



**PAULO ANDRÉ LUCINDA DE OLIVEIRA**

**AVALIAÇÃO DO COMPOSTO DE AGUAPÉ NA FORMULAÇÃO DE SUBSTRATO  
PARA PRODUÇÃO DE MUDAS DE ALFACE**

**LAVRAS - MG  
2021**

**PAULO ANDRÉ LUCINDA DE OLIVEIRA**

**AVALIAÇÃO DO COMPOSTO DE AGUAPÉ NA FORMULAÇÃO DE SUBSTRATO  
PARA PRODUÇÃO DE MUDAS DE ALFACE**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Universidade Federal de  
Lavras, como parte das exigências do  
curso de graduação em Agronomia para  
obtenção do título de Bacharel.

Orientador  
Prof. Dr. Cleiton Lourenço de Oliveira

**LAVRAS – MG  
2021**

**PAULO ANDRÉ LUCINDA DE OLIVEIRA**

**AVALIAÇÃO DO COMPOSTO DE AGUAPÉ NA FORMULAÇÃO DE SUBSTRATO  
PARA PRODUÇÃO DE MUDAS DE ALFACE**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Universidade Federal de  
Lavras, como parte das exigências do  
curso de graduação em Agronomia para  
obtenção do título de Bacharel.

APROVADO em 18 de Novembro de 2021.

Dr. Cleiton Lourenço de Oliveira	UFLA
Dr. Orlando Gonçalves Brito	UFLA
Dr. Sebastião Márcio de Azevedo	UFLA

Orientador  
Prof. Dr. Cleiton Lourenço de Oliveira

**LAVRAS – MG  
2021**

*À minha mãe Lígia e ao meu pai Luiz Augusto, por tudo que fizeram e fazem por mim,  
pelo apoio incondicional e irrestrito em todos os momentos da minha vida.  
Dedico.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço aos meus pais e à minha irmã, por todo apoio e incentivo nessa etapa importante da minha vida.

Aos integrantes da banca: professor Sebastião, por aceitar o convite para participar; professor Cleiton, pela ideia do trabalho e pela orientação; ao professor Orlando, por toda ajuda, do início do experimento ao final do trabalho.

Aos funcionários do Centro de Desenvolvimento e Transferência de Tecnologia (CDTT) da UFLA em Ijaci-MG, pela boa convivência, aprendizado e auxílio tanto no meu tempo de estágio quanto na condução do experimento.

Ao Renato Lima Duarte, por aderir a ideia do trabalho e fornecer o material para desenvolvimento do experimento.

Aos amigos Ana Paula, Cátia, Deniete, Neres, Polyane, Ranieri, Vinicius Maia, meu agradecimento pela colaboração no desenvolvimento do TCC.

E por fim, à Universidade Federal de Lavras, em especial ao Departamento de Agronomia. Sou grato e privilegiado por ter estudado em uma universidade referência no Brasil.

## RESUMO

O aguapé é uma planta daninha aquática e que tem como principal método de controle a remoção do corpo hídrico. O composto resultante da compostagem da biomassa removida pode ser usado como ingrediente para formulação do substrato para produção de mudas de hortaliças. Sendo assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade de mudas de alface sob diferentes doses de composto de aguapé e o seu desempenho em campo. O trabalho foi realizado no CDTT (Centro de Desenvolvimento e Transferência de Tecnologia) da UFLA, localizado em Ijaci, no período de 15 de Setembro de 2020 a 16 de Dezembro de 2020 e foi conduzido em duas etapas sendo a primeira referente à produção de mudas em casa de vegetação, e a segunda à avaliação destas mudas em condições de campo. Na primeira etapa, o delineamento experimental utilizado foi de Blocos Casualizados (DBC), com três repetições de oito plantas cada. Adotou-se um esquema fatorial  $3 \times 7 + 1$ , sendo 3 grupos de alface (Americana, Crespa e Lisa) e 7 doses de composto a base de composto de aguapé (0, 15, 30, 50, 70, 90, 100%), além de um tratamento controle com o substrato comercial Carolina Soil®. Após 28 dias da semeadura, as variáveis avaliadas das mudas foram diâmetro do coleto, comprimento da parte aérea, comprimento da raiz, número de folhas, massa fresca da parte aérea, massa seca da parte aérea, massa fresca da raiz, massa seca da raiz, peso e comprimento inicial do torrão e peso e comprimento final do torrão após queda de 1,2m de altura. As mudas excedentes das bandejas foram levadas a campo e o delineamento estatístico utilizado foi realizado conforme a primeira etapa. Após 42 dias, ao começarem a atingir o padrão comercial, as plantas foram colhidas e as variáveis avaliadas das plantas foram massa fresca, massa fresca comercial, diâmetro da cabeça, diâmetro do caule, comprimento do caule, comprimento da raiz, massa fresca da parte aérea, massa fresca da raiz, massa seca da parte aérea, massa seca da raiz e número de folhas. Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância, e quando significativos, os efeitos das cultivares foram comparados por meio do teste de Tukey a 5% de significância e os efeitos de doses comparados por meio de análise de regressão. O preparo das mudas com o substrato de compostos de aguapé + casca de arroz carbonizada, na proporção de 50% a 70% proporcionaram incrementos nos componentes produtivos em mudas e na colheita comercial de alface, sendo uma alternativa de baixo custo para pequenos produtores, além de solução para um problema ambiental.

**Palavras-chave:** *Eichhornia crassipes*. Macrófitas. Compostagem. Biomassa. Hortaliças.

## Sumário

1 INTRODUÇÃO .....	8
2 REFERENCIAL TEÓRICO .....	10
2.1 Alface: características gerais.....	10
2.2 O substrato na agricultura .....	11
2.3 O processo de compostagem .....	11
2.4 Aguapé: características gerais.....	13
2.5 A compostagem da biomassa de aguapé e sua utilização.....	16
3 MATERIAIS E MÉTODOS .....	19
3.1 Caracterização geral do experimento .....	19
3.2 Origem e composição do composto de aguapé.....	19
3.3 Etapa1: Produção das mudas.....	20
3.4 Etapa 2: Avaliação agrônômica das mudas em condições de campo .....	21
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	24
4.1 Etapa 1: Produção de mudas.....	24
4.2 Etapa 2: Avaliação de plantas em campo .....	34
5 CONCLUSÃO .....	39
6 REFERÊNCIAS .....	40

## 1 INTRODUÇÃO

Os resíduos orgânicos gerados pelas atividades agroindustriais e o excesso de nutrientes provenientes de esgotos domésticos não tratados, vêm promovendo alterações nos corpos hídricos (AMORIN et al., 2018). Com o acúmulo dessa matéria orgânica, denominado eutrofização, uma quantidade excessiva de plantas aquáticas, têm se desenvolvido. Considerando o processo natural de decomposição de plantas senescentes, esse excesso de plantas aquáticas acaba contribuindo ainda mais para a eutrofização (BALASUBRAMANIAN et al., 2012; MEES et al., 2009; JOHN, 2016;).

O aguapé (*Eichhornia crassipes*) encontra-se entre as macrófitas aquáticas flutuantes. É uma planta com ampla distribuição geográfica e que apesar de ser considerada uma das plantas daninhas mais agressivas no mundo, é capaz de reter grande quantidade de nutrientes, possuem alta taxa de desenvolvimento e de produtividade, sendo uma grande fonte de biomassa vegetal, apresentando, portanto, um grande potencial econômico, se controladas (FAN et al., 2015; GAURAV et al., 2020; ILO et al., 2020). Entre os métodos de controle da proliferação das macrófitas está a sua remoção do corpo hídrico, porém o descarte inadequado pode se tornar outro problema, necessitando de uma alternativa para aproveitamento dessa biomassa (SILVA et al., 2011).

A compostagem, processo para tratamento dos resíduos sólidos, onde o material orgânico é decomposto por microrganismos até que esteja adequado para utilização, é uma alternativa (COTTA et al., 2015; VALENTE et al., 2009). O composto resultante desse processo tem uso agrícola, como fonte de nutrientes para as plantas e como condicionador do solo, se apresentando como alternativa interessante na diminuição dos custos de produção agrícola, principalmente para os pequenos produtores (RIPP et al., 2020). Outro uso importante deste composto pode ser na produção de mudas, uma vez que esta etapa apresenta alto consumo deste material, especialmente na produção de hortaliças (KRAUSE et al., 2017).

Fan et al. (2015) obtiveram altos valores dos parâmetros estudados com o uso de composto de aguapé, nas proporções entre 30% e 60%, em substituição a turfa, como ingrediente do formulado de substrato para semeadura de repolho chinês e tomate, atribuindo a alta fonte de nitrogênio e fósforo do composto. Lata e Veenapani (2013) mostraram que 50% de composto de aguapé no substrato



melhoraram todos os parâmetros analisados no coentro, devido à alta oferta de nutrientes essenciais, presentes no composto de aguapé, nas primeiras etapas do desenvolvimento.

Segundo Krause et al. (2017) a obtenção de mudas de qualidade necessita de substratos com boas características físicas, químicas, biológicas e sanitárias, além de ser de fácil manejo, baixo custo e alta disponibilidade. Nesse sentido, o composto formado pela compostagem do aguapé torna-se mais uma possibilidade como ingrediente do formulado de substratos, tanto pela disponibilidade, quanto pela alternativa sustentável, no entanto, a utilização desse material ainda foi pouco descrita na literatura (BALASUBRAMANIAN et al., 2013; FAN et al., 2015; RIPP et al., 2020).

Considerando que os substratos são necessários para produção de mudas de algumas hortaliças e os quais podem ser comerciais ou alternativos, formulados com materiais provenientes de resíduos disponíveis para o agricultor, o objetivo desse trabalho foi avaliar a qualidade de mudas de alface, semeada em substrato formulado com diferentes proporções de composto de aguapé, e seu desempenho em campo.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Alface: características gerais

A alface (*Lactuca sativa* L.) é uma planta anual, pertencente à família Asteraceae, originária da região do mediterrâneo, onde o clima é temperado. É uma das hortaliças folhosas mais consumidas no Brasil e no mundo (HENZ e SUINAGA, 2009). Estima-se que em 2018 foram produzidas aproximadamente 26 milhões de toneladas de alface no mundo. No Brasil, a estimativa é de 1,5 milhões de toneladas, a 3ª hortaliça mais produzida anualmente (ABCSEM, 2017).

As cultivares de alface adaptam-se bem a clima ameno, principalmente durante o período vegetativo. Dependendo do cultivar, as temperaturas elevadas podem acelerar o ciclo da cultura, resultando em plantas menores e pendoamento precoce (SALA e COSTA, 2012). Assim, é importante definir o tipo de alface a ser cultivado de acordo com a região e ao mercado consumidor, devido à diversidade de características morfológicas e fisiológicas entre os grupos, o que implica também em diferenças na manipulação e pós-colheita (HENZ e SUINAGA, 2009), além dos reflexos da interação genótipo x ambiente sobre a produtividade (SALA e COSTA, 2012).

O cultivo de alface a campo no sistema convencional é o mais importante em termos de área e de produção (FREITAS et al., 2013). Todavia, o sistema orgânico vem crescendo de forma expressiva, resultante de mudanças nos hábitos de consumo atuais. No sistema orgânico, a alface deve ser cultivada seguindo os preceitos básicos de uso de adubação orgânica e manejo de acordo com as normas preconizadas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) ou de certificadoras (RESENDE et al., 2007). É obrigatório o uso de mudas e sementes orgânicas (Lei nº 10.831, 2003), sendo que uma das dificuldades no cultivo orgânico de hortaliças é obter mudas de boa qualidade em bandejas (SIMÕES et al., 2015).

Por ser uma hortaliça propagada por sementes, a implantação de cultivos de alface no campo é feita por meio de mudas produzidas com diferentes tipos de substratos comerciais ou formulados pelo próprio agricultor (SOUZA et al., 2019). A produção de mudas de qualidade favorece o desempenho final em campo. Portanto, a produção de mudas é uma das etapas mais importantes do sistema de produção

de alface, favorecendo na qualidade nutricional e qualidade comercial das plantas (FREITAS et al., 2013).

## **2.2 O substrato na agricultura**

O substrato, insumo agrícola essencial na produção de mudas de qualidade, amplamente utilizado na cadeia produtiva de hortaliças, principalmente da alface, melhora a biodisponibilidade de nutrientes, água e aeração do sistema radicular das plantas. Além de nutritivo, o substrato deve ser um material livre de fitopatógenos e ausente de plantas daninhas. Além da qualidade do material, o substrato deve ser de fácil manejo, alta disponibilidade e longa durabilidade (LEAL et al., 2007). Essas características químicas, físicas e biológicas são primordiais tanto para a germinação da semente, quanto para o desenvolvimento da planta (MEDEIROS et al., 2007).

Materiais orgânicos como os resíduos de madeira, casca de pinus, casca de arroz (carbonizada ou não), turfa e inorgânicos como areia, rochas vulcânicas, vermiculita, dentre outros, são utilizados nas formulações de substratos para a produção de mudas de hortaliças (FREITAS et al., 2013). Kratz et al. (2013) concluíram que vários materiais renováveis ou resíduos agroindustriais se adequam ao uso como componente na formulação de substratos devido as suas propriedades físicas e químicas, dentre 41 formulações analisadas. Também afirmam que, considerando as características físicas mais relevantes na escolha do substrato, por não poderem ser facilmente modificadas, em relação a química, a fibra de coco e a casca de arroz carbonizada são os materiais mais adequados.

