

UFRRJ
INSTITUTO DE AGRONOMIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA
ORGÂNICA

DISSERTAÇÃO

**Avaliação de Esterco de Aves Poedeiras Compostado e
Desidratado no Desempenho Agrônômico de Alface**

Galderes Magalhães de Oliveira

2022



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE AGRONOMIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA ORGÂNICA**

**AVALIAÇÃO DE ESTERCO DE AVES POEDEIRAS COMPOSTADO E
DESIDRATADO NO DESEMPENHO AGRONÔMICO DE ALFACE**

GALDERES MAGALHÃES DE OLIVEIRA

Sob a Orientação do Professor
Ednaldo da Silva Araújo

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Agricultura Orgânica**, no Curso de Pós-Graduação em Agricultura Orgânica.

Seropédica, RJ
agosto 2022

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

This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Finance Code 001

O48a Oliveira, Galderes Magalhães de, 1986-
Avaliação de esterco de aves poedeiras compostado e desidratado no desempenho agrônômico de alface / Galderes Magalhães de Oliveira. - Seropédica, 2022. 49 f.: il.

Orientador: Ednaldo da Silva Araújo.
Dissertação (Mestrado). -- Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em Produção Orgânica, 2022.

1. Esterco galinha desidratado. 2. Produção orgânica. 3. Alface orgânica. 4. Fertilidade do solo. 5. Adubação orgânica. I. Araújo, Ednaldo da Silva, 1974, orient. II Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Programa de Pós-Graduação em Produção Orgânica III. Título.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA ORGÂNICA

GALDERES MAGALHÃES DE OLIVEIRA

Dissertação submetida como requisito parcial para a obtenção do grau de **Mestre**, no Programa de Pós Graduação em Agricultura Orgânica.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 04/08/2022

Conforme deliberação número 001/2020 da PROPPG, de 30/06/2020, tendo em vista a implementação de trabalho remoto e durante a vigência do período de suspensão das atividades acadêmicas presenciais, em virtude das medidas adotadas para reduzir a propagação da pandemia de Covid-19, nas versões finais das teses e dissertações as assinaturas originais dos membros da banca examinadora poderão ser substituídas por documento(s) com assinaturas eletrônicas. Estas devem ser feitas na própria folha de assinaturas, através do SIPAC, ou do Sistema Eletrônico de Informações (SEI) e neste caso a folha com a assinatura deve constar como anexo ao final da tese / dissertação.

Ednaldo da Silva Araújo (Dr.) Embrapa Agrobiologia
(Orientador/Presidente)

Camila da Costa Barros de Souza (Dra.)
Membro titular

Marco Antônio de Almeida Leal (Dr.) Embrapa Agrobiologia
Membro titular



Emitido em 04/10/2022

DOCUMENTOS COMPROBATÓRIOS Nº 20892/2022 - PPGA O (12.28.01.00.00.36)

(Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO)

(Assinado digitalmente em 04/10/2022 16:29)

CAMILA DA COSTA BARROS DE SOUZA

ASSINANTE EXTERNO

CPF: 120.208.257-24

(Assinado digitalmente em 04/10/2022 07:49)

MARCO ANTONIO DE ALMEIDA LEAL

ASSINANTE EXTERNO

CPF: 991.790.757-20

(Assinado digitalmente em 04/10/2022 09:58)

EDNALDO DA SILVA ARAÚJO

ASSINANTE EXTERNO

CPF: 750.960.133-91

Para verificar a autenticidade deste documento entre em <https://sipac.ufrrj.br/documentos/> informando seu número: **20892**, ano: **2022**, tipo: **DOCUMENTOS COMPROBATÓRIOS**, data de emissão: **04/10/2022** e o código de verificação: **6346f385c4**

DEDICATÓRIA

Dedico primeiramente a Deus por me oportunizar ter saúde de almejar e conseguir concluir meus objetivos acadêmicos durante o desempenho da minha carreira profissional.

Segundamente dedico a meus irmãos, Wilmondes e Marizane Magalhães de Oliveira, minha mãe, Marizaura Magalhães de Oliveira, meus filhos Manuela, Gabriel e Isabela R. L. Magalhães por compreenderem que o tempo dedicado a construção do conhecimento é agregador da sabedoria e da humilde possibilidade de juntar-se a outros seres imbuídos na construção do saber, seja ele científico ou empírico.

Dedico à mulher que destina seus dias a construir junto de mim um saber infinito, baseado no amor, fraternidade e dedicação, minha esposa Cintia Aparecida Bremenkamp.

Por fim, dedico *in memoriam* a meus avós, José Severo Magalhães e Corina Rodrigues Magalhães.

AGRADECIMENTOS

O desenvolvimento de todo esforço em busca do conhecimento nos gera oportunidade de estar, e trabalhar com pessoas que tem o desejo de apoiar, de erguer e de ir à busca de identificar o que realmente é necessário para evoluir, por isso agradeço.

Agradeço a Deus pela possibilidade de estar aqui, com saúde para conseguir aos poucos ao longo destes dois anos obter o conhecimento necessário para agregar em minha vida profissional.

Aos meus amigos que foram pacientes em todos os momentos em que tive que me ausentar para poder enfim estar finalizando minha jornada estudantil profissional.

A todos os colaboradores da Fazenda do Incaper e da prefeitura municipal de Santa Maria de Jetibá que contribuíram e dedicaram seu tempo em favor de me apoiar na instalação e condução do meu experimento, tanto de campo quanto em casa de vegetação.

Agradecer aos colegas de turma, que mesmos distantes e nos vendo apenas uma única vez, foram pessoas importantes nessa caminhada, um motivando o outro para que permanecêssemos com os mesmos objetivos.

Agradeço de forma especial à senhora Janaina Ribeiro Costa Rouws, pesquisadora em Estatística e Experimentação Agropecuária da Embrapa Agrobiologia que se esforçou para realizar o tratamento estatístico dos dados gerados nesta obra.

Ao meu professor e orientador, Ednaldo da Silva Araújo, que compartilhou seu tempo, espaço e conhecimentos para me proporcionar chegar aonde estou.

Aos meus filhos que mesmo distante entenderam quanto papai disse da impossibilidade de atender porque precisava se concentrar.

A minha esposa, que pacientemente, me ensinou conceitos importantes ao longo destes anos, além de contribuir cientificamente com alguns detalhes do experimento, estando junto de mim em todos os momentos.

BIOGRAFIA

Galderes Magalhães de Oliveira, natural de Wanderlândia estado do Tocantins, nascido em 18 de junho de 1986. É filho de Marizaura Magalhães de Oliveira e João Valdir de Oliveira. Atualmente reside na cidade de Santa Maria de Jetibá no estado do Espírito Santo, onde exerce a função de coordenador regional de desenvolvimento rural no Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural – INCAPER, desde o ano de 2018 até os dias atuais, sendo servidor público neste estado desde 2014. Estudou nas instituições públicas de ensino: Colégio Estadual José Luiz Siqueira, de 1991 a 1999, ensino fundamental; Escola Agrotécnica Federal de Araguatins – EAFA, médio técnico de 2001 a 2003, onde saiu qualificado como técnico agrícola com habilitação em zootecnia; Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ, graduação de 2004 a 2008, onde se tornou bacharel em engenharia agrônômica; e no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do estado do Tocantins – IFTO, onde realizou o curso de pós-graduação *latu sensu* em gestão ambiental, se tornando especialista em gestão ambiental no ano de 2013. Após sua formação de ensino superior iniciou suas atividades profissionais com assistência técnica e extensão rural – ATER em 2009 em Couto Magalhães – TO, assistindo agricultores familiares assentados da reforma agrária em produção agropecuária com foco em processos agroecológicos. Foi funcionário público dos correios durante dois anos, 2012 a 2014, e neste período nunca deixou de exercer suas funções como agrônomo, trabalhando como prestador de serviços na área de ensino informal, consultoria produtiva, ambiental e trabalhando de voluntário de 2009 a 2014 no Coletivo de Educadores Ambientais do Território do Médio Araguaia, na região oeste do estado do Tocantins. No ano de 2010 se tornou pai de sua primeira filha, Manuela Rocha Leal Magalhães, em 2013, de Gabriel Rocha Leal Magalhães e em 2015, de Isabela Rocha Leal Magalhães. Ao longo da carreira profissional sempre desempenhou com afinco e dedicação sobre os temas da agricultura orgânica, na qual se empenha em se tornar mestre.

RESUMO

OLIVEIRA, Galderes Magalhães de. **Avaliação de esterco de aves poedeiras compostado e desidratado no desempenho agrônômico de alface**. 2022. 33p. Dissertação (Mestrado em Agricultura Orgânica). Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2022.

A avicultura de postura passa por grande evolução tecnológica, de modo a acompanhar as demais cadeias produtivas agropecuárias e a crescente demanda humana pelo ovo de galinha, também proporcionando aumento significativo na produção de esterco. Esse aumento resulta na necessidade de transformá-lo, de modo a permitir sua comercialização, com o uso da desidratação. Como é uma tecnologia recente, sem muitos estudos sobre sua utilização, há a necessidade de pesquisas. Para viabilizar o uso adequado deste produto foram conduzidos dois experimentos com o objetivo de avaliar o esterco de galinha poedeira desidratado na produção de alface em sistema orgânico de produção. Os experimentos foram implantados e conduzidos no município de Santa Maria de Jetibá/ES. O primeiro experimento foi conduzido em casa de vegetação, em vaso plástico em esquema fatorial 3 x 4, sendo o primeiro fator três tipos de fertilizantes orgânicos (Esterco de Galinha Poedeira Desidratado – EGD, Esterco de Galinha Poedeira Compostado com Pó de Serragem – ECS e Esterco de Galinha Poedeira Compostado com Palha de Café), e o segundo fator diferentes tempos de pré-incubação após a aplicação dos fertilizantes (0, 3, 7 e 14 dias), com cinco repetições (cada repetição um vaso com uma muda de alface). O segundo experimento foi conduzido sob condições de campo, em esquema fatorial [(2 x 4) + 1], com o primeiro fator correspondente a diferentes tipos de adubos orgânicos (EGD e ECS), o segundo fator corresponde a diferentes níveis de adubação (100, 200, 300 e 400 kg N ha⁻¹) e o 1 representa o tratamento controle (sem adubação), com quatro repetições. Com os resultados analisados, conclui-se que o plantio da alface deve ser realizado após o período de incubação de, no mínimo, três dias da aplicação do composto de esterco de galinha ao solo; o EGD, utilizado no presente estudo, resulta em desempenho agrônômico da alface inferior ao observado no tratamento com composto resultante da mistura de esterco de galinha com serragem; a dose de 300 kg N ha⁻¹ do ECS resulta na máxima acumulação de biomassa seca por planta de alface; o ECS apresenta uma resposta quadrática na produtividade de alface, com máxima na dose de 300 kg N ha⁻¹, sendo 170% superior ao valor observado no esterco desidratado.

Palavras-chave: Adubação orgânica. *Lactuca sativa*. Agricultura orgânica.

ABSTRACT

OLIVEIRA, Galderes Magalhães de. **Evaluation of composted and dehydrated laying hen manure on lettuce agronomic performance.** 2022. 33p. Dissertation (Master Science in Organic Agriculture). Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2022.

Laying poultry is undergoing major technological evolution, to accompany with other agricultural production chains and the growing human demand for chicken eggs, also providing a significant increase in manure production. This increase results in the need to transform it, to allow its commercialization, using dehydration. As it is a recent technology, without many studies on its use in Espírito Santo agriculture, there is a need for research. To enable the proper use of this product, two experiments were conducted with the objective of evaluating the dehydrated laying hen manure in the production of lettuce in an organic production system. The experiments were implemented and conducted in Santa Maria de Jetibá/ES. The first experiment was carried out in a greenhouse, in a 3 x 4 factorial design, with the first factor being three types of organic fertilizers (Dehydrated Laying Hen Manure - EGD, Composting Laying Hen Manure with Sawdust Powder - ECS and Composting Laying Hen Manure with Coffee Straw – ECP) and the second factor different pre-incubation times after fertilizer application (0, 3, 7 and 14 days), with five repetitions (each repetition a pot with a lettuce seedling). The second experiment was carried out under field conditions, in a randomized block experimental design in a factorial scheme [(2 x 4) +1], with the first factor corresponding to different types of organic fertilizers (EGD and ECS), the second factor corresponds to different fertilization levels (100, 200, 300 and 400 kg N ha⁻¹) and the 1 represents the control treatment (without fertilization), with four replications. With the analyzed results, it is concluded that the planting of lettuce must be carried out after an incubation period of at least three days after the application of laying hen manure compost to the soil; EGD, used in the present study, results in a lower agronomic performance of lettuce than that observed in the treatment with compost resulting from the mixture of chicken manure with sawdust; the dose of 300 kg N ha⁻¹ of ECS results in the maximum accumulation of dry biomass per lettuce plant; ECS shows a quadratic response in lettuce yield, with a maximum dose of 300 kg N ha⁻¹, being 170 % higher than the value observed in dehydrated manure.

Keywords: Organic fertilization. *Lactuca sativa*. Organic agriculture.

LISTA DE ABREVIações E SÍMBOLOS

° C	graus Celsius
%	porcentagem
a.C.	antes de Cristo
Al	alumínio
B	boro
Ca	cálcio
CaCl ₂	cloreto de cálcio
Cfb	clima temperado quente
cm	centímetro
cmolc/dm ³	centimol carga por decímetro cúbico
C/N	relação carbono / nitrogênio
Cu	cobre
CV	coeficiente de variação
DAP	dias após o plantio
DiamCab	diâmetro da cabeça
DiamCau	diâmetro do caule
dm ³	decímetro cúbico
ECP	esterco de galinha poedeira compostado com palha de café
ECS	esterco de galinha poedeira compostado com serragem
EGD	esterco de galinha poedeira desidratado
Embrapa	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ES	Espírito Santo
Fe	ferro
g	grama
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
Incaper	Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural
ha	hectare
H+Al	acidez potencial
II	dois
IN	Instrução Normativa
K	potássio
K ₂ O	óxido de potássio
kg	quilo
m	metro
m ²	metro quadrado
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MFPA	Massa fresca da parte aérea
Mg	magnésio
mg/dm ³	miligrama por decímetro cúbico
mg/kg	miligrama por quilo
mm	milímetro
Mn	manganês
MS	matéria seca
Na	sódio
N	nitrogênio
Nº	número
n em 4g ST	número por quatro gramas de sólidos totais

N ha ⁻¹	nitrogênio por hectare
N m ⁻²	nitrogênio por metro quadrado
NMM	nível médio do mar
NMP/g	número mais provável por grama
NPK	nitrogênio, fósforo e potássio
n.s.	não significativo
OAC	Organismo de Acreditação da Conformidade Orgânica
OCS	Organismo de Controle Social
P	fósforo
P ₂ O ₅	pentóxido de fósforo
pH	potencial hidrogeniônico
S	enxofre
t	tonelada
TFSA	terra fina seca ao ar
UTM	Universal Transversa de Mercator
VI	seis
XIV	dezesseis
XX	vinte
Zn	zinco

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1. Resultados da análise de variância do esquema fatorial 3x4, apresentado os níveis de significância de cada fator e da interação entre os fatores, e os coeficientes de variação... 14
- Tabela 2. Variáveis morfológicas da alface em função de tipos de fertilizantes de acordo com os dias de pré-incubação. Massa fresca da parte aérea (MFPA); diâmetro do caule (DiamCau); diâmetro da cabeça (DiamCab); esterco de galinha poedeira desidratado (EGD); esterco de galinha poedeira compostado com serragem (ECS); e esterco de galinha poedeira compostado com palha de café (ECP). 14
- Tabela 3. Massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca da parte aérea (MSPA), diâmetro do caule (DiamCau) e diâmetro da cabeça (DiamCab) e produtividade de alface produzida com os diferentes tipos de fertilizantes (esterco de galinha poedeira desidratado – EGD e esterco de galinha poedeira compostado com serragem - ECS)..... 17
- Tabela 4. Massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca da parte aérea (MSPA), diâmetro do caule (DiamCau) e diâmetro da cabeça (DiamCab) de alface com as diferentes doses de fertilizantes (esterco de galinha poedeira desidratado – EGD e esterco de galinha poedeira compostado com serragem - ECS) comparados com o tratamento controle (SF, 0)..... 18

