

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II

AGRONOMIA

PRODUÇÃO DE MUDAS DE ALFACE COM COMPOSTOS DE RESÍDUOS ALIMENTARES

NAIARA COSTA LIMA GONÇALVES

Naiara Costa Lima Gonçalves

**PRODUÇÃO DE MUDAS DE ALFACE COM COMPOSTOS DE RESÍDUOS
ALIMENTARES**

Trabalho de Conclusão de Curso II
apresentado ao Instituto de Ciências Agrárias
da Universidade Federal de Minas Gerais,
como requisito parcial para a obtenção do
título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Cândido Alves da Costa

Naiara Costa Lima Gonçalves. **PRODUÇÃO DE MUDAS DE ALFACE COM COMPOSTOS DE RESÍDUOS ALIMENTARES**

Aprovada pela banca examinadora constituída por:

Prof. Delacyr da Silva Brandão Júnior – ICA/UFMG

Caroline Batista Gonçalves Dias – Doutoranda ICA/UFMG

Prof. Cândido Alves da Costa

Montes Claros, 05 de julho de 2023.

Dedico aos meus pais, Arlany e José Carlos e
aos meus irmãos, João Carlos e Maria Luiza.

AGRADECIMENTOS

A Deus por ser minha força, fortaleza e sempre me amparar, principalmente, nesta jornada em que as ‘lutas’ foram muitas. Obrigada Paizinho, por nunca ter me deixado desistir!

Aos meus pais, Arlany e José Carlos, sem vocês esse título nunca seria possível, obrigada por me apoiarem e embarcarem nessa ‘viagem’ comigo.

Aos meus irmãos, minha família e meus amigos da vida, o tempo – pouco, que passávamos me motivava e aumentava minhas forças para suportar um novo dia. Obrigada pela presença constante.

A minha tia/ mãe Nilzinha que abriu não só as portas de sua casa, mas também de seu coração para me receber com tanto zelo e carinho.

A Carol, grande amiga em todos os aspectos, nunca mediu esforços para me atender, você sabe que parte disso só foi possível por sua causa. Obrigada por tudo!

Ao meu orientador Cândido, pela paciência e todo apoio.

Aos meus colegas de curso, obrigada por dividirem o tempo de vocês comigo e tornar os momentos mais leves e alegres.

A todo corpo docente do Instituto de Ciências Agrárias, vocês contribuíram e muito para essa profissional que se forma a cada dia.

Ao PET- Agronomia que me possibilitou viver experiências ímpares, e ao tutor pelos puxões de orelha e cobranças, foram necessárias.

A FUMP, UFMG e todos os colaboradores.

Muito obrigada!

“Seja forte e corajoso.”
(Josué 1:9)

Resumo

A destinação correta dos resíduos sólidos é um problema debatido nos diversos setores da sociedade em razão do índice de geração ser superior à degradação. Entre os resíduos sólidos, os resíduos alimentares são normalmente destinados ao lixo comum nas residências e estabelecimentos comerciais, agravando problemas ambientais e socioeconômicos. Isso pode ser minimizado com a reutilização desses resíduos no processo de compostagem. Na compostagem há decomposição dos resíduos orgânicos, transformando o material em composto orgânico que pode ser utilizado como fertilizante, condicionador de solo ou substrato para as plantas. Assim, objetivou-se com este trabalho avaliar a emergência, o vigor e o crescimento inicial de mudas da alface cresa utilizando diferentes compostos à base de resíduos alimentares. O experimento foi conduzido em casa de vegetação no Instituto de Ciências Agrárias da UFMG, utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, avaliando quatro compostos e o substrato comercial com quatro repetições cada. Os compostos foram: RA – Composto de resíduo alimentar; RL – Composto de resíduo alimentar lixiviado; RAD – Composto de resíduo alimentar com acelerador de decomposição; RLD – Composto de resíduos alimentar lixiviado com acelerador de decomposição e o SC – substrato comercial. Foram utilizadas sementes peletizadas de alface cresa, cultivar Cida. Após a semeadura foi realizado: contagem de sementes germinadas, determinação da porcentagem de emergência, índice de velocidade de emergência (IVE), velocidade de emergência (VE), pesos de massa fresca e massa seca e comprimento radicular. Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância (ANOVA), e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Scott-knott ao nível de 5% de significância. Verifica-se que os compostos oriundos de resíduos alimentares possuem boas características físico-químicas que permitem a germinação e o crescimento inicial de mudas da alface, com exceção do composto RLD que apresentou diferenças significativas inferiores, se comparado aos demais compostos e ao substrato comercial, para as variáveis: sementes germinadas, índice de velocidade de emergência, velocidade de emergência, coeficiente de velocidade de emergência e massa seca de parte aérea. Tais variáveis indicam o vigor da planta em relação a rapidez de emergência, o que infere que o composto RLD é menos vigoroso que os demais, mas não o torna inviável. Assim, os compostos produzidos com resíduos alimentares apresentaram potencial para a produção de mudas nos parâmetros avaliados, quando comparados ao substrato comercial.

Palavras chave: *Lactuca sativa*. Reaproveitamento de resíduos. Emergência de mudas. Cultivo orgânico.

Abstract

The correct disposal of solid waste is a debated issue in various sectors of society due to the generation rate being higher than degradation. Among solid waste, food waste is typically disposed of in regular household and commercial garbage, aggravating environmental and socioeconomic problems. This can be minimized by reusing these waste materials in the composting process. Composting involves the decomposition of organic waste, transforming the material into organic compost that can be used as fertilizer, soil conditioner, or substrate for plants. Therefore, the objective of this study was to evaluate the emergence, vigor, and initial growth of curly lettuce seedlings using different composts based on food waste. The experiment was conducted in a greenhouse at the Agricultural Sciences Institute of UFMG, using a completely randomized design, evaluating four composts and the commercial substrate with four replicates each. The composts were: RA - Food waste compost; RL - Leachate from food waste compost; RAD - Food waste compost with decomposition accelerator; RLD - Leachate from food waste compost with decomposition accelerator, and SC - commercial substrate. Pelleted seeds of curly lettuce, cultivar Cida, were used. After sowing, the following parameters were measured: germinated seed count, emergence percentage, emergence speed index (ESI), emergence speed (ES), fresh and dry weight, and root length. The data obtained were subjected to analysis of variance (ANOVA), and the treatment means were compared using the Scott-knott test at a 5% significance level. It was found that composts derived from food waste have good physicochemical characteristics that allow for the germination and initial growth of lettuce seedlings, except for the RLD compost, which showed significantly lower differences when compared to the other composts and the commercial substrate for the variables: germinated seeds, emergence speed index, emergence speed, coefficient of emergence speed, and aboveground dry weight. These variables indicate the vigor of the plant in terms of emergence speed, inferring that the RLD compost is less vigorous than the others but not unviable. Thus, composts produced from food waste showed potential for seedling production in the evaluated parameters, when compared to the commercial substrate.

Keywords: *Lactuca sativa*. Waste reuse. Seed emergence. Organic cultivation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

	Pg
Figura 1 - Disposição dos tratamentos nas bandejas	20
Figura 2 - Disposição das mudas para contagem de folhas e medir comprimento da raiz aos 14 DAS	22
Figura 3 - Comprimento raiz muda de alface aos 14 DAS	22
Figura 4 - Pesos matéria fresca parte aérea (A) e raiz (B) em balança analítica	22

LISTA DE TABELAS

	Pg
Tabela1 – Comparação das médias de emergência e velocidade de emergência em diferentes substratos pra obtenção de mudas de alface cultivar Cida	23
Tabela 2 – Valores médios em gramas de massas fresca e seca da parte aérea e raiz das mudas de alface produzidas em diferentes substratos	25
Tabela 3 – Comprimento da raiz em centímetros das mudas de alface nos 14°, 21° e 28° DAS	26

