

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE AGRONOMIA**

**TALES SABADIN LEHR**

**USO DO LODO INDUSTRIAL COMO SUBSTRATO NO  
DESENVOLVIMENTO INICIAL DE MUDAS DE HORTALIÇAS**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**PATO BRANCO**

**2019**

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE AGRONOMIA**

**TALES SABADIN LEHR**

**USO DO LODO INDUSTRIAL COMO  
SUBSTRATO NO DESENVOLVIMENTO INICIAL  
DE MUDAS DE HORTALIÇAS**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**PATO BRANCO**

**2019**

TALES SABADIN LEHR

**USO DO LODO INDUSTRIAL COMO  
SUBSTRATO NO DESENVOLVIMENTO INICIAL  
DE MUDAS DE HORTALIÇAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *Campus* Pato Branco, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Thiago de Oliveira Vargas

Coorientador: Prof. Dr. Ricardo Hernández Hernández

PATO BRANCO

2019

**Lehr, Tales Sabadin**

**Uso do lodo industrial como substrato no desenvolvimento inicial de mudas de hortaliças/ Tales, Sabadin Lehr**

**Pato Branco. UTFPR, 2019**

**47 f. : il. ; 30 cm**

**Orientador: Prof. Dr. Thiago de Oliveira Vargas**

**Coorientador: Prof. Dr. Ricardo Hernandez Hernandez**

**Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curso de Agronomia. Pato Branco, 2018.**

**Bibliografia: f. 39 – 43**

**1. Agronomia. 2. Mudas. 3. Lodo residual como fertilizante I. Vargas, Thiago de Oliveira, orient. II. Hernández, Ricardo Hernández, coorient. III. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curso de Agronomia. IV. Título.**

**CDD: 630**



Ministério da Educação  
**Universidade Tecnológica Federal do Paraná**  
*Campus Pato Branco*  
Departamento Acadêmico de Ciências Agrárias  
**Curso de Agronomia**



## **TERMO DE APROVAÇÃO**

### **Trabalho de Conclusão de Curso - TCC**

### **USO DO LODO INDUSTRIAL COMO SUBSTRATO NO DESENVOLVIMENTO INICIAL DE MUDAS DE HORTALIÇAS**

por

**TALES SABADIN LEHR**

Monografia apresentada às 10 horas 00 min. do dia 02 de dezembro de 2019 como requisito parcial para obtenção do título de ENGENHEIRO AGRÔNOMO, Curso de Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *Campus Pato Branco*. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo-assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho APROVADO.

Banca examinadora:

**Prof. Dr. Thiago de Oliveira Vargas**

UTFPR *Campus Pato Branco*  
Orientador

**Prof. Dr<sup>a</sup>. Taciane Finatto**

UTFPR *Campus Pato Branco*

**M.Sc. Grasielle Adriane Toscan Lorencetti**

PPGAG-PB UTFPR - Doutoranda

**Eng. Agr. Lucas Dotto**

PPGAG-PB UTFPR - Mestrando

**Prof. Dr. Jorge Jamhour**

Coordenador do TCC

A "Ata de Defesa" e o decorrente "Termo de Aprovação" encontram-se assinados e devidamente depositados na Coordenação do Curso de Agronomia da UTFPR *Campus Pato Branco-PR*, conforme Norma aprovada pelo Colegiado de Curso.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente ao meu bom Deus, pelas dádivas e pela bondade infinita;

Aos meus pais, Mary Angela e Anselmo, pelo amor incondicional;

Aos meus orientadores, Thiago e Ricardo, pela confiança, pelo apoio e pela sabedoria compartilhada;

À Grasiela, pelo papel primordial na execução do presente trabalho e maravilhoso auxílio;

Ao Lucas, pela valorosa ajuda na condução das análises estatísticas.

“Nada pode me separar do amor de Deus.”

- Ayrton Senna da Silva

## RESUMO

LEHR, Tales Sabadin. Uso do lodo industrial como substrato no desenvolvimento inicial de mudas de hortaliças. 47 f. TCC (Curso de Agronomia), Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Pato Branco, 2019.

O presente experimento foi conduzido em casa de vegetação nas dependências da UTFPR – Pato Branco, verificando os efeitos de doses de lodo industrial proveniente de abatedouro avícola no desenvolvimento inicial de mudas. As espécies utilizadas foram alface e brócolis nos tratamentos de 0, 10, 20, 30 e 40% de lodo em mistura com latossolo vermelho da região, implantado em bandejas de isopor de 200 células, aplicando 30 plantas por tratamento em 3 blocos. Foram avaliadas taxas de germinação, emergência e altura de muda aos 7 e 14 dias após a aclimação, submetendo os dados à análise de regressão linear. A análise de variância revelou diferença estatística nas variáveis de taxa de emergência de semente e altura de muda para a alface enquanto que no brócolis somente a altura de muda diferiu estatisticamente. Concluiu-se que o tratamento controle mostrou resultados superiores para todas as variáveis-resposta analisadas. A dose de 40% acarretou em supressão total na germinação das mudas de alface e prejudicou esta variável nas mudas de brócolis. Hipotetiza-se uma correlação entre o potencial abrasivo do lodo industrial e seu pH, sua condutância e o cloreto férrico utilizado no tratamento, formulando que a aplicação de coagulantes orgânicos e um maior tempo de cura das misturas possam contribuir para reduzir o potencial depreciativo do lodo na qualidade das sementes.

**Palavras-chave:** Agronomia. Mudas. Lodo residual como fertilizante



## ABSTRACT

LEHR, Tales Sabadin. Use of industrial sludge as a substrate in the initial development of vegetable seedlings. 47 f. TCC (Course of Agronomy) - Federal University of Technology – Paraná (UTFPR). Pato Branco, 2019.

The present experiment was carried out in a greenhouse on the premises of UTFPR - Pato Branco, verifying the effects of doses of industrial sludge from poultry slaughter on the initial development of seedlings. The species used were lettuce and broccoli in the treatments of 0, 10, 20, 30 and 40% of sludge mixed with red latosol of the region, implanted in 200 cell Styrofoam trays, applying 30 plants per treatment in 3 blocks. Germination, emergence and seedling height rates were evaluated at 7 and 14 days after acclimatization, submitting the data to linear regression analysis. Analysis of variance revealed statistical difference in seed emergence rate and seedling height variables for lettuce whereas in broccoli only the seedling height differed statistically. It was concluded that the control treatment showed superior results for all the response variables analyzed. The 40% dose resulted in total suppression in lettuce seedlings germination and impaired this variable in broccoli seedlings. A correlation between the abrasive potential of the industrial sludge and its pH, its conductance and the ferric chloride used in the treatment is hypothesized, formulating that the application of organic coagulants and a longer cure time of the mixtures may contribute to reduce the depreciative potential of the sludge on seed quality.

**Keywords:** Agronomy. Seedling. Residual sludge as fertilizer.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Características químicas do lodo industrial. UTFPR, Campus Pato Branco, 2019.....	25
Figura 2 – Teores de macro e micronutrientes do lodo industrial. UTFPR, Campus Pato Branco, 2019. .....	26
Figura 3 – Comparação entre o material cru e peneirado após a secagem em estufa. UTFPR, Campus Pato Branco, 2019.....	27
Figura 4 – Alturas das mudas de alface em função das doses de lodo submetidas aos substratos. UTFPR, Campus Pato Branco, 2019.....	32
Figura 5 – Taxas de emergência das sementes de alface em função das doses de lodo submetidas aos tratamentos. UTFPR, Campus Pato Branco, 2019.....	33
Figura 6 – Alturas das mudas de brócolis em função das doses de lodo submetidas aos substratos. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2019.....	35

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Valores de pH em solução de $\text{CaCl}_2$ dos tratamentos do experimento. UTFPR, Pato Branco, 2019.....	28
Tabela 2 – Valores de condutividade elétrica dos tratamentos do experimento. UTFPR, Pato Branco, 2019.....	28
Tabela 3 – Porcentagens de vigor, pureza e germinação das cultivares Batuka e Bro 68. UTFPR, Pato Branco, 2019.....	29
Tabela 4 – Resultados obtidos pela análise de variância (ANOVA) referentes aos dados da alface. UTFPR, Pato Branco – PR, 2019.....	31
Tabela 5 – Resultados obtidos pela análise de variância (ANOVA) referentes aos dados do brócolis. UTFPR, Pato Branco - PR, 2019.....	34

## LISTA DE SIGLAS E ACRÔNIMOS

ABCEM	Associação Brasileira de Comércio de Sementes e Mudas
ANOVA	Análise de Variância
CEPEA/ESALQ	Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada / Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
Embrapa	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ETE	Estação de Tratamento de Efluentes
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
PR	Unidade da Federação – Paraná
SiBCS	Sistema Brasileiro de Classificação de Solos
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná

## LISTA DE ABREVIATURAS

DAE	Dias Após a Emergência
CE	Condutividade Elétrica

## LISTA DE SÍMBOLOS

°C	Graus Celsius
Ca	Cálcio
CaCl <sup>2</sup>	Cloreto de cálcio
n°	Número
NH <sub>4</sub>	Íon amônio
r <sup>2</sup>	Coefficiente de determinação
μS/cm a 25°C	Micro Siemens por centímetro a 25 graus Celsius
Zn	Zinco

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>14</b>
<b>2 OBJETIVOS.....</b>	<b>16</b>
2.1 GERAL.....	16
2.1 ESPECÍFICOS.....	16
<b>3 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>17</b>
3.1 PANORAMA GERAL DA ALFACE.....	17
3.2 PANORAMA GERAL DO BRÓCOLIS.....	18
3.3 USO DE MUDAS COMO MATERIAL PROPAGATIVO.....	19
3.4 USO DE RESÍDUOS NA CONFECÇÃO DE SUBSTRATOS PARA A PRODUÇÃO DE MUDAS.....	20
3.5 APLICAÇÕES DE LODOS EM MISTURAS DE SUBSTRATOS PARA A PRODUÇÃO DE MUDAS.....	22
3.6 PANORAMAS DO USO DO LODO AGROINDUSTRIAL DE UNIDADE DE ABATE DE AVES NA HORTICULTURA.....	23
<b>4 MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>25</b>
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>31</b>
5.1 CARACTERES DA PRODUÇÃO DE ALFACE.....	31
5.2 CARACTERES DE PRODUÇÃO DO BRÓCOLIS.....	33
<b>6 CONCLUSÕES.....</b>	<b>38</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>39</b>
APÊNDICE 1 – Processo de obtenção do lodo industrial utilizado no experimento..	45

## 1 INTRODUÇÃO

Na olericultura estima-se que 60 a 70% do sucesso da produção de uma cultura depende da produção de mudas de qualidade (MINAMI, 1995). Neste contexto, a escolha do substrato é um fator que influencia de maneira significativa no desenvolvimento, sanidade e qualidade das mudas, sendo um atributo importante no êxito da atividade olerícola.

