



UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL - UFFS
CAMPUS DE ERECHIM
CURSO DE AGRONOMIA

GERALDO SANTIAGO DE OLIVEIRA SANTOS

A UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS VEGETAIS E DE ESTERCO BOVINO:
UMA ALTERNATIVA PARA UMA AGRICULTURA SUSTENTÁVEL

ERECHIM
2018

GERALDO SANTIAGO DE OLIVEIRA SANTOS

**A UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS VEGETAIS E DE ESTERCO BOVINO:
UMA ALTERNATIVA PARA UMA AGRICULTURA SUSTENTÁVEL**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para obtenção de grau de Bacharel em Agronomia da Universidade da Fronteira Sul.

Orientador: Prof. Dr. Alfredo Castamann

ERECHIM

2018

PROGRAD/DBIB - Divisão de Bibliotecas

SANTOS, GERALDO SANTIAGO DE OLIVEIRA
A UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS VEGETAIS E DE ESTERCO
BOVINO: UMA ALTERNATIVA PARA UMA AGRICULTURA
SUSTENTÁVEL/ GERALDO SANTIAGO DE OLIVEIRA SANTOS. --
2018.
31 f.:il.

Orientador: Prof. Dr. Alfredo Castamann .
Trabalho de conclusão de curso (graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de
Agronomia , Erechim, RS , 2018.

1. Biocompostagem. 2. Adubo orgânico. 3. Lactuca
sativa L. 4. Agricultura sustentável. I. , Prof. Dr.
Alfredo Castamann, orient. II. Universidade Federal da
Fronteira Sul. III. Título.

GERALDO SANTIAGO DE OLIVEIRA SANTOS

**A UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS VEGETAIS E DE ESTERCO BOVINO:
UMA ALTERNATIVA PARA UMA AGRICULTURA SUSTENTÁVEL**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação apresentado como requisito para
obtenção de grau de Bacharel em Agronomia na Universidade Federal da Fronteira
Sul – *Campus* Erechim

Orientador: Prof. Dr. Alfredo Castamann

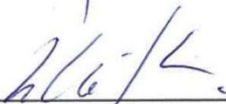
Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em:

23/06/18.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Alfredo Castamann - UFFS



Prof. Mestre Ulisses Pereira de Mello - UFFS



Prof. Dr. Bernardo Berenchtein - UFFS

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
1.1. OBJETIVOS	8
1.1.1. Objetivo geral	8
1.1.2. Objetivos específicos	9
1.2. JUSTIFICATIVA	9
2. REFERENCIAL TEÓRICO	9
2.1. O REAPROVEITAMENTO DE DEJETOS AGRÍCOLAS NO CONTEXTO BRASILEIRO E SUA CONTRIBUIÇÃO AO MEIO AMBIENTE.....	9
2.2. BIODIGESTÃO E SEU BIOFERTILIZANTE (CHORUME).....	11
2.3. CARACTERIZAÇÃO DE DEJETOS.....	13
2.4. BOVINOCULTURA	14
2.4.1. Esterco bovino	15
2.5. POTENCIAL DA ADUBAÇÃO ORGÂNICA NA ALFACE	16
3. MATERIAIS E MÉTODOS	17
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	19
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	24
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25
ANEXO A – Confecção da biocomposteira.....	29
ANEXO B – Laudo de análise de solo	31

**A utilização de resíduos vegetais e de esterco bovino: Uma alternativa para
uma agricultura sustentável / The use of vegetable waste and bovine manure:
an alternative to sustainable agriculture**

Geraldo Santiago de Oliveira Santos^{1*}, Alfredo Castamann²

1 Acadêmico do curso de Agronomia com ênfase em Agroecologia,
Universidade Federal da Fronteira Sul – Campus Erechim, UFFS, RS, Brasil. E-mail:
gsantiago.bueno@gmail.com

2 Professor Adjunto, Universidade Federal da Fronteira Sul – Campus Erechim,
UFFS, RS, Brasil. E-mail: alfredo.castamann@uffs.edu.br

* Autor para correspondência

A utilização de resíduos vegetais e de esterco bovino: Uma alternativa para uma agricultura sustentável / The use of vegetable waste and bovine manure: an alternative to sustainable agriculture

RESUMO

O grande desafio de uma agricultura sustentável é o desenvolvimento de tecnologias renováveis dos resíduos, voltada à redução de custos de produção e da poluição ambiental. E como resposta a essa problemática, existem processos que viabilizam o reúso de dejetos ao pequeno produtor, tais como a biocompostagem. Este processo consiste da degradação da matéria orgânica, a qual gera um fertilizante orgânico. Por sua vez, a utilização deste fertilizante pode favorecer o plantio do produtor, como, por exemplo, uma produção de alface (*Lactuca sativa L.*), uma das hortaliças mais consumidas do mundo. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento do biofertilizante, o chorume, através de doses deste adubo orgânico aplicado na alface. O chorume foi extraído de um protótipo construído para acelerar o processo de decomposição da matéria orgânica com adição de esterco fresco bovino. O experimento foi realizado em ambiente totalmente protegido e climatizado. Na etapa inicial, foi realizada a confecção da biocomposteira e, em seguida, a análise do teor de nitrogênio no chorume, para a realização dos cálculos para a adubação na cultura. Na etapa posterior, realizou-se a implantação do experimento utilizando a adubação orgânica na alface (*Lactuca sativa L.*), cultivar crespa. Utilizou-se 5 tratamentos (doses) com 4 repetições, sendo D0 (testemunha), D1 (400ml/vaso), D2 (800 ml/vaso), D3 (1.200 ml/vaso) e D4 (1.800ml/vaso). Por fim, a última etapa consistiu-se de uma análise laboratorial da parte aérea da alface, na qual foram extraídas a massa fresca (MF), massa seca (MS), diâmetro da cabeça da alface (DA), número de folhas (NF), teor de nitrogênio (TN) e teor de fósforo (TP). A partir da análise destes parâmetros, constatou-se que resultados significativos foram encontrados na dose 3 (D3). Desta forma, recomenda-se a utilização de adubo orgânico proveniente de resíduos vegetais e esterco bovino, pois este revela-se como uma alternativa para pequenos produtores com baixo poder aquisitivo, já que garante uma adubação adequada com baixo custo. Além de, ao reutilizar os resíduos, poder contribuir para o mitigação dos impactos ambientais.

Palavras-chave: Biocompostagem; adubo orgânico; *Lactuca sativa L.*; agricultura sustentável.

ABSTRACT

The major challenge of sustainable agriculture is the development of renewable technologies for waste, aimed at reducing production costs and reducing environmental pollution. In response to this problem, there are processes that allow the waste reuse for small producers, such as bio-composting. This process consists of the degradation of organic matter, which generates an organic fertilizer. By the way, this fertilizer used may support the production from the farmer, such as a lettuce production (*Lactuca sativa* L.), one of the most consumed vegetables in the world. So, the purpose of this work was evaluate the biofertilizer response, the slurry, through doses of this organic fertilizer applied to lettuce. The slurry was extracted from a prototype constructed to accelerate the decomposition process of organic matter with addition of fresh bovine manure. The experiment was carried out in a fully protected and air conditioned environment. In the initial stage, the biocomposter lead up and nitrogen analysis from slurry's content were carried out to perform the calculations for the culture fertilization. In the later stage, the experiment was carried out using organic fertilization in lettuce (*Lactuca sativa* L.), cultivar crespa. Five treatments (doses) with 4 replicates, D0 (control), D1 (400 ml / pot), D2 (800 ml / pot), D3 (1,200 ml / pot) and D4 (1,800 ml pot) were used. Finally, the last stage consisted of a laboratory analysis of the lettuce aerial portion, in which fresh mass (MF), dry mass (DM), head diameter of lettuce (DA), number of leaves), nitrogen content (TN) and phosphorus content (TP). So, Dose 3 (D3) showed best results than others. Therefore, it is recommended to use organic fertilizer from plant residues and cattle manure, showed to be an alternative for small producers with low purchasing power, since it guarantees an adequate fertilization with low cost. In addition, when the waste were reusing, it can contribute to the mitigation of environmental impacts.