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

1Cont – Primeira contagem de plântulas germinadas

ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais

ANOVA – Análise de variância

CVE – Coeficiente de velocidade de emergência

DAS – Depois da semeadura

DIC – Delineamento inteiramente casualizado

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

ICA – Instituto de Ciências Agrárias

IVE – Índice de velocidade de emergência

MAPA – Ministério de Agricultura e Pecuária

MFPA – Massa fresca da parte aérea

MFR – Massa fresca da raiz

MSPA – Massa seca da parte aérea

MSR – Massa seca da raiz

RA – Composto de resíduo alimentar

RAD – Composto de resíduo alimentar com acelerador de decomposição

RL – Composto de resíduo alimentar lixiviado

RLD – Composto de resíduos alimentar lixiviado com acelerador de decomposição

RSU – Resíduos Sólidos Urbanos

SC – Substrato comercial

UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais

VE – Velocidade de emergência

Sumário

1. INTRODUÇÃO	12
2. REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1 Alface.....	14
2.2 Produção orgânica.....	15
2.3 Produção de mudas	15
2.4 Substrato	16
2.5 Resíduo alimentar	17
2.6 Compostagem	18
3. MATERIAIS E MÉTODOS	20
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
5. CONCLUSÃO	27
REFERÊNCIAS	28

1. INTRODUÇÃO

A preocupação com os resíduos sólidos urbanos tem ganhado importância ao longo das últimas décadas, visto que o crescimento populacional causa mudanças no estilo de vida e altera os modos de produção e consumo. Essas mudanças resultaram no aumento, tanto em quantidade quanto em diversidade, da geração dos resíduos sólidos (MARCHI; GONÇALVES, 2020). Os quais além de causarem impactos negativos para a saúde do homem, interferem ativamente no meio ambiente, pois a maioria desses resíduos estão dispostos em locais inadequados e causam poluição do solo, das águas e do ar.

Cerca de 50% dos resíduos destinados aos lixões e/ou aterros sanitários são materiais orgânicos. Esses resíduos constituem excelentes matérias-primas para produção de substratos e compostos orgânicos de importância agrônômica, social e econômica sem desvantagens ecológicas. O que contribui de maneira positiva para o aumento da produção e para a melhoria da qualidade dos alimentos (JERÔNIMO; SILVA, 2012).

Os compostos orgânicos produzidos com resíduos de reaproveitamento podem ser utilizados para adubação dos solos ou para produção de mudas. A produção de mudas é uma etapa fundamental para o bom desenvolvimento de uma cultura no campo. O uso de mudas saudáveis e vigorosas acelera o desenvolvimento e garante sucesso no estabelecimento de pomares (CORDEIRO *et al.*, 2020). Todavia, bons resultados na produção de mudas estão intimamente ligados à qualidade do substrato o qual exerce a função de suporte para as plantas, além de proporcionar suprimento adequado de ar e água ao sistema radicular, ocasionando em boa formação e viabilidade das mudas para serem conduzidas ao campo (MARQUES *et al.*, 2017).

Os substratos comerciais são amplamente utilizados na produção de mudas, no entanto, a utilização destes acarreta em custos adicionais para o produtor, reduzindo assim a rentabilidade do investimento. No ramo das hortaliças, por exemplo, é comum a utilização de mudas para a produção dos canteiros, o que se mostra prática eficiente para minimizar o desperdício de sementes.

A alface (*Lactuca sativa* L.) é uma hortaliça comumente cultivada através do plantio de mudas, as quais são posteriormente transplantadas para canteiros. Essa prática é adotada em razão dos benefícios que proporciona, como a obtenção de uma produção mais uniforme. No Brasil, a alface é uma das hortaliças mais cultivadas e consumidas em virtude do seu ciclo rápido, baixo custo de produção e facilidade de comercialização, o que a torna acessível para

toda a população. Além disso, possui elevada importância econômica e social, sendo fonte de renda nos sistemas de cultivos da agricultura familiar.

Como a maioria dos cultivos das folhosas no Brasil são realizados por agricultores familiares, sugere-se a necessidade de buscar novas fontes alternativas e econômicas de substratos (MENEGHELLI *et al.*, 2018) para a produção de mudas. Dessa forma, o reaproveitamento de resíduos alimentares é uma forma de reduzir o impacto ambiental negativo causado pelo descarte incorreto e retorna-lo ao meio ambiente de forma sustentável. Além disso, existem poucos trabalhos que visam avaliar a potencialidade de resíduos alimentares no setor agrícola, principalmente para a produção de mudas, sendo assim o objetivo do trabalho foi avaliar a emergência e o crescimento inicial de mudas da alface crespa utilizando diferentes compostos à base de resíduos alimentares.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Alface

De clima temperado e cultivo anual, a alface é planta herbácea, pertencente à família *Asteraceae* do gênero *Lactuca* e espécie *Lactuca sativa* L. Embora seja de origem Europeia, o cultivo pode ser feito em todos os continentes, particularmente em regiões temperadas e subtropicais (MOU, 2008). A ocorrência desse vegetal é comum em consequência da capacidade de ser cultivada em ambiente protegido e em campo (VRIES, 1997).

L. sativa é considerada como a hortaliça folhosa socioeconomicamente mais importante do mundo e de maior consumo no Brasil (GASTL FILHO *et al.*, 2020). A aceitabilidade pode ser explicada em razão do sabor agradável, de preparo fácil (AMARAL *et al.*, 2022), pelo baixo custo de produção e comercialização, além de ser de fácil digestão, o que a torna acessível para a população (AUGUSTO *et al.*, 2022).

O consumo é amplo, pois pode ser consumida crua em saladas, sanduíches, hambúrgueres, tacos e muitos outros pratos, ou cozida como na culinária chinesa, na qual o caule é tão importante quanto a folha (MEDEIROS, 2022). Ademais, a alface apresenta baixo valor calórico, possui fibras e importantes nutrientes como vitaminas do complexo B, vitaminas C, E, K, β -caroteno e alguns sais minerais (MARTINEZ; MARTINS; FEIDEN, 2016).

No Brasil, a cultura foi introduzida pelos portugueses, por volta de 1650 (SALA; COSTA, 2012), sendo comercializada em um número variado de cultivares. Classificadas em crespas, lisas ou frisadas, sub agrupadas em repolhuda crespa ou americana, repolhuda lisa, solta crespa, solta lisa e tipo romana. Com coloração das folhas que variam do verde, vermelho ao roxo (HENZ; SUINAGA, 2009) dispostas em um pequeno caule (MEDEIROS, 2022).

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2020), o Brasil conta com 108 mil estabelecimentos cultivadores de alface, sendo 82,15% agricultores familiares, com ênfase para as regiões Sudeste, Sul e Nordeste por concentrar 34,45; 26,06 e 25,94% da produção nacional, respectivamente. O sistema de produção varia com a região e com o padrão tecnológico da propriedade, em sistemas de produção convencional, orgânico ou agroecológico em cultivos protegidos ou a campo (BARROS; CAVALCANTE, 2021).

O cultivo de alface é importante para a agricultura familiar em razão do manejo fácil, ciclo curto, de 45 a 60 dias, por apresentar alta produtividade e rápido retorno financeiro além de promover a segurança alimentar da família (MOURA *et al.*, 2020). A maioria dos locais de

produção se situam próximo aos centros de distribuição e consumo, por se tratar de produto hortícola sensível aos danos de transporte e deterioração rápida (MEDEIROS, 2022).

2.2 Produção orgânica

Embora tenha surgido no Brasil na década de 1970, agricultura orgânica começou a ganhar visibilidade na Inglaterra em 1925, e nos Estados Unidos em 1940, se desenvolvendo muito lentamente no período compreendido entre 1973 e 1995. Com a ECO 92, na década de 1990, o debate sobre sustentabilidade intensificou-se e contribuiu para a produção e consequentemente, para a venda dos produtos orgânicos, por estarem atrelados como a preocupação da segurança alimentar, da saúde e da qualidade de vida (WEBER; SILVA, 2021).

A agricultura orgânica é o modelo de produção que se baseia em normas para preservar a qualidade do produto e as relações socioambientais envolvidas no processo produtivo. As práticas empregadas nesse sistema visam à redução de impactos negativos relacionados a poluição da água, do ar e do solo, como o aumento da resiliência dos agroecossistemas e da rentabilidade destes, com o objetivo de aumentar a produção de forma sustentável (ZUCATTO, 2009).

De acordo com o artigo 1º da Lei nº 10.831 de 23 de dezembro de 2003,

O sistema orgânico de produção agropecuária é aquele que se adota técnicas específicas, mediante a otimização do uso dos recursos naturais e socioeconômicos disponíveis e o respeito à integridade cultural das comunidades rurais, visando a sustentabilidade econômica e ecológica, a maximização dos benefícios sociais, a minimização da dependência de energia não-renovável, empregando, sempre que possível, métodos culturais, biológicos e mecânicos, em contraposição ao uso de materiais sintéticos, a eliminação do uso de organismos geneticamente modificados e radiações ionizantes, em qualquer fase do processo de produção, processamento, armazenamento, distribuição e comercialização, e a proteção do meio ambiente (BRASIL, 2003).