De maneira geral, o substrato para o cultivo de mudas deve desempenhar, de maneira mais adequada possível, as funções do próprio solo, fornecendo satisfatoriamente água, nutrientes, suporte e oxigênio, devendo estar livre de organismos fitopatogênicos e pragas, sendo um fator muito importante quando leva-se em consideração a sensibilidade e pouca tolerância das plântulas a estresses decorrentes das condições de solo, como deficiência hídrica, excesso de salinidade, entre outras complicações. Neste raciocínio, Silva *et al.* (2000) notou que concentrações salinas elevadas no substrato acarretaram em significativas reduções no volume radicular de mudas de aroeira, resultando em comprometimento do vigor das plantas e prejudicando a absorção de nutrientes (LIMA, 1997). Da mesma forma, a disponibilidade deficiente de água para as mudas têm um acentuado impacto negativo principalmente em parâmetros fisiológicos, reduzindo a condutância estomática, taxa de crescimento relativo, fotossíntese líquida (SCALON *et al.*, 2011), eficiência de uso de água e carboxilação instantânea (BRITO *et al.*, 2012).

Ademais, a disponibilidade de substrato viável nos locais de produção contribui para uma redução no custo de produção das culturas, como é evidenciado na região sudoeste do estado do Paraná, onde os produtores utilizam o solo da região em misturas com outros materiais, como húmus, esterco, calcário, entre outros (COSTA *et al.*, 2009). Todavia ressalta-se que dificilmente encontra-se substrato, em estado natural, que atenda todas as exigências da plântula (NETO *et al.*, 2016), necessitando de misturas com outras partículas e aditivos para que as condições ideais para as mudas sejam satisfeitas tanto em suprimento nutricional quanto no fornecimento adequado de água e aeração, entre outras características (KLEIN *et al.*, 2012).



Neste quesito, a manufatura e utilização de substratos orgânicos é uma forte tendência na horticultura devido ao baixo custo das partículas e satisfatório desempenho no desenvolvimento das mudas, destacando-se a adição de casca de arroz carbonizada, esterco bovino, compostagem, cama de aviário, entre outros compostos (LIMA *et al.*, 2006), sendo uma prática muito benéfica para pequenos produtores em decorrência do baixo custo de aquisição em comparação com os substratos comerciais, diminuindo o custo de produção e aumentando a rentabilidade da atividade (HAFLE *et al.*, 2009). Nesta esfera, diferentes tipos de lodo oriundos de uma vasta gama de atividades vêm sendo utilizados na composição de substratos para o cultivo de mudas e mostrando resultados favoráveis no âmbito agrônômico (GOMES *et al.*, 2013); todavia, uma característica de destaque desta prática é seu potencial na esfera ambiental, devido ao fato de que o destino final dos lodos vêm sendo uma preocupação em decorrência da complexidade de seu descarte adequado e os custos arcados pelos órgãos e empresas responsáveis, tornando suas aplicações nas atividades agrícolas uma viável alternativa de aproveitamento (PELISSARI *et al.*, 2009).

O presente trabalho buscou avaliar o desempenho de doses de lodo industrial no desenvolvimento inicial de mudas de alface e brócolis.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 GERAL

Avaliar o desempenho inicial de mudas de hortaliças sob diferentes dosagens de lodo industrial.

### 2.1 ESPECÍFICOS

Avaliar o desempenho inicial de mudas de alface sob doses de lodo industrial;

Avaliar o desempenho inicial de mudas de brócolis sob doses de lodo industrial.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 PANORAMA GERAL DA ALFACE

A alface (*Lactuca sativa* L.) é uma das culturas hortícolas mais difundidas no Brasil e no mundo, sendo considerada a espécie folhosa de maior importância no âmbito econômico e produtivo. Em decorrência de seu alto valor nutritivo, com destaque para seu teor de sais minerais e baixo conteúdo calórico, a alface consolida-se como uma das hortaliças mais apreciadas pelo público consumidor no Brasil (COSTA; SALA, 2005) e no mundo (RYDER, 2002; FAO, 2015). Não obstante, a folhosa pertencente à família Asteraceae possui uma vasta gama de cultivares com características que atendem a vários nichos de mercado e diferentes perfis de consumidores, recebendo destaque a alface tipo crespa, variedade extremamente difundida e apreciada no Brasil e exercendo grande importância na esfera econômica em função seu elevado grau de aceitação (70%) pelo mercado consumidor; na sequência, evidencia-se a preferência pelas variedades americana (15%) e lisa (10%), conforme evidenciado em pesquisa por Suinaga *et al.* (2013).

Ocupando a oitava posição dentre as hortaliças mais cultivadas no território nacional (IBGE, 2006) e responsável por uma cifra de produção de cerca de 1,5 milhão de toneladas no ano sob uma área de 90 mil hectares, a alface consolida-se como a espécie folhosa mais importante no âmbito da olericultura brasileira, favorecida pelas condições edafoclimáticas muito adequadas às exigências fisiológicas da cultura, encontradas principalmente na região sudeste do país (EMBRAPA, 2016), favorecendo principalmente o cultivo das variedades mais demandadas pelo mercado; do montante total, estima-se que cerca de 40 mil hectares sejam empregados no cultivo da alface tipo crespa e 19 mil hectares para a alface tipo americana, representando um aumento de 50% na área dedicada a estas variedades no período de 2010 a 2015 (ABCSEM, 2016); esta acentuada ampliação na área cultivada destas variedades é atribuído às características sensoriais como crocância, sabor e durabilidade, muito exigidas pelo mercado consumidor com

destaque para seu uso em restaurantes, redes de fast food e indústrias (RABELO *et al.*, 2014) e, no caso da alface crespa, a ausência de formação de cabeça e a presença de folhas flabeladas contribuíram para a alta adaptação desta variedade aos cultivos intensivos de verão sob alta pluviosidade e também em sistemas irrigados, atingindo um grande crescimento nas cifras produtivas (SALA; PAULINO, 2012).

Embora seja uma cultura muito difundida, uma grande parcela dos alfacultores brasileiros encaixa-se na categoria de agricultores familiares, movimentando um total anual estimado de aproximadamente oito bilhões de reais (ABCSEM, 2016) e gerando cerca de cinco empregos por hectare em uma análise considerando toda a cadeia produtiva da espécie (ALENCAR *et al.*, 2012). Nos últimos anos, as perspectivas de expansão do mercado da alface mostraram-se promissoras com o aprofundamento das pesquisas na área da hidroponia e com a crescente demanda por produtos orgânicos e minimamente processados, onde a alface exerce notável presença na preferência do público consumidor deste nicho de mercado (CEPEA/ESALQ, 2018).

### 3.2 PANORAMA GERAL DO BRÓCOLIS

O brócolis (*Brassica oleracea* var. *italica*) é uma hortaliça pertencente ao grupo das brássicas (Cruciferae), família botânica que conta com um grande número de espécies no âmbito da horticultura mundial, tendo como principais exemplos a couve-flor (*Brassica oleracea* var. *botrytis*) e o repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*). Assim como a alface, a cultura do brócolis vem evidenciando acentuado crescimento no Brasil nos recentes anos em função de sua viabilidade de cultivo em áreas reduzidas e breve retorno econômico (MELO *et al.*, 2017); como complemento, da mesma forma que a alface, os panoramas futuros são favoráveis para a expansão do mercado do brócolis em função da difusão e popularização dos produtos minimamente processados. Do mesmo modo, as características nutricionais do brócolis são um grande atrativo da hortaliça, apresentando altos

teores de vitamina B, antioxidantes, compostos fenólicos e moléculas denominadas glicosinolatos, estes responsáveis por possuírem ação anticancerígena e recebendo recente enfoque de grupos de pesquisa da área da saúde (BACHIEGA, 2014; ARES, 2014). Comercializado principalmente in natura, o consumo de brócolis no Brasil ainda é considerado pouco expressivo em comparação com outros países, avaliado em cerca de 150 gramas por domicílio (EMBRAPA, 2015); tal dinâmica encontra justificativa nos diferentes hábitos alimentares do público consumidor e, principalmente, no preço médio do brócolis, que apresenta uma tendência a elevar em regiões distantes dos principais centros de produção, situados nas regiões Sudeste, Sul e Centro-Oeste (MORETTI *et al.*, 2007).

A área cultivada total do brócolis no Brasil foi estimada em 15418 hectares, dos quais 8460 ha são dedicados ao cultivo do brócolis tipo inflorescência única e 6958 ha ao cultivo do brócolis tipo ramoso (ABCSEM, 2014). Deste montante, o Rio de Janeiro ocupa o topo do ranking, detendo 38% dos estabelecimentos produtores de brócolis do Brasil, seguidos por São Paulo (20,2%) e Rio Grande do Sul (10,8%); o estado do Paraná detém a quarta posição, possuindo 10,1% dos estabelecimentos concentrados em onze municípios. Nas regiões Nordeste e Norte, a produção de brócolis mostra-se pouco expressiva em decorrência do clima tropical desfavorável para a espécie e da alta incidência de pragas das brássicas em certas localidades, como a traça-das-crucíferas (*Plutella xylostella* L.). (IBGE, 2006). No campo econômico, a comercialização de ambas as variedades de brócolis no atacado e varejo movimentam um total de R\$ 1,78 bilhões ao ano (ABSCSEM, 2014).