Com a crescente demanda do mercado, a busca de agricultores orgânicos por alternativas viáveis e a crescente preocupação com os impactos ambientais causados pelos resíduos da atividade agropecuária, mais pesquisas têm sido realizadas com o propósito de obter substratos com ingredientes alternativos (KRAUSE et al., 2017).

## **2.3 O processo de compostagem**

O descarte inadequado de resíduos sólidos provenientes de qualquer atividade, seja agrícola, industrial, residencial ou comercial, pode gerar poluição e

degradação ambiental. Os resíduos orgânicos são os principais responsáveis por esses impactos por produzirem lixiviado em sua decomposição e por ser um material biodegradável, com potencial para reciclagem, pode passar por compostagem, tratamento de estabilização e maturação da matéria orgânica (DORES-SILVA, 2013).

A compostagem é um procedimento que acelera o processo de decomposição de matéria orgânica, que já ocorre espontaneamente na natureza. Pode ser descrita basicamente em duas etapas: a fase ativa ou de bioestabilização, dependente de atividade microbiana e fase de cura ou maturação, onde ocorre a formação dos compostos húmicos, produto estável, sanitizado e rico em nutrientes (VALENTE et al., 2009). Kiehl (2004) afirma que “a compostagem é um processo controlado de decomposição microbiana, de oxidação e oxigenação de uma massa heterogênea de matéria orgânica no estado sólido e úmido”. A atividade microbiana, além de produzir as transformações físicas e químicas no material compostado, também provoca a elevação da temperatura no interior da leira, ocasionando a redução de microrganismos patogênicos (VALENTE et al., 2009; DA SILVA et al., 2012).

Os microrganismos que realizam a decomposição da matéria orgânica absorvem carbono (C) e nitrogênio (N). Considerando que esses microrganismos absorvem o carbono e o nitrogênio numa proporção de 30 partes do primeiro para uma parte do segundo (30:1), essa também será a proporção ideal dos resíduos a serem compostados (DORES-SILVA, 2013; UMSAKUL et al., 2010; VALENTE et al., 2009). Além da relação C/N do material, a umidade, a aeração, o pH, a granulometria e as dimensões das leiras influenciam na atividade microbiana e, portanto, na temperatura e no processo (VALENTE et al., 2009; SILVA et al., 2012). A aeração é importante na oxidação biológica do carbono dos resíduos orgânicos, para que ocorra produção de energia necessária aos microrganismos que realizam a decomposição. Revolvimentos em intervalos de 15 a 25 dias são necessários e recomendados (VALENTE et al., 2009).

Para se obter um máximo de decomposição, é necessário que a faixa de umidade esteja entre 40 e 60%, principalmente na fase inicial, para promover o crescimento de microrganismos responsáveis pelo processo e para que as reações químicas ocorram adequadamente (RIPP et al., 2020). Os microrganismos que atuam na compostagem têm como faixa ideal de pH entre 6,5 e 8,0. Assim, valores baixos de pH indicam falta de maturação devido à curta duração do processo ou à ocorrência de processos anaeróbios (COTTA et al., 2015).

O material a ser compostado não deve ter fragmentado em partículas muito pequenas para evitar a compactação do composto, o que compromete a aeração e, conseqüentemente, o processo de compostagem. Por outro lado, compostos com fragmentos grandes retardam a compostagem, por apresentar menor superfície de contato e por reterem pouca umidade (VALENTE et al., 2009). Kiehl (2004) recomenda que deve haver intercalação entre as camadas de restos vegetais com camadas de esterco numa proporção de 3:1, respectivamente.

O produto da compostagem, o composto orgânico, é um insumo extremamente útil do ponto de vista ambiental, econômico e agrícola. Além de ser um destino adequado para os resíduos orgânicos, pode retornar ao solo como corretivo ou fertilizante (RIPP et al., 2020). De acordo com as prioridades da Instrução Normativa Nº 46 (BRASIL, 2011), que inclui “a reciclagem de matéria orgânica como base para manutenção da fertilidade do solo e a nutrição de plantas”, a utilização de compostos orgânicos atende aos preceitos legais e ambientais, permitindo que sejam incluídos e amplamente utilizados no sistema de produção orgânica.

#### **2.4 Aguapé: características gerais**

*Eichhornia crassipes*, nome científico do Jacinto d'água (Water Hyacinth, em inglês), popularmente conhecido no Brasil como Aguapé, é uma macrófita aquática (vegetal aquático que pode ser visto a olho nu). São monocotiledôneas pertencentes a família Pontederiaceae, apresentando folhas pecioladas, geralmente com inflorescências em ramos simples, com flores azuis, roxas ou brancas, podendo se reproduzir sexuadamente via sementes ou assexuadamente via estolões (SOUZA e LORENZI, 2005). O teor de água pode variar de 85% a 95% de sua composição, de acordo a região onde são encontrados e com a disponibilidade de nutrientes (OGAMBA, IZAH e ORIBU, 2015; TOVAR-JIMÉNEZ et al., 2017). Essas plantas podem chegar a ter 1,5m de comprimento (SOUZA e LORENZI, 2005). Desenvolvem-se bem em águas eutrofizadas, toleram pH entre 6 e 8 e temperatura entre 10° C e 40° C, apresentando melhor desenvolvimento entre 25 e 27° C (REZANIA et al., 2015). Podem dobrar sua população no intervalo de uma semana, podendo atingir a taxa de dois milhões de plantas por hectare, com peso de 200 a 400 toneladas (MUJERE, 2016; YAN, SONG e GUO, 2017).

Originária da bacia do Rio Amazonas na América do Sul, há relatos de sua introdução em outros países como planta ornamental para lagoas e jardins botânicos, sendo hoje conhecida sua presença nos cinco continentes, em dezenas de países, especialmente em corpos de água doce da região tropical. (ANUJA et al., 2016; YAN, SONG e GUO, 2017; THAMAGA e DUBE, 2018). No Brasil, em estudo feito por Martins et al. (2008) em dezoito reservatórios pertencentes as cinco bacias hidrográficas do estado de São Paulo, o aguapé foi uma das quatro espécies de macrófita aquática mais frequentes em todas as cinco bacias. Em seu habitat natural, essas macrófitas são abrigos ecológicos que contribuem para a diversidade do habitat, desempenhando importante função na manutenção e equilíbrio dos ambientes aquáticos. Entretanto, devido à sua facilidade de adaptação, ao rápido e excessivo crescimento, aliado à sua dificuldade de controle, o aguapé tornou-se um problema ambiental. É considerada uma das plantas daninhas mais nocivas ao meio ambiente, também representando riscos à economia e à saúde humana (TOVAR-JIMÉNEZ et al., 2017). O principal problema relacionado a seu excessivo crescimento está no fato de evitar a interceptação de radiação solar da flora aquática nativa, reduzindo o processo fotossintético, afetando diretamente também a alimentação, desenvolvimento e reprodução da fauna aquática (AKINWANDE et al., 2013).

A senescência e decomposição de aguapés também estão relacionadas com o aumento da eutrofização, devido à grande liberação de matéria orgânica, o que agrava a má oxigenação e a qualidade da água (BALASUBRAMANIAN et al., 2012). Shanab et. al. (2010) observaram também que o aumento da evapotranspiração e a diminuição do nível da água, levaram a uma maior concentração de aleloquímicos e possível influência no aumento da população de aguapés. Além de afetar na qualidade da água e na biodiversidade, o aguapé pode se tornar uma obstrução física para navegação e pesca (Patel, 2012), para usinas hidrelétricas, coletas de água para cidades e irrigação para agricultura (VILLAMAGNA e MURPHY, 2010). Borokini e Babalola (2012) e Feikin, Tabu e Gichuki (2010) verificaram um aumento das doenças relacionadas a baixa qualidade da água, como, por exemplo, a cólera e a malária, comunidades próximas a localidades infestadas pela planta.

Desta forma, controlar o aguapé é extremamente recomendado, dado às características agressivas da planta. Os controles utilizados são químico, biológico e

mecânico, cada método apresentando as suas vantagens e desvantagens, como indicado no Quadro 1.

Quadro 1 – Diferentes métodos de controle de aguapé (*Eichhornia crassipes*).

Tipo de controle	Método	Vantagens	Desvantagens
Mecânico	1 - Remoção manual; 2 - Remoção com barcos-guindaste, barçaça, etc.; 3 - Instalação de barreiras flutuantes para evitar movimentação para outras áreas.	1 - Não restringe o uso da água; 2 - Não necessita de conhecimento técnico.	1 - Método caro, se necessário uso de maquinário de remoção e de transporte; 2 - Nem sempre viável; 3 - Trabalho intenso.
Químico	1 - Uso de herbicidas sistêmicos ou de contato;	1 - Menos trabalho; 2 - Maior custo-benefício, comparado ao método físico;	1 - Menos seletivo, podendo eliminar outras macrófitas e algas; 2 - Efeitos ambientais adversos;
Biológico	1 - Insetos ( <i>Neochetinaeichhorniae</i> , <i>N. bruchi</i> e <i>Sameodes albiguttalis</i> ) 2 - Fungos ( <i>Alternaria eichhorniae</i> );	1 - Pouco trabalho; 2 - Sem necessidade de equipamento; 3 - Sem riscos ao meio ambiente;	1 - Controle lento; 2 - Ineficiente em grandes populações, podendo haver rebrotagens; 3 - Necessários mais estudos;

Adaptado de Anuja et al., 2016

Patel (2012) sugere que uma integração dos três métodos seja a forma mais eficiente de controle do aguapé. É estimado que o governo da África do Sul gasta no controle de plantas aquáticas invasoras em seus cursos d'água, anualmente, 700 milhões de dólares (ILO et al., 2020). Apesar das características desfavoráveis do aguapé, existe uma série de benefícios ambientais, e potencialmente econômicos, que podem ser explorados com a biomassa de aguapé. A elevada capacidade de estocarem nutrientes possibilita o uso do aguapé na fitorremediação em sistemas de tratamento de esgoto (AMORIM et al., 2018; REZANIA et al., 2015), de águas contaminadas com metais pesados (Ndimele et al., 2012) ou de resíduo da atividade agroindustrial (MEES et al., 2009; WEIRICH et al., 2021). A biomassa pode ser utilizada para produção de biogás (SOEPRIJANTO et al., 2021) ou biocombustível (AREFIN e RASHID, 2020). Sua biomassa seca tem potencial para ser usado na alimentação animal e na aquacultura (INDULEKHA, THOMAS e ANIL, 2019; MOHAPATRA, 2015; VASCONCELOS, 2015). Sua proporção de celulose em relação a outras fontes o torna potencial para produção de biofibras e polímeros

para bioplástico (SUMRITH et al., 2020). Porém, o potencial mais explorado tem sido a compostagem da biomassa de aguapé, utilizado na agricultura (ANUJA et al., 2016; AYANDA, AJAYI e ASUWAJU, 2020).

## **2.5 A compostagem da biomassa de aguapé e sua utilização**

Compostos preparados a partir de diferentes resíduos orgânicos diferem em sua qualidade e estabilidade, dependendo principalmente da composição da matéria-prima usada no processo de compostagem. A composição química de macrófitas aquáticas, dentre elas o aguapé, utilizadas no sistema de tratamento de efluentes da carcinicultura, foram estudadas por Henry-Silva e Camargo (2006). Os teores de macro e micronutrientes foram mais elevados que os teores das forrageiras comparadas, concluindo que as características químicas desse vegetal os tornam boa matéria-prima para compostagem.

Umsakul et al. (2010) afirmam que a superioridade do produto da compostagem do aguapé em relação a utilização como adubo verde é a obtenção de um material sanitizado (livre de patógenos potencialmente prejudiciais a cultura), estável, rico em matéria orgânica e maior biodisponibilidade de nutrientes. Essa biodisponibilidade de nutrientes foi confirmada em estudo de Balasubramanian et al. (2013) que, analisando as características químicas e microbiológicas de solos de campos de arroz adubados com aguapé compostado e aguapé como adubo verde (triturado e incorporado), encontraram maior comunidade microbiana no primeiro, conseqüentemente maior teor de fósforo (P) disponível, de compostos húmicos e compostos nitrogenados. Quanto a relação C/N, a ideia é que esteja entre 25:1 a 30:1, para ação eficiente dos microrganismos no processo de compostagem (UMSAKUL et al., 2010). Relações inferiores não afetarão o processo, porém haverá maiores perdas de nitrogênio em forma de amônia. Como o aguapé apresenta relação C/N entre 10 e 15:1, Su et al. (2018) sugerem que a quantidade de aguapé esteja entre 50-60% do material para compostagem. É possível produzir um composto orgânico a partir dessa biomassa aquática com aproximadamente 60 dias, dependendo da condução do processo (DA SILVA et al., 2012).

O produto da compostagem de aguapé com esterco bovino e serragem ou palha de arroz em diferentes proporções foi estudada por Singh, Das e Kalamdhad (2012). Realizada em tambores rotativos, é uma técnica promissora por resultar em



produto mais uniforme e com menor influência ambiental. Eles concluíram que o composto na menor proporção de biomassa de aguapé (60%), com 30% de esterco bovino e 10% de casca de arroz, apresentou o melhor resultado de acordo com os parâmetros de avaliação da maturidade e estabilidade do produto final.

Com a possibilidade de utilização do composto do aguapé na agricultura, Gajalakshmi e Abbasi (2002) fizeram um estudo qualitativo para verificar algum efeito nocivo ou antagônico com a utilização do composto como fertilizante, em cinco culturas diferentes (quiabo, berinjela, feijão-verde, pimentão e tomate) e não foram relatados intercorrências em nenhuma delas.