A agricultura orgânica busca explorar as potencialidades do agrossistema local por meio de formas de manejo sustentável atendendo os princípios econômicos, sociais, culturais e ambientais (OLIVEIRA *et al.*, 2021). Esse modo de produção, oferta alimentos saudáveis com valor nutricional equilibrado e são produtos livres de contaminantes químicos, capazes de promover melhora na qualidade de vida dos consumidores (AZEVEDO, 2006).

2.3 Produção de mudas

A produção de mudas compreende etapa crucial do sistema produtivo pois influencia diretamente no desempenho final das plantas, relacionada ao caráter nutricional e ciclo produtivo da cultura (CARMELLO, 1995). Também possui a capacidade de acelerar o

processo de desenvolvimento da planta, conforme a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2016). Além disso, quando se utiliza mudas é possível otimizar a produção, por garantir maior uniformidade da lavoura, apresentar maior custo-benefício, porque evita o desperdício de sementes, promover a conservação do solo e consequentemente, economia de insumos agrícolas (SAIDELLES *et al.*, 2009).

Para a obtenção da produção máxima na colheita, é necessário o uso de mudas aptas para o plantio, com capacidade de resistir às condições adversas encontradas no campo e produzir plantas com crescimento desejável (CARNEIRO, 1995; PORTELA; SILVA; PINÃO-RODRIGUES, 2001). Entretanto alguns fatores podem interferir na formação das mudas, como a qualidade das sementes, tipo de recipiente, substrato empregado, adubação e manejo durante o processo de produção (CALDEIRA *et al.*, 2013).

No processo de obtenção de mudas a adoção de práticas que otimizem a disponibilidade de água e nutrientes para as plântulas como, substratos orgânicos na produção, é prática essencial para o sucesso da colheita (SILVA-MATOS *et al.*, 2016). Além de este proporcionar para as sementes todas as condições adequadas para o desenvolvimento (NASCIMENTO; PEREIRA, 2016).

2.4 Substrato

Os substratos mais utilizados na produção de mudas de alface são os comerciais em razão de estarem prontos para o uso, mas o valor agregado desses pode comprometer o rendimento para o produtor (GONÇALVES *et al.*, 2016; MENEGHELLI *et al.*, 2018). Visto que a maioria dos cultivos das hortaliças no Brasil é realizada por agricultores familiares, os gastos com substratos podem levar a diminuição da rentabilidade do investimento. Assim é necessário buscar novas fontes alternativas de substratos (MENEGHELLI *et al.*, 2018).

Os estudos com resíduos para produzir mudas têm se intensificado, sendo que o substrato de semeadura é o insumo essencial para obtenção de mudas de qualidade, das quais se espera obter plantas com alto valor produtivo (WATTHIER *et al.*, 2019). Esse deve apresentar boas características físicas, químicas, biológicas e sanitárias (MESQUITA *et al.*, 2012). Também devem proporcionar capacidade de retenção de água suficiente para a germinação, permitir a emergência das plântulas, apresentando-se livre de organismos saprófitos (SMIDERLE, 2001), bom desenvolvimento do sistema radicular e manter o pH em torno de 6,0 (CLEMENTE, 2012).

Os substratos devem apresentar elevada porosidade, baixa densidade, quantidade de sais solúveis não prejudiciais ao desenvolvimento das raízes, nutrientes em quantidade

suficiente para o bom desenvolvimento das mudas e serem de baixo custo (MINAMI, 1995). Tais atributos são importantes tendo em vista que a planta se encontra em estágio de desenvolvimento muito suscetível ao ataque por micro-organismos e pouco tolerante ao déficit hídrico (CUNHA *et al.*, 2006).

No Brasil, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) é o órgão responsável pela legislação e regulamentação de substratos para plantas. O MAPA possui Instruções Normativas referentes aos substratos. A Instrução Normativa nº61, de 08 de julho de 2020 definem especificações e garantias do fabricante, deve garantir quanto aos parâmetros de condutividade elétrica, potencial hidrogeniônico, umidade máxima, densidade e capacidade de retenção de água, além de estabelecer os métodos para a análises dos substratos para plantas (MAPA, 2020).

Um bom substrato orgânico deverá apresentar-se como suporte mecânico, favorável para fixar as raízes das plantas, possuir boa porosidade para suprir adequadamente as necessidades de ar e de água, e serem isentos de pragas e de patógeno (LIMA *et al.*, 2019; PAGLIARINI *et al.*, 2015). Outro aspecto importante é a quantidade de nutrientes, sendo que em excesso causa crescimento exagerado da muda, ocasionando estiolamento (CLEMENTE, 2012) e a falta apresenta sintomas de deficiências nutricionais, reduz o crescimento e diminui a produtividade (BARROS, 2020).

A produção hortícola depende da utilização de substratos, sendo limitada pelo alto custo (CAMPANHARO *et al.* 2006). Dessa forma, a escolha do substrato deve ser baseada no custo e na disponibilidade dos materiais para sua produção (STEFFEN, 2010). Assim, a utilização de resíduos orgânicos como substratos para produção de mudas, é alternativa viável, pois normalmente são ricos em nutrientes (QUINTANA; CARMO; MELO, 2009) e a taxa de geração é superior à degradação, provocando impactos negativos (MELO, 2011).

2.5 Resíduo alimentar

Com a expansão populacional, sem planejamento, o desenvolvimento econômico e tecnológico ocasionou mudanças no estilo de vida, e alterou os modos de produção e consumo pelo aumento em quantidade e diversidade, da geração dos resíduos sólidos (MARCHI; GONÇALVES, 2020). Segundo a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2022) a pandemia do COVID-19 concentrou a produção de resíduos sólidos nas residências. Entretanto com o avanço da imunização da população contra a COVID-19 e a retomada das atividades de forma presencial, os centros de

geração de resíduos foram sendo novamente deslocados dos domicílios para escritórios, escolas, centros comerciais, entre outros locais.

Em 2022 a geração de Resíduos sólidos urbanos (RSU) no Brasil alcançou aproximadamente 81,8 milhões de toneladas, o que corresponde a 224 mil toneladas diárias. A maior parte dos RSU coletados, 61%, é encaminhada para áreas de disposição inadequada, incluindo lixões e aterros controlados (ABRELPE, 2022).

Dessa forma surge a necessidade de promover a disposição final adequada dos resíduos gerados (MARCHI; GONÇALVES, 2020) em virtude dos impactos negativos associados à disposição de resíduos orgânicos no solo superarem a geração de chorume e de gases de efeito estufa (BITTMAN *et al.*, 2019). Alguns estudos relacionados à digestão anaeróbia, à compostagem e à incineração são realizados como forma de tratamento desses materiais para desviá-los do aterramento (ORNELAS-FERREIRA *et al.*, 2020) e redirecioná-los para o uso agrícola. Este pode ser um dos diversos usos possíveis, pois a quantidade de subprodutos gerados apresenta potencial a ser explorado (NASCIMENTO FILHO; FRANCO, 2015).

Tais resíduos constituem excelentes matérias-primas para produção de substratos e adubos orgânicos de importância agrônômica, social e econômica, sem desvantagens ecológicas. O que contribui de maneira positiva para o aumento da produção e a melhoria da qualidade dos alimentos (JERÔNIMO; SILVA, 2012). Uma forma de reduzir a quantidade de lixo orgânico nos aterros é através da criação de usinas de compostagem, e os benefícios estariam atrelados na redução do tempo de decomposição desses resíduos (ROSAS; ABREU, 2020).

2.6 Compostagem

A compostagem é o processo biológico de decomposição da matéria orgânica na presença de oxigênio, temperatura e umidade, que gera composto ou adubo orgânico (BRASIL, 2017). O principal objetivo é oferecer destinação adequada aos resíduos orgânicos como a reutilização, a reciclagem, a recuperação e o aproveitamento energético de baixo custo, eficiência e eficácia tanto economicamente quanto ambientalmente (PEIXE; HACK, 2014).