### 3.3 USO DE MUDAS COMO MATERIAL PROPAGATIVO

Na esfera dos sistemas de produção de alface e brócolis, o uso de mudas como material propagativo é uma prática muito difundida na olericultura em função de suas significativas vantagens no âmbito do manejo da lavoura, contribuindo para a redução de cerca de 30% do tempo entre o plantio e a colheita e promovendo um melhor desenvolvimento inicial das plantas e maior uniformidade de

dossel, configurando uma posição estratégica à produção de mudas de alta qualidade (MINAMI, 1995).

O cultivo de mudas em bandejas, por sua vez, destaca-se como um dos métodos mais utilizados na produção de mudas de tomate, pimentão, berinjela e alface, recebendo enfoque em decorrência de sua elevada viabilidade e efetividade como meio de cultivo de mudas de alto padrão, permitindo um menor emprego de mão-de-obra e um maior controle no desenvolvimento das mudas, aliados à menor necessidade de área de serviço. Da mesma forma, as bandejas e o próprio substrato apresentam possibilidade de reutilização, contribuindo ainda mais para o aspecto econômico deste modo de cultivo (BARBOSA *et al.*, 2010).

#### 3.4 USO DE RESÍDUOS NA CONFECÇÃO DE SUBSTRATOS PARA A PRODUÇÃO DE MUDAS

Ainda no âmbito da produção de mudas, o substrato a ser utilizado para o plantio é um dos fatores fundamentais para que as etapas de germinação, crescimento e estabelecimento das mudas ocorram de maneira adequada, resultando em um produto final de alta qualidade e vigor. De acordo com a concepção proposta por Vence (2008), os substratos são materiais que apresentam porosidade e desempenham o papel de fornecer suporte nutricional, bem como água e oxigênio para as plantas nele estabelecidas. O conhecimento das condições físicas, químicas e biológicas é indispensável para a escolha do substrato, principalmente no quesito de produção de mudas, dada a sensibilidade que as mudas apresentam frente a estresses ambientais, principalmente em condições de alta salinidade de substrato podendo afetar de maneira significativa o estande de plantas e, conseqüentemente, a produtividade (CAVATTE *et al.*, 2004).

No quesito da fabricação de substratos, evidencia-se o uso de uma variada gama de partículas nas misturas, conferindo aos compostos diferentes características agrônômicas adequadas para cada cultura. De forma geral, é utilizada uma grande variedade de resíduos oriundos de atividades domésticas e industriais, que, mediante seu manejo e aplicação de maneira eficiente, pode oferecer satisfatório suporte nutricional e melhoria nas condições físicas, químicas e

biológicas do substrato (SILVA *et al.*, 2002). No contexto das questões ambientais, o emprego de tais resíduos como substrato, principalmente oriundos de atividades de cunho industrial, revela-se uma prática com grande potencial no quesito da reciclagem dos descartes, cuja viabilidade agronômica encontra respaldo científico em uma série de estudos sistemáticos, como demonstrado por Lima *et al.* (2007), cuja pesquisa objetivou analisar a aplicação de resíduos da agroindústria do chá como substrato para a produção de alface, tomate e pepino, encontrando resultados favoráveis mediante a decomposição prévia dos resíduos.

Da mesma forma, o emprego dos resíduos da indústria canavieira teve sua viabilidade estudada por Serrano *et al.* (2006), evidenciando que estas partículas, em associação com adubo de liberação lenta, mostraram satisfatória aptidão como substrato para a produção de mudas de maracujazeiro-amarelo. No caso específico da alface, estudos apontam que há grande potencial de viabilidade na aplicação de grande variedade de resíduos e outros materiais de descarte para a produção de mudas da respectiva espécie, como observado por Medeiros *et al.* (2010), Gomes *et al.* (2008) e Trani *et al.* (2007), dentre demais autores, com resultados favoráveis à hipótese do uso de tais resíduos como esterco bovino, folhas de coqueiro trituradas e restos orgânicos da horticultura.

Na seara da produção de mudas de brócolis, evidencia-se carência de variedade de conteúdo acadêmico produzido acerca das dinâmicas e desempenho desta espécie sob substratos confeccionados com resíduos; contudo, Silva *et al.* (2015), ao avaliar a incorporação de resíduos de sisal em substrato comercial para a produção de mudas de jiló e brócolis, evidenciaram resultados favoráveis no desenvolvimento das mudas, inclusive obtendo informações de dosagem de máximo desempenho e modelagem de curva de eficiência técnica. Em termos de corroboração de resultados, Costa *et al.* (2007) observou que, em comparação com substrato comercial preparado, compostos orgânicos em mistura com resíduo de casca de arroz e pó de rocha resultaram em mudas de brócolis, beterraba e alface superiores ao tratamento controle em todas as variáveis-resposta avaliadas, resultado semelhante ao que foi evidenciado no estudo realizado por Moreira *et al.* (2009), também operando com mistura com compostos orgânicos na produção de mudas de brócolis.

Embora sejam um indicativo favorável para o uso de resíduos em substratos para produção de mudas da crucífera, resultados conflitantes com os estudos dos autores citados são encontrados na literatura, citando-se os trabalhos conduzidos por Souza (2014) e Reis (2018), onde se concluíram, em ambas as pesquisas, que as mudas de brócolis cultivadas em substrato comercial mostraram melhor desempenho em relação aos tratamentos submetidos. Por fim, a análise dos dados da literatura sugere que a eficiência do uso de resíduos orgânicos em misturas de substratos para mudas de brócolis está diretamente relacionada com o tipo do material em questão, apresentando variabilidade conforme as particularidades de cada situação.

### 3.5 APLICAÇÕES DE LODOS EM MISTURAS DE SUBSTRATOS PARA A PRODUÇÃO DE MUDAS

Ainda na esfera da manufatura de substratos, o emprego de lodos oriundos de diversas atividades na composição das misturas é uma técnica cujo estudo de sua viabilidade vem sendo objeto de pesquisa na área agrônômica, em decorrência de seu elevado potencial nutricional e como destinação para estes resíduos, cuja produção apresentou um aumento de mais de 50% nas últimas décadas (MELO FILHO, 2006), acarretando em uma constante preocupação no tocante ao descarte adequado de tais compostos, dado seu elevado potencial de poluição, principalmente de corpos hídricos; este fato representa uma valorosa justificativa para os estudos realizados com enfoque nas aplicações de lodos, sobretudo na área agrícola.

Na esfera de suporte nutricional, Corrêa *et al.* (2010) verificou que a aplicação de lodo de esgoto em misturas com solo acarretou em um aumento linear nos teores de  $\text{NH}_4^-$ , fósforo disponível e  $\text{Zn}^{+2}$ , respectivamente, bem como incrementos significativamente menores na concentração de  $\text{Ca}^{+2}$  e potássio trocável enquanto apresentando uma baixa relação C/N, contribuindo para sua rápida mineralização.

A incorporação de lodos também proporciona incrementos nas qualidades físicas dos substratos, com destaque para a estabilização dos



agregados, diminuição na densidade e aumento na capacidade de retenção hídrica, como demonstrado por Melo e Marques (2000). Todavia, em decorrência das diferentes maneiras de tratamento do resíduo na forma de lodo, deve-se ressaltar o risco de absorção de metais pesados e outras substâncias utilizadas no processo, necessitando, conforme as particularidades da situação, da aplicação de medidas corretivas: na alface, Balbinot Junior *et al.* (2006) evidenciaram que a aplicação de resíduos da indústria de papel, com alto teor de metais pesados, agregado a calcário dolomítico não afetaram os teores nutricionais no tecido foliar das plantas e não houve indícios de absorção de elementos tóxicos do resíduo para a planta, sugerindo que houve neutralização destes pela presença do calcário e sinalizando a importância da ação corretiva dos resíduos a serem empregados.

Diante dos dados consultados, evidencia-se a viabilidade do emprego de resíduos e efluentes na confecção de substratos para a horticultura que, embora apresentem resultados conflitantes relacionados com o material a ser utilizado, revela favorável potencial de aplicação na agricultura e contribuição para a preservação do meio-ambiente.

### 3.6 PANORAMAS DO USO DO LODO AGROINDUSTRIAL DE UNIDADE DE ABATE DE AVES NA HORTICULTURA

O lodo industrial utilizado neste experimento apresenta carência de dados acerca de suas aplicações e viabilidade, representando uma área em potencial para o direcionamento de estudos e ensaios acadêmicos.

Apresentando alto conteúdo nutricional, com destaque para os teores de nitrogênio, o uso do lodo em questão na agricultura mostra um interessante potencial de viabilidade de utilização tanto em grandes lavouras quanto em cultivos de área reduzida, como em casas de vegetação e relacionados. Atrelado a este fator, evidencia-se uma alternativa viável de reutilização deste efluente em contraposição ao seu descarte custoso e obrigatório, haja vista o grande potencial poluente que este tipo de resíduo representa na natureza, principalmente de corpos hídricos e do solo.

Contudo, a análise da composição química do lodo revela teores elevados de ferro, além da presença de metais pesados, fatores que podem representar riscos às plantas e sinalizando o efeito de eventuais intervenções corretivas no material.

#### 4 MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido em casa de vegetação nas dependências da UTFPR – Câmpus Pato Branco, situado no município de Pato Branco, na região sudoeste do estado do Paraná, nas coordenadas geográficas de latitude 26°11'53.64"S e longitude 52°41'25.75"O, respectivamente. O local apresenta uma elevação em relação ao nível do mar de 760 m e clima Cfa subtropical úmido, segundo a classificação proposta por Köppen-Geiger (PEEL *et al.*, 2007). O solo da região é classificado, no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS), como Latossolo vermelho distrófico, de textura muito argilosa (EMBRAPA, 2006).

