

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

DISSERTAÇÃO

Avaliação de Compostos Orgânicos Provenientes de
Resíduos da Agropecuária para o Cultivo de Alface
(*Lactuca sativa*)

Alexandre Delgado Alves

2018



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

**Avaliação de Compostos Orgânicos Provenientes de Resíduos da
Agropecuária para o Cultivo de Alface (*Lactuca sativa*)**

Alexandre Delgado Alves

Sob a Orientação do Professor
Dr. José Antonio Azevedo Espindola

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

Seropédica – RJ
Junho de 2018

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada
com os dados fornecidos pelo autor

A474a Alves, Alexandre Delgado, 1967-
Avaliação de Compostos Orgânicos Provenientes de Resíduos
da Agropecuária para o Cultivo de Alface (*Lactuca sativa*) /
Alexandre Delgado Alves. - 2018.
34 f.: il.

Orientador: José Antonio Azevedo Espindola.
Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal Rural do Rio de
Janeiro, Curso de Pós-Graduação em Agricultura Orgânica, 2018.

1. Agricultura orgânica. 2. Adubação. 3. Matéria orgânica. I.
Azevedo Espindola, José Antonio, 1968-, orient. II Universidade
Federal Rural do Rio de Janeiro. Curso de Pós-Graduação em
Agricultura Orgânica III. Título.

É permitida a cópia parcial ou total desta dissertação, desde que seja citada a fonte.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA ORGÂNICA- PPGA0**

ALEXANDRE DELGADO ALVES

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

DISSERTAÇÃO APROVADA EM: 27/06/2018

Jose Antonio Azevedo Espindola. Dr. Embrapa Agrobiologia
(Orientador)

Ednaldo da Silva Araújo. Dr. Embrapa Agrobiologia

David Vilas Boas de Campos. Dr. Embrapa Solos

DEDICATÓRIAS

À memória de meus pais Raimundo e Joanna.

À minha esposa Andréa.

Aos meus filhos Pedro e Mateus.

A toda minha família.

Aos meus professores que passaram por minha vida e cumprem o Lindo papel de ensinar.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por me guiar e abrir os caminhos para essa grande oportunidade de estudo, formação e conhecimento.

À minha esposa Andréa Fátima de Campos Alves e meus filhos Pedro de Campos Alves e Mateus de Campos Alves pelo apoio e compreensão durante essa caminhada.

Aos idealizadores, pesquisadores e todos os professores do curso de mestrado em Agricultura Orgânica, da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, da Embrapa Agrobiologia e da Pesagro-Rio, por organizarem e promoverem esta oportunidade de conhecimento.

Ao meu orientador, Dr. José Antonio Azevedo Espindola, por sua orientação, paciência, confiança e tranquilidade transmitida para a realização deste trabalho.

Ao pesquisador Dr. Ednaldo da Silva Araújo, pelo apoio e contribuição no desenvolvimento do trabalho.

Ao produtor rural Sr. Jair Flesh e sua família, pelo empenho, dedicação e colaboração nas etapas das pesquisas de campo em seu sítio.

À equipe do Laboratório de Química Agrícola da Embrapa Agrobiologia, pelos resultados das análises químicas.

Ao secretário do curso Sr. Bráulio dos Santos Bezerra por sua dedicação, sempre pronto a nos ajudar.

Aos colegas da turma “Prof. Raul de Lucena Duarte Ribeiro” do PPGAO pela amizade, oportunidade de convivência e aprendizado.

A todos os colegas do alojamento da Embrapa-Agrobiologia pela amizade, convivência e experiências compartilhadas.

Às demais pessoas que direta e indiretamente contribuíram para a realização desse sonho, a minha gratidão.

Muito obrigado a todos vocês!

RESUMO

ALVES, Alexandre Delgado. **Avaliação de Compostos Orgânicos Provenientes de Resíduos da Agropecuária para o Cultivo de Alface (*Lactuca sativa* L.)**. Seropédica/RJ, 2018. 34p. Dissertação (Mestrado Profissional em Agricultura Orgânica). Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2018.