A Instrução Normativa nº 46, de 06/10/2011, estabelece compostagem como:

processo físico, químico, físico-químico ou bioquímico, natural ou controlado, a partir de matérias-primas de origem animal ou vegetal, isoladas ou misturadas, podendo o material ser enriquecido com minerais ou agentes capazes de melhorar suas características físicas, químicas ou biológicas e isento de substâncias proibidas pela regulamentação de orgânicos (BRASIL, 2017).

Nesse processo ocorre a digestão da matéria orgânica por micro-organismos, na presença de ar e água. Além de CO₂ e vapor de água, o processo gera húmus contendo substâncias minerais com capacidade para ser aplicado no solo e melhorar suas características de produtividade. O processo convencional é viável em condições de clima temperado e possui duração total de até 120 dias (BERNAL *et al.*, 1998; TIQUIA *et al.*, 2002).

A compostagem é realizada por população diversificada de micro-organismos com espécies de bactérias, fungos e actinobactérias os quais se alternam nas diferentes fases de degradação do material (AWASTHI *et al.*, 2018). Fatores como a relação carbono/nitrogênio (C:N), tamanho das partículas, aeração, umidade e temperatura do processo são fatores intrínsecos para o rendimento e a eficiência da compostagem (FAN *et al.*, 2018).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação no Instituto de Ciências Agrárias (ICA) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), localizado no município de Montes Claros-MG nas coordenadas 16°40'58,5"S e 43°50'25,6"W. A classificação climática do município de Montes Claros é Cwa, segundo Köppen-Geiger, região de clima temperado quente, úmido, com inverno seco e verão quente. Embora a sensação térmica é de um clima árido, esse município possui pluviosidade média anual de 1086 mm (SANTOS; FIGUEIREDO, 2018).

Para realização do experimento utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro compostos e o substrato comercial e quatro repetições, com 50 sementes cada. Os compostos foram: RA – Composto de resíduo alimentar; RL – Composto de resíduo alimentar lixiviado; RAD – Composto de resíduo alimentar com acelerador de decomposição; RLD – Composto de resíduos alimentar lixiviado com acelerador de decomposição e o SC – Substrato comercial.

No processo de compostagem, foram empregados resíduos provenientes do restaurante universitário como matéria-prima para os compostos. No composto RA foi feito somente compostagem com os restos de comida enquanto no composto RL os resíduos de comida foram previamente lavados com água destilada antes do processo de compostagem. Para o composto RAD, utilizou-se o RA (compostagem de resíduo alimentar) juntamente com um aditivo acelerador de decomposição. No composto RLD envolveu a utilização do RL (compostagem de resíduo alimentar lavado com água destilada) combinado com o acelerador de decomposição.

Para a produção de todos os compostos, foi adicionada uma camada superficial de solo e o material foi induzido a compostagem durante 90 dias. Após o período de compostagem, o material foi seco e peneirado em peneira de 4 mm. Depois os compostos foram distribuídos conforme os tratamentos nas bandejas de polipropileno flexível, com 200 células (Figura 1), servindo de substrato para emergência das mudas de alface.

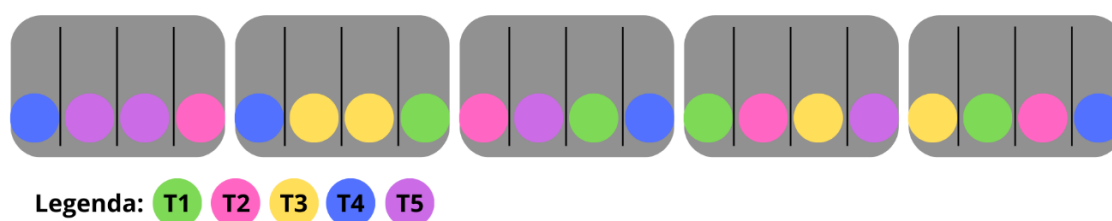


Figura 1: Disposição dos tratamentos nas bandejas. Fonte: Autores, 2023.

Foram utilizadas sementes peletizadas de alface crespa, cultivar Cida com 90% de germinação e 99% de pureza, vide fabricante. As sementes foram adquiridas no comércio local. As sementes foram semeadas no dia 27 de abril de 2023, colocando uma semente por célula. A irrigação foi realizada duas vezes ao dia de forma manual.

As avaliações foram realizadas entre 9:00 e 10:00 horas da manhã, sendo consideradas as seguintes variáveis: emergência (%), velocidade de emergência (VE), o índice de velocidade de emergência (IVE), coeficiente de velocidade de emergência (CVE), primeira contagem de plântulas germinadas e comprimentos radicular. O VE foi obtido de acordo com Edmond e Drapala (1958), pela equação:

$$VE = (G_1T_1 + G_2T_2 + \dots G_nT_n) / (G_1 + G_2 + \dots G_n)$$

Em que: G é o número de emergência ocorrida por dia; e T é o tempo em dias.

Para o IVE foram realizadas contagens diárias a partir da germinação da primeira plântula até o sétimo dia após a semeadura. O índice foi calculado conforme Maguire (1962).

$$IVE = \Sigma (n / t)$$

Em que: n: número de plântulas em cada contagem; e t: número de dias de semeadura à cada contagem. CVE foi estimado de acordo Kotowski (1926), pela equação:

$$CVE = ((G_1 + G_2 + \dots G_n) / (G_1T_1 + G_2T_2 + \dots G_nT_n)) * 100$$

Em que: G é o número de emergência ocorrida por dia; e T é o tempo em dias.

A primeira contagem, foi realizada contado o número de plântulas normais no quarto dia após a semeadura. As plântulas normais foram aquelas que apresentaram capacidade para dar origem a uma planta normal, as plântulas anormais foram as que não apresentam possibilidades de dá origem a uma planta normal. E as sementes não germinadas foram as que não deram origem a formação de uma plântula, podendo elas serem sementes duras, dormentes ou mortas.

Aos 14, 21 e 28 dias após a semeadura foram avaliados o comprimento das mudas e do sistema radicular, para essa determinação utilizou-se três plantas de cada repetição (Figura 2). O tamanho das mudas foi medido utilizando régua graduada de 30 cm (Figura 3). Aos 30 dias, retirou três plantas de cada repetição, para serem analisadas a massa fresca e massa seca (Figura 4). Para isso, as mudas foram lavadas e pesadas em balança analítica para obter matéria fresca. Posteriormente foram colocadas em estufa de circulação forçada a 65°, por 72 horas, depois foram pesadas para determinar a matéria seca.

Os dados foram submetidos a testes de normalidade e homogeneidade de variância, para determinação da necessidade de transformação dos dados. Depois foi realizada a análise de variância (ANOVA) seguida pelo teste F. As médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de significância, usando o software R.



Figura 2: Disposição das mudas para contagem de folhas e medir comprimento da raiz aos 14 DAS.
Fonte: Autores, 2023.

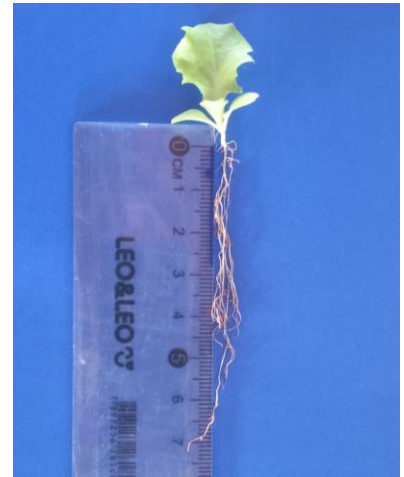


Figura 3: Comprimento raiz muda de alface aos 14 DAS.
Fonte: Autores, 2023.



Figura 4: Pesos matéria fresca parte aérea (A) e raiz (B) em balança analítica. Fonte: Autores, 2023.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de emergência e vigor aplicados as sementes de alface cultivar Cida (Tabela 1) não apresentou diferenças significativas entre os compostos analisados na porcentagem de emergência. Entretanto o composto RLD se diferiu estatisticamente dos demais, nos parâmetros da primeira contagem de plântulas germinadas, no IVE, VE e CVE, enquanto os compostos RA, RL, RAD e o SC não diferiram entre si, segundo o teste de médias de Scott-Knott.