**Figura 1 – Características químicas do lodo industrial. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2019.**

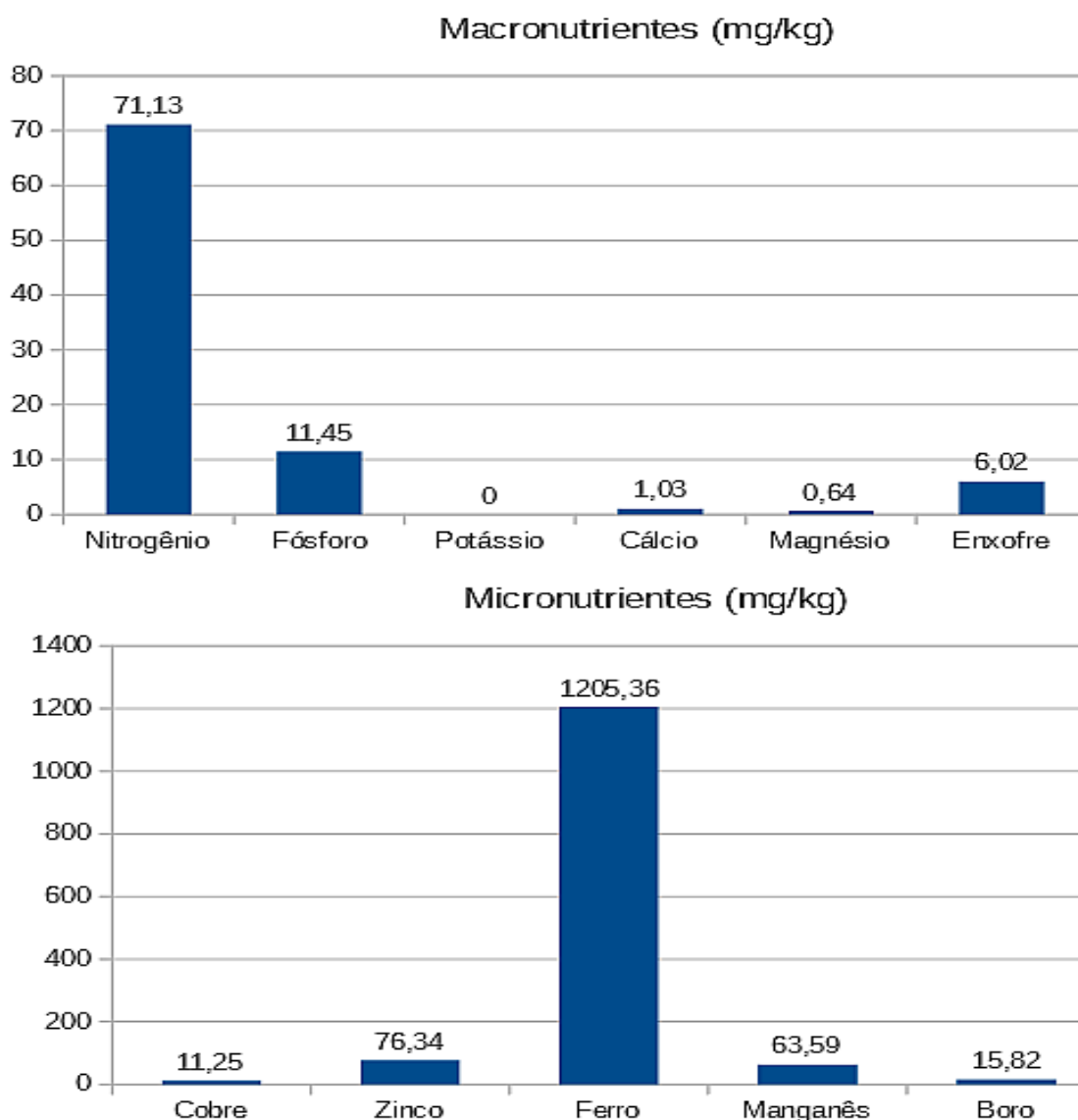
Parâmetro	Unidade	LIMITE mg/kg	Lodo Seco - PB	Unidade
Nitrato	mg/ L		22,5	
Nitrito	mg/ L		0,062	
Nitrogênio Amoniacal	mg/ L		132,79	
Cálcio	mg/ L		1745,35	g/100g
Fósforo	mg/ L		66531,7	g/100g
Mercúrio	mg/ L	17	<0,005	ug/kg
Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/ L		37008,4	g/100g
pH	pH		5,84	
Sólidos Totais	mg/ L		571332	
Sólidos Totais Voláteis	mg/ L		375445,6	
RELAÇÃO VOLÁTEIS/ TOTAIS		<0,7 (estavel)	0,6571	
Bário	mg/ L	1300	1,8765	mg/kg
Magnésio	mg/ L		2569,25	mg/kg
Potássio	mg/ L		5369,42	mg/kg
cobre	mg/ L	1500	244,02	mg/kg
cromo	mg/ L	1000	79,41	mg/kg
sódio	mg/ L		2103,63	mg/kg
Zinco	mg/ L	2800	1118,6	mg/kg
Arsênio	mg/ L	41	2,039	mg/kg
Chumbo	mg/ L	300	128,92	ug/kg
Selênio	mg/ L	100	78,24	ug/kg
Cádmio	mg/ L	39	16,04	mg/kg
Níquel	mg/ L	420	33,25	mg/kg
Molibdênio	mg/ L	50	5,727	mg/kg
Enxofre	mg/ L		1075,7	ug/kg
Coliformes termotolerantes	UFC/100 mL	<10 <sup>3</sup> NMP/g	Ausente	UFC/g
Salmonella sp	/100 mL		Ausente	/25g
Ovos viáveis de helmintos		<0,25 ovo/g de ST		

Fonte: Acervo Grasielle Lorencetti Pato Branco, 2019.

O lodo industrial a ser utilizado no presente experimento é oriundo do processo de tratamento realizado em ETE (Estação de Tratamentos de Efluentes) pertencente a

uma unidade de abate de aves localizada no município de Pato Branco, na região sudoeste do estado do Paraná. A obtenção deste material é resultante do tratamento dos resíduos oriundos do abatedouro (apêndice 1). Na figura 1 são expostos os dados da análise química do lodo, expondo os valores encontrados e os valores limite para cada elemento presente no resíduo com base na resolução nº 375/2006, cuja comparação qualifica o presente lodo como resíduo classe II (não perigoso).

**Figura 2 – Teores de macro e micronutrientes do lodo industrial. UTFPR, Campus Pato Branco, 2019.**



Fonte: Acervo Grasielle Lorencetti, adaptado. Pato Branco, 2019.

A análise nutricional do lodo (figura 2) revela altos teores de ferro no material, atrelado ao cloreto férrico aplicado na etapa de coagulação do lodo,

estando muito acima da faixa de tolerância da maioria das espécies de plantas (MEURER, 2012). Dentre os macronutrientes os teores de nitrogênio, fósforo e enxofre mostram-se expressivos, estando os demais elementos em concentrações muito menores.

O solo a ser utilizado nas misturas de substrato foi coletado nas dependências da área experimental da UTFPR – Campus Pato Branco, situado em cidade homônima. Os locais escolhidos situaram-se nas faixas entre blocos de experimento já existente, sendo a coleta realizada em pontos aleatórios na profundidade de 5 a 10 centímetros. Todas as coletas foram misturadas e homogeneizadas.

O lodo úmido proveniente da empresa foi primeiramente submetido ao processo de secagem em estufa com temperatura controlada, a 60 °C durante 72 horas. Em intervalos de 24 horas, o material foi retirado da estufa e peneirado em peneiras de 5 mm, objetivando remover os agregados que se formaram no processo de secagem em decorrência da presença do alto teor de ferro no lodo e eventuais impurezas, buscando desta maneira facilitar sua incorporação com o solo, armazenando o material seco e peneirado posteriormente em sacos plásticos, seguido de agitação para promover a homogeneidade do resíduo.

**Figura 3 – Comparação entre o material cru e peneirado após a secagem em estufa. UTFPR, Campus Pato Branco, 2019.**



Legenda: A – Lodo seco não peneirado; B – Lodo seco peneirado em peneira de 5 mm. Fonte: Acervo pessoal. Pato Branco, 2019.

Da mesma forma, foram observados os índices de perda de material nesta etapa do preparo do lodo, que após o peneiramento perdeu cerca de 10% de seu volume inicial. Ainda, em decorrência da umidade e do alto conteúdo nutritivo do lodo, evidenciou-se o crescimento de fungos no material, principalmente na parte inferior do saco plástico; as porções acometidas foram retiradas e trabalhou-se somente com o material não afetado representando uma perda média de lodo de aproximadamente 20%.

A confecção das misturas de solo foi realizada nas dosagens de 0% (controle), 10%, 20%, 30% e 40% de lodo, respectivamente, adicionando o material ao solo e incorporando por meio de agitação manual dentro do saco plástico: o resultado foram misturas homogêneas, conforme expectativas. Neste momento, foram retiradas amostras de cada tratamento para análise de pH e condutividade elétrica.

O pH foi aferido em laboratório pela metodologia do  $\text{CaCl}_2$  (tabela 2). A condutividade elétrica (tabela 3) foi obtida pelo método de massa/volume, adicionando 5 gramas de solo em 50 mL de água deionizada seguido de agitação e medição com o condutivímetro.

**Tabela 1 – Valores de pH em solução de  $\text{CaCl}_2$  dos tratamentos do experimento. UTFPR, Pato Branco, 2019.**

<b>Tratamento</b>	<b>pH <math>\text{CaCl}_2</math></b>
Controle	5,0
10%	4,8
20%	4,7
30%	4,3
40%	4,2

Fonte: Acervo pessoal. Pato Branco, 2019.

**Tabela 2 – Valores de condutividade elétrica dos tratamentos do experimento. UTFPR, Pato Branco, 2019.**

<b>Tratamento</b>	<b>Condutividade (<math>\mu\text{S}/\text{cm}</math> a 25 °C)</b>
Controle	38,55
10%	49,20
20%	57,12
30%	77,74
40%	92,82

Fonte: Acervo pessoal. Pato Branco, 2019.

A semeadura das mudas foi realizada no mês de setembro de 2019 em bandejas de isopor disponibilizadas pela UTFPR, cada uma contendo 200 células de tamanho adequado, buscando uma menor obstrução do crescimento e desenvolvimento da parte radicular das mudas; o uso de volume de célula adequado é essencial para o bom desenvolvimento de mudas e seu bom estabelecimento posterior em situações de transplante para o campo, não só para alface e brócolis como para grande parte das hortaliças comerciais, como observado e corroborado por Reghin *et al.* (2003), Souza *et al.* (2016) e Muniz *et al.* (2002), dentre outros autores. Todas as bandejas foram devidamente higienizadas e desinfetadas por meio da imersão em solução de hipoclorito de sódio por 5 minutos, seguido de secagem ao sol.

