

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS

CARLA BETRIZ SILVA

**COMPOSTAGEM UTILIZANDO O TABACO DO CIGARRO APREENDIDO
PELA RECEITA FEDERAL**

ALFENAS/MG

2024

CARLA BEATRIZ SILVA

**COMPOSTAGEM UTILIZANDO O TABACO DO CIGARRO APREENDIDO
PELA RECEITA FEDERAL**

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais no Programa de Pós-Graduação Ciências Ambientais pela Universidade Federal de Alfenas.

Área de concentração: Ciências Ambientais

Orientador: Prof. Dr. Breno Régis Santos
Coorientador: Prof. Dr. Marcelo Bregagnoli

ALFENAS/MG

2024

Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal de Alfenas
Biblioteca Central

Silva, Carla Beatriz .

Compostagem utilizando o tabaco de cigarro contrabandeado
apreendido pela Receita Federal / Carla Beatriz Silva. - Alfenas, MG, 2024.
94 f. : il. -

Orientador(a): Breno Régis Santos.

Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade Federal
de Alfenas, Alfenas, MG, 2024.

Bibliografia.

1. Fitotoxidade. 2. Nicotina. 3. Manejo Ambiental. 4. Reciclagem. I.
Santos, Breno Régis, orient. II. Título.

Ficha gerada automaticamente com dados fornecidos pelo autor.

CARLA BEATRIZ SILVA

**COMPOSTAGEM UTILIZANDO O TABACO DO CIGARRO APREENDIDO
PELA RECEITA FEDERAL**

O presidente da banca examinadora abaixo assina a aprovação da Dissertação apresentada como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais no Programa de Pós-Graduação Ciências Ambientais pela Universidade Federal de Alfenas.

Área de concentração: Ciências Ambientais

Aprovada em: 08/03/2024

Prof. Dr. Breno Régis Santos
Universidade Federal de Alfenas - UNIFAL

Prof^a. Dr. Antonio Rodrigues da Cunha Neto
Universidade Federal de Alfenas - UNIFAL

Prof^a. Dr^a. Daniele Maria Marques
Universidade Federal de Alfenas - UNIFAL



Documento assinado eletronicamente por **Breno Régis Santos, Professor do Magistério Superior**, em 08/03/2024, às 15:19, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#)



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.unifal-mg.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1189462** e o código CRC **A0282CCF**.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Prof. Dr. Breno Régis Santos pela disponibilidade sempre que precisei, atenção e pelo auxílio em todos os momentos. Agradeço pela disponibilidade e disposição em ajudar por todo período do mestrado.

Ao Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia pela disponibilização das infraestruturas para a realização da pesquisa.

A Receita Federal do Brasil pelo fornecimento dos cigarros contrabandeados para a realização do projeto.

Agradeço ao meu grande amigo Generci Dias Lopes, pela ajuda técnica desde o início do projeto em todos os detalhes. As informações e sugestões foram essenciais no desenvolvimento do projeto.

Ao meu esposo e ao meu filho, Adonis Martins Junior e Victor Miguel Martins , que representam o mais puro sinônimo de amor em minha vida.

A minha família que sempre me apoia na realização de meus sonhos. Em vocês me inspiro todos os dias.

Ao meu colega de mestrado, Nathan Almeida Amâncio, por toda a ajuda.

Agradeço ao Laboratório de Análise Química da Cooxupé, em especial ao Márcio que tanto auxiliou na realização das análises químicas do projeto.

Ao meu amigo Antonio Rodrigues, agradeço por toda ajuda.

Ao grupo de estudos Gegam, do IFSULDEMINAS – Muzambinho, por me proporcionar grandes amigos e muitos conhecimentos.

Ao Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais – PPGCA da Universidade Federal de Alfenas, professores, secretárias e coordenação.

Agradeço, sobretudo a Deus, por me proporcionar a realização do mestrado.

A todos que diretamente ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

Agradeço ao Cláudio e ao Gentil pela disponibilização do espaço para a realização da pesquisa e por toda auxílio que me proporcionaram

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de financiamento 001.

“Eu sou o que me cerca. Se eu não preservar o
que me cerca, eu não me preservo.”

José Ortega y Gasset

RESUMO

A compostagem com o tabaco de cigarro apreendido pela Receita Federal traz inúmeros benefícios à população, pois, ao invés desse material ser depositado em aterros sanitários ou ser incinerado ela se torna o sistema de disposição final deste resíduo sólido sem prejudicar o meio ambiente, já que, o próprio tabaco é utilizado como matéria prima para o composto, voltando ao solo em forma de adubo rico em nutrientes, que a sua vez ajuda na produção de alimentos. Observou-se que o composto alcançou sua maturidade em um período de 90 dias. Enfatiza-se a compostagem como alternativa viável para tratar resíduos de tabaco, destacando a aceleração da degradação da nicotina nesse processo. Além disso, destaca-se a importância da qualidade do composto para seu uso agrônomico e ressalta a relevância da compostagem na eliminação de resíduos sólidos orgânicos. O estudo também explora a fitotoxicidade do composto em diferentes estágios e aborda as características da aveia como cultura versátil e sua importância na sustentabilidade agrícola no Brasil. O objetivo deste trabalho foi avaliar o processo de compostagem de resíduos de tabaco proveniente de cigarros apreendidos pela Receita Federal misturados ao solo. Nas análises químicas, obteve-se que as concentrações estão de acordo com as legislações Ministério da Agricultura e Abastecimento - MAPA (2014) para composto orgânico. Assim, concluiu-se que a proposta de tratamento dos resíduos estudados por meio das diferentes dosagens de tabaco de cigarro atingiu a qualidade esperada, com formação de composto humificado e sem a presença de contaminantes, demonstrando então eficiência.

Palavras-chaves: Resíduos; Meio Ambiente; Composto orgânico e Composto humificado.

ABSTRACT

Composting with cigarette tobacco seized by the Federal Revenue brings numerous benefits to the population. Instead of being deposited in landfills or incinerated, this material becomes the final disposal system for solid waste without harming the environment. The tobacco itself is used as raw material for the compost, returning to the soil as nutrient-rich fertilizer, aiding in food production. It was observed that the compost reached maturity in a period of 90 days. Composting is emphasized as a viable alternative to treat tobacco waste, highlighting the acceleration of nicotine degradation in this process. Additionally, the importance of compost quality for agronomic use is emphasized, and the relevance of composting in eliminating organic solid waste is highlighted. The study also explores the phytotoxicity of the compost at different stages and discusses the characteristics of oats as a versatile crop and its importance in agricultural sustainability in Brazil. The objective of this work was to evaluate the composting process of tobacco waste from seized cigarettes mixed with soil. Chemical analyses showed that the concentrations comply with the regulations of the Ministry of Agriculture and Supply - MAPA (2014) for organic compost. Thus, it was concluded that the proposed treatment of the studied waste through different doses of cigarette tobacco achieved the expected quality, resulting in humified compost without the presence of contaminants, demonstrating efficiency.

Keywords: Waste; Environment; Organic compost; Humified compost.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 – Estrutura molecular da nicotina | 18 |
|--|----|

Artigo I

| | |
|---|----|
| Figura 1 – Tabaco bruto..... | 23 |
| Figura 2 – Distribuição dos montes de composto no barracão do setor de zootecnia dois, localizado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais - Campus Muzambinho | 24 |
| Figura 3 – Revolvimento do composto | 25 |
| Figura 4 – Amostras preparadas para análises químicas | 25 |
| Figura 5 – Execução do teste rápido para verificar nível de umidade do composto | 45 |
| Figura 6 – Água na leira do tratamento 1, escorre pelo fundo da leira | 45 |

Artigo II

| | |
|---|----|
| Figura 1– Gráfico taxa de emergência de plântulas sob diferentes doses de composto de tabaco de cigarro..... | 61 |
| Figura 2 – Tratamento 1, apresentando menor velocidade de germinação | 63 |
| Figura 3 – Morte de plantas do tratamentos com maiores dosagens de tabaco no composto... | 64 |
| Figura 4 – Gráfico apresentando o resultado do índice de germinação final das plantas de Aveia | 64 |
| Figura 5 – Peso da massa fresca | 76 |
| Figura 6 – Peso da massa seca | 77 |
| Figura 7 – Peso das sementes frescas | 78 |
| Figura 8 – Peso das sementes secas | 80 |

LISTA DE TABELAS

Artigo I

| | |
|---|----|
| Tabela 1 – Concentrações de solo e tabaco no composto..... | 23 |
| Tabela 2 – Resultado da análise do solo utilizada para a compostagem | 27 |
| Tabela 3 – Concentração de macronutrientes no composto | 28 |
| Tabela 4 – Concentração de micronutrientes no composto..... | 28 |
| Tabela 5 – Concentração de nutrientes e CTC..... | 29 |
| Tabela 6 – Concentração de pH, V%, M.O, alumínio, soma de bases, H/AL, pHSMMP no composto | 29 |

Artigo II

| | |
|--|----|
| Tabela 1 – Dose de composto utilizada como substrato no plantio da aveia | 66 |
| Tabela 2 – Dose de composto utilizada como substrato no plantio da aveia | 66 |
| Tabela 3 – Altura de plantas aos 96 dias após o plantio (DAP)..... | 67 |
| Tabela 4 – Diâmetro de colmo aos 96 dias após o plantio(DAP)..... | 68 |
| Tabela 5 – Número de perfilhos aos 96 dias após o plantio (DAP)..... | 68 |
| Tabela 6 – Número de folhas aos 96 dias após o plantio (DAP)..... | 69 |
| Tabela 7 – Comprimento de colmo aos 96 dias após o plantio (DAP)..... | 71 |
| Tabela 8 – Diâmetro de perfilho aos 96 dias após o plantio (DAP)..... | 72 |
| Tabela 9 – Altura de perfilho aos 96 dias após o plantio (DAP)..... | 73 |
| Tabela 10 – Comprimento da lâmina foliar aos 96 dias após o plantio (DAP)..... | 74 |

LISTA DE SIGLAS

| | |
|--------------|--|
| IFSULDEMINAS | Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais |
| BIOGEN | Laboratório de Biotecnologia Ambiental e Genotoxicidade da Universidade Federal de Alfenas |
| CETESB | Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental |
| MAPA | Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento |
| USDA | Departamento de Agricultura dos Estados Unidos |
| UNIFAL | Universidade Federal de Alfenas |
| CCME | Diretrizes para Qualidade do Composto |
| DIC | Delineamento Inteiramente Casualizado |
| EUR | União Europeia de Regulamentação |
| IVE | Índice de Velocidade de Emergência |
| BFPA | Biomassa Fresca da Parte Aérea |
| BSPA | Biomassa Seca da Parte Aérea |
| INCA | Instituto nacional do câncer |
| DAE | Dias Após a emergência |
| DAP | Dias Após o Plantio |
| DP | Diâmetro de perfilho |
| NP | Número de Perfilho |
| DC | Diâmetro de caule |
| AP | Altura de Perfilho |
| NF | Número de Folhas |
| ALT | Altura |

SUMÁRIO

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO GERAL..... | 13 |
| 2 | REFERENCIAL TEÓRICO..... | 15 |
| 3 | ARTIGO 1 - COMPOSTAGEM COM O TABACO DE CIGARRO | 21 |
| | 3.1 INTRODUÇÃO..... | 23 |
| | 3.2 MATERIAIS E MÉTODOS..... | 24 |
| | 3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 28 |
| | 3.3.1 Resultados das análises químicas no composto..... | 28 |
| | 3.4 UMIDADE DO COMPOSTO..... | 46 |
| | 3.5 CONCLUSÕES..... | 47 |
| | 3.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 48 |
| 4 | ARTIGO 2 - EMERGÊNCIA, CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DA AVEIA SUBMETIDA A DIFERENTES DOSES DO COMPOSTO DE TABACO..... | 55 |
| | 4.1 INTRODUÇÃO..... | 57 |
| | 4.2 MATERIAIS E MÉTODOS..... | 59 |
| | 4.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES..... | 62 |
| | 4.3.1 ÍNDICE DE VELOCIDADE DE EMERGÊNCIA..... | 62 |
| | 4.3.2 ÍNDICE DE EMERGÊNCIA FINAL DAS PLANTAS DE AVEIA..... | 64 |
| | 4.3.3 ANÁLISES DE CRESCIMENTO DA AVEIA..... | 65 |
| | 4.3.4 AVALIAÇÕES DE PRODUÇÃO DA AVEIA..... | 75 |
| | 4.4 CONCLUSÕES..... | 81 |
| | 4.5 REFERÊNCIAS..... | 81 |
| | REFERÊNCIAS..... | 86 |

1 INTRODUÇÃO GERAL

Segundo Pichtel (2005), resíduo sólido pode ser definido como um material sólido com valores econômicos negativos, que tornam o descarte mais barato do que seu uso. A gestão eficaz de resíduos sólidos é um desafio global que tem levado à busca de soluções sustentáveis. Dentre os métodos tradicionais de gestão, a deposição em aterro sanitário é uma prática comum, assim, além da destruição e incineração, outra solução que o ser humano encontrou para o manejo deste resíduo sólido foi a deposição final em aterro sanitário.

Atualmente, observa-se que um dos grandes problemas encontrados, está na destinação final e correta dos resíduos sólidos, advindos de diferentes setores de empresas privadas, públicas e da população de um modo geral. Esses resíduos sólidos são levados para aterros sanitários, com tempo de decomposição diversos, sem utilização de processos para acelerar essa degradação é uma metodologia embasada em um sistema tradicional, vivenciado em todo planeta. Relatando-se elevados impactos ambientais que após esse aterro sanitário ficam lotados, os poderes públicos fecham o aterro e essa área não possui capacidade para fins agropecuários ou para a engenharia civil, pela quantidade de elementos tóxicos que possuirá (Bastos *et al.*, 2019).

A destinação correta e adequada dos resíduos é uma das principais preocupações ambientais em todo planeta. Na maioria das vezes, os resíduos são devolvidos ao meio ambiente de forma inadequada, resultando na contaminação do solo e das águas, causando prejuízos ambientais, sociais e econômicos (Junho; Romero; Bruna, 2004). A quantidade crescente dos resíduos gerados tem impulsionado a população mundial a buscar novas alternativas sustentáveis, com o intuito de diminuir a poluição ambiental (Pereira Neto, 2010).

Os cigarros apreendidos, tornam-se um problema para os polícias federais. Visto que a destinação final desses cigarros é ser levados para destruição e incineração. Como a queima de qualquer produto a incineração do cigarro libera diversos gases ligados à combustão e à transformação do carbono, altamente tóxicos para o meio ambiente e conseqüentemente para a população. Dentre os gases liberados pela incineração existem: dióxido de enxofre (SO²), ácido clorídrico e ácido fluorídrico (HCl e HF), óxidos nítricos (NOx), monóxido de carbono (CO), vapor de água e dióxido de carbono (CO²), além de outros gases do efeito estufa, muitos metais potencialmente tóxicos (cádmio, tálio, chumbo, mercúrio, etc.) e um grande

número de substâncias cancerígenas e tóxicas para a reprodução da vida, como as dioxinas, furanos e hidrocarbonetos (Cunha, 2018).

Entretanto, o problema deste tipo de descarte em aterro sanitário é a ocupação do solo, já que quando bem construído e planejado evita problemas para o meio ambiente como a poluição de corpos hídricos e do solo. Mas ainda assim a parte do solo utilizada para a construção do aterro sanitário e o funcionamento deste não têm nenhuma utilidade depois de que a vida útil deste aterro sanitário acaba.

A compostagem pode ser vista como uma solução diante desta problemática, já que a matéria prima para fabricar o adubo é a própria matéria orgânica. A compostagem tem por objetivo transformar matéria orgânica em compostos humificados (Gajalakshmi; Abbasi, 2008).

Ao adotar a compostagem como destino final desse resíduo sólido ao invés de ser colocado nos aterros sanitários ou ser incinerado, a compostagem se torna o sistema de disposição final sem prejudicar o meio ambiente, já que, o próprio cigarro será utilizado como matéria prima, voltando ao solo em forma de adubo rico em nutrientes, que a sua vez ajuda na produção de alimentos.

Portanto, esta pesquisa se propõe a investigar os resultados obtidos a partir da aplicação da compostagem na cultura da aveia como uma estratégia para gerenciar os resíduos de tabaco. Ao explorar a eficácia e o impacto ambiental dessa prática, buscamos confirmar a hipótese de que o composto orgânico derivado da compostagem pode não apenas enriquecer a fertilidade do solo, mas também aprimorar a produtividade agrícola, ao mesmo tempo em que enfrenta os desafios relacionados à disposição inadequada desses resíduos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Diante das complexidades atuais, a gestão eficaz dos resíduos sólidos emerge como uma demanda urgente, impelida pela necessidade de práticas ambientais mais responsáveis. Neste referencial teórico, exploramos conceitos fundamentais e pesquisas pertinentes que sustentam a compreensão dos desafios na destinação final de resíduos, com foco nas implicações ambientais e sociais do descarte inadequado do cigarro contrabandeado, além de abordar alternativas promissoras para promover a sustentabilidade nesse contexto desafiador.

De acordo com Zago e Barros (2019), das 77.997.025 toneladas de resíduos que chegaram a alguma das unidades de processamento (lixões, aterros controlados, aterros sanitários, unidades de triagem e entre outros, tratam-se apenas 0,3% em unidades de compostagem que possuem no Brasil em 2015. Sem informações oficiais de outras técnicas de reciclagem dos resíduos orgânicos urbanos que estivessem em operação nos municípios, como biodigestores ou plantas de biometanização.

Embora, um volume elevado de resíduos orgânicos seja procedente dos pós colheita do tabaco e seu processamento nas indústrias de cigarros, há também uma fração significativa deste resíduo, o qual é procedente do comércio ilícito de cigarros, devido, principalmente, ao número elevado de apreensões. Considerando a análise realizada por Joossens *et al.* (2009) entre 2004 e 2009, em 84 países, o volume ilegal de derivados do tabaco nos países de baixa e média renda é equivalente a 533 bilhões de cigarros comercializados anualmente. Portanto, estes países concentram cerca de 80% do comércio ilegal em escala mundial.

Ao longo de 2021, foram destruídos cerca de 307 milhões de maços de cigarros apreendidos, o que corresponde a um volume aproximado de 42 mil m³ ou 710 carretas lotadas de cigarros, totalizando o valor contábil de aproximadamente R\$ 1,5 bilhões. Neste recorde histórico, registrou-se um crescimento de 35% em relação ao ano anterior, com a destruição de mais de 9,2 mil toneladas de cigarros apreendidos. A norma da Receita Federal que regula o assunto, em perfeito alinhamento com a Política Nacional de Resíduos Sólidos, estabelece que, sempre que for possível, sejam adotadas formas de destruição que resultem em resíduos cuja reutilização ou reciclagem seja economicamente viável (Receita Federal do Brasil, 2021).

No Brasil, para tentar frear a comercialização do tabaco, o governo tem aumentado a carga tributária sobre o produto. Dessa forma, o consumo legal de cigarro foi reduzido, enquanto que o consumo ilegal tem crescido desde 1992, principalmente pela população de baixa renda. (Iglesias, 2006; Zaia, 2011).

Estudos indicam que um aumento de preços na ordem 10% é capaz de reduzir o consumo de produtos derivados do tabaco em cerca de 8% em países de baixa e média renda, como o Brasil. As evidências científicas demonstram ainda que o aumento dos preços contribui para estimular os fumantes a deixarem de fumar, assim como para inibir a iniciação de crianças e adolescentes (Instituto Nacional de Câncer, 2011). No entanto, a Receita Federal do Brasil (2012), aponta que cerca de 45 milhões de cigarros são vendidos via contrabando no país. A apreensão de cigarros no território nacional atingiu 165 milhões de maços em 2011 e mais de 161 milhões em 2012 (Receita Federal do Brasil, 2012).

Em consequência, essa grande demanda de cigarros ilegais, acarreta uma quantidade considerável de resíduos dessa procedência ilícita. Dessa forma, bilhões de cigarros falsificados e contrabandeados são apreendidos no Brasil. Após esse procedimento, os resíduos não possuem um destino certo. Muitos maços são queimados, o que resulta em grande prejuízo ambiental e à saúde humana. Ao queimar o cigarro, mais de 4.700 substâncias tóxicas são liberadas na atmosfera (Instituto Nacional de Câncer, 2011).

A compostagem é uma técnica que pode proporcionar uma destinação legal para a problemática dos cigarros contrabandeados, oferecendo uma abordagem sustentável para lidar com esses resíduos, ao mesmo tempo em que contribui para a redução dos impactos ambientais associados à sua disposição inadequada. Silva *et al.* (2016) em seu estudo constataram a baixa qualidade dos cigarros contrabandeados que chegam ao Brasil, apresentando índices de arsênico, umidade, cinzas, sujidades e pH acima do permitido pelos órgãos responsáveis. A compostagem é um processo viável para tratar esses resíduos, mas no Brasil tem sido pouco utilizada, por necessitar de manejo constante, além de grandes espaços (Cunha, 2018). No processo de compostagem os microrganismos consomem inicialmente as fontes de carbono mais facilmente assimiláveis, como monossacarídeos, amido, proteínas e lipídios (Aguiar *et al.*, 2007)

A utilização de composto na atividade agrônômica depende sobretudo da sua qualidade, especialmente do conteúdo em matéria orgânica da sua maturidade, da concentração em nutrientes e da presença ou ausência de substâncias potencialmente

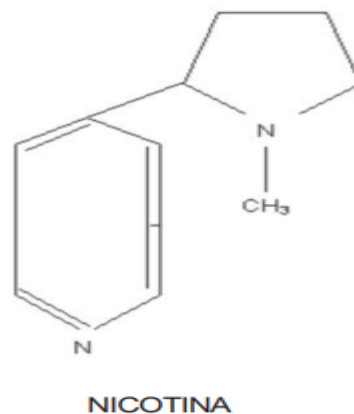
perigosas e indesejáveis ao ambiente agrário (Zucconi; Bertoldi, 1981; Bertoldi; Griselli, 1992).