LISTA DE QUADROS

- Quadro 1: Análise química e biológica dos fertilizantes esterco de galinha poedeira desidratado (EGD) e esterco de galinha poedeira compostado com serragem (ECS)..... 10
- Quadro 2. Resultado de análise de solo do local onde foi realizado o experimento. Amostra retirada a profundidade de 0-20 cm..... 11

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Temperaturas máximas e mínimas em Santa Maria de Jetibá/ES durante a execução dos experimentos. 9
- Figura 2. Sistema de desidratação de esterco de galinha poedeira. A – Moega recebendo esterco fresco e deslocando para cilindro desidratador por meio de esteira. B – Cilindro desidratador. C – Esterco desidratado sendo acumulado para comercialização..... 10
- Figura 3. Sistema de compostagem por meio de revolvimento com auxílio de rotativa. A – Rotativa que realiza o processo de mistura do esterco com pó de serragem ou palha de café. B – Sistema em funcionamento misturando esterco com pó de serragem. C – Amontoado de composto com pó de serragem. 11
- Figura 4. Análise de regressão de massa fresca da parte aérea de alface, de acordo com os diferentes tipos de fertilizantes (esterco de galinha poedeira desidratado - EGD; esterco de galinha poedeira compostado com serragem - ECS e esterco de galinha poedeira compostado com palha de café – ECP) em função dos dias de incubação..... 15
- Figura 5. Análise de regressão para a variável diâmetro do caule de alface, de acordo com os diferentes tipos de fertilizantes (esterco de galinha poedeira desidratado - EGD; esterco de galinha poedeira compostado com serragem - ECS e esterco de galinha poedeira compostado com palha de café – ECP) em função dos dias de incubação..... 16
- Figura 6. Teor de Nitrogênio na massa seca de acordo com os diferentes tipos de fertilizantes (esterco de galinha poedeira desidratado - EGD; esterco de galinha poedeira compostado com serragem - ECS e esterco de galinha poedeira compostado com palha de café – ECP) em função dos dias de incubação. 17
- Figura 7. Análise de regressão para a variável Massa fresca da parte aérea de alface, de acordo com os diferentes tipos de fertilizantes (esterco de galinha poedeira desidratado - EGD; e esterco de galinha poedeira compostado com serragem - ECS) em função das doses dos fertilizantes. 19
- Figura 8. Análise de regressão para a variável Massa seca da parte aérea de alface, em função das doses dos fertilizantes (esterco de galinha poedeira desidratado - EGD e esterco de galinha poedeira compostado com serragem - ECS)..... 20
- Figura 9. Análise de regressão para a variável diâmetro do caule de alface em função da média das doses dos fertilizantes (esterco de galinha poedeira desidratado - EGD; e esterco de galinha poedeira compostado com serragem - ECS)..... 21
- Figura 10. Análise de regressão para a variável diâmetro da cabeça de alface em função das doses dos fertilizantes (esterco de galinha poedeira desidratado - EGD; e esterco de galinha poedeira compostado com serragem - ECS)..... 22
- Figura 11. Análise de regressão para a produtividade de alface em função das doses dos fertilizantes (esterco de galinha poedeira desidratado - EGD; e esterco de galinha poedeira compostado com serragem - ECS). 23
- Figura 12. Teor de Nitrogênio na massa seca das diferentes doses dos fertilizantes (esterco de galinha poedeira desidratado – EGD e esterco de galinha poedeira compostado com serragem - ECS). 23

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	2
2.1 Adubação Orgânica	2
2.2 Esterco de Galinha.....	4
2.3 Legislação.....	5
2.4 Cultura da Alface.....	7
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	9
3.1 Avaliação do Tempo de Pré-Incubação da Alface após Adubação com Esterco de Galinha Poedeira Desidratado.....	11
3.2 Avaliação do Efeito de Diferentes Doses de Composto Desidratado no Incremento de Produtividade da Alface	12
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	14
4.1 Avaliação do Tempo de Pré-Incubação da Alface após Adubação com Esterco de Galinha Poedeira Desidratado.....	14
4.2 Avaliação do Efeito de Diferentes Doses de Composto Desidratado no Incremento de Produtividade da Alface Americana.....	17
5 CONCLUSÕES	25
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	25
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26

1 INTRODUÇÃO

A avicultura de postura passa por grande evolução tecnológica, de modo a acompanhar as demais cadeias produtivas agropecuárias, e a crescente demanda humana pelo ovo de galinha (AUGUSTO, 2007), o que por sua vez, também proporcionou aumento significativo na produção de seu principal resíduo, o esterco.

Cada galinha produz aproximadamente 100 gramas de esterco por dia (AUGUSTO, 2007). O rebanho de galináceos em Santa Maria de Jetibá/ES, município maior produtor de ovos do Brasil, é de aproximadamente 19,5 milhões de aves (IBGE, 2020), o que gera 195 toneladas de esterco por dia.

O aproveitamento do esterco para uso como fertilizante é uma alternativa significativa para promoção da agricultura sustentável, bem como para uma destinação desses rejeitos (PEREIRA et al., 2013; SEDIYAMA et al., 2016).

A adubação é o mecanismo pelo qual colocamos nutrientes no solo para que estes fiquem disponíveis para as plantas, e assim conseguir atingir o desenvolvimento adequado, de modo que, obtenham-se produtos com qualidade e produtividade elevadas (LUZ et al. 2012), com o uso de adubação orgânica de origem animal ou vegetal, no caso da agricultura orgânica.

Nos últimos anos houve um aumento da disponibilidade do esterco de galinha desidratado no município de Santa Maria de Jetibá/ES, pois alguns avicultores estão investindo na desidratação. Essa tecnologia promove diminuição significativa do volume do produto, o que facilita seu acondicionamento, além de concentrar os nutrientes existentes (LI et al., 2020).

Os agricultores já estão fazendo o uso deste subproduto da avicultura de postura sem critérios técnicos, apenas utilizando como base sua concentração de nutrientes apresentadas em resultados de análises químicas. Dessa forma, há a necessidade de encontrar a recomendação adequada para uso deste produto na produção orgânica.

O município de Santa Maria de Jetibá comercializou aproximadamente 1,4 milhões de quilogramas de alface no ano de 2019 na Centrais de Abastecimento do Espírito Santo – CEASA/ES – Unidade Cariacica (CEASA, 2019). Esse valor representa aproximadamente 2 % do volume de todos os produtos comercializados na CEASA/ES no ano de 2019 e 73% de toda alface comercializada nesse mesmo ano (CEASA, 2019a).

Entre os agricultores orgânicos do município de Santa Maria de Jetibá, não há um levantamento de dados que identifique a quantidade produzida, no entanto, é relevante a representatividade desta cultura para os agricultores orgânicos, pois 95% destes produtores locais têm a alface em suas propriedades como forma de cultivo econômico.

Espera-se com os resultados obtidos permitir ao agricultor familiar, que faz uso destes fertilizantes orgânicos, que encontre uma melhor relação entre o uso adequado destes produtos e sua mão de obra, permitindo melhoria da qualidade de vida, partindo do princípio da diminuição da mão de obra, esforço físico e custo do produto.

Assim, como hipótese tem-se que esterco de galinha poedeira desidratado contribui para o aumento da produtividade da alface quando comparado ao esterco compostado em mistura com serragem.

Essa pesquisa tem como objetivo geral avaliar o esterco de galinha poedeira desidratado na produção de alface em sistema orgânico de produção. Os objetivos específicos são avaliar o tempo de pré-incubação do esterco de galinha poedeira desidratado e compostado para o plantio da alface; avaliar o efeito de diferentes doses de composto desidratado e compostado no incremento de produtividade da alface.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Adubação Orgânica

A agricultura é baseada na intervenção pelo homem na biodiversidade existente nas mais diversas regiões do planeta. A constituição de agroecossistemas permitiu grandes avanços econômicos à sociedade, no entanto, com o passar do tempo esta mesma sociedade percebeu que há necessidade de tornar mais equilibrado este desenvolvimento (PAULUS et al., 2000).

Esses mesmos autores comentam que a agricultura de base ecológica tem papel desafiador na construção desse modelo produtivo, que tem como premissa a produção sem que haja comprometimento da preservação ou da renovação dos recursos naturais com o passar dos anos. Para que haja uma agricultura ecológica sólida e sustentável, é importante que se entenda a necessidade de fornecer matéria orgânica para o solo, o encarando como um organismo vivo.

Segundo Schmidt et al. (2013) o aumento da biomassa microbiana em sistemas orgânicos é favorecido pela adubação orgânica. Esses micro-organismos do solo são responsáveis por inúmeras reações bioquímicas, como a transformação da matéria orgânica. Dessa forma, os micro-organismos do solo têm papel fundamental atuando como fonte e dreno de nutrientes para o crescimento das plantas (ANDREOLA e FERNANDES, 2007).

Segundo a Embrapa (2001) os adubos orgânicos podem ser de origem animal ou vegetal, e de acordo com esta origem pode-se verificar maior ou menor concentração de nutrientes, promover maior ou menor estruturação do solo, diferentes atividades microbiológicas, entre outros. Por isso devem ser estudados para determinar as quantidades adequadas de uso.

Para que se realize um manejo eficiente quanto ao uso de esterco no processo de adubação, é necessário que se entenda a dinâmica de mineralização dos nutrientes no solo, pois dessa forma garantir-se-á atender às demandas nutricionais de cada planta cultivada, de acordo com seu ciclo produtivo (FIGUEIREDO et al., 2012).

Há também a necessidade de análises dos adubos orgânicos, para identificação dos nutrientes presentes, bem como análise dos solos após sua utilização para identificação da fertilidade desses solos e os possíveis contaminantes (como metais pesados) (SEDIYAMA et al., 2014).

Por se tratar de um mecanismo que disponibiliza os nutrientes de forma paulatina no solo, a adubação orgânica promove características positivas de qualidade e produtividade para as culturas, inclusive nos aspectos nutricionais (SILVA et al., 2011).

Essa liberação gradual de nutrientes em adubos orgânicos (a exemplo de cama de frango e esterco bovino) contribui para manutenção de uma elevada população de micro-organismos durante todo o cultivo. Diferente do uso de adubos minerais de alta solubilidade, onde os nutrientes são liberados rapidamente, favorecendo a atividade microbiana de forma rápida, porém de curta duração (SCHMIDT et al., 2013).

Segundo Hernández et al. (2016), é viável para produtores rurais a utilização de resíduos orgânicos compostados em seu processo produtivo, pois estes resíduos possuem propriedades que permitem ao agricultor diminuir a quantidade de adubos inorgânicos utilizados em suas lavouras, melhorando as condições físico-químicas do solo, e consequentemente minimizando possíveis perdas por lixiviação.

Da mesma forma, Peixoto Filho et al. (2013) afirmam que ao adicionar adubos orgânicos ao solo, estes ao entrarem em processo de decomposição, irão fornecer nutrientes

para as plantas. No entanto, ressaltam que ao ocorrer a mineralização, as plantas de ciclo curto, como a alface, podem sentir deficiências em virtude da temporalidade do processo.

Em estudo realizado por Schmidt et al. (2013), avaliou-se o efeito de diferentes sistemas de produção (produção convencional e orgânica) sobre a microbiota do solo. De um modo geral, os sistemas de produção orgânicos contribuíram para o aumento da biomassa e atividade microbiana do solo em relação ao sistema de produção convencional. Os autores afirmam que o aumento da biomassa microbiana em sistemas orgânicos é favorecido pela adubação orgânica, no caso do estudo de cama de frango e de esterco bovino.

Rodrigues et al. (2013) ressaltam que agroecossistemas desequilibrados, onde há ausência de rotação de culturas, excessivo uso de insumos externos, e ainda baixa entrada de fontes orgânicas variadas, apresentam uma diminuição da biodiversidade do solo, fato esse que reflete na sanidade, no crescimento e na produtividade das culturas.

De acordo com Kiehl (1985), o elevado teor de nitrogênio no esterco de aves poedeiras pode proporcionar efeito salino, prejudicial às plantas, se não for devidamente tratado, antes de ser usado como adubo no solo, além de representar um desperdício de nutrientes, muito valiosos do ponto de vista biológico, quando esse material não está estabilizado. Além disso, a aplicação de resíduos com alta relação carbono/nitrogênio induz a deficiência de nitrogênio às culturas bem como grande parte dos nutrientes do esterco está na forma orgânica e necessitam ser mineralizados, para se tornarem disponíveis às plantas. Dessa forma, a compostagem vem como uma alternativa para transformar materiais orgânicos em fonte de nutrição para as plantas.

Os materiais mais comuns utilizados como adubos orgânicos são resíduos de culturas e dejetos de animais que apresentam uma grande quantidade de micro-organismos (TIAGO et al., 2008), tanto benéficos quanto maléficos às plantas. O uso desses materiais após o processo de compostagem é a melhor estratégia, uma vez que facilita o manejo do esterco, reduz o volume dos resíduos e a perda de nitrogênio (PEREIRA et al., 2013; SEDIYAMA et al., 2016).

A compostagem é um processo de decomposição aeróbica, em que há liberação de gás carbônico, água, na forma de vapor e, através da ação dos micro-organismos, a energia. Uma parte dessa energia será utilizada pelos microrganismos para seu desenvolvimento e o restante é liberado como calor (PEREIRA et al., 2013).

Segundo Rudisill et al. (2015) o uso constante de adubações orgânicas com o uso de adubos verdes e cama de frango resultam em solos com aumento da atividade microbiana e do carbono ativo.

A maior atividade biológica do solo aumenta a reciclagem de nutrientes, o que permite melhor aproveitamento dos fertilizantes aplicados, sejam eles orgânicos ou minerais (SAGRILO et al., 2009).

A quantidade e composição da biomassa microbiana podem ser influenciadas pela qualidade da matéria orgânica proveniente dos resíduos adicionados ao solo, uma vez que esta pode ser mais ou menos biodisponíveis à decomposição enzimática pelos micro-organismos (BERILLI et al., 2017).

Tiago et al. (2008), avaliando a quantidade de bactérias e fungos em diferentes esterco e vermicompostos produzidos, bem como o efeito destes vermicompostos usados como adubo sobre a comunidade de bactérias e fungos em substratos observaram que houve diferença na quantidade de micro-organismos totais (bactérias + fungos) nos esterco, que após o processo de vermicompostagem houve um aumento na comunidade de bactérias e fungos e que houve um aumento significativo na quantidade de bactérias e fungos no substrato adubado com vermicomposto de bovino e na quantidade de bactérias no substrato adubado com vermicomposto de equino.

Nos trabalhos desenvolvidos por Canellas et al. (2003), os autores perceberam que a adição de resíduos orgânicos viabiliza incremento nos teores de matéria orgânica, melhorando atributos do solo, a exemplo da formação de agregados.

2.2 Esterco de Galinha

O esterco de galinha é o excremento de galinhas poedeiras engaioladas que, durante o período de postura, vai se acumulando em esteiras ou fosso, a depender do nível de tecnologia da granja, ou seja, é o excremento puro. Diferente da cama de frango, que é a junção da maravalha (lascas de madeira) com os excrementos de frango, sendo constituída pela deposição deste sobre a cama formada pela maravalha que, depois de findado o ciclo produtivo de um ou dois lotes de aves, é revirado durante 15 dias.

Os altos custos dos fertilizantes sintéticos comerciais, assim como o aumento exacerbado da poluição do meio ambiente permitem perceber o quanto os resíduos orgânicos representam uma opção para nutrição de plantas, principalmente olerícolas. Diante dessa premissa, suscita-se a necessidade de estudar esses resíduos, verificando sua viabilidade econômica de uso para a agricultura (SANTOS et al., 2011).

Dentre os resíduos de origem animal, temos os dejetos de bovinos e de aves como os principais utilizados, sendo que o segundo geralmente apresenta maiores teores de nitrogênio. Esses dejetos, conhecidos como esterco, são formados por excrementos sólidos e líquidos dos animais e podem estar misturados com restos vegetais (FINATO et al., 2013).

Dentre os esterco, o que apresenta um uso consolidado e com uma logística já estabelecida é a cama de frango (BERILLI et al., 2017). Para Blum et al. (2003) quando manejada adequadamente, a cama de frango é uma excelente fonte de nutrientes para as plantas, substituindo perfeitamente a demanda que na maior parte das vezes é atendida por fertilizantes sintéticos.