Para a alface foi utilizada a cultivar Batuka, da Bayer®, do tipo crespa, apresentando coloração de folha verde médio brilhante, folhas espessas e crocantes e bom desempenho agrônomo, possuindo também resistência ao míldio e ao vírus do mosaico (Lettuce Mosaic Virus).

As sementes de brócolis utilizadas foram da cultivar Bro 68, da Syngenta®, do tipo inflorescência única e sem talo oco, o material possui alta produtividade e ciclo curto (80-85 dias), sendo recomendada para plantios voltados ao mercado de brócolis fresco. Os dados de vigor, pureza e germinação são apresentados na tabela 4.

**Tabela 3 – Porcentagens de vigor, pureza e germinação das cultivares Batuka e Bro 68. UTFPR, Pato Branco, 2019.**

<b>Cultivar</b>	<b>Vigor</b>	<b>Pureza</b>	<b>Germinação</b>
<b>Batuka</b>	95%	98%	98%
<b>Bro 68</b>	96%	99%	99%

Fonte: Acervo pessoal. Pato Branco, 2019.

O experimento foi implantado na segunda quinzena de setembro, em casa de vegetação da UTFPR – Pato Branco. Para tal, foram utilizadas 6 bandejas de 200 células de tamanho médio, representando as 3 repetições estipuladas para cada espécie do experimento. As bandejas receberam todos os tratamentos, totalizando um total de 30 células por repetição para cada tratamento e, por conseguinte, 30 plantas por repetição, totalizando 90 plantas por tratamento. Foi

empregado o delineamento estatístico por blocos, adequado ao experimento em questão (STORCK *et al.*, 2006).

Para a análise, foram aferidos os caracteres resposta de taxa de germinação e emergência, altura de muda e massa fresca e seca de parte aérea e raiz, utilizando 10 plantas por tratamento, nas datas de 7 e 14 após a emergência; As análises de caráter destrutivo (massa fresca de parte aérea e raiz) seriam analisadas somente na terceira data de análise, 21 dias após a aclimatação. A semeadura foi realizada utilizando equipamento furador para a confecção das covas, colocando uma semente de alface por célula e duas de brócolis, respectivamente. Posteriormente, instalou-se uma camada de sombrite sobre a estante onde foram posicionadas as bandejas e realizada a irrigação com regador. Conduziu-se, da mesma maneira, um processo de aclimatação das mudas que durou 2 dias.

No final deste período, as bandejas foram recolocadas normalmente sobre a estante. Aos 7 e 14 dias após a emergência, foram realizadas as análises não-destrutivas (nº de sementes germinadas e emergidas e altura de muda). A altura de muda foi mensurada com o auxílio de régua. O indicativo utilizado para determinar a germinação foi o rompimento do tegumento da semente pela radícula, método representativo e difundido em estudos desta respectiva seara (NASCIMENTO *et al.*, 2002; ALVES *et al.*, 2004; MAGRO *et al.*, 2012; LOPES *et al.*, 2009) e a resposta positiva para a variável de emergência, por sua vez, foi considerada mediante rompimento da primeira camada do substrato pela plântula, estando satisfatoriamente visível.

Os testes estatísticos foram conduzidos no software GENES, da Universidade Federal de Viçosa (CRUZ, 2001) especializado para análises da área agrônômica e, posteriormente, os dados obtidos foram ajustados e tabulados com o auxílio do software Microsoft Office Excel. No GENES, foram executados testes de ANOVA e a obtenção de parâmetros estatísticos, visando a aplicação do teste de regressão linear simples utilizando um grau de probabilidade de erro de 5%. Do mesmo modo, a critério de hipótese, desejou-se obter na análise um coeficiente de determinação superior a 70% ( $r^2 > 0,7$ ) em todas as variáveis.



## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1 CARACTERES DA PRODUÇÃO DE ALFACE

Os dados referentes à análise de variância (ANOVA) para os resultados da alface são expostos na tabela 5.

**Tabela 4** – Resultados obtidos pela análise de variância (ANOVA) referentes aos dados da alface. UTFPR, Pato Branco – PR, 2019.

FV	GL	Altura 7 DAE	Altura 14 DAE	Germ. 7 DAE	Germ. 14 DAE	Emerg. 7 DAE	Emerg. 14 DAE
<b>Blocos</b>	2	0,016	0,027	77,25	26,08	72,75	60,08
<b>Doses</b>	3	0,179*	0,558*	91,22 <sup>ns</sup>	39,42 <sup>ns</sup>	379,86*	287,11*
<b>Resíduo</b>	6	0,0022	0,0031	20,472	10,083	18,527	23,1944
<b>Média</b>		0,23	0,49	23,50	26,92	18,75	22,67
<b>CV (%)</b>		20,16	11,16	19,25	11,8	22,96	21,25

Fonte: Dados pessoais. Pato Branco, 2019. Legenda: GL: Graus de Liberdade; 7 DAE: 7 dias após emergência; 14 DAE: 14 dias após emergência; CV (%): Coeficiente de variação.

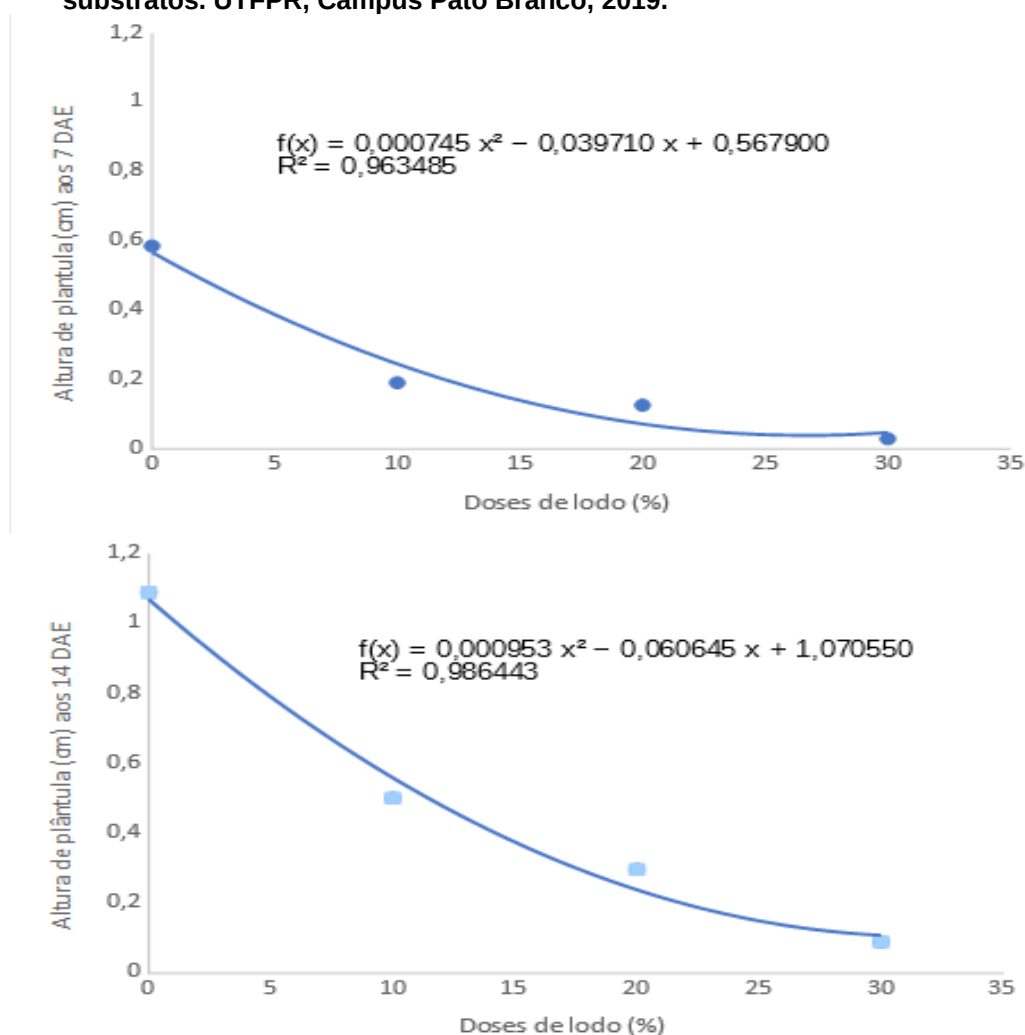
Os dados obtidos na análise de variância (ANOVA) dos dados referentes à alface revelam que houve diferença estatística entre as dosagens apenas para as variáveis-resposta de altura de muda e emergência. As curvas de regressão linear modeladas com os dados de emergência são expostos na figura 4.

Por meio da análise dos gráficos, evidencia-se que a adição de lodo agroindustrial das misturas acarretou em um efeito negativo na altura de mudas de alface em 7 e 14 DAE, proporcionando uma curva de regressão quadrática em ambas as datas de análise. Os coeficientes de determinação ( $r^2$ ) calculados (96,34% e 98,64%) permaneceram acima da faixa esperada de 70%, conferindo à análise grau de confiabilidade satisfatório.

Esta relação analisada entre altura e dose de lodo está relacionada com as taxas de emergência das sementes (figura 5) que, da mesma maneira, apresentaram relação quadrática negativa, decaindo de maneira proporcional ao aumento das dosagens de lodo nos tratamentos, apresentando um coeficiente de determinação elevado e satisfatório (< 99%). Somente aos 14 DAE notou-se

diferença na dinâmica, onde as taxas de emergência da dose de 10% de lodo mostraram aumento e igualaram-se às do controle.