Key-words: Biocomposting; organic fertilizer; *Lactuca sativa* L.; sustainable agriculture.

1 INTRODUÇÃO

A preocupação com o meio ambiente na atualidade tornou-se inevitável, uma vez que os recursos naturais, como combustíveis fósseis e adubos minerais, estão propensos a escassez, abrindo assim um grande desafio para a sociedade atual. Assim, a racionalização do uso de fontes de energia, tanto no Brasil e quanto em termos mundiais, faz-se necessária, o que impõe compreender o fluxo energético nos sistemas agropecuários.

No Brasil, há muitas pesquisas em relação às novas fontes de energia para a agricultura, mas pouco se fala sobre a reutilização dela. Nos dias atuais, o grande desafio de uma agricultura sustentável é o desenvolvimento de tecnologias que promovam o aproveitamento adequado dos resíduos, voltadas à redução de custos de produção, redução da poluição ambiental e do consumo de insumos externos à unidade de produção.

Como resposta a esse panorama mundial e nacional, existem processos que tornam viável o emprego de resíduos pelo produtor, tais como a compostagem ou a biodigestão. Estes processos consistem na decomposição acelerada de matéria orgânica através de um processo natural, e envolve o emprego de microorganismos, como fungos e bactérias, que transformam o resíduo em fertilizante orgânico.

Assim, nesse estudo, objetivou-se avaliar o comportamento fisiológico quanto ao crescimento, desenvolvimento e desempenho nutricional, por meio da determinação dos teores de nitrogênio e fósforo, da alface (*Lactuca sativa L.*), cultivar Crespa, em resposta ao emprego de chorume obtido do processo de decomposição de resíduos.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo geral

Avaliar a capacidade do chorume, como subproduto da biodigestão de resíduos vegetais e esterco bovino, em fornecer nitrogênio e fósforo para a cultura da alface (*Lactuca sativa L.*), cultivar Crespa.

1.1.2. Objetivos específicos

- Avaliar em laboratório a massa fresca e seca da alface;
- Medir o diâmetro da parte aérea da alface;
- Contar o número de folhas da alface;
- Determinar os teores de nitrogênio e fósforo nos tecidos da alface.

1.2. JUSTIFICATIVA

Esse estudo se torna relevante devido ao grande número de pequenos produtores rurais que se encontra no contexto regional do Alto Uruguai/RS, os quais necessitam de um sistema sustentável que viabilize e torne rentável sua produção, de forma a viabilizar sua permanência no campo.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. O REAPROVEITAMENTO DE DEJETOS AGRÍCOLAS NO CONTEXTO BRASILEIRO E SUA CONTRIBUIÇÃO AO MEIO AMBIENTE

A agricultura brasileira constitui-se de um importante setor responsável por divisas fundamentais para a estabilização da economia. O agronegócio nacional (insumos, agricultura, agroindústria e distribuição), em 2010, foi responsável por 15,74% do PIB nacional, o valor movimentado pelo setor passou de R\$ 423,46 bilhões, em 2000, para R\$ 578,39 bilhões em 2010 (CEPEA, 2010).

A crescente produção de alimentos, torna o Brasil como um dos mais importantes fornecedores de alimentos no mercado internacional, e esta participação tende a continuar crescendo. Isto se confirma através da projeção divulgada pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, no ano de 2010, a qual relata que a taxa anual média de crescimento da produção de lavouras entre os anos de 2010 e 2020 deverá ser de 2,67 % (BRASIL, 2010). Isto indica que o Brasil poderá ter, em 2021, uma produção de grãos superior a 195 milhões de toneladas (t), numa área pouco superior a 50,7 milhões de hectares (ha) (ROSSI, 2011).

Estes dados comprovam a capacidade da agricultura em promover a geração de empregos, contribuindo com o desenvolvimento, por meio da produção de alimentos e riqueza (ROSSI, 2011). No entanto, o crescimento do setor está associado com o aumento na constatação de danos ambientais. Um deles diz respeito à geração de resíduos e seu inadequado destino. Os resíduos gerados precisam receber tratamento e disposição adequados, sob o risco de se tornarem potencialmente impactantes ao meio ambiente. Tais riscos decorrem da quantidade gerada ou da lenta degradação, que pode gerar, por vezes, subprodutos potencialmente tóxicos, cumulativos ou de difícil degradação (SCHNEIDER, 2012). Desta forma, o aproveitamento dos resíduos gerados tem por objetivo recuperar matéria orgânica e energia, preservar os recursos naturais e evitar a degradação ambiental.

Além disso, a agricultura nacional é dependente da importação de fertilizantes minerais, visto que o Brasil importa cerca de 70% das matérias-primas utilizadas na fabricação de fertilizantes minerais solúveis usados nos cultivos, ocupando o quarto lugar no ranking dos consumidores mundiais de nutrientes para a formulação de fertilizantes (SCHNEIDER, 2012). Conforme dados da Associação Nacional para Difusão de Adubos (ANDA, 2011), foram comercializadas no Brasil, em 2010, mais de 24,5 milhões de t de fertilizantes, 80% destes para atender às demandas das culturas da soja, cana-de-açúcar, milho, café e algodão. Esta demanda tende a crescer com o aumento da produção agrícola. No período janeiro-agosto de 2011, foram entregues ao consumidor final 17,0 milhões de t de fertilizantes, mostrando um crescimento de 25,6% em relação ao mesmo período de 2010, quando foram entregues 13,6 milhões de t.

Segundo Schneider, 2012:

O reaproveitamento da biomassa remanescente dos processos empregados na agricultura e agroindústria, além de evitar a acumulação dos resíduos, contribuindo para o controle da poluição e proporcionando melhores condições de saúde pública, é também fundamental para reduzir a dependência de fertilizantes químicos importados e viabilizar a sustentabilidade do crescimento da produção agrícola. A utilização destes resíduos para adubação permite a recuperação de elementos valiosos presentes nos resíduos, tais como nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K) e elementos traço. Além disso, a adição de matéria orgânica ao solo contribui para melhorar sua estrutura física e sua capacidade de absorção de água e de fornecimento de nutrientes para as plantas, viabilizando o aumento da produção e a melhoria da qualidade dos alimentos.

Além destas possibilidades, os resíduos agrícolas podem, ainda, ser aproveitados para alimentação animal, ou como fontes de insumos para outros produtos e geração de energia, podendo contribuir como fonte renovável para a matriz energética brasileira. Isto demonstra que as alternativas de aproveitamento destes resíduos podem colaborar com a recuperação de matérias-primas, a reciclagem da matéria orgânica, a geração de energia e a minimização dos impactos ambientais decorrentes destas atividades (SCHNEIDER, 2012).

2.2. BIODIGESTÃO E SEU BIOFERTILIZANTE (CHORUME)

A decomposição do material orgânico pode ser realizada sob duas condições: na presença de oxigênio (aeróbia) e na sua ausência (anaeróbica). O processo aeróbio, que é denominado de compostagem, ocorre na presença de oxigênio livre e com o predomínio de microorganismos aeróbios. Este processo resulta na produção de gás carbônico, água e biomassa. Já no processo anaeróbio, como o que ocorre no biodigestor, a matéria orgânica, na ausência do oxigênio, é transformada por microorganismos anaeróbicos em gás carbônico, metano, água e biomassa. Neste último processo há menor produção de biomassa, pois a taxa de crescimento dos microorganismos anaeróbios é menor (CERRI, 2008).

Então, a biodigestão anaeróbia consiste de um processo biológico natural decorrente da ausência de oxigênio molecular, em que há uma interação estreita entre uma variedade de microorganismos, que transformam compostos orgânicos complexos em produtos mais simples, originando, principalmente, gases metano (CH_4) e dióxido de carbono (CO_2) (STEIL, 2001), e chorume. Em relação aos seus processos químicos, a transformação das macromoléculas orgânicas complexas em CH_4 ocorre por várias reações sequenciais e requer a mediação de diversos grupos de microorganismos. Basicamente, o processo de digestão anaeróbia de material orgânico desenvolve-se em quatro estágios principais: a hidrólise, acidogênese, acetogênese e metanogênese. Em cada estágio estão envolvidas diferentes populações microbianas (STEIL, 2001).