De acordo com Fernandes (1999), a compostagem pode ser definida como uma biooxidação aeróbia exotérmica de um substrato orgânico heterogêneo, no estado sólido, caracterizado pela produção de CO², água, liberação de substâncias minerais e formação de matéria orgânica estável. Desde que sejam atendidas as técnicas e asseguradas as condições de compostagem, o composto terá excelentes qualidades nutricionais físicas, químicas e biológicas, importantes para a preservação, adubação e manutenção dos solos e também para a recuperação de áreas degradadas (Bruni, 2005).

Estudos apontam que a compostagem em leiras é capaz de tratar os resíduos com eficácia, porém apresenta desvantagens como alto custo, muita manutenção e exposição do processo às intempéries do clima. Além disso, o revolvimento libera partículas e esporos, gerando riscos químicos e biológicos aos trabalhadores por conta do forte odor e metais potencialmente tóxicos contidos em cigarros contrabandeados apreendidos pela Receita Federal (Gajalakshmi; Abbasi, 2008).

O uso direto de resíduos de tabaco no solo pode ser desfavorável, no entanto, a compostagem de resíduos de tabaco pode acelerar a degradação da nicotina, resultando em um produto orgânico menos tóxico ao meio ambiente (Okur *et al.*, 2008). A nicotina é uma importante fonte de Nitrogênio, como mostra a estrutura molecular apresentada na Figura 1.

Figura 1 - Estrutura molecular da nicotina.



Fonte: Rosemberg (2003).

A nicotina é uma amina terciária composta de anéis de piridina e pirolidina; reportada como um inseticida ela tem efeitos tóxicos sobre plantas e animais (Rosemberg, 2003). Quando a concentração de nicotina excede 0,05% (m/m), é designado como “tóxico e perigoso” pela União Europeia de Regulamentação (Gurusamy; Natarajan, 2013). Possui estrutura hidrofílica, solúvel em água, logo pode penetrar facilmente no solo, afetando sua estrutura ecológica e poluindo as águas subterrâneas. A compostagem é uma alternativa viável para a biorremediação da nicotina contida no tabaco, impedindo contaminação de solos e águas (Wang *et al.*, 2013b).

O composto orgânico ao final do processo de compostagem deve atender padrões sanitários e de valor nutricional para a sua disposição no solo de forma segura (Paiva, 2008). Segundo Azevedo (1993) o sucesso de um sistema de compostagem, com a obtenção de um composto orgânico estável e seguro bacteriologicamente, irá depender do controle de cada um dos parâmetros como temperatura, aeração, teor de água, relação C/N, pH e tamanho da partícula.

Como se trata de um processo basicamente termofílico e mesofílico são necessários alguns cuidados; manter a temperatura entre os padrões máximos e mínimos para que não afetem os microrganismos decompositores (Malta, 2017). Além disso, manter a umidade dentro dos limites adequados é essencial para eficiência dos microrganismos. Umidades muito elevadas ou baixas reduzem a produtividade da compostagem (Lópes *et al.*, 2014).

A compostagem é considerada uma das tecnologias mais adequadas para a eliminação de resíduos sólidos orgânicos e para o aumento da quantidade de matéria orgânica que pode ser utilizada na restauração e preservação do meio ambiente (Gill; Jana; Shrivastav, 2014; Abreu, 2017). O substrato utilizado na compostagem é o fator chave para o controle da degradação e humificação (Siqueira, 1998; Chowdhury *et al.*, 2014)

Quando se fala no processo de compostagem, deve - se pensar que ele pode ocorrer de maneiras diferentes, uma é na presença de oxigênio (processo aeróbio) e a outra na ausência de oxigênio (processo anaeróbio), como também no processo facultativo (ocorrência da fase aeróbia e da fase anaeróbia concomitantemente), (Socilogia Seed, 2020). O processo de degradação anaeróbio é mais lento e menos eficiente que o aeróbio (Gill; Jana; Shrivastav, 2014).

No processo facultativo ocorre a interação entre os microrganismos das duas fases, em regime de mutualismo, onde os produtos da fase anaeróbia são consumidos pela fase aeróbia,

formando um processo com inúmeras vantagens, pois tem maior velocidade, como no processo aeróbio tem baixo custo, pois pode ocorrer de maneira estática, como o processo anaeróbio (Campos; Ressetti; Zittel, 2014).

A fitotoxicidade do extrato do composto em diferentes estágios de compostagem pode ser qualificada avaliando o grau de maturação do composto baseado na germinação de sementes (normalmente utiliza-se *Lepidium sativum*, popularmente conhecido como agrião d'água, por ser muito sensível a toxicidades e ter crescimento rápido) e no crescimento inicial das raízes, utilizando extrato aquoso do composto e relacionando com o controle (branco) (Belo, 2011).

Silva, Voigt e Campos (2014) apresentam a contaminação por metais potencialmente tóxicos no cigarro contrabandeado no Brasil. No Brasil o MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Normativa Nº 46/2011), define os valores máximos para a concentração de metais em composto orgânico e a CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (2005), define valores máximos de metais para solo.

As espécies do gênero *Avena Sativa L.*, pertencem à família Poaceae, subfamília Poideae, tribo Aveneae. É um gênero de plantas anuais, com autofecundação, nas quais a antese ocorre antes da abertura da flor (Barbieri, 2008). A aveia é uma gramínea de clima temperado, que pode ser cultivada em diferentes condições climáticas. São múltiplas suas possibilidades de uso: produção de grãos (alimentação humana e animal), forragem (pastejo, feno, silagem ou cortada e fornecida fresca no cocho), cobertura do solo, adubação verde e inibição de plantas invasoras pelo efeito alelopático (Sá, 1995).

A cultura da aveia é considerada uma excelente alternativa de diversificação e contribui para a efetividade econômica do sistema produtivo. Entre seus usos encontra-se a alimentação humana, pelo elevado valor nutritivo, e na alimentação animal, na forma de pastejo direto, grãos e silagem.

A aveia se destaca pela sua versatilidade, sendo empregada tanto na alimentação humana quanto na alimentação animal. Adicionalmente, ela desempenha um papel notável na promoção da sustentabilidade agrícola, em virtude de sua capacidade de aprimorar a estrutura do solo (Bevilaqua; Eicholz; Antunes; Schiavon, 2022), podendo até mesmo contribuir para a fixação de nitrogênio no ambiente. Em síntese, a cultura da aveia ostenta um alcance global de considerável importância, influenciando a agricultura, a alimentação humana e a nutrição

animal. No Brasil, seu cultivo vem experimentando crescimento notável, particularmente nas regiões sulistas.

Atualmente, o Brasil encontra-se em 7º lugar na produção mundial de aveia com aproximadamente 900 mil toneladas em uma área de 400 mil hectares, representando 4 % da produção e área mundial (Usda, 2021).

Adicionalmente, a presença de matéria orgânica aprimora a capacidade de retenção de água e a estrutura do solo, fatores determinantes para o crescimento radicular da aveia (Pereira; Wilsen Neto; Nóbrega, 2013).

3 ARTIGO 1 - COMPOSTAGEM UTILIZANDO TABACO DE CIGARRO

Carla Beatriz Silva

RESUMO

O artigo destaca a compostagem como uma abordagem para lidar com resíduos de tabaco, visando reduzir a toxicidade ambiental. A decomposição controlada durante a compostagem acelera a degradação da nicotina, resultando em um produto orgânico menos prejudicial ao meio ambiente. No entanto, a aplicação direta de resíduos de tabaco no solo ou o descarte inadequado podem gerar impactos negativos, ativando ou inativando substâncias químicas de maneiras imprevisíveis. A compostagem emerge como uma solução viável para a biorremediação da nicotina presente no tabaco, evitando a contaminação de solos e águas. O estudo propõe avaliar o processo de compostagem de resíduos de tabaco de cigarros contrabandeados misturados ao solo, com o objetivo final de utilizar o composto resultante como substrato para o plantio de aveia. A importância da transformação da matéria orgânica durante a compostagem e a avaliação da estabilidade e maturação do composto são destacadas, evidenciando a relevância desses aspectos para sua aplicação na agricultura. No experimento utilizou - se delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), sendo os tratamentos compostos por oito diferentes doses, onde para preparo da compostagem utilizou - se diferentes concentrações de tabaco e solo. Como principais descobertas, destaca-se a necessidade de estudos mais aprofundados sobre produtividade, qualidade das plantas e quantidade de composto no plantio. A compreensão detalhada desses fatores é crucial para otimizar o processo de produção do composto e melhorar sua aplicação na agricultura. Perspectivas futuras incluem investigações mais abrangentes sobre métodos de gerenciamento desses fatores, bem como a exploração de alternativas para maximizar a eficácia do composto como substrato agrícola. Conclui - se que sua eficiência como substrato para o plantio de aveia foi limitada, especialmente na avaliação da fitotoxicidade. Destaca-se a necessidade de mais estudos sobre produtividade, qualidade das plantas e quantidade de composto no plantio, com métodos detalhados para gerenciar todos os fatores no processo de produção do composto.

Palavras-chaves: Fitotoxicidade; Reciclagem; Nicotina; Manejo ambiental.

ABSTRAT

The article highlights composting as an approach to deal with tobacco waste, aiming to reduce environmental toxicity. Controlled decomposition during composting accelerates the degradation of nicotine, resulting in an organic product less harmful to the environment. However, the direct application of tobacco waste to the soil or improper disposal can generate negative impacts, activating or deactivating chemical substances in unpredictable ways. Composting emerges as a viable solution for the bioremediation of nicotine in tobacco, preventing soil and water contamination. The study proposes to evaluate the composting process of tobacco waste from contraband cigarettes mixed with soil, with the ultimate goal of using the resulting compost as a substrate for oat cultivation. The importance of organic matter transformation during composting and the assessment of compost stability and maturation are highlighted, emphasizing their relevance for agricultural application. The experiment utilized a completely randomized experimental design (CRD) with treatments consisting of eight different doses, using varying concentrations of tobacco and soil for compost preparation. As main findings, there is a highlighted need for in-depth studies on productivity, plant quality, and compost quantity in cultivation. A detailed understanding of these factors is crucial to optimize the compost production process and enhance its application in agriculture. Future perspectives include more comprehensive investigations into methods for managing these factors, as well as exploring alternatives to maximize the effectiveness of compost as an agricultural substrate. It is concluded that its efficiency as a substrate for oat cultivation was limited, especially in the assessment of phytotoxicity. The need for further studies on productivity, plant quality, and compost quantity in cultivation is emphasized, with detailed methods for managing all factors in the compost production process.

Keywords: Phytotoxicity; Recycling; Nicotine; Environmental management

3.1 INTRODUÇÃO

O controle do tabagismo é uma questão de saúde pública crucial, com impactos significativos na saúde individual e coletiva, bem como na economia. Medidas como proibição de fumar em ambientes fechados, advertências nas embalagens de cigarros e oferta de tratamento para deixar de fumar têm contribuído para a redução do tabagismo (Okur *et al.* 2008).

No entanto, o comércio ilícito de cigarros e a exposição passiva à fumaça tóxica ainda são desafios a serem enfrentados. A compostagem de resíduos de tabaco surge como uma alternativa para a biorremediação da nicotina, evitando a contaminação do meio ambiente. É fundamental avaliar a transformação da matéria orgânica durante esse processo e garantir a qualidade do composto para uso na agricultura (Okur *et al.* 2008).

A compostagem de resíduos de tabaco é uma alternativa viável para a biorremediação da nicotina contida no tabaco, impedindo a contaminação de solos e águas. Durante o processo de compostagem, a ação de bactérias, como a *Pseudomonas sp.*, acelera a degradação da nicotina, resultando em um produto orgânico menos tóxico para o meio ambiente (Cunha, 2018). No entanto, é importante avaliar a transformação da matéria orgânica durante a compostagem e garantir a estabilidade e maturação do composto para sua utilização na agricultura.

No entanto, é crucial examinar a metamorfose da matéria orgânica durante o processo de compostagem e assegurar a estabilidade e maturidade do composto, visando sua aplicação na agricultura. O uso direto de resíduos de tabaco no solo pode ser desfavorável, no entanto, a compostagem de resíduos de tabaco pode acelerar a degradação da nicotina, resultando em um produto orgânico menos tóxico ao meio ambiente (Okur *et al.* 2008).

A aplicação do composto imaturo no solo, assim como o descarte de tabaco e seus resíduos sem o adequado tratamento, pode gerar impactos ambientais negativos ou proporcionar a inativação ou mesmo a ativação da toxicidade de substâncias químicas orgânicas e inorgânicas pela decomposição, em compostos ou moléculas mais simples (Moreira e Siqueira, 2001). Ademais, a possibilidade da redução do potencial de toxicidade do tabaco do cigarro ao ambiente após tratamento, precisa de mais estudos para ser comprovada, principalmente as possíveis interações fitotóxicas com as plantas e os efeitos sobre o solo e a água (Roehrs, 2012).

A compostagem é uma alternativa viável para biorremediação da nicotina contida no tabaco, impedindo contaminação de solos e águas, pois sofre decomposição sob atuação principalmente da bactéria *Pseudomonas sp.* (Wang *et al.* 2013b). O resultado da transformação da matéria orgânico ocorrida durante a compostagem, bem como a avaliação da estabilidade e maturação ao final do processo são cruciais para a utilização do material na agricultura (Huang *et al.* 2006).

O presente trabalho tem como objetivo avaliar o processo de compostagem de resíduos de tabaco proveniente de cigarros contrabandeados misturados ao solo.

3.2 MATERIAIS E MÉTODOS

Os cigarros utilizados no projeto foram provenientes de contrabando e foram apreendidos pela Receita Federal, posteriormente encaminhados para a unidade de armazenamento em Bauru - SP. Esta unidade disponibilizou o material para o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia - Campus Muzambinho, localizado em Muzambinho, Minas Gerais, Brasil, cujas coordenadas são altitude: 1033 metros latitude: 21° 18' 00" s longitude: 46° 30' 00" W com temperaturas médias que variam entre 20,6°C a 22,7°C e pluviometria de aproximadamente 1800mm anualmente. A instituição cedeu os cigarros para a realização deste estudo. O tabaco foi recebido sem as caixas, filtros e papéis dos cigarros, os quais foram previamente removidos na cidade de Varginha - MG, utilizando-se maquinário específico para desmontagem de cigarros. Os cigarros foram desembalados, triturados e os filtros e papéis foram separados do tabaco durante este processo.

Utilizou-se o equivalente a 100 kg de tabaco bruto para a realização do processo de compostagem que foi realizada em leiras no barracão do setor Zootecnia II, localizado no Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia - Campus Muzambinho, onde monitorou - se a temperatura e umidade. O composto foi revolvido três vezes na semana com o auxílio de uma enxada. Toda água utilizada na compostagem não tinha cloro.

Figura 1 - Tabaco bruto



Fonte: autora (2023).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), sendo os tratamentos compostos por oito diferentes doses, onde para preparo da compostagem utilizou - se concentrações descritas na tabela abaixo:

Tabela 1: Concentrações de solo e tabaco no composto

| Tratamentos | % de solo | % de tabaco | Litros de terra | Litros de tabaco |
|--------------------|------------------|--------------------|------------------------|-------------------------|
| 80% | 20 | 80 | 4 | 16 |
| 60% | 40 | 60 | 8 | 12 |
| 40% | 60 | 40 | 12 | 8 |
| 20% | 80 | 20 | 16 | 4 |
| 20% | 80 | 20 | 16 | 4 |
| 40% | 60 | 40 | 12 | 8 |
| 60% | 40 | 60 | 8 | 12 |
| 80% | 20 | 80 | 4 | 16 |

Fonte: autora (2023).

Fez - se um piloto nas mesmas porcentagens invertendo solo e fumo no composto, realizado para uma maior confiabilidade dos resultados obtidos na realização de todo processo de compostagem visto que os tratamentos deveriam se apresentar com resultados semelhantes nas análises químicas em suas devidas repetições.

Figura 2 - Distribuição dos montes de composto no barracão do setor de zootecnia dois, localizado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais - Campus Muzambinho.



Fonte: autora (2023)

Utilizou - se oito tratamentos, com oito repetições cada, totalizando 64 parcelas, compostas por montes, com 20 litros ao final do processo de mistura dos mesmos, onde todos os montes foram devidamente marcados com placas próprias, para sua devida identificação. Adicionou - se 5 litros de água por monte para auxiliar no controle da temperatura do composto e sua melhor homogeneidade de mistura, que foi realizada de maneira simples com o auxílio de uma enxada devidamente limpa anteriormente. Posteriormente, o controle da umidade era realizado utilizando - se o “teste do biscoito”, que é quando se aperta um pouco de terra e se forma uma espécie de “biscoito” nas mãos sem escorrer líquido do composto

Figura 3 - Revolvimento do composto



Fonte: autora (2023).

Ao final do processo de compostagem, todo material foi armazenado em sacos plásticos vedados e uma amostra foi retirada de cada tratamento, separando as repetições, para avaliação química do material, tudo devidamente etiquetado para análise química.

Figura 4 - Amostras preparadas para análises químicas



Fonte: autora (2023).

O solo utilizado junto ao tabaco foi analisado pelo Laboratório de análise química do solo e de tecidos vegetais do IFSULDEMINAS – Campus Muzambinho. Posteriormente, o composto também foi analisado no Laboratório de Solos e Tecidos Vegetais da Cooxupé, localizado em Guaxupé, MG, seguindo os protocolos de laboratório estabelecidos. Foram avaliados os seguintes parâmetros: H em mmolc/dm^3 , pH em CaCl_2 0,01 mol/L¹, V%, M.O em g/dm^3 , Al em mmolc/dm^3 , K em mmolc/dm^3 , P em mg/dm^3 , Ca em mmolc/dm^3 , Mg em

mmolc/dm³, Cu em mg/dm³, Mn em mg/dm³, Carb total em g/dm³, S.B em mmolc/dm³, relação Ca/Mg, H na CTC em %, K na CTC em %, relação Ca/K, Ca na CTC em %, Mg na CTC em %, Zn em mg/dm³, relação Mg/K, Al na CTC em %, C.T.C em mmolc/dm³, Fe em mg/dm³, H+AL em mmolc/dm³, B em mg/dm³, S em mg/dm³, e pHSMF. O composto restante foi adequadamente armazenado em baldes lacrados, protegidos da luz solar e umidade. O processo de compostagem teve duração de 90 dias.

Todos os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância com aplicação do teste ‘F’, ao nível de 95% de confiança utilizando-se o programa SISVAR versão 5.3[®] (Ferreira, 2011). Para as causas de variações significativas, realizou - se o teste de comparação de médias proposto por Tukey ($p < 0,05$).

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.3.1 Resultados das análises químicas no composto

Realizou - se uma amostragem criteriosa do solo utilizado junto ao tabaco na realização da compostagem, de modo a representar as condições reais do solo. Inicialmente, procede-se a serem avaliados em comparação aos níveis de fertilidade de solo utilizados como referência, que são apresentados na Tabela abaixo:

Tabela 1. Resultado da análise do solo utilizada para a compostagem

| Determinações | Resultados | Unidades |
|------------------------------|------------|-----------------------|
| pH (CaCl ₂ 0,01M) | 5,75 | - |
| pH (H ₂ O) | 6,45 | - |
| Al-(Acidez Trocável) | 6,65 | cmolc/dm ³ |
| H-(Acidez Não Trocável) | 0 | cmolc/dm ³ |
| H+Al-(Acidez Potencial) | 2,1 | cmolc/dm ³ |
| CTC | 2,1 | cmolc/dm ³ |
| CTC Efetiva | 5,6 | cmolc/dm ³ |
| Carbono Orgânico | 3,4 | g/dm ³ |
| Matéria Orgânica | 7 | g/dm ³ |
| Ca (Cálcio) | 12 | cmolc/dm ³ |
| Mg (Magnésio) | 2,4 | cmolc/dm ³ |
| Potássio | 0,9 | cmolc/dm ³ |
| S.B (Soma das Bases) | 0,14 | mg/dm ³ |
| Soma Ca+Mg+K | 3,4 | mg/dm ³ |
| Fósforo | 55 | mg/dm ³ |
| Enxofre (S) | 2,1 | mg/dm ³ |
| Boro (B) | 53,9 | mg/dm ³ |
| Zn (Zinco) | 0,16 | mg/dm ³ |
| Cu (Cobre) | 2 | mg/dm ³ |
| Fe (Ferro) | 19 | mg/dm ³ |
| Mn (Manganês) | 8,7 | mg/dm ³ |
| %Alumínio na C.T.C | 0 | % |
| %Hidrogênio na C.T.C | 38,3 | % |
| %Cálcio na C.T.C | 43,1 | % |
| %Magnésio na C.T.C | 16,1 | % |
| %Potássio na C.T.C | 2,5 | % |
| m% (Saturação de Al) | 0 | % |
| V% | 61,7 | % |
| Rel. Ca/Mg | 3 | - |
| Rel. Ca/K | 17 | - |
| Rel. Mg/K | 6 | 11 |

Fonte: autora (2023)

* Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.
Fonte: autora (2023).

Os dados da análise química do composto foram organizados em tabelas, possibilitando um maior entendimento dos dados.

Tabela 3. Concentração de micronutrientes no composto

| TRATAMENTO | Z (mg/dm ³) | Cu (mg/dm ³) | Mn (mg/dm ³) | B (mg/dm ³) | Fe (mg/dm ³) | Carb.Total (g/dm ³) |
|------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------------|
| 80% | 8,53 c | 3,01 b | 23,70 b | 8,52 b c | 108,37 b | 36,12 c |
| 60% | 5,82 a b c | 2,53 a b | 24,10 b | 3,92 a b | 60,25 a | 28,87 b c |
| 40% | 4,75 a b c | 2,22 a | 22,48 b | 0,64 a | 16,50 a | 20,37 a b |
| 20% | 4,38 a b | 1,90 a | 10,96 a | 0,28 a | 11,00 a | 15,62 a |
| 20% | 3,56 a | 2,11 a | 10,62 a | 0,56 a | 12,87 a | 16,37 a |
| 40% | 5,23 a b c | 2,06 a | 26,08 b | 1,99 a | 29,12 a | 22,25 a b |
| 60% | 6,7 a b c | 2,50 a b | 25,42 b | 2,14 a | 38,50 a | 27,00 b c |
| 80% | 7,66 b c | 3,05 b | 24,10 b | 9,71 c | 106,12 b | 36,75 c |
| CV (%) | 42,5 | 19,69 | 18,93 | 100,87 | 65,59 | 25,27 |

* Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Fonte: autora (2023).