A busca por insumos orgânicos para atividades agrícolas produzidos de maneira sustentável a custos mais acessíveis aos agricultores orgânicos tem crescido em função da demanda de alimentos orgânicos no Brasil. A utilização de resíduos orgânicos compostados representa uma alternativa para atender às necessidades de adubação orgânica nas lavouras. Este trabalho teve como objetivo prospectar e analisar resíduos da agropecuária e através do processo de compostagem dos mesmos, avaliar o efeito da aplicação dos fertilizantes orgânicos elaborados, quanto à produtividade e os teores de nutrientes presentes na parte aérea das plantas da cultura da alface. Inicialmente, foram conduzidas entrevistas com agricultores identificando as fontes de resíduos orgânicos na região de Mogi das Cruzes. Foram realizadas análises químicas dos resíduos para elaboração de compostos orgânicos. Os compostos obtidos foram analisados quimicamente e avaliados como fertilizantes na adubação de base no cultivo de alface em um experimento realizado em campo com delineamento em blocos ao acaso com 8 tratamentos e 3 repetições. Os tratamentos consistiram na utilização de diferentes compostos: capim e esterco de codorna; capim e esterco de galinha; capim e esterco bovino; composto de cogumelo e esterco de galinha; composto de cogumelo shimeji preto; composto de cogumelo shimeji branco; composto de cogumelo shimeji preto e esterco de codorna; e o controle. Os compostos orgânicos aplicados no cultivo de alface proporcionaram maior produção de bioamassa fresca da parte aérea em relação ao controle, com exceção do composto orgânico obtido exclusivamente de resíduo da produção de cogumelo shimeji branco. Em relação ao teor de nutrientes presentes na parte aérea da alface, não houve diferenças significativas para os diferentes tratamentos. O uso de resíduos orgânicos para a produção de fertilizantes orgânicos mostrou-se viável para o cultivo de alface em sistemas orgânicos de produção.

Palavras-chave: Agricultura orgânica. Adubação. Matéria orgânica.

ABSTRACT

ALVES, Alexandre Delgado. **Evaluation of organic compounds from agricultural residues for lettuce (*Lactuca sativa*) cultivation.** Seropédica / RJ, 2018. 34p. Dissertation (Professional Master's Degree in Organic Agriculture). Institute of Agronomy, Federal Rural University of Rio de Janeiro, Seropédica, 2018.

The search for organic inputs for agricultural activities sustainably produced, offered at affordable costs to organic farmers has grown due to the demand for organic food in Brazil. The use of composted organic waste is an alternative to meeting the needs of organic fertilizer on crops. The objective of this work was to prospect and analyze agricultural residues for use in organic agriculture and, through the composting process, the effect of the application of elaborated organic fertilizers on the productivity and nutrient content of the aerial part of lettuce plants. Initially, interviews were conducted with farmers in the region of Mogi das Cruzes and Suzano identifying sources of organic waste. Chemical analysis of residues for the preparation of organic compounds were made. The obtained compounds were analyzed and evaluated as fertilizers used in basic fertilization in lettuce cultivation in an open field experiment with a randomized complete block design with 8 treatments and 3 repetitions. The treatments consisted in the use of different compounds: grass and quail manure; grass and chicken manure; grass and cattle manure; composed of mushroom and chicken manure; mushroom compound black shimeji; mushroom white shimeji compound; composed of black shimeji mushroom and quail manure; and control. The organic compounds applied in the lettuce cultivation provided higher fresh biomass production of the aerial part in relation to the control, except for the organic compound obtained exclusively from the residue of the shimeji white mushroom production. Regarding the nutrient content of lettuce, there were no significant differences for the different treatments. The use of composted organic residues for the production of organic fertilizers proved to be feasible for lettuce cultivation in organic production systems.

Keywords: Organic agriculture. Fertilization. Organic matter.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fotografia Aérea do Sítio José Uwada.	7
Figura 2. Resíduo Orgânico em Granja de Avicultura.	9
Figura 3. Preparo de Compostos Orgânicos.	12
Figura 4. Produção de mudas de alface.	13
Figura 5. Aplicação dos compostos orgânicos nas parcelas.	15
Figura 6. Incorporação dos compostos orgânicos nas parcelas.	15
Figura 7. Plantio das mudas de alface na parcela.	16
Figura 8. Experimento de cultivo de alface implantado.	16
Figura 9. Visão geral da área do experimento durante o ciclo de produção.	17
Figura 10. Vista geral do experimento no dia da colheita.	18
Figura 11. Colheita das plantas centrais da parcela.	18
Figura 12. Medição do diâmetro e altura das plantas na parcela.	19
Figura 13. Pesagem da biomassa comercial das plantas na parcela.	19
Figura 14. Temperatura observada durante o processo de compostagem.	24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Informações coletadas sobre características dos resíduos orgânicos.....	8
Tabela 2. Resíduos Orgânicos Selecionados e Locais de Origem.....	9
Tabela 3. Teores de umidade e densidade dos resíduos amostrados.	10
Tabela 4. Teores de umidade e densidade dos compostos orgânicos elaborados em Suzano-SP (2017).....	12
Tabela 5. Tipos de resíduos orgânicos prospectados e características qualitativas.....	21
Tabela 6. Teores de Nutrientes e Relação C:N dos resíduos orgânicos.	23
Tabela 7. Características Químicas dos Compostos Orgânicos.....	25
Tabela 8. Biomassa fresca, biomassa fresca comercial, diâmetro, altura e número de folhas da parte aérea de alface submetida à aplicação de diferentes fertilizantes orgânicos em Suzano-SP em 2017.	26
Tabela 9. Média dos teores de nitrogênio (N), cálcio (Ca), potássio (K), magnésio (Mg) e fósforo (P) do tecido vegetal da alface em função do tipo de composto orgânico aplicado.	27
Tabela 10. Mão de obra para montagem e manutenção de 1 m ³ de compostagem.	28
Tabela 11. Avaliação de facilidades na obtenção dos resíduos e compostagem na unidade de produção.....	28
Tabela 12. Custo econômico de alguns resíduos orgânicos.	29