Para melhor formação do substrato componente do piso da cama aviária são utilizados os seguintes subprodutos: serragem de madeira, maravalha, sabugo de milho triturado, gramíneas desidratadas, casca de amendoim, palhas de culturas em geral e casca de arroz (HAHN, 2004).

Em avaliação de amostras de cama de frango de sistemas confinados nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, Rogeri et al. (2016) observaram grande variabilidade físico-química, com a média da matéria seca de 64% e as médias de N total, P₂O₅ e K₂O (base seca) foram de 2,2, 3,0 e 2,9%, respectivamente. Também observaram que mais de 90 % do nitrogênio estava na forma orgânica, e que o nitrogênio inorgânico estava predominantemente na forma de amônio (NH₄⁺-N) e o nitrato (NO₃⁻-N) estava ausente.

A Instrução normativa nº 61, de 08 de julho de 2020, que estabelece as regras sobre definições, exigências, especificações, garantias, tolerâncias, registro, embalagem e rotulagem dos fertilizantes orgânicos e dos biofertilizantes, destinados à agricultura, apresenta como especificações dos fertilizantes orgânicos simples (esterco e camas) os valores de umidade máxima de 40%, e o mínimo de N de 1 % e de C orgânico de 20 % (BRASIL, 2020).

Ao avaliarem a decomposição e liberação de nutrientes (N, P, K, Ca) da cama de aviário oriunda de granjas de frangos de corte no Paraná, Pitta et al. (2012) observaram que as maiores perdas de matéria seca (MS) (35 %) foram verificadas nos primeiros 30 dias e as maiores taxas de liberação de nutrientes ocorrendo nos primeiros 60 dias de incubação em campo. Nesse período, 40, 34, 91 e 39 % do N, P, K e Ca encontrados na matéria seca inicial da cama já haviam sido liberados ao solo. Após um ano de incubação em campo, a cama apresentou residual de 27, 15,7, 18 e 30 % do valor inicial de MS e teor de N, P e Ca, respectivamente. Já o K apresentou a taxa de liberação mais rápida: após 30 dias de incubação em campo, 91 % do K encontrado na cama já havia sido liberado ao solo.

Além de identificar o melhor componente que permita viabilizar uma nutrição mais eficiente, a evolução da produção agrícola brasileira é constante, e necessita que aspectos como a produtividade, a eficiência, a lucratividade e a sustentabilidade sejam consideradas em todas as suas fases (SANTI et al., 2010).

Segundo Guareschi et al. (2013), os resultados obtidos em sua produção de feijão adubada com cama de frango foram similares a que se utilizou adubação com fertilizantes minerais solúveis. Estes autores concluem que a cama de frango é uma excelente alternativa para nutrição do feijoeiro azuki, promovendo pleno desenvolvimento, bem como diminuindo custos.

Com o avanço da tecnologia de produção de ovos por meio de granjas automáticas em regiões produtoras de ovos de galinhas no Brasil, permitiram-se grandes avanços no processo de produção e criação das galinhas. Da mesma forma, com o aumento da produção de esterco, surgiu a necessidade da utilização de máquinas de desidratação de esterco, que diminuem em média 70 % do volume inicial.

Na China essa tecnologia de desidratação de esterco de galinhas poedeiras vem sendo utilizada em larga escala, principalmente através de um sistema de convecção térmica, com uma temperatura média anual do sistema de secagem entre 10 e 35 °C (LI et al., 2020). Nos Estados Unidos, a temperatura recomendada de secagem é de 65 °C por pelo menos uma hora ou até chegar a 12% de umidade e na União Europeia de temperatura maior que 70 °C também por pelo menos 60 minutos para que ocorra a destruição de possíveis contaminantes biológicos (CHENG e JIANG, 2014).

A desidratação é utilizada não só para redução do volume de esterco, mas também para redução de patógenos e de emissão de amônia. Além disso, a desidratação permite a redução dos custos com logística, armazenamento e na mão de obra para a sua utilização pelos agricultores (KIC e ABOLTINS, 2013; CHENG e JIANG, 2014). Segundo Ghaly e Alhattab (2013), o esterco de aves desidratado pode ser utilizado como fertilizante para as plantas devido ao seu alto teor de nitrogênio, fósforo e potássio, nutrientes essenciais para as plantas.

Daramy et al. (2020) avaliaram as alterações nas composições químicas de esterco de galinha poedeira em gaiolas por diferentes temperaturas de carbonização (350, 500 e 650 °C) e os efeitos dessas alterações na biodisponibilidade de nitrogênio no solo. Os autores concluíram que a temperatura de 350 °C houve alterações químicas e estruturais no material, mas houve um incremento na biodisponibilidade de N no solo e no seu uso pelas plantas. Já as temperaturas mais altas (500 e 600 °C) afetaram negativamente essas mesmas características, não sendo recomendada pelos autores a secagem a essas temperaturas.

No Brasil, no entanto, o esterco de galinha poedeira desidratado está em fase inicial de utilização, não havendo ainda critérios técnicos para tal utilização como fertilizante, sendo necessários estudos do uso correto, tanto do ponto de vista da legislação, quando do ponto de vista agrônomo.

2.3 Legislação

A agricultura passou por grandes evoluções ao longo de todo século XX, perfazendo grandes avanços produtivos, mas que com o passar do tempo promoveu como consequência a falta de equilíbrio do sistema socioambiental e produtivo, o que permitiu a agricultura orgânica se consolidar no cenário internacional próximo da década de 1970.

No Brasil, nesta mesma década eram publicadas obras que contestavam o modelo produtivo convencional. Surgia ali a agricultura alternativa, e que com o tempo passou a ser reconhecida como agricultura orgânica. No ano de 2003, com apoio de vários atores sociais,

foi instituída a lei brasileira de agricultura orgânica com objetivo de normatizar o tema diante de toda comunidade.

A Lei nº 10.831 de 23 de dezembro de 2003 foi constituída tendo como um de seus objetivos padronizar o entendimento do que era a agricultura alternativa, consolidando em um único termo - agricultura orgânica - todos os seus sinônimos praticados em todo o território nacional (FONSECA, 2013).

Esta lei define como sistema de produção orgânica (BRASIL, 2003):

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

Consequente a elaboração da lei federal e com objetivo de detalhar cada vez mais o processo orgânico de produção, foi publicada a Instrução Normativa nº 46, em 26 de outubro de 2011, caracterizada como o Regulamento Técnico para os Sistemas Orgânicos de Produção, onde também são apresentadas as listas de substâncias e práticas permitidas para uso nos Sistemas Orgânicos de Produção (BRASIL, 2011). A IN 46 foi substituída pela Portaria do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento nº 52, de 15 de março de 2021, onde se atualizou alguns conceitos, no entanto, manteve sua base de informações para nortear os processos produtivos dentro do âmbito nacional.

A Portaria número 52, descreve na alínea VI do artigo 2º os fundamentos do processo de compostagem, fator importante em se tratando da utilização de composto orgânico (material obtido a partir da compostagem), que deve atender aos requisitos expostos para que possam ser utilizados em processos orgânicos de produção (BRASIL, 2021).

Para que se cumpra o que está descrito no artigo 95, na alínea II desta mesma portaria, na qual determina que “sistemas de produção orgânica devem priorizar a manutenção da atividade biológica do solo, o equilíbrio de nutrientes e a qualidade da água”, é imprescindível que sejam utilizados materiais orgânicos estabilizados, que contenham em sua composição níveis de metais pesados dentro dos padrões exigidos por esta portaria e que seja autorizado pelo Organismo de Acreditação do processo orgânico.

Sendo assim, o uso de materiais externos a propriedade, a exemplo dos esterco de aves de postura, deve obedecer aos requisitos de qualidade do produto, avaliando possíveis contaminações biológicas e químicas existentes ou potenciais, que devem ser analisadas pelo OAC (Organismo de Acreditação da Conformidade) ou OCS (Organismo de Controle Social) para aprovar o uso. Outro aspecto importante é a existência de outras fontes de nutrientes na região. Só apenas nos casos em que não houver disponibilidade, é que poderá ser autorizado o uso deste tipo de material na recomposição nutricional do solo.

É relevante salientar da necessidade de o esterco passar por processo de compostagem e bioestabilização antes do uso, e que não pode ser utilizado em partes comestíveis de forma direta, e quando não compostados devem ser utilizados com no mínimo 60 dias anterior ao período de consumo, nos casos em que a parte comestível estiver em contato direto com o solo (BRASIL, 2021).

A utilização do fertilizante fazendo uso de mecanismos biológicos de estabilização é imprescindível para garantir ao produtor orgânico que este material tenha características favoráveis ao desenvolvimento das plantas cultivadas. No entanto, este processo não garante a inexistência de microrganismos desfavoráveis à qualidade do produto (CZPELA et al., 2020).

De acordo com a portaria número 001, do Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal do Espírito Santo (IDAF), de 25 de fevereiro de 2019, que foi baseada na Instrução Normativa MAPA número 56, de 04 de dezembro de 2007, e na norma interna MAPA número 01, de 12 de janeiro de 2010, foram criados mecanismos que garantam procedimentos mínimos à produção, tratamento, transporte, destinação e fiscalização de esterco de aves de produção.

Tal legislação regula a entrada de esterco originário de outras áreas de criação de galinhas, garantindo que este não contenha contaminação por patógenos e seja transportado de forma legalizada, gerando garantia da qualidade do composto a partir do tratamento final, que é fundamentado nos termos do artigo 18 (ESPÍRITO SANTO, 2019).

A fim de garantir a qualidade ambiental dos compostos gerados pelo processo de compostagem de resíduos orgânicos foram estabelecidos alguns critérios e procedimentos que o viabilizem, tornando-o um produto passível de utilização agrícola e que não contamine o meio ambiente (BRASIL, 2017).

No processo de compostagem definido na legislação acima se indica o tempo adequado em detrimento da temperatura do sistema, para que sejam eliminados os microrganismos patogênicos. O processo de desidratação também auxilia no processo de eliminação de patógenos que possam vir a contaminar o fertilizante.

2.4 Cultura da Alface

A alface (*Lactuca sativa L.*) é uma hortaliça da família Asteraceae, e chegou ao Brasil no século XVI trazida pelos portugueses. No entanto, já era conhecida no Egito, por volta de 4.500 a.C. É uma das hortaliças folhosas mais consumidas no Brasil (SANTOS et al., 2001).

Segundo Sala e Costa (2012), é uma planta herbácea, com pequeno caule, onde se prendem as folhas, que podem ser lisas, crespas, e formar cabeça ou não. Apresenta cores diversas com tons variando de verdes amarelados a roxas.

Por ser consumida *in natura*, vem sendo cada vez mais comum na mesa dos brasileiros, e é crescente a procura das variedades produzidas de forma orgânica. Para Fonseca (2005), isso se dá em virtude da sensibilização da população sobre a necessidade de uma alimentação mais saudável, ou seja, sem a presença de resíduos de agroquímicos nos alimentos.

Devido ao seu período curto de pós-colheita, a alface é uma cultura que normalmente é produzida nas áreas próximas aos grandes centros urbanos (SANTOS et al., 2001). Cada brasileiro consome, em média, dois quilos de alface por ano, e o investimento na sua aquisição para a mesa representa 40 % de todas as verduras consumidas (IBGE, 2011).

Com a expansão das áreas produtivas ao longo dos anos, cresceram juntos também os mecanismos de produção: tradicional, hidropônico e orgânico, que fazem com que a hortaliça apresente propriedades diferenciadas (SILVA et al., 2010).

Para a cultura da alface, há vários trabalhos avaliando o uso de fertilizantes orgânicos, constatando-se aumentos significativos de produtividade e qualidade (OLIVEIRA et al., 2010). Estes mesmos autores relatam que as hortaliças folhosas respondem muito bem à adubação orgânica, e ressaltam que a utilização de fertilizantes químicos inorgânicos promove de certa forma uma redução na atividade biológica do solo, o que pode afetar a capacidade produtiva das culturas.

Ao avaliarem o uso de esterco de frango, bovinos e ovinos no desenvolvimento da cultura da alface, Peixoto Filho et al. (2013) chegaram à conclusão de que o esterco de frango nos dois primeiros ciclos produtivos seguidos promoveu melhor desempenho agrônomico da cultura. Inclusive não houve diferença estatística ao comparar o uso de cama de frango com o tratamento que usou fertilizante mineral.

Oliveira et al. (2012) observaram que a incorporação da mucuna preta ao solo sem revolvimento e o uso de composto (esterco bovino 20%, carvão vegetal 20% e restos vegetais de gramíneas 60%) como adubação orgânica foram favoráveis para o incremento de fungos micorrízicos no cultivo orgânico de alface.

Ao avaliar a produção de alface com a utilização de adubos químicos e orgânicos, Abreu et al. (2010) concluiu que, com a adição dos adubos orgânicos ao solo, houve melhorias nas condições físicas e químicas, o aumento dos teores de macro e micronutrientes, além de obter maiores produtividades, que no caso desse experimento foi observado com a utilização de esterco de galinha.

Ribeiro et al. (2019), avaliando a produção de alface com adubação orgânica e mineral, observaram que a adubação orgânica (esterco bovino e cama de frango) foi mais eficiente para aumento da produção que a adubação mineral, o que, segundo os autores, foi causado pelos efeitos no solo do fósforo residual proveniente da adubação orgânica.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi implantado e conduzido na área da Fazenda do Incaper no município de Santa Maria de Jetibá/ES, localizada na comunidade de Barra do Rio Possmoser, a 8 km do centro da cidade, nas coordenadas UTM (312265,87 m E e 7778566,57 m S), a uma altitude de 850 m (NMM). De acordo com a última atualização da Classificação Climática de Köppen e Geiger (1928), feita por Alvares et al. (2013), Santa Maria de Jetibá está classificado com o clima do tipo “Cfb”, ou seja, clima temperado quente, sem estação seca no inverno. A temperatura média do mês mais quente é inferior a 22 °C e a do mês mais frio é inferior a 18 °C. A precipitação média do mês mais seco é superior a 60 mm.

Os dados de temperatura durante o experimento estão apresentados na Figura 1. Observa-se que a temperatura mínima foi de 6,3 °C, no dia 25/08/2021 e a temperatura máxima foi de 38,2 °C no dia 07/09/2021.

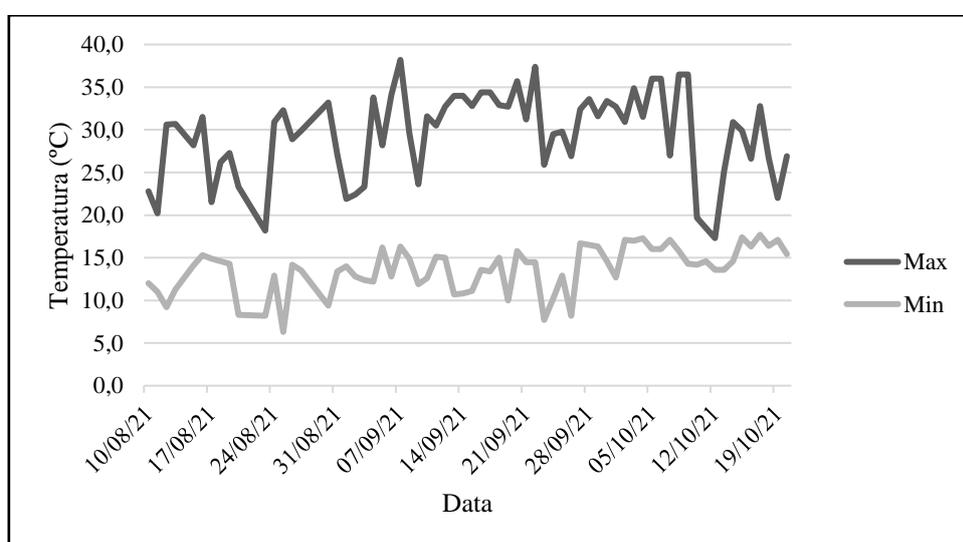


Figura 1. Temperaturas máximas e mínimas em Santa Maria de Jetibá/ES durante a execução dos experimentos.

Foram realizados dois experimentos, sendo um em casa de vegetação e o outro em campo. No primeiro experimento, foi realizada a avaliação do tempo de pré-incubação da alface após adubação com esterco de galinha poedeira desidratado. Esse experimento foi realizado uma vez que os agricultores que utilizam esterco no cultivo de alface relataram algumas vezes a ocorrência de queimas foliares quando da sua utilização.