Tabela 4. Concentração de nutrientes e CTC

| Tratamentos | Ca/Mg (-) | Ca/K (-) | Ca na CTC (%) | Mg na CTC (%) | H na CTC (%) | K na CTC (%) | Mg/K (-) | Al na CTC (%) | CTC (mmolc/dm ³) |
|-------------|-----------|------------|---------------|---------------|--------------|--------------|----------|---------------|------------------------------|
| 80% | 1,93 a | 0,73 a b | 32,96 a b | 16,86 a b | 1,38 a | 48,66 c d | 0,36 a | 0,08 a b | 450,83 c |
| 60% | 2,06 a b | 0,78 a b c | 35,65 a b c | 17,26 b | 1,80 a b | 45,22 b c d | 0,38 a b | 0,03 a b | 386,57 a b c |
| 40% | 2,71 b c | 1,17 c d | 43,07 c d | 15,88 a b | 3,33 b c d | 37,70 a b | 0,43 b | 0,03 a b | 223,02 a b |
| 20% | 3,02 d | 1,35 d | 45,96 d | 15,18 a | 3,88 c d | 34,96 a | 0,43 b | 0,00 a | 196,61 a |
| 20% | 2,70 c d | 1,15 c d | 42,25 c d | 15,77 a b | 4,26 d | 37,70 a b | 0,42 a b | 0,00 a | 185,58 a |
| 40% | 2,51 b c | 1,06 b c d | 40,93 b c d | 16,40 a b | 2,42 a b c | 40,15 a b c | 0,43 b | 0,03 a b | 273,73 a b c |
| 60% | 2,08 a b | 0,77 a b c | 34,98 a b c | 16,76 a b | 1,95 a b | 46,33 b c | 0,35 a b | 0,00 a | 345,62 a b c |
| 80% | 1,88 a | 0,65 a | 30,96 a | 16,27 a b | 1,35 a | 51,28 d | 0,31 a | 0,15 b | 435,00 b c |
| CV (%) | 13,04 | 26,95 | 13,75 | 7,96 | 45,73 | 14,23 | 20,01 | 223,35 | 44,17 |

* Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Fonte: autora (2023)

Tabela 5. Concentração de pH, V%, M.O, alumínio, soma de bases, H/AL, pHSMMP no composto

| TRATAMENTO | pH (-) | V% (-) | M.O (g/dm ³) | AL (mmolc/dm ³) | S.B (mmolc/dm ³) | H/AL (mmolc/dm ³) | pHSMMP (-) |
|------------|------------|-------------|--------------------------|-----------------------------|------------------------------|-------------------------------|------------|
| 80% | 8,57 d | 98,50 c | 62,50 c | 218,96 b c | 445,62 c | 5,37 a | 7,97 d |
| 60% | 8,36 c d | 98,12 c | 49,75 b c | 175,05 a b c | 380,82 a b c | 5,75 a b | 7,90 c d |
| 40% | 7,93 a b | 96,75 a b c | 35,25 a b | 85,15 a | 216,40 a b | 6,62 c d | 7,75 a b |
| 20% | 7,82 a | 96,00 a b | 26,75 a | 68,73 a | 189,61 a | 7,00 d | 7,70 a |
| 20% | 7,83 a | 9,62 a | 28,00 a | 70,58 a | 178,58 a | 7,00 d | 7,71 a |
| 40% | 8,05 a b c | 97,75 b c | 35,25 a b | 110,23 a b | 267,48 a b c | 6,25 b c d | 7,78 a b c |
| 60% | 8,28 b c d | 97,87 b c | 46,75 a b | 158,87 a b c | 339,62 a b c | 6,00 a b c | 7,87 b c d |
| 80% | 8,61 d | 98,37 c | 63,00 c | 227,87 c | 429,75 b c | 5,25 a | 7,96 d |
| CV (%) | 2,99 | 1,25 | 25,32 | 49,74 | 45,13 | 8,75 | 1,01 |

* Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Fonte: autora (2023).

É de grande importância a avaliação da qualidade nutricional do composto orgânico produzido com tabaco. A composição química final do composto vai depender do material utilizado. Quando o composto for rico, pode suprir a planta com diversos nutrientes, por isso a importância da análise química realizada no composto.

Os elementos essenciais às plantas são divididos em dois grandes grupos, dependendo das quantidades exigidas pelas plantas: macronutrientes N, P, K, Ca, Mg e S e micronutrientes B, Cl, Cu, Fe, Mn, Mo, Zn. A legislação brasileira de fertilizantes e corretivos, subdivide os macronutrientes em duas categorias: macronutrientes primários N, P, K e macronutrientes secundários, Ca, Mg e S. Em nutrição de plantas os teores de macronutrientes são, em geral, dados como % da forma elementar dependendo, por vezes, da finalidade, aparecem como equivalente mg. Comumente, a concentração dos micronutrientes é fornecida em parte por milhão (ppm) a exemplo da liberação dada em mg kg¹ (Malavolta, 1980).

Com relação aos macronutrientes, a concentração destes no composto é determinada pelo teor dos mesmos em cada ingrediente utilizado na compostagem. Com isso, cada região ou propriedade vai utilizar os ingredientes (resíduos orgânicos) disponíveis no local e, como os tipos de materiais variam muito, é comum a existência de compostos orgânicos com características químicas muito diferentes, como é o exemplo do composto de tabaco apresentado.

3.3.1.1 Hidrogênio

Destaca -se que todos os tratamentos a seguir apresentaram bons resultados em relação ao hidrogênio assim, lembra -se que de uma forma geral, o hidrogênio participa da composição de diversos tipos de substâncias orgânicas e inorgânicas. O tratamento 4 e 5, pilotos apresentaram comportamento em ambas avaliações muito semelhantes, com os maiores resultados.

Outro fator importante, os tratamentos T1 e T8 apresentaram menor destaque em relação aos demais tratamentos, lembra - se que o tratamento T8 é piloto do tratamento T1, assim como o tratamento T4 e T5 se destacaram com os melhores resultados em teor de hidrogênio, visto que também são pilotos. O hidrogênio também é responsável por conduzir a

fotossíntese, o processo pelo qual as plantas transformam energia luminosa em química e alimentam muitos processos no corpo humano (Galileu, 2019).

O hidrogênio embora seja um íon monovalente só possui um próton e, portanto, um único elétron. Este fato lhe confere características próprias bem diferentes dos outros íons. Como por exemplo a característica de fazer ligações covalentes de alta energia que provocam reações que dirigem a maioria das demais reações que ocorrem no solo. A atividade do íon hidrogênio é medido pelo pH (Laborsolo, 2017).

3.3.1.2 Fósforo

Em relação ao fósforo, destaca - se os tratamentos T1, T8, T2 e T7, com dosagens maiores em relação aos demais tratamentos avaliados. Os demais tratamentos não diferem entre si. Em geral, o P apresentou valores crescentes com o aumento da dose do composto, resultado que evidencia o efeito do composto orgânico sobre o fósforo. Segundo Verzutti (2022), menos de 0,1% do fósforo presente no solo encontra-se disponível para absorção pelas plantas. A deficiência de fósforo causa, sobretudo, plantas pequenas, número reduzido de frutos, atraso no florescimento e folhas velhas com coloração arroxeada.

Guarçoni ; Mendonça (2003) verificaram elevação linear do teor de P remanescente de solos tropicais com a aplicação de doses crescentes de composto. Primo et al. (2010), em um composto produzido com talo de fumo triturado, esterco e rúmen de bovino, encontraram os percentuais de 1,64 de nitrogênio, 0,19 de fósforo, 2,38 de potássio, 0,73 de cálcio, 0,42 de magnésio e 0,26 de enxofre apresentando menores teores de nitrogênio, potássio e enxofre e maiores concentrações de fósforo, cálcio e magnésio.

3.3.1.3 Cálcio

Através da análise realizada foi possível verificar que o uso de maiores doses de tabaco nos tratamentos T1 e T8 apresentaram - se com maiores concentrações de cálcio no composto.

Esse aumento do cálcio no solo com a adição do composto observado é de grande importância, visto que o cálcio se apresenta em concentrações muito baixas nos solos ácidos das regiões tropicais (Laborsolo, 2013). A matéria orgânica aplicada ao solo exerce grande influência sobre suas propriedades químicas, físicas e biológicas. Após incorporação de materiais orgânicos ao solo, uma parte do carbono adicionado é emanado como CO² e o restante pode permanecer inalterado ou ser incorporado à biomassa microbiana (Prado, 2000).

Já Fassbender (1984), destaca que o carbonato de cálcio tem efeito direto sobre o pH do solo; com a sua elevação, ocorre a redução da atividade iônica do alumínio e do ferro, alterando, assim, o comportamento da dupla camada difusa, como é observado nas análises de alumínio e ferro.

3.3.1.4 Enxofre

Na avaliação feita para enxofre, não houve diferença significativa em nenhum dos tratamentos avaliados, apesar da diferença dos valores em relação ao tratamento 2, que apresentou um teor de destaque, em relação aos demais.

As bactérias do ciclo do enxofre podem metabolizar, além dos compostos inorgânicos de enxofre, compostos orgânicos e esses compostos participam do ciclo biogeoquímico do enxofre (Leal, 2012). Pérez e Villa (2004) explicam que as bactérias incolores apresentam diversidade morfológica, fisiológica e ecológica. São de grande interesse sanitário devido à capacidade de oxidar e remover sulfeto presente em reatores anaeróbios.

3.3.1.5 Magnésio

Já em relação ao teor de magnésio apresenta - se com valores semelhantes o tratamento T2, T3, T6 e T7. Os tratamentos T1 e T8, pilotos, apresentaram os melhores resultados e os tratamentos T4 e T5 os de menores valores. Em trabalho realizado por GOMES et al. (2005), o aumento das doses de adubo orgânico, na forma de resíduo animal, resultou em aumento dos teores de Mg². Já em outro trabalho realizado por Cardoso (2011) não foram observadas diferenças entre os tratamentos nos teores de P, K, Mg e saturação por

bases (V%), com média de 198 mg dm⁻³; 9,3 mmolc dm⁻³; 5,7 mmolc dm⁻³ e 89%, respectivamente.

3.3.1.6 Potássio

No macronutriente potássio, destaca - se os pilotos T1 e T8, contendo as maiores dosagens de tabaco, já os outros tratamentos não apresentam diferença significativa entre si. O tratamento T2 e T7, T3 e T6, T4 e T5 também são pilotos, mostrando resultados parecidos em todas as análises realizadas, confirmando o resultado do processo de compostagem.

Damatto Júnior *et al.* (2006) não obtiveram aumento no teor de K no solo com aplicação de composto orgânico. Compostos orgânicos geralmente apresentam alto teor de NPK, assim como o composto estudado por Ferreira (2010) onde os resíduos da produção avícola também podem ser utilizados como fertilizantes de solo, que é o uso mais comum deste resíduo, por apresentar altas concentrações de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), além de substâncias orgânicas que demandam oxigênio na sua estabilização.

Passos, Rezende e Carvalho (2014), avaliaram os efeitos agrônômicos dos resíduos orgânicos de cama de aviário, esterco de curral e pó de carvão, associados ou não ao fertilizante mineral NPK na cultura da soja e nos atributos químicos do solo. Guimarães et al. (2016), observou aumentos de P, K, Ca e Mg pelo incremento no nível de fertilização com cama de aviário e aumento linear na produtividade de massa verde da cana. Segundo Aquino (2005), a compostagem, quando realizada em condições adequadas de umidade, aeração e microrganismos (bactérias, fungos, actinomicetos, protozoários, algas, além de larvas e insetos), ocorre a digestão da matéria orgânica por esses organismos e há a liberação de nutrientes como nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio se transformando em nutrientes minerais.

3.3.1.7 Ferro

Somente o tratamento T1 e T8 se destacaram em relação a quantidade de Ferro das amostras, se mostrando em maior proporção em relação aos demais, os outros tratamentos não

diferem entre si. Já os tratamentos com menores doses de tabaco no composto obtiveram os menores resultados. Segundo Malavolta (1980), o ferro é o micronutriente que se apresenta em maior teor no solo; nos solos brasileiros o conteúdo total varia entre 22 e 40% em mg kg^{-1} . O tratamento T1 e T8, apresentaram maiores concentrações de ferro, destacando - se dos demais.

Nos solos, normalmente não há problemas de disponibilidade de Fe, pois naturalmente tende a ser o micronutriente em maiores quantidades. Apesar disso, alguns fatores, como supercalagem (pH na faixa alcalina), umidade excessiva (favorecendo redução do Mn), altos teores de matéria orgânica e excesso de P, podem induzir a indisponibilidade de Fe, embora o mais frequente seja o Fe reduzindo a disponibilidade de P, haja vista os altos teores do elemento em solos minerais (Primo, 2010).

3.3.1.8 Manganês

Em relação ao manganês apresentou um resultado interessante, onde os tratamentos T4 e T5, com 16 Litros de solo e 4 Litros de tabaco cada, não diferem entre si, se mostrando com os menores valores em relação aos demais tratamentos.

No solo, depois do Fe, o manganês é o micronutriente em maiores teores. Uma das suas principais características é de oxirredução ($\text{Mn}^{4+} \leftrightarrow \text{Mn}^{3+} \leftrightarrow \text{Mn}^{2+}$), que ocorre em condições de potencial redox 401 mV, com probabilidade de excesso em solos com algum grau de compactação (Primo, 2010). Os teores de Mn em solução podem variar de 0,1 a 100 mg dm^{-3} dependendo das características do solo. O Mn é atraído eletrostaticamente no complexo de troca do solo, esta fração encontra-se em equilíbrio com a solução. Cerca de 10% do Mn total podem ocorrer nos solos na forma de óxidos e de hidróxidos de solubilidade variável, sendo essa quantidade de pouca ou nenhuma disponibilidade para as plantas. A deficiência de manganês, comumente, ocorre em solos orgânicos, alagados (excesso de Fe) e muito alcalinos (Primo, 2010).

Não foram encontrados na literatura valores máximos para os metais Fe e Mn. Esses metais são micronutrientes para o solo e não são considerados metais potencialmente tóxicos em composto humificado (Kiehl, 1985).

3.3.1.9 Cobre

Com relação ao cobre, o tratamento T1 e seu piloto T8, obtiveram as maiores concentrações, seguidos pelo tratamento T7 e T2. Os outros tratamentos não tiveram diferença significativa entre si, se mostrando com os menores valores. Os outros tratamentos não tiveram diferença significativa e se destacaram pelos piores resultados em quantidade de cobre. Lembrando que o Cobre é muito importante na nutrição vegetal das plantas. Faz parte da constituição de inúmeras enzimas que participam de importantes processos na fisiologia vegetal, além disso, participa no metabolismo de carboidratos e proteínas.

Vale ressaltar que em relação à forma química dos elementos traços, a mais disponível é a forma de compostos orgânicos em relação aos sais (Gallardo-lara, 1999). A fração de cobre mais importante é denominada disponível, ou seja, a forma catiônica livre (Cu^{2+}). A concentração de cobre nesta forma na solução do solo é muito baixa devido ao valor do pH do solo [...].” (Mantavoni, 2009 e Leite, 2010, p 27). O cobre está presente em pequena quantidade no solo devido a sua solubilidade com matérias orgânicas naturais presente nela, isto acontece devido à acidez do solo, diferente do observado na análise química realizada com a adição do tabaco no composto.

3.3.1.10 Zinco

Observa - se que em relação ao zinco avaliado nos diferentes tratamentos, destaca - se com maior concentração o tratamento T1, já os tratamentos T2, T3, T6, T7 e T8 se mostraram com resultados semelhantes, no entanto, observa - se que o tratamento T4 e seu piloto T5, se mostraram com o menor valor em relação aos demais. O tratamento 1 e o tratamento 8, são pilotos e não mostraram resultados semelhantes.

Cu, Mn, Fe e Zn foram mais baixos do que o mínimo estipulado pelas normativas para composto orgânico. O fato do zinco se apresentar alto, por outro lado, limitaria a aplicação do composto como fertilizante, pois concentrações elevadas podem vir a contaminar o solo e

danificar as plantações. A falta desses micronutrientes no solo deve ser tratada com a adição controlada de cada espécie (Fusinato, 2021).

Segundo Schuman (1975) entre os fatores que influenciam as reações de adsorção e, conseqüentemente a disponibilidade do Zn no solo, estão: as características químicas (pH, CTC, teor de matéria orgânica, cátions e ânions solúveis) e mineralógicas (tipo e teor de argila e de óxidos e hidróxidos de Al e Fe). Os outros tratamentos se mostraram em proporções semelhantes em relação ao zinco, pois quando o pH se eleva diminui a disponibilidade de Zn. Acima do pH 5,5 o zinco é adsorvido a hidróxido de Al, Fe e Mn (Moraghan ; Mascagni, 1991).

O Zn é o micronutriente mais limitante à produtividade das culturas no Brasil. Sua forma mais comum na solução do solo é a do cátion Zn^{2+} que se movimenta no solo por difusão, caminhando a favor do gradiente de concentração, isto é, de uma região de maior concentração para outra de menor concentração (Malavolta, 2006).

3.3.1.11 Boro

O teor obtido para o micronutriente boro teve destaque nos tratamentos 1 e 8, onde apresentou - se com valores bem maiores em relação aos demais tratamentos. No solo, a principal fonte de B é a matéria orgânica; uma vez na solução do solo, o B pode ser imediatamente absorvido pelas plantas ou estar sujeito a lixiviação, visto que não é facilmente adsorvido aos colóides do solo pela ausência de cargas da forma predominante que é $H^3 BO^3$ (Primo, 2010).

Além disso, o boro atua na diferenciação celular, no metabolismo e no transporte de carboidratos. Contribuem também para a síntese de compostos da parede celular, do processo reprodutivo, do crescimento e o direcionamento quimiotrópico do tubo polínico e da produção de frutos e sementes. (Soares, 2020).

Nos solos a disponibilidade do boro é adequada entre pH 6 e 7, diminuindo em valores abaixo ou acima dessa faixa, tal como acontece com os elementos nitrogênio e enxofre. Grande parte do boro total do solo está associada à matéria orgânica, sendo liberada após mineralização, para solução do solo, e a partir daí uma parte pode novamente ser absorvida pelas raízes das plantas, outra perdida por lixiviação (Microquímica, 2014).

As concentrações dos metais em todos os tratamentos apresentaram valores inferiores aos limites máximos para os metais potencialmente tóxicos definidos pelas agências CCME – Diretrizes para Qualidade do Composto - Canadá e pela USDA Recomendação sobre Agricultura Orgânica – Departamento de Agricultura Americano, 1980.

O molibdênio e o cobalto não foram avaliados durante o processo da compostagem e no composto obtido; contudo, os resultados mostram que o composto obtido é de boa qualidade uma vez que contém todos os macros e micronutrientes em concentrações consideradas ideais para a agricultura.

3.3.1.12 Cálcio/Potássio

Assim como a relação entre H/AL, a relação entre Cálcio/Potássio também se mostrou inferior aos demais tratamentos com maiores doses de tabaco adicionado ao composto, destacando - se os tratamentos com até 40% de tabaco no composto.

A adição de cátions metálicos básicos, é a chave para a regulação do pH. Por outro lado, esses cátions metálicos mais comuns como Ca^+ , Mg^+ e K^+ são considerados nutrientes essenciais, é a relação entre a quantidade dos cátions básicos em relação aos cátions ácidos que compõem a CTC a pH 7 Laborsolo (2017), sendo assim, a relação entre cálcio/potássio é de grande importância. As relações iônicas K:N e K:Ca têm sido sugeridas como critérios de manejo da solução nutritiva para diminuir a malformação (Sharma ; Singh, 2008).

3.3.1.13 Cálcio na CTC

Os teores de cálcio na apresentou - se com teores maiores nos tratamentos com menores doses de tabaco no composto, como apresentado estatisticamente todas as doses diferiram entre si, onde a dose de 80% de tabaco no composto (T1 e T8), se apresentaram com as menores doses, como apresentado na (Tabela 4).

3.3.1.14 CTC

A CTC do composto se mostrou em grande destaque no tratamento 1, onde se observa a maior dosagem de tabaco no composto. Valores interessantes foram encontrados nos tratamentos T4 e T5, visto que se mostraram com os menores valores, esse resultado foi obtido em resposta à aplicação de 80 % de solo e 20% de tabaco no composto sendo essa a composição do substrato.

Contrastando-se os efeitos das menores com as maiores doses de composto estudadas, verifica-se que o aumento de 20 para 80% de tabaco na formulação do substrato proporcionou um incremento significativo e de grande relevância sobre a CTC do substrato, enquanto de 20 para 40% o incremento foi de um valor bem menor na relevância da CTC. O maior incremento sobre a CTC do substrato foi obtido quando se aplicaram 80% do tabaco, em comparação ao controle.

De acordo com Almeida (2003) a CTC da matéria orgânica, diferentemente dos minerais de argila, do tipo 2:1 não é um valor fixo. Por outro lado, Celi et al. (1997) mencionam que isto ocorre não somente porque a acidez das substâncias húmicas varia diferentemente dos minerais de argila 2:1, mas também porque a CTC da matéria orgânica aumenta com a elevação do pH (Oliveira *et al.* 2002).

Assim, em se tratando de solo com minerais de argilas do tipo 1:1 e de óxidos de Fe e Al, cujas cargas são dependentes do pH, o acréscimo na CTC é decorrente da elevação do pH pela adição das cargas negativas provenientes da matéria orgânica do composto (Almeida, 2003), como é o caso dos resultados encontrados no trabalho.