**Figura 4 – Alturas das mudas de alface em função das doses de lodo submetidas aos substratos. UTFPR, Campus Pato Branco, 2019.**

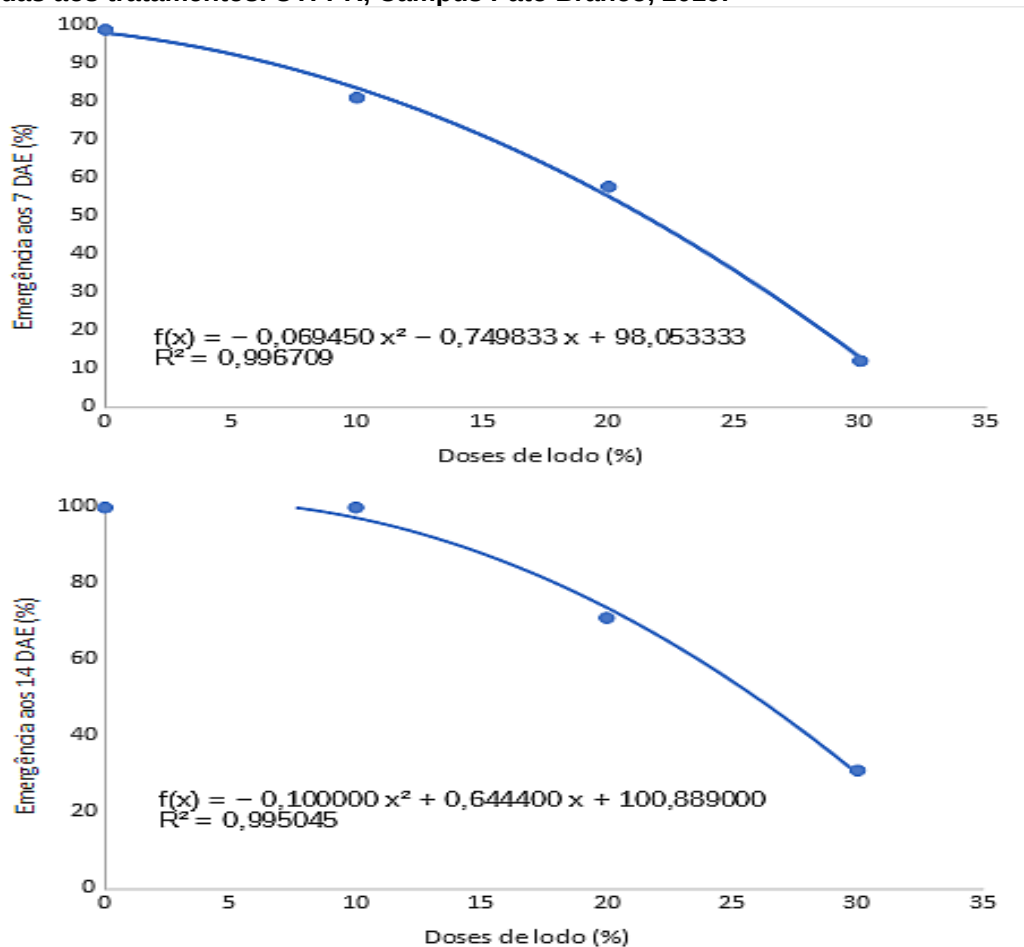


Fonte: Acervo pessoal. Pato Branco, 2019.

O desempenho do lodo obtido para as mudas de alface conflitam com os dados da literatura, onde Bastos *et al.* (2011), ao aplicar lodo de curtume em mudas de alface, evidenciou aumento proporcional no desenvolvimento das mudas ao incremento das doses. A interferência de doses elevadas de lodo na emergência de mudas de alface foi evidenciada em ensaio conduzido por Araújo *et al.* (2007) que, também estudando a aplicação de lodo industrial classe II, evidenciou acentuada redução nas taxas de emergência das plantas de alface, atrelando este

resultado à sensibilidade das sementes ao conteúdo químico do lodo, corroborando com as conclusões do presente experimento.

**Figura 5 – Taxas de emergência das sementes de alface em função das doses de lodo submetidas aos tratamentos. UTFPR, Campus Pato Branco, 2019.**



Legenda: A: Resultados aos 7 dias após a emergência; B: Resultados aos 14 dias após a emergência.

## 5.2 CARACTERES DE PRODUÇÃO DO BRÓCOLIS

A análise de variância (ANOVA) realizada para os dados das mudas de brócolis (tabela 6) levaram em consideração todos os tratamentos, revelando que não houve diferença estatística significativa entre as doses de lodo para as variáveis-resposta de germinação e emergência, sendo somente discriminados em análise de regressão os dados referentes à altura (figura 6).

**Tabela 5** – Resultados obtidos pela análise de variância (ANOVA) referentes aos dados do brócolis. UTFPR, Pato Branco - PR, 2019.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>Altura 7 DAE</b>	<b>Altura 14 DAE</b>	<b>Germ. 7 DAE</b>	<b>Germ. 14 DAE</b>	<b>Emerg. 7 DAE</b>	<b>Emerg. 14 DAE</b>
<b>Blocos</b>	2	0,1578	0,6881	68,60	50,467	72,80	94,867
<b>Doses</b>	4	0,628*	1,781*	29,7667 <sup>ns</sup>	54,9 <sup>ns</sup>	41,7333 <sup>ns</sup>	61,0667 <sup>ns</sup>
<b>Resíduo</b>	8	0,0679	0,2286	13,5167	19,80	19,6333	34,6167
<b>Média</b>		0,6	1,28	18,20	23,07	10,60	13,07
<b>CV (%)</b>		43,36	37,38	20,20	19,29	41,80	45,03

Fonte: Dados pessoais. Pato Branco, 2019. Legenda: GL: Graus de Liberdade; 7 DAE: 7 dias após aclimação; 14 DAE: 14 dias após aclimação; CV (%): Coeficiente de variação.

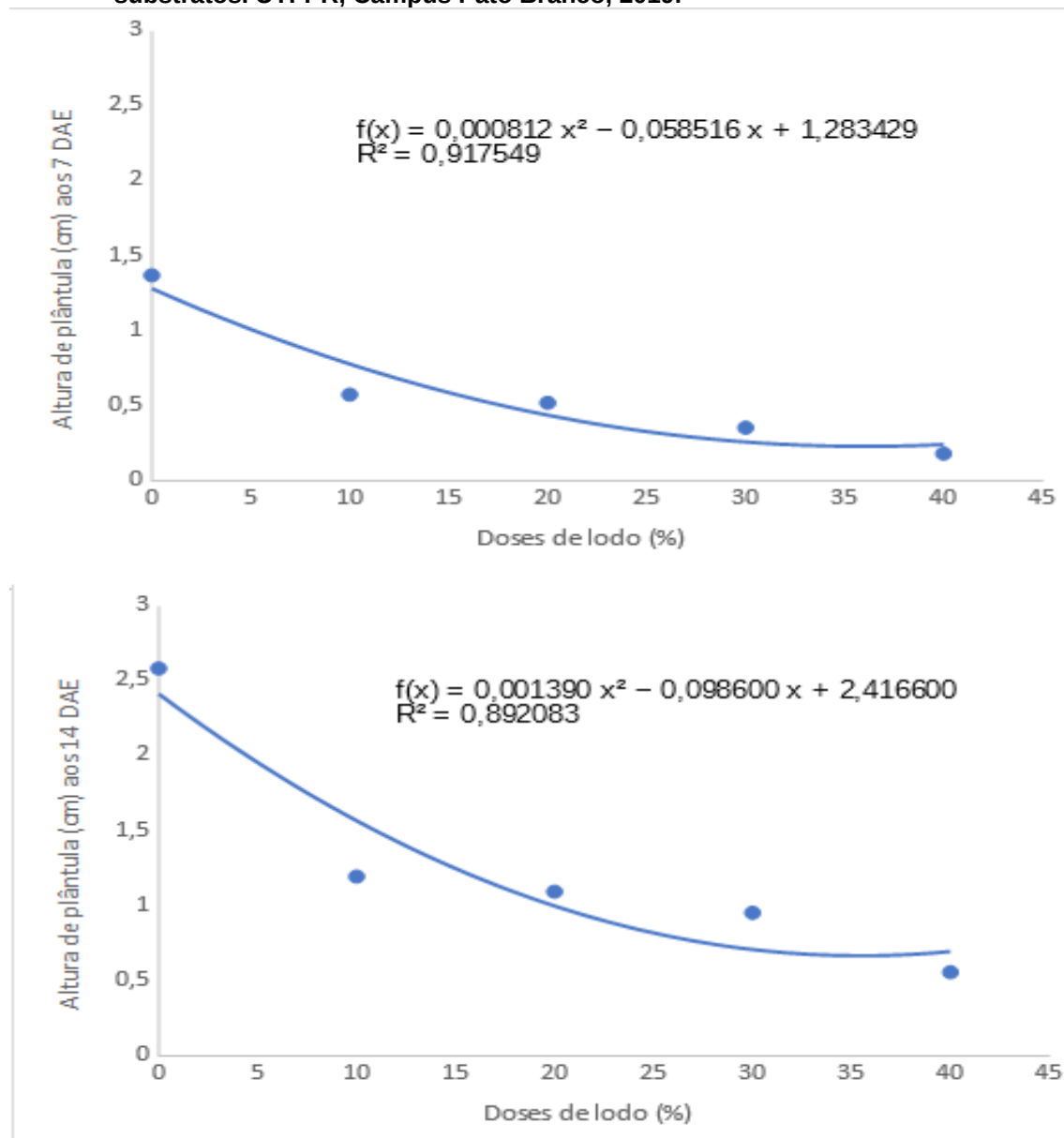
A altura das mudas de brócolis apresentou uma relação quadrática negativa semelhante à evidenciada nos resultados da alface, com o aumento das doses acarretando em redução proporcional na altura das mudas de brócolis. Embora tenha sido mais reduzido aos 14 DAE, os valores de coeficiente de determinação ( $r^2$ ) obtidos (91,75% e 89,20%, respectivamente) mostraram-se elevados e satisfatórios, reforçando a influência do lodo nesta variável.

Os resultados obtidos enfrentam carência de variedade de dados para comparação, onde a literatura consultada apresenta dados que não corroboram com os resultados do presente experimento. Pérez-Murcia *et al.* (2006), avaliando o desempenho de brócolis sob compostagem tratada com doses de lodo de esgoto, evidenciou que as doses intermediárias resultaram em melhor desempenho das plantas. Ainda trabalhando com o lodo de esgoto, Antonious *et al.* (2012) obteve resultados semelhantes ao autor citado anteriormente, com as plantas de brócolis submetidas às dosagens mais elevadas de adubo tratado com lodo apresentando desempenho superior ao tratamento controle, em contrapartida aos resultados obtidos no presente experimento.