Tabela1 – Comparação das médias de emergência e velocidade de emergência em diferentes substratos pra obtenção de mudas de alface cultivar Cida

Substratos	Emergência (%)	1Cont (%)	IVE (índice)	VE (dias)	CVE
RA	87,5A	85,5A	10,85A	4,04B	24,71A
RL	89,0A	88,0A	11,08A	4,02B	24,87A
RAD	85,0A	82,5A	10,52A	4,05B	24,65A
RLD	78,5A	69,5B	9,44B	4,23A	23,68B
SC	90,5A	90,0A	11,29A	4,01B	24,93A
CV (%)	6,95	7,87	6,92	2,48	2,26
Média	86,10	83,10	10,58	4,07	24,57

1Cont – Primeira contagem de plântulas germinadas, IVE – Índice de velocidade de emergência, VE – Velocidade de emergência, CVE – Coeficiente de velocidade de emergência, RA – Composto de resíduo alimentar; RL – Composto de resíduo alimentar lixiviado; RAD – Composto de resíduo alimentar com acelerador de decomposição; RLD – Composto de resíduos alimentar lixiviado com acelerador de decomposição e SC – Substrato comercial. Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de significância.

O potencial fisiológico das sementes pode ser identificado através da emergência, tempo e velocidade, como existe uma influência direta das condições climáticas e do substrato as quais as sementes foram submetidas, esse fato pode afetar a qualidade inicial da plântula. Quanto mais rápido ocorrer a germinação das sementes e a imediata emergência das plântulas, menos tempo as mesmas ficarão sob condições adversas, passando pelos estádios iniciais de desenvolvimento de forma mais acelerada (MARTINS; NAKAGAWA; BOVI, 1999).

Em relação a emergência, todos os tratamentos apresentaram vigor semelhante não diferindo do SC (tratamento comparativo). A média da porcentagem de germinação foi de 86,10%, resultado superior a 80,62% obtido na produção de mudas de alface utilizando combinações de compostos orgânicos com substrato comercial (SILVA *et al.*, 2008). Pereira *et al.* (2020) observou uma média 89,37% de germinação utilizando substrato a base de esterco de coelho na produção de mudas de alface.

Enquanto que em estudo avaliando o potencial de germinação de 6 substratos comerciais para a produção de mudas de alface, obteve média de 93,65% (SILVA *et al.*, 2023). Além dos fatores ambientais e bioquímicos influenciarem na germinação, tal processo é afetado pela composição do substrato que possui características físico-químicas diferentes e os efeitos na produção de mudas podem ser variáveis.

A alface iniciou o processo de germinação no quarto dia após a semeadura (DAS) em todos os tratamentos. Sendo observado menor quantidade de sementes germinadas na primeira contagem no tratamento RLD. Essas sementes podem ter encontrado dificuldades em razão dos fatores ambientais, qualidade do substrato, disponibilidade de água, luz e oxigênio (EGLEY, 1995).

Quanto ao índice de velocidade de emergência, maiores valores de IVE resulta em maior velocidade de germinação. Ou seja, menos dias gastos para germinação das mudas, o que indica maior viabilidade para os tratamentos SC, RL, RA e RAD, pois gastaram menos dias para germinar e obtiveram maiores valores para o IVE, diferindo do RLD. Ao pesquisar combinações de compostos de resíduos para substrato na produção de mudas de alface foram encontrados IVE variando de 9,0 a 14,2 (SOUZA *et al.* 2020), resultado semelhante ao encontrado nessa pesquisa. Também foram observados valores de 11,87 a 19,03 ao avaliar o IVE na produção de mudas de cultivares de alface em diferentes substratos (SILVA *et al.*, 2008).

A escolha do substrato para o processo de emergência de mudas desempenha um papel fundamental, uma vez que ele é responsável por fornecer as condições ideais para o desenvolvimento do sistema radicular das plantas até o momento do transplante para o campo. Além disso, o substrato exerce uma influência direta no crescimento saudável da parte aérea das mudas. Portanto, a seleção cuidadosa do substrato é de extrema importância para garantir o sucesso do cultivo e o desenvolvimento robusto das plantas.

O vigor da plântula está associado a VE da mesma, quanto mais rápido acontecer a germinação mais vigorosa a planta será, nesse parâmetro houve variação estatística apenas para o tratamento RLD, o que indica mudas com baixo vigor se comparado aos demais tratamentos.

Os resultados de massa fresca da parte aérea (MFPA) e da raiz (MFR), conforme apresentados na Tabela 2, revelaram que não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos analisados. Para a massa seca da parte aérea (MSPA) houve diferença estatística nos tratamentos RAD e RLD. Quando se analisa a massa seca da raiz (MSR) não houve variações estatística pelo teste de Scott-Knott.

Tabela 2 – Valores médios em gramas de massas fresca e seca da parte aérea e raiz das mudas de alface produzidas em diferentes substratos

Substratos	MFPA (g)	MSPA (g)	MFR (g)	MSR (g)
RA	0,984A	0,066A	0,345A	0,024A
RL	0,944A	0,072A	0,332A	0,029A
RAD	0,700A	0,054B	0,289A	0,024A
RLD	0,604A	0,043B	0,243A	0,018A
SC	1,281A	0,078A	0,380A	0,020A
CV (%)	32,14	23,86	18,7	20,88
Média	0,902	0,062	0,317	0,023

Trat – Tratamentos, MFPA – Massa fresca da parte aérea, MSPA – Massa seca da parte aérea, MFR – Massa fresca da raiz, MSR – Massa seca da raiz, RA – Composto de resíduo alimentar; RL – Composto de resíduo alimentar lixiviado; RAD – Composto de resíduo alimentar com acelerador de decomposição; RLD – Composto de resíduos alimentar lixiviado com acelerador de decomposição e SC – Substrato comercial. Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de significância.

A quantificação da massa fresca das mudas de alface é um indicador direto do crescimento das plantas, pois permite monitorar a resposta das mudas aos diferentes tratamentos aos quais foram submetidas. Neste estudo, não foram encontradas diferenças estatísticas entre a MFPA e a MFR, indicando que todos os compostos utilizados possuem características adequadas para o cultivo das mudas de alface. Isso reforça a viabilidade desses compostos como opções promissoras para a produção de mudas de alta qualidade e saudáveis de alface.

Por outro lado, a massa seca é uma medida mais precisa para determinação da produtividade. Neste sentido, é possível indicar que o uso do SC, RL e RA resultaram em produtividades superiores em comparação com o RAD e RLD. Quando se utiliza matérias orgânicas alternativas, com húmus de minhoca é possível obter MSPA de 0,0253g para produção de mudas de alface crespa (SOUZA *et al.*, 2020). A combinação de diferentes proporções de composto orgânico com substrato comercial para produção de mudas de alface averiguou os resultados de 0,044 para MSPA e 0,035 para MSR (SANTOS, 2018).

Verifica-se que os tratamentos SC, RA e RL apresentaram os maiores valores MSPA, o que indica maior absorção de nutrientes e presença de matéria orgânica nesses substratos (WATTHIER, 2014). Mudas com maior peso de massa fresca possivelmente tiveram uma grande produção de fotossíntese produzindo maior biomassa (SANCHEZ, 2007).

O comprimento das raízes em centímetros (Tabela 3) foi progressivo nos tratamentos conforme os DAS, e se obteve maior comprimento no tratamento SC e RA, seguido dos tratamentos RAD, RLD e RL. Embora mostrado bons resultados nos parâmetros de

germinação e massas fresca e seca o tratamento RL apresentou baixo crescimento radicular se comparado aos demais tratamentos, isso pode ser em razão da perda de nutrientes no processo de lavagem dos resíduos para produção do composto.

Tabela 3 – Comprimento da raiz em centímetros das mudas de alface nos 14°, 21° e 28° DAS

Substratos	14 DAS (cm)	21 DAS (cm)	28 DAS (cm)
RA	5,39A	6,14B	6,93A
RL	4,43A	5,66B	6,12B
RAD	5,31A	5,78B	6,21B
RLD	4,85A	5,77B	6,25B
SC	5,80A	6,95 ^a	7,75A
CV%	11,43	8,78	11,88
Média	5,16	6,06	6,65

Trat – Tratamentos, DAS – Dias após semeadura, RA – Composto de resíduo alimentar; RL – Composto de resíduo alimentar lixiviado; RAD – Composto de resíduo alimentar com acelerador de decomposição; RLD – Composto de resíduos alimentar lixiviado com acelerador de decomposição e SC – Substrato comercial. Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de significância.