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	2
2.1 Agricultura Orgânica	2
2.2 Resíduos Orgânicos	4
2.3 Compostos Orgânicos.....	4
2.4 O Cultivo de Alface.....	6
3 MATERIAL E MÉTODOS	7
3.1 Caracterização da Região da Área do Experimento	7
3.2 Prospecção e Caracterização de Resíduos Orgânicos.....	7
3.3 Coleta e Preparo de Amostras dos Resíduos Orgânicos para Análises	9
3.4 Análise e Características Químicas dos Resíduos Orgânicos.....	10
3.5 Elaboração e Preparo dos Compostos Orgânicos	10
3.6 Condução do Experimento com Alface.....	13
3.6.1 Produção de mudas de alface.....	13
3.6.2 Preparo do solo	14
3.6.3 Correção do solo e adubação orgânica dos canteiros	14
3.6.4 Plantio das mudas de alface no campo	16
3.6.5 Tratos culturais	17
3.6.6 Colheita e características avaliadas	17
3.6.6.1 Diâmetro e altura	19
3.6.6.2 Biomassa fresca total, biomassa fresca comercial e número de folhas	19
3.6.6.3 Biomassa seca.....	20
3.6.6.4 Teor de nutrientes nos tecidos vegetais	20
3.7 Análises Estatísticas	20
3.8 Indicadores de Produção.....	20
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
4.1 Prospecção de Resíduos Orgânicos	21
4.2 Análise de Nutrientes dos Resíduos Orgânicos.....	22
4.3. Avaliação de Temperatura no Processo de Compostagem.....	24

4.4 Resultados de Análises Químicas dos Compostos Orgânicos.....	24
4.5. Desempenho Agrônômico de Alface em Relação ao Tipo de Composto Orgânico Utilizado no Cultivo	26
4.6. Média dos Teores de Nutrientes Presentes nos Tecidos Vegetais de Alface em Função dos Diferentes Compostos Orgânicos Utilizados no Cultivo.....	27
4.7 Indicadores de Produção.....	28
6 CONCLUSÕES.....	30
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31

1 INTRODUÇÃO

A agricultura orgânica tem se mostrado como um importante setor de desenvolvimento sustentável na medida em que se busca contribuir para o equilíbrio em relação às questões sociais, ambientais e econômicas.

Hoje há uma grande preocupação da sociedade quanto à preservação e melhoria dos recursos naturais, aliada a uma crescente demanda por alimentos mais saudáveis, provenientes de sistemas sustentáveis de produção agrícola.

A região do Vale do Paraíba e Alto do Tietê, em São Paulo, tem apresentado grande crescimento do número de produtores de base ecológica. Isto é evidenciado pelo aumento expressivo do número de propriedades certificadas e o surgimento de novas associações de produtores orgânicos em diversos municípios, bem como a comercialização e o crescimento de feiras de alimentos orgânicos em diversos estabelecimentos.

Os fertilizantes orgânicos mais usuais nas lavouras orgânicas são os compostos elaborados, o húmus de minhoca, o composto fermentado conhecido como bokashi, e outros, além de biofertilizantes líquidos.

Através do uso de resíduos orgânicos da agropecuária regional, é possível se viabilizar a elaboração e produção de fertilizantes orgânicos que possam ser preparados e disponibilizados aos agricultores para uso nas lavouras.

Os resíduos mais popularmente conhecidos entre as comunidades rurais da referida região, são os resíduos da produção de cogumelo, esterco de codorna, esterco de galinha e esterco bovino, além de outros resíduos vegetais como bagaço de cana-de-açúcar e capins. Por serem mais facilmente disponíveis nas proximidades, esses resíduos apresentam um menor custo, e por isso, são utilizados na agricultura, principalmente no cultivo de hortaliças e plantas ornamentais, embora sem a ocorrência de estudos específicos.

Diante da demanda de agricultores orgânicos por alternativas viáveis e mais sustentáveis, torna-se importante a realização de pesquisas sobre práticas agropecuárias para a fertilização orgânica dos solos, avaliando resíduos orgânicos regionais e a possibilidade dos mesmos serem utilizados como fertilizantes orgânicos que possam ser preparados e utilizados pelos agricultores. Isto permitirá melhor atender à legislação, com uma perspectiva de melhores produtividades e a difusão de tecnologias sustentáveis em todo Brasil.