3.3.1.15 Alumínio na CTC

O teor de alumínio na CTC se mostrou mais alto nas doses com maior adição de tabaco no composto, este fator ocorre pelos resultados obtidos em relação aos cátions Ca^+ , Mg^+ e K^+ se apresentarem menores nas doses de maior teor de tabaco, ou seja, quanto maior esses teores menores o Alumínio na CTC do composto.

Se a maior parte da CTC do solo está ocupada por cátions essenciais como Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^+ , pode-se dizer que esse é um solo bom para a nutrição das plantas. Por outro lado, se grande parte da CTC está ocupada por cátions potencialmente tóxicos como H^+ e Al^{3+} este será um solo pobre segundo Ronquim (2010). Sendo assim, os tratamentos com doses

maiores (T1 e T8) se mostram com desvantagem em relação aos demais tratamentos, lembrando que os mesmos são pilotos, ou seja, apresentam a mesma concentração de tabaco no composto (80%).

3.3.1.16 Carbono Total

O teor de carbono total aumentou se apresenta maior à medida que se acrescenta tabaco no composto orgânico, o que provavelmente se deve pela adição do material orgânico nos tratamentos. As amostras utilizadas nas análises nos mostram que as menores adições de tabaco apresentaram um menor teor de carbono total, fato que está ligado ao teor de matéria orgânica do solo. Percebe-se que o incremento de tabaco dos sistemas agrícolas pode resultar em aumento do carbono do solo.

3.3.1.17 Magnésio na CTC

Em relação aos teores de Magnésio na CTC, os resultados indicam que não há diferença estatisticamente significativa entre os teores de compostos orgânicos de tabaco, no entanto percebe - se uma proporção maior nos tratamentos com dosagens de 60% de adição de tabaco no composto.

É de grande importância otimizar a relação Ca/Mg, o solo já deve possuir as condições excelentes para bom desenvolvimento da maioria das culturas. Lembrando que, o conceito de saturação por base está relacionado ao fornecimento de bases (Ca, Mg, K) em níveis ótimos para o desenvolvimento das plantas (Mclean, 1977). A filosofia da saturação por base é baseada no conceito de criar relações ideais de Ca, Mg e K no solo, para a produção máxima das culturas (Ecker, 1987).

3.3.1.18 % de hidrogênio na C.T.C

Em relação ao % de hidrogênio na CTC, é possível calcular a saturação dos ácidos expressos em porcentagem de hidrogênio e alumínio, ou seja ($\% H^+ + \% Al^{3+}$), assim o resultado se mostrou superior nas doses onde se adicionou a menores porcentagem de tabaco no composto e foi diminuindo à medida que as doses aumentaram.

3.3.1.19 % de potássio na C.T.C

Diferentemente da % de hidrogênio na CTC, a % de potássio na CTC se mostrou superior nos tratamentos onde se adicionou o material orgânico (tabaco), ou seja, os tratamentos 1 e 8 sobressaíram em relação aos tratamentos 4 e 5.

3.3.1.20 Magnésio/cálcio

Os teores de magnésio/cálcio se mostram superiores nos tratamentos com menor adição de tabaco, observa-se que os tratamentos T4 e T5 se sobressaíram em relação aos demais estatisticamente, lembrando que este tratamento apresenta teor de 20% de tabaco no composto.

Com o aumento na quantidade de cálcio com o aumento das relações Ca/Mg, isto pode ser atribuído ao aumento da quantidade do nutriente do solo com o aumento da relação Ca/Mg (Guimarães Júnior, 2013). O excesso de cálcio em relação ao magnésio na solução do solo pode prejudicar a absorção deste último, assim como o excesso de magnésio pode prejudicar a absorção de cálcio, o mesmo ocorrendo com relação ao potássio (Malavolta *et al.* 1997).

Lembrando que embora estabelecidas as relações Ca/Mg ideais para as plantas, não está claramente estabelecido ainda a partir de que proporção destes elementos na CTC começam a ocorrer problemas nutricionais nas plantas (Guimarães Júnior, 2013).

3.3.1.21 Magnésio/Potássio

Os teores de magnésio/potássio se mostram superiores nos tratamentos com menor adição de tabaco, observa-se que os tratamentos T3 e T6 se sobressaíram em relação aos demais estatisticamente, lembrando que este tratamento apresenta resposta à adição do teor de 40% de tabaco no composto.

A relação (Ca+Mg)/K trocável no solo constitui um índice importante de avaliação da disponibilidade do K no solo (Oliveira *et al.* 2001). Os índices de disponibilidade de K no solo relativos aos teores de Ca e de Mg, tanto do complexo de troca quanto da solução do solo, estão diretamente relacionados com a nutrição potássica da cultura. Contudo, a relação

entre os teores disponíveis de (Ca+Mg) e de K não deve ser muito elevada (USHERWOOD, 1982).

3.3.1.22 pH

Todos os tratamentos apresentaram valores de pH acima de 6,5, não apresentando nem muito ácido nem muito básico. Todos os tratamentos apresentaram valores de pH (CaC12) dentro da faixa considerada adequada, ou seja, de 5,5 a 6,5 (Gonçalves ; Poggiani, 1996; Valeri ; Corradini, 2000). A aplicação de fertilizantes orgânicos pode elevar o valor de pH, como já constatado por Yagi *et al.* (2003), Artur *et al.* (2007), Pires *et al.* (2008) e Lima *et al.* (2009).

No início da compostagem é comum ocorrer a formação de ácidos orgânicos, que tornam o pH mais ácido, porém, com o passar do tempo, essas substâncias reagem com bases liberadas da matéria orgânica, gerando compostos de reação alcalina que aumentam o pH do composto (Valente *et al.* 2009). Para uma melhor biodegradação por compostagem o valor de pH não deve ser muito ácido e nem muito básico (Chang; Chen, 2010). Razaa *et al.* (2017) mencionam que os pH para os diversos tratamentos de compostagem aumentam com o intervalo de tempo. Ao final do processo de compostagem e do processo de degradação o pH deve se apresentar alcalino.

O pH alcalino é recomendado ao final do processo de compostagem (Razza *et al.* 2017). Alguns trabalhos encontrados na literatura relatam a elevação de pH em razão da aplicação de adubos orgânicos (Silva *et al.* 2008; Pimentel *et al.* 2009). O aumento do pH é proporcionado pela adsorção de íons H⁺ por ânions dos compostos orgânicos (Mantovani *et al.* 2005). Baixos valores de pH estão associados a baixas taxas de respiração, significando processos de compostagem anaeróbios, que são mais lentos, quando comparados aos processos aeróbicos.

3.3.1.23 V% (Saturação de Bases)

A saturação de bases também foi influenciada pela aplicação de composto de tabaco à composição do solo. Aumentando de forma significativa com o uso dos compostos em todos

os tratamentos, sendo acima de 90 % com as doses do tratamento 1, 2, 3, 4, 6, 7, e 8 respectivamente, exceto no tratamento 5 atingindo o valor menor que 10 %.

A saturação por bases expressa parte da CTC ocupada pela soma de bases no complexo de troca catiônica (Raij, 2011); previa-se, então, uma relação de seus valores com o pH do solo, o que foi observado. Cardoso *et al.* (2011) constataram aumento, tanto da soma de bases como da saturação por bases, aplicando compostos orgânicos em solo cultivado com alface.

Foi verificado incrementos na saturação por bases dos solos ácidos (TABELA 7) na ordem de 16 % (solo NV2) a 59 % (solo RQ2), pela aplicação do composto de lixo, como consequência direta dos aumentos nos teores de Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^{+} e Na^{+} e da redução da acidez potencial (Abreu Jr. *et al.* 2000). Em um trabalho realizado com composto de lixo a saturação de bases também foi influenciada pela aplicação de composto de lixo à composição do substrato. Referidos valores variaram entre 87,4 a 89,6%, resultados obtidos quando se aplicaram a maior (40%) e a menor dose de composto de lixo (10%) na formulação do substrato (Lima, 2011)

3.3.1.24 Matéria orgânica

Em relação ao teor de M.O, o maior incremento sobre o teor de matéria orgânica do substrato foi constatado quando se aplicaram 80% de tabaco no composto, ou seja, no tratamento 1 e 8. O menor teor de matéria orgânica foi observado nos tratamentos 4 e 5, onde se acrescentou 20% de tabaco de cigarro apreendido, ou seja, menos material orgânico. A ciclagem da matéria orgânica do solo é controlada por taxas de deposição, decomposição e renovação dos resíduos que ocorrem de forma dinâmica.

A elevação do teor de matéria orgânica do solo constitui-se no principal benefício do uso agrícola de resíduos orgânicos, devido à sua contribuição para a melhoria nas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo (Berton ; Valadares, 1991).

Nesse sentido, a comprovação de que a matéria orgânica do solo aumenta a capacidade produtiva dos solos, em particular, em solos situados sob clima tropical, tem incentivado o desenvolvimento de pesquisas visando melhor entendimento da sua dinâmica, especificamente de suas frações estáveis (Primo; Menezes; Silva, 2011), entendendo que, nos

trópicos, a baixa fertilidade dos solos pode ser compensada por sua vitalidade (Primavesi, 2006). A matéria orgânica do solo desempenha papel fundamental influenciando atributos físicos, químicos e biológicos do solo.

3.3.1.25 Alumínio

Observa - se que o tratamento 8, apresenta maior valor em relação aos demais tratamentos, seguido pelo tratamento 1, piloto. Os tratamentos 2 e 7, mostraram - se iguais estatisticamente. Já os tratamentos 3,4,5 e 6 se destacaram com os piores resultados.

A interação entre o alumínio (Al) e a matéria orgânica (MO) é uma das reações que mais influencia as propriedades dos solos ácidos (Urrutia *et al.* 1995). A fração orgânica do solo possui a capacidade de complexar cátions, dentre eles o Al (Vance *et al.* 1996). A toxicidade ao alumínio é considerada um dos mais importantes problemas de toxicidade de metais em solos ácidos com pH \leq 5,0 (Foy *et al.* 1978; Aniol, 1990; Bennet ; Breen, 1991), por representar um fator limitante de crescimento para as plantas (Foy ; Fleming, 1976).

O Al^{3+} , por sua vez, é um dos componentes mais importantes da acidez potencial do solo porque reage com a água, liberando íons H^+ . A acidez potencial devido ao Al trocável é observada em pH \leq 5,5. Em solos com pH acima de 5,5, o Al encontra-se em formas precipitadas (Jones, 1979; Bohnen, 1995). O Al é o metal mais abundante da crosta da terra, compreendendo aproximadamente 7,5% de seu peso (Hang, 1984).

O Al ocorre em diferentes formas no solo e parte da dificuldade em estudar os processos que ocorrem nas plantas, decorrentes da ação deste metal, pode ser atribuída à complexa química do mesmo. O Al se hidrolisa em solução, de tal modo que a espécie de Al trivalente, Al^{3+} , predomina em condições ácidas (pH $<$ 5,0), enquanto que as espécies $Al(OH)^{2+}$ e $Al(OH)^{2+}$ são formadas quando o pH aumenta. Em pH próximos da neutralidade ocorre a fase sólida $Al(OH)^{3-}$ e o $Al(OH)^{4-}$ predomina em condições alcalinas. Muitos destes cátions de Al monoméricos ligam-se a ligantes orgânicos e inorgânicos como PO_4^{3-} , SO_4^{2-} , F^- , ácidos orgânicos, proteínas e lipídios (Delhaize ; Ryan, 1995).

Uma espécie de alumínio poli nuclear, Al^{13} , pode também se formar quando soluções de Al são parcialmente neutralizadas com uma base forte (Parker ; Bertsch, 1992), mas sua ocorrência natural ainda é desconhecida (Delhaize ; Ryan, 1995).

3.3.1.26 H/AL

A relação entre H/AL se mostrou alta em todos os tratamentos, principalmente nos tratamentos com menores doses de composto (T4 e T5), percebe - se que ao aumentar a dose de tabaco essa relação diminuiu. A acidez potencial tem grande importância pelo seu uso na determinação da necessidade de calagem pelo método da saturação de bases, assim como afirmado por Alvarez ; Ribeiro (1999).

3.3.1.27 Soma de Bases

A soma de bases (S) aumentou de forma significativa, nos tratamentos 1 e 8, esses compostos apresentam maior quantidade de tabaco em relação aos demais, razão pela qual se constituíram as maiores somas de bases. A soma de bases foi fortemente influenciada pela aplicação do tabaco e o menor valor da soma de bases apresentou - se nos tratamentos 4 e 5. É importante destacar que a simples aplicação de 20% de tabaco à composição do composto, ou seja, a aplicação da menor dose de composto foi suficiente para elevar os valores da soma de bases.

Santos *et al.* (2001) também verificaram aumento da soma de bases ao aplicar adubos orgânicos ao solo. A soma de bases também foi fortemente influenciada pela aplicação do composto de lixo, apresentando resposta linear, onde a aplicação da menor dose de composto foi suficiente para elevar os valores da soma de bases (Lima, 2011)

3.3.1.28 pHSMMP

Observa - se que os tratamentos 1 e 8, pilotos, apresentaram maior resultados de pHSMMP no composto, seguido pelas amostras dos tratamentos 2 e 7, também pilotos. Os outros tratamentos onde a quantidade de tabaco era menor, teve o menor resultado de pHSMMP.

A acidez potencial é constituída pela somatória do H + A1 do solo, extraídos com soluções de sais tamponadas ou misturas de sais neutros com solução-tampão (PEECH, 1965). Nessa análise, as soluções mais empregadas são o cloreto de bário tamponado com trietanolamina a pH 8,2, o acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹ a pH 7,0 e a solução-tampão SMP (Raij, 1991)

3.4 UMIDADE DO COMPOSTO

Observa - se diferentes tonalidades entre os tratamentos, isso se dá pela ocorrência de maior ou menor concentração de tabaco, onde a dosagem era maior a tonalidade se mostrava mais escura em relação aos demais tratamentos avaliados. Os tratamentos 1 e 2 apresentavam - se com a velocidade de secagem da água mais rápida em relação aos demais tratamentos, T3, T4 e T5.

Observou - se que o tratamento com dose de 80% denominado T1, apresentou maior dificuldade para correção de umidade, comportamento diferente dos outros tratamentos. Uma porção da água se acumulava no fundo e escorria para fora dos montes, além de se mostrar com um odor característico de chorume bem mais forte em relação às demais leiras. Esse processo não foi observado com a mesma intensidade nas outras leiras.

Figura 5 – Execução do teste rápido para verificar nível de umidade do composto



- a) Biscoitos mais macios indicando maior umidade. b) Biscoitos indicando umidade ideal.
c) Biscoitos mais secos indicando menor umidade. Fonte: autora (2023).

Destaca - se que as adições de água para correção da umidade durante os revolvimentos foram baseadas principalmente no teste rápido, conforme orientações de (KIEHL, 1985, p. 287). O aspecto físico e visual de cada monte era importante para orientar a correção de água, e para isso se utilizou o teste rápido, popularmente conhecido como “teste do biscoito”.

Figura 6 – Água na leira do tratamento 1, escorre pelo fundo da leira



Nota: as cores podem não ser representativas. Fonte: autora (2023).

3.5 CONCLUSÕES

O composto analisado demonstrou conformidade com a maioria dos requisitos estipulados para ser categorizado como fertilizante orgânico composto classe A, em todos os tratamentos avaliados, de acordo com os critérios estabelecidos pela Instrução Normativa nº23 de 31 de agosto de 2005 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa, 2005). O material exibiu características satisfatórias, como umidade inferior a 40%, relação C:N inferior a 18, pH superior a 6 e teor de carbono orgânico superior a 15%. Contudo, é importante ressaltar que o teor de nitrogênio acima de 1% não pôde ser registrado devido à ausência de avaliação específica.

3.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU JR., C. H.; MURAOKA, T.; LAVORANTE, A. F.; ALVAREZ V., F. C. Condutividade elétrica, reação do solo e acidez potencial em solos adubados com composto lixo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, p. 635-647, 2000.
- ALMEIDA, A. Composto de lixo urbano na composição química do solo e seus efeitos no desenvolvimento de mudas de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* f. *Flavicarpa* L.). **Revista de Biociência**, v. 9, p. 7-15, 2003.

ALVAREZ V., V.H. ; RIBEIRO, A. C. Calagem. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. **5º Aproximação**. Viçosa, MG, CFSEMG, 1999. p. 43-60.

ANIOL, A. Genetics of tolerance to aluminum in wheat (*Triticum aestivum L.*). **Plant and Soil**, Netherlands, v. 123, p. 223-227, 1990.

ARTUR, A. G.; CRUZ, M. C. P.; FERREIRA, M. E.; BARRETO, V. C. M.; YAGI, R. Esterco bovino e calagem para formação de mudas de Guanandi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, p. 843-850, 2007.

AQUINO, A. M. **Integrando Compostagem e Vermicompostagem na Reciclagem de Resíduos Orgânicos Domésticos**. Embrapa: Circular Técnica. n. 12. 2005.

BENNET, R. J., BREEN, C. M. The aluminium signal: new dimensions to mechanisms of aluminium tolerance. **Plant and Soil**, Netherlands, v. 134, p. 153-166, 1991.

BERTON, R. S.; VALADARES, J. M. A. S. **Potencial agrícola do composto de lixo urbano no estado de São Paulo**. O Agrônomo, v. 4, p. 87-93, 1991.

BOHNEN, H. Acidez e calagem. **Princípios de fertilidade de solo**, Porto Alegre: Dep. de Solos. Fac. de Agronomia. UFRGS, 1995. p. 51-76.

BRISKI, F. *et al.* Biodegradation of tobacco waste by composting: Genetic identification of nicotine-degrading bacteria and kinetic analysis of transformations in leachate. **Chemical Papers**, v.66, n.12, p.1103-1110, 2012

CARDOSO, A. I. I.; Ferreira, K. P.; Vieira Júnior, R. M.; Alcarde, C. Alterações em propriedades do solo adubado com composto orgânico e efeito na qualidade das sementes de alface. **Horticultura Brasileira**, v. 29, p. 594-599, 2011.

CELI, M.; SCHNITZER, M.; NÉGRE, M. Analysis of carboxyl groups in soil acids by a wet chemical method, Fourier-transform infrared spectrophotometer, and solution-state carbon-13 nuclear magnetic resonance. A comparative study. **Soil Science**, v. 162, p. 189-196, 1997.

CHANG, J. I.; CHEN, Y. J. **Effects of bulking agents on food waste composting.** **Bioresource Technology**, v. 101, p. 5917–5924, 2010.

CIÊNCIA ENTRAR REVISTA DIGITAL ÚLTIMAS NOTÍCIAS CIÊNCIA SAÚDE ASTRONOMIA ARQUEOLOGIA CULTURA MEIO AMBIENTE COLUNISTAS OVERLAY-CLEVER CLOSE LOGO HIDROGÊNIO: ENTENDA A IMPORTÂNCIA DO ELEMENTO PARA VIDA NA TERRA. Online: **Galileu**, 2019. Disponível em: <https://revistagalileu.globo.com/ciencia/noticia/2019/04/hidrogenio-entenda-importancia-do-elemento-para-vida-na-terra.ghtml>. Acesso em: 09 out. 2023.

COSIC, I. *et al.* Modelling of kinetics of microbial degradation of simulated leachate from tobacco dust waste. **Chemical Papers**, v. 67, n. 9, p. 1138-1145, 2013.

DELHAIZE, E., RYAN P.R. Aluminum toxicity and tolerance in plants. **Plant Physiology**, Minneapolis, v. 107, p. 315-321, 1995.

DECKERT, D.J. Soil test interpretations: Basic cation saturation ratios and sufficiency levels. **Soil Science Society of America**. Madison. 1987. p. 53-64.

FERREIRA, M.M.M. Sintomas da deficiência de macro e micronutrientes de plantas de milho híbrido BRS 1010. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 6, n. 1, p. 74-83, 2012.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FOY, C.D., CHANEL, R.L., WRITE, M.C. The physiology of metal toxicity in plants. **Annual Review Plant Physiology**, Bethesda, v.29, p.511-566, 1978.

FOY, C.D., FLEMING, A.L. **Crop tolerance to sub-optimal land conditions.** Madison : ASA Meet., Houston, 1976. The physiology of plant tolerance to excess available aluminum and manganese in acid soils: p.301-328.

FUSINATO, Luisa Isago. **Caracterização do composto orgânico gerado na compostagem de resíduos da malacocultura.** 2021. 35 f. Monografia (Trabalho de conclusão de curso) - Curso de Química, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2021.

GUIMARÃES, G. *et al.* Produção de cana-de-açúcar adubada com cama de frango. **Rev. Bras. Saúde Prod.** Salvador, v. 17, n. 4, p. 617-625, 2016.

GUARÇONI, M.; MENDONÇA, E. S. **Capacidade tampão de pH do solo e disponibilidade de fósforo pela adição de composto orgânico.** *Magistra*, v. 15, 2003.

GUERALD, C. C. T. **Degradação do bisfenol-A na presença de ácido tioglicólico: Estudo da influência dos parâmetros de processo em reator batelada com recirculação empregando-se o processo foto-Fenton.** 2014. 69 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Processos Químicos e Bioquímicos) - Escola de Engenharia de Mauá, São Caetano do Sul, 2014.

GUIMARÃES JÚNIOR, M. P. A. *et al.* **Relação Ca: Mg do corretivo da acidez do solo e as características agrônômicas de plantas forrageiras.** 2013. 12 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal do Tocantins, Araguaína, 2013.

GALLARDO-LARA, F.; AZCON, M.; QUESADA, J.L.; POLO, A. Phytoavailability and Extractability of Copper and Zinc in Calcareous Soil Amended with Composted Urban Wastes. **Journal of Environmental Science and Health, B**, v. 34, p. 1049-1064, 1999.

GOMES, J.A.; SCAPIM, C.A.; LUCCA E BRACCINI, A.; FILHO, P.S.V.; SAGRILO, E.; MORA, F. Adubações orgânicas e mineral, produtividade do milho e características físicas e químicas de um Argissolo Vermelho-Amarelo. In: **Acta Scientiarum. Biological Sciences**. v. 27, n. 3, p. 521-529, Maringá, 2005.