Aos 14 DAS não houve diferença estatística entre os tratamentos, porém aos 21° e 28° DAS nota-se diferença significativa pelo teste de Scott-Knott, destacando o tratamento SC com maior comprimento de raiz. No 28° DAS os tratamentos SC e RA sobressaíram em relação aos demais tratamentos com maiores comprimentos de raiz.

O comprimento da raiz de uma muda indica o desenvolvimento e o estado de saúde da planta. Um comprimento adequado da raiz indica que a muda está se estabelecendo bem e tem um sistema radicular forte para absorver água e nutrientes do solo. Uma raiz mais longa e bem desenvolvida também pode indicar uma planta mais resistente e capaz de lidar com condições adversas. Mudas de alface sob influência de sombreamento apresentam comprimento de raiz médio de 7,25 cm aos 24 DAS (OLIVEIRA *et al.*, 2021). Também foram obtidos comprimentos de raiz de 7,6 cm para mudas de alface quando utilizou diferentes substratos comerciais aos 35 DAS (SILVA *et al.*, 2023).

O crescimento proporcional das raízes está estritamente relacionado à boa aeração do substrato, à baixa resistência, à penetração das mesmas e à estrutura conveniente, de modo a manter níveis adequados de umidade às plântulas e resultar em mudas de qualidade (SILVA JÚNIOR *et al.*, 1995). Por isso, para escolha de um bom substrato deve-se analisar todos estes parâmetros pois mudas que apresentam alguma restrição no desenvolvimento do sistema radicular, ao serem transplantadas para o campo, têm dificuldade de compensar a evapotranspiração, mesmo se bem irrigadas após o transplante (WIEN, 1997).

5. CONCLUSÃO

A avaliação da emergência e vigor do crescimento inicial de mudas da alface crespa utilizando diferentes compostos à base de resíduos alimentares pode ser uma alternativa promissora na agricultura, contribuindo para a destinação ambientalmente adequada de resíduos alimentares. Os compostos testados mostraram-se eficazes na germinação das sementes e no estímulo do crescimento inicial das mudas, na qual o substrato alternativo pode substituir o substrato comercial. Além disso, o substrato alternativo fornece nutrientes para as mudas, diferente do substrato comercial que é inerte.

REFERÊNCIAS

- ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. 2020. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**. São Paulo. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/panorama/>. Acesso em: 10 jun. 2023.
- AMARAL, T.; RODRIGUES, V.; PAULINHO, C. A.; NONATO, A. C.; LAMBERT, R. A. Desenvolvimento agrônômico da alface cultivada em diferentes substratos. **Enciclopedia Biosfera**, Jandaia, v. 19, n. 40, Jun/2022. Disponível em: <https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/5466> . Acesso em: 10 jun. 2023.
- AUGUSTO, J.; DE SENA, J. O. A.; HATA, F. T.; DA CUNHA, F. A. D.; CAMPOS, T. A. Produção de alface americana orgânica sob doses de pó de rocha basáltica, composto orgânico e microrganismos eficientes. **Agrarian**, Dourados, v. 15, n. 55, p. e15153, Ago/2022. DOI: 10.30612/agrarian. v15i55.15153. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/agrarian/article/view/15153>. Acesso em: 10 jun. 2023.
- AWASTHI, S. K; WONG, J. W. C.; LI, J.; WANG, Q., ZHANG, Z.; KUMAR, S.; AWASTHI, M. K. Evaluation of microbial dynamics during post-consumption food waste composting. **Bioresour Technol**. Mar/2018; Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2017.12.040>. Acesso em: 10 jun. 2023.
- AZEVEDO, E. **Alimentos orgânicos: ampliando conceitos de saúde humana, social e ambiental**. Tubarão: Editora Unisul, 2006.
- BARROS, J. A. S.; CAVALCANTE, M. O uso do Mulching no cultivo de alface: uma Revisão de Literatura. **Diversitas Journal**, [S. l.], v. 6, n. 4, p. 3796–3810, 2021. DOI: 10.48017/dj.v6i4.1825. Disponível em: https://www.diversitasjournal.com.br/diversitas_journal/article/view/1825. Acesso em: 15 jun. 2023.
- BARROS, J. F. C. **Fertilidade do solo e Nutrição das plantas**. Escola de ciências e tecnologia departamento de fitotecnia, Universidade de Évora, Mar/2020. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10174/28120>. Acesso em 15 jun. 2023.
- BERNAL, M.P.; SANCHEZ-MONEDERO, M.A.; PAREDES, C.; ROIG, A. Carbon Mineralization from Organic Waste at Different Composting Stages During their Incubation with Soil. **Agriculture Ecosystems & Environment**, v. 69, p. 175-189, Jul/1998. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(98\)00106-6](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(98)00106-6). Acesso em: 10 jun. 2023.
- BITTMAN, S.; SHEPPARD, S.C.; POON, D.; HUNT, D.E. How efficient is modern peri-urban nitrogen cycling: a case study. **Journal of Environmental Management**, [s. l.], v. 244, n. Aug/2019, p. 462-471, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.05.054>. Acesso em: 10 jun. 2023.
- BRASIL. Lei nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003. Dispõe sobre Agricultura Orgânica e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 23 dez. de 2003. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/110.831.htm. Acesso em: 14 jun. 2023.

BRASIL. **Ministério do Meio Ambiente. Compostagem doméstica, comunitária e institucional de resíduos orgânicos: manual de orientação.** Brasília, DF, 68 p. 2017.

CALDEIRA, M. V. W.; DELARMELINA, W. M.; FARIA, J. C. T.; JUVANHOL, R. S. Substratos alternativos na produção de mudas de *Chamaecrista desvauxii*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 37, n. 1, p. 31-39, Fev/2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622013000100004>. Acesso em: 10 jun. 2023.

CAMPANHARO, M.; RODRIGUES, J. J. V.; JUNIOR, M. A. L.; ESPINDULA, M. C.; COSTA, J. V. T. Características físicas de diferentes substratos para produção de mudas de tomateiro. **Revista Caatinga**, Mossoró. v.19, n.2, p.140-145, abril/junho 2006. Disponível em: <https://l1nq.com/JWB3R>. Acesso em: 10 jun. 2023.

CARMELLO, Q. A. C.; **Nutrição e adubação de plantas hortícolas.** In: MINAMI K. **Produção de mudas de alta qualidade em horticultura.** São Paulo: T. A. Queiroz, p. 27-37, 1995.

CARNEIRO, J. G. A.; **Produção e controle de qualidade de mudas florestais.** Curitiba: UFPR/FUPEF, Campos: UENF, 1995.

CLEMENTE, F. M. V. T.; BOITEUX, L. S. (ed.). **Produção de tomate para processamento industrial.** Brasília, DF: Embrapa, 2012. Disponível em: <https://l1nq.com/NMu5A>. Acesso em: 14 jun. 2023.

CORDEIRO, K. V.; PEREIRA, R. Y. F.; CARDOSO, J. P. S.; SOUSA, M. O.; PONTES, S. F.; OLIVEIRA, P. S. T.; MARQUES, G. M.; COSTA, S. M. D.; OLIVEIRA, M. M. T.; SILVA-MATOS, R. R. S. Efficiency of use of alternative substrates in the production of papaya seedlings. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 9, Set/ 2020. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i9.7795>. Acesso em: 10 jun. 2023.

CUNHA, A. M.; CUNHA, G. M.; SARMENTO, R. A.; CUNHA, G. M.; AMARAL, J. F. T. Efeito de diferentes substratos sobre o desenvolvimento de mudas de *Acacia* sp. **Revista árvore**, v. 30, p. 207-214, Abr/ 2006. DOI:<https://doi.org/10.1590/S0100-67622006000200007>. Acesso em: 10 jun. 2023.

EDMOND, J. B.; DRAPALA, W. J. **The effects of temperature, sand and soil, and acetone on germination of okra seeds.** Proceedings of the American Society for Horticultural Science, v. 71, p. 428-434, 1958.

EGLEY, G. H. Seed germination in soil: dormancy cycles. In: KIGEL, J.; GALILI, G. (ed.). **Seed development and germination.** New York: Editora Marcel Dekker Inc. 1995. pp. 529-543.

FAN, Y.; KLEMES, J.; LEE, C. T.; HO, C. Efficiency of microbial inoculation for a cleaner composting technology. **Clean Technologies and Environmental Policy**. v. 20, n. 3, p. 517-527, Abr/ 2018. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10098-017-1439-5>. Acesso em 10 jun. 2023.