No segundo experimento, instalando a campo, foi realizada a avaliação do efeito de diferentes doses de composto desidratado no incremento de produtividade da alface.

Foram utilizados três tipos de fertilizantes orgânicos: esterco de galinha poedeira desidratado (EGD), esterco de galinha poedeira compostado com palha de café (ECP) e esterco de galinha poedeira compostado com serragem (ECS). Os três fertilizantes foram utilizados no primeiro experimento e apenas EGD e ECS foram avaliados no segundo experimento, a campo, uma vez que há pouca disponibilidade do ECP na região.

Os fertilizantes utilizados no experimento a campo foram caracterizados para apoiar a condução dos experimentos (Quadro 1).

Quadro 1. Análise química e biológica dos fertilizantes esterco de galinha poedeira desidratado (EGD) e esterco de galinha poedeira compostado com serragem (ECS)

Parâmetro	Unidade	Tipo de esterco	
		EGD	ECS
Umidade a 60-65°C	%	13,56	15,26
pH em CaCl ₂	-	8,20	9,80
Matéria Orgânica Total	%	69,15	50,50
Matéria Orgânica Compostável	%	57,39	44,35
Carbono Orgânico ¹	%	31,88	24,64
Relação C/N	-	8/1	16/1
Nitrogênio total (N) ²	%	4,16	1,54
Fósforo total (P ₂ O ₅) ³	%	2,40	3,86
Potássio total (K ₂ O) ³	%	3,46	3,09
Cálcio total (Ca) ³	%	6,36	10,48
Magnésio total (Mg) ³	%	0,81	1,00
Enxofre total (S) ³	%	0,71	0,65
Ferro total (Fe) ³	%	0,18	0,91
Zinco total (Zn) ³	mg/kg	375,0	491,7
Cobre total (Cu) ³	mg/kg	45,0	75,0
Manganês total (Mn) ³	mg/kg	456,2	645,7
Boro total (B) ⁴	mg/kg	38,1	28,4
Contagem de coliformes termotolerantes	NMP/g ⁵	0	0
Pesquisa de <i>Salmonella</i> sp.	Aus/Pres em 25 g ⁶	Ausente	Ausente

Resultados na base de matéria seca (massa/massa); 1 - Oxidação com bicromato de potássio; 2 - Digestão sulfúrica; 3 - Digestão nitro-perclórica; 4 - Digestão seca; 5 - NMP/g - Número mais provável por grama; 6 - Aus/Pres em 25g - Ausência ou Presença em 25g.

O esterco de galinha desidratado é obtido através do processo de desidratação que ocorre em máquina desidratadora de esterco (Figura 2). Nesse processo, o esterco, é deslocado através das esteiras localizadas sob as gaiolas das galinhas poedeiras diretamente para o depósito de resíduo (moega), e em seguida, através de outra esteira segue para o cilindro do desidratador, que está com temperatura entre 150 e 500 °C, considerando o início e o final do cilindro de secagem, respectivamente. Essas esteiras funcionam através do uso de energia elétrica, bem como o sistema de rotação do cilindro desidratador, já o sistema de desidratação é alimentado pela queima de cavacos (pequenos pedaços de madeira) oriundos de serrarias da região.



Figura 2. Sistema de desidratação de esterco de galinha poedeira. A – Moega recebendo esterco fresco e deslocando para cilindro desidratador por meio de esteira. B – Cilindro desidratador. C – Esterco desidratado sendo acumulado para comercialização.

Os esterco de galinha compostados com palha de café (oriundas de processo de descascamento, despulpamento ou beneficiamento de café arábica e conilon da região) e serragem (oriundo de fábricas de caixas de madeira da região) são produzidos em grandes galpões, que possuem uma enxada rotativa (Figura 3) de tamanho grande utilizada para

revolver toda a mistura de tempos em tempos, até atingir o ponto de compostagem adequado para comercialização, quando o composto atinge umidade aproximada de 50 %. O processo de compostagem tem duração de 15 dias, ocorre com temperatura variando entre 70 e 80 °C, sendo ativado por bactérias aeróbias e anaeróbias nativas dos materiais.



Figura 3. Sistema de compostagem por meio de revolvimento com auxílio de rotativa. A – Rotativa que realiza o processo de mistura do esterco com pó de serragem ou palha de café. B – Sistema em funcionamento misturando esterco com pó de serragem. C – Amontoado de composto com pó de serragem.

Para o experimento em vasos o solo utilizado foi o mesmo da área experimental utilizada para o experimento de campo. Foi realizada análise química do solo (Quadro 2), para que fosse avaliada a fertilidade e a correção da acidez, de modo a padronizar as condições de recebimento dos tratamentos propostos.

Quadro 2. Resultado de análise de solo do local onde foi realizado o experimento. Amostra retirada a profundidade de 0-20 cm

Parâmetros	pH (em Água)	P	K	S	Na	Ca	Mg	Al	H+Al	Matéria Orgânica Total
Referência		mg/dm ³				cmolc/dm ³				%
Área Experimental	5,9	16	81	6	6	2,5	0,6	0,0	4,2	3,1

3.1 Avaliação do Tempo de Pré-Incubação da Alface após Adubação com Esterco de Galinha Poedeira Desidratado

O experimento foi implantado no dia 10 de setembro de 2021 e conduzido em casa de vegetação. O solo utilizado no experimento foi um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, oriundo de área de produção agrícola em uso da referida Fazenda.

O procedimento para coleta do solo foi de acordo com o proposto por EMBRAPA (1997), sendo posteriormente peneirado e posto para secagem, de modo a atingir o ponto de TFSA (terra fina seca ao ar). O solo então foi posto sobre piso cimentado, onde recebeu as doses de calcário e fosfato natural recomendadas, e por fim, depois de depositados nos vasos, todas as adubações de acordo com o proposto no experimento.

O experimento foi conduzido em vasos de plásticos com volume de 4,5 litros. Cada vaso foi preenchido com 4 dm³ (quatro decímetros cúbicos) de solo, sendo fertilizado obedecendo a dose de 200 kg de N ha⁻¹, recomendada para a cultura.

As mudas de alface foram produzidas obedecendo ao mesmo procedimento adotado pelos agricultores locais. Utilizou-se a cultivar Vanda no experimento, pois possui versatilidade e baixa sazonalidade, podendo ser cultivada durante todo o ano, sem a perda de produtividade. Apresenta tamanho grande com folhas compridas e vigorosas, instaladas em

um caule grosso, mesmo apesar de seu ciclo ser considerado curto (precoce). Sua principal vantagem permitida pela precocidade é o menor custo de manutenção a campo.

Para produção de mudas foi utilizado substrato Carolina[®], que é composto por turfa de *sphagnum*, vermiculita expandida, calcário dolomítico, gesso agrícola e traços de fertilizante NPK, não possuindo certificação orgânica. O material foi disposto sobre bandejas de plástico com 200 células, com uma semente em cada célula, e submetida a irrigação. As bandejas foram dispostas em casa de vegetação para que as mudas atingissem tamanho adequado (4 folhas definitivas) para serem transplantadas para o vaso ou campo. Após 30 dias atingiram o tamanho adequado para transplântio, e foram plantadas com 37 dias nesta avaliação.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 x 4. O primeiro fator corresponde a diferentes fertilizantes orgânicos (Esterco de Galinha Poedeira Desidratado - EGD; Esterco de Galinha Poedeira Compostado com serragem - ECS e o Esterco de Galinha Poedeira Compostado com Palha de Café - ECP). O segundo fator corresponde a diferentes tempos de pré-incubação após a aplicação dos fertilizantes (0, 3, 7, 14 dias após a adubação). Foram adotadas cinco repetições e cada repetição consistiu em um vaso com uma muda de alface, totalizando 60 unidades experimentais.

O termo pré-incubação se refere ao período obtido pela diferença entre a data de realização da fertilização do solo e a data de plantio das mudas.

Durante todo o período experimental, a umidade do solo foi mantida através de irrigação manual, com uso de regador, para garantir pleno desenvolvimento das plantas.

Após realização do plantio das mudas, foram realizadas diariamente avaliações da situação das folhas, até o término do ciclo da cultura. Foi avaliada a presença de clorose, necrose ou outro dano visível que possa surgir em detrimento do fertilizante utilizado.

A colheita foi realizada aos 41 dias após o transplântio e as plantas foram avaliadas nas seguintes características:

- Massa fresca da parte aérea - as plantas foram retiradas do solo e cortadas no coleto, separando raízes do caule. A parte aérea foi pesada em balança semi-analítica;
- Diâmetro do caule – após realização de corte da planta no coleto, realizou-se a medição do diâmetro do caule por meio de paquímetro;
- Diâmetro da cabeça - foi obtida depois de retirada das folhas externas não comerciais, medindo-se através de paquímetro o diâmetro da circunferência de uma extremidade a outra da planta;
- Análise química da parte aérea – foi analisado o teor de nitrogênio na matéria seca.

As variáveis analisadas foram tabuladas e submetidas à análise de variância pelo teste F, as médias comparadas pelo teste Scott-Knott, e o tempo de incubação foi avaliado por regressão.

3.2 Avaliação do Efeito de Diferentes Doses de Composto Desidratado no Incremento de Produtividade da Alface

O experimento foi conduzido em condições de campo, em um solo latossolo vermelho-amarelo distrófico. Foi implantado no dia 03 de setembro de 2021.

De acordo com o resultado da análise de solo (Quadro 2) foi realizada a calagem e complementação de P₂O₅ através de uma fosfatagem com fosfato natural reativo.

Em seguida, foram construídos os canteiros, com uso de uma enxada rotativa encanteiradora (MODELO ERP-150) acoplada a um trator agrícola, com as seguintes dimensões: 1,2 metros de largura por 30 metros de comprimento e 0,3 m de altura.

Em seguida, foi aplicado o fertilizante orgânico de acordo com cada parcela experimental, sendo incorporado manualmente com apoio de enxada, e o nivelamento com “rastelo” ou “ancinho”. Em seguida foi efetuada a irrigação dos canteiros antecedendo o

transplântio das mudas. Para o experimento de campo foram utilizados os seguintes fertilizantes: Esterco de Galinha Poedeira Desidratado – EGD e Esterco de Galinha Poedeira Compostado com Serragem – ECS, uma vez que o ECS é o fertilizante com maior disponibilidade para os agricultores na região.

As mudas de alface foram obtidas conforme o mesmo processo descrito no item 3.2, e foram transplantadas quando as mudas atingiram 30 dias. O espaçamento utilizado foi de 0,30 x 0,30 metros entre plantas.

Após o transplântio das mudas, foi feito o monitoramento diário das plantas em relação aos seus aspectos sanitários e vegetativos de desenvolvimento, desde o preparo do solo até o final do ciclo, sendo registradas as atividades realizadas e aspectos constatados visualmente.

Ao atingirem o padrão comercial para a alface, com 48 dias do plantio, as seis plantas centrais de cada parcela experimental foram colhidas e avaliadas nas seguintes características:

- Massa fresca da parte aérea - as plantas foram retiradas do solo e cortadas no coleto, separando raízes do caule. A parte aérea foi pesada em balança semi-analítica;
- Massa seca da parte aérea - após secagem em estufa de ventilação forçada de ar (65 °C até peso constante) foi pesada em balança semi-analítica;
- Diâmetro do caule – após realização de corte da planta no coleto, realizou-se a medição do diâmetro do caule por meio de paquímetro;
- Diâmetro da cabeça - foi obtida depois de retirada das folhas externas não comerciais, medindo-se através de paquímetro o diâmetro da circunferência de uma extremidade a outra da planta;
- Produtividade – obtida através da produção média por parcela.
- Análise química da parte aérea – foi analisado o teor de nitrogênio na matéria seca.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados em esquema fatorial [(2 x 4) + 1]. Onde o primeiro fator corresponde a diferentes tipos de adubos orgânicos (Esterco de Galinha Poedeira Desidratado – EGD e Esterco de Galinha Poedeira Compostado com Serragem – ECS). O segundo fator corresponde a diferentes níveis de adubação (100, 200, 300 e 400 kg N ha⁻¹) e o 1 representa o tratamento controle (sem adubação). Foram utilizadas quatro repetições, totalizando 36 unidades experimentais. Cada unidade experimental consistiu de 2,53 m², sendo 2,3 metros de comprimento por 1,1 metros de largura.

As variáveis analisadas foram tabuladas e submetidas à análise de variância. Com análise de regressão e com as médias comparadas pelo teste Scott-Knott, a 5% de probabilidade, e comparados ao tratamento controle através do teste de Dunnett.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Avaliação do Tempo de Pré-Incubação da Alface após Adubação com Esterco de Galinha Poedeira Desidratado

Não foi observada a presença de clorose, necrose ou outro dano visível nas folhas de alface durante todo o período do experimento, não havendo então sinais de que os fertilizantes testados apresentassem algum tipo de dano às plantas.

Para a variável massa fresca da parte aérea (MFPA) houve interação entre os fatores, sendo os fatores avaliados em conjunto. Já para as variáveis diâmetro do caule (DiamCau) e diâmetro da cabeça (DiamCab) não houve interação entre os fatores, dessa forma os fatores foram avaliados isoladamente (Tabela 1).

Tabela 1. Resultados da análise de variância do esquema fatorial 3x4, apresentado os níveis de significância de cada fator e da interação entre os fatores, e os coeficientes de variação

	Nível de significância			CV %
	Tempo	Fertilizante	Interação	
MFPA	<0,001*	<0,001 *	0,046 *	22,00
DiamCau	<0,001 *	<0,001 *	0,097 n.s.	15,03
DiamCab	0,242 n.s.	<0,003 *	0,408 n.s.	12,44
Teor de N	0,02*	<0,001 *	0,105 n.s.	29,10

*: significativo ao nível de 5,0%; n.s.: não significativo.

Observa-se que, em média geral, para todas as variáveis analisadas, as plantas de alface adubadas com o esterco de galinha poedeira desidratado (EGD) tiveram menor desempenho do que as plantas adubadas com o esterco de galinha poedeira compostado com serragem (ECS) e com o esterco de galinha poedeira compostado com palha de café (ECP) e essa diferença foi ficando mais acentuada com o passar dos dias de incubação (Tabela 2).

Tabela 2. Variáveis morfológicas da alface em função de tipos de fertilizantes de acordo com os dias de pré-incubação. Massa fresca da parte aérea (MFPA); diâmetro do caule (DiamCau); diâmetro da cabeça (DiamCab); esterco de galinha poedeira desidratado (EGD); esterco de galinha poedeira compostado com serragem (ECS); e esterco de galinha poedeira compostado com palha de café (ECP)

Dias de pré-incubação	MFPA (g)			DiamCau (cm)			DiamCab (cm)			Teor de N (%)		
	Tipos de Fertilizantes			Tipos de Fertilizantes			Tipos de Fertilizantes			Tipos de Fertilizantes		
	EGD	ECS	ECP	EGD	ECS	ECP	EGD	ECS	ECP	EGD	ECS	ECP
0	83,89a	91,91a	122,00a	7,26a	7,98a	7,66a	30,60a	31,63a	34,80a	3,49a	2,25a	3,01a
3	101,07b	160,95a	184,48a	7,46b	9,72a	10,78a	31,60a	35,00a	37,00a	3,41 a	1,97 a	2,18a
7	73,74b	157,22a	181,96a	6,88b	10,36a	9,54a	34,60a	32,80a	37,30a	3,47 a	1,79 a	2,41a
14	91,39c	148,03b	204,49a	9,20a	10,08a	10,34a	30,50b	37,90a	37,50a	3,95 a	1,91 a	2,29a
Média Geral	87,52c	139,53b	173,23a	7,70b	9,53a	9,58a	31,83b	34,33a	36,65a	3,58a	1,98a	2,47a
CV (%)	22,00			15,03			12,44			28,46		

Médias seguidas por letras distintas na linha (entre tipos de fertilizantes) diferem entre si pelo método de agrupamento de Scott-Knott após a análise de variância, a 5% de probabilidade.

Para diâmetro do caule e diâmetro da cabeça, não houve diferença significativa entre os tratamentos ECP e ECS.