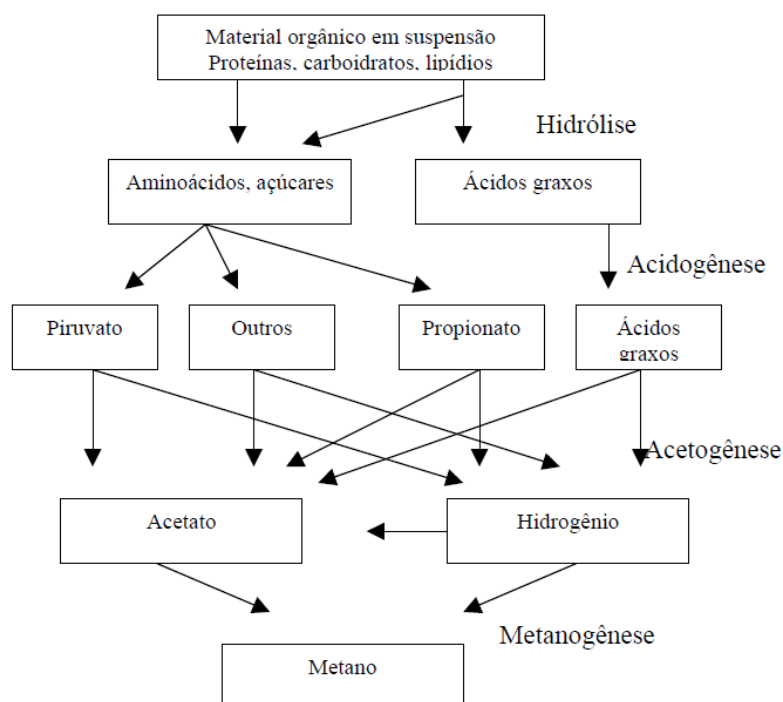


Figura 1: Sequência de processos na digestão anaeróbia de macromoléculas complexas
Fonte: FORESTI et al., 1999.

Desta forma, segundo Steil (2001), a anaerobiose ocorre por uma junção de transformações bioquímicas, as quais envolvem uma série de microrganismos que interagem entre si. Logo, a qualidade e a quantidade do resíduo utilizado no processo de biodigestão é de extrema importância para atingir um melhor desempenho e estabilidade da biomassa. Além disso, um conjunto de fatores pode interferir no processo, tais como: temperatura, pH, presença de nutrientes, composição do substrato e teor de sólidos voláteis (STEIL, 2001).

A biodigestão anaeróbia, quando empregada no tratamento de resíduos orgânicos, promove a geração de biogás, que pode ser utilizado como fonte de energia alternativa, e de biofertilizante (chorume), que pode ser empregado na adubação dos cultivos (JUNQUEIRA, 2011). Neste processo é possível utilizar-se de fontes diretamente ligadas na vida no campo, tal como a agropecuária. Esta, por sua vez, é uma fonte de grande potencial, pois segundo LUCAS JR. (1994), além de permitir a redução do potencial poluente e recuperação da energia, a transformação do efluente é viável, tendo em vista as unidades de produção se localizarem no meio rural.

Também é importante destacar que o biofertilizante (chorume) possui características benéficas ao solo, pois o teor de matéria orgânica do resíduo

proporciona uma maior capacidade de retenção de umidade, beneficiando a estrutura do solo, principalmente em argilominerais, melhor aeração e oxidação da matéria orgânica pelos microorganismos do solo. Além disso, introduz um grande número de bactérias e protozoários, resultando em ganho na velocidade de decomposição, o que torna os nutrientes mais rapidamente absorvidos pelas plantas. Finalizando, ainda insere alguns minerais necessários ao desenvolvimento das plantas (INÁCIO; MILLER, 2009).

2.3. CARACTERIZAÇÃO DE DEJETOS

Os dejetos ou resíduos utilizados para a compostagem, segundo Cerri (2008), podem ser divididos em dois grupos: materiais ricos em carbono e materiais ricos em nitrogênio. O primeiro grupo é representado principalmente pelos materiais lenhosos como a casca de árvores, as aparas de madeira, as podas dos jardins, folhas e galhos das árvores, palhas e fenos, e papel. E o segundo grupo consiste nas folhas verdes, estrumes animais, urinas, solo, restos de vegetais hortícolas, erva, etc.

Tabela 1. Composição de alguns materiais empregados no preparo do composto (resultados em material seco a 110°C).

MATERIAL	M.O. (g/kg)	C/N	C (g/kg)*	N (g/kg)	P ₂ O ₅ (g/kg)	K ₂ O (g/kg)
Abacaxi (fibras)	714,1	44/1	396,0	9,0	-	4,6
Arroz (cascas)	850,0	63/1	472,5	7,5	1,5	5,3
Arroz (palhas)	543,4	39/1	304,2	7,8	5,8	4,1
Bagaço de carne	585,0	22/1	327,8	14,9	2,8	9,9
Bagaço de laranja	225,1	18/1	127,8	7,1	1,8	4,1
Borra de café	867,9	25/1	477,5	19,1	1,7	0,2
Capim-colonião	910,3	27/1	504,9	18,7	5,3	-
Esterco de gado	621,1	18/1	345,6	19,2	10,1	16,2
Esterco de galinha	540,0	10/1	304,0	30,4	47,0	18,9
Feijão guandu	959,0	29/1	524,9	18,1	5,9	11,4
Gramma batatais	908,0	36/1	500,4	13,9	3,6	-
Serrapilheira	306,8	17/1	163,2	9,6	0,8	1,9
Serragem de madeira	934,5	865/1	519,0	0,6	0,1	0,1
Torta de usina de açúcar	787,8	20/1	438,0	21,9	23,2	12,3
Turfa	398,9	57/1	222,3	3,9	0,1	3,2

M.O. – matéria orgânica; C/N – relação carbono/nitrogênio.

Fonte: Adaptado de Kiehl (1981 e 1985).

* o teor de C (g/kg) foi calculado com base na relação C/N e teores de N informados pelo autor.

Geralmente, no processo de compostagem, é comum usar uma mistura de materiais ricos em carbono com outros ricos em nitrogênio. Os materiais ricos em carbono oferecem matéria orgânica e energia, já os materiais nitrogenados potencializam o processo de degradação, pois o nitrogênio é fundamental para o crescimento dos microrganismos. Assim, quanto menor é a relação C/N, mais rápido ocorrerá a finalização da compostagem (CERRI, 2008).

Os resíduos também podem ser classificados em agrícolas, industriais e urbanos. Os provenientes de atividade agrícola podem ser citados os restos de culturas e esterco, e, neste caso, a possibilidade de concentração de contaminantes é pequena. Os originados da atividade industrial podem se resumir, genericamente, em dejetos originários de indústrias alimentícias, indústrias sucroalcooleiras, entre outros. Neste âmbito, há diferentes escalas de contaminação com produtos tóxicos. Por fim, os resíduos urbanos são provenientes de lixo orgânico domiciliares e esgoto (PIRES; MATTIAZZO, 2008).

Segundo Loureiro (2007), dentre os resíduos disponíveis para uso na agricultura, os resíduos orgânicos domiciliares se mostram como opção para atender as intenções sanitárias e ecológicas. E uma reciclagem consciente e eficiente desses resíduos soluciona a questão ambiental e, ainda, possibilita a produção de adubos orgânicos para a agricultura. Porém, para isto, é preciso alguns conhecimentos que possibilitem a adequada forma de prepará-los e que garantam um produto estabilizado e de boa qualidade, que forneça nutrientes e condicione o solo de forma adequada. Além disso, Loureiro (2007) também cita que o esterco bovino funciona como uma excelente fonte de microrganismos, promovendo redução do tempo da maturação do composto.