Em áreas do noroeste de Bangladesh, região que sofre com graves secas em algumas épocas do ano e onde o teor de matéria orgânica e a fertilidade do solo são baixos, têm-se encorajado os pequenos produtores a compostarem os rejeitos da propriedade (esterco, restos vegetais, etc.) com o aguapé, abundante em cursos d'água da região, de modo a dar uma finalidade aos resíduos e principalmente, melhorar a fertilidade do solo e conseqüentemente a produtividade agrícola (STEPHAN e SELVARAJU, 2012). Na região do Lago Victoria, na África, segundo maior lago de água doce do mundo, a população rural tinha na pesca a principal atividade de subsistência. Mas com a escassez de peixes, causado pelo excesso de pesca comercial e poluição, a agricultura se tornou uma alternativa para satisfazer as demandas diárias. Porém, o solo pobre e ácido trazia pouca produtividade para os agricultores. Os estudos realizados por John e Kakamega (2016) demonstraram que o composto gerado da compostagem do aguapé, que é abundante no lago devido a poluição, seria uma solução tanto para a sua excessiva proliferação, quanto como solução para o uso agrícola. Corrigiu o pH ácido e ofertou nutrientes essenciais, como nitrogênio e fósforo, aumentando a produtividade.

Vidya e Girish (2012) usaram o composto de aguapé para verificar os parâmetros de germinação e desenvolvimento da cultura do trigo (*Triticum vulgare*) e obtiveram melhores resultados em relação ao grupo controle (sem uso do composto). Experimentos em campo conduzidos por Lata e Veenapani (2011), avaliando a semeadura de mostarda-indiana (*Brassica juncea*) no composto de aguapé, mostraram que tanto os parâmetros de produtividade e crescimento da cultura com 100% de composto quanto 50% de composto + 50% de solo foram superiores, em relação aos outros tratamentos (somente esterco bovino e sem adubação). Lata e Veenapani (2013) utilizando os mesmos tratamentos acima,

também obtiveram resultados superiores com 100% composto e 50% de composto + 50% de solo, em relação ao tratamento controle, porém no cultivo de coentro (*Coriandrum sativum*). Em ambos os trabalhos, eles atribuem os bons resultados a boa disponibilidade de nitrogênio (N) e fósforo (P) presentes no composto.

O composto orgânico produzido com a biomassa do aguapé é tanto uma solução para a sua excessiva proliferação, quanto como solução de baixo custo para uso na agricultura (JOHN e KAKAMEGA, 2016).

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Caracterização geral do experimento**

O experimento foi instalado no Centro de Desenvolvimento e Transferência de Tecnologia (CDTT), da Universidade Federal de Lavras (UFLA), localizado na Fazenda Palmital, no município de Ijaci, Minas Gerais (altitude: 918 m; latitude: 21°14'16" S; longitude: 45°08'00" W), no período de 15 de setembro a 21 de dezembro de 2020.

O estudo foi dividido em duas etapas, em que primeira referiu-se a produção e avaliação das mudas produzidas em composto de aguapé em casa de vegetação e a segunda à avaliação agrônômica em condições de campo das plantas de alface oriundas destas mudas.

#### **3.2 Origem e composição do composto de aguapé**

O composto foi produzido em São Vicente de Minas e foi adquirido diretamente na empresa responsável pelo processo de compostagem, embalagem e comercialização do composto nas casas agrícolas. Segundo o proprietário, a compostagem foi feita em caixas d'água de 2500L, revirada em intervalos de 15 dias, retiradas para comercialização após 90 dias. Buscando atender a relação aproximada de C:N ideal do processo de compostagem, são utilizados 20% aguapés, 30% de esterco bovino, 10% de terra vegetal e 40% de palhada e serragem. O aguapé foi retirado de tanques de peixes e deixado para pré-secagem por no mínimo 48 horas antes da picagem em máquina picadora, sendo posteriormente agregado com os outros materiais. O processo de compostagem durou aproximadamente 70 dias.

Foi realizada análise de macronutrientes do composto pelo método de digestão, no laboratório de ciências do solo da UFLA. Foram encontrados os valores de 11,2 ppm de P, 16,7 ppm de Mg, 24 ppm de K, 60,6 ppm de Ca e 6,7 ppm de S.

### 3.3 Etapa1: Produção das mudas

O experimento foi composto por um esquema fatorial  $3 \times 7 + 1$ , sendo 3 grupos diferentes de alface, Americana, Crespa e Lisa, 8 doses de compostos (0; 15; 30; 50; 70; 90 e 100%) além do substrato padrão comercial Carolina Soil®, utilizado como tratamento controle. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados (DBC) com 3 repetições, contendo 6 plantas em cada uma.

Foram utilizadas sementes de alface das cultivares Raider Plus (Americana), Camila R2 (Crespa) e Regina (Lisa). Foram utilizadas bandejas de polietileno com 168 células, preparadas individualmente com as proporções de compostos e cada linha semeada alternativamente com as cultivares referentes aos grupos Americana, Crespa e Lisa.

As proporções do composto de aguapé foram feitas em béquer graduado de 5000ml, balanceadas com a adição de casca de arroz carbonizada. A dose de 0% referiu-se ao uso exclusivo da casca de arroz carbonizada. O substrato comercial Carolina Soil® foi o tratamento controle, utilizado como padrão comparativo.

As bandejas foram semeadas em 15 de setembro de 2020 e levadas no mesmo dia para o viveiro de mudas, onde permaneceram sob sombrite 50% por sete dias. Posteriormente, foi realizado desbaste, mantendo-se uma muda por célula. A partir daí, as mudas foram mantidas em sol pleno no viveiro por mais 21 dias, totalizando 28 dias até a avaliação.

As variáveis avaliadas nas mudas foram:

- **Número de folhas**: obtido pela contagem das folhas verdadeiras de cada planta da repetição, estimando-se a média por muda;
- **Altura da parte aérea**: utilizando-se régua, foi medido do coleto ao ápice de cada planta da repetição e estimando-se a média (cm);
- **Massa fresca da parte aérea**: após separada da raiz, a parte aérea de duas plantas da repetição foram pesadas em uma balança de precisão, estimando-se a média por muda ( $\text{g muda}^{-1}$ );
- **Massa seca da parte aérea**: após o obter os valores de massa fresca, a parte aérea das plantas da repetição foram colocadas em sacos de papel e levados para estufa a temperatura constante de  $65^{\circ}\text{C}$  por no mínimo 72h, quando adquiriu peso constante. Posteriormente as amostras foram pesadas em uma balança de precisão, estimando-se a média por muda ( $\text{g muda}^{-1}$ );

- **Diâmetro do coleto:** foi realizado com auxílio de um paquímetro digital, medindo-se os diâmetros do coleto de 6 plantas em cada repetição, estimando-se a média por muda ( $\text{mm muda}^{-1}$ );
- **Peso inicial do torrão:** após separação da parte aérea, estes foram pesados juntos em balança de precisão e estimando-se a média por torrão ( $\text{g torrão}^{-1}$ );
- **Peso final do torrão:** após soltá-los de 1,20m de altura, o peso final de cada torrão da repetição foi obtido em uma balança de precisão, estimando-se a média por torrão ( $\text{g torrão}^{-1}$ );
- **Comprimento inicial do torrão:** utilizando-se régua, foi obtido o comprimento de cada torrão da repetição, estimando-se a média por torrão (cm);
- **Comprimento final do torrão:** após o peso final, era obtido o comprimento final com régua, estimando-se a média por torrão (cm);
- **Comprimento da raiz:** cada raiz foi cuidadosamente lavada, secada e o comprimento foi obtido com régua graduada, estimando-se a média (cm);
- **Massa fresca da raiz:** a raiz de duas plantas da repetição foram pesadas em balança de precisão, estimando-se a média ( $\text{g muda}^{-1}$ );
- **Massa seca da raiz:** após a pesagem da massa fresca, a raiz das duas plantas foi colocada em sacos de papel e levados para estufa a temperatura constante de  $65^{\circ}\text{C}$  por no mínimo 72h, quando adquiriu peso constante, e posteriormente, pesadas em balança de precisão, estimando-se a média por muda ( $\text{g muda}^{-1}$ );

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância, e quando significativos, os efeitos das cultivares foram comparados por meio do teste de Tukey a 5% de significância e os efeitos de doses comparados por meio de análise de regressão.

O valor médio observado das três cultivares comerciais no substrato Carolina Soil® foi utilizado apenas como padrão comparativo descritivo para cada característica.

### **3.4 Etapa 2: Avaliação agrônômica das mudas em condições de campo**

Essa etapa também foi composta por esquema fatorial  $3 \times 7 + 1$ , com as três cultivares citadas anteriormente e as mesmas doses do composto, além do substrato padrão comercial Carolina Soil®, utilizado como tratamento controle. O

delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados (DBC) com 3 repetições, contendo 12 plantas em cada uma. O espaçamento entre as plantas foi de 0,30 x 0,20 m.

Foram preparados dois canteiros de 30 metros na área destinada para agricultura orgânica. Foram incorporados 1L/m<sup>2</sup> de esterco bovino curtido nos canteiros antes do preparo com encanteiradora. Foi instalada irrigação por gotejamento, com duas mangueiras dispostas entre as linhas externas.

A limpeza de plantas espontâneas foi realizada na primeira e na segunda semana após o transplante das mudas para o campo. No 14<sup>o</sup> dia, foi feita adubação de cobertura com esterco curtido de ave (1L/m<sup>2</sup>), material distribuído entre as linhas.

A colheita começou a ser realizada 42 dias após o transplante (quando as primeiras plantas atingiram o padrão comercial) e nas 4 semanas subsequentes. A colheita foi feita com uma pá manual de jardinagem, para que o sistema radicular também fosse colhido para análise. Para efeito de avaliação, foram colhidas 4 plantas com o padrão comercial desejado, priorizando-se as centrais.

Características avaliadas das plantas foram:

- **Massa Fresca:** foi obtido pensando-se as quatro plantas colhidas e fazendo-se a média por muda;
- **Massa Fresca Comercial:** após limpeza de folhas senescentes e secas, as quatro plantas eram pesadas e fazia-se a média por muda;
- **Diâmetro da cabeça:** excluindo-se a menor e a maior planta (escolhidas subjetivamente), o diâmetro foi obtido a partir da medida de duas plantas intermediárias, utilizando-se trena e estimando-se a média (cm);
- **Diâmetro do caule:** utilizando-se paquímetro digital, foram obtidos os diâmetros das quatro plantas colhidas, estimando-se a média (cm);
- **Número de folhas:** as duas plantas intermediárias selecionadas anteriormente tiveram suas folhas destacadas e contadas, estimando-se a média por planta.
- **Comprimento do caule:** após destacar as folhas e separar a raiz das duas plantas intermediárias, o comprimento do caule foi obtido com régua, estimando-se a média (cm);
- **Massa fresca da parte aérea:** após contagem, as folhas das duas plantas foram pesadas em balança de precisão, estimando-se a média por muda (g muda<sup>-1</sup>);
- **Massa seca da parte aérea:** após obter os valores de massa fresca, a parte aérea de duas plantas foi colocada em sacos de papel e levados para estufa a

temperatura constante de 65°C por no mínimo 72h, quando adquiriu peso constante, e posteriormente, pesadas em balança de precisão e fazendo-se a média;

- **Massa fresca de raiz:** após lavada e secada, a raiz de duas plantas da repetição foram pesadas em balança de precisão, estimando-se a média (g muda<sup>-1</sup>);

- **Massa seca de raiz:** após a pesagem da massa fresca, a raiz das duas plantas foi colocada em sacos de papel e levados para estufa a temperatura constante de 65°C por no mínimo 72h, quando adquiriu peso constante, e posteriormente, pesadas em balança de precisão, estimando-se a média por muda (g muda<sup>-1</sup>);

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância, e quando significativos, os efeitos das cultivares foram comparados por meio do teste de Tukey a 5% de significância e os efeitos de doses comparados por meio de análise de regressão.

O valor médio observado das três cultivares comerciais no substrato Carolina Soil® foi utilizado apenas como padrão comparativo descritivo para cada característica.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

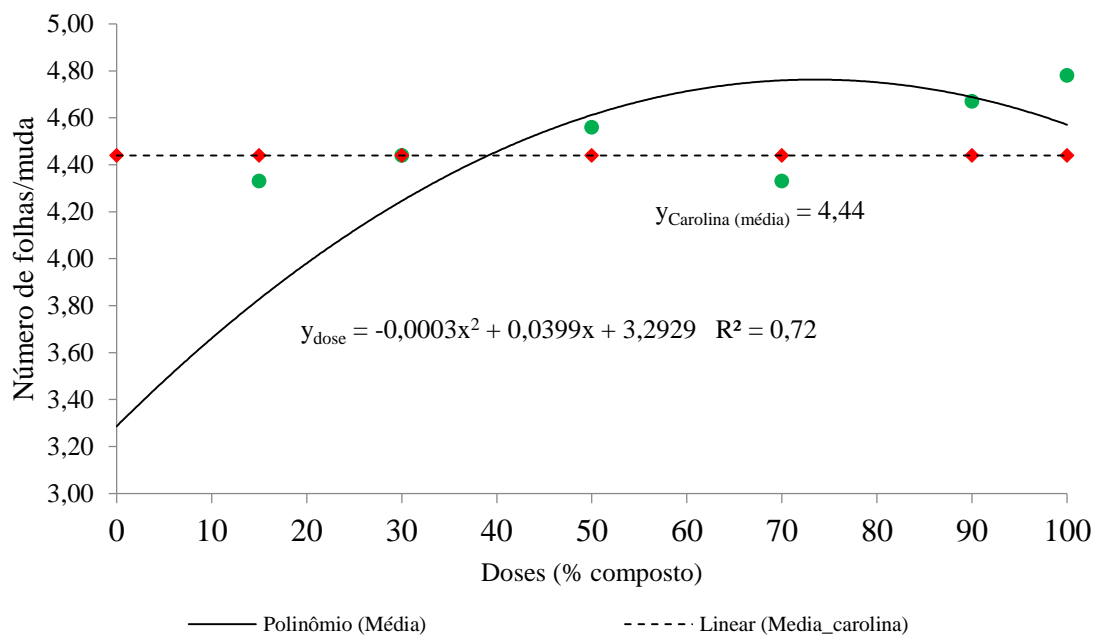
### 4.1 Etapa 1: Produção de mudas

Houve diferença significativa entre as doses isoladamente para as características número de folhas, altura da parte aérea, massa fresca da parte aérea, massa seca da parte aérea, , diâmetro do coleto, massa fresca de raiz, massa seca de raiz e comprimento da raiz. Em relação aos efeitos isolados das cultivares, houve diferença significativa apenas para as características número de folhas, altura da parte aérea e comprimento da raiz. A única característica em que houve efeito significativo da interação dose x cultivar foi a massa fresca de raiz.