O objetivo geral deste trabalho foi avaliar compostos orgânicos elaborados a partir de resíduos da agropecuária para o cultivo orgânico de alface, com o intuito de prospectar potenciais resíduos orgânicos na região do Alto do Tietê – SP, além de elaborar compostos orgânicos através de combinações dos resíduos disponíveis e avaliar o desempenho agrônomo de cada formulação no cultivo de alface.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Agricultura Orgânica

Diversas experiências de modelos agroecológicos de produção têm demonstrado viabilidade técnica, econômica e social, contribuindo com o estabelecimento de um processo de desenvolvimento agrícola sustentável em diversas regiões do país (ASSIS, 2005).

Até os séculos XVIII e XIX, a agricultura empregou prioritariamente, técnicas como a rotação de culturas e a integração entre as atividades de produção animal e vegetal, com o equilíbrio entre a atividade agropecuária e a preservação dos recursos da natureza. A adubação do solo era realizada através do uso de esterco animal e restos vegetais provenientes da agropecuária, geralmente em um ambiente mais diversificado. Com os avanços dos conhecimentos da química agrícola, no final do século XIX, houve uma modificação no processo de produção agrícola, passando-se a serem desconsideradas as questões ambientais e ecológicas. Com a justificativa de alcançar altos rendimentos e solucionar o problema da fome no mundo, o processo de industrialização da produção agrícola teve seu auge com a chamada Revolução Verde, através de pacotes tecnológicos, tidos na época como modernos e de aplicação universal, atendendo aos interesses da crescente indústria química e desconsiderando-se as diversidades das condições ecológicas de cada região. Esse processo de modernização da agricultura no Brasil iniciou-se na década de 1960, provocando posteriormente muitos problemas ambientais (ASSIS, 2005).

Embora este novo modelo na época ocasionasse problemas ambientais e socioeconômicos, através do desenvolvimento tecnológico, o sistema agroindustrial se expandiu em todo o mundo, ocorrendo certos benefícios como o aumento da produtividade das lavouras e a maior produção de alimentos.

Em relação ao manejo e adubação dos solos, desde a origem da agricultura, eram utilizadas técnicas como o pousio e, posteriormente, rotação de culturas enquanto a fertilização dos solos era realizada com excrementos de animais. À medida que os contingentes humanos foram se tornando mais numerosos em relação às áreas agrícolas disponíveis, a adubação do solo com resíduos vegetais e animais foi se intensificando, necessitando de maiores quantidades de matéria orgânica e mão de obra com o manejo desses materiais. A descoberta dos fertilizantes sintéticos, no início do século passado, trouxe na época uma facilidade, já que grandes quantidades de materiais orgânicos seriam substituídas por reduzidas quantidades de fertilizantes sintéticos (MOREIRA, 2006).

Com forte influência da indústria química, surgiram posteriormente os agrotóxicos para o controle de insetos considerados pragas das lavouras e também a ampliação das áreas de monocultivo, com a mecanização das culturas de maior interesse econômico. Os sistemas de produção em escala industrial foram, aos poucos, acompanhados de outros problemas, sobretudo doenças nas culturas e competição com plantas invasoras. Novamente, as soluções tecnológicas vieram da indústria química, através do uso intensivo de fungicidas e herbicidas sintéticos, especializando cada vez mais a produção, contribuindo para o agravamento de problemas ambientais e sociais, com grande despovoamento do meio rural, tão evidenciados nos dias de hoje. O padrão tecnológico de agricultura industrial se completou através da motomecanização com o uso exclusivo dos insumos de origem industrial: fertilizantes sintéticos, inseticidas, fungicidas e herbicidas, além do grande número de variedades de plantas adaptadas ao modo convencional de produção (KHATOUNIAN, 2001).

Com enfoques ecológicos e sociais, diversos movimentos de agricultura apontavam falhas no modelo agroquímico industrial. Essas correntes, caracterizadas pela utilização de técnicas que respeitassem a natureza, buscaram a manutenção do equilíbrio entre os

organismos no processo de produção em harmonia com a natureza e o bem-estar das comunidades, com uma perspectiva apoiada nos exemplos de melhor convivência com os recursos naturais (ASSIS, 2005).

Os diversos movimentos de agricultura ecológica valorizam o uso da matéria orgânica e também práticas culturais favoráveis aos processos biológicos. A Agricultura Biodinâmica, que teve como figura central o filósofo Rudolf Steiner, iniciou-se na década de 1920 na Alemanha, e propunha a ideia de um sistema equilibrado e harmônico entre a natureza e a agricultura, considerando a propriedade rural como um organismo agrícola biodinâmico, com uma grande interação entre a produção vegetal e as criações de animais, em especial os bovinos. Em outro viés de agricultura ecológica, iniciou-se a Agricultura Orgânica com o agrônomo inglês Albert Howard, que, em sua experiência de pesquisas na Índia com os camponeses nativos, utilizava materiais misturando-se esterco animal, restos vegetais, cinzas e outros materiais que resultavam na formação de composto orgânico, usado para a fertilização dos solos. Ainda em outra corrente ecológica, a Agricultura Natural, que teve como figura central o filósofo religioso Mokiti Okada, iniciou-se no Japão na década de 1935 e fundamenta-se em métodos naturais de regeneração dos solos, buscando a sua revitalização através de microrganismos semelhantes aos encontrados nos solos de mata nativa (ASSIS, 2005).