Para massa fresca da parte aérea (MFPA), na média geral os três tratamentos apresentaram diferença significativa entre si. O ECP foi o melhor tratamento, apresentando uma MFPA cerca de 100% superior ao valor observado para EGD. O ECS apresentou valor intermediário, sendo cerca de 60% superior ao EGD.

No tempo zero (tratamento sem incubação), não houve diferença significativa entre os fertilizantes, enquanto a incubação por 14 dias permitiu a melhor discriminação entre os tratamentos.

Na média geral, a MFPA foi de 87,52, 139,53 e 173,23 g por planta, para EGD, ECS e ECP, respectivamente. Uma das hipóteses é que como os teores de N são muito diferentes (4,16 e 1,54 % de N para EGD e ECS, respectivamente), a quantidade aplicada com base no fornecimento de N também é diferente, o que acaba influenciando na quantidade de matéria orgânica e dos outros nutrientes que são aportados ao solo, e conseqüentemente na resposta da alface.

Os valores de MFPA desse experimento foram inferiores aos observados por Mantovani et al. (2005), entre 467 e 620 g por planta, em alface cultivado em vasos adubados com ureia, com a dosagem entre 136 e 190 kg ha⁻¹ de N, e a colheita aos 45 dias após o plantio. Também são inferiores aos observados por Abreu et al. (2010), de 543 g por planta de alface cultivado com cama de frango em vasos.

Quando analisados os resultados em função dos dias de pré-incubação, o ECP apresenta ajuste linear, quanto maior o tempo de pré-incubação, maior a produção de alface. Para o ECS, há um ponto de máximo com 9 dias de pré-incubação, começando a reduzir a partir deste ponto. Para o EGD, não houve diferença entre os períodos de pré-incubação (Figura 4).

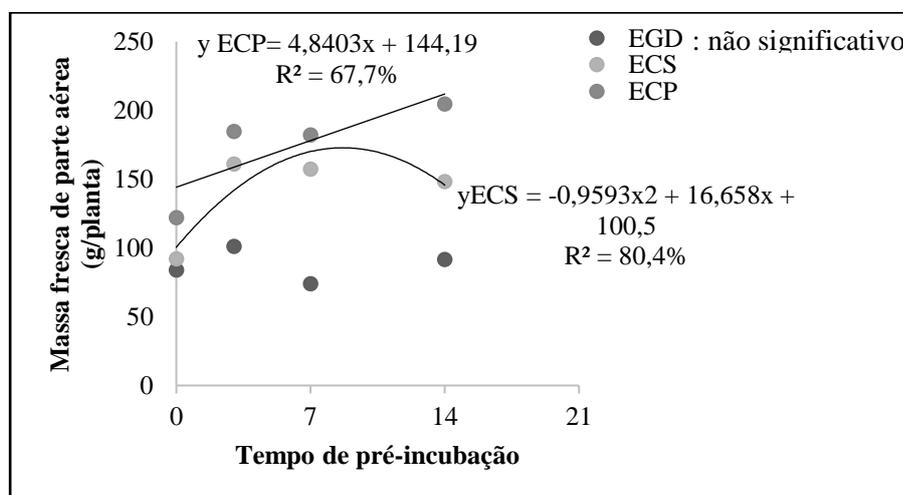


Figura 4. Análise de regressão de massa fresca da parte aérea de alface, de acordo com os diferentes tipos de fertilizantes (esterco de galinha poedeira desidratado - EGD; esterco de galinha poedeira compostado com serragem - ECS e esterco de galinha poedeira compostado com palha de café - ECP) em função dos dias de incubação.

Com base nos resultados do desempenho para todos os fertilizantes, de um modo geral o plantio da alface deve ser feito no mínimo a partir de 3 dias após a aplicação dos fertilizantes, com o ideal aos 9 dias após a aplicação dos fertilizantes.

Para a variável diâmetro do caule observa-se que não houve diferença significativa entre os fertilizantes quando não houve pré-incubação e com 14 dias de pré-incubação. Nos outros períodos o ECS e o ECP não diferiram estatisticamente entre si e apresentaram maior diâmetro de caule que o EGD. Para essa variável, na média dos fertilizantes ECS e ECP foi

24% superior do que a produção média para essa mesma característica do EGD (Tabela 2). Para essa mesma variável houve um ajuste linear para EGD e ECP e quadrática para ECS (Figura 5).

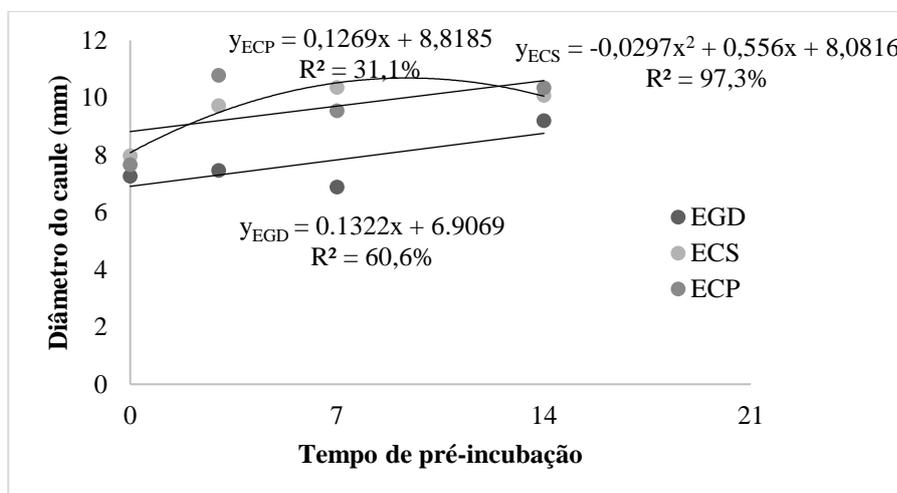


Figura 5. Análise de regressão para a variável diâmetro do caule de alface, de acordo com os diferentes tipos de fertilizantes (esterco de galinha poedeira desidratado - EGD; esterco de galinha poedeira compostado com serragem - ECS e esterco de galinha poedeira compostado com palha de café – ECP) em função dos dias de incubação.

Para a variável do diâmetro da cabeça, só houve diferença significativa com 14 dias de pré-incubação, com o EGD apresentando menor diâmetro do que ECS e ECP.

Para a variável diâmetro de cabeça na média dos fertilizantes ECS e ECP foi 11% superior do que a produção média para essa mesma característica do EGD (Tabela 2).

Não houve diferenças significativas ($p > 0,05$) para a variável diâmetro da cabeça com o período de pré-incubação em média geral dos três fertilizantes, conforme observado na Tabela 1.

Ao analisar a quantidade de N na massa seca das plantas, observa-se que os valores para o ECP e ECS foram inferiores aos observados para EGD para todos os períodos de pré-incubação (Figura 6). Os valores observados são próximos aos valores observados por Sandri et al. (2006) avaliando diferentes sistemas de irrigação e recursos hídricos no desenvolvimento de plantas, que variaram de 31,6 a 35,7 g kg⁻¹.

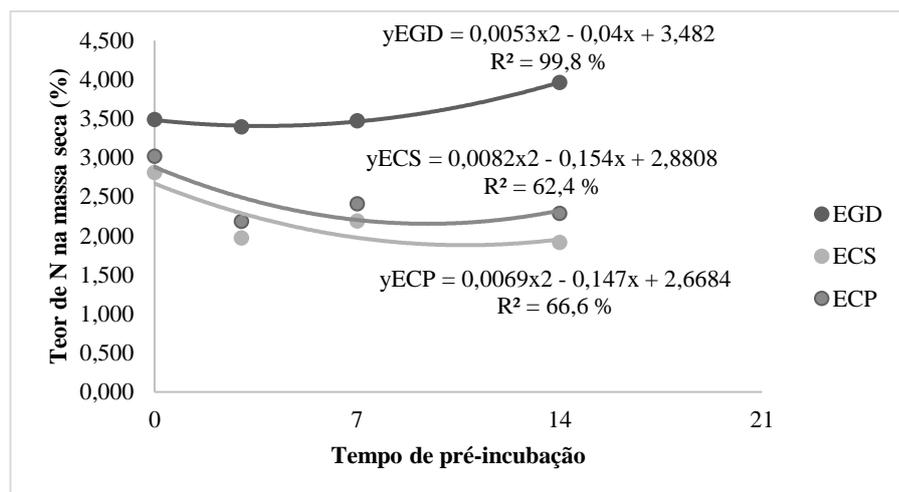


Figura 6. Teor de Nitrogênio na massa seca de acordo com os diferentes tipos de fertilizantes (estercos de galinha poedeira desidratado - EGD; esterco de galinha poedeira compostado com serragem - ECS e esterco de galinha poedeira compostado com palha de café – ECP) em função dos dias de incubação.

4.2 Avaliação do Efeito de Diferentes Doses de Composto Desidratado no Incremento de Produtividade da Alface Americana

Para as variáveis MFPA, MSPA e diâmetro da cabeça não houve interação entre os fatores, dessa forma, os fatores foram avaliados isoladamente (Tabela 3). Já para a variável diâmetro do caule, houve interação, sendo analisado em conjunto. Assim como no experimento em vasos, para todas as características avaliadas, na média geral, o fertilizante ECS foi superior ao EGD.

Tabela 3. Massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca da parte aérea (MSPA), diâmetro do caule (DiamCau), diâmetro da cabeça (DiamCab), teor de N nas folhas, produtividade de alface produzida com os diferentes tipos de fertilizantes (estercos de galinha poedeira desidratado – EGD e esterco de galinha poedeira compostado com serragem - ECS)

Doses (kg N ha ⁻¹)	MFPA (g)		MSPA (g)		DiamCau (mm)		DiamCab (cm)		Produtividade (kg ha ⁻¹)		Teor N (%)	
	EGD	ECS	EGD	ECS	EGD	ECS	EGD	ECS	EGD	ECS	EGD	ECS
100	106,31b	297,74a	41,33b	73,45a	9,31a	11,64a	21,50b	31,13a	8.268,19b	23.157,4 a	2,93a	2,83a
200	188,10b	417,72a	50,53b	89,85a	8,95b	17,16a	23,09b	35,83a	14.630,24b	32.489,62a	3,29a	3,08a
300	155,18b	524,71a	45,90b	102,88a	9,74b	14,43a	24,50b	38,19a	12.069,78b	40.810,51a	3,36a	3,25a
400	221,76b	545,11a	66,05b	89,08a	11,88a	14,68a	28,71b	39,30a	17.248,05b	42.397,57a	3,03a	3,30a
Média	167,84b	446,32a	50,95b	88,81a	9,97b	14,48a	24,45b	36,11a	13.054,07b	34.713,7 a	3,15a	3,11a
CV (%)	21,86		17,79		23,47		11,59		21,86		9,50	

Médias seguidas por letras distintas na linha (entre tipos de fertilizantes) diferem entre si pelo método de agrupamento de Scott-Knott após a análise de variância, a 5% de probabilidade; CV – coeficiente de variação.

Para todas as variáveis analisadas o EGD não diferiu estatisticamente do tratamento controle (sem o uso de fertilizante) para todas as dosagens testadas. Já o ECS, mesmo na

menor dosagem, diferiu do EGD e tratamento controle para MFPA, Produtividade e MSPA (Tabela 4). Uma das hipóteses é que a quantidade aplicada de cada fertilizante com base no fornecimento de N também é diferente, o que acaba influenciando na quantidade de matéria orgânica e dos outros nutrientes que são aportados ao solo, e conseqüentemente na resposta da alface.

Tabela 4. Massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca da parte aérea (MSPA), diâmetro do caule (DiamCau) e diâmetro da cabeça (DiamCab) de alface com as diferentes doses de fertilizantes (esterco de galinha poedeira desidratado – EGD e esterco de galinha poedeira compostado com serragem - ECS) comparados com o tratamento controle (SF, 0).

Tratamento	MFPA (g)	Produtividade (kg ha ⁻¹)	MSPA (g)	DiamCau (mm)	DiamCab (mm)
SF, 0	131,29	10.211,28	8,06	10,15	24,38
EGD, 100	106,31	8.268,19	6,89	9,31	21,50
EGD, 200	188,10	14.630,24	8,42	8,95	23,09
EGD, 300	155,18	12.069,78	7,65	9,74	24,50
EGD, 400	221,76	17.248,05	11,01	11,88	28,71
ECS, 100	297,74 *	23.157,43 *	12,24	11,64	31,13
ECS, 200	417,72 ***	32.489,62 ***	14,98**	17,16 *	35,83 **
ECS, 300	524,71 ***	40.810,51 ***	17,15***	14,43	38,19 ***
ECS, 400	545,11 ***	42.397,57 ***	14,85**	14,68	39,30***

***, **, * indica tratamento significativo em relação ao controle SF, 0 pelo teste de Dunnett a 0,1%, 1% e 5% de probabilidade de significância, respectivamente.

Para massa fresca da parte aérea o ECS foi superior ao EGD em mais de 165 %. Como a alface é comercializada fresca, essa variável é muito importante quando avaliada a qualidade. Além da hipótese levantada anteriormente da quantidade de matéria orgânica e dos outros nutrientes fornecidos com o ECS ter sido em maior quantidade do que com a dose de EGD, outra hipótese é da disponibilidade de nitrogênio, uma vez que o EGD atinge altas temperaturas, conforme observado por Daramy et al. (2020).

Avaliando diferentes fontes de adubação orgânica no cultivo de alface, Algeri et al. (2018) utilizando 1,63 t ha⁻¹ de cama de aviário compostada como fertilizante, observaram o valor de 151,4 g por planta de massa fresca da parte aérea, valores inferiores ao observado nesse experimento para o EGD, exceto na dose de 100 kg N ha⁻¹, e bem inferiores a todas as doses do fertilizante ECS.

Zambiazzi et al. (2016), avaliando diferentes fontes de adubação orgânica comparada a adubação mineral, observaram uma média de 95,7 g por planta de massa fresca da parte aérea, em alface adubada com cama de frango e colhida aos 38 dias, valores inferiores aos observados nesse experimento. Valor próximo, de 98,39 g, também foi observado por Hakim et al. (2020), com a dosagem de 37,5 g por planta de esterco de ave desidratado a 20 °C durante seis dias.

Já Santos (2011) observou produção de massa fresca da parte aérea de 254,3 g em cultivo de alface com o uso de esterco de ave em solo com cobertura, valores esses superiores ao EGD no presente trabalho, porém inferior ao do ECS. Valores próximos (214,9 g) também foram observados por Ferreira et al. (2014), em cultivo orgânico de alface em solo com cobertura plástica adubado com 15 t ha⁻¹ de composto orgânico a 50% de umidade (capim + puerária + cama de aviário na proporção de 3:3:1).

Quando comparados os fertilizantes em função das doses dos fertilizantes para a variável massa fresca da parte aérea, houve um incremento linear da produtividade em função das doses, ou seja, quanto maior a dose, maior a massa fresca (Figura 7).

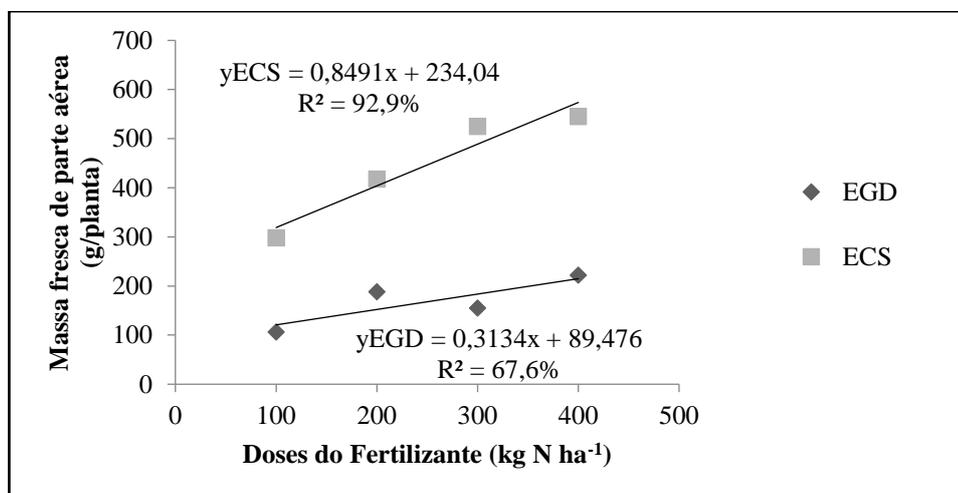


Figura 7. Análise de regressão para a variável Massa fresca da parte aérea de alface, de acordo com os diferentes tipos de fertilizantes (esterco de galinha poedeira desidratado - EGD; e esterco de galinha poedeira compostado com serragem - ECS) em função das doses dos fertilizantes.