Quanto ao número de folhas, observou-se um comportamento quadrático positivo em função das doses de composto utilizadas (Figura 1A). Os resultados indicam que o número máximo de folhas, ocorre ao se adotar a dose de 73,48%, proporcionando o valor de 4,76 folhas muda<sup>-1</sup>, valor inclusive superior ao substrato testemunha (4,44 folhas muda<sup>-1</sup>).

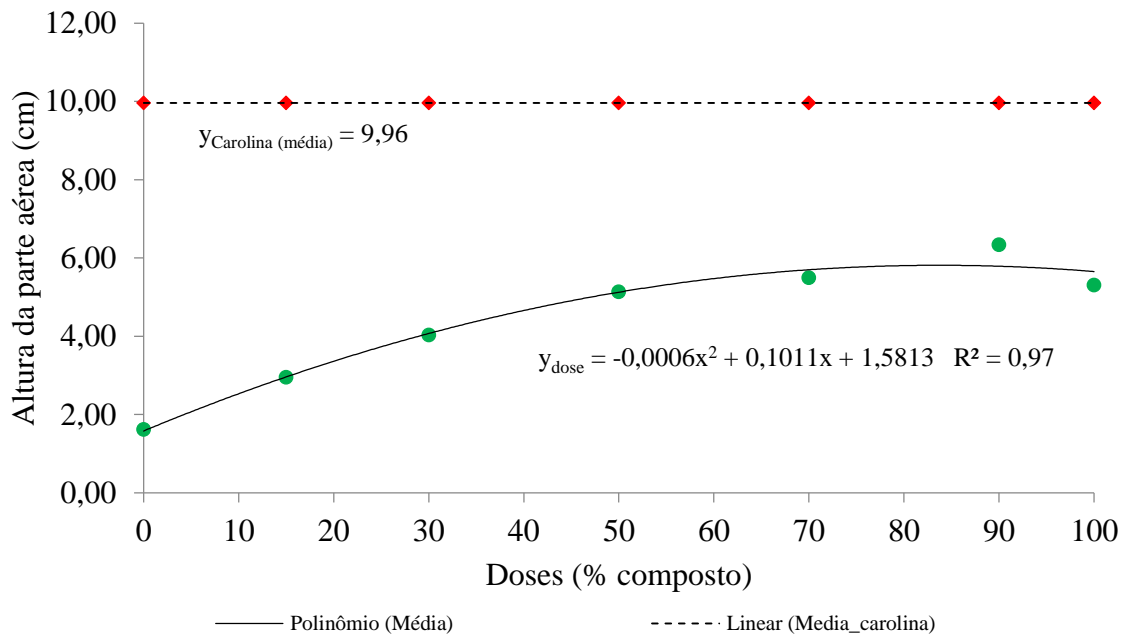
**Figura 1** – Número médio de folhas (1A) e altura da parte aérea (1B) em mudas de cultivares de alface semente em substrato à base de diferentes doses de composto de aguapé. UFLA, Lavras-MG, 2021.

A)





B)



Freitas et al. (2013), trabalhando com diferentes proporções de composto orgânico e casca de arroz carbonizada, encontrou valores superiores a 5 folhas, número que considera ideal para mudas antes do transplante. Isto indica que os resultados obtidos para a dose ótima são próximos ao considerado ideal, o que pode favorecer a indicação do composto para produzir mudas. Estes autores também consideram que substratos que proporcionam um menor tempo das mudas nas bandejas tornam-se importante insumo para produção de mudas, possibilitando mais ciclos de produção no viveiro e diminuição dos custos.

O aumento nas proporções das doses do composto de aguapé também condicionou aumento quadrático positivo na altura da parte aérea (Figura 1B). A dose que apresentou altura máxima (5,81cm) foi atingida quando se utilizou substrato com 83,73% de composto. Este resultado foi acima dos 5,41cm, recomendados por Queiroz et al (2010) como altura mínima para a muda de alface estar apta para transplante. Para Pereira et al. (2020), a altura da parte aérea é indicadora de vigor de mudas e está relacionada a oferta de nutrientes em condições ideais, principalmente nitrogênio mineralizado.

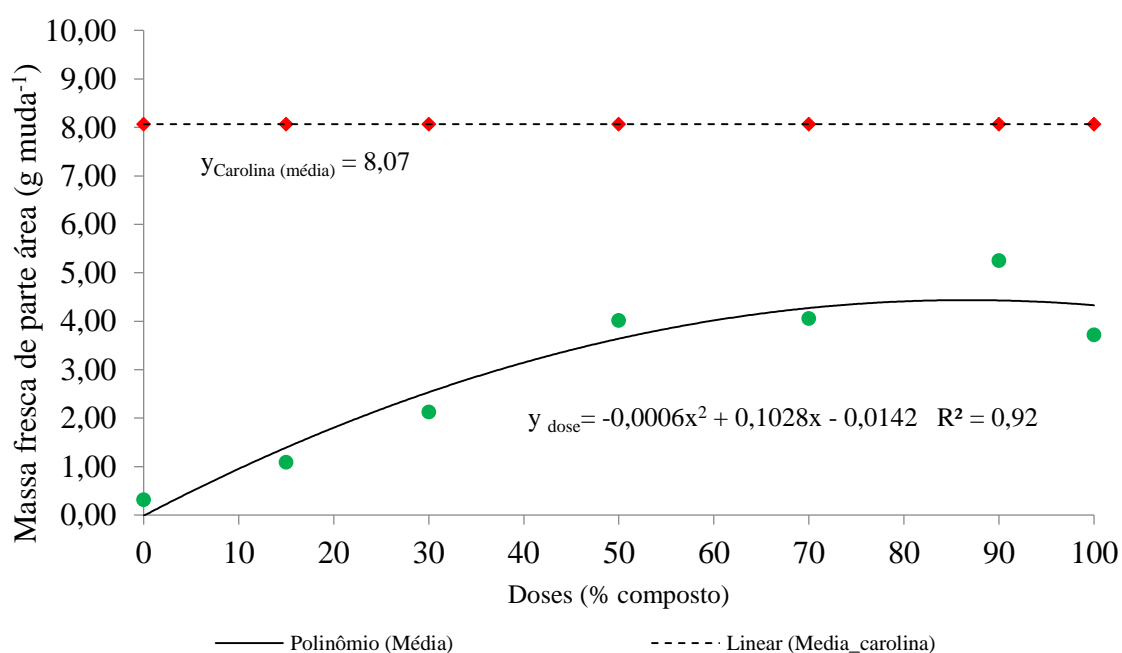
É preciso destacar que, apesar dos resultados satisfatórios para a altura de parte aérea, a altura máxima foi aproximadamente 58% inferior ao verificado no substrato Carolina Soil®. De acordo com Queiroz et al. (2010), isso pode ocorrer

pois alguns compostos orgânicos muitas vezes podem apresentar baixa estabilidade e maturidade do composto orgânico, o que está relacionado com o processo de compostagem do material, o que pode explicar os valores inferiores dos diferentes tratamentos analisados em comparação ao tratamento com substrato controle. Isto também pode variar em função da característica avaliada. Entretanto, há diversos trabalhos que mostram superioridade dos compostos orgânicos em relação aos substratos comerciais para a produção de mudas. Alves et al. (2011), por exemplo, verificou que substratos formulados a partir de diferentes compostos orgânicos resultaram em maior comprimento da parte aérea quando comparado ao substrato comercial.

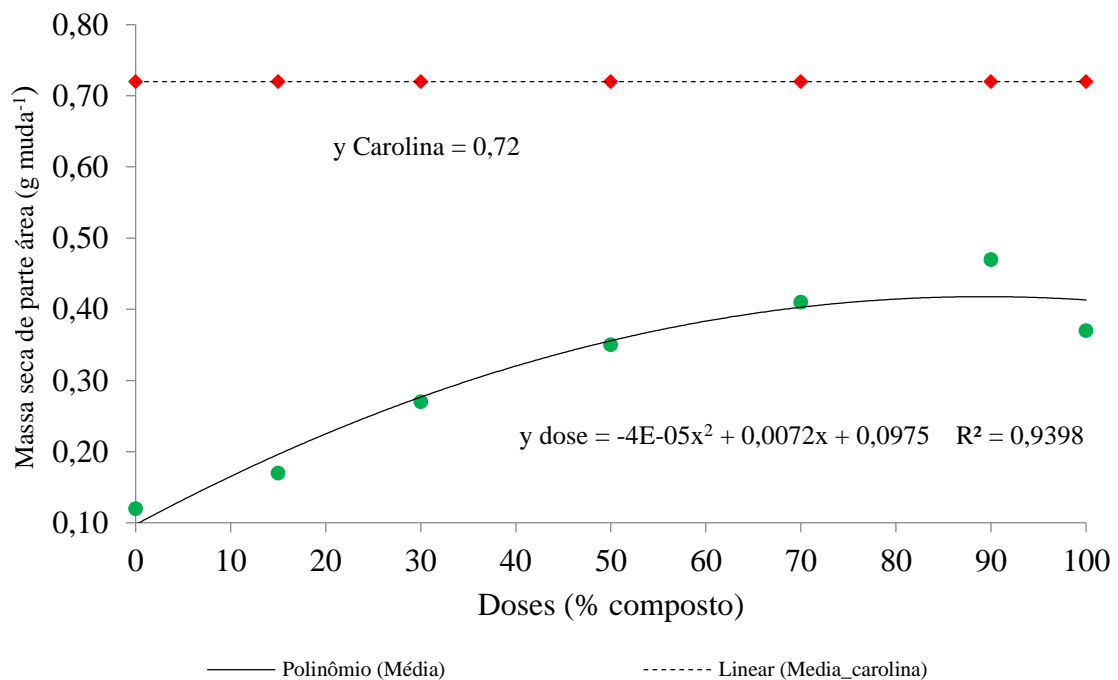
Quanto às massas frescas e secas da parte aérea observou-se comportamento quadrático positivo em função das doses de composto de aguapé (Figura 2A e 2B), com médias máximas de 4,43g na dosagem de 86,63% para massa fresca, e de 0,42g na dosagem de 84,32% para massa seca. Estes valores foram inferiores aos observados para o tratamento controle (8,07g e 0,72g, respectivamente).

**Figura 2** – Massa fresca (A) e Massa Seca (B) da parte aérea ( $\text{g muda}^{-1}$ ), em mudas de cultivares de alface semeadas em substrato à base de diferentes doses de composto de aguapé. UFLA, Lavras-MG, 2021.

A)



B)



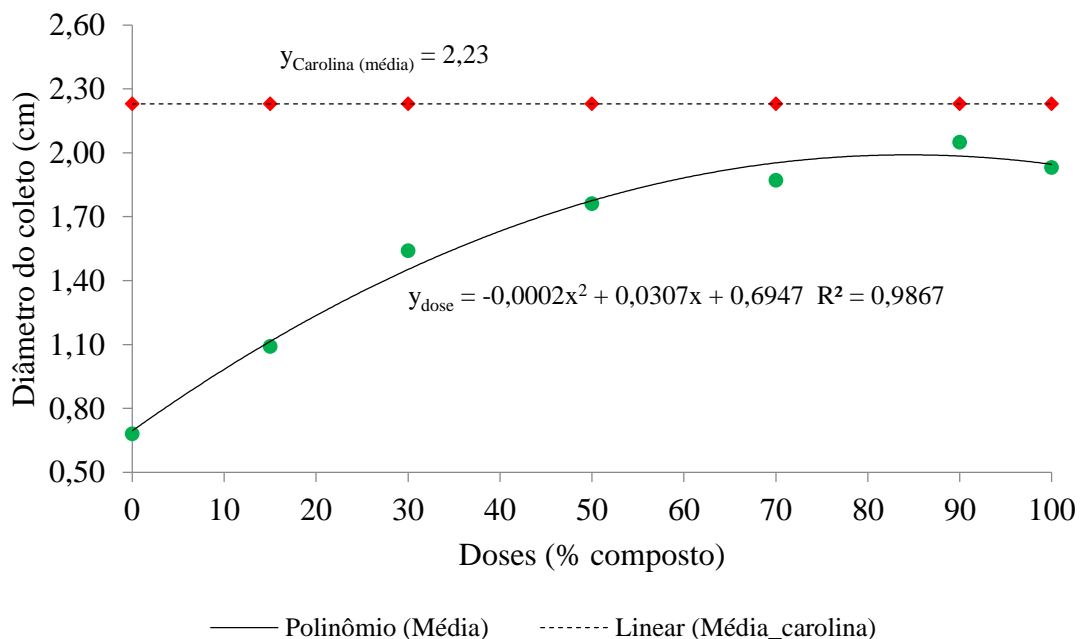
Lata e Veepani (2011) trabalhando com mostarda (*Brassica juncea*) cultivadas com composto 100% composto de aguapé, encontraram valores superiores de massa fresca aérea e massa seca aérea em relação aos outros três tratamentos estudados (plantas cultivadas com 50% composto de aguapé + 50 terra vegetal; 25% composto de aguapé + 75% esterco curtido; 100% terra vegetal). Eles atribuem os resultados as boas características físicas do composto aliada ao Nitrogênio mineralizado biodisponível após o processo de compostagem. Segundo Guimarães et al. (2011) plantas com maior área fotossintética terão maior produção de fotoassimilados, o que reflete na proporção de matéria fresca e seca aérea. É válido destacar que, apesar de muitas das vezes os substratos comerciais apresentarem bons valores de desempenho, o uso de substratos alternativos são uma alternativa viável para o produtor de hortaliças, pois reduzem os custos e apresentam resultados satisfatórios.