GONÇALVES, J. L. M.; POGGIANI, F. Substratos para produção de mudas florestais. Águas de Lindóia. **Resumos**. Águas de Lindóia: USP/ESALQ/SBCS/CEA/SLACS/SBM, 1996.

GREENWAY, G. M.; SONG, Q. J. Heavy metal speciation in the composting process. **Journal of Environmental Monitoring**, v. 4, p. 300–305, 2002.

HANG, A. Molecular aspects of aluminum toxicity. **CRC Critical Reviews in Plant Sciences**, Boca Raton, v.1, p.345-373, 1984.

HEYDECKER, W. Glossary of terms. **Seed ecology**. London: Butterworths, 1973. p. 553-557.

HORST, G.; NELSON, C. J.; e ASAY, K. H. Relationship of leaf elongation to forage yield of tall fescue genotypes. **Crop Science**, p. 715-719, sep. 1978.

JONES, D.L., KOCHIAN, L.V. Aluminum inhibition of the triphosphate signal transduction pathway in wheat roots: a role in aluminum toxicity. **Plant Cell**, Baltimore, v. 7, p. 1913-1922, 1995.

KIEHL, E. . **Fertilizantes Orgânicos**. São Paulo: Editora Agrônoma “CERES” LTDA, 1985. 492 p.

LABORSOLO. **Reação do Solo**: entenda as diferenças entre os valores que aparecem na análise química do solo. Entenda as diferenças entre os valores que aparecem na Análise Química do Solo. 2017. Disponível em:

<https://laborsolo.com.br/analise-quimica-de-solo/reacao-do-solo-entenda-as-diferencas-entre-os-valores-que-aparecem-na-analise-quimica-do-solo>. Acesso em: 18 out. 2023.

LEAL, Cintia Dutra. **Aplicação de bactérias do ciclo do enxofre no tratamento de efluentes e recuperação de enxofre elementar**. 2012. 50 f. Monografia (Especialização em Microbiologia Ambiental e Industrial) -Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

LEITE, D. C. **Análise de macro e micronutrientes e estudo comparativo de solo inerte para processos de biorremediação**. 2010. 47 f. Monografia (Trabalho de conclusão de Curso) - Curso de Química, Centro Universitário La Salle, Canoas, 2010.

LIMA, R. L. S et al. **Atributos químicos de substrato composto de lixo orgânico**. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, [s.l.], v. 15, n. 2, p.185-192, fev. 2011. FapUNIFESP (SciELO).

LIMA, R. L. S. S.; SEVERINO, L. S.; ALBUQUERQUE, R. C.; FERREIRA, G. B.; SAMPAIO, L. R.; BELTRÃO, N. E. M. Capacidade da cinza de madeira e do esterco bovino

para neutralizar o alumínio trocável e promover o crescimento da mamoneira. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, v.13, p.9-17, 2009.

MACRONUTRIENTES: conhecendo o Cálcio. **Laborsolo**, 2013. Color. Disponível em: <https://laborsolo.com.br/analise-quimica-de-solo/macronutrientes-conhecendo-o-calcio>. Acesso em: 02 set. 2021.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafos, 1997. 319 p.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo, Editora Agronômica Ceres, 1980. 254 p.

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

MANTOVANI, Analú. **Composição química de solos contaminados por cobre: formas, sorção e efeito no desenvolvimento de espécies vegetais**. 2009. 178 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Programa de Pós Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

MANTOVANI, J. R.; FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. **Produção de alface e acúmulo de nitrato em função da adubação nitrogenada**. *Horticultura Brasileira*, v. 23, p. 758-762, 2005.

MAPA. **Maximum contaminant limits allowed for organic compounds**, 2005. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/organicos/legislacao/portugues/instr>. Acesso em: 1 jun. 2023.

MCLEAN, E. O. **Contrasting concepts in soil test interpretation: Sufficiency levels of available nutrients versus basic cation saturation ratios.. In: Stelly, M. (ed.) Soil testing: Correlating and interpreting the analytical results**. Madison: American. Society of Agronomy, 1977. p.39-54.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Compostagem doméstica, comunitária e institucional de resíduos orgânicos: manual de orientação**, Brasília - DF, 2017.

MORAGHAN, J.T.; MASCAGNI JR., H.J. Environmental and soil factors affecting micronutrient deficiencies and toxicities. In: *Micronutrients in Agriculture*. 2a ed. P.371-426. J. J. MORTVEDT, ed. **Soil Science Society of América**, Inc., Madson. 760p., 1991.

NAKAGAWA, J.; CAVARIANI, C.; MACHADO, J.R. Efeito da dose e da época de aplicação de N na produção e qualidade de sementes de aveia-preta. **Científica**, São Paulo, v. 23, n.1, p. 31-43, 1995.

OLIVEIRA, F. A.; CARMELLO, Q. A. C.; MASCARENHAS, Hipólito A. A. Disponibilidade de potássio e suas relações com cálcio e magnésio em soja cultivada em casa-de-vegetação. **Scientia Agricola**, [s.l.], v. 58, n. 2, p. 329-335, jun. 2001.

OLIVEIRA, F. C.; MATTIAZZO, M. E.; MARCIANO, C. R.; Abreu Júnior., C. H. Alterações em atributos químicos de um latossolo pela aplicação de composto de lixo urbano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, p.529-538, 2002.

PARKER, D.R., BERTSCH, P.M. Formation of the "Al₁₃" tridecameric polycation under diverse synthesis conditions. **Environmental Science Technology**, Easton, v.26: 914-921, 1992.

PASSOS, A. M. A.. REZENDE, CARVALHO, REIS, P. M. E. **Cama de frango, esterco de curral e pó de carvão no estado nutricional da soja** - ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.10, n.19; p. 2014.

PEECH, M. Exchange acidity. In: BLACK, C.A., ed. **Methods of soil analysis**. Madison, American Society of Agronomy, 1965. p.905-913.

PÉREZ, H.; VILLA, P. Desulfuración biológica: Uma alternativa para el tratamiento de emisiones de gases a la atmosfera. **AIDIS**, v.5, n.3, p.22-27, 2004.

- PERES, Terezinha Bonanho. **Noções básicas de cromatografia**. 2002. 229 f. Tese (Doutorado em Biologia) - Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Proteção Ambiental, Instituto Biológico, São Paulo, 2002.
- PIMENTEL, M. S.; DE-POLLI, H.; LANA, Â. M. Q. Atributos químicos do solo utilizando composto orgânico em consórcio de alface-cenoura. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 39, p. 225-232, 2009.
- PIRES, A. A. *et al.* Efeito da adubação alternativa do maracujazeiro amarelo nas características químicas e físicas do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 1997-2005, 2008.
- PRADO, R.M.; FERNANDES, F. M. Resposta da cana-de-açúcar à aplicação da escória de siderurgia como corretivo de acidez do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 25, n. 1, p. 199-207, mar. 2000.
- PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais**. 18. ed. São Paulo: Nobel, 2006. 549 p.
- PRIMO, D. C.; MENEZES, R. S. C.; SILVA, T. O. Substâncias húmicas da matéria orgânica do solo: uma revisão de técnicas analíticas e estudos no nordeste brasileiro. **Scientia Plena**, Recife-Pe, v. 5, n. 7, p. 1-13, 30 jan. 2011. Anual.
- PRIMO, D. C.; MENEZES, R. S. C.; SILVA, T. O. Substâncias húmicas da matéria orgânica do solo: uma revisão de técnicas analíticas e estudos no nordeste brasileiro. **Scientia Plena**, v. 7, n. 5, 2011.
- PRIMO, Dario C. **Avaliação da qualidade nutricional de composto orgânico produzido com resíduos de fumo**. 2010. 746 f. Monografia (Especialização em Engenharia Agrônômica) - Uaea/Ufcg, Campina Grande, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/NjFZZFJwh8nHTY5MDkXzBpN/?format=pdf>. Acesso em: 13 out. 2023.
- RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba, Ceres/Potafos, 1991. 343 p.

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

SANTOS, R. H. S.; SILVA, F.; CASALI, V. W. D.; CONDE, A. R. Efeito residual da adubação com composto orgânico sobre o crescimento e produção de alface. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, p.1395-1398, 2001.

SEDIYAMA, M. A. N.; GARCIA, N. C. P.; VIDIGAL, S. M.; MATOS, A. T. de. Nutrientes em compostos orgânicos de resíduos vegetais e animais. **Scientia Agrícola**, v. 57, n. 1, p. 128-135, 2000.

SHARMA, R.R.; SINGH, R. Fruit nutrient content and lipoxygenase activity in relation to the production of malformed and button berries in strawberry. **Scientia Horticulturae**, v. 119, p. 28-31, 2008.

SHUMAN, L. M. The effect of soil properties on zinc adsorption by soils. **Proceedings Soil Science Society of America**, Madison, v.39, p.454-458, 1975.

SILVA, E. A. et al. Effects of ground basalt and organic residues on the chemical and microbiological aspects on bare subsoil and on the growth of *Astronium fraxinifolium* Schott. **Revista Árvore**, v. 32, n. 2, p. 323-333, 2008.

SKOOG, D. A.; WEST, D. M.; HOLLER, F. J.; CROUCH, S. R. **Fundamentos de química analítica**. Tradução da 8 ed. Americana. Ed. Thomson; São Paulo, 2007.

SOARES, I. M. de S. **Determinação de Boro em Fertilizantes Minerai**s. 2020. 38 f. Tese (Doutorado em Química Industrial) - Instituto de Química, Uberlândia, Universidade Federal de Uberlândia, 2020. Disponível em:
<https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/30909/7/Determina%C3%A7%C3%A3oDeBoro.pdf>. Acesso em: 13 out. 2023.

TAM, N. F. Y.; TIQUIA S. **Assessing toxicity of "spent sawdust pig-litter"**. R. C. Recycling, v. 11, p. 261-274, 1994.

URRUTIA, M.; MACÍAS, F.; GARCÍA-RODEJA, E. Evaluación del CuCl_2 y del LaCl_3 como extractantes de aluminio en suelos ácidos de Galicia. **Nova Acta Científica Compostelana (Biología)**, Santiago de Compostela, v. 5, p. 173-182, 1995.

VALENTE, B. S.; XAVIER, E. G.; MORSELLI, T. B. G. A.; JAHNKE, D. S.; BRUM[1]JÚNIOR, B. de S.; CABRERA, B. R.; MORAES, P. de O.; LOPES, D. C. N. **Fatores que afetam o desenvolvimento da compostagem de resíduos orgânicos**. Arch. Zootec. v. 58, p. 59-85, 2009.

VALERI, S. V.; CORRADINI, L. Fertilização em viveiros para produção de mudas de Eucalyptus e Pinus. In: Gonçalves, J. L. de M., Benedetti, V. (ed.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p.167-190.

VANCE, G.F.; STEVENSON, F.J.; SIKORA, F.J. Environmental chemistry of aluminum-organic complexes. In: SPOSITO, G. (Ed.). **The environmental chemistry of aluminum**. 2.ed. Flórida: Lewis Publishers, 1996. p.169-220.

VERZUTTI, João. **Fósforo para plantas: Conheça a dinâmica desse macronutriente**. Disponível em: <https://agropos.com.br/fosforo-para-plantas/>. Acesso em: 08 mar. 2022.

YAGI, R.; FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P.; BARBOSA, J. C. Organic matter fractions and soil fertility under the influence of liming, vermicompost and cattle manure. **Scientia Agricola**, v.60, p.549-557, 2003.

YAN, Z.; SONG, Z.; LI, D.; YUAN, Y.; LIU, X.; ZHENG, T. The effects of initial substrate concentration, C/N ratio, and temperature on solid-state anaerobic digestion from composting rice straw. **Bioresource Technology**, v. 177, p. 266–273, 2015.

4 ARTIGO 2 - EMERGÊNCIA, CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DA AVEIA SUBMETIDA A DIFERENTES DOSES DO COMPOSTO DE TABACO

Carla Beatriz Silva

RESUMO

A aveia se destaca como um cereal versátil no Brasil, sendo utilizada como planta de cobertura de solo, forrageira e fonte de grãos nutritivos para alimentação humana. A adubação orgânica é uma prática agrícola comum, contribuindo para a sustentabilidade ao nutrir plantas, reduzir a degradação do solo e diminuir a dependência de fertilizantes químicos. No entanto, a adubação orgânica se utiliza incorretamente, incluindo acidificação do solo, poluição do ar, eutrofização de corpos hídricos e aumento da emissão de gases de efeito estufa. O estudo em questão tem como objetivo não apenas encontrar alternativas sustentáveis à adubação química na cultura da aveia, mas também explorar estratégias para maximizar o crescimento e a produção de biomassa, utilizando insumo orgânico de tabaco. Isso visa promover o crescimento e a produção de grãos na cultura da aveia de maneira mais eficiente e ambientalmente amigável. Sendo o experimento realizado em delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC). Foram realizadas análises de emergência, crescimento e produção na aveia submetida ao composto de tabaco. Conclui-se que composto de tabaco não influenciou positivamente no crescimento da aveia em comparação com o tratamento de adubação convencional, que se destacou positivamente entre os tratamentos avaliados, mostrando superioridade em quase todas as avaliações. O tratamento convencional também superou os compostos de tabaco na produção de massa e grãos da aveia. No entanto, é relevante notar que o tratamento 4, que incluiu 20% de tabaco, apresentou resultados significativos, chegando a equiparar-se estatisticamente em algumas avaliações de produção na aveia.

Palavras-chaves: Adubação Orgânica; Crescimento Vegetal; Manejo de Resíduos; Fertilizante Natural; Sustentabilidade Agrícola; Produção Orgânica.

ABSTRACT

Oats stand out as a versatile cereal in Brazil, used as a soil cover plant, forage, and a source of nutritious grains for human consumption. Organic fertilization is a common agricultural practice, contributing to sustainability by nourishing plants, reducing soil degradation, and decreasing reliance on chemical fertilizers. However, improper organic fertilization practices, including soil acidification, air pollution, eutrophication of water bodies, and increased greenhouse gas emissions, are observed. This study aims not only to find sustainable alternatives to chemical fertilization in oat cultivation but also to explore strategies to maximize growth and biomass production using tobacco organic input. This aims to promote oat crop growth and grain production more efficiently and environmentally friendly. The experiment was conducted in a completely randomized experimental design (CRD). Emergence, growth, and oat production analyses were performed under tobacco compost application. It is concluded that tobacco compost did not positively influence oat growth compared to conventional fertilization, which stood out positively among the evaluated treatments, showing superiority in almost all assessments. The conventional treatment also outperformed tobacco composts in oat mass and grain production. However, it is relevant to note that Treatment 4, which included 20% tobacco, presented significant results, even statistically matching some oat production assessments.

Keywords: Organic Fertilization; Plant Growth; Waste Management; Natural Fertilizer; Agricultural Sustainability; Organic Production.

4.1 INTRODUÇÃO

A aveia, uma gramínea versátil, desempenha papéis cruciais na agricultura, servindo como planta de cobertura do solo, forrageira e fonte de grãos nutritivos. À medida que a busca por práticas agrícolas sustentáveis cresce, a combinação da cultura da aveia com a compostagem emerge como uma estratégia promissora. A compostagem, um processo de decomposição controlada de resíduos orgânicos, oferece uma abordagem ecologicamente amigável para reciclar materiais, transformando-os em composto rico em nutrientes.

A aveia é um cereal que apresenta múltiplos propósitos e pode ser considerada uma importante alternativa para as lavouras de inverno. Destaca-se como planta de cobertura de solo no inverno, como forrageira para produção animal e também apresenta elevada produção de grãos, os quais apresentam bons teores de proteínas, vitaminas, minerais e fibras, sendo, assim, também utilizada na alimentação humana (Silva ; Ciocca, 2005).

Ao integrar a aveia à compostagem, os resíduos orgânicos, como restos de culturas ou material vegetal, podem ser transformados em adubo valioso para enriquecer o solo. A compostagem fornece não apenas nutrientes essenciais para o crescimento da aveia, mas também contribui para melhorar a estrutura do solo, retenção de água e saúde microbiológica. Essa prática sustentável reduz a dependência de fertilizantes químicos, minimizando impactos ambientais negativos associados a esses insumos.

A adubação orgânica é uma técnica muito usada na agricultura, em todos os arranjos e tamanhos de unidades de produção (Morais, 2019). A adubação orgânica não apenas nutre a planta, mas também contribui para a sustentabilidade da agricultura, reduzindo a degradação do solo e minimizando a dependência de fertilizantes químicos. Além disso, seu impacto benéfico pode se estender a longo prazo, melhorando a qualidade do solo e tornando-o mais adequado não apenas para a cultura da aveia, mas também para outras culturas. Apesar de os adubos orgânicos apresentarem diversos benefícios, se usados de forma errônea podem acarretar malefícios, entre os quais destacam-se: a acidificação do solo, a poluição do ar, a eutrofização dos corpos hídricos e o aumento da emissão de gases de efeito estufa (Morais, 2019).

O presente estudo se propõe a investigar a viabilidade da compostagem de resíduos de tabaco provenientes do mercado ilegal, focando especificamente em cigarros contrabandeados. Este composto de tabaco, composto por folhas, caules e outras partes da

planta de tabaco, foi obtido a partir de cigarros apreendidos pela Receita Federal e disponibilizados para análise e compostagem ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia - Campus Muzambinho, localizado em Muzambinho, Minas Gerais. A compostagem é reconhecida como um processo eficaz para transformar resíduos orgânicos em material rico em nutrientes para o solo, e no contexto do tabaco contrabandeado, essa prática pode representar uma alternativa promissora para mitigar os impactos ambientais associados a esse tipo de resíduo. Estudos anteriores têm explorado essa abordagem, evidenciando a possibilidade de obtenção de um composto de qualidade a partir desses resíduos. No entanto, é crucial considerar os desafios envolvidos, como o monitoramento constante e a garantia da qualidade do composto final. Portanto, a compostagem de tabaco de cigarro contrabandeado emerge como uma área de pesquisa relevante na busca por soluções sustentáveis para lidar com os resíduos provenientes do mercado ilegal.

Considerando a crescente demanda por práticas agrícolas sustentáveis e a necessidade de encontrar alternativas para a gestão de resíduos orgânicos, hipotetizamos que a compostagem de resíduos de tabaco contrabandeado pode ser uma estratégia eficaz para promover o crescimento e a produção de biomassa na cultura da aveia. A utilização desse composto orgânico pode enriquecer o solo com nutrientes essenciais, melhorar sua estrutura e saúde microbiológica, resultando em benefícios significativos para o desenvolvimento das plantas de aveia.

O estudo ocorre em um contexto onde a busca por práticas agrícolas mais sustentáveis é cada vez mais relevante. Além disso, a preocupação com a gestão adequada de resíduos, especialmente os provenientes do mercado ilegal, é uma questão prioritária para a preservação do meio ambiente e da saúde pública. Nesse cenário, a investigação da viabilidade da compostagem de resíduos de tabaco contrabandeado, especificamente no contexto da cultura da aveia, surge como uma oportunidade de pesquisa promissora.

O objetivo deste estudo é avaliar a eficácia da compostagem de resíduos de tabaco contrabandeado como uma alternativa sustentável à adubação química na cultura da aveia. Pretendemos investigar como o composto orgânico proveniente do tabaco pode influenciar o crescimento, desenvolvimento e produção de biomassa das plantas de aveia. Além disso, buscamos compreender os impactos da compostagem de tabaco contrabandeado no solo, incluindo sua estrutura, composição de nutrientes e saúde microbiológica. Assim, este estudo visou não apenas encontrar alternativas sustentáveis à adubação química na cultura da aveia,

mas também explorar estratégias que maximizem o crescimento e a produção de biomassa das plantas, utilizando insumo orgânico de tabaco para a promoção de crescimento e produção de grãos na cultura da aveia.

4.2 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação localizada no setor de fruticultura do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia - Campus Muzambinho, localizado em Muzambinho, Minas Gerais, Brasil, cujas coordenadas são altitude: 1033 metros latitude: 21° 18' 00" s longitude: 46° 30' 00" W com temperaturas médias que variam entre 20,6°C a 22,7°C e pluviometria de aproximadamente 1800 mm anualmente. O experimento teve início no mês de abril de 2023 e finalizações das avaliações de campo em agosto de 2023. O experimento foi realizado em delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), composto por quatro tratamentos e cinco repetições cada, além da adubação convencional que foi utilizada como controle, totalizando assim 25 vasos ao final. Utilizou-se os tratamentos T1, T2, T3 e T4 e T5 (Controle) do composto orgânico de tabaco que estão representados na tabela abaixo:

Tabela 1: Dose de composto utilizada como substrato no plantio da aveia

| Tratamentos | % de solo | % de tabaco | Litros de terra | Litros de tabaco |
|-------------|-----------|-------------|-----------------|------------------|
| T1 | 20 | 80 | 4 | 16 |
| T2 | 40 | 60 | 8 | 12 |
| T3 | 60 | 40 | 12 | 8 |
| T4 | 80 | 20 | 16 | 4 |
| T5 | Controle | | | |

Fonte: autora (2023)

O tratamento (T5) foi o controle, onde foi utilizando adubação convencional da aveia com base na análise de solo realizada anteriormente onde se semeou a mesma, realizou-se duas adubações no tratamento convencional, a primeira adubação foi de plantio e a segunda de cobertura aos 30 dias, conforme recomendado pela CQFS (MANUAL DE CALAGEM E ADUBAÇÃO PARA OS ESTADOS DO RIO GRANDE DO SUL E DE SANTA CATARINA, 2004).

Os vasos utilizados no plantio da aveia foram de 3 L, sendo 15 cm de altura x 17,5 cm de largura x 17,5 cm de comprimento, todos preenchidos com composto puro, exceto o tratamento convencional, e de acordo com as medidas dos vasos foram necessários aproximadamente 15 litros de composto por tratamento, já anteriormente analisados. Para o experimento utilizou - se 20 sementes de aveia de carácter comercial por vaso. Aos 14 dias realizou - se o desbaste, deixando 10 plantas por vaso. Aos 21 dias realizou - se outro desbaste deixando 4 plantas por vaso. De acordo com as medidas do vaso as plantas foram semeadas seguindo o espaçamento de 1.663.006,75 plantas por hectare.