2.4. BOVINOCULTURA

No Brasil, o rebanho foi estimado, em 2014, em 212 milhões de cabeças de gado, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2014), ocupando 174 milhões de hectares. Com a vinda do melhoramento genético, inseminação artificial e programas de nutrição animal, houve uma potencialização da atividade pecuarista, tornando-a mais competitiva e produtiva. No entanto, esta busca

incessante por novas técnicas que proporcionem melhores rendimentos por unidade animal, também promove um aumento no acúmulo de dejetos, agravando o problema ambiental.

Desta forma, a manipulação errônea desses dejetos, utilizados e dispostos sem um tratamento e manejo adequado, gera prejuízos imensuráveis ao meio ambiente, pois este material orgânico, em altas concentrações, pode potencializar a emissão de carbono (CO₂) e metano (CH₄), gerando eutrofização das fontes de água e poluição do solo (GÜNGÖR-DEMIRCI&DEMIRER, 2003). Porém, quando armazenados e manejados corretamente, deixam de ser poluentes e tornam-se aliados a um modelo de produção com menor impacto ambiental e menor custo na produção, decorrente principalmente da diminuição do aporte de insumos externos. Sendo assim, torna-se indispensável o uso de técnicas apropriadas existentes ao manejo dos resíduos (AMORIM, 2002).

2.4.1. Esterco bovino

O esterco bovino pode ser definido como um misto de fezes, urina e camas, podendo conter, em sua composição, folhas secas, serragem, palha, turfa ou até mesmo solo. E, de acordo com as características fisiológicas do animal, implica-se na qualidade e disponibilidade de nutrientes de seus dejetos. Ainda, como parte da alimentação ingerida pelo animal será eliminada via excreção, é possível quantificar essas concentrações de nutrientes dispostos nas fezes e reinserir novamente no sistema de uma forma limpa e biodisponível para as plantas. Segundo BRAZ. et al. (2002), há um retorno significativo dos nutrientes pelas fezes do animal, como descrito abaixo.

[...] Assim, estimou-se que 93,28% do N, 76,68% do P, 17,99% do K, 72,93% do Ca e 62,54% do Mg ingeridos pelos animais retornaram à pastagem como fezes, o que corresponde a 18,09% do N, 35,46% do P, 5,47% do K, 30,26% do Ca e 15,43% do Mg presentes na forragem disponível.

Assim, o estrume bovino é um bom substrato para a geração de composto orgânico, por conter carboidratos, proteínas, gorduras e possuir microrganismos necessários para dar a partida no processo (JUNQUEIRA, 2011). Além disso, por se tratar de dejetos de ruminante, o processo anaeróbico geralmente ocorre de forma mais

rápida, devido à maior presença de microrganismos que atuam na biodigestão, uma vez que são comuns no ambiente ruminal (LUCAS JR., 1994).

2.5. POTENCIAL DA ADUBAÇÃO ORGÂNICA NA ALFACE

A alface (*Lactuca sativa* L.) é a olerícola mais produzida e consumida no Brasil, e foi considerada um dos principais produtos oferecidos como alimento pronto para consumo (MAISTRO, 2007). Esta hortaliça se caracteriza como uma planta herbácea, anual, pertencente à família Asteraceae e apresenta um desenvolvimento adequado quando cultivada em solos estruturados, arejados, ricos em matéria orgânica e com adequada umidade (PRADO; FILHO, 2016).

Dentre as exigências nutricionais da alface, encontram-se principalmente potássio, nitrogênio, cálcio e fósforo, não desprezando a importância dos demais nutrientes. E, ainda que absorva quantidades relativamente pequenas de nutrientes, quando comparadas com outras culturas, seu ciclo rápido torna-a mais exigente. Desta forma, no caso de deficiência dos nutrientes, pode ocorrer uma diminuição direta na produtividade da cultura (PRADO; FILHO, 2016).

Oliveira et al. (2012), constataram uma carência de dados técnicos sobre a prática da adubação da alface em sistema orgânico de cultivo. Entretanto, pesquisas apontam que a adubação orgânica é uma alternativa de viabilização de uso de dejetos na nutrição vegetal. Segundo Silva et al. (2001), este processo, utilizando-se de esterco animal e matéria orgânica, tem sido utilizada na produção de alface, com o objetivo de reduzir as quantidades de fertilizantes minerais do solo.

Ainda, este adubo proveniente da digestão anaeróbica, especialmente de esterco animal, também é altamente benéfica a essa cultura de raízes delicadas e exigente ao aspecto físico do solo, entretanto, a resposta da alface varia de acordo com a cultivar e a fonte de adubo utilizada (PRADO; FILHO, 2016). Além disso, a elevação de doses dos fertilizantes orgânicos favorece, por ocasião da adubação da alface, o aumento dos teores de fósforo e sódio trocável no solo (OLIVEIRA, 2014).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida na área experimental da Universidade Federal da Fronteira Sul, Campus Erechim, situada a 27°38'03" sul e 52°16'26" oeste, com uma altitude de 783m. O clima da região é tipo Cfa, caracterizando-se, assim, por Clima Subtropical Úmido (PREFEITURA DE ERECHIM, 2018). Quanto ao tipo de solo, de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, é do tipo Latossolo Vermelho Aluminoférrico húmico, pertencente à Unidade de Mapeamento Erechim (SANTOS et al., 2013).

O experimento foi conduzido em três etapas. A primeira consistiu na confecção da biocomposteira (Anexo 1) e na adoção de procedimentos necessários ao seu funcionamento. O abastecimento da biocomposteira foi realizado com resíduos sólidos vegetais, tais como hortaliças e frutas, recolhidos do Restaurante Universitário da Universidade Federal da Fronteira Sul, Campus Erechim, e com a adição de 1kg de esterco fresco a cada 15 dias e 3kg de maravalha a cada mês. O reabastecimento da biocomposteira com resíduos vegetais foi realizado uma vez por semana, durante todo o processo. Após uma semana de funcionamento foi possível fazer a primeira coleta de chorume a ser utilizado como fertilizante.

Foram também realizadas análises do solo e do adubo orgânico proveniente da biodigestão. Como descrito no laudo agrônômico (Anexo 2), o solo empregado como substrato para o cultivo da alface não necessitou de correções. Em relação ao adubo orgânico (chorume), este foi armazenado em geladeira (entre 2 e 6°C) desde a sua primeira coleta e após 20 dias do funcionamento da composteira, foi realizada a análise química no laboratório de Química e Fertilidade de Solo da Universidade Federal da Fronteira Sul, com o objetivo de quantificar o teor de nitrogênio contido no chorume, seguindo a metodologia indicada em Tedesco et al. (1995). O resultado obtido foi de 0,9 Kg de nitrogênio m⁻³. A partir desta análise, foram estabelecidas doses nos tratamentos equivalentes a 0%, 50%, 100%, 150% e 200% da quantidade de nitrogênio indicada para a cultura que consta no Manual de adubação e calagem (Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2004).

A segunda etapa compreendeu a instalação de um experimento com a cultura da alface cultivada em vasos, conduzido no Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), dentro de casa de vegetação climatizada dotada de sistema de irrigação por

aspersão automatizado. A variedade utilizada foi a alface *Lactuca sativa* L., cultivar Crespa. Cada vaso recebeu 8kg de solo peneirado (peneira com malha de 4,8 mm) e seco ao ar por duas semanas.

Foram aplicados 5 tratamentos em 4 repetições, totalizando 20 unidades experimentais. Os tratamentos consistiram em 4 doses (D) de chorume e um tratamento controle (testemunha): D0 (testemunha), e D1, D2, D3 e D4 com o produto da biodigestão (chorume), equivalentes à 50% (D2), 100% (D3), 150% (D4) e 200% (D5) da dose de nitrogênio indicada para a cultura (Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2004).

A primeira dose de chorume foi aplicada no dia do transplântio das mudas (10/10/2017), correspondente a 20% do total da dose estabelecida para cada tratamento. Após 10 dias (20/10/2017), foi realizada a segunda aplicação das doses, com 35% da dose total. Em seguida, no dia 10/11/2017, foi ministrada a última dose, 45% do total, finalizando, com as 3 aplicações, a quantidade total de N estabelecida para cada dose, como demonstrado a seguir, no Quadro 1. E, 30 dias após a última aplicação, foi feita a colheita da cultura.