GASTL FILHO, J.; RESENDE, M. A.; FERREIRA, I.; MARTINS, I. S.; PIVA, H. T. Desempenho agrônomo de alface orgânica em função da cobertura do solo. **Agroecossistemas**, v. 12, n. 2, p. 51 – 68, Ago/2020. Disponível em:

<https://periodicos.ufpa.br/index.php/agroecossistemas/article/view/8700/6941>. Acesso em: 10 jun. 2023.

GONÇALVES, F. C. M.; ARRUDA, F. P.; FELIPE LUCENA DE SOUSA, F. L.; ARAÚJO, J. R. Germinação e desenvolvimento de mudas de pimentão Cubanelle em diferentes substratos. **Revista Mirante**, Anápolis, v.9, n.1, p. 35- 45, Jun/2016. Disponível em: <https://www.revista.ueg.br/index.php/mirante/article/view/5148>. Acesso em: 10 jun. 2023.

HENZ, G. P.; SUINAGA, F. **Tipos de Alfaxe Cultivados no Brasil**. Comunicado técnico 75, nov/2009, Brasília, DF. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/783588/1/cot75.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2023.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2020. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6953>. Acesso em: 10 jun. 2023.

JERONIMO, C. E.; SILVA, G. Estudo de alternativas para o aproveitamento de resíduos sólidos da industrialização do coco. **Revista Monografias Ambientais**, Natal [S. l.], v. 10, n. 10, p. 2193–2208, Jan/2013. DOI: 10.5902/223613086935. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/remoa/article/view/6935>. Acesso em: 10 jun. 2023.

KOTOWSKI, F. **Temperature relations to germination of vegetable seeds**. Proceedings of the American Society for Horticultural Science. v. 23, p. 176-184, 1926.

LIMA, B. V.; SANTOS, A. F.; FERNANDES, A. de F.; FUGA, C. A. G.; BARRETO, R. W.; SILVA, R. V. Novas opções de substratos para o cultivo de *Cyrtopodium cardiochilum* (orchidaceae). **Colloquium Agrariae**. ISSN: 1809-8215, [S. l.], v. 15, n. 4, p. 100–106, Jul-Ago/2019. Disponível em: <https://revistas.unoeste.br/index.php/ca/article/view/2471>. Acesso em: 10 jun. 2023.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigour. **Crop Science**, v.2, n.1, p.176-177, 1962. DOI: <http://dx.doi.org/10.2135/cropsci1962.0011183X000200020033x>. Acesso em: 14 jun. 2023.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 61, de 08 de julho de 2020, **Diário Oficial da União**, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/fertilizantes/legislacao/in-61-de-8-7-2020-organicos-e-biofertilizantes-dou-15-7-20.pdf>. Acesso em: 29 jun. 2023.

MARCHI, C. M. D. F.; GONÇALVES, I. de O. Compostagem: a importância da reutilização dos resíduos orgânicos para a sustentabilidade de uma instituição de ensino superior. **Revista Monografias Ambientais**, [S. l.], v. 1, p. e1, Mai/2020. DOI: 10.5902/2236130841718. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/remoa/article/view/41718>. Acesso em: 10 jun. 2023.

MARQUES, L. O. D.; MELLO-FARIAS, P.; LIMA, A. Y. B.; MALGARIM, M. B.; SANTOS, R. F. Desempenho de diferentes substratos e influência do frio na germinação de sementes de araçá amarelo. **Revista da Jornada da Pós Graduação e Pesquisa**, 14(1), 1169-

1180. 2017. Disponível em: <http://revista.urcamp.tcche.br/index.php/rcjpgp/article/view/871>. Acesso em: 10 jun. 2023.

MARTINEZ, D. G.; MARTINS, B. H. D. S.; FEIDEN, A. Valor nutricional do cultivo de alface hidropônico. **Revista brasileira de energias renováveis**, v. 5, n. 4, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/rber.v5i4.45633>. Acesso em: 10 jun. 2023.

MARTINS, C. C.; NAKAGAWA, J.; BOVI, M. L. Efeito da posição da semente no substrato e no crescimento inicial das plântulas de palmito vermelho (*Euterpe espirotosantensis* Fernades – Palmae). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 21, n. 1, p. 164-173, 1999.

MEDEIROS, I. L. de. **Qualidade de alface crespa orgânica sob diferentes temperaturas de resfriamento na colheita**. Areia: UFPB/CCA, Dez/2022. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/26262>. Acesso em 10 jun. 2023.

MELO, A. M.; SILVA, F. L. H.; GOMES, J. P.; ALVES, N. M. C. Aproveitamento de resíduos de restaurante na obtenção de adubo orgânico para produção de alface e mudas de maracujazeiro e mamoeiro. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 13, p. 325-335, 2011. Disponível em: <https://encr.pw/uAJoI>. Acesso em: 10 jun. 2023.

MENEGHELLI, L. A. M.; LO MONACO, P. A. V.; KRAUSE, M. R.; MENEGHELLI, C. M.; GUIOLFI, L. P.; MENEGASSI, J. Resíduos agrícolas incorporados a substrato comercial na produção de mudas de repolho. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 17, n. 4, p. 491-497, Nov/2018. DOI: 10.5965/223811711732018491. Disponível em: <https://revistas.udesc.br/index.php/agroveterinaria/article/view/9270>. Acesso em: 10 jun. 2023

MESQUITA, E. F.; CHAVES, L. H. G.; FREITAS, B. V.; SILVA, G. A.; SOUSA, M. V. R.; ANDRADE, R. Produção de mudas de mamoeiro em função de substratos contendo esterco bovino e volumes de recipientes. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, [S. l.], v. 7, n. 1, p. 58-65, 2012. DOI: 10.5039/agraria.v7i1a1448. Disponível em: <http://www.agraria.pro.br/ojs32/index.php/RBCA/article/view/v7i1a1448>. Acesso em: 10 jun. 2023.

MINAMI, K. **Produção de mudas de alta qualidade em horticultura**. São Paulo: TA Queiroz, 1995.

MOU, B. Lettuce. In: NUEZ, F. (Ed). **Vegetables I: Asteraceae, Brassicaceae Chenopodiaceae and Cucurbitaceae**. Springer New York, 2008, p.75 - 116.

MOURA, A.; CORREA, E.; FERNANDES, J.; MONTEIRO FILHO, A.; FERREIRA, T.; LEÃO, A. Eficiência agronômica e qualidade sanitária de biofertilizantes aplicados no solo em cultivo orgânico da alface. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. v. 15, n. 4, p. 346-352, Out/2020. DOI:10.18378/rvads.v15i4.7958. Acesso em: 14 jun. 2023.

NASCIMENTO FILHO, W. B.; FRANCO, C. R. Avaliação do potencial dos resíduos produzidos através do processamento agroindustrial no Brasil. **Revista Virtual de Química**, v.7, n.6, p.1968-1987, Jul/2015. DOI: 10.5935/1984-6835.20150116. Acesso em: 14 jun. 2023.

NASCIMENTO, W. M.; PEREIRA, R. B. **Produção de mudas de hortaliças** – Brasília, DF: Embrapa, 2016.

OLIVEIRA, N. L. C.; ANTUNES, L. P. B.; MOREIRA, R. A.; BERTO, A. L. F.; DUTRA, A. L. F. Performance of lettuce cultivars under organic system in northern state of Minas Gerais. **Ciência Agrícola**, v. 19, n. 1, p. 43-50, 2021.
DOI: <https://doi.org/10.28998/rca.v19i1.9647>. Acesso em: 14 jun. 2023.

ORNELAS-FERREIRA, B.; LOBATO, L. C. S.; COLTURATO, L. F. D.; TORRES, E. O.; POMBO, L. M.; PUJATTI, F. J. P.; ARAÚJO, J. C.; CHERNICHARO, C. A. L. Strategies for energy recovery and gains associated with the implementation of a solid state batch methanization system for treating organic waste from the city of Rio de Janeiro - Brazil. **Renewable Energy**, [s. l.], v. 146, p. 1976-1983, 2020. DOI:10.1016/j.renene.2019.08.049. Acesso em: 14 jun. 2023.

PAGLIARINI, M. K.; CASTILHO, R. M. M.; MOREIRA, E. R.; ALVES, M. C. Caracterização física e química de substratos com diferentes proporções de resíduo de celulose. **Ornamental Horticulture**. 21 (4), 33-38, Abr/2015.
DOI: <https://doi.org/10.14295/rbho.v21i1.773>. Acesso em: 14 jun. 2023.