Pode-se estabelecer uma relação entre os resultados obtidos e as características do lodo industrial, onde é possível que a gradativa diminuição do pH e elevação da condutância elétrica das misturas mediante aumento do teor de lodo nos tratamentos tenham causado interferência nas dinâmicas de emergência das mudas, acarretando, por conseguinte, numa diminuição da altura de muda proporcional ao aumento das dosagens. Da mesma maneira, admite-se que a presença de elementos com potencial abrasivo no lodo industrial, como o cloreto

férrico utilizado como coagulante e metais pesados como o chumbo e o arsênio possam ter contribuído para a depreciação do potencial agrônômico das sementes.

Figura 6 – Alturas das mudas de brócolis em função das doses de lodo submetidas aos substratos. UTFPR, Câmpus Pato Branco, 2019.



Fonte: Acervo pessoal. Pato Branco, 2019.

Arelado às causas dos efeitos insatisfatórios do uso do lodo no presente experimento, levantam-se as hipóteses de associação da redução das variáveis com o uso do cloreto férrico na etapa de tratamento do lodo na Estação de Tratamento de Efluentes, composto com alto potencial corrosivo (FISPQ, 2011) e largamente empregado nesta área; estima-se que a presença desta substância no lodo industrial pode ter acarretado em depreciação do potencial germinativo das

sementes, prejudicando o desenvolvimento inicial das plantas. É plausível que o alto conteúdo de ferro presente no lodo possa ter exercido papel expressivo no desenvolvimento das mudas, haja vista a interação negativa que este elemento exerce na dinâmica de absorção dos demais nutrientes, caracterizando um efeito tóxico não só na plântula em desenvolvimento quanto na muda (TAIZ; ZEIGER, 2012).

Os valores de pH e condutividade elétrica (CE) evidenciados nas análises podem ser indicativo de uma dinâmica de reação do lodo que pode ter apresentado instabilidade comum aos resíduos orgânicos. Como efeito, a diminuição no pH abaixo da faixa ideal para o desenvolvimento de plantas (MEURER, 2012), constituindo um fator adicional de redução no desempenho das mudas refletido nos resultados obtidos nas doses mais elevadas.

Com efeito, em ordem de reduzir este potencial depreciativo do lodo industrial e aumentar sua aplicabilidade na área agrônômica, valida-se o estudo do uso de coagulantes de caráter orgânico no tratamento do material em questão, cujos estudos de utilização em outros campos do tratamento de resíduos obtiveram resultados satisfatórios (PELEGRINO, 2011; MARTINS *et al.*, 2018; COSTA, 2016).

Formula-se a hipótese de que um a hidratação e maior tempo de cura entre a preparação das misturas de substrato e a montagem das bandejas ocasionaria em um efeito neutralizante das propriedades abrasivas do lodo industrial, haja vista que este tempo de cura entre lodo e solo foi praticamente nulo no presente experimento, podendo ser, desta maneira, uma prática de campo para reduzir o impacto do lodo industrial no desenvolvimento das mudas de hortaliças.

Em decorrência de eventualidades climáticas ocorridas posteriormente ao período de 14 dias após a aclimatação que causaram a morte prematura das mudas, as análises destrutivas de massa seca e fresca de parte aérea e raiz, estipuladas para a última coleta (21 dias após a emergência), não foram conduzidas, onde portanto trabalhou-se somente com os dados obtidos das análises não-destrutivas, compreendendo número de sementes germinadas, mudas emergidas e altura de muda, respectivamente.

Nas mudas de alface, notou-se uma acentuada interferência do lodo na dosagem mais elevada (40%), resultando em completa supressão da germinação e,

por decorrente, emergência das mudas submetidas a este tratamento: em ordem de evitar a aplicação de análises estatísticas não-paramétricas, de difícil comparação e extração de conclusões (ROCHA *et al.*, 2011), não foram considerados os resultados deste tratamento na realização dos testes.

## 6 CONCLUSÕES

Houve interferência significativa das dosagens de lodo no desenvolvimento inicial das mudas de alface e brócolis, onde, em grande parte das análises submetidas, o tratamento controle mostrou-se superior para todas as variáveis respostas utilizadas, permitindo também inferir que dosagens de 40% de lodo ocasionaram supressão total na dinâmica germinativa das mudas de alface acarretando, por conseguinte, em expressiva redução do potencial agrônômico das sementes.



## REFERÊNCIAS

- ABCSEM, Associação Brasileira do Comércio de Sementes e Mudanças. **2 levantamento de dados socioeconômicos da cadeia produtiva de hortaliças no Brasil**. 2014. Disponível em: [http://www.abcsem.com.br/imagens\\_noticias/Apresenta%C3%A7%C3%A3o%20completa%20dos%20dados%20da%20cadeia%20produtiva%20de%20hortali%C3%A7as%20-%2029MAIO2014.pdf](http://www.abcsem.com.br/imagens_noticias/Apresenta%C3%A7%C3%A3o%20completa%20dos%20dados%20da%20cadeia%20produtiva%20de%20hortali%C3%A7as%20-%2029MAIO2014.pdf).
- ABCSEM, Associação Brasileira do Comércio de Sementes e Mudanças. **Folhosas: Seminário Nacional**. 2016.
- ALENCAR, Thiago Alberto Souza de *et al.*. Efeito de intervalos de aplicação de urina bovina na produção de alface em cultivo protegido. **Revista Verde**, v. 7, n. 3, p. 53–67, 2012.
- ANTONIOUS, George F.; KOCHKAR, Tejinder S.; COOLONG, Timothy. Yield, quality, and concentration of seven heavy metals in cabbage and broccoli grown in sewage sludge and chicken manure amended soil. **Journal of Environmental Science and Health**, v. 47, 2012.
- ARAÚJO, Fábio Fernando de; TIRITAN, Carlos Sergio; IAROSI, Fabiano Rapacci. Reciclagem de lodo industrial classe ii como substrato para produção de mudas. **Colloquium Agrariae**, v. 3, n. 1, p. 25–34, 2007.
- ARES, Ana M.; NOZAL, María J.; L., Bernal José; BERNAL, José. Optimized extraction, separation and quantification of twelve intact glucosinolates in broccoli leaves. **Food Chemistry**, v. 152, p. 66–74, jun. 2014.
- BALBINOT JUNIOR, Alvadi Antonio; TÔRRES, André Nunes Louna; FONSECA, José Alfredo da; TEIXEIRA, João Ribeiro. Crescimento e teores de nutrientes em tecido de alface pela aplicação de calcário e resíduos de reciclagem de papel num solo ácido. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 5, n. 1, p. 9–15, 2006.
- BARBOSA, C. K. R.; VALADARES, S. V.; BONFIM, Filipe Pereira Giardini; HONÓRIO, Isabela Cristina Gomes. Influência do substrato e do tamanho da célula de bandejas de poliestireno expandido no desenvolvimento de mudas e produção de calêndula (*Calendula officinalis* L.). **Revista Brasileira de Plantas Medicináveis**, v. 12, n. 1, 2010.
- BASTOS, Nádia de Souza; MERIZIO, Thamer; ARAÚJO, Fábio Fernando de. Desenvolvimento de mudas de alface em substrato comercial enriquecido com lodo de curtume. **Colloquium Exactarum**, v. 3, n. 1, p. 18–21, 2011.
- BRITO, Marcos Eduardo *et al.*. Comportamento fisiológico de combinações copa/porta-enxerto de citros sob estresse hídrico. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 7, p. 857–865, 2012.
- CAVATTE, Paulo Cesar; LOPES, José Carlos; LIMA, Edílson de Araújo. Efeito do estresse salino e da temperatura na germinação, no vigor de sementes e no desenvolvimento de plântulas de tomate. In: **VIII Encontro Latino de Iniciação Científica**. [S.l.: s.n.], 2004.

CEPEA/ESALQ. Anuário 2018 - 2019. **Hortifruti Brasil**, 2018.

CORRÊA, Rodrigo Silva; SILVA, Lucas C R; BAPTISTA, Gustavo Macêdo de Mello; SANTOS, Perseu Fernando dos. Fertilidade química de um substrato tratado com lodo de esgoto e composto de resíduos domésticos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 5, p. 538–544, 2010.

COSTA, Cyro Paulino da; SALA, Fernando Cesar. A evolução da alfacicultura brasileira. **Horticultura Brasileira**, v. 23, n. 1, 2005.

COSTA, Cyro Paulino da; SALA, Fernando Cesar. Retrospectiva e tendência da alfacicultura brasileira. **Horticultura Brasileira**, v. 30, n. 2, p. 187–194, jun. 2012.

COSTA, Jessica Camile da. **Uso do coagulante orgânico tanino no tratamento de efluente de abatedouro avícola**. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal do Paraná, 2016.

COSTA, Lilian Moreira *et al.*. Avaliação de diferentes substratos para o cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.). **Global Science and Technology**, v. 2, n. 2, p. 21–26, 2009.

COSTA, Luiz Antonio de Mendonça; COSTA, Mônica Sarolli Silva de Mendonça; MOURA, Rodrigo de; MACIEL, Mônica Gioda Pedro Henrique. Avaliação de substratos alternativos para produção de mudas de alface, beterraba e brócoli. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 2, n. 2, 2007.

CRUZ, Cosme Damião. **Programa GENES: Aplicativo computacional em genética e estatística**. [S.l.]: Editora UFV, 2001. v. 1.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **A cultura do tomateiro (para mesa)**. 4. ed. Brasília: Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças, 2006.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **A cultura dos brócolis**. [S.l.]: Embrapa Informação Tecnológica, 2015.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006.

FAO, Food and Agriculture Organization. **Production Yearbook**. Roma, 2015.

FISPQ, Ficha de Informações de Segurança de Produto Químico. **Cloreto Férrico Solução**. 2011.

GOMES, Daniele Rodrigues *et al.*. Lodo de esgoto como substrato para produção de mudas de *Tectona grandis* L. **Cerne**, v. 19, n. 1, p. 123–131, jan. 2013.

GOMES, Luiz Antonio Augusto; RODRIGUES, Artenisa Cerqueira; COLLIER, Leonardo S.; FEITOSA, Selma dos S. Produção de mudas de alface em substrato alternativo com adubação. **Horticultura Brasileira**, v. 26, n. 3, 2008.