Quadro 1. Tratamentos e suas respectivas doses

	TRATAMENTOS					
		D0	D1	D2	D3	D4
Aplicações	%			ml/vaso		
1ª 10/10/2017	20	0	80	160	240	320
2ª 20/10/2017	35	0	140	280	420	560
3ª 10/11/2017	45	0	180	360	540	720
Total de dose por tratamento	100	0	400	800	1200	1600

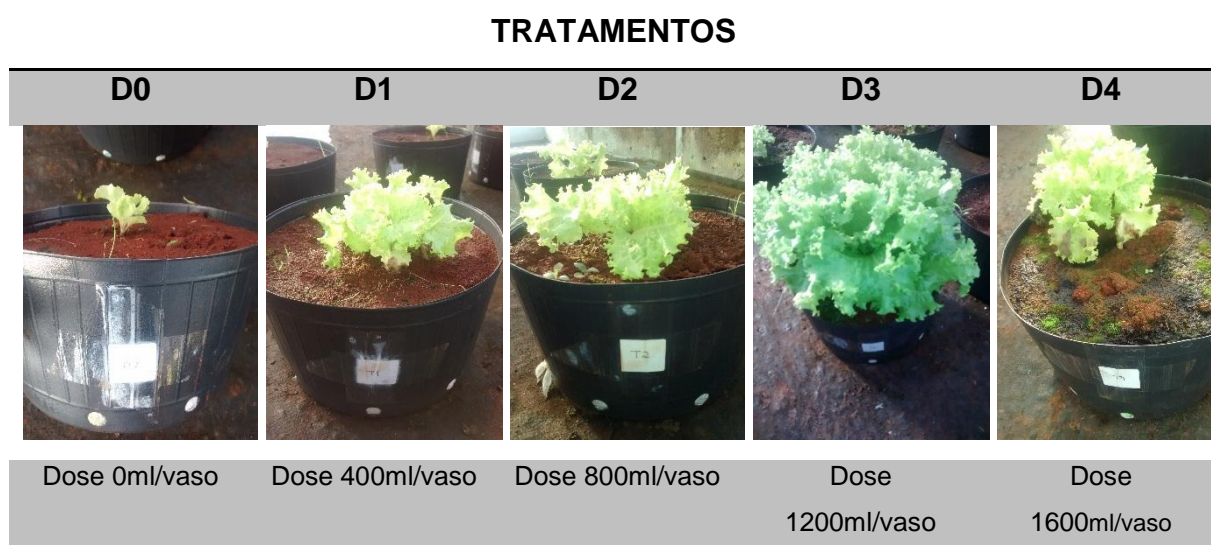
Fonte: Produzido pelo autor

A terceira etapa constou da realização de análise laboratorial e coleta de dados, realizada no laboratório de Química e Fertilidade de Solo da Universidade Federal da Fronteira Sul, Campus Erechim. Após a colheita das alfaces, foram realizadas as seguintes determinações: massa fresca (MF), massa seca (MS), diâmetro da cabeça da alface (DA), número de folhas (NF), teor de nitrogênio (TN) e teor de fósforo (TP). Em relação a determinação dos teores de nitrogênio e fósforo no tecido vegetal, esta seguiu a metodologia proposta por Tedesco (1995). Os resultados de todas as análises foram submetidos à análise de variância e de regressão. O software utilizado foi o SISVAR.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

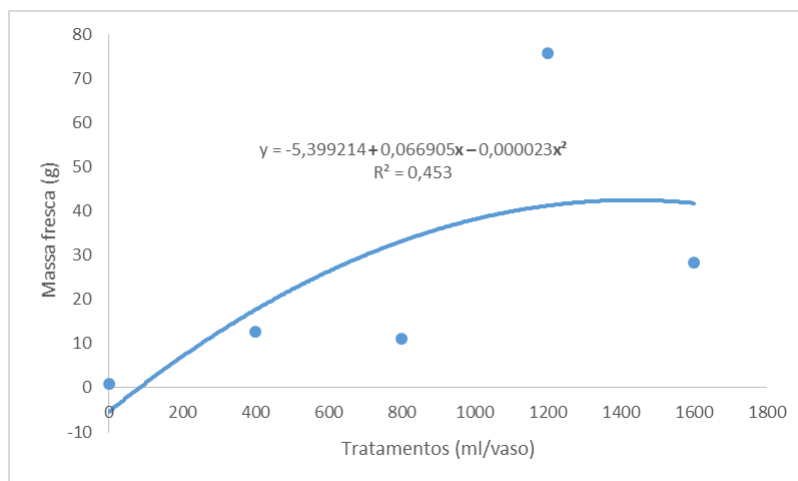
Em relação ao comportamento da cultura no decorrer do experimento, observou-se que, nas doses D0, D1 e D2, a cultura da alface apresentou sintomas que indicaram deficiência nutricional, conforme descrição de Tischer e Siqueira Neto (2012). Assim, estes tratamentos resultaram em plantas com desenvolvimento precário, caracterizado por menor número de folhas e menor diâmetro da cabeça da alface, em relação aos tratamentos D3 e D4. Já D3, não apresentou nenhum indício de deficiência ou fitotoxicidade, pois as plantas se desenvolveram normalmente comparado aos outros tratamentos. Em relação ao D4, esta aparentou sintomas de decréscimo de altura e de diâmetro, como evidenciado a seguir no quadro 2. A partir disso, foram analisados os dados estatísticos para cada parâmetro estabelecido nos objetivos específicos.

Quadro 2. Efeitos observados nos tratamentos



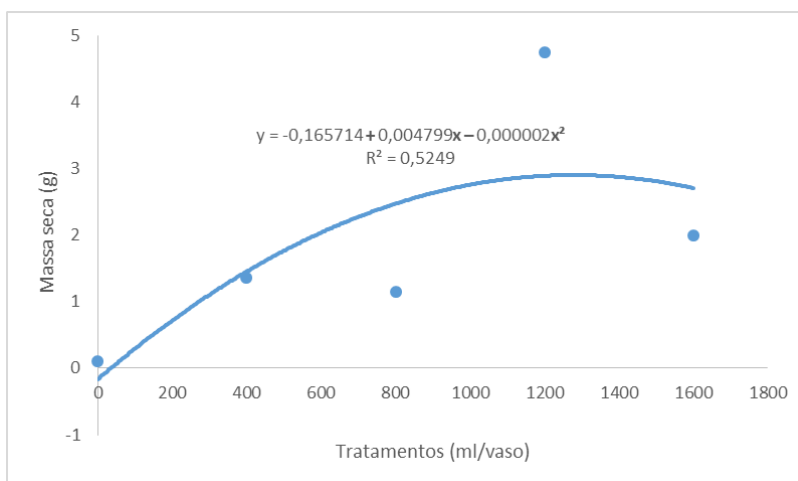
Fonte: Produzido pelo autor

Não houve efeito de doses sobre a massa fresca da parte aérea. A equação gerada não apresenta boa capacidade preditiva, pois os parâmetros a, b e c do modelo gerado não foram significativos, resultando em um baixo R^2 (Figura 02). Este resultado pode estar relacionado à uma concentração inadequada dos nutrientes N, P e K, essenciais para a nutrição de plantas (FONTES, 2014).