Portanto, desde outrora, em diferentes partes do mundo e em uma perspectiva diversa de manutenção e melhoria da fertilidade, há uma relação com a adoção de técnicas de adubação orgânica dos solos de maneira ecológica, equilibrada e harmônica com os recursos naturais e o meio ambiente, integrando-se também aos aspectos culturais e sociais.

No entanto, a predominância do padrão de agricultura industrial introduzido pela Revolução Verde trouxe diversas consequências através de crises do sistema industrial com elevação de custos de produção, crises sociais com concentração de riquezas, o êxodo rural, crises ambientais com a degradação e escassez dos recursos naturais, a contaminação dos alimentos, e crises econômicas com a diminuição dos níveis médios de renda (ALTIERI, 2004).

Hoje, há uma crescente demanda por práticas alternativas que atendam às expectativas dos agricultores orgânicos em termos de produtividade, custos de produção e facilidade na adoção de técnicas no processo produtivo. Além disso, há uma maior conscientização dos consumidores em relação à segurança e qualidade dos alimentos, bem como em relação aos aspectos sociais e ambientais, fazendo com que segmentos dos setores produtivos busquem tecnologias e sistemas agrícolas de produção com enfoques ecológicos, mais rentáveis e socialmente justos com uso responsável dos recursos naturais (ASSIS, 2005).

Atualmente, a Lei 10 831, de 23 de dezembro de 2003, regulamenta os sistemas orgânicos de produção agropecuária no Brasil, os quais são definidos como: “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, empregando, sempre que possível, os métodos culturais, biológicos e mecânicos em contraposição ao uso de materiais sintéticos, a eliminação do uso de organismos geneticamente modificados e radiações ionizantes em qualquer fase do processo de produção, processamento, armazenamento, distribuição e comercialização e a proteção do meio ambiente” (BRASIL, 2003).

As tecnologias da agricultura orgânica constituem boas alternativas para diversos agricultores principalmente de base familiar, pois podem proporcionar resultados agronômicos satisfatórios, no manejo do solo, na produção das lavouras, na preservação do ambiente local, além de favorecer um maior rendimento econômico através do equilíbrio nos custos de produção e a comercialização de alimentos.

2.2 Resíduos Orgânicos

A Política Nacional de Resíduos Sólidos institui a disposição adequada dos resíduos sólidos das diversas fontes produtoras com o objetivo da reciclagem/reaproveitamento, sendo toda a cadeia produtiva responsável pelo destino correto do mesmo (BRASIL, 2010).

Na legislação que dispõe sobre a Agricultura Orgânica, Lei federal nº 10.831/03, verifica-se a possibilidade de aplicar um destino adequado para diferentes tipos de resíduos sólidos de origem agrícola ou industrial, reduzindo o uso de recursos não renováveis (BRASIL, 2003).

Por outro lado, há uma grande demanda de agricultores de base ecológica por alternativas economicamente viáveis para adubação do solo em sistema orgânico de produção. Entretanto, devem ser realizadas pesquisas sobre possíveis resíduos orgânicos com potencial fonte de nutrientes para uso nas lavouras.

Segundo Kiehl (1985), o incremento de matéria orgânica promove efeitos benéficos sobre as propriedades físicas, químicas e biológicas no solo, auxiliando substancialmente no crescimento e desenvolvimento das plantas. A adubação através de resíduos orgânicos compostados, é de grande valor no cultivo de hortaliças, principalmente em solos de clima tropical, onde a decomposição da matéria orgânica se realiza de forma intensa.

2.3 Compostos Orgânicos

O ser humano associa as terras férteis àquelas ricas em matéria orgânica, por isso a aplicação periódica de resíduos orgânicos é uma prática agrícola milenar. Nos solos tropicais, devido à rápida decomposição dos materiais orgânicos e as perdas ocasionadas pelo alto grau de intemperismo das chuvas e elevadas temperaturas observadas nesse ambiente, tal prática se torna indispensável para a manutenção da fertilidade dos solos. Ao mesmo tempo, é sabido que esses solos apresentam potencial de produção de grande quantidade de biomassa e tem uma atividade biológica abundante e variada. Portanto, a adição de matéria orgânica traz benefícios nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo. No aspecto físico, promove a melhoria da estrutura, porosidade, permeabilidade e aumento na retenção de umidade. No aspecto químico, melhora o pH, aumenta a CTC e fornece os nutrientes essenciais às plantas e no aspecto biológico, promove um aumento da atividade microbiana, e disponibiliza nutrientes e outras substâncias de crescimento para as plantas, promovendo um maior equilíbrio no controle de pragas e doenças (SIQUEIRA, 2013).