Para a variável Massa seca da parte aérea, a produção foi maior com o fertilizante ECS do que com o EGD em aproximadamente 74 %.

Ao avaliar a variável massa seca da parte aérea em alface cultivado com cama de frango com cobertura do solo, Santos (2011) observou o valor de 18,46 g, valores superiores ao observado nesse trabalho, que foram de 8,49 e 14,8 g por planta para EGD e ECS, respectivamente.

Valores inferiores foram observados por Oliveira et al. (2014), que atingiu 4,82 g planta⁻¹ de alface com o uso da dose de 111 kg ha⁻¹ de N, independentemente do tipo de composto orgânico testado.

Quando comparadas as doses dos fertilizantes para a variável massa seca da parte aérea, observa-se que para o fertilizante ECS houve um aumento de forma quadrática, com um incremento até a dose de 300 kg N ha⁻¹, a partir daí diminuindo (Figura 8). O comportamento quadrático também foi observado por Silva et al. (2010), Santana et al. (2012) e Oliveira et al. (2014) em estudos com alface adubada com diferentes doses e compostos orgânicos. Mantovani et al. (2005) também observaram o mesmo comportamento para plantas de alface, porém com a adubação nitrogenada com ureia.

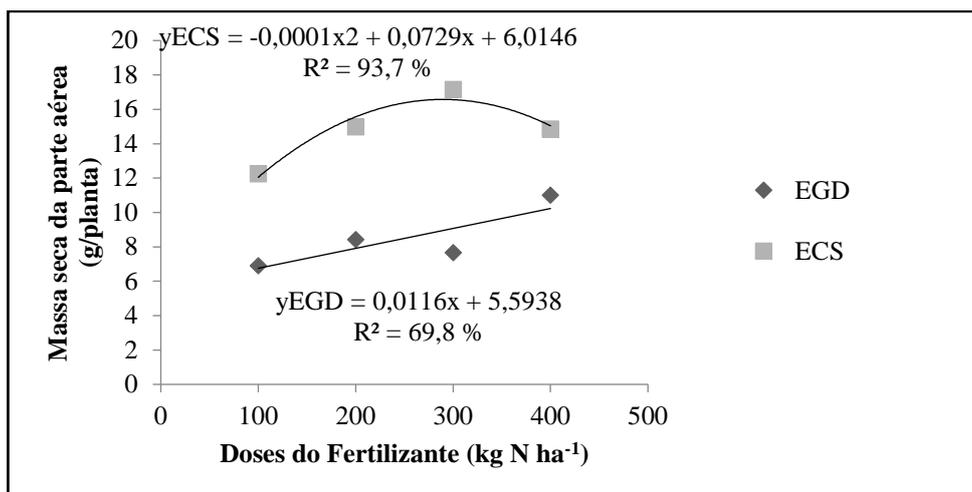


Figura 8. Análise de regressão para a variável Massa seca da parte aérea de alface, em função das doses dos fertilizantes (esterco de galinha poedeira desidratado - EGD e esterco de galinha poedeira compostado com serragem - ECS).

Na Figura 8 também se pode observar que para o EGD o incremento foi linear, com um incremento na massa seca de acordo com o aumento da dose, o que pode caracterizar que o N disponível não foi suficiente para atingir o potencial máximo de desenvolvimento das plantas.

Para a variável Diâmetro do caule não houve diferença significativa entre os fertilizantes utilizados (EGD e ECS) para as doses de 100 e 400 kg N ha⁻¹, só apresentando diferença nas doses de 200 e 300 kg N ha⁻¹.

Santi et al. (2013) observaram valor máximo de diâmetro do caule de 19 mm (1,9 cm) com a dose 32,5 t ha⁻¹ de torta de filtro de agroindústria de cana de açúcar utilizada como adubação orgânica no cultivo de alface americana. Também El-Mogy et al. (2020) observaram que o diâmetro do caule de alface cultivada com esterco de galinha ficou entre 20 e 25 mm, valores superiores aos observados nesse trabalho.

Para essa mesma variável não houve significância na análise de regressão (Figura 9), diferentemente de Santi et al. (2013) que observaram um comportamento quadrático para o diâmetro do caule com o aumento das doses de torta de filtro usado como fertilizante no cultivo de alface.

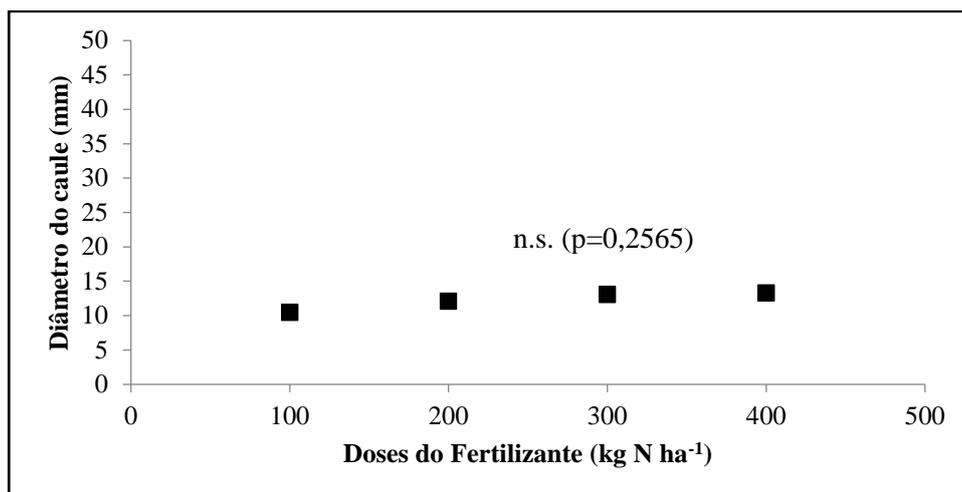


Figura 9. Análise de regressão para a variável diâmetro do caule de alface em função da média das doses dos fertilizantes (esterco de galinha poedeira desidratado - EGD; e esterco de galinha poedeira compostado com serragem - ECS).

Para a variável Diâmetro da cabeça, na média de todas as doses avaliadas, o ECS foi superior do que o EGD.

Santos (2011) observou a média de 31,65 cm de diâmetro da cabeça de alface cultivado com esterco de aves, valores próximos ao ECS nesse experimento (média de 36,11 g) e superior ao encontrado no EGD (média de 24,45). Da mesma forma, Santi et al. (2013) avaliando três cultivares de alface com o uso de diferentes doses de torta de filtro na adubação, observaram valores entre 29,5 e 31,3 cm de diâmetro da cabeça.

Oliveira et al. (2010) observaram os valores de 25,7 cm no diâmetro da planta de alface em cultivo orgânico utilizando cama de aviário de codorna (5,0 t ha⁻¹); bokashi (2,0 t ha⁻¹); termofosfato (1,5 t ha⁻¹) e sulpomag (0,2 t ha⁻¹), valor superior ao encontrado nesse experimento para o fertilizante EGD e bem inferior ao do ECS.

A análise de regressão para a variável diâmetro da cabeça em função das doses de ambos os fertilizantes mostra um ajuste linear, ou seja, com o aumento da dose há um aumento do diâmetro da cabeça (Figura 10). A produtividade da alface também foi superior com o uso de ECS em relação ao EGD. Na média de todas as doses avaliadas, a produtividade do ECS foi 165 % superior a produtividade com o uso de EGD.

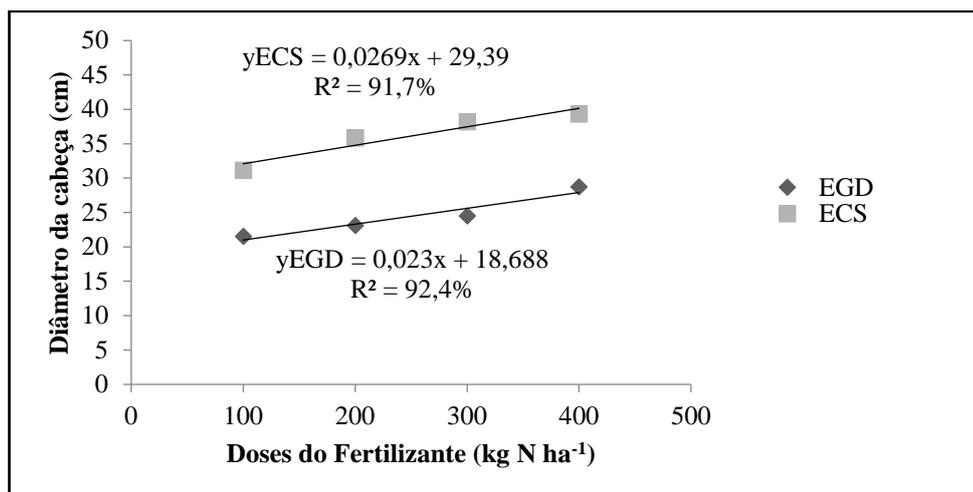


Figura 10. Análise de regressão para a variável diâmetro da cabeça de alface em função das doses dos fertilizantes (esterco de galinha poedeira desidratado - EGD; e esterco de galinha poedeira compostado com serragem - ECS).

Zambiazzi et al. (2016), avaliando diferentes fontes de adubação orgânica comparada a adubação mineral, observaram uma média de $10.615 \text{ kg ha}^{-1}$, em alface adubada com cama de frango colhida com 38 dias, valores inferiores aos observados nesse experimento. Valor semelhante ao desses autores ($12.846,3 \text{ kg ha}^{-1}$) foi observado por Ferreira et al. (2014), em cultivo orgânico de alface em solo com cobertura plástica adubado com 15 t ha^{-1} de composto orgânico a 50% de umidade (capim + puerária + cama de aviário na proporção de 3:3:1), valores esses também inferiores aos observados nesse experimento para ambos os fertilizantes.

A produtividade observada nesse experimento para o ECS está inferior à observada por Sedyama et al. (2016) (entre $54,6$ e $69,9 \text{ t ha}^{-1}$) para a cultura da alface adubada com diferentes fertilizantes orgânicos de origem animal e vegetal.

No entanto, o valor médio da produtividade observado para o ECS ($34.713,78 \text{ kg ha}^{-1}$) é superior em 30 % da produtividade média da alface no Espírito Santo, de $26.528 \text{ kg ha}^{-1}$ segundo Galeano et al. (2021). Já o valor médio dessa mesma variável para o EGD, de $13.054,07 \text{ kg ha}^{-1}$, é cerca da metade da produtividade média de alface do estado.

Em função das doses dos fertilizantes utilizados, houve um incremento linear para o EGD, ou seja, com o aumento da dose houve um aumento da produtividade. Já o ECS teve um ajuste quadrático, mas com o ECS sendo sempre superior ao EGD (Figura 11).

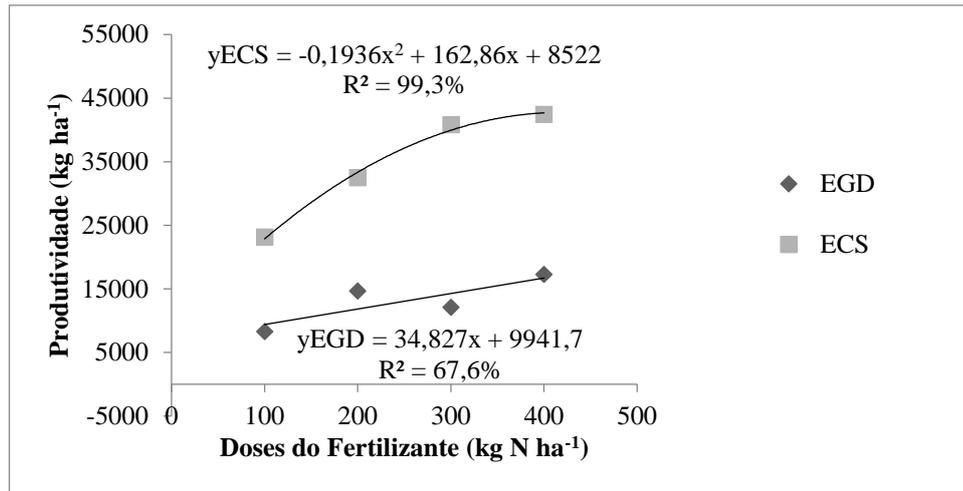


Figura 11. Análise de regressão para a produtividade de alface em função das doses dos fertilizantes (esterco de galinha poedeira desidratado - EGD; e esterco de galinha poedeira compostado com serragem - ECS).

No entanto, para o ECS, ao analisar o incremento na produtividade de cada dose, observa-se que da dose de 100 para 200 kg N ha⁻¹ houve um incremento de 40 % na produtividade. Da dose de 200 para 300 kg N ha⁻¹ houve um incremento de 25 % e da dose de 300 para 400 kg N ha⁻¹ um incremento de apenas 3 %. Dessa forma, apesar do ajuste linear da regressão, o ideal seria o uso da dose de 300 kg N ha⁻¹, porém, economicamente é mais recomendado o uso da dose de 200 kg N ha⁻¹. Além da questão econômica, o uso de doses muito elevadas de fertilizantes orgânicos pode resultar na contaminação dos recursos hídricos pela lixiviação de elementos fornecidos em excesso com a mineralização da matéria orgânica desses fertilizantes (PEIXOTO FILHO et al., 2013).

A análise de regressão para o teor de nitrogênio na massa seca das folhas está apresentada na Figura 12.

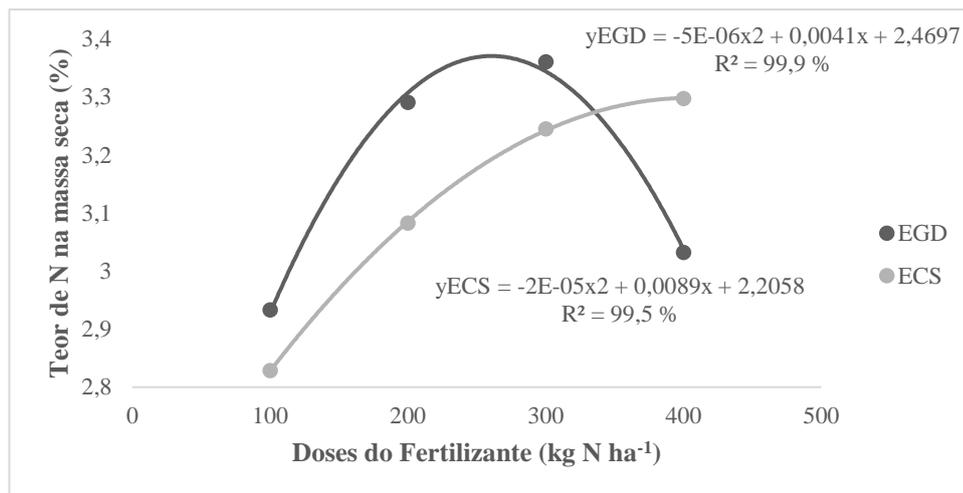


Figura 12. Teor de Nitrogênio na massa seca das diferentes doses dos fertilizantes (esterco de galinha poedeira desidratado – EGD e esterco de galinha poedeira compostado com serragem - ECS).

Ao analisar o teor de nitrogênio na massa seca das folhas, os valores obtidos foram superiores para o EGD em relação ao ECS para todas as doses de N, exceto na dose de 400 kg de N ha⁻¹, quando não o teor de N foi bem inferior ao observado no EGD em relação ao ECS. De um modo geral, as curvas apresentaram um comportamento quadrático, com uma queda acentuada a partir da dose de 300 kg de N ha⁻¹ no caso do EGD.

Sandri et al. (2006) avaliando diferentes sistemas de irrigação e recursos hídricos no desenvolvimento de plantas de alface também encontraram valores de N na planta semelhantes aos vistos neste experimento. Os teores médios obtidos de nitrogênio total na parte aérea da alface em suas avaliações variaram de 31,6 a 35,7 g kg⁻¹.