Figura 02: Curva de massa fresca

Fonte: Arquivo do autor

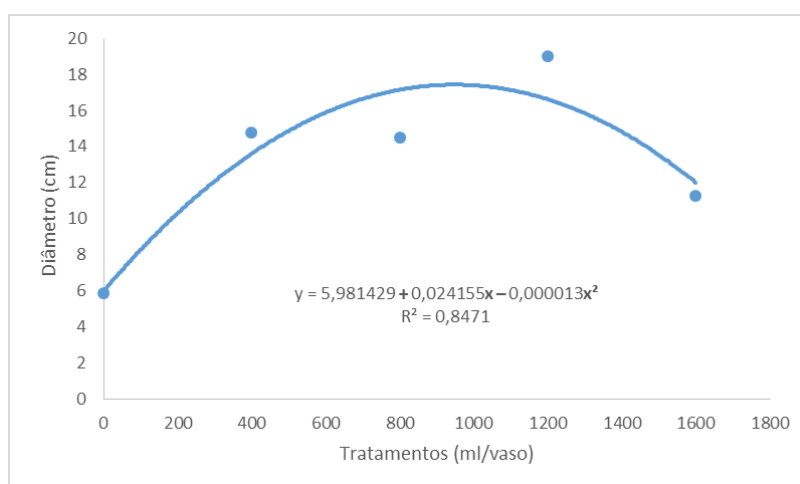
Já em relação a massa seca (MS), houve efeito de doses do chorume aplicado, porém a equação proposta não tem uma boa capacidade de explicar os resultados, pois o coeficiente de determinação (R^2) é baixo (Figura 03). A partir desta equação, é possível obter a dose de máxima eficiência técnica (DMET), resolvendo a derivada primeira da equação, igualada a zero, que foi de 1.199,8 mL/vaso. A partir desta DMET, há tendência de declínio da massa seca, possivelmente por efeito de toxidez de nutrientes, especialmente nitrogênio. Estas considerações foram observadas também por Santos et al. (2001), em que verificou-se que ao aplicar doses superiores a ideal de fertilizantes orgânicos, teve como consequência plantas de alface com menor massa seca.

Figura 03: Curva de massa seca

Fonte: Arquivo do autor

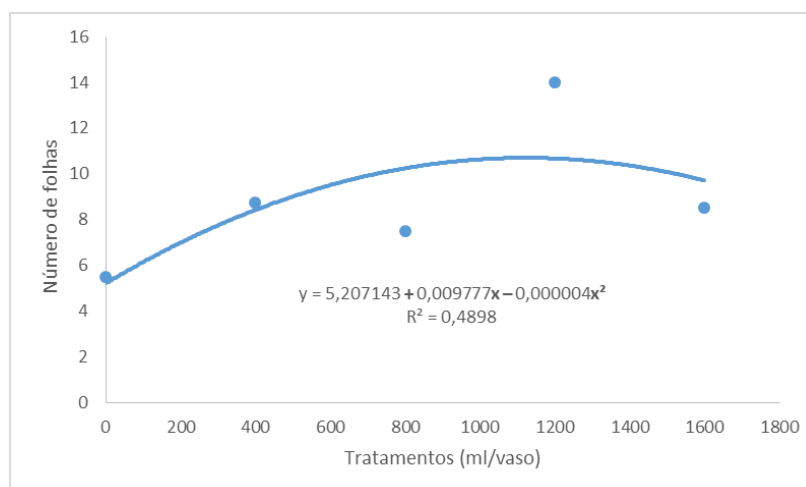
Em relação ao diâmetro da alface (DA), houve efeito de doses sobre esta variável, e a equação gerada apresentou uma boa capacidade preditiva ($R^2 > 0,7$). Assim, podemos inferir que a curva demonstra de forma confiável o comportamento das doses sobre a cultura, ou seja, a cultura respondeu ao incremento de doses. No entanto, o modelo quadrático indicou que doses maiores que a DMET podem resultar em efeito depressivo (Figura 04), provavelmente devido ao maior acúmulo de N. Resultados semelhantes também foram encontrados por ZIECH et al. (2014), onde a adubação orgânica proporcionou, no ciclo sucessivo, maiores diâmetros de caule e da parte aérea, diferindo apenas da testemunha.

Figura 04: Diâmetro da parte aérea da alface



Fonte: Arquivo do autor

Quanto ao número de folhas (NF), houve efeito de doses do chorume, porém a equação resultou em baixa capacidade preditiva (R^2), gerando um modelo quadrático (Figura 05), com efeito depressivo com o incremento de doses maiores que a DMET. Porém, o NF apresenta-se com poucas oscilações em relação as doses. Estes resultados também foram observados por PINTO et al. (2017), que realizaram experimentos com a variedade “Crespa” e constataram uma diferença estatística significativa entre o tratamento controle e os demais tratamentos contendo adubação. Ainda, observaram uma tendência de estabilidade no número total de folhas de acordo com o aumento na dose do adubo orgânico utilizado.

Figura 05: Número de folhas

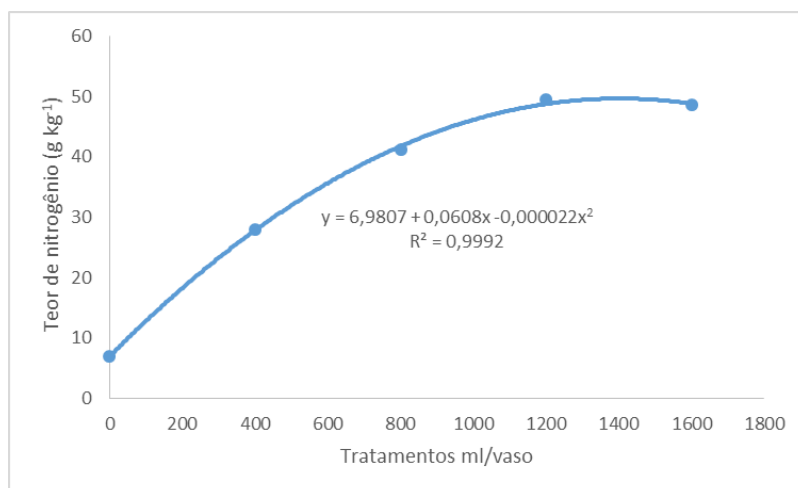
Fonte: Arquivo do autor

Quanto ao teor de nitrogênio (TN) foliar, houve efeito das doses sobre essa variável, e a equação obtida apresentou boa capacidade de explicar os resultados obtidos (R^2), por meio de um modelo quadrático (Figura 06). Assim, podemos inferir que a curva demonstra de forma confiável o efeito das doses sobre esta variável. Indica ainda que houve um incremento decrescente no teor de N foliar, com tendência de redução no incremento com o aumento das doses (Figura 06). Este fato indica que embora tenha sido ofertado quantidades crescentes de N, a absorção pode ter sido limitada pela menor oferta, ou oferta menor que a demanda, de outros nutrientes. A cultura corresponde positivamente até a dose de máxima eficiência técnica, que, no caso, é de 1382,75 ml/vaso, a qual se mostrou um pouco maior que D3. A partir desta dose, então, a cultura passa a responder de forma decrescente.

Resultados semelhantes também foram percebidos por ECKHARDT (2015), o qual salientou que a partir de uma determinada dose, o aumento da disponibilidade de N não resulta em incremento de produção da alface, pelo contrário, incidiu em um decréscimo de produção. Assim, este nutriente, presente em adubos parcialmente ou não estabilizados, se disponibilizado em excesso, tem efeito fitotóxico, prejudicando a produtividade da cultura e dificultando o crescimento das raízes (VARNERO et al., 2007). E, em contrapartida, segundo Almeida et al. (2011), a principal causa do mau desenvolvimento da cultura é o nitrogênio, já que este é o macronutriente que causa maior limitação na produção da alface. Assim, a ausência de nitrogênio pode gerar

produções menores em relação à produção com adequada disponibilidade de N (Tischer e Siqueira Neto, 2012).

Figura 06: Curva de teor de Nitrogênio



Fonte: Arquivo do autor

Já em relação ao teor foliar de fósforo (TP), não obteve-se efeito de doses. Possivelmente a concentração de P no chorume tenha sido insuficiente para atender a demanda da cultura.