Destaca-se a importância da matéria orgânica na produção agrícola e o conceito de “solo vivo”, visto que no solo ocorrem diversos processos dinâmicos e vivos, fundamentais à sanidade das plantas, conceitos que são essenciais para a agricultura orgânica (SAMINÉZ et al., 2008).

Uma grande dificuldade dos agricultores de base ecológica é o aporte de nutrientes nos sistemas de produção, em especial o nitrogênio, pois o adubo orgânico, além de apresentar um teor adequado de nutrientes essenciais às plantas cultivadas, deve atender à capacidade de disponibilização desses nutrientes em velocidade adequada à demanda das culturas (CASTRO et al., 2005).

A integração da lavoura com a pecuária é altamente desejável, uma vez que reduz a dependência de insumos e contribui com a biodiversidade local, trazendo benefícios ao meio rural e promovendo a ciclagem de nutrientes do solo.

Uma maneira de aumentar o teor de matéria orgânica do solo é através da aplicação de fertilizantes orgânicos, que podem ser produzidos na própria unidade de produção ou oriundos de outros locais, levando-se em conta os seus custos. No entanto, no caso de produtores orgânicos, se recomenda discutir com o organismo de avaliação da conformidade orgânica quais são as restrições específicas, pois os resíduos de origem animal devem ser compostados

e bioestabilizados. Para facilitar o processo de decomposição, é importante observar a proporção de carbono em relação ao nitrogênio contidos no material a ser utilizado (RICCI et al., 2002).

Para se caracterizar os resíduos orgânicos, deve-se conhecer o teor de nitrogênio e a relação C/N, pois são fatores reguladores do processo de compostagem e também controlam a taxa de mineralização de nitrogênio dos resíduos orgânicos quando esses são adicionados ao solo (VALENTE, 2009).

De uma maneira geral os materiais ricos em Carbono e Nitrogênio podem ser aproveitados como fonte de adubos orgânicos desde que não apresentem problemas de contaminação (ORRICO et al., 2003).

A ação dos microrganismos promove a mineralização gradativa do Nitrogênio de fontes orgânicas durante a decomposição dos resíduos.

O composto residual proveniente da produção de cogumelos, material de composição lignocelulósica, tem sido usado com sucesso como forma de fertilizante nas lavouras de olericultura e floricultura, produzindo resultados satisfatórios, devido ao conteúdo de nutrientes e as condições físico-químicas provenientes do material orgânico residual ainda colonizado pelo fungo (RIBAS, 2006). Além disso, tem sido usado na biorremediação de solos contaminados com xenobióticos como os agrotóxicos.

Os esterco provenientes das aves contém maior concentração de nitrogênio em relação a outros esterco, pois as aves possuem a característica de eliminar a urina junto das fezes, sendo que os esterco provenientes de aviários possuem grande quantidade de nutrientes como o nitrogênio, o fósforo e o potássio, o que traz consequências positivas no manejo do esterco (PEREIRA et al., 2013).

O capim elefante (*Pennisetum purpureum*) atua como uma fonte de energia e carbono de fácil obtenção no meio rural, contendo diversas substâncias que auxiliam no desenvolvimento populacional dos microrganismos nos processos de compostagem.

Na Instrução Normativa nº46/2011 que estabelece normas técnicas para os sistemas orgânicos de produção, o processo de compostagem é definido como: “Processo físico, químico, físico-químico ou bioquímico, natural ou controlado a partir de matérias-primas de origem animal ou vegetal, isoladas ou misturadas, podendo o material ser enriquecido com minerais ou agentes capazes de melhorar suas características físicas, químicas ou biológicas e isento de substâncias proibidas pela regulamentação de orgânicos” (BRASIL, 2011).

Recomendado para adubação das plantas por ser rico em diversos nutrientes, o composto orgânico também é um condicionador de solos por promover melhorias das características físicas, químicas e biológicas do solo (NUNES et al., 2009).

Os compostos orgânicos são recomendados para a fertilização dos solos devido à riqueza de nutrientes e à promoção da elevação da atividade biológica, podendo os mesmos ser de origem animal e/ou vegetal, e muitas das vezes classificados como rejeitos ou resíduos (WEINARTNER et al., 2006).

No processo de compostagem, são desejáveis elevadas temperaturas (acima de 50 °C). Isto pode ser utilizado como parâmetro para avaliação da eficiência do processo, uma vez que as mesmas indicam que ocorre intensa atividade degradativa da matéria orgânica e higienização do material (ORRICO et al., 2003).

Na fase termofílica, as altas temperaturas são suficientes para matar agentes patogênicos, como *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis* e *Clostridium botulinum* e sementes de ervas espontâneas. Temperaturas elevadas também contribuem para quebrar compostos fitotóxicos (COOPERBAND, 2002).