Figura 1. Distribuição das sementes de aveia



Fonte: autora (2023).

O Índice de Velocidade de emergencia (IVE) proposto por Maguire (1962) foi obtido, por meio de avaliações diárias, no mesmo horário, onde, assim que as plantas começaram a emergir avaliação que foi realizada até o 16º dia, onde todos os dias foram contadas a quantidade de plantas completamente emergidas por parcela, determinando o percentual de sementes que emergidas.

O (IVE) foi calculado pela seguinte fórmula: $IVE = (N1/E1) + N2/E2) + (Nn/En)$,

onde: IVE = Índice de Velocidade de Emergência;

E1, E2, En = número de plantas normais emergidas no dia 1, 2, n... N1, N2;

Nn = número de dias após o semeio.

1 dia, 2 dias, n... dias.

Quando a quantidade de plantas emergidas se apresentou igual para todas as parcelas durante 3 dias consecutivos, a avaliação foi finalizada.

Avaliações de crescimento foram realizadas aos 96 dias após o plantio. Foram realizadas avaliações de altura de planta (ALT) em cm, medindo do colo ao ápice com uma régua graduada; diâmetro de caule (DC) em mm, medido com paquímetro digital o segundo internódio; diâmetro de perfilho (DP) em mm, medido com paquímetro digital; número de perfilho (NP), pela simples contagem; altura de perfilho (AP) em cm, medindo do colo ao ápice com uma régua graduada; altura de colmo (AC), com a medição realizada com uma régua graduada em cm; tamanho das duas principais folhas desenvolvidas (TF) também realizado com uma régua graduada em cm; as avaliações realizadas vão ser de número de folhas (NF) pela simples contagem.

Realizou - se também a avaliação de produção de biomassa fresca da parte aérea (BFPA) e biomassa seca da parte aérea (BSPA) em gramas aos 96 DAE, onde foram pesadas em balança de precisão além do peso de 50 grãos de aveia colhidos aleatoriamente após o período de maturação, que também foram pesadas em balança de precisão no Laboratório de Bromatologia e Água do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Campus Muzambinho, e levados para secagem em estufa de circulação de ar a 65°C por 48 horas, após esse período os mesmos foram pesados novamente realizando assim a pesagem da (BSPA) e peso dos 50 grãos secos, utilizando esse valor para a realização dos cálculos de produção de grãos por hectare, onde utilizou - se as seguintes fórmulas:

$$100 - 13 = 87$$

$$(\text{Peso seco} \times 100) / 87$$

$$\text{N. de cachos} \times \text{N. de sementes por cacho} = \text{N. de sementes por planta}$$

$$\frac{\text{Área do vaso} - 4 \text{ plantas}}{1 \text{ ha} - X}$$

$$X = \text{N. de plantas ha}$$

$$\text{N. de plantas ha} \times \text{N. de grãos por planta} = \text{N. de grãos por ha}$$

$$\text{N. de grãos por ha} / 1000000 = \text{Ton/ha de aveia}$$

Todos os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância com aplicação do teste ‘F’, ao nível de 95% de confiança utilizando-se o programa SISVAR versão 5.3[®]

(FERREIRA, 2011). Para as causas de variações significativas, realizou - se o teste de comparação de médias proposto por Tukey ($p < 0,05$).

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.3.1 ÍNDICE DE VELOCIDADE DE EMERGÊNCIA

Observa-se que o tratamento com maior dose de tabaco no composto apresentou - se com índice de velocidade de germinação inferior aos demais tratamentos em todo o período de avaliação do IVE e destacou - se com os melhores resultados o tratamento 5, tratamento esse que foi por plantio convencional. A adubação química se mostrou superior aos demais tratamentos por todo período de avaliação.

Tabela 2 - Tabela taxa de emergência de plântulas sob diferentes doses de composto de tabaco de cigarro

| Tratamentos | Dias após o plantio | | | | | | | | | |
|-------------|---------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| T1 | 1 a | 1 a | 1 a | 1 a | 0,8 a | 4 a | 5 a | 10,4 a | 10,4 a | 11 a |
| T2 | 1 a | 1,4 a | 2,8 a | 3 ab | 3,4 a | 4,8 a | 6,8 a | 10,6 a | 10,6 a | 11,2 a |
| T3 | 1,4 a | 2,8 a | 5,4 ab | 7,4 ab | 11 b | 13 b | 14 b | 14 ab | 14 ab | 14,4 b |
| T4 | 1 a | 5,6 a | 10,4 b | 10,8 c | 12,4 b | 14,4 b | 14,6 b | 14,6 b | 14,8 b | 15 ab |
| T5 | 10 b | 15,6 b | 16,4 c | 17 c | 17 b | 17,2 b | 17 b | 17 b | 17 b | 17,4 b |
| CV% | 73,33 | 53,3 | 49,92 | 53,81 | 43,94 | 31,39 | 25,1 | 22,5 | 20,98 | 17,84 |

*Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.
Fonte: autora (2023).

O cálculo do IVE foi realizado utilizando-se fórmula proposta por Maguire (1962). A fitotoxicidade é uma indicação de que o composto não se encontra suficientemente curado ou que contém substâncias tóxicas. As plantas respondem alterando seu padrão de desenvolvimento (Oliveira, 2008)

Materiais mal compostados podem ter efeitos negativos sobre o crescimento das plantas e / ou germinação de sementes devido a produção de substâncias fitotóxicas, como substâncias fenólicas e ácidos graxos voláteis durante a decomposição da matéria orgânica (Silva *et al.* 2014a).

Figura 2. Tratamento 1, apresentando menor velocidade de germinação



Fonte: autora (2023).

No entanto, todos os tratamentos apresentaram bons resultados em relação ao índice de velocidade de germinação, indicando que o composto orgânico obtido ao se utilizar o tabaco de cigarro como um dos componentes do processo se mostra adequado em utilizando as dosagens de 40 e 20% de tabaco no composto, essas não apresentam substâncias carcinogênicas ou fitotóxicas a emergência de plantas. Já o tratamento com dosagens de 80% de tabaco ele se mostrou tóxico às plantas, assim como é observado na imagem a seguir:

Figura 3. Morte de plantas dos tratamentos com maiores dosagens de tabaco no composto



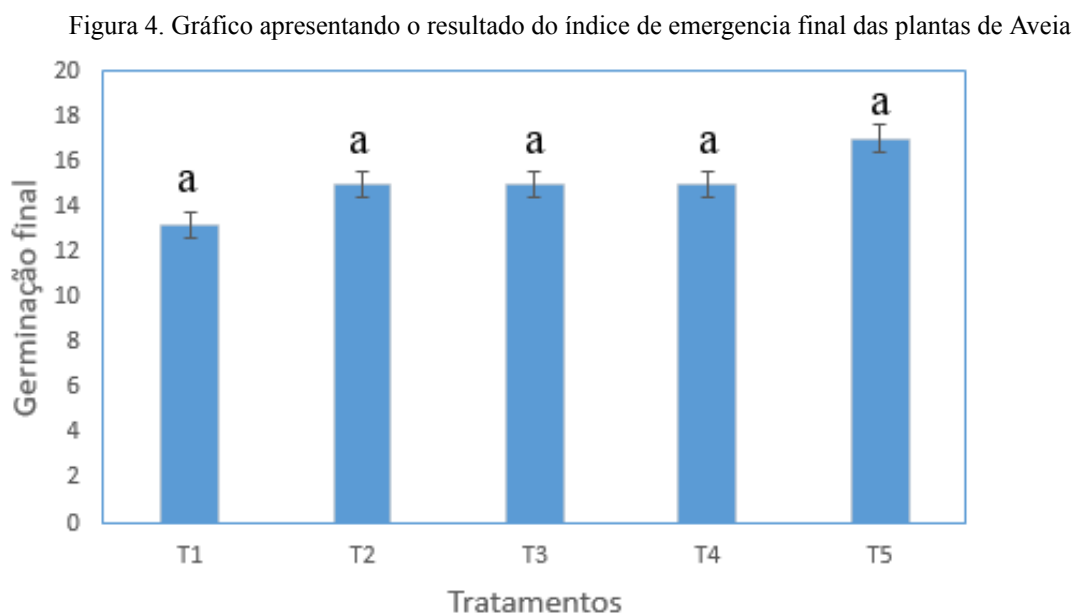
Fonte: autora (2023)

No entanto, deve - se observar que a presente avaliação consistiu em avaliar somente o índice de velocidade de germinação da aveia submetida a diferentes doses de composto de

tabaco de cigarro contrabandeado.

1.3.2 ÍNDICE DE EMERGÊNCIA FINAL DAS PLANTAS DE AVEIA

Os resultados da pesquisa realizadas indicam que o composto orgânico obtido ao se utilizar o tabaco de cigarro como um dos componentes do processo se mostra adequado não apresentando substâncias carcinogênicas ou fitotóxicas, pois todos os tratamentos apresentaram índice de germinação acima de 80% e não apresentaram diferença significativa entre si, ainda que o tratamento convencional tenha se mostrado superior aos demais. Verificada assim a adequação do processo de compostagem a germinação da aveia.



Fonte: autora (2023).

Ao 16º dia finalizou - se a avaliação de índice de velocidade de emergência dos tratamentos e constatou - se a quantidade de plantas totalmente emergidas, onde todos os tratamentos avaliados emergiram acima de 75% de suas sementes de aveia semeadas.

Em um experimento com tabaco de cigarro apreendido pela Receita Federal, realizado no IFSULDEMINAS - Campus Inconfidentes observou - se que o *Índice de germinação de sementes* (IGS), que avalia a fitotoxicidade, é um dos parâmetros mais sensíveis para se avaliar a toxicidade e o grau de maturação do composto (Sellamani *et al.* 2008) e consiste na

verificação da germinação de sementes (Tam e Tiquia, 1994). Para diferentes autores um índice de germinação acima de 80 indica compostos maturados, livres de fitotóxicos (Belo, 2011; Guo *et al.* 2012; Yang *et al.* 2016; Wang *et al.* 2017a).

4.3.3 ANÁLISES DE CRESCIMENTO DA AVEIA

4.3.3.1 Altura de plantas

Na análise dos resultados obtidos neste estudo, destaca-se que o tratamento convencional (T5) se mostrou superior aos demais tratamentos em relação à altura das plantas aos 96 dias após o plantio (DAP). Esta observação sugere que o tratamento convencional teve um impacto mais positivo no crescimento das plantas de aveia quando comparado com os demais tratamentos avaliados.

Por outro lado, os tratamentos 1 e 2, nos quais foram adicionadas doses de 80% e 60% de tabaco no composto, respectivamente, foram os que menos se destacaram na análise química do composto de tabaco. Isso indica que a adição dessas doses de tabaco pode não ter sido tão eficaz quanto o esperado na promoção do crescimento das plantas de aveia, pelo menos no contexto específico deste experimento.

Tabela 3: Altura de plantas aos 96 dias após o plantio (DAP)

| Tratamentos | 96 DAP | |
|-------------|--------|---|
| T1 | 2,75 | c |
| T2 | 7 | c |
| T3 | 68,85 | b |
| T4 | 72,85 | b |
| T5 | 90,7 | a |
| CV% = | 38,83 | |

* Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.
Fonte: autora (2023)

A análise revelou que os tratamentos que incluíram adições de tabaco apresentaram resultados desfavoráveis em relação ao crescimento das plantas de aveia. A presença de compostos orgânicos voláteis liberados durante a decomposição do tabaco pode ter impactado

negativamente o ambiente do solo. A incompatibilidade entre o tabaco e as características do solo e das plantas de aveia também pode ter contribuído para os resultados observados. Esses achados ressaltam a importância de considerar cuidadosamente os efeitos potenciais de materiais adicionados ao composto na agricultura, visando garantir o crescimento saudável das plantas e a qualidade do solo.

Comparando com estudos anteriores, observa-se que os resultados deste experimento podem divergir de trabalhos prévios. Por exemplo, em um estudo conduzido por Rodrigues et al. (2014), o tratamento com esterco bovino a 25% do substrato comercial foi responsável pela maior média de altura das plantas. No entanto, é importante ressaltar que as condições experimentais podem variar entre os estudos, incluindo diferenças na composição do substrato, nas condições ambientais e no manejo das plantas.

Além disso, o estudo de Rossetto ; Nakagawa (2001) observou um aumento na altura das plantas de aveia preta até 84 dias após a emergência, seguido por uma tendência de redução posteriormente. Esses resultados são consistentes com a redução na altura das plantas observada no presente estudo aos 96 dias após o plantio, sugerindo uma possível coincidência temporal entre os dois estudos. Portanto, embora os tratamentos com adição de tabaco possam não ter sido tão eficazes quanto o tratamento convencional, é necessário considerar uma série de fatores que podem influenciar os resultados, incluindo as características específicas dos materiais utilizados, as condições ambientais e o período de avaliação. Mais estudos são necessários para uma compreensão mais abrangente dos efeitos desses tratamentos no crescimento das plantas de aveia.

4.3.3.2 Diâmetro de caule

Para a característica de diâmetro de caule, percebeu-se que o tratamento convencional também se destacou com o melhor resultado. Destaca - se que os caules apresentaram uma espessura fina e frágil, este é um fato normal e ocorre por conta do período de perfilhamento da planta, no qual a planta passa por um crescimento maior para a formação da panícula.

Tabela 4: Diâmetro de colmo aos 96 dias após o plantio

| Tratamentos | 96 DAP | |
|-------------|--------|---|
| T1 | 0,11 | b |
| T2 | 0,43 | b |
| T3 | 3,36 | a |
| T4 | 3,4 | a |
| T5 | 4,02 | a |
| CV% = | 38,06 | |

* Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Fonte: autora (2023).

A análise da tabela revela que o tratamento convencional (T5) obteve os melhores resultados tanto em altura quanto em diâmetro de colmo, destacando-se significativamente em relação aos demais tratamentos. Este resultado pode ser atribuído à composição e qualidade do composto utilizado no tratamento convencional, que possivelmente proporcionou condições ideais para o desenvolvimento das plantas. Por outro lado, os tratamentos que receberam doses de tabaco (T1 e T2) apresentaram os piores desempenhos, indicando que a adição desses compostos pode não ter sido benéfica para o crescimento da aveia. Este resultado contradiz estudos anteriores que sugeriam que a adição de certos compostos orgânicos poderia promover o crescimento das plantas. No entanto, é importante considerar que outros fatores, como a composição específica do tabaco utilizado e as condições ambientais durante o experimento, também podem ter influenciado os resultados. Portanto, mais investigações são necessárias para compreender completamente o efeito desses compostos no crescimento da aveia e identificar as melhores práticas para sua utilização na agricultura.

A análise do diâmetro do caule revelou que o tratamento convencional se destacou como o mais eficaz, apresentando resultados superiores em comparação aos demais tratamentos. Este destaque pode ser atribuído ao desenvolvimento mais acentuado da parte aérea das plantas, conforme apontado por Grave *et al.* (2007). Plantas com maiores diâmetros de caule tendem a ter uma estrutura mais robusta e resistente, o que as torna menos suscetíveis a tombamentos causados por ventos fortes, como destacado por Azevedo *et al.* (2020).

Além disso, o diâmetro do caule está diretamente relacionado à resistência ao acamamento das plantas, conforme sugerido por Berti *et al.* (2007) e Penckowski; Fernandes (2010). Portanto, a identificação do substrato que promove um maior desenvolvimento do diâmetro caulinar é crucial para a produção de mudas de qualidade e com potencial produtivo elevado. Este resultado ressalta a importância de considerar não apenas o crescimento das plantas, mas também sua resistência e capacidade de suportar condições adversas, na seleção do substrato mais adequado para o cultivo da aveia.

4.3.3.3 Número de perfilhos

Em relação ao número de perfilhos percebe - se que se destacou com melhores resultados os tratamento 4 e 5 (Convencional). Na aveia, a formação dos perfilhos cessa com o início do desenvolvimento da panícula. Todavia, para algumas cultivares, estas estruturas podem formar-se mesmo após a emergência da panícula, o que não foi o caso do experimento avaliado. O tratamento convencional (T5), se destacou com o maior número de perfilhos desenvolvidos, sendo de menor valor até mesmo que o tratamento 1, que se apresentava mais enfraquecido que os outros tratamentos avaliados.

Tabela 5: Número de perfilhos aos 96 dias após plantio (DAP)

| Tratamentos | 96 DAP | |
|-------------|--------|---|
| T1 | 0,2 | b |
| T2 | 0,35 | b |
| T3 | 1,25 | b |
| T4 | 3,2 | a |
| T5 | 3,55 | a |
| CV% = | 22,07 | |

* Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Fonte: autora (2023)

A análise dos dados sobre o número de perfilhos nos diversos tratamentos revelou algumas tendências importantes que merecem consideração. Primeiramente, observou-se que os tratamentos 4 e 5, apresentaram os melhores resultados em termos de formação de

perfilhos. Esse destaque do tratamento convencional sugere que essa abordagem pode ser mais eficaz na promoção da formação de perfilhos em comparação com os outros métodos avaliados. Vale ressaltar que, embora se espere que a formação de perfilhos na aveia cesse com o início do desenvolvimento da panícula, em algumas cultivares, essa formação pode ocorrer mesmo após a emergência da panícula, conforme discutido por Brouwer e Flood (1995).

No contexto do presente experimento, não foi observada essa formação tardia de perfilhos. Esse destaque do tratamento convencional pode ser atribuído a uma série de fatores, como a composição específica do composto utilizado nos outros tratamentos ser negativa em relação às condições ambientais durante o experimento. Além disso, a presença de perfilhos mais robustos nos tratamentos 4 e 5 sugere que esses tratamentos proporcionaram condições mais favoráveis para o desenvolvimento vegetativo das plantas. No entanto, é importante notar que vários perfilhos entraram em senescência nos tratamentos 1 e 2, principalmente os menores, o que pode ter influenciado os resultados. Esses achados ressaltam a complexidade do processo de formação de perfilhos na aveia e destacam a necessidade de estudos adicionais para compreender completamente os fatores que influenciam esse processo e identificar estratégias eficazes para otimizar o rendimento da cultura.

Em um experimento realizado por Costa *et al.* (2016), onde se trabalhou com cana-de-açúcar e diferentes compostos, observou-se que a primeira avaliação do experimento demonstrou que para as características número de perfilhos e diâmetro de caule não se obteve diferença entre as médias dos tratamentos aplicados. Em trabalho realizado por Nakagawa *et al.* (2000) observou-se que o desenvolvimento das plantas em seus estádios iniciais foi semelhante nos dois experimentos em relação a todos os tratamentos. Já após o fim do perfilhamento, começaram a surgir diferenças visíveis de desenvolvimento entre os dois experimentos analisados.

Na aveia, a formação dos perfilhos cessa com o início do desenvolvimento da panícula. Todavia, para algumas cultivares, estas estruturas podem formar-se mesmo após a emergência da panícula (Brouwer ; Flood, 1995). Como várias plantas do tratamento 1 e 2 morreram, também no presente trabalho vários perfilhos entraram em senescência, principalmente os perfilhos menores.

4.3.3.4 Número de folhas

Todos os tratamentos apresentaram queda no número de folhas. Na avaliação, o tratamento 4 e 5 obtiveram grande destaque na avaliação. Destaca - se que os tratamentos 1, 2 e 3 obtiveram menor desenvolvimento do número de folhas.

Tabela 6: Número de folhas aos 96 dias após o plantio (DAP)

| Tratamentos | 96 DAP | |
|-------------|--------|-----|
| T1 | 0,55 | c |
| T2 | 2 | c b |
| T3 | 4,95 | b |
| T4 | 10,45 | a |
| T5 | 13,05 | a |
| CV% = | 37,01 | |

* Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Fonte: autora (2023).

Após atingir os valores máximos, ocorreu decréscimo em função da senescência das folhas mais velhas, conforme também observado por White (1995). Segundo Freitas (2000), o surgimento e o número de folhas por afilhos depende do genótipo da espécie e do cultivar, mas salienta que a desfolha severa pode causar, em alguns casos, a morte de afilhos e, conseqüentemente, a morte da planta. Lembrando que o gráfico apresentado mostra os valores dos tratamentos que obtiveram o maior número de folhas.

Em um experimento realizado por Marques (2014), para que as plantas de aveia preta voltassem a produzir folhas, houve a necessidade da produção de novos afilhos. Outra relação muito importante, que a quantidade de folhas pode apresentar com o desenvolvimento da planta, diz respeito à quantidade de luz que é interceptada pela planta. Uma grande área foliar tende a capturar uma grande quantidade de luz, ocasionando uma maior produção de fotoassimilados, devida à grande área fotossintética ativa (Valério *et al.* 2009).

Sendo a quantidade de folhas afetada por fatores abióticos, como luz, disponibilidades hídricas e nutricionais (Taiz ; Zeiger, 2009). A redução do número de folhas, foi também

observada por Godoy *et al.* (1990) e por Reis *et al.* (1992) e, é resultado da senescência das folhas mais velhas no decorrer das coletas.

4.3.3.5 Comprimento de colmo

Em relação ao comprimento de colmo destaca-se o tratamento convencional, apresentando grande desenvolvimento em relação aos demais tratamentos avaliados, lembrando que o tratamento 5 (adubação convencional) também se destacou com os maiores diâmetros de colmo. Observou - se grande acamamento das plantas no tratamento 5, os caules estavam enfraquecidos e moles sofriam acamamento com facilidade.

Tabela 7: Comprimento de colmo aos 96 dias após o plantio (DAP)

| Tratamentos | 96 DAP | |
|-------------|--------|---|
| T1 | 2,25 | c |
| T2 | 3,5 | c |
| T3 | 54,65 | b |
| T4 | 58,15 | b |
| T5 | 77,55 | a |
| CV% = | 40,6 | |

* Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Fonte: autora (2023).