HAFLE, Oscar Mariano *et al.*. Produção de mudas de mamoeiro utilizando bokashi e lithothamnium. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 1, 2009.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 2006**. [http://www.ibge.gov.br/home/mapa\\_site/mapa\\_site.php?populacao/](http://www.ibge.gov.br/home/mapa_site/mapa_site.php?populacao/), 2013.

KLEIN, Cláudia; VANIN, Jucelaine; CALVETE, Eunice Oliveira; KLEIN, Vilson Antonio. Caracterização química e física de substratos para a produção de mudas de alface. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 18, n. 2, p. 111–119, 2012.

LIMA, Juliana Domingues; MORAES, Wilson da Silva; MENDONÇA, José Carlos; NOMURA, Edson Shigueaki. Resíduos da agroindústria de chá preto como substrato para produção de mudas de hortaliças. **Ciência Rural**, v. 37, n. 6, nov. 2007.

LIMA, Luiz Antônio. Efeitos de sais no solo e na planta. **In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola**. Campina Grande: [s.n.], 1997. p. 112–136.

LIMA, Rosiane de Lourdes Silva de *et al.*. Substratos para produção de mudas de mamoneira compostos por misturas de cinco fontes de matéria orgânica. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 3, p. 474–479, 2006.

LOPES, Andrielle Câmara Amaral; NASCIMENTO, Warley Marcos. **Análise de Sementes de Hortaliças**. [S.l.], 2009.

MAGRO, Felipe Oliveira; CARDOSO, Inacio; ISMAEL, Antonio; FERNANDES, Dirceu Maximino. Composto orgânico no potencial fisiológico de sementes de brócolis após o armazenamento. **Semina-ciências Agrárias**, v. 33, n. 3, p. 1033–1039, 2012.

MARTINS, Luísa Roberto *et al.*. Associação entre coagulantes e copolímero para o tratamento de efluente proveniente do processamento artesanal de pele de peixe. **Perspectivas da Ciência e Tecnologia**, v. 10, 2018.

MEDEIROS, Areta da Silva *et al.*. Utilização de compostos orgânicos para uso como substratos na produção de mudas de alface. **Revista Agrarian**, v. 3, n. 10, p. 261–266, 2010.

MELO FILHO, Benicio. **O valor econômico e social do lixo de Brasília**. [S.l.]: Editora Curitiba, 2006.

MELO, Raphael Augusto de Castro e *et al.*. Caracterização e diagnóstico da cadeia produtiva de brássicas nas principais regiões produtoras brasileiras. [S.l.]: Embrapa Hortaliças, 2017.

MELO, Wanderley José de; MARQUES, M. O. Potencial do lodo de esgoto como fonte de nutrientes para as plantas. **In: Impacto ambiental do uso agrícola de lodo de esgoto**. [S.l.]: Embrapa Meio Ambiente, 2000.

MEURER, Egon Jos'e. **Fundamentos de Química do Solo**. 4. ed. [S.l.]: Evangraf, 2012.

MINAMI, Keigo. **Produção de mudas de alta qualidade em horticultura**. [S.l.]: T.A. Queiroz, 1995.

MOREIRA, Sandra *et al.*. Produção de mudas de brócolis em diferentes substratos alternativos. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4, n. 2, 2009.

MORETTI, Celso Luiz. Manual de Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças. [S.l.]: Embrapa Hortaliças, 2007.

MUNIZ, Marlove Fatima Briao; MARTINS, D. V.; PLÁCIDO, S. G.; da, Silva. M. A. S. Produção de mudas de melancia em diferentes tipos de bandeja. *Horticultura Brasileira*, v. 20, n. 2, p. 316, 2002.

NASCIMENTO, Warley Marcos; CANTLIFFE, Daniel J. Germinação de sementes de alface sob altas temperaturas. *Horticultura Brasileira*, v. 20, n. 1, p. 103–106, mar. 2002.

NETO, João Luiz Lopes Monteiro *et al.*. Produção de mudas de pimentão (*Capsicum annuum* L.) em diferentes ambientes e substratos. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v. 11, n. 4, p. 289–297, 2016.

PEEL, Murray C.; FINLAYSON, Brian L.; MCMAHON, Thomas A. Updated world map of the köppen-geiger climate classification. *Hydrology and Earth System Sciences*, n. 11, p. 1633–1644, 2007.

PELEGRINO, Eloá Cristina Figueirinha. Emprego de coagulante 'a base de tanino em sistema de pós-tratamento de efluente de reator UASB por flotação. Dissertação (Mestrado) — Universidade de São Paulo, 2011.

PELLISSARI, Rodrigo A. Z.; SAMPAIO, Sílvio; GOMES, Simone; CREPALLI, Mauro da Silva. Lodo têxtil e água residuária da suínocultura na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* (w, hill ex maiden). *Engenharia Agrícola*, v. 29, n. 2, p. 288–300, 2009.

PEREZ-MURCIA, M. D. *et al.*. Use of composted sewage sludge in growth media for broccoli. *Bioresource Technology*, n. 97, p. 123–130, 2006.

RABELO, Janiquelle da Silva *et al.*. Alface: aspectos observados pelos consumidores no momento da compra. *Horticultura Brasileira*, v. 31, n. 2, 2004.

REGHIN, Marie Yamamoto; OTTO, Rosana Fernandes; VINNE, Jhony van der. Tamanho da célula de diferentes bandejas na produção de mudas e no cultivo do pak Choi na presença e ausência do agrotêxtil. *Scientia Agraria*, v. 4, n. 1-2, p. 61–67, 2003.

REIS, João Pedro Miranda; SOUZA, Francisco Celio de; SAYD, Ricardo Meneses. Produção de mudas de brócolis orgânica em diferentes substratos. In: Simpósio de TCC e 7 Seminário de IC da Faculdade ICESP. [S.l.: s.n.].

ROCHA, Henrique Martins; DELAMARO, Maurício César. Abordagem metodológica na análise de dados de estudos não-paramétricos, com base em respostas em escalas ordinais. *GEPROS, Gestão da Produção, Operações e Sistemas*, n. 3, p. 77–91, jul. 2011.

RYDER, E. J. The new salad crop revolution. In: *Trends in new crops and new uses*. [S.l.: s.n.], 2002. p. 408–412.

SCALON, Silvana de Paula Quintão *et al.* Estresse hídrico no metabolismo e crescimento inicial de mudas de mutambo (*Guazuma ulmiflora* Lam.). *Ciência Florestal*, v. 21, n. 4, p. 655–662, 2011.

SERRANO, Luiz Augusto Lopes *et al.* Utilização de substrato composto por resíduos da agroindústria canavieira para produção de mudas de maracujazeiro-amarelo. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 28, n. 3, 2006.

SILVA, Carlos Domingos da; COSTA, Liovando Marciano da; MATOS, Antonio Teixeira de; CECON, Paulo Roberto. Vermicompostagem de lodo de esgoto urbano e bagaço de cana-de-açúcar. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 6, n. 3, 2002.

SILVA, Francisca Alcivânia; ROGÉRIO, Melloni; MIRANDA, José Romilson de; CARVALHO, Janice G. de. Efeito do estresse salino sobre a nutrição mineral e o crescimento de mudas de aroeira (*Myracrodruon urundeuva*) cultivadas em solução nutritiva. *CERNE*, v. 6, n. 1, p. 052–059, 2000.

SILVA, Marlon Jocimar Rodrigues da *et al.* Resíduo de sisal incorporado à substrato comercial na formação de mudas de jiló e brócolis. *Revista Verde*, v. 10, n. 4, p. 12–16, 2015.

SOUZA, Camila Garcia; HUBER, Ana Claudia Kalil; FONSECA, Felipe Bittencourt da; CARDOSO, Pedro Peiche. Avaliação de mudas de brócolis (*Brassica oleraceae* L.) em diferentes substratos. In: Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão. [S.l.: s.n.], 2014. v. 6, n. 2.

SOUZA, Rafaela Schmidt de *et al.* Produção de mudas de alface em bandejas com diferentes tamanhos de células em sistema orgânico. In: VI Encontro de Iniciação Científica e Pós-graduação da Embrapa Clima Temperado. [S.l.: s.n.], 2016.

STORCK, Lindolfo; GARCIA, Danton Camacho; LOPES, Saidinei José; ESTEFANEL, Valduino. *Experimentação Vegetal*. [S.l.]: Editora UFSM, 2006.

SUINAGA, Fábio Akiyoshi; BOITEUX, Leonardo Silva; CABRAL, Cléia Santos; RODRIGUES, Cecília da Silva. Métodos de avaliação do florescimento precoce e identificação de fontes de tolerância ao calor em cultivares de alface do grupo varietal crespa. [S.l.], 2013.

TAIZ, Lincoln; ZEIGER, Eduardo. *Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal*. 5. ed. [S.l.]: Artmed, 2012.

TRANI, Paulo Espindola; FELTRIN, Deise Maria; POTT, Cristiano André; SCHWINGEL, Márcio. Avaliação de substratos para produção de mudas de alface. *Horticultura Brasileira*, v. 25, n. 2, 2007.

VENCE, Lilian Beatriz. Disponibilidad de agua-aire en sustratos para plantas. *Ciencia del Suelo*, v. 26, p. 105–112, 2008.

## APÊNDICES

## APÊNDICE 1 – Processo de obtenção do lodo industrial utilizado no experimento.

O lodo industrial a ser utilizado no presente experimento é oriundo do processo de tratamento realizado em ETE (Estação de Tratamentos de Efluentes) pertencente a uma unidade de abate de aves localizada no município de Pato Branco, na região sudoeste do estado do Paraná. A obtenção deste material é resultante do tratamento dos resíduos oriundos do abatedouro, que ocorre em duas etapas: Na primeira etapa, os efluentes são enviados a peneiramento em peneira estática e, posteriormente, submetidos ao processo de coagulação e flotação em equipamento especializado, onde é realizada a aplicação de cloreto férrico como agente floculante e polímero aniônico; em sequência, remove-se o resíduo diretamente do equipamento flotador, submetendo o volume remanescente a cozimento a 95 °C por 40 a 45 minutos e secagem em tridecanter centrífugo, sendo este o lodo que foi utilizado no presente experimento, correspondendo a cerca de 4% do total gerado pelo abatedouro. No conteúdo, são estimados níveis de umidade de 75%.