Os resultados observados neste estudo estão de acordo com o observado por Fan et al. (2014). Estes autores descrevem que mudas de tomateiro, os quais cultivadas em substratos com maiores proporções de composto de aguapé apresentaram menores valores de massa fresca de raiz e parte aérea e de massa seca de raiz e parte aérea. Eles sugerem que o aumento da proporção de composto

de aguapé inibe o acúmulo de matéria orgânica na planta, atribuindo isso a condutividade elétrica, que reflete um excesso de minerais no composto. Considerando isto, há indicativos de que o composto de aguapé não pode ser usado em excesso na produção de mudas de hortaliças, pois pode comprometer características agrônômicas importantes.

O diâmetro do coleto apresentou resposta quadrática positiva em relação ao aumento das doses do composto de aguapé (Figura 3), com valor máximo média de 1,99 cm na dose ideal máxima de 84,37%. Ao se comparar esses resultados com o tratamento testemunha, nota-se valores inferiores ao observado (2,23 cm). Todavia, com o aumento das doses, houve uma tendência à aproximar-se dos valores de diâmetro de coleto do substrato testemunha.

**Figura 3** – Diâmetro do coleto (cm) em mudas de cultivares de alface semeadas em substrato à base de diferentes doses de composto de aguapé. UFLA, Lavras-MG, 2021.



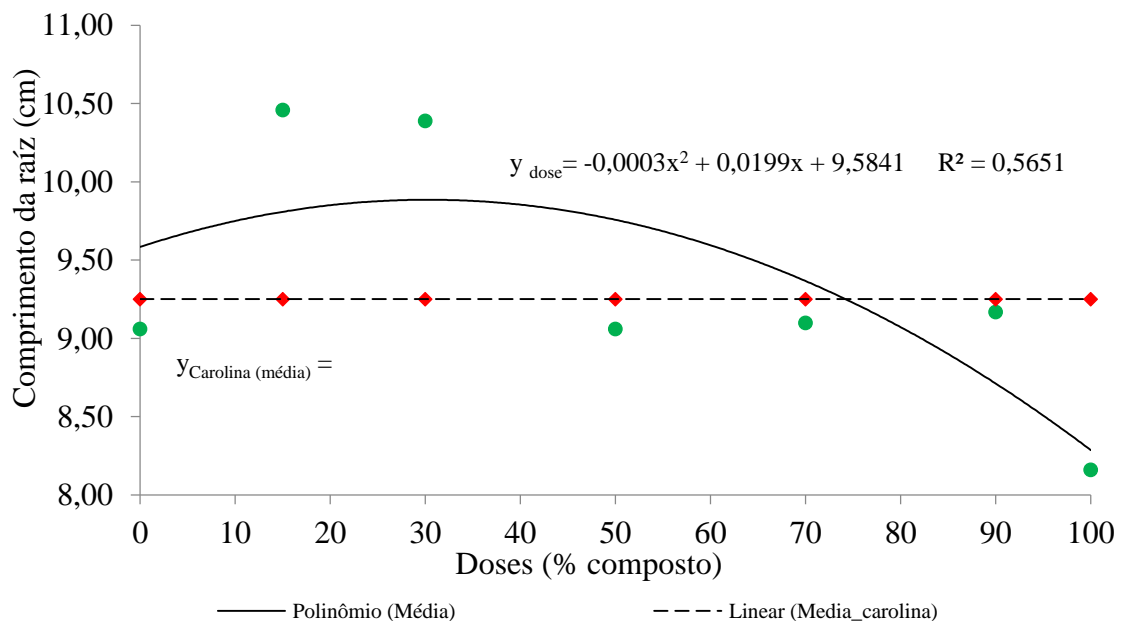
De acordo com Souza et al. (2019), o diâmetro do colo está associado a um desenvolvimento mais acentuado da parte aérea e em especial ao sistema radicular, portanto favorecendo o crescimento das mudas. As mudas com diâmetro mais espesso têm maior probabilidade de sobrevivência em campo, diminuindo assim a necessidade de replantio e obviamente, o custo de implantação da lavoura (PAIVA et

al., 2011). Simões et al. (2015), trabalhando com alfaces semeadas em diferentes substratos, encontrou maiores valores de diâmetro do colo no substrato que continha estipe de palmeira picada como condicionador. Ele atribui isso aos elevados teores de fósforo, potássio e cálcio e também as características físicas desse tratamento. Assim, é importante que o composto de aguapé proporcione também bons valores nutricionais nesta etapa de produção de mudas, valores estes que podem ser inclusive complementados com fontes minerais.

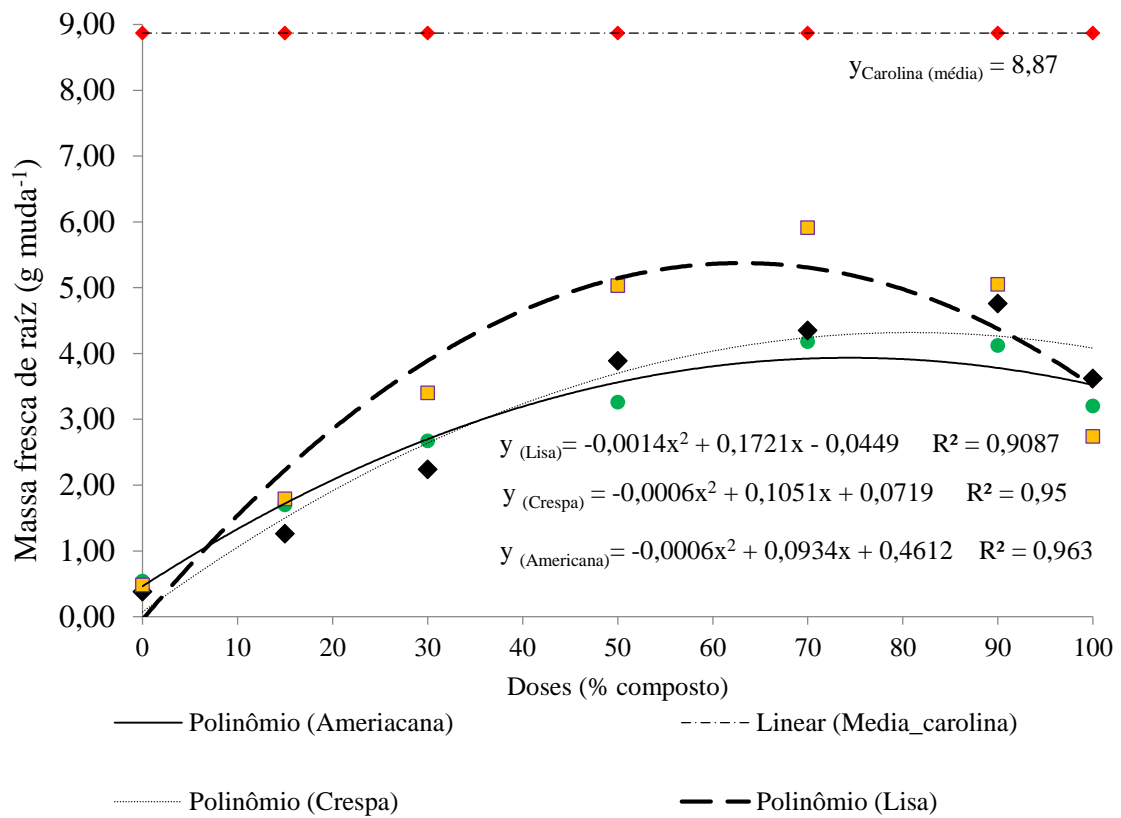
Em relação ao comprimento de raiz o efeito das doses do composto resultou em efeito quadrático positivo (Figura 4A), em que o valor máximo médio foi de 9,88 cm, encontrado na dosagem de 30,26% de composto de aguapé. É válido destacar que, até a dosagem de aproximadamente 75%, o composto de aguapé sempre proporcionou comprimento de raiz superior ao observado para o substrato Carolina Soil ® (9,25 cm). Isto indica que o composto é um bom condicionador para crescimento de raízes de mudas de alface, o que pode favorecer seu pegamento e desempenho em campo.

**Figura 4** – Comprimento de raiz (cm) (A), massa fresca (B) e massa seca de raiz (4C) (g muda<sup>-1</sup>) em mudas de cultivares de alface semeadas em substrato à base de diferentes doses de composto de aguapé. UFLA, Lavras-MG, 2021.

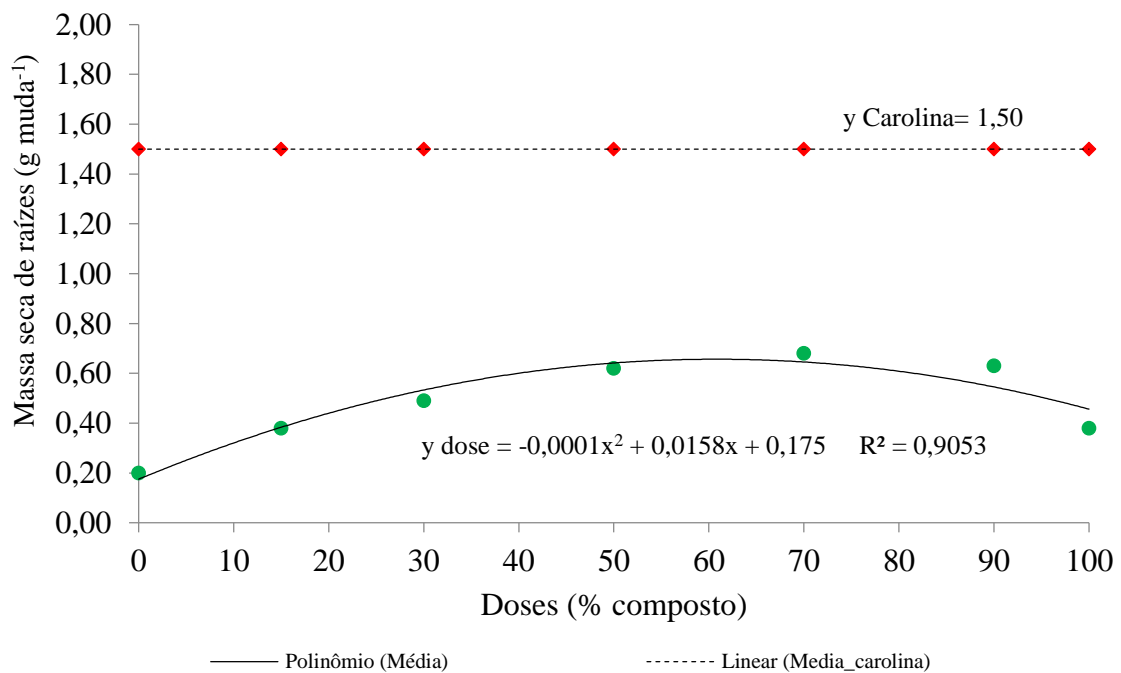
A)



B)



C)



Segundo Freitas et al. (2013), o substrato deve oferecer suprimento constante de água, oxigênio e nutrientes as plantas, devido ao limitado volume de crescimento

em bandeja. De acordo com Fan et al. (2015) e Paiva et al. (2011), a qualidade do substrato não depende somente de propriedades químicas, mas também das propriedades físicas para o adequado desenvolvimento das mudas, o que incluem a capacidade de retenção de água, drenagem e aeração. Com a elevação da porosidade, há tendência de um aumento no comprimento, pela maior exploração do espaço, enquanto que um aumento da densidade causa redução no comprimento das raízes. Esse fato pode explicar o menor comprimento dos tratamentos 90% e 100% em relação ao substrato testemunha, já que nessas dosagens, o substrato apresentava-se mais compacto e denso, com características físicas inferiores ao ideal.

A casca de arroz carbonizada quando combinada com compostos orgânicos propiciam boa aeração e alta disponibilidade de água para o substrato (FREITAS et al., 2013). Todavia, deve-se considerar uma boa proporção deste substrato para que sejam atendidas as boas relações das propriedades físicas e químicas do substrato final para mudas. Deste modo, o espaço de enraizamento poderá proporcionar porosidade suficiente para permitir uma boa aeração, ter alta capacidade para retenção de água, boa drenagem e nutrientes para manter o equilíbrio e maximizar o desenvolvimento das mudas.