A análise do número de folhas aos 96 dias após o plantio revelou uma tendência comum de queda em todos os tratamentos. No entanto, os tratamentos 4 e 5 se destacaram significativamente, apresentando um maior número de folhas em comparação com os tratamentos 1, 2 e 3. Esse destaque sugere uma maior eficácia dos tratamentos 4 e 5 na promoção do desenvolvimento foliar das plantas de aveia. O fenômeno de senescência das folhas mais velhas após atingir valores máximos é consistente com estudos anteriores, como o de White (1995). Freitas (2000) ressalta a importância do genótipo da espécie e do cultivar na determinação do número de folhas por afixos, alertando para os riscos da desfolha severa, que pode levar à morte de afixos e, conseqüentemente, da planta. Os resultados também

destacam a relação entre a quantidade de folhas e a interceptação de luz pela planta, influenciando a produção de fotoassimilados. A quantidade de folhas é afetada por fatores abióticos, como luz, disponibilidade hídrica e nutricional, como discutido por Taiz ; Zeiger (2009).

A redução no número de folhas ao longo do tempo também foi observada em estudos anteriores, como os de Godoy *et al.* (1990) e Reis *et al.* (1992), indicando o processo natural de senescência das folhas mais velhas durante o ciclo de crescimento das plantas de aveia. Esses resultados destacam a importância de considerar fatores genéticos, ambientais e de manejo na promoção do desenvolvimento foliar da aveia e ressaltam a necessidade de mais pesquisas para otimizar essa característica e, conseqüentemente, o rendimento da cultura.

4.3.3.6 Diâmetro de perfilho

Aos 96 dias de plantio, o tratamento com a dose de 20 % de tabaco (T4) e adubação convencional (T5) no composto destacaram - se com o maior diâmetro de perfilho em relação aos demais, seguido pela dose de 40 % de tabaco. No entanto, lembra - se que muitos perfilhos do tratamento convencional sofreram senescência após o desenvolvimento das panículas.

Tabela 8: Diâmetro de perfilho aos 96 dias após o plantio (DAP)

| Tratamentos | 96 DAP | |
|-------------|--------|-----|
| T1 | 0,05 | c |
| T2 | 0,38 | c b |
| T3 | 1,07 | b |
| T4 | 2,72 | a |
| T5 | 3,08 | a |
| CV% = | 64,8 | |

* Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Fonte: autora (2023).

Em relação ao diâmetro do perfilho, foi observado resultado significativo positivo ($P > 0,05$), provavelmente, porque o perfilhamento em gramíneas anuais, é favorecido pela,

nutrição adequada e a alta intensidade luminosa (Castro E Kluge, 1999), além do fator preponderante para a formação e desenvolvimento dos perfilhos ser a adequada nutrição com nitrogênio, isso porque o N exerce forte influência no crescimento e no desenvolvimento de plantas de aveia em estádios iniciais (Mundstock E Bredemeier, 2001).

Lembrando que em um único perfilho ocorrem simultaneamente processos de crescimento (formação e expansão de folhas e alongamento de colmos) e perda (senescência e morte foliar) de tecidos (Hodgson, 1990).

4.3.3.7 Altura de perfilho

Apesar das diferenças entre alturas de perfilhos, em função das doses de tabaco, serem significativas, observa-se que a parcela que não recebe composto de tabaco (convencional), apresenta altura média consideravelmente baixa, isso pode ter ocorrido pois após o perfilhamento da aveia tende a secar seus perfilhos que não tem panículas, assim destaca - se a maior altura de perfilho nos tratamentos (T2).

Tabela 9: Altura de perfilho aos 96 dias após o plantio (DAP)

| Tratamentos | 96 DAP | |
|-------------|--------|---|
| T1 | 4,7 | a |
| T2 | 37 | c |
| T3 | 27,28 | b |
| T4 | 31 | b |
| T5 | 11 | a |
| CV% = | 76,58 | |

* Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Fonte: autora (2023).

Aos 96 dias após o plantio, os tratamentos com a dose de 20% de tabaco (T4) e adubação convencional (T5) se destacaram com o maior diâmetro de perfilho em comparação aos demais tratamentos, seguidos pela dose de 40% de tabaco. Esse resultado sugere que a combinação desses tratamentos pode promover um maior desenvolvimento e robustez dos

perfilhos de aveia. No entanto, é importante ressaltar que muitos perfilhos do tratamento convencional apresentaram senescência após o desenvolvimento das panículas, o que pode impactar negativamente na produtividade da cultura.

O resultado positivo em relação ao diâmetro do perfilho pode ser atribuído à nutrição adequada e à alta intensidade luminosa, que favorecem o perfilhamento em gramíneas anuais, conforme sugerido por Castro e Kluge (1999). Além disso, a adequada nutrição com nitrogênio desempenha um papel preponderante no crescimento e desenvolvimento das plantas de aveia em estádios iniciais, pois o nitrogênio exerce forte influência nessas etapas do ciclo de vida da planta, como apontado por Mundstock e Bredemeier (2001).

É importante ressaltar que o perfilho é uma estrutura dinâmica, na qual ocorrem simultaneamente processos de crescimento, como formação e expansão de folhas e alongamento de colmos, e perda de tecidos, como senescência e morte foliar, conforme destacado por Hodgson (1990). Portanto, entender os fatores que influenciam o diâmetro do perfilho é crucial para otimizar o manejo da cultura de aveia e maximizar sua produtividade.

4.3.3.8 Comprimento de lâmina foliar

O tratamento com maior dose de tabaco no composto (T1), apresentou menor desenvolvimento da lâmina foliar, seguido pela segunda maior dose de tabaco no composto (T2). Os tratamentos (T4 e T5) apresentaram maior valor de comprimento de lâmina foliar aos 96 dias após o plantio assim como os mesmos tratamentos se destacaram em quase todas as avaliações realizadas anteriormente.

Tabela 10: Comprimento da lâmina foliar aos 96 dias após o plantio (DAP)

| Tratamentos | 96 DAP | |
|-------------|--------|---|
| T1 | 1 | c |
| T2 | 3 | c |
| T3 | 13 | b |
| T4 | 20 | a |
| T5 | 23 | a |
| CV% = | 57,2 | |

* Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Fonte: autora (2023).

É importante considerar que a senescência das folhas mais velhas está associada ao desenvolvimento da panícula, sendo desencadeada pelo alongamento do pseudocolmo, especialmente em condições de sombreamento, como indicado por Lemière (2001). O período de duração de vida das folhas determina o número máximo de lâminas foliares vivas que um perfilho pode suportar quando atinge seu rendimento máximo, como discutido por Lemaire e Agnusdei (2000). Ribeiro *et al.* (2017) sugerem que a senescência tende a ser menor no início do processo, pois a primeira folha só começa a entrar em senescência após o perfilho atingir seu número máximo de folhas vivas.

O maior comprimento final da lâmina foliar observado nos tratamentos T4 e T5 pode ser explicado pelo maior tamanho dos perfilhos, resultando em um percurso mais longo da folha dentro do pseudocolmo até sua exposição. Isso resulta em lâminas foliares de maior comprimento, uma vez que o comprimento da folha é diretamente proporcional à duração do alongamento foliar, conforme discutido por Sbrissia e da Silva (2001) e Skinner e Nelson (1995).

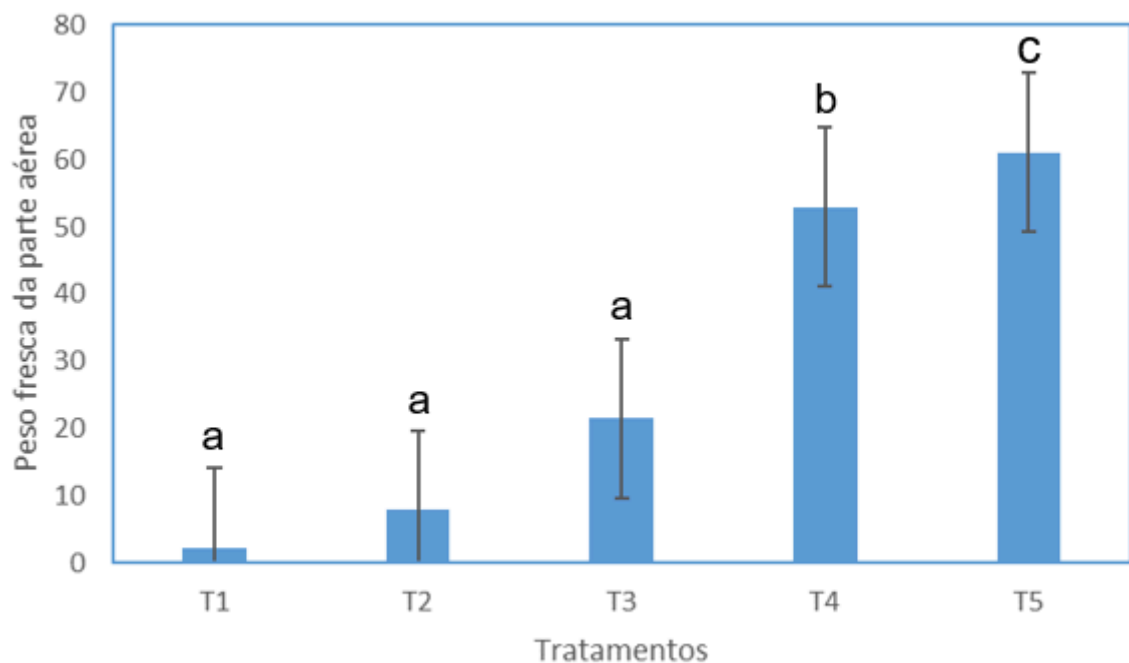
Os efeitos da desfolha sobre a taxa de alongação foliar também são relevantes, destacando-se que desfolhas frequentes podem levar a uma redução significativa nessa taxa, como relatado por Difante (2003) e Schnyder *et al.* (2000), especialmente quando todas as folhas de um perfilho são removidas. Portanto, considerar não apenas os fatores de crescimento, mas também as práticas de manejo, como a desfolha, é essencial para compreender e otimizar o desenvolvimento da cultura da aveia.

4.3.4 AVALIAÇÕES DE PRODUÇÃO DA AVEIA

4.3.4.1 Biomassa fresca da parte aérea

Observa - se que os tratamentos 4 e 5 se destacaram positivamente em relação aos demais tratamentos. No entanto, o tratamento 1 e 2 se destacaram com resultado de peso de massa aérea muito baixo, lembrando que o tratamento 2 foi acrescido de 60% de tabaco e o tratamento 1 com 80% de tabaco no composto, sendo essas as maiores dosagens. Os tratamentos T4 e T5, tiveram problemas com acamamento de colmos, fato que pode ter diminuído o peso da massa das plantas, ainda assim apresentaram bom desempenho em relação aos demais, destacando - se o tratamento convencional.

Figura 5. Peso fresco da parte aérea



Fonte: autora (2023).

Todas as cultivares sofreram acamamento, possivelmente pelas condições edafoclimáticas favoráveis, resultando em menor acúmulo de massa seca (DEMÉTRIO, 2009). Segundo Bortolini et al. (2005), em anos favoráveis às culturas de inverno, tem sido constatado crescimento vegetativo exuberante, ocasionando altos índices de acamamento. Ao

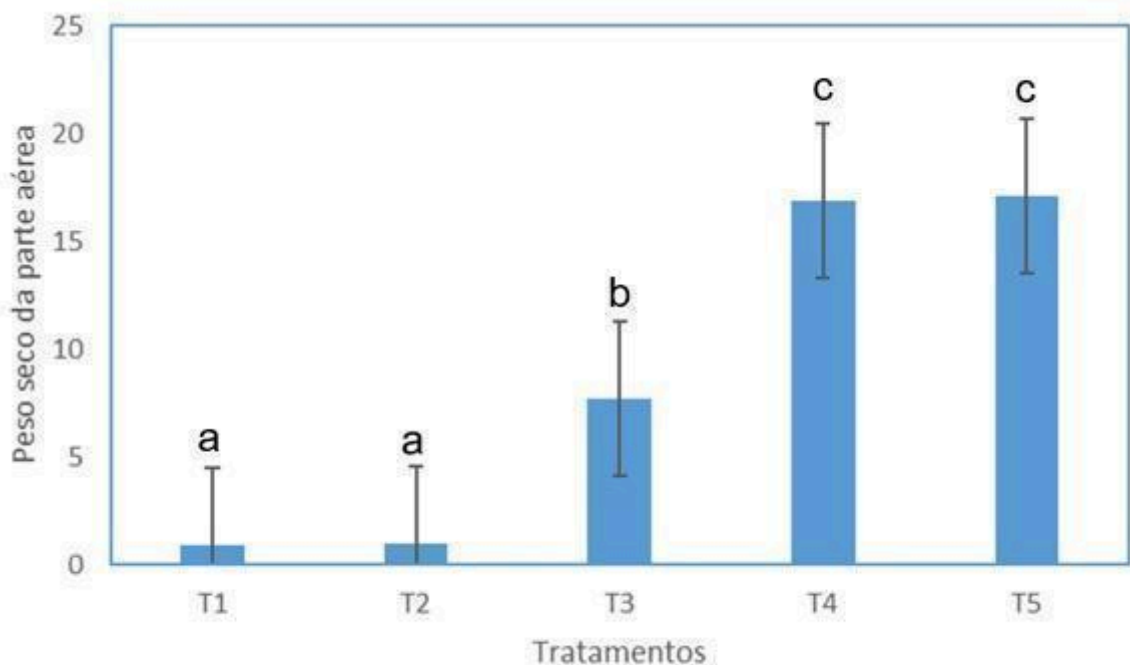
avaliar a amostragem de massa seca e massa verde não há diferenças estatísticas significativas na época de 40 dias em um trabalho realizado por Demétrio (2009).

De acordo com Schuch *et al.* (2000) o fato revela que o comportamento das plântulas originadas de sementes de alto vigor produzem maior quantidade de matéria seca do que as de médio vigor, aumentando essas diferenças com o avanço no crescimento das plântulas. A aveia tem sido destinada ao manejo e conservação do solo, como cobertura do solo e como adubação verde (Derpsch *et al.* 1985; Floss ; Ceccon,1998). Tudo isso nos reforça a importância da avaliação da massa fresca da aveia.

4.3.4.2 Biomassa seca da parte aérea

Em teor de matéria seca da parte aérea, o tratamento 5 (Adubação convencional) também se destacou, apresentando resultados significativamente maiores em comparação aos demais, inclusive o tratamento T4, que foi acrescido da menor dosagem de tabaco no composto (20%). Em teor de massa seca, houve diferença significativa apenas entre todos os tratamentos avaliados, destacando - se o tratamento 5 e 4, assim como observado no peso de massa fresca, onde o tratamento 5 e 4, também se destacou dos demais.

Figura 6. Peso seco da parte aérea



Fonte: autora (2023).

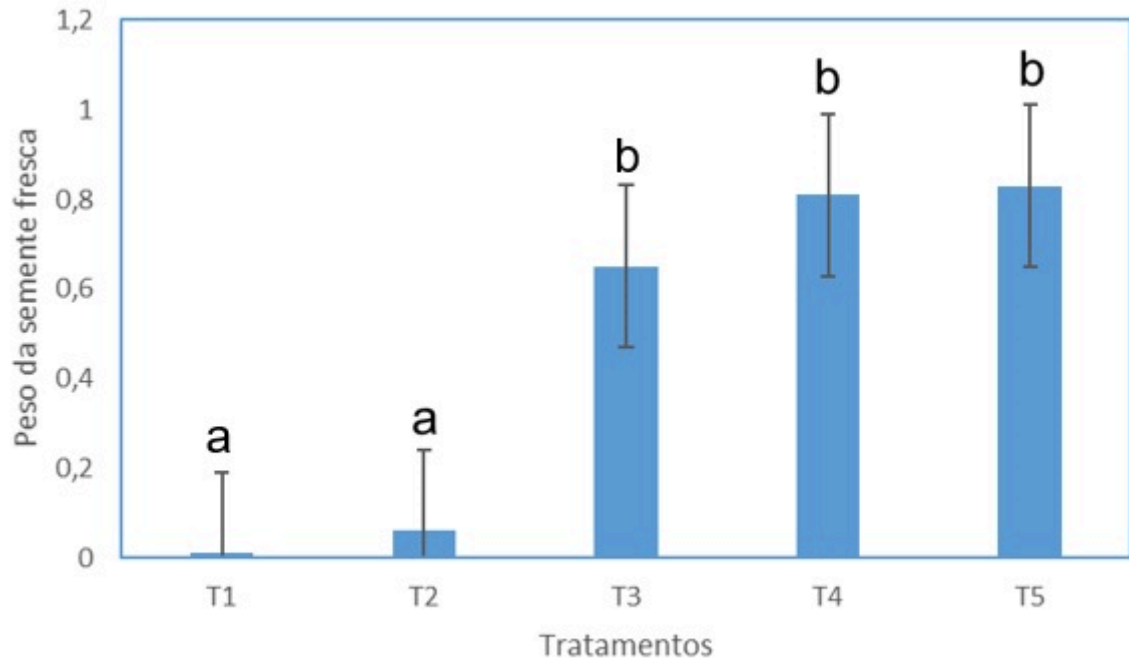
Leva - se em conta as considerações que para um bom peso de massa seca, as plantas devem apresentar adequados teores de massa fresca e isso se deve a muitos fatores anteriores como a presença de problemas relacionados ao desenvolvimento ou à qualidade das sementes, como doenças, pragas ou condições de cultivo inadequadas. Já em um experimento realizado por Demétrio (2009), encontrou - se o peso de matéria seca de 1000 sementes das panículas da haste principal e dos perfilhos primários e secundários foi aumentando no decorrer das coletas, a partir da quarta (84 DAE), até atingir um valor máximo.

4.3.4.3 Peso das sementes frescas

Vale ressaltar que variações significativas no peso das 50 sementes avaliadas podem indicar a presença de problemas relacionados ao desenvolvimento ou à qualidade das sementes, portanto, há a necessidade de maiores estudos em relação a forma de plantio com o composto de tabaco e suas diferentes dosagens.

Em relação ao peso das sementes frescas, o tratamento 5 se destacou com maiores valores em relação aos demais, junto ao tratamento 4 que apresentou resultado semelhante ao tratamento 5. O tratamento 1 apresentou os menores valores.

Figura 7. Peso das sementes frescas



Fonte: autora (2023).

Estudos do desenvolvimento da planta têm sido realizados (Kaufman ; Brock, 1992; Peterson, 1992; White, 1995; Brouwer ; Flood, 1995) mas necessitam de muitas outras pesquisas nesta área para se obter maiores aumentos de produtividade (Peterson, 1992; Brouwer ; Flood, 1995). Sabe - se que a compostagem expressa papéis importantes no quesito produção de grãos, a expressão de potenciais de rendimento da aveia está associada às técnicas de manejo, entre elas, a população de plantas e a disponibilidade de nutrientes, como o nitrogênio (N), que é um importante nutriente para o crescimento dos tecidos e constituição de proteínas. O nitrogênio que compõe a proteína dos grãos pode ser relacionado com o conteúdo de N na planta no início da floração (BROUWER ; FLOOD, 1995).

De acordo com Baier e Floss (1988), o peso de mil sementes varia conforme a espécie, sendo, em média, de 30 a 40 g para aveia branca e de 15 a 18 g para aveia preta. Porém, apesar desse valor médio, o que se encontra atualmente em consultas em websites de empresas produtoras e comercializadoras de sementes são valores mais específicos para cada cultivar.

Para os lotes analisados, pode-se observar que todas as cultivares não atingiram os valores padrão estipulados. No Brasil, a legislação que regulamenta a produção e

comercialização de sementes estabelece que o peso médio de mil sementes de aveia não pode ter variação superior a 10% em relação à média obtida em um lote específico.

Além disso, é relevante mencionar que foi realizada uma correção para 13% de umidade, o que pode afetar os valores de peso das sementes e deve ser considerado ao interpretar os resultados. Essa correção visa padronizar as condições de avaliação e facilitar a comparação entre os diferentes tratamentos.

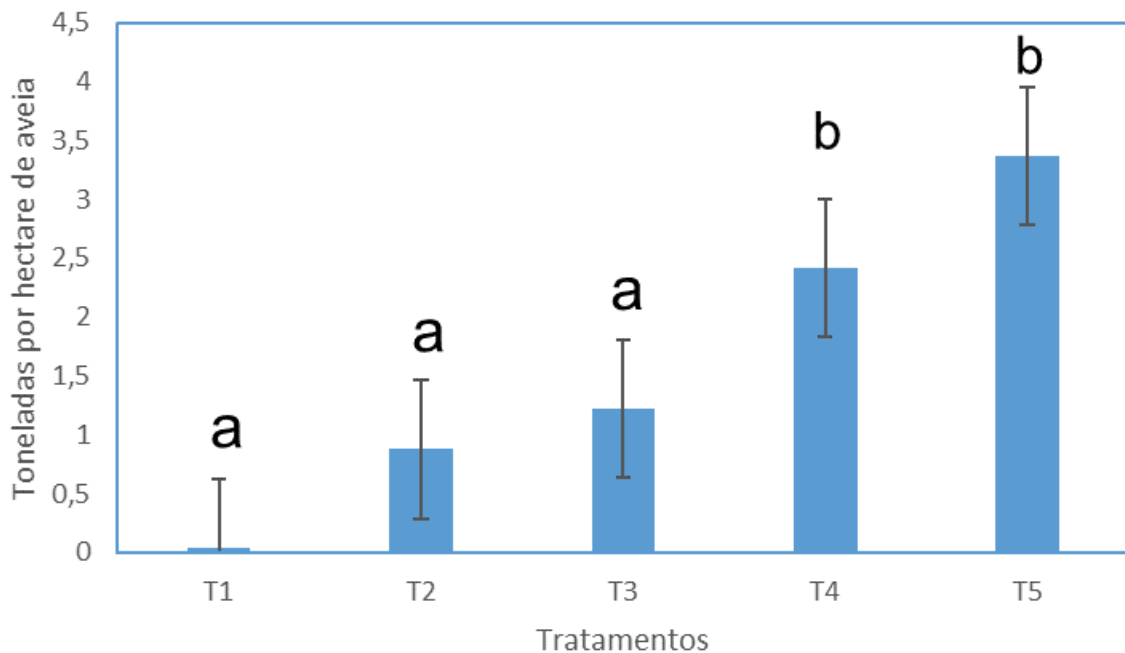
4.3.4.4 Peso das sementes secas

Com relação ao peso das sementes secas observa - se resultado semelhante ao peso da semente fresca encontrado nas análises. Sabe -se que a contribuição esperada dos perfilhos primários na produção de sementes é grande, pois além de serem em maior número e com maior percentual de perfilhos com panícula, o número de sementes formadas por panícula e o peso destas pouco diferem dos valores da panícula da haste principal, destaca - se entre os tratamentos o convencional e o tratamento 4, que apresentava a menor dosagem de tabaco.