PEIXE, Marildo; HACK, Mara Brognoli. **Compostagem como Método Adequado ao Tratamento dos Resíduos Sólidos Orgânicos Urbanos: Experiência do Município De Florianópolis/SC**. 2014. 13 f. Pós em Gestão e Educação Ambiental. Disponível em: http://www.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/27_03_2014_10.52.58.648dc17b1d3f981315f8ecf7d2104d2f.pdf. Acesso em 27 jun 2023.

PEREIRA, C. M. S.; SOUSA ANTUNES, L. F.; AQUINO, A. M.; ALMEIDA LEAL, M. A. Substrato à base de esterco de coelho na produção de mudas de alface. **Nativa**, [S. l.], v. 8, n. 1, p. 58–65, 2020. DOI: 10.31413/nativa.v8i1.8018. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/nativa/article/view/8018>. Acesso em: 3 jul. 2023.

PORTELA, R. C.; SILVA, I. L.; PINÃ-RODRIGUES, F. C. Crescimento inicial de mudas de *Clitoria fairchildiana* Howard e *Peltophorum dubium* (Spreng) Taub em diferentes condições de sombreamento. **Ciência Florestal**, [S. l.], v. 11, n. 2, p. 163–170, Jun/2001.
DOI: <https://doi.org/10.5902/198050981664>. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/1664>. Acesso em: 14 jun. 2023.

QUINTANA, N. R. G.; CARMO, M. S.; MELO, W. J. **Valor agregado ao lodo de esgoto**. Revista Energia na Agricultura, Botucatu, v. 24, n. 1, p. 121-129, 2009.

ROSAS, J. C. F.; ABREU, V. N. de. Aproveitamento de resíduos alimentares no mercado de Açailândia (MA) / Use of food waste in the Açailândia (MA) market. **Brazilian Journal of Business**, [S. l.], v. 2, n. 4, p. 3894–3905, 2020. DOI: 10.34140/bjbv2n4-028. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJB/article/view/21142>. Acesso em: 7 jun. 2023.

SAIDELLES, F. L. F.; CALDEIRA, M. V. W.; SCHIRMER, W. N.; SPERANDIO, H. V. Casca de arroz carbonizada como substrato para produção de mudas de tamboril-da-mata e garapeira. **Semina: Ciências Agrárias**, [S. l.], v. 30, n. 4Sup1, p. 1173–1186, Dez/ 2009.

DOI: 10.5433/1679-0359.2009v30n4Sup1p1173. Disponível em: <https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/4654>. Acesso em: 14 jun. 2023.

SALA, F. C.; COSTA, C. P. Retrospectiva e tendência da alfaceicultura brasileira. **Horticultura Brasileira**, v. 30, n. 2, p. 187-194, Jun/2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-05362012000200002>. Acesso em: 14 jun. 2023.

SANCHEZ, Sergio Veraguas. **Avaliação de cultivares de alface crespa produzidas em hidroponia tipo NFT em dois ambientes protegidos em Ribeirão Preto (SP)**. 2007. 78 f. Tese (Mestre em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2007.

SANTOS, G. F.; FIGUEIREDO, F. P. Classificação climática para Montes Claros-MG e suas relações ambientais. **FEPEG, UNIMONTES**. Montes Claros, 2018. Disponível em: <http://www.fepeg2018.unimontes.br/anais/download/03880352-8219-4151-9989-c7f72da3fd0b>. Acesso em: 15 jun. 2023.

SILVA, E. A.; MENDONÇA, V.; TOSTA, M. S.; OLIVEIRA, A. C. O.; REIS, L. L.; BARDIVIESSO, D. M. **Germinação da semente e produção de mudas de cultivares de alface em diferentes substratos**. Semana-ciências agrárias. Londrina: Universidade Estadual de Londrina (UEL), v. 29, n. 2, p. 245-254, 2008. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/42488>. Acesso em 27 jun. 2023

SILVA, V. N.; RHEINHEIMER, K. B.; MELLO, E. S.; JANTSCH, F. T.; MOTTIN, F. M.; RADUNZ, A. L. Produção de mudas de alface em diferentes substratos. **Rev. Cultivando o Saber**. Volume 16 – 2023. p. 70 – 78. Disponível em: <file:///D:/Downloads/1138-Texto%20do%20artigo-4356-1-10-20230417.pdf>. Acesso em 27 jun. 2023.

SILVA JÚNIOR; A. A.; MACEDO, S. G.; STUKER, H.; **Utilização de esterco de peru na produção de mudas de tomateiro**. Florianópolis: EPAGRI, (Boletim Técnico 73), p.28, 1995.

SILVA-MATOS, R. R. S.; SILVA JR, G. B.; MARQUES, A. S.; MONTEIRO, M. L.; CAVALCANTE, I. H. L.; OSAJIMA, J. A. New organic substrates and boron fertilizing for production of yellow passion fruit seedlings. **Archives of Agronomy and Soil Science**, 62 (3), 445-455, 2016. DOI:10.1080/03650340.2015.1050000. Acesso em 14 jun. 2023.

SMIDERLE, O.J.; SALIBE, A.B.; HAYASHI, A.H.; MINAMI, K. Produção de mudas de alface, pepino e pimentão em substratos combinando areia, solo e plantmax. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 3, p. 253-257, Nov/2001. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-05362001000300022>. Acesso em: 14 jun. 2023.

SOUZA, C. J., USHIWATA, S. Y., REIS, R. D. G. E., VILAR, C. C., DE SOUZA, Â. A., DE SOUZA, M. E. Avaliação de materiais orgânicos alternativos para produção de mudas de alface. **Global science and technology**, v. 13, n. 2, p.186- 199, 2020.

STEFFEN, R. B.; MACHADO, R. G. Casca de arroz e esterco bovino como substratos para a multiplicação de minhocas e produção de mudas de tomate e alface. **Acta Zool. Mex**, Xalapa, v. 26, n. spe2, p. 333-343, Jan/ 2010. Disponível em:

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0065-17372010000500025&lng=es&nrm=iso. Acesso em: 14 jun. 2023.

TIQUIA, S. M.; WAN, J. H. C; TAM, N. F. Y. Dynamics of yard trimmings composting as determined by dehydrogenase activity, ATP content, arginine ammonification, and nitrification potential. **Process Biochem**, v. 37, p. 1057-1064, Mai/2002. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0032-9592\(01\)00317-X](https://doi.org/10.1016/S0032-9592(01)00317-X). Acesso em 14 jun. 2023.

VRIES, I. M. **Origin and domestication of *Lactuca sativa* L.** Genetic Resources and Crop Evolution, v. 44, p. 165-174, 1997. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1008611200727>. Acesso em: 14 jun. 2023.

WATTHIER, M.; SCHWENGBER, J. E.; FONSECA, F. D.; SILVA, M. A. S. da. Húmus de minhoca e casca de arroz carbonizada como substratos para produção de mudas de alface/ Carbonized rice week and rush humus as substrates for lettuce seedlings. **Brazilian Applied Science Review**, [S. l.], v. 3, n. 5, p. 2065–2071, 2019. DOI: 10.34115/basrv3n5-011. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BASR/article/view/3692>. Acesso em: 14 jun. 2023.

WATTHIER, Maristela. **Substrato Orgânico: Caracterização, produção de mudas e desenvolvimento a campo de alface e beterraba e influência na atividade enzimática.** 2014.116 f. Dissertação (Mestre em Fitotecnia Ênfase Horticultura) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2014. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/98339>. Acesso em: 27 jun. 2023.

WEBER, J.; SILVA, T. N. da. A Produção Orgânica no Brasil sob a Ótica do Desenvolvimento Sustentável. **Desenvolvimento em Questão**, [S. l.], v. 19, n. 54, p. 164–184, 2021. DOI: 10.21527/2237-6453.2021.54.164-184. Disponível em: <https://www.revistas.unijui.edu.br/index.php/desenvolvimentoemquestao/article/view/11001>. Acesso em: 14 jun. 2023.

WIEN, H. C. **The physiology of vegetable crops.** Oxon: CABI Publishing, 1997.

ZUCATTO, L. C. **Análise de uma cadeia de suprimentos orgânica orientada para o desenvolvimento sustentável: uma visão complexa.** 2009. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/16344>. Acesso em: 14 jun. 2023.