Embora os adubos orgânicos promovam uma liberação mais lenta de nutrientes para as plantas, reduzem as perdas de nutrientes e favorecem o aumento da fauna edáfica, com o

aumento do número de microrganismos, incrementando os processos simbióticos e a mineralização da matéria orgânica (OLIVEIRA, 2015).

Experiências de agricultores com a utilização de compostos orgânicos através de resíduos locais apresentam potencial de uso na produção orgânica viabilizando a atividade nas propriedades rurais. Isso ocorre porque esses compostos permitem incrementar a ciclagem de nutrientes, representando uma alternativa sustentável de produção agroecológica.

2.4 O Cultivo de Alface

A alface (*Lactuca sativa*) é uma hortaliça da família das Asteráceas com origem no continente asiático. Chegou ao Brasil no século XVI através dos portugueses, por ocasião do descobrimento. É a hortaliça folhosa de maior consumo no Brasil e no mundo (SANTOS et al., 2001). Por isso, tem grande importância econômica e social, visto que também é muito cultivada tradicionalmente por pequenos produtores rurais.

Considerada a hortaliça mais comum encontrada na mesa dos brasileiros, a procura pela alface orgânica cresce a cada dia no mercado, devido a uma tendência de mudança nos hábitos alimentares pela busca de alimentos mais saudáveis e menos calóricos, bem como uma conscientização da população sobre os riscos à saúde pelos resíduos de agroquímicos nos alimentos (FONSECA, 2005).

A alface é uma das poucas hortaliças consumidas exclusivamente in natura, possuindo por isto, alto valor agregado quando produzida sem agrotóxicos. O cultivo orgânico dessa hortaliça, além de ecologicamente correto, gera um produto com melhores características sensoriais e de maior vida útil pós-colheita, em comparação aos sistemas convencionais (MELLO et al., 2003).

O nitrogênio é o nutriente que promove maior incremento na produtividade e no peso da planta para essa cultura. Aplicam-se cerca de 30 a 60 kg de N/ha no plantio e em coberturas complementares, respectivamente (FILGUEIRA, 1982).

O sistema orgânico de produção de alface deve estar integrado com outras atividades na propriedade como rotação de culturas, adubação orgânica, adubação verde, quebra-ventos, consórcio com outras culturas, criações e uso racional dos recursos no ambiente da propriedade rural, promovendo uma biodiversidade local com adoção de práticas agroecológicas de maneira sustentável em longo prazo (RESENDE et al., 2007).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da Região da Área do Experimento

O experimento foi conduzido na zona rural do município de Suzano – SP, no Sítio “José Uwada” (Figura 1), especializado na produção de hortaliças orgânicas desde 2011, situado na Latitude 23°36’41’’S e Longitude 46°16’49’’W, a altitude de 740 m. O clima da região é Cwa, caracterizado tropical de altitude, segundo a classificação de Koppen, A Unidade de Produção é participante da Associação de Produtores Orgânicos do Alto Tietê (APROATE) e certificada pela TECPAR CERT.

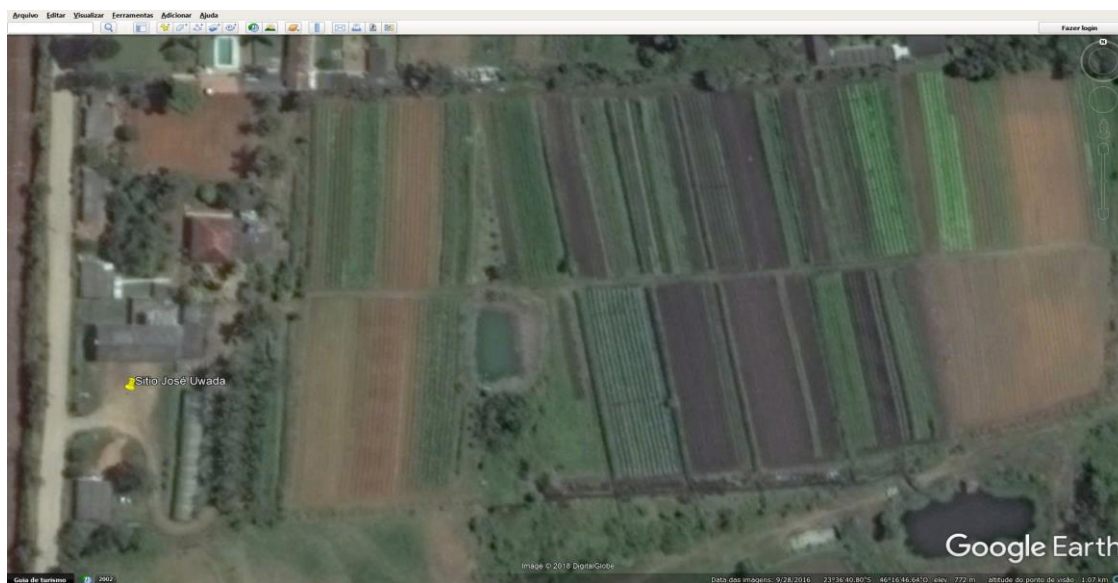


Figura 1. Fotografia Aérea do Sítio José Uwada. Fonte: Google Earth, 2016.