A massa fresca de raiz foi o único parâmetro analisado que foi influenciado significativamente pela interação cultivar x doses (Figura 4B). Todas as interações apresentaram resposta quadrática positiva, onde o valor médio máximo na tipo americana foi de 3,81g na dosagem de 70,6% de composto, na tipo crespa foi de 4,24g na dosagem de 78,32% e na tipo lisa foi de 5,43g na dosagem de 63,8% de composto. Todos os valores foram inferiores as médias do substrato testemunha (8,87g). Estes resultados são similares aos obtidos no trabalho de Trecha (2017), que ao avaliar mudas de cultivares de alface sementeadas em substrato formulado com 65% vermicomposto bovino + 35% de casca de arroz carbonizada, obteve melhores resultados para essa variável na alface tipo lisa (cv. Regina), atribuindo isso as características genotípicas da cultivar Regina associada as propriedades químicas e físicas do composto.

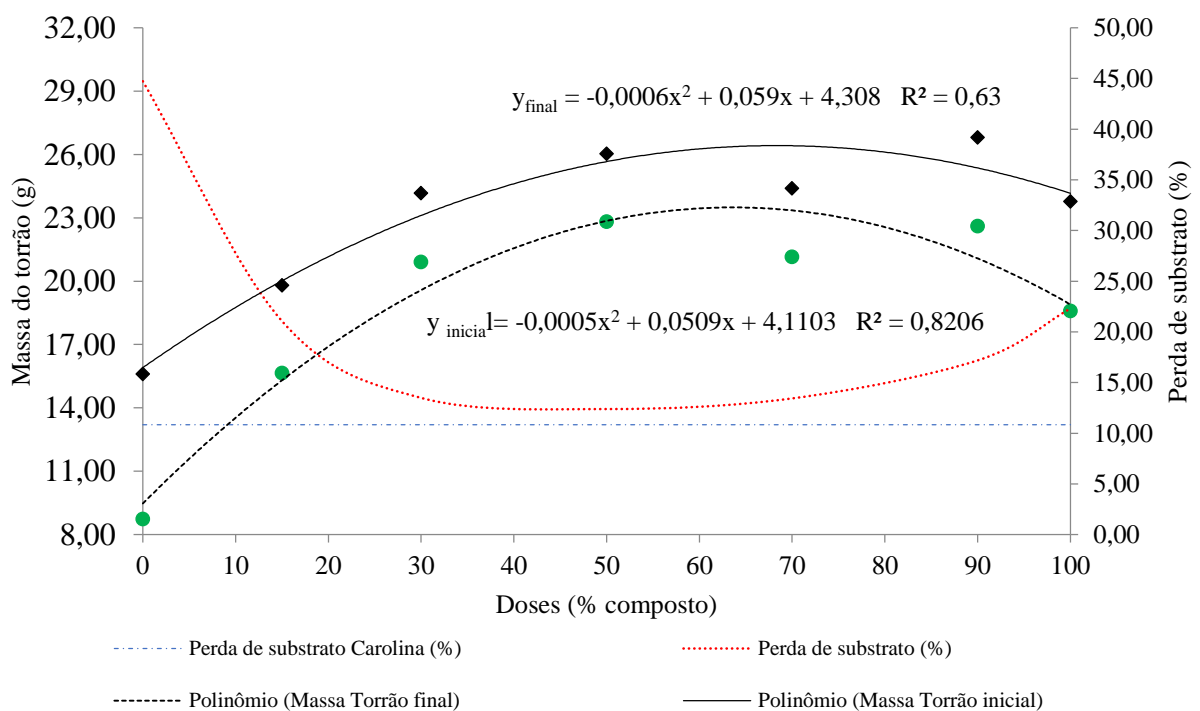
A matéria seca de raiz, apresentou resposta quadrática positiva (Figura 4C) e similar a matéria fresca, todos inferiores ao substrato testemunha. O valor médio máximo 0,65g foi observado na dose 60,78% de composto de aguapé. Queiroz et al. (2010), ao trabalhar com 18 diferentes fontes de substrato para produção de alface,

considera que há correlação positiva entre massa fresca e massa seca exista, indicando que as plantas absorveram normalmente nutrientes e estes foram assimilados e convertidos em massa seca, ou seja, que um maior peso de massa fresca corresponda a um maior peso de massa seca. Segundo Freitas et al. (2015) um bom enraizamento e o reinício do desenvolvimento da planta após o transplante são favorecidos por tecidos ricos em massa seca.

Ao avaliar a estabilidade do torrão, a relação massa final / massa inicial do torrão (Figura 5A) as menores perdas de substrato ocorreram na faixa de aproximadamente 50 a 70%, com perdas de substrato de 12,38% e 13,43%, após queda de 1,2m de altura. Esses valores são considerados bons, uma vez que foram próximos ao valor médio observado para o substrato Carolina Soil ® (10,84%). Já a relação comprimento final / comprimento inicial do torrão (Figura 5B), também houve resposta quadrática positiva, com menores variações de comprimento a partir dos 50%. Considerando as perdas de massa e comprimento do torrão, nota-se que os valores por volta dos 50 e 70% são os que promovem maior estabilidade para formação do torrão.

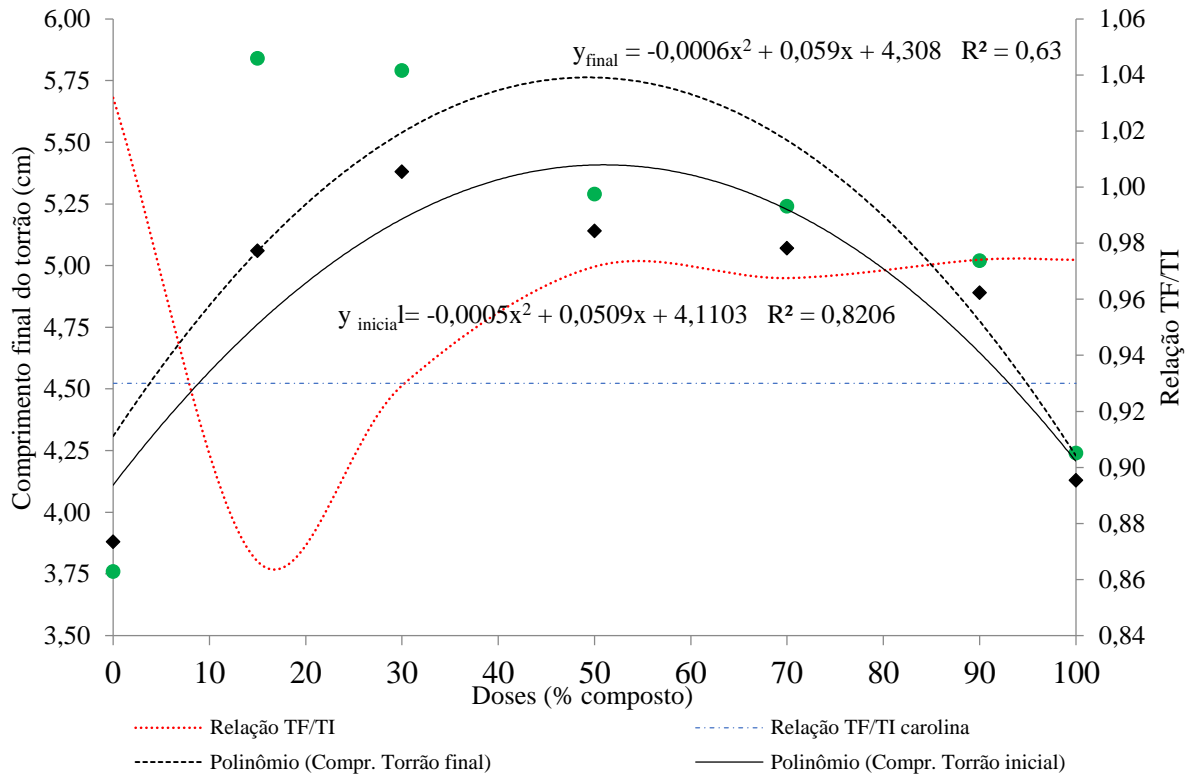
**Figura 5** – Relação Massa do torrão (g) (A) e comprimento do torrão (g) (B) em mudas de cultivares de alface semente em substrato à base de diferentes doses de composto de aguapé. UFLA, Lavras-MG, 2021.

A)





B)



Nas menores proporções utilizadas de composto, verificou-se uma maior perda de massa de torrão devido à pouca agregação das raízes ao substrato. Nas proporções de 50% e 70%, as perdas de massa foram inferiores e próximas ao substrato comercial testemunha, mostrando melhor estabilidade do torrão. As perdas aumentaram novamente nas proporções de 90% e 100% de composto como substrato. Isso se deve à pouca ou ausência de casca de arroz carbonizada, que contribui para as características físicas, como porosidade, do substrato. Essa ausência ou baixa quantidade provoca a compactação, não proporcionando estabilidade, fazendo com que o substrato se quebrasse e impossibilitando o adequado desenvolvimento de raízes. Isso reforça o fato de que o substrato não deve ser adotado buscando-se exclusivamente o fornecimento de nutrientes, mas também as características físicas adequadas, como proporcionar boa porosidade, aeração, retenção de água dando a possibilidade do sistema radicular se desenvolver e explorar os recursos limitado da célula da bandeja.

Pereira et al. (2020) trabalhando com composto a base de esterco de coelho no formulado de substrato para semeadura de alface, consideram que a estabilidade do torrão é uma característica importante por ter impacto direto na taxa de sobrevivência das mudas após transplante, podendo influenciar no desempenho produtivo da cultura.

Avaliando-se os efeitos isolados das cultivares para os parâmetros altura da parte aérea, número de folhas, massa seca de raiz (Tabela 1), observou-se que a alface tipo americana apresentou maior altura da parte aérea, enquanto a alface lisa apresentou maiores valores de número de folhas e massa seca de raiz. Essas diferenças significativas provavelmente ocorreram pelas características morfológicas inerentes a cada cultivar.

**Tabela 1.** Diferenças significativas entre cultivares para as variáveis, altura de plantas, número de folhas, massa seca de raízes. Lavras – MG, 2021.

Cultivar	Variáveis					
	Altura parte aérea		Número de Folhas		Massa Seca de Raízes	
Raider Plus (A*)	4,94	a	4,00	b	2,8	b
Camila R2 (C)	4,10	b	3,42	b	2,92	b
Regina (L)	4,19	b	5,42	a	3,48	a
Média						

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem-se pelo teste de Scott-Knott ( $P \leq 0,05$ ); \*Grupo: (A) Americana; (C) Crespa; (L) Lisa.

## 4.2 Etapa 2: Avaliação de plantas em campo

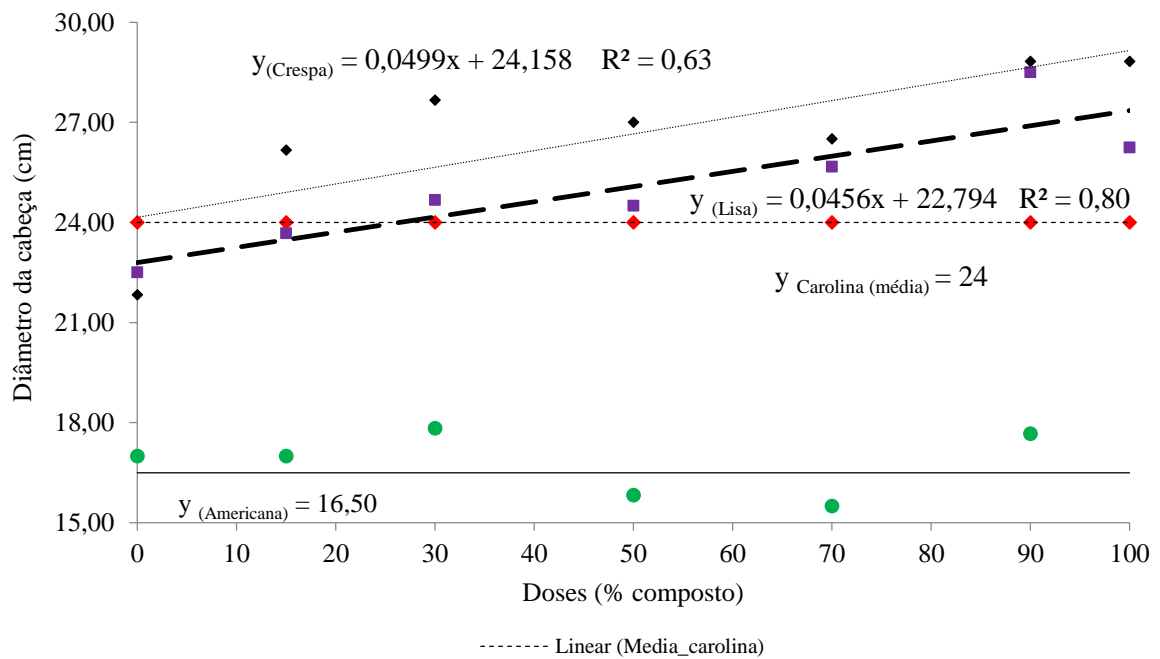
Para as características massa seca de parte aérea e massa seca de raiz, houve efeito isolado das doses de composto, enquanto que para a massa fresca, massa fresca comercial, diâmetro do caule, massa fresca da parte aérea e massa seca de raízes, houve efeitos isolados das cultivares. Verificou-se efeito significativo da interação dose x cultivar apenas para o diâmetro da cabeça e massa fresca de raízes.