Destaca - se que para a relação de peso das sementes secas, fez - se o cálculo corrigindo o peso para a umidade ideal e posteriormente passou - se o peso para ton/ ha de aveia.

Através dos valores obtidos nos cálculos utilizando as fórmulas anteriomete destacadas realizou - se a criação do seguinte gráfico trazendo a estatística dos tratamentos avaliados.

Figura 8. Peso das sementes secas



Fonte: autora (2023).

Segundo Carvalho e Nakagawa (2012), o peso das sementes fornece informações sobre a sua qualidade e seu estado de maturidade e é diretamente influenciado pela porcentagem de umidade. Também há de se levar em consideração que conforme mencionado anteriormente, dois lotes de sementes salvas não obtiveram germinação e, conseqüentemente, nenhum outro parâmetro fisiológico pôde ser considerado.

A produção média de aveia pode variar dependendo do país e das condições específicas de cultivo em cada região. No Brasil, por exemplo, a produção média anual de aveia tem oscilado em torno de 600 mil toneladas nos últimos anos. No entanto, é importante ressaltar que esse número pode variar de ano para ano devido a fatores como condições climáticas, práticas agrícolas, demanda de mercado e outras variáveis.

Sendo assim, o presente trabalho constitui-se como um exemplo de que tanto sementes certificadas quanto sementes salvas podem ser sementes de qualidade, desde que o produtor se certifique de fazer análises prévias das sementes adquiridas, levando em conta as condições adequadas de armazenamento e controle da umidade, fatores determinantes para que as sementes tenham boas germinação.

4.4 CONCLUSÕES

Na análise do desenvolvimento da aveia, observa-se que o composto de tabaco não evidenciou efeitos positivos em comparação ao tratamento de adubação convencional, o qual se destacou de forma positiva em relação aos demais tratamentos avaliados, manifestando superioridade em quase todas as métricas aplicadas na cultura da aveia. No contexto da produção de biomassa e grãos de aveia, reitera-se a proeminência do tratamento de adubação convencional, apresentando resultados superiores em comparação a todas as formulações de composto de tabaco investigadas.

No entanto, destaca-se o tratamento 4, que incorporou 20% de tabaco (4 litros), como um caso que também demonstrou resultados promissores, inclusive alcançando equivalência estatística em algumas avaliações de produção na cultura de aveia. Além disso, é importante ressaltar que o tratamento 4 igualou-se estatisticamente aos demais tratamentos no comprimento de lâmina foliar, número de perfilhos e diâmetro de caule. Essa análise ressalta a complexidade das interações entre os diferentes tratamentos e destaca a importância de avaliar não apenas os rendimentos agrônômicos, mas também considerar os aspectos ambientais ao formular recomendações para práticas agrícolas sustentáveis.

4.5 REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, J. M. A. *et al.* Mudanças agroecológicas de maracujá-amarelo utilizando manipueira, urina de vaca e biofertilizante de amendoim forrageiro. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 6, p.35521- 35536, 2020
- BAKER, C. J.; STERLING, M.; BERRY, P. A generalised model of crop lodging. **Journal of Theoretical Biology**, Amsterdam, v. 363, p. 1-12, 2014.
- BERTI, M.; ZAGONEL, J.; FERNANDES, C. E. **Produtividade de cultivares de trigo em função do trinexapac ethyl e doses de nitrogênio**. *Scientia Agrária*, v. 8, n. 2, p. 127-134, 2007.
- BERRY, P. M. *et al.* A comparison of root and stem lodging risks among winter wheat cultivars. **The Journal of Agricultural Science**, London, v. 141, n. 2, p. 191-202, 2003b.

BERRY, P. M. *et al.* Controlling plant form through husbandry to minimize lodging. **The Journal of Agricultural Science**, London. 2000.

BORTOLINI, P. C. *et al.* Produção de forragem e de grãos de aveia branca sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 6, p. 2192-2199, 2005.

BROUWER, J.; FLOOD, R.G. **Aspects of oat physiology**. In: WELCH, R.W. (Ed.) The oat crop: production and utilization. London: Chapman ; Hall, 1995. p.177-222.

BRUNAVA, L.; ALSIŅA, I. Lodging cause height at the centre of gravity changes during vegetation period for oat. **Research for Rural Development**: Jelgava: Latvia University of Agriculture, 2014. v. 1, p. 56–60.

CARNEIRO, J. G. A. **Efeito da densidade sobre o desenvolvimento de alguns parâmetros morfofisiológicos de mudas de Pinus taeda L. em viveiro e após o plantio**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1985. 106p. (Concurso para Professor Titular).

CASTRO, P. R. C.; KLUGE, R. A. **Ecofisiologia de cultivos anuais: trigo, milho, soja, arroz e mandioca**. 1d. São Paulo: Nobel, 1999. 128p.

COSTA, L. C. M. *et al.* **Características produtivas de cana-de-açúcar adubada com pó de rocha e fertilizante orgânico composto**. Montes Claros: Eventos do Ifnmg, 2016. 3 p.

Disponível em:

<https://ifnmg.edu.br/arquivos/2016/proppi/sic/resumos/6d5b9315-e60c-4cee-9688-0e8c6b8339aa.pdf>. Acesso em: 13 out. 2023.

DAVIES, Alison. Leaf tissue remaining after cutting and regrowth in perennial ryegrass. **Journal of Agricultural Science**, London, v. 82, p. 165-172, feb.1974.

DEMÉTRIO, J. V. **Rendimento de biomassa de genótipos de aveia submetidos a diferentes épocas de corte no sistema de integração lavoura pecuária**. 2009. 74 f.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Marechal Cândido Rondon, 2009.

DIFANTE, G. dos S. **Importância da morfogênese no manejo de gramíneas forrageiras.** Viçosa: Ed. UFV, 2003

DERPSCH, R.; SIDIRAS, N.; HEINZMANN, F. Z. Manejo do solo em coberturas verdes de inverno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 20, p.761-773, 1985.

FERNANDES, F.; SILVA, S. M. C. P. PROSAB - Programa de pesquisa em saneamento básico. **Manual prático para a compostagem de biossólidos.** Rio de Janeiro: ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. 2010.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FLOSS, E.L.; CECCON, G. Ensaio regional de aveias pretas. **Resumos.** Londrina: IAPAR, 1998. p.376-378

FREITAS, A. W. de P. **Dinâmica do perfilhamento em pastagens sob pastejo.** Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2000, 21p.

GODOY, R.; BATISTA, L.A.R.; FLOSS, E.L.; NEGREIROS, G.F. **Caracterização de cultivares de aveia forrageira em São Carlos, SP.** São Carlos: Embrapa, UEPAE, 1990. 4p. (Comunicado Técnico, 4).

GUO, R. *et al.* **Effect of aeration rate, C/N ratio and moisture content on the stability and maturity of compost.** **Bioresource Technology**, v. 112, p. 171-178, 2012.

GRAVE, F. *et al.* Crescimento de plantas jovens de açoita-cavalo em quatro diferentes substratos. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 17, n. 4, p. 289-298, out-dez, 2007.

HODGSON, J. **Grazing management – science into practice.** Essex: Longman Scientific ; Technical, 1990. 203p.

KAUFMAN, P.B.; BROCK, T.G. Structural development of the oat plant. In: MARSHALL, H.G.; SORAELLS, M.E. (Ed.) **Oat science and technology.** Madison: ASA, 1992. p.53-75

KASHIWAGI, T. et al. Locus *prl5* improves lodging resistance of rice by delaying senescence and increasing carbohydrate reaccumulation. **Plant Physiology Biochemistry**, Amsterdam, v. 44, n. 2/3, p. 152–157, 2006.

KONG, E. et al. Anatomical and chemical characteristics associated with lodging resistance in wheat. **Crop Journal**, Madison, v. 1, n. 1, p. 43–49, 2013.

LEMAIRE, G.; AGNUSDEI, M. Leaf tissue turnover and efficiency of herbage utilization. In: LEMAIRES, G. et al. (Eds.). **Grassland ecophysiology and grazing ecology**. Wallingford CABI International, 2000. p. 265-288.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v.2, n.2, p.176-77, 1962.

MARQUES, A. C. R. et al. **Desempenho da mistura de aveia preta e azevém em função da adubação orgânica e mineral**. Revista Ceres, [s.l.], v. 61, n. 1, p.112-120, fev. 2014. FapUNIFESP (SciELO).

MORAIS, L. Adubação orgânica. **Revista Ecológico**. Belo Horizonte. Edição 112. Out. 2019.

MUNDSTOCK, C. M.; BREDEMEIER, C. Disponibilidade de nitrogênio e sua relação com o afilamento e o rendimento de grãos de aveia. **Ciência Rural**, Maringá, v. 31, n. 2, p. 205-211, 2001.

NAKAGAWA, J.; CAVARIANI, C.; MACHADO, J. R. **Adubação nitrogenada no perfilhamento da aveia-preta em duas condições de fertilidade do solo**. Pesq. Agropec. Bras., [s.l.], v. 35, n. 6, p.1071-1080, jun. 2000. FapUNIFESP.

OLIVEIRA, C. M. ; FRIZZAS, M. R. Principais Pragas do Maracujazeiro Amarelo (*passiflora Edulis F. Flavicarpa Degener*) e Seu Manejo. Planaltina - Df, v. 1, p. 9-27, nov. 2014.

OLIVEIRA, F. A.; MEDEIROS, J. F.; LINHARES, P. S. F.; ALVES, R. C.; MEDEIROS, A. M. A.; OLIVEIRA, M. K. T. Produção de mudas de pimenta fertirrigadas com diferentes soluções nutritivas. **Horticultura Brasileira**, v. 32, n. 4, p.458-463, 2018.

PENCKOWSKI, L. H.; FERNANDES, E. C. **Utilizando regulador de crescimento na cultura do trigo: aspectos importantes para garantir bons resultados.** Castro: Fundação ABC, 2010. 68p.

PETERSON, D.M. Physiology and development of the oat plant. In: MARSHALL, H.G.; SORRELLS, M.E. (Ed.) **Oat Science And Technology.** Madison: ASA, 1992. p.77-114.

REBOUÇAS, J. R. L. *et al.* **Cultivo hidropônico de coentro com uso de rejeito salino.** Irriga, v. 18, n. 4, 2013, p. 624-634.

REIS, R.A.; RODRIGUES, L.R. de A.; COAN, O.; RESENDE, K.T. de. Efeito de diferentes épocas de colheita sobre a produção de forragem e de sementes de aveia preta. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.27, p.111-117, 1992.

RIBEIRO, L. A. *et al.* Efficiency of the use of ryegrass by heifers in response to the receival of supplement. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 39, n. 1, p. 13-17, Jan.-Mar., 2017

RODRIGUES, R. D. *et al.* Uso de rejeitos de mineração e materiais orgânicos na composição de substrato para produção de mudas de sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth.). **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v. 11, n. 1, p. 16-27, 2014.

SBRISSIA, A. F.; DA SILVA, S. C. O ecossistema de pastagens e a produção animal. **Anais: SBZ**, p. 731-754, 2001.

SCHUCH, L.O.B.; NEDEL, J.L.; ASSIS, F.N. Crescimento em laboratório de plântulas de aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb.) em função do vigor das sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, v.21, n.1, p.229-234, 2000.

SELLAMI, F.; HACHICHA, S.; CHTOUROU, M., MEDHIOUB, K.; AMMAR, E. Maturity assessment of composted olive mill wastes using UV spectra. **Bioresource Technology**, v. 99, 2008.

SILVA, L. P.; CIOCCA, M. L. S. Total, insoluble and soluble dietary fiber values measured by enzymatic-gravimetric method in cereal grains. **Food Compost Anal**, v. 18, n. 1, p. 113-120, 2005.

SILVA, M. E. F. *et al.* Influence of the composition of the initial mixtures on the chemical composition, physicochemical properties and humic-like substances content of composts. **Waste Management**, v. 34, p. 21–27, 2014a.

SCHNYDER, Hans *et al.* An integrated view of C and N uses in the leaf growth zones of defoliated grasses. **Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology**. Wallingford: CABI publishing, 2001. p. 41-60.

SKINNER, R.H.; NELSON, C.J. **Elongation of the grass leaf and its relationship phyllochron**. *Crop Science*, v.35, n.1, p.4-10, 1995

STERLING, M. *et al.* An experimental investigation of the lodging of wheat. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v. 119, p. 149–165, 2003.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 4ª ed. Porto Alegre, Artmed. 819 p. 2009.

VALÉRIO, I. P. *et al.* Fatores relacionados à produção e desenvolvimento de afilhos em trigo. **Revista Semina**, v. 30, p. 1207-1218, 2009.

WANG, X.; ZHAO, Y.; WANG, H.; ZHAO, X.; CUI, H.; WEI, Z. Reducing nitrogen loss and phytotoxicity during beer vinasse composting with biochar addition. **Waste Management**, v. 61, p. 150-156, 2017.

YANG, Z.; SONG, Z.; LI, D.; YUAN, Y.; LIU, X.; ZHENG, T. The effects of initial substrate concentration, C/N ratio, and temperature on solid-state anaerobic digestion from composting rice straw. **Bioresource Technology**, v. 177, p. 266–273, 2016.

REFERÊNCIAS

ABREU, M. J. de. **Compostagem doméstica, comunitária e institucional de resíduos orgânicos**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2017.

AGUIAR, A. *et al.* Mecanismo e aplicações da reação de fenton assistida por compostos fenólicos redutores de ferro. **Química Nova**, v. 30, n. 3, p. 223–228, 2007.

ALIANÇA DE CONTROLE DO TABAGISMO. **Mercado ilegal de cigarros no Brasil: aproximações através da estimativa do saldo de tabaco**. [S.l.:s.n.], 2012. Disponível: <http://actbr.org.br/>. Acesso: 10 out. 2023.

AZEVEDO, M. A. **Estudo e avaliação de quatro modos de aeração para sistemas de compostagem em leiras**. 1993. 230 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) -Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1993..

BASTOS, B. A. *et al.* Aterro sanitário: breve discussão sobre a aplicação no região do Vale do Araguaia goiano. **Revista de Estudos Interdisciplinares do Vale do Araguaia**, Jussara, GO, v. 2, n. 3, set. 2019.

BARBIERI, R. L. **Caracterização morfológica e molecular de espécies de *Avena L.*** 2008. 197 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

BELO, S. **Avaliação de fitotoxicidade através de *Lepidium sativum* no âmbito de processos de compostagem**. 2011. 79 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra, Coimbra, 2011.

BEVILAQUA, J. C. *et al.* contribuição da aveia para a sustentabilidade agrícola. **Revista Brasileira de Agricultura Sustentável**, v. 12, n. 3, t. 123-136, 2022.

BERTOLDI, M. de.; GRISELLI, V. M. C. **Microbial populations in the compost process.**

New York: J. G. Press, 1992. 25 p. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/NjFZZFJwh8nHTY5MDkXzBpN/> Acesso em: 29 dez. 2024.

BRUNI, V. C. **Avaliação do processo operacional de compostagem aerada de lodo de esgoto e poda vegetal em reatores fechados.** 2005. 79 f. Dissertação (Mestrado em

Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental) - Faculdade de Ciências, Universidade

Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

CAMPOS, S. X.; RESSETTI, R. R.; ZITTEL, R. Monitoring and characterization of compost obtained from household waste and pine sawdust in a facultative reactor by conventional and spectroscopic analysis. **Waste Management**, v. 32 n. 12, p. 1186–1191, 2014.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (SP). **Valores**

orientadores para solo e água subterrânea. São Paulo, SP: CETESB, 2005.

CORRADINI, L. **Mercado ilegal de produtos de tabaco.** Rio de Janeiro, RJ: Inca, 2010.

CUNHA, K. M. C. **Compostagem de tabaco de cigarro contrabandeado e resíduos sólidos orgânicos em reator facultativo com capacidade de 2000l.** 2018. 84 f. Dissertação

(Mestrado em Química Aplicada) - Laboratório de Química, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2018.

CHOWDHURY, A. K. M. M. *et al.* Composting of three phase olive mill solid waste using different bulking agents. **International Biodeterioration; Biodegradation**, v. 91, p. 66–73, 2014.

CONTRABANDO de cigarros: um enorme prejuízo para o país. **Estadão**, São Paulo, 26 jun.

2020. Disponível em:

<https://economia.estadao.com.br/noticias/geral,contrabando-de-cigarros-um-enorme-prejuizo-para-o-pais,70003346019>. Acesso em: 29 jun. 2023.

FERNANDES, F.; SILVA, S. M. C. P. **Manual prático para a compostagem de biossólidos**. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 1999.

GAJALAKSHMI, S.; ABBASI, S. A. Solid waste management by composting: state of the art. **Critical Reviews In Environmental Science And Technology**, v. 38, n. 5, p. 311–400, 2008.

GURUSAMY, R.; NATARAJAN, S. Current status on biochemistry and molecular biology of microbial degradation of nicotine. **The Scientificworld Journal**, p. 1–13, 2013.

GILL, S. S.; JANA, A. M. E.; SHRIVASTAV, A. Aerobic bacterial degradation of kitchen waste: a review. **Journal Of Biotechnology And Food Sciency**, v. 6, p. 477–483, 2014.

IGLESIAS, R. **A economia do controle do tabaco nos países do Mercosul e associados: Brasil**. Washington, D.C.: OPAS, 2006. Disponível em: https://www.actbr.org.br/uploads/arquivo/1090_contrabando_Roberto_Iglesias.pdf . Acesso: 04 set. 2023.

JOOSSENS, L.; RAW, M. Turning off the tap: The real solution to illicit tobacco trade. **Tobacco Control**, v. 18 p. 352-356, 2009.

JUNHO, A. P.; ROMERO, M. de A.; BRUNA, G. C. **Curso de gestão ambiental**. São Paulo: Manole, 2004, 389 p.

LÓPEZ, M. *et al.* Intelligent composting assisted by a wireless sensing network waste management. **Waste Management**, v. 34, p. 738-746, 2014.

MALTA, T. M. **Compostagem domiciliar uma alternativa para redução do descarte de resíduos orgânicos**. 2017. 58 f. Monografia (Trabalho De Conclusão De Curso) - Curso de Bacharelado em Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2017.

OKUR, N. *et al.* Organic amendment based on tobacco waste compost and farmyard manure: influence on soil biological properties and butter-head lettuce yield. **Turkey Journal for Agriculture**, v. 32, p. 91–99, 2008.

PAIVA, E. C. R. **Avaliação da compostagem de carcaças de frango pelos métodos da composteira e leiras estáticas aeradas**. 2008. 163 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.

PEGORARO, A. Quase 70% do contrabando que entra no Brasil é de cigarros vindos do Paraguai. **Folha do Mate**, Foz do Iguaçu, 18 de out. 2021. Idesf.

PEREIRA-NETO, T. J. **Manual de compostagem, processo de baixo custo**. Viçosa: Ed UFV, 2010.

PICHTEL, J. **Waste management practices: municipal, hazardous, and industrial**. Boca Raton: Taylor Francis, 2005. 649 p.

BRASIL. Secretaria da Receita Federal. **Relatório Aduaneiro de 2012**. Brasília, DF, 2012. Disponível em: [https:// www.gov.br/receita federal/pt-br](https://www.gov.br/receita-federal/pt-br) Acesso em: 13 out. 2023.

BRASIL. Secretaria da Receita Federal. **Receita Federal registra recorde histórico na destruição de cigarros apreendidos**. Brasília, DF, 2021. Comunicado de Imprensa. Disponível em: [https:// www.gov.br/receita federal/pt-br](https://www.gov.br/receita-federal/pt-br). Acesso em: 04 dez. 2023.

ROSEMBERG, J. **Nicotina: droga universal**. São Paulo: SES/CVE, 2003.

SÁ, J. C. M. **Aveia: cultivo e utilização**. Brasília, DF: Embrapa Trigo, 1995.

SILVA, C. P. *et al.* Determination of smuggled cigarette characteristics in Brazil and their potential risk to the human health. **Orbital: The Electronic Journal of Chemistry**, v. 8, n. 3, p. 127–137, 2016.

SILVA, C. P.; VOIGT, C. L.; CAMPOS, S. X. Determinação de Íons Metálicos em Cigarros Contrabandeados. **Revista Virtual de Química**, v. 6 n. 5, p. 1249-1259, 2014.

SIQUEIRA, J. O. **Biotecnologia do solo: fundamentos e perspectivas**. Brasília: MEC, 1998.

WANG, L. *et al.* Fluorescence characteristics of dissolved organic matter during composting at low carbon/nitrogen ratios. **Waste Management; Research**, v. 31, n. 2, p. 203–211, 2013a.

ZAGO, V. C. P.; BARROS, R. T. de V. Gestão dos resíduos sólidos urbanos no Brasil: do ordenamento jurídico à realidade. **Engenharia Sanitária e Ambiental**. Rio de Janeiro, v. 24, n. 2, p. 219-228, 2019.

ZAIA, C. Uma indústria ameaçada. **Isto é Dinheiro**, São Paulo, n. 734, out. 2011.

ZUCCONI, F. F. M.; BERTOLDI, M. Biological evaluation of compost maturity. **Biocycle**, v. 22, n. 4, p. 27-29, 1981.