Assim, de maneira geral, entende-se que houve efeito nas doses aplicadas. No entanto, o incremento nas doses não foi capaz de proporcionar um desenvolvimento ideal da cultura. Pois, segundo Smith & Hadley (1989), uma parcela do nitrogênio oferecido por meio de adubos orgânicos não sofre rápida mineralização e, assim, fica disponível apenas para as culturas posteriores. Em contrapartida, Marchesini et al. (1987) descrevem que os ganhos em produtividade oferecidos por adubos orgânicos, apesar de não responderem de forma tão rápida quanto os gerados pelos adubos minerais, apresentam maior duração. Certamente, isto ocorre devido a liberação mais gradativa de nutrientes e pelo estímulo do crescimento radicular.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho, encontrou-se resultados significativos para a produtividade da alface. Pois, concluiu-se que a utilização de adubo orgânico, além de disponibilizar nutrientes às plantas, colabora para conservar a fertilidade natural do solo e os ciclos biológicos dos nutrientes, ajudando a impedir o esgotamento destes. Isto pode indicar que o biofertilizante, oriundo de resíduos vegetais e esterco bovino, pode ser recomendado para a cultura da alface, desde que aplicado em dose adequada. Doses excessivas podem extrapolar as necessidades da cultura, resultando em toxicidades para a planta, bem como, aquelas que fornecem nutrientes aquém da demandada pelas culturas, podem resultar em menor produtividade.

Desta forma, estes resultados demonstram de forma clara que os processos de transformação da matéria orgânica podem resultar também em fertilizantes de boa qualidade, com adequada disponibilização de nutrientes no ciclo produtivo da alface, principalmente em relação aos teores de nitrogênio. Por fim, estes resultados também apontam uma alternativa sustentável para o pequeno produtor, já que o biofertilizante oferece uma adubação eficaz e viável, além de possibilitar o reúso de elementos que seriam descartados de forma incorreta no meio ambiente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, T. B. F. et al. Avaliação nutricional da alface cultivada em soluções nutritivas suprimidas de macronutrientes. **Biotemas**, 24 (2), 27-36, 2011. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/biotemas/article/view/2175-7925.2011v24n2p27/17819>>. Acesso em: 10 Abr 2018.
- AMORIM, A. C. **Caracterização dos dejetos de caprinos: reciclagem energética e de nutrientes**. 2002. Disponível em: <http://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/96604/amorim_ac_me_jabo.pdf?sequence=1>. Acesso em: 04 Set 2016.
- ANDA – ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS. **Principais indicadores do setor de fertilizantes**. 2011. Disponível em: <<http://www.anda.org.br>>. Acesso em: 17 Set 2016.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Projeções do Agronegócio: Brasil 2009/2010 a 2019/2020 / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Assessoria de Gestão Estratégica**. Brasília: Mapa/ACS, 2010. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/MAIS%20DESTAQUES/Proje%C3%A7%C3%B5es%20Agroneg%C3%B3cio%202009-2010%20a%202019-2020.pdf>. Acesso em: 17 Set 2016.
- BRAZ, Sérgio Pereira; JUNIOR, Domicio do Nascimento; CANTARUTTI, Reinaldo Bertola; REGAZZI, Adair José; MARTINS, Carlos Eugênio; FONSECA, Dilermando Miranda da; BARBOSA, Rodrigo Amorim. **Aspectos Quantitativos do Processo de Reciclagem de Nutrientes pelas Fezes de Bovinos sob Pastejo em Pastagem de *Brachiaria decumbens* na Zona da Mata de Minas Gerais**. v.31, n.2, p.858-865, 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v31n2s0/21274.pdf>>. Acesso em: 01 out 2016.
- CEPEA – CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA. **PIB do agronegócio**. 2010. Disponível em: <<http://www.cepea.esalq.usp.br/pib/>>. Acesso em: 30 set. 2016.
- CERRI, Carlos Eduardo P. **COMPOSTAGEM**. Programa de pós-graduação em solos e nutrição de plantas. Universidade de São Paulo. Piracicaba, São Paulo. 2008. Disponível em: <http://agriculturaurbana.org.br/boas_praticas/textos_compostagem/Compostagem_ESALQ.pdf>. Acesso em: 01 out. 2016.
- ECKHARDT, Daniel Pazzini. **Fertilizantes orgânicos: índice de eficiência e produção de alface, cenoura e mudas de eucalipto**. Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, RS. 2015. Disponível em: <<http://w3.ufsm.br/ppgcs/images/Teses/DANIEL-PAZZINI-ECKHARDT-TESE.pdf>>. Acesso em: 01 Mar 2016.

FORESTI, E.; FLORÊNCIO, L.; VAN HAANDEL, A.; ZAIAT, M.; CAVALCANTI, P. F. F. Fundamentos do tratamento anaeróbio. In: CAMPOS, J. R. (Coord.). **Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbio e disposição controlada no solo**. Rio de Janeiro: ABES, 1999. Cap. 2, p. 29-52.

GÜNGÖR-DEMIRCI, G.; DEMIRER, G. N. **Effect of initial COD concentration, nutrient addition, temperature and microbial acclimation on anaerobic treatability of broiler and cattle manure**. 2003. Disponível em: <<http://users.metu.edu.tr/goksel/environmental-biotechnology/pdf/42.pdf>>. Acesso em: 04 Set 2016.

IBGE. **Efetivo de rebanhos por tipo de rebanho**. 2014. Disponível em: <<http://serieestatisticas.ibge.gov.br/series.aspx?no=1&op=0&vcodigo=PPM01&t=efetivo-rebanhos-tipo-rebanho>>. Acesso em: 04 Set 2016.

INÁCIO, Caio de Tevez; MILLER, Paul Richard Momsen. **Compostagem: ciência e prática para a gestão de resíduos orgânicos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009. 156 p.

JUNQUEIRA, Juliana Bega. **Biodigestão anaeróbia e compostagem com dejetos de bovinos confinados e aplicação do biofertilizante e do composto em área cultivada com *Panicum maximum* JACQ., cv Tanzânia**. Dissertação de mestrado em Zootecnia. Universidade Estadual Paulista “Julio De Mesquita Filho”. Jaboticabal, São Paulo – Brasil. 2011. Disponível em: <http://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/96528/junqueira_jb_me_jabo.pdf?sequence=1>. Acesso em: 17 Set 2016.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 1985. 492p. Disponível em: <<http://biblioteca.incaper.es.gov.br/busca?b=ad&id=4303&biblioteca=vazio&busca=autoria:%22KIEHL,%20E.%20J.%22&qFacets=autoria:%22KIEHL,%20E.%20J.%22&sort=&paginacao=t&paginaAtual=1>>. Acesso em: 1 out. 2016.

KIEHL, E. J. **Preparo do composto na fazenda**. Casa da Agricultura, Campinas: v.3, n.3, p.6-9, 1981. Disponível em: <<http://andorinha.epagri.sc.gov.br/consultaweb/busca?b=ad&id=15333&biblioteca=vazio&busca=autoria:%22KIEHL,%20E.J.%22&qFacets=autoria:%22KIEHL,%20E.J.%22&sort=&paginacao=t&paginaAtual=1>>. Acesso em: 1 out. 2016.

LOUREIRO, Diego Campana et al. **Compostagem e vermicompostagem de resíduos domiciliares com esterco bovino para a produção de insumo orgânico**. Pesquisa agropecuária brasileira. v. 42, n. 7, p. 1043-1048, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2007000700018>. Acesso em: 17 Set 2016.

MAISTRO, Liliâne Corrêa. **ALFACE MINIMAMENTE PROCESSADA: UMA REVISÃO**. Rev. Nutr. v. 14, n. 3, p. 219-224, 2007. Disponível em:

<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-52732001000300008&lang=pt>. Acesso em: 17 Set 2016.

MARCHESINI, A.; ALLIEVI, L.; COMOTTI, E.; FERRARI, A. Long-term effects of quality-compost treatment on soil. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 106, p. 253-261, 1987. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/BF02371221>>. Acesso em: 01 mai. 2018.

OLIVEIRA, Leandra B. de, et al. **Características químicas do solo e produção de biomassa de alface adubada com compostos orgânicos**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. Campina Grande, PB, UAEA/UFCG. v.18, n.2, p.157–164, 2014. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v18n2/a05v18n2.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2016.