De um modo geral, o EGD apresentou resultados bem inferiores ao ECS. Há a necessidade de entender o porquê de, apesar de utilizar as mesmas doses de N ha⁻¹ para ambos os fertilizantes, o resultado ser tão inferior. Uma das hipóteses é que, apesar dos valores de N total na análise do fertilizante estar maiores do que do ECS, esse N não esteja disponível. A relação C/N do EGD é metade da observada para ECS (8/1 e 16/1, respectivamente).

Além disso, a temperatura da desidratação do esterco utilizado na granja de origem do esterco utilizado no experimento é de 150 a 300 °C, considerando o início e o final do cilindro de secagem, respectivamente. Essas temperaturas são bem superiores às utilizadas em outros países, como na China – 10 e 35° C (LI et al., 2020), nos Estados Unidos – 65 °C e na União Europeia – 70 °C (CHENG e JIANG, 2014), no Canadá – entre 40 e 60 °C (GHALY E ALHATTAB, 2013). Em alguns desses sistemas, como no caso da China, os avicultores aproveitam o ar quente que sai dos galpões de aves para a secagem do esterco, com períodos maiores de secagem.

Essa secagem forçada com temperaturas maiores em menor tempo pode resultar em alterações na composição química do esterco, como observado por Daramy et al. (2020), que avaliaram as alterações nas composições químicas de esterco de galinha poedeira em gaiolas por diferentes temperaturas de carbonização (350, 500 e 650 °C) e os efeitos dessas alterações na biodisponibilidade de nitrogênio no solo. Os autores concluíram que a temperatura de 350 °C houve alterações químicas e estruturais no material, uma perda de 16% do N-total, mas houve um incremento na biodisponibilidade de N no solo e no seu uso pelas plantas. Já as temperaturas mais altas (500 e 600 °C) afetaram negativamente essas mesmas características, não sendo recomendadas pelos autores a secagem a essas temperaturas.

Ghanim (2018), avaliando os efeitos dos parâmetros do processo da carbonização hidrotermal (HTC) nas propriedades do hidrocarvão (*hydrochar*) e suas aplicações, com temperaturas entre 150 e 300 °C, observou que o HTC pode reduzir significativamente a solubilidade da maioria dos elementos medidos, proporcionando um fertilizante de liberação lenta e que a utilização de ácidos como o H₂SO₄ ajuda na extração de nutrientes.

Essa liberação lenta dos nutrientes pode justificar o observado na região com o uso do EGD no cultivo de gengibre (*Zingiber officinale*), cujo ciclo da cultura é de 8 meses a 1 ano, no qual apresenta resultados satisfatórios (informação pessoal).

Takaya et al. (2016) observaram que hidrocarvões, originados de diferentes compostos orgânicos carbonizados à temperatura de 250 °C, e *biochars* (biocarvões obtidos através de pirólise), originados dos mesmos materiais e processados via pirólise com temperaturas entre 450 e 600 °C, têm a capacidade de adsorção de fosfato e amônia, os tornando indisponíveis.

Já Celletti et al. (2021), avaliando esterco de vaca decomposto de forma anaeróbica e transformado em *hydrochar*, em temperaturas entre 180 e 250 °C, durante 1 a 3 horas, observaram que a caracterização cromatográfica dos extratos identificou a presença de potenciais fitotoxinas, como compostos furanos (a exemplo de hidroximetilfurfural e furfural). Esses autores sugerem que antes de usar os hidrocarvões como meios de cultivo potenciais e inovadores para plantas, sua fitotoxicidade deve ser limitada, por exemplo, por meio de sua diluição com outros substratos. Dessa forma, deve-se avaliar o EGD para

identificar possíveis fitotoxinas que possam estar interferindo negativamente no desenvolvimento das plantas com o seu uso.

Diante do exposto, uma possível hipótese para falta de resposta da alface à adubação com EGD é que este tenha atingido uma temperatura bem acima de 350 °C durante o processo de desidratação. Pois, de acordo com Daramy et al., (2020), a carbonização em temperaturas elevadas (cerca de 500 °C) resulta em alterações na composição química do esterco. Onde, parte ou a totalidade das formas orgânicas lábeis de N são convertidas em formas N heterocíclicas (N piridina, imina neutra e N quaternário) que são formas mais estáveis.

A partir dos resultados obtidos há a necessidade de novos estudos com o esterco desidratado, com caracterização química do material, além de entender a sua dinâmica do solo e avaliar de que forma os fatores que influenciam para que os nutrientes presentes no material não sejam utilizados pelas plantas, ou ainda se há toxinas produzidas devido às altas temperaturas de secagem. Por outro lado, após identificar se as altas temperaturas estão causando problemas à utilização do material como fertilizante, adequar as granjas para uma secagem mais lenta e com temperaturas mais baixas pode ser a solução.

5 CONCLUSÕES

- O esterco de galinha desidratado (EGD), utilizado no presente estudo, resulta em desempenho agrônomico da alface inferior ao observado no tratamento com composto resultante da mistura de esterco de galinha com serragem;
- Para maximizar o efeito da adubação realizada com o composto de esterco de galinha, o plantio da alface deve ser realizado após o período de incubação de, no mínimo, três dias da sua aplicação;
- A dose de 300 kg N ha⁻¹ na forma de composto de galinha compostado com serragem resulta na máxima acumulação de biomassa seca por planta de alface;
- O esterco de galinha compostado com serragem apresenta uma resposta quadrática na produtividade de alface, com máxima na dose de 300 kg N ha⁻¹, sendo 170% superior ao valor observado na alface adubada com esterco desidratado.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A produção de esterco de galinha desidratado (EGD) está aumentando a cada ano, isso em virtude de as plantas avícolas de desidratação corroborarem para este avanço, principalmente pela sua diminuição do volume do produto gerado.

É fundamental a realização de estudos para identificar qual a temperatura que permitirá maior estabilidade ao EGD, para que este seja utilizado como fertilizante orgânico, uma vez que acima de 70 °C já não há potencial para existência de microrganismos.

Além disso, novos estudos devem ser realizados para identificar quais características do EGD influenciam negativamente no desenvolvimento da alface.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, I.M. de O.; JUNQUEIRA, A.M.R.; PEIXOTO, J.R.; OLIVEIRA, S.A. de. Qualidade microbiológica e produtividade de alface sob adubação química e orgânica. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, s.1, p.108-118, maio, 2010. Disponível em: <www.scielo.br/j/cta/a/chTVtChmRcDR8pKJkMzwLfx/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 10 ago. 2021.
- ALGERI, A.; LETTRARI, L.S.; RODRIGUES, E. de J.; FRIHLING, O. O.; LUCHESE, A.V.; SATO, A.J. Response of crisp lettuce (*Lactuca sativa* L.) to organic and inorganic sources of fertilization. **Revista Agro@ambiente On-line**, Monte Cristo/RR, v. 12, n. 2, p. 107-116, abr.-jun., 2018. Disponível em: <<https://revista.ufr.br/agroambiente/article/view/4885>>. Acesso em: 17 set. 2021.
- ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L. de M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v.22, n.6, p.711–728, 2013. Disponível em: <www.schweizerbart.de/papers/metz/detail/22/82078/Koppen_s_climate_classification_map_for_Brazil>. Acesso em: 06 out. 2020.
- ANDREOLA, F.; FERNANDES, S.A.P. A Microbiota do solo na agricultura orgânica e no manejo das culturas. In: SILVEIRA, A.P.D. da; FREITAS, S. dos S. **Microbiota do solo e qualidade ambiental**. Campinas: Instituto Agronômico, 2007. p.21-38. Disponível em: <<http://www.iac.agricultura.sp.gov.br/publicacoes/arquivos/microbiota.pdf>>. Acesso em: 20 maio 2021.
- AUGUSTO, K.V.Z. **Caracterização quantitativa e qualitativa dos resíduos em sistemas de produção de ovos: compostagem e biodigestão anaeróbia**. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. 132fl. Jaboticabal - SP, 2007. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/99612/augusto_kz_me_jabo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 10 ago. 2020.
- BERILLI, S. da S.; BERILLI, A.P.C.G.; LEITE, M.C.T.; QUARTEZANI, W.Z.; ALMEIDA, R.F. de; SALES, R.A. de. Uso de resíduos na agricultura. In: NICOLI, C.F. et al. (Org.). **Agronomia: colhendo as safras do conhecimento**. Alegre, ES: UFES, CAUFES, 2017. 243 p. Disponível em: <alegre.ufes.br>. Acesso em: 06 maio 2021.
- BLUM, L.E.B.; AMARANTE, C.V.T.; GUTTLER, G.; MACEDO, A.F. de; KOTHE, D.M.; SIMMLER, A.O.; PRADO, G.; GUIMARÃES, L.S. Produção de moranga e pepino em solo com incorporação de cama aviária e casca de pinus. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.21, p.627-631, 2003. Disponível em <<https://www.scielo.br/pdf/hb/v21n4/19426.pdf>>. Acesso em: 06 out. 2020.
- BRASIL. Presidência da República. **Lei n.10.831, de 23 de dezembro de 2003**. Dispõe sobre a agricultura orgânica e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/110.831.htm#:~:text=1o%20Considera%2De%20sistema,sustentabilidade%20econ%C3%B4mica%20e%20ecol%C3%B3gica%2C%20a>. Acesso em: 06 out.2020.
- _____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução normativa n. 46, de 6 de outubro de 2011**. Estabelece o Regulamento Técnico para os Sistemas Orgânicos de Produção Animal e Vegetal. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/organicos/legislacao/portugues/instrucao-normativa-no-46-de>>

06-de-outubro-de-2011-producao-vegetal-e-animal-regulada-pela-in-17-2014.pdf/view>. Acesso em: 06 out.2020.

_____. Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis. Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução 481, de 03 de outubro de 2017**. Dispõe sobre o estabelecimento de critérios e procedimentos para garantir o controle e a qualidade ambiental do processo de compostagem de resíduos orgânicos, e dá outras providências. Disponível em:

<<https://www.ibama.gov.br/component/legislacao/?view=legislacao&legislacao=137380#:~:text=OUTUBRO%20DE%202017,Estabelece%20crit%C3%A9rios%20e%20procedimentos%20para%20garantir%20o%20controle%20e%20a,org%C3%A2nicos%2C%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%A2ncias>>. Acesso em: 13 jul. 2022.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução normativa n. 61, de 08 de julho de 2020**. Normas sobre as especificações e as garantias, as tolerâncias, o registro, a embalagem e a rotulagem dos fertilizantes orgânicos simples, mistos, compostos, organominerais e biofertilizantes destinados a agricultura. Disponível em:

<<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/fertilizantes/legislacao/in-61-de-8-7-2020-organicos-e-biofertilizantes-dou-15-7-20.pdf>>. Acesso em: 01 set. 2022.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Portaria n. 52, de 15 de março de 2021**. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-52-de-15-de-marco-de-2021-310003720>>. Acesso em: 27 jun. 2022.

CANELLAS, L.P.; VELLOSO, A.C.X.; MARCIANO, C.R.; RAMALHO, J.F.G.P.; RUMJANEV, V.M.; REZENDE, C.E. de; SANTOS, G. de A. Propriedades químicas de um cambissolo cultivado com cana-de-açúcar, com preservação do palhico e adição de vinhaça por longo tempo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v.27, p.935-944, 2003. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/rbcs/v27n5/v27n5a18.pdf>>. Acesso em: 06 out. 2020.

CELLETTI, S.; BERGAMO, A.; BENEDETTI, V.; PECCHI, M.; PATUZZI, F.; BASSO, D.; BARATIERI, M.; CESCO, S.; MIMMO, T. Phytotoxicity of hydrochars obtained by hydrothermal carbonization of manure-based digestate. **Journal of Environmental Management**, Philadelphia, v.280, n.111635, Feb. 2021. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479720315607>>. Acesso em: 27 jun. 2022.

Centrais de Abastecimento do Espírito Santo – CEASA/ES. **Banco de Dados da Estatística: Procedência por município**. Cariacica/ES, 2019. Disponível em: <http://200.198.51.71/detec/cst_mun_consolidado_es/cst_mun_consolidado_es.php>. Acesso em: 06 out. 2020.

_____. **Banco de Dados da Estatística: Procedência por produto**. Cariacica/ES, 2019a. Disponível em: <http://200.198.51.71/detec/cst_prd_consolidado_es/cst_prd_consolidado_es.php>. Acesso em: 06 out. 2020.

CHEN, Z.; JIANG, X. Microbiological safety of chicken litter or chicken litter-based organic fertilizers: a review. **Agriculture**, Basel, v.4, p.1-29, 2014. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2077-0472/4/1/1/htm>>. Acesso em: 10 ago. 2021.

CZAPELA, F.F.; RODRIGUES, C. da S.; GOLUNSKI, S.M.; KORF, E.P.; TREICHEL, H. Avaliação microbiológica em processos de compostagem de resíduos agroindustriais visando

- a produção de composto orgânico de qualidade. **Revista de estudos ambientais**, Blumenau, v.22, n. 1, p.24-34, jan./jun. 2020. Disponível em: <<https://bu.furb.br/ojs/index.php/rea/article/download/8690/4827>>. Acesso em: 15 jul. 2022.
- DARAMY, M.A.; KAWADA, R.; OBA, S. Alterations of the chemical compositions, surface functionalities, and nitrogen structures of cage layer chicken manure by carbonization to improve nitrogen bioavailability in soil. **Agronomy**, Basel, v.10, n.7, jul.2020. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2073-4395/10/7/1031>>. Acesso em: 12 maio 2022.
- EL-MOGY, M.; ABDELAZIZ, S.M.; MAHMOUD, A.W. M.; ELSAYED, T.R.; ABDEL-KADER, N.H.; MOHAMED, M.I.A. Comparative effects of different organic and inorganic fertilizers on soil fertility, plant growth, soil microbial community, and storage ability of lettuce. **Agriculture (Pol'nohospodárstvo)**, Lužianky, v.66, n.3, p.87-107, 2020. Disponível em: <<https://sciendo.com/article/10.2478/agri-2020-0009>>. Acesso em: 03 set. 2021.
- EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1997. 212p.
- EMBRAPA. **Adubação orgânica**. [S.I.]. 2001. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Adubacao_organica_todos_os_residuosID-zK5Pfrf3wp.pdf>. Acesso em: 30 maio 2021.
- ESPÍRITO SANTO. Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal do Espírito Santo. **Portaria n. 001, de 25 de fevereiro de 2019**. Disponível em: <<https://idaf.es.gov.br/Media/idaf/Documentos/Legisla%C3%A7%C3%A3o/DDSIA/Portaria%20n%C2%BA%20001%20de%2025%20de%20fevereiro%20de%202019.pdf>>. Acesso em: 03 set. 2021.
- FERREIRA, R.L.F; ALVES, A.S.S.C.; ARAÚJO NETO, S.E.; KUSDRA, J.F.; REZENDE, M.I.F.L. Produção orgânica de alface em diferentes épocas de cultivo e sistemas de preparo e cobertura de solo. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.30, n.4, p.1017-1023, Jul.-Ago.,2014. Disponível em: <<https://seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/21864>>. Acesso em: 06 maio 2021.
- FIGUEIREDO, C.C. de; RAMOS, M.L.G.; MCMANUS, C.M.; MENEZES, A.M. de. Mineralização de esterco de ovinos e sua influência na produção de alface. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.30, p.175- 179, jan/mar. 2012. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/hb/v30n1/v30n1a29.pdf>>. Acesso em: 21 ago. 2020.
- FINATO, J.; ALTMAYER, T.; MARTINI, M.C.; RODRIGUES, M.; BASSO, V.; HOEHNE, L. A importância da utilização da adubação orgânica na agricultura. **Revista Destaques Acadêmicos**, Lajeado, v.5, n.4, p.85-93, 2013. Disponível em: <<http://univates.br/revistas/index.php/destaques/article/view/327/322>>. Acesso em: 06 maio 2021.
- FONSECA, J.O.G. da. **Desempenho agrônomo de alface e rúcula em função de doses de composto fermentado em condições de cultivo protegido, sob manejo orgânico em Nova Friburgo, RJ**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Instituto de Agronomia. Programa de Pós-Graduação em Agricultura Orgânica. 61fl. Seropédica – RJ, 2013. Disponível em: <<https://tede.ufrjr.br/jspui/handle/jspui/3223>>. Acesso em: 24 ago. 2020
- FONSECA, M.F. de A.C. **A institucionalização dos mercados de orgânicos no mundo e no Brasil: uma interpretação**. Seropédica: UFRuralRJ, ICHS. CPDA, 2005. Disponível em:

<<https://www.ciorganicos.com.br/wp-content/uploads/2013/09/Mercado-organicos-MFFonseca.pdf>>. Acesso em: 22 ago. 2020.