Quanto ao diâmetro da cabeça (Figura 6A), houve um efeito linear positivo das doses sobre as alfaces tipo crespa e lisa, com valores superiores ao tipo americana, que não respondeu significativamente às doses de composto de aguapé. Isso pode ser explicado pela interação genótipo x ambiente, o que faz com que

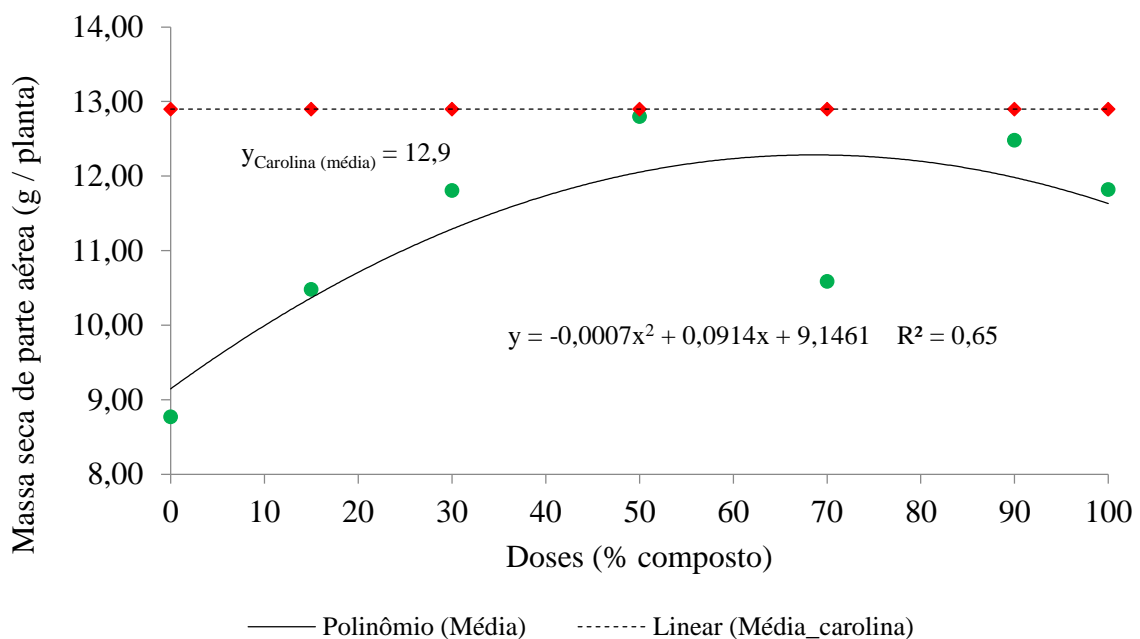
diferentes cultivares apresentem diferentes respostas à estímulos ambientais. Assim, observa-se que o aumento da quantidade de composto favoreceu apenas o desenvolvimento das folhas nos tipos crespa e lisa sob condições de campo.

**Figura 6** – Diâmetro da cabeça (cm) (A) e massa seca de raiz (B) (g muda<sup>-1</sup>) em plantas de cultivares de alface semeadas em substrato à base de diferentes doses de composto de agupapé. UFLA, Lavras-MG, 2021.

A)



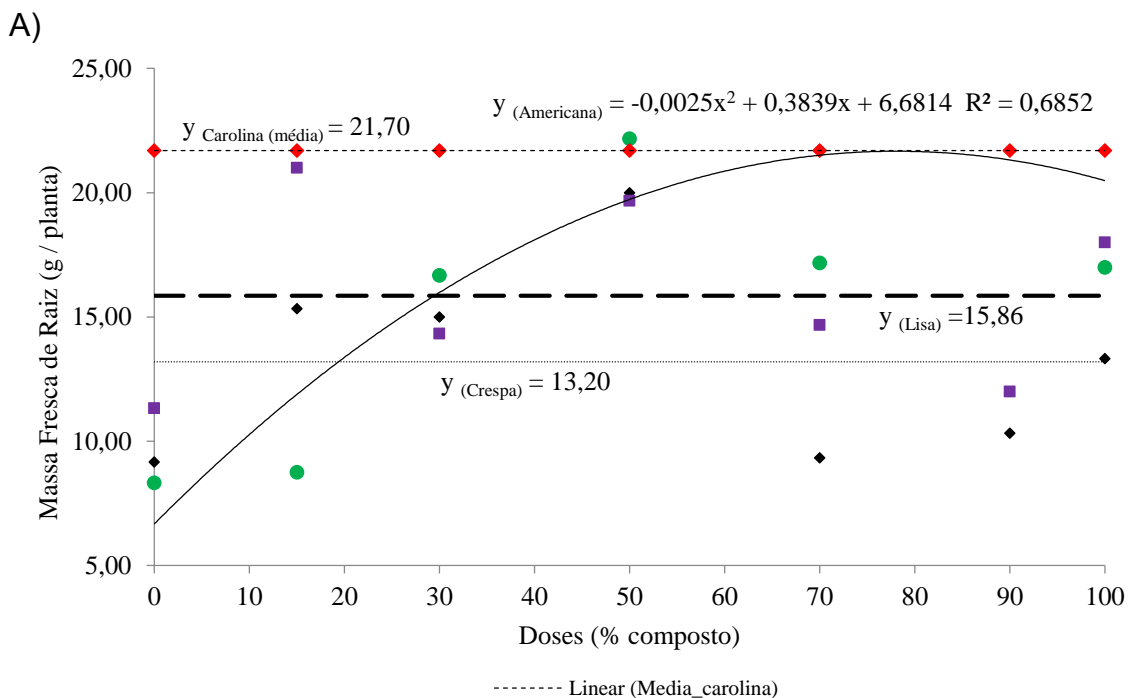
B)



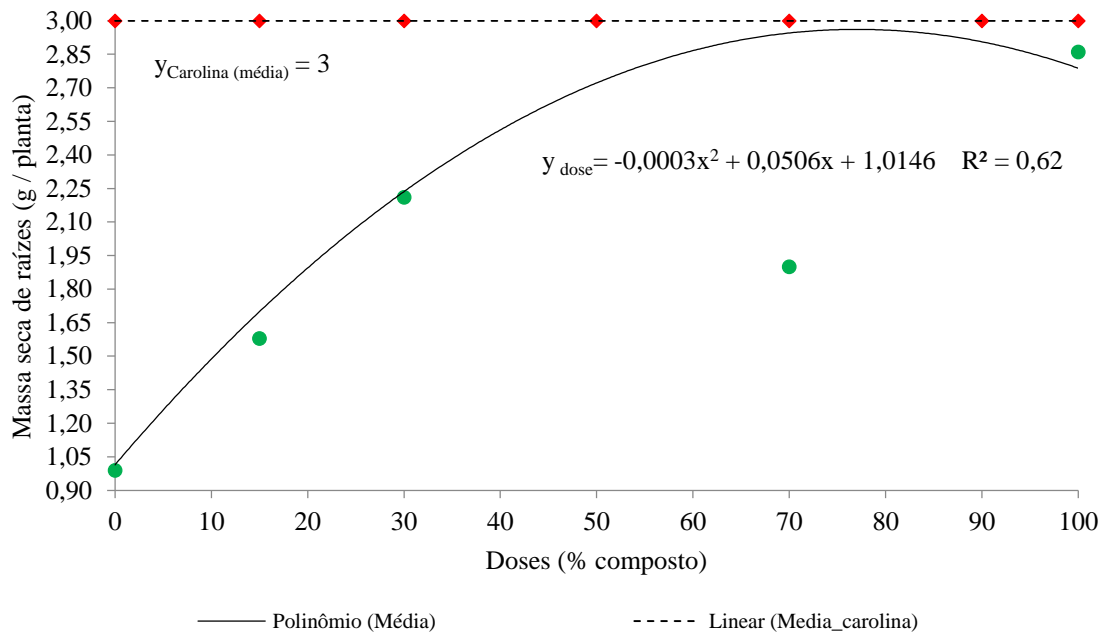
Já a massa seca da parte aérea (Figura 6B), observou-se comportamento quadrático positivo em função do aumento das doses de composto de aguapé, com produção máxima de 12,25g de massa seca na dosagem de 70,14% de composto. Todavia, este valor foi inferior à média das plantas que foram semeadas no substrato testemunha Carolina Soil®. Entretanto, seguiu-se o padrão do acúmulo de massa seca de parte aérea observado na avaliação das mudas, o que demonstra a importância do desenvolvimento de boas mudas na qualidade final da cabeça de alface.

A massa fresca de raiz foi influenciada significativamente pela interação cultivar x doses (Figura 7A). A alface tipo americana teve uma resposta quadrática positiva, com 21,70g de massa fresca de raiz quando a dosagem era 78,1% de composto no substrato. Este resultado foi igual ao observado no substrato Carolina Soil®. Já para as cultivares do tipo crespa e lisa, não houve respostas significativas ao incremento das doses de composto de aguapé, apresentando valores médios de 13,20g e 15,86g, respectivamente.

**Figura 7** – Massa fresca de raiz (g) (A) e massa seca de raiz (B) (g muda<sup>-1</sup>) em plantas de cultivares de alface semeadas em substrato à base de diferentes doses de composto de aguapé. UFLA, Lavras-MG, 2021.



B)



Zárate et al. (2010) destaca que a produção agrícola e as condições ambientais, principalmente a temperatura, afetam o crescimento e desenvolvimento das plantas sob diferentes formas e nos diferentes estádios das culturas.

Quanto a massa seca de raízes (Figura 7B), houve diferença significativa com resposta quadrática positiva com o aumento das doses, com valor máximo de 2,87g quando as doses eram de 76,8% de composto. Esses resultados estão de acordo com os achados Chukwuka e Omotayo (2009) que relataram aumento nos parâmetros de crescimento milho usando composto de aguapé na adubação. A massa seca da raiz pode ter sido atribuída às altas quantidades de matéria orgânica no composto que pode ter aumentado a retenção de umidade do solo, melhor dissolução de nutrientes, particularmente fósforo e favorecido a estruturação do solo, portanto, melhor crescimento da raiz e absorção de nutrientes. Vidya e Girish (2014) encontraram resultados semelhantes ao trabalhar com plantas de aveia adubadas com composto de aguapé, sendo significativamente superiores ao tratamento controle (sem adubação).

Ao considerar os efeitos isolados das cultivares, a cultivar americana apresentou maiores valores de massa fresca, massa fresca comercial, diâmetro do caule e massa fresca de parte aérea, não havendo diferenças entre as cultivares do

tipo crespa e lisa para estas características (Tabela 2 e 3). Entretanto, ao considerar a massa seca de raízes, o maior valor foi observado para a cultivar do tipo lisa, seguida do tipo crespa e americana, respectivamente. Zárte et al. (2010) ressalta que a produção de alface é diretamente afetada pela interação genótipo x ambiente, uma vez que cada cultivar responde de maneira distinta as variações ambientais e práticas agrícolas afetando o desenvolvimento da planta e qualidade da “cabeça”. Isto pode explicar as diferenças observadas entre as cultivares estudadas.

**Tabela 2.** Diferenças significativas entre cultivares para as variáveis massa fresca (g), massa fresca comercial (g) e diâmetro do caule (cm). Lavras – MG, 2021.

Cultivar	Variáveis					
	Massa Fresca		Massa Fresca Comercial		Diâmetro do Caule	
Raider Plus (A*)	425	a	361	a	22,79	a
Camila R2 (C)	284	b	251	b	18,10	b
Regina (L)	278	b	255	b	17,54	b
Média						

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem-se pelo teste de Scott-Knott ( $P \leq 0,05$ ); \*Grupo: (A) Americana; (C) Crespa; (L) Lisa.

**Tabela 3.** Diferenças significativas entre cultivares para as variáveis massa fresca de parte aérea (g), e massa seca de raízes (g). Lavras – MG, 2021.

Cultivar	Variáveis			
	Massa Fresca da Parte Aérea		Massa Seca de Raízes	
Raider Plus (A*)	301	a	22,92	c
Camila R2 (C)	238	b	27,04	b
Regina (L)	237	b	50,11	a
Média				

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem-se pelo teste de Scott-Knott ( $P \leq 0,05$ ); \*Grupo: (A) Americana; (C) Crespa; (L) Lisa.

A compostagem da biomassa do aguapé, como solução para sua excessiva proliferação, resulta em composto orgânico com características físicas e químicas similares à de compostos orgânicos comumente utilizados na agricultura, sendo uma alternativa de baixo custo principalmente para produtores de mudas de hortaliças, podendo utilizá-lo no formulado de substrato para semeadura, em substituição a substratos comerciais.

## 5 CONCLUSÃO

O composto de aguapé combinado com casca de arroz carbonizada mostrou-se uma ótima alternativa para produção de mudas de alface, recomendando-se a adoção das proporções de 50 a 70 % de composto, pois aumentam o número de folhas das mudas e proporcionam desempenho promissor no desenvolvimento das plantas após transplante, apresentando resultados semelhantes ao da testemunha comercial (Carolina Soil®).

A viabilidade do aproveitamento do aguapé com uso agronômico, na forma de composto, constitui alternativa de baixo custo para o pequeno produtor, além de representar uma tecnologia capaz de transformar um problema ambiental em solução, considerando que o excesso da biomassa de aguapé precisa de uma destinação.