OLIVEIRA, L.C. de, et al. **Influência de adubações e manejo de adubo verde nos atributos biológicos de solo cultivado com alface (*Lactuca sativa* L.) em sistema de cultivo orgânico**. Arq. Inst. Biol., São Paulo, v.79, n.4, p.557-565, out./dez., 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/aib/v79n4/a13v79n4.pdf>>. Acesso em: 3 set. 2016.

PINTO, Luana Patrícia; et al. **Aplicação de diferentes doses de adubo orgânico do tipo Bokashi em duas variedades de alface *Lactuca sativa* L.** Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Marechal Cândido Rondon, Paraná. 2017. Disponível em: <<https://sistemas.uft.edu.br/periodicos/index.php/desafios/article/view/3638/12488>>. Acesso em: 3 Mai. 2018.

PIRES, A. M. M.; MATTIAZZO, M. E. **Avaliação da Viabilidade do Uso de Resíduos na Agricultura**. Circular Técnica – EMBRAPA. 1ª ed. Jaguariúna, São Paulo. 2008. Disponível em: <www.cnpma.embrapa.br/download/circular_19.pdf>. Acesso em: 17 Set 2016.

PRADO, Renato de Mello; FILHO, Arthur Bernardes Cecílio. **Nutrição e adubação de hortaliças**. Jaboticabal: FCAV/CAPES, 2016. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/semiario/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1044447/nutricao-e-adubacao-da-cultura-da-alface>>. Acesso em: 3 set. 2016.

PREFEITURA DE ERECHIM. **Município de Erechim**. 2018. Disponível em: <<http://www.pmerechim.rs.gov.br/pagina/130/municipio>>. Acesso em: 07 mai. 2018.

ROSSI, W. **A sustentabilidade da agricultura brasileira**. 2011. Disponível em: <http://www.oim.tmunipal.org.br/?pagina=detalhe_noticia¬icia_id=29114>. Acesso em: 17 Set 2016.

SANTOS, Humberto Gonçalves dos; et al. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3 ed. rev. ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353 p.

SANTOS, R. H. S. et al. Conservação pós-colheita de alface cultivada com composto orgânico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, p. 521-525, 2001. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/%0D/pab/v36n3/4796.pdf>>. Acesso em: 20 Abr 2018.

SCHNEIDER, V. E. **Diagnóstico dos Resíduos Orgânicos do Setor Agrossilvopastoril e Agroindústrias Associadas**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. 2012. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/120917_relatorio_residuos_organicos.pdf>. Acesso em: 17 Set 2016.

SILVA, F.C.; BOAREITO, A.E.; BERTON, R.S.; ZOTELLI, H.B.; PEXE, C.A.; BERNARDES, E.M. **Efeito de lodo de esgoto na fertilidade de um argissolo vermelho-amarelo cultivado com cana-de-açúcar**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.36, p. 831-840, 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2001000500014>. Acesso em: 17 Set 2016.

SMITH, S. R.; HADLEY, P. A comparison of organic and inorganic nitrogen fertilizers: Their nitrate-N and ammonium-N release characteristics and effects on the growth response of lettuce (*Lactuca sativa* L. cv. Fortune). **Plant and Soil**, v.115,n.1, p.135-144, 1989. Disponível em: < <https://link.springer.com/article/10.1007/BF02220704>>. Acesso em: 2 Mai 2018.

Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. **Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. Comissão de Química e Fertilidade do Solo. - 10. ed. – Porto Alegre, 2004.

STEIL, Lara. **Avaliação do uso de inóculos na biodigestão anaeróbia de resíduos de aves de postura, frangos de corte e suínos**. 2001. 108f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) - Instituto de Química, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2001. Disponível em: <http://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/88047/steil_l_me_araiq.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 17 Set 2016.

TISCHER, J. C.; SIQUEIRA NETO, M. Avaliação da deficiência de macronutrientes em alface crespa. **Ensaio e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde**, v. 16, p. 43-57, 2012. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/pdf/260/26025448004.pdf>>. Acesso em: 10 Fev 2018.

VARNERO, M. T. M. et al. **Índices de fitotoxicidad en residuos orgánicos durante el compostaje**. Revista de la ciencia del suelo y nutrición vegetal, v. 7, p. 28-37, 2007. Disponível em: <<https://scielo.conicyt.cl/pdf/rcsuelo/v7n1/art03.pdf>>. Acesso em: 25 mai. 2018.

ZIECH, A. R. D. et al. **Cultivo de alface em diferentes manejos de cobertura do solo e fontes de adubação**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental - Agriambi, v. 18, n. 9, 2014. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v18n9/v18n09a11.pdf>>. Acesso em: 10 mai. 2018.

ANEXO A – Confecção da biocomposteira

Materiais utilizados:

- 20 cm pvc 200mm;
- 1 flange de 40mm;
- 1 curva de pvc 40mm;
- 1 metro de cano pvc 40mm;
- 6 parafusos 5cm com porca;
- 1 flange de 20mm;
- 1 torneira de plástico;
- 1 metro de sombrite fino;
- 1 tonel e meio 200L;
- 1 cap 200mm;
- 1 kg de esterco bovino.



FONTE: Arquivo do autor

Etapas da construção

1º Passo: Perfurar a parte inferior de um tonel.



FONTE: Arquivo do autor

2º Passo: Cortar um tonel ao meio e recortar um círculo do tamanho de 200mm em ambos os toneis.



FONTE: Arquivo do autor

3º Passo: Colocar as flanges e em seguida fixar o tonel inteiro sobre a metade do tonel.



FONTE: Arquivo do autor

4º Passo: fixar os parafusos, cano de respiro, torneira colocar a cap sobre a saída de dejetos sólidos.



FONTE: Arquivo do autor

5º Passo: Adicionar 1 kg de esterco bovino na biocomposteira.



FONTE: Arquivo do autor

6º Passo: a alimentação deve ser semanalmente.



FONTE: Arquivo do autor

ANEXO B – Laudo de análise de solo



FACULDADE DE AGRONOMIA - DEPTO. DE SOLOS
LABORATÓRIO DE ANÁLISES

50 anos
Servindo a Agricultura

Laudo de Análise de Solo

NOME: Geraldo Santiago
MUNICÍPIO: Erechim
ESTADO: RS
LOCALIDADE: UFFS

DATA DO RECEBIMENTO: 14/08/17
DATA DA EXPEDIÇÃO: 23/08/17

NUM	REGISTRO	ARGILA %	pH H ₂ O	Índice SMP	P mg/dm ³	K mg/dm ³	M.O. %	Al _{troc.} cmol/dm ³	Ca _{troc.} cmol/dm ³	Mg _{troc.} cmol/dm ³
1	121/5	>60	5.2	5.9	6.3	38	1.9	0.1	5.7	2.6

Argila determinada pelo método do densímetro; pH em água 1:1; P, K, Cu, Zn e Na determinados pelo método Mehlich 1; M.O. por digestão úmida; Ca, Mg, Al e Mn trocáveis extraídos com KCl 1 mol L⁻¹; S-SO₄ extraído com CaHPO₄ 500 mg L⁻¹ de P; B extraído com água quente.

NUM	H + Al cmol/dm ³	CTC cmol/dm ³	% SAT da CTC		RELAÇÕES			SUGESTÃO DE CALAGEM p/PRNT (t ha ⁻¹)			
			BASES	Al	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	100	85	70	55
1	4.9	13.3	63	1.2	2.2	59	27				

CTC a pH 7,0. Necessidade de calcário para atingir pH 6,0 - calculada pela média dos métodos SMP e Al+MO. Sugestão válida no caso de não ter sido feita calagem integral nos últimos 3 anos e sob sistema de cultivo convencional. No sistema plantio direto, consultar um agrônomo.

NUM	S mg/dm ³	Zn mg/dm ³	Cu mg/dm ³	B mg/dm ³	Mn mg/dm ³	Fe g/dm ³	Na mg/dm ³	OUTRAS DETERMINAÇÕES			
1	27	2.8	3.3	0.3	6						

Consulte um agrônomo para obter as recomendações de adubação

NUM	IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA
1	01


Clesio Gianello
Eng. Ag.º CREA/RS011476¹ 0.000
Chefe do Laboratório de Análises