabira - MG, v. 10, n. 3, p. 1 –9, 2021

SOUZA, L.A.G. **Guia da biodiversidade de fabaceae do Alto Rio Negro**, 2012.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 5.ed. Porto Alegre: **Artmed**. 954p. 2013.

TEODORO, R. B. Plantas de cobertura no semiárido brasileiro: Efeitos sobre a ciclagem de nutrientes e a produção de matéria seca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 53, n. 9, p. 1099-1107, 2018. DOI: 10.1590/S0100- 204X2018000900007.

TRIVETI, P; SINGH, K; PANKAJ, U; VERMA, S. K.; VERMA, R. K; & PATRA, D. D. Effect of organic amendments and microbial application on sodic soil properties and growth of an aromatic crop. **Ecological Engineering**, v.102, p. 127-136, 2017.

WEINMANN, M.; BRADÁČOVÁ, K.; NIKOLIC, M. Relação entre nutrição mineral, doenças de plantas e pragas. In: Nutrição Mineral de Plantas de Marschner. **Imprensa Acadêmica**, p. 445-476, 2023.

ZENG, R.S. Allelopathy - The Solution is Indirect. **Journal Chemical Ecology**, n. 40, p. 515–516, 2014.