O composto de aguapé é uma excelente alternativa para utilização no formulado de substrato para agricultores orgânicos produtores de mudas de hortaliças, uma vez que os substratos convencionais não se enquadram no sistema orgânico de produção.

## 6 REFERÊNCIAS

AKINWANDE, V. O. et al. Biomass yield, chemical composition and the feed potential of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*, Mart. Solms-Laubach) in Nigeria. **International Journal of AgriScience**, v. 3, n. 8, p. 659-666, 2013.

AMORIM, A. M. P. B. et al. Eficiência de um sistema piloto utilizando áreas alagadas no pós-tratamento do lixiviado gerado no Aterro Sanitário de Curitiba, Curitiba, Paraná, Brasil. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 23, n. 3, p. 535-542, 2018.

ANUJA, S. et al. Beyond biocontrol: water hyacinth-opportunities and challenges. **Journal of Environmental Science and Technology**, v. 9, n. 1, p. 26-48, 2016.

AREFIN, Md. A.; RASHID, F.; ISLAM, A. A review of biofuel production from floating aquatic plants: an emerging source of bio-renewable energy. **Biofuels, Bioproducts and Biorefining**, v. 15, n. 2, p. 491-574, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO COMERCIO DE SEMENTES E MUDAS – ABCSEM. Dados do setor. 2017. Disponível em: <http://www.abcsem.com.br/dados-do-setor>.

AYANDA, O. I.; AJAYI, T.; ASUWAJU, F. P. *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms: Uses, Challenges, Threats, and Prospects. **The Scientific World Journal**, v. 2020, 2020.

BALASUBRAMANIAN, D. et al. Decomposition and nutrient release of *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms. under different trophic conditions in wetlands of eastern Himalayan foothills. **Ecological Engineering**, v. 44, p. 111-122, 2012.

BALASUBRAMANIAN, D. et al. Effect of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) mulch on soil microbial properties in lowland rainfed rice-based agricultural system in Northeast India. **Agricultural Research**, v. 2, n. 3, p. 246-257, 2013.

BOROKINI, T. I.; BABALOLA, F. D. Management of invasive plant species in Nigeria through economic exploitation: lessons from other countries. **Management of Biological Invasions**, v. 3, n. 1, p. 45, 2012.

BRASIL. Instrução normativa nº 46, de 06 de outubro de 2011. **Lei nº 10831, de 23 de dezembro de 2003**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 06 Outubro. 2011.

CHUKWUKA, K. S. et al. Soil fertility restoration potentials of *Tithonia* green manure and water hyacinth compost on a nutrient depleted soil in South Western Nigeria using *Zea mays* L. as test crop. **Research journal of soil biology**, v. 1, n. 1, p. 20-30, 2009.

COSTA, C. P.; SALA, F. C. A evolução da alfacultura brasileira. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 23, n. 1, 2005.



COTTA, J. A. O. et al. Compostagem versus vermicompostagem: comparação das técnicas utilizando resíduos vegetais, esterco bovino e serragem. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 20, n. 1, p. 65-78, 2015.

DORES-SILVA, P. R.; LANDGRAF, M. D.; REZENDE, M. O. O. Processo de estabilização de resíduos orgânicos: vermicompostagem versus compostagem. **Química Nova**, v. 36, 640-645, 2013.

FAN, R. et al. Use of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) compost as a peat substitute in soilless growth media. **Compost Science & Utilization**, v. 23, n. 4, p. 237-247, 2015.

FEIKIN, D. R.; TABU, C. W.; GICHUKI, J. Does water hyacinth on East African lakes promote cholera outbreaks?. **The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 83, n. 2, p. 370-373, 2010.

FREITAS, G. A. et al. Produção de mudas de alface em função de diferentes combinações de substratos **Revista Ciência Agrônômica**, v. 44, n. 1, p. 159-166, jan-mar, 2013.

GAJALAKSHMI, S.; ABBASI, S. A. Effect of the application of water hyacinth compost/vermicompost on the growth and flowering of *Crossandra undulaefolia*, and on several vegetables. **Bioresource Technology**, v. 85, n. 2, p. 197-199, 2002.

GAURAV, G. K. et al. Water hyacinth as a biomass: a review. **Journal of Cleaner Production**, v. 277, p. 122214, 2020.

HENZ, G. P; SUINAGA, F. Tipos de alface cultivados no Brasil. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, **Embrapa Hortaliças. Comunicado Técnico**, 75, 7 p, 2009.

HENRY-SILVA, G. G.; CAMARGO, A. F. M. Composição química de macrófitas aquáticas flutuantes utilizadas no tratamento de efluentes de aquicultura. **Planta daninha**, v. 24, n. 1, p. 21-28, 2006.

ILO, O. P. et al. The Benefits of Water Hyacinth (*Eichhornia crassipes*) for Southern Africa: A Review. **Sustainability**, v. 12, n. 21, p. 9222, 2020.

INDULEKHA, V. P.; THOMAS, C. G.; ANIL, K. S. Utilization of water hyacinth as livestock feed by ensiling with additives. **Indian Journal of Weed Science**, v. 51, n.1, p. 67-71, 2019.

JOHN, M. Production of Organic Compost from Water Hyacinth (*Eichhorniacrassipes* [Mart.] Solms) in the Lake Victoria Basin: A Lake Victoria Research Initiative (VicRes). **Research & Reviews: Journal of Agriculture and Allied Sciences**, v. 5, n. 2, p. 50-57, 2016.

KIEHL, E. J. **Manual de compostagem: maturação e qualidade do composto**. 4. ed. Piracicaba: E. J. KIEL. 173 p, 2004.

KRATZ, D. et al. Propriedades físicas e químicas de substratos renováveis. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.37, n.6, p.1103-1113, 2013.

KRAUSE, M. R. et al. Aproveitamento de resíduos agrícolas na composição de substratos para produção de mudas de tomateiro. **Horticultura Brasileira**, 35:305-310, 2017.

LATA, N.; VEENAPANI, D. Response of water hyacinth manure on growth attributes and yield in Brassica juncea. **Journal of Central European Agriculture**, v. 12, n. 2, p. 336-343, 2011.

LATA, N.; VEENAPANI, D. The impact of water hyacinth manure on growth attributes and yields in Coriandrum sativum. **IOSR J Environ Science Toxicology Food Technology**, v. 5, p. 4-7, 2013.

LEAL, M. A. A. et al. Utilização de compostos orgânicos como substratos na produção de mudas de hortaliças. **Horticultura Brasileira** 25: 392-395, 2007.

MAHANTA, K. et al. Microbial enrichment of vermicompost prepared from different plant biomasses and their effect on rice (*Oryza sativa* L.) growth and soil fertility. **Biological Agriculture & Horticulture**, v. 28, n. 4, p. 241-250, 2012.

MARTINS, D. et al. Caracterização da comunidade de plantas aquáticas de dezoito reservatórios pertencentes a cinco bacias hidrográficas do estado de São Paulo. **Planta daninha**, v. 26, n. 1, p. 17-32, 2008.

MEDEIROS, D. C. et al. Produção de mudas de alface com biofertilizantes e substratos. **Horticultura Brasileira** 25: 433-436, 2007.

MEDEIROS, D. C. et al. Qualidade de mudas de alface em função de substratos com e sem biofertilizante. **Horticultura Brasileira** 26: 186-189, 2008.

MEES, J. B. R. et al. Removal of organic matter and nutrients from slaughterhouse wastewater by using Eichhornia crassipes and evaluation of the generated biomass composting. **Engenharia Agrícola**, v. 29, n. 3, p. 466-473, 2009.

MOHAPATRA, S. B. et al. Utilization of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) meal as partial replacement for fish meal on the growth performance of *Cyprinus carpio* fry. **International Research Journal of Biological Sciences**, v. 2, n. 12, p. 85-89, 2013.

MUJERE, N. Water hyacinth: characteristics, problems, control options, and beneficial uses. In: **Impact of Water Pollution on Human Health and Environmental Sustainability**. IGI Global, p. 343-361, 2016.

NDIMELE, P. E. et al. The effects of water hyacinth (*Eichhornia crassipes* [Mart.] Solms) infestation on the physico-chemistry, nutrient and heavy metal content of Badagry Creek and Ologe Lagoon, Lagos, Nigeria. **Journal of environmental Science and Technology**, v. 5, n. 2, p. 128-136, 2012.

NUKA, L. A. T. A.; VEENAPANI, D. Response of water hyacinth manure on growth attributes and yield in *Brassica juncea*. **Journal of Central European Agriculture**, 2011.

OGAMBA, E. N.; IZAH, S. C.; ORIBU, T. Water quality and proximate analysis of *Eichhornia crassipes* from River Nun, Amassoma Axis, Nigeria. **Research Journal of Phytomedicine**, v. 1, n. 1, p. 43-48, 2015.

PATEL, S. Threats, management and envisaged utilizations of aquatic weed *Eichhornia crassipes*: an overview. **Reviews in Environmental Science and Bio/Technology**, v. 11, n. 3, p. 249-259, 2012.

RESENDE, F. V. et al. Cultivo de alface em sistema orgânico de produção. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, **Embrapa Hortaliças. Circular Técnica**, 56, 16 p, 2007.

REZANIA, S. et al. The diverse applications of water hyacinth with main focus on sustainable energy and production for new era: An overview. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 41, p. 943-954, 2015.

RIPP, P. G. et al. Composting process in the production of lettuce seedling substrates: Effect of covering and turning frequency. **Engenharia Agrícola**, v. 40, n. 5, p. 562-570, 2020.

SALA, F. C.; COSTA, C. P. Retrospectiva e tendência da alfacicultura brasileira. **Horticultura Brasileira** 30: 187-194, 2012.

SHANAB, S. M. M. et al. Allelopathic effects of water hyacinth [*Eichhornia crassipes*]. **PloS one**, v. 5, n. 10, p. e13200, 2010.

SILVA, J. V. H. et al. Compostagem das macrófitas aquáticas: *Salvinia auriculata* E *Eichhornia crassipes* retiradas do reservatório da UHE Luis Eduardo Magalhães, Tocantins. **Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia**, v. 9, n. 2, 2012.

SIMÕES, A. C. et al. Qualidade da muda e produtividade de alface orgânica com condicionadores de substrato. **Horticultura Brasileira** 33: 521-526. 2015.

SINGH, W. R.; DAS, A.; KALAMDHAD, A. Composting of water hyacinth using a pilot scale rotary drum composter. **Environmental Engineering Research**, v. 17, n. 2, p. 69-75, 2012.

SOEPRIJANTO, S. et al. The Utilization of Water Hyacinth for Biogas Production in a Plug Flow Anaerobic Digester. **International Journal of Renewable Energy Development**, v. 10, n. 1, p. 27-35, 2021.

SOUZA, H. A. et al. Características físicas e microbiológicas de compostagem de resíduos animais. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 71, n. 1, p. 291-302, 2019.

SOUZA, J. T. A. et al. Yield and quality of seeds of lettuce genotypes produced under organic management. **Journal of Seed Science**, v. 41, n. 3, p. 352-358, 2019.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. J. **Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG II**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008.

SU, W. et al. The resource utilization of water hyacinth (*Eichhornia crassipes* [Mart.] Solms) and its challenges. **Resources**, v. 7, n. 3, p. 46, 2018.

SUMRITH, N. et al. Characterization of Alkaline and Silane Treated Fibers of 'Water Hyacinth Plants' and Reinforcement of 'Water Hyacinth Fibers' with Bioepoxy to Develop Fully Biobased Sustainable Ecofriendly Composites. **Journal of Polymers and the Environment**, v. 28, n. 10, p. 2749-2760, 2020.

THAMAGA, K. H.; DUBE, Timothy. Remote sensing of invasive water hyacinth (*Eichhornia crassipes*): A review on applications and challenges. **Remote Sensing Applications: Society and Environment**, v. 10, p. 36-46, 2018.

TOVAR-JIMÉNEZ, X. et al. Influence of the geographical area and morphological part of the water hyacinth on its chemical composition. **Revista Chapingo Serie Horticultura**, v. 11, n. 1, 2019.

UMSAKUL, K. et al. Chemical, physical and microbiological changes during composting of the water hyacinth. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, v. 13, n. 20, p. 985-992, 2010.

VALENTE, B. S. et al. Fatores que afetam o desenvolvimento da compostagem de resíduos orgânicos. **Archivos de zootecnia**, v. 58, n. 224, p. 59-85, 2009.

VASCONCELOS, G. A. et al. Effect of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) hay inclusion in the diets of sheep. **Tropical animal health and production**, v. 48, n. 3, p. 539-544, 2016.

VIDYA, S.; GIRISH, L. Water hyacinth as a green manure for organic farming. **International Journal of Research in Applied, Natural and Social Sciences**, v. 2, n. 6, p. 65-72, 2014.

VILLAMAGNA, A. M.; MURPHY, B. R. Ecological and socio-economic impacts of invasive water hyacinth (*Eichhornia crassipes*): a review. **Freshwater biology**, v. 55, n. 2, p. 282-298, 2010.

WEIRICH, C. E. et al. Temperature influences swine wastewater treatment by aquatic plants. **Scientia Agricola**, v. 78, n. 4, 2021.

YAN, S.; SONG, W.; GUO, J. Advances in management and utilization of invasive water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) in aquatic ecosystems—a review. **Critical reviews in biotechnology**, v. 37, n. 2, p. 218-228, 2017.

ZÁRATE, N. A. H. et al. Produção agroeconômica de três variedades de alface: cultivo com e sem amontoa. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, p. 646-653, 2010.