GALEANO, E.V.; SANTOS, J.V.F.; TAKEMOTO, A.C.K. Consolidação das estatísticas da agricultura referentes ao ano de 2021. **Boletim da conjuntura agropecuária capixaba**, Vitória, v.7, n.2, jul./dez., 2021. Disponível em:

<<https://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/bitstream/item/4113/1/Boletim-Conjuntura-Agropecuaria-v.7n.2-jul-dez-2021-Incaper.pdf>>. Acesso em: 23 jun. 2022.

GHALY, A.E.; ALHATTAB, M. Drying poultry manure for pollution potential reduction and production of organic fertilizer. **American Journal of Environmental Science**, Dubai, v.9, n.2, p.88-102, 2013. Disponível em:

<<https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20133209601>>. Acesso em: 20 jun. 2022.

GHANIM, B.M.A. **Investigation of the effects of hydrothermal carbonisation process parameters on the produced hydrochar properties and its applications**. Tese

(Doutorado). University of Limerick. Department of Chemical Sciences. Faculty of Science and Engineering. 130fl. Limerick - Ireland, 2018. Disponível em:

<https://ulir.ul.ie/bitstream/handle/10344/9862/Ghanin_2018_Investigation.pdf?sequence=2>.

Acesso em: 27 jun. 2022.

GUARESCHI, R.F.; PERIN, A.; ROCHA, A.C.; ANDRADE, D.N. de. Adubação com cama de frango e esterco bovino na produtividade de feijão azuki (*Vigna angularis*). **Revista Agrarian**, Dourados, v.6, n.19, p.29-35, 2013. Disponível em:

<<http://ojs.ufgd.edu.br/index.php/agrarian/article/view/1654/1373>>. Acesso em: 22 ago. 2020.

HAHN, L. **Processamento da cama de aviário e suas implicações nos agroecossistemas**.

Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-graduação em Agroecossistemas. 130fl. Florianópolis - SC, 2004.

Disponível em:

<<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/86839/203551.pdf?sequence=1>>.

Acesso em: 06 out. 2020.

HAKIM, D.L.; SETIA, B.; RAHARDJO, P. Effect of storage and poultry manure dosage on soil nitrate (NO_3^-) and ammonium (NH_4^+) availability, N-uptake, and yield of head lettuce (*Lactuca sativa* L.) grown on typic calciaquolls. **International Journal of Environmental & Agriculture Research**, Indore, v.6, n.1, jan. 2020. Disponível em:

<<https://www.adpublications.org/effect-of-storage-and-poultry-manure-dosage-on-soil-nitrate-no3-and-ammonium-nh4-availability-n-uptake-and-yield-of-head-lettuce-lactuca-sativa-l-grown-on-typic-calciaquolls/>>. Acesso em: 03 set. 2021.

HERNÁNDEZ, T.; CHOCANO, C.; MORENO, J.; GARCÍA, C. Use of compost as an alternative to conventional inorganic fertilizers in intensive lettuce (*Lactuca sativa* L.) crops: effects on soil and plant. **Soil & Tillage Research**, Amsterdã, v. 160, p. 14-22, 2016.

Disponível em: <<https://pubag.nal.usda.gov/catalog/5254309>>. Acesso em: 03 set. 2021.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. **Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009**: Análise do consumo alimentar pessoal no Brasil. Rio de Janeiro: IBGE, 2011.

_____. **Cidades – Santa Maria de Jetibá, pecuária, 2020**. Disponível em:

<<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/es/santa-maria-de-jetiba/pesquisa/18/16459>>. Acesso em: 21 out. 2020.

KIC, P.; ABOLTINS, A. Convective drying of poultry manure by different air speeds. **Engineering for Rural Development**, Jelgava, p.121-135, 2013. Disponível em:

<https://www.tf.llu.lv/conference/proceedings2013/Papers/021_Kic_P.pdf>. Acesso em: 03 set. 2021.

LI, X.; ZHENG, W.; LI, B.; TONG, Q. Optimization of low-temperature drying of laying-hen manure using response surface methodology. **Journal of the air & waste management association**, Philadelphia, v.70, n.2, p.206–218, 2020. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10962247.2019.1694092>>. Acesso em: 03 set. 2021.

LUZ, M.J. da S.; FERREIRA, G.B.; BEZERRA, J.R.C. EMBRAPA Algodão. **Circular Técnica 63**: Adubação e Correção do Solo: Procedimentos a Serem Adotados em Função dos Resultados da Análise do Solo. Campina Grande/PB, 2012. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPA/19595/1/CIRTEC63.pdf>>. Acesso em: 22 ago. 2020.

MANTOVANI, J.R.; FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P. da. Produção de alface e acúmulo de nitrato em função da adubação nitrogenada. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.3, p.758-762, jul-set 2005. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/hb/a/4bkjNcSPCsVn5YRLcNjDkLM/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 23 jun. 2022.

OLIVEIRA, E.Q. de; SOUZA, R.J. de; CRUZ, M. do C.M. da; MARQUES, V.B.; FRANÇA, A.C. Produtividade de alface e rúcula, em sistema consorciado, sob adubação orgânica e mineral. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, p. 36-40, 2010. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/hb/v28n1/a07v28n1.pdf>>. Acesso em: 21 ago. 2020.

OLIVEIRA, L.B. de; ACCIOLY, A.M.A.; SANTOS, C.L.R. dos; FLORES, R.A.; BARBOSA, F.S. Características químicas do solo e produção de biomassa de alface adubada com compostos orgânicos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.18, n.2, p.157–164, 2014. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/6855TMX8ByXfBSH49Bm3ZFF/?lang=pt>>. Acesso em: 03 set. 2021.

OLIVEIRA, L.C. de; STANGARLIN, J.R.; LANA, M. do C.; SIMON, D.N.; ZIMMERMANN, A. Influência de adubações e manejo de adubo verde nos atributos biológicos de solo cultivado com alface (*Lactuca sativa* L.) em sistema de cultivo orgânico. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.79, n.4, p.557-565, out./dez., 2012. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/aib/a/FcchZFPqY6yP9h8kp69qw/abstract/?lang=pt>>. Acesso em: 06 maio 2021.

PAULUS, G.; MULLER, A.M.; BARCELLOS, L.A.R. **Agroecologia aplicada**: práticas e métodos para uma agricultura de base ecológica. Porto Alegre: EMATER/RS, 2000.

PEIXOTO FILHO, J.U.; FREIRE, M.B.G. dos S.; FREIRE, F.J.; MIRANDA, M.F.A.; PESSOA, L.G.M.; KAMIMURA, K.M. Lettuce productivity with doses of poultry, cattle and sheep manure in successive crops. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, p. 419-424, 2013. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v17n4/a10v17n4.pdf>>. Acesso em: 22 ago. 2020.

PEREIRA, D.C.; WILSEN NETO, A.; NÓBREGA, L.H.P. Adubação orgânica e algumas aplicações agrícolas. **Revista Varia Scientia Agrárias**, Cascavel, v. 03, n.02, p. 159-174, jul./dez, 2013. Disponível em: <<https://e-revista.unioeste.br/index.php/variascientiaagraria/article/view/3813>>. Acesso em: 22 ago. 2020.

- PITTA, C.S.R.; ADAMI, P.F.; PELISSARI, A.; ASSMANN, T.S.; FRANCHIN, M.F.; CASSOL, L.C.; SARTOR, L.R. Year-round poultry litter decomposition and N, P, K and Ca release. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa/MG, v.36, p.1043-1053, 2012. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbcs/a/gJZn8XWwZkSmDWcCNVWR7Rd/?lang=en&format=pdf>>. Acesso em: 03 ago. 2021.
- RIBEIRO, R.R.; TORRES, J.L.R.; ORIOLI-JUNIOR, V.; CHARLO, H.C. de O.; VIEIRA, D.M. da S. Growth analysis of green-leaf lettuce under different sources and doses of organic and mineral fertilization. **Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas**, Boyacá, v. 13, n. 2, p. 237-247, mai./ago 2019. Disponível em: <http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2011-21732019000200237>. Acesso em: 22 ago. 2020.
- RODRIGUES, J.L.M.; PELLIZARI, V.H.; MUELLER, R.; BAEK, K.; JESUS, E. da C.; PAULA, F.S.; MIRZA, B.; HAMAOUJI JR., G.S.; TSAI, S.M.; FEIGL, B.; TIEDJE, J.M.; BOHANNAN, B.J.M.; NÜSSLEIN, K. Conversion of the Amazon rainforest to agriculture results in biotic homogenization of soil bacterial communities. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Washington, v. 110, p. 988-993, 2013. Disponível em: <<https://www.pnas.org/content/110/3/988>>. Acesso em: 06 maio 2021.
- ROGERI, D.A.; ERNANI, P.R.; MANTOVANI, A.; LOURENÇO, K.S. Composition of poultry litter in Southern Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa/MG, v. 40, 2016. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbcs/a/nShwckKwwpWxHHVwzKrYsZJ/?lang=en&format=pdf>>. Acesso em: 03 ago. 2021.
- RUDISILL, M.A.; BORDELON, B.P.; TURCO, R.F.; HOAGLAND, L.A. Sustaining soil quality in intensively managed high tunnel vegetable production systems: a role for green manures and chicken litter. **Hortscience**, Alexandria, v.50, n.3, mar.2015. Disponível em: <<https://journals.ashs.org/hortsci/view/journals/hortsci/50/3/article-p461.xml>>. Acesso em: 03 set. 2021.
- SAGRILO, E.; LEITE, L.F.C.; GALVÃO, S.R. da S.; LIMA, E.F. **Manejo agroecológico do solo: os benefícios da adubação verde**. Documentos 193. Embrapa Meio Norte, Teresina-PI, 2009. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/80695/1/documento-193.pdf>>. Acesso em: 06 maio 2021.
- SALA, F.C.; COSTA, C.P. da. Retrospectiva e tendência da alfacecultura brasileira. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 30, p. 187-194, 2012. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/hb/v30n2/v30n2a02.pdf>>. Acesso em: 06 out. 2020.
- SANDRI, D.; MATSURA, E.E; TESTEZLAF, R. Teores de nutrientes na alface irrigada com água residuária aplicada por sistemas de irrigação. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.26, n.1, p.45-57, jan./abr. 2006. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/eagri/a/MpLmxZngznZNZgqQ5Ymgtdr/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 18 jul. 2022
- SANTI, A.; CARVALHO, M.A.C.; CAMPOS, O.R.; SILVA, A.F. da; ALMEIDA, J.L.; MONTEIRO, S. Ação de material orgânico sobre a produção e características comerciais de cultivares de alface. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.28, p.87-90, 2010. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/hb/v28n1/a16v28n1.pdf>>. Acesso em: 22 ago. 2020.

SANTI, A.; SCARAMUZZA, W.L.M.P.; NEUHAUS, A.; DALLACORT, R.; KRAUSE, W.; TIEPPO, R.C. Desempenho agrônomico de alface americana fertilizada com torta de filtro em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.31, p.338-343, 2013. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/hb/a/BNHBtHrC4nxqDzc9SxkbK6v/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 20 jun. 2022.

SANTANA, C.T.C. de; SANTI, A.; DALLACORT, R.; SANTOS, M.L.; MENEZES, C.B. Desempenho de cultivares de alface americana em resposta nas diferentes doses de torta de filtro. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.43, p.22-29, 2012. Disponível em: <<http://ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/1517>>. Acesso em: 20 jun. 2022.

SANTOS, C.A.P. **Produção da alface crespa e umidade do solo em função de diferentes fontes de matéria orgânica e cobertura do solo**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Sergipe. Programa de Pós-graduação em Agroecossistemas. 52fl. São Cristóvão - SE, 2011. Disponível em: <https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/6630/1/CARLOS_ALLAN_PEREIRA_SANTOS.pdf>. Acesso em: 03 set. 2021.

SANTOS, D.H.; SILVA, M. de A.; TIRITAN, C.S.; FOLONI, J.S.S.; ECHER, F.R. Qualidade tecnológica da cana-de-açúcar sob adubação com torta de filtro enriquecida com fosfato solúvel. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.15, p.443-449, 2011. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v15n5/v15n5a02.pdf>>. Acesso em: 22 ago. 2020.

SANTOS, R.H.S.; SILVA, F.; CASALI, V.W.D.; CONDÉ, A.R. Conservação pós-colheita de alface cultivada com composto orgânico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.3, p.521-525, mar. 2001. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2001000300017>. Acesso em: 22 ago. 2020.

SCHMIDT, R.O.; SANA, R.S.; LEAL, F.K.; ANDREAZZA, R.; CAMARGO, F.A. de O.; MEURER, E.J. Biomassa e atividade microbiana do solo em sistemas de produção olerícola orgânica e convencional. **Ciência Rural**, Santa Maria/RS, v.43, p.270-276, 2013. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/cr/a/xcnQRxs4SJJghpVFv7RQvgF/?lang=pt>>. Acesso em: 06 maio 2021.

SEDIYAMA, M.A.N.; SANTOS, I.C. dos; LIMA, P.C. de. Cultivo de hortaliças no sistema orgânico. **Revista Ceres**, Viçosa/MG, v. 61, Suplemento, p. 829-837, nov/dez, 2014. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rceres/a/tgKLxJrJvxn7tV7GWnx839h/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 06 maio 2021.

SEDIYAMA, M.A.N.; MAGALHÃES, I. de P.B.; VIDIGAL, S.M.; PINTO, C.L. de O.P.; CARDOSO, D.S.C. P.; FONSECA, M.C.M.; CARVALHO, I.P.L. de. Uso de fertilizantes orgânicos no cultivo de alface americana (*Lactuca sativa* L.) 'Kaiser'. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, Viçosa/MG, v.6, n.2, p.66-74, jun., 2016. Disponível em: <<https://periodicos.ufv.br/rbas/article/view/2888>>. Acesso em: 06 maio 2021.

SILVA, E.M.N.C.P da; FERREIRA, R.L.F.; ARAÚJO NETO, S. de E.; TAVELLA, L.B.; SOLINO, A.J.S. Qualidade de alface crespa cultivada em sistema orgânico, convencional e hidropônico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 29, p. 242-245, 2011. Disponível em: <https://orgprints.org/22680/1/Silva_Qualidade.pdf>. Acesso em: 21 ago. 2020.

SILVA, F.A. de M.; VILLAS BÔAS, R.L.; SILVA, R.B. Resposta da alface à adubação nitrogenada com diferentes compostos orgânicos em dois ciclos sucessivos. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v.32, p.131-137, mar.2010. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/asagr/a/zW6jpSJHKFCjGxRSk9qKkPG/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 20 jun. 2022.

TAKAYA, C.A.; FLETCHER, L.A.; SINGH, S.; ANYIKUDE, K.U.; ROSS, A.B. Phosphate and ammonium sorption capacity of biochar and hydrochar from different wastes. **Chemosphere**, Oxford, v.145, p.518-527, feb., 2016. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0045653515303866#!>>. Acesso em: 27 jun. 2022.

TIAGO, P.V.; MELZ, E.M.; SCHIEDECK, G. Comunidade de bactérias e fungos de esterco antes e após vermicompostagem e no substrato hortícola após uso de vermicomposto. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.39, n.02, p.187-192, abr.-jun., 2008. Disponível em: <<http://ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/46>>. Acesso em: 06 maio 2021.

ZAMBIAZZI, E.V.; GUILHERME, S.R.; ZUFFO, A.M.; RIBEIRO, F. de O.; GODINHO, S.H.M.; BORGES, I.M.M.; CARNEIRO, A.K.; ZUFFO JUNIOR, J.M. Agronomic performance and physical characteristics of lettuce under different fertilizer sources. **International Journal of Current Research**, Maharashtra, v.8, n.5, p.31409-31413, maio, 2016. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Alan-Zuffo2/publication/303737800_Agronomic_performance_and_physical_characteristics_of_lettuce_under_different_fertilizer_sources/links/57500f6a08aefe968db72061/Agronomic-performance-and-physical-characteristics-of-lettuce-under-different-fertilizer-sources.pdf>. Acesso em: 03 set. 2021.