Nas áreas de plantio da propriedade rural são desenvolvidas práticas agroecológicas como o plantio de sementes de espécies de adubação verde em sucessão com as culturas olerícolas. São utilizadas espécies apropriadas conforme a época do ano como aveia preta (*Avena strigosa*), tremoço (*Lupinus albus*), ervilhaca (*Vicia sativa*), nabo forrageiro (*Raphanus sativus*) no outono-inverno, e crotalárias (*Crotalaria juncea* e *Crotalaria spectabilis*), girassol (*Helianthus annuus*), feijão guandu (*Cajanus cajan*) entre outras espécies durante o período de primavera-verão.

Embora seja importante a implantação de outras técnicas agroecológicas como cultivo em aleias, maior arborização da propriedade rural, melhoria do manejo de irrigação e uso de cobertura morta (“mulching”), também são utilizadas técnicas agrônômicas como plantio em nível, uso de quebra-ventos como bananeiras (*Musa spp.*) e capim elefante (*Pennisetum purpureum*) nas divisas, análises periódicas de solo e correção do pH através do uso de calcários, bem como adubações orgânicas com termofosfato natural, compostos orgânicos, eventualmente torta de mamona e outros como biofertilizantes preparados, insumos esses conforme plano de manejo orgânico da unidade de produção.

3.2 Prospecção e Caracterização de Resíduos Orgânicos

Para serem iniciadas pesquisas de possíveis fontes de resíduos orgânicos, foram adotados critérios em que participantes da pesquisa indicaram produtores rurais e locais de

produção, estes por sua vez informaram e indicaram outros possíveis participantes informantes, até um ponto em que as informações sobre os resíduos disponíveis na região fossem as mesmas.

Foram então realizadas pesquisas sociais aleatórias na região de Mogi das Cruzes em São Paulo através de visitas, a pessoas ligadas ao meio rural como produtores e trabalhadores rurais, em sindicatos rurais locais, com técnicos, profissionais de mercado agrícola e também lideranças e moradores das comunidades rurais. As entrevistas foram realizadas em campo onde foram aplicados questionários aos participantes nas regiões produtoras de hortaliças, pequenos sítios rurais, fazendas de produção de leite, granjas de avicultura, suinocultura, agroindústrias de produção de cogumelos, agroindústrias maiores e outras unidades de produção de atividades agropecuárias.

Através de visitas e informações em áreas rurais e constatou-se o grande número de produtores de cogumelos comestíveis diversos, a produção em escala de ovos de galinhas e codornas e o uso dos resíduos provenientes dessas produções no cultivo de hortaliças e flores, visto a pequena proximidade entre às diferentes produções.

As informações sobre os resíduos mais comumente encontrados e citados pelos informantes foram classificadas quanto ao tipo, características, origem, quantidade e local de produção, com o objetivo de identificar, caracterizar, quantificar e selecionar fontes de resíduos para utilização na agricultura orgânica, onde alguns destes já comumente usados por agricultores convencionais e de base ecológica da região, conforme a Tabela 1.

Tabela 1. Informações coletadas sobre características dos resíduos orgânicos.

Tipo de Resíduo (especificação)	Características	Origem (Fonte Geradora)	Quantidade (pequena a muito grande)	Observações	Identificação
Nome do Resíduo	Sólido com baixa ou muita umidade Umidade Fibroso Pastoso Líquido Com ou sem odor Risco para saúde Problemas ambientais	Agroindústria Propriedade Rural Indústria	Muito pequena Pequena Média Grande Muito Grande	Local Município Região Transporte e logística	Local de produção e Contatos

Foram selecionadas e coletadas amostras de 8 resíduos orgânicos, com base na disponibilidade, custo, facilidade de aquisição, e também os mais habitualmente usados pelos agricultores da região e com maior potencial para uso na agricultura orgânica.

Segundo entrevistas nas unidades de produção, na produção do composto para a produção do cogumelo shimeji preto, utiliza-se serragem de madeira (normalmente pinus), farelo de arroz, farelo de soja e farelo de milho, enquanto que na produção do composto do cogumelo shimeji branco, utiliza-se capim (feno), braquiária, bagaço de cana-de-açúcar, farelo de arroz e carbonato de cálcio. Nas granjas de avicultura, são utilizadas rações comerciais industriais para a alimentação das aves.

Os resíduos selecionados para análise química de nutrientes foram o bagaço de cana-de-açúcar, capim elefante, esterco bovino, de codorna e de galinha (Figura 2) e os resíduos de cogumelo shimeji branco e shimeji preto, todos em sua maioria de produção convencional,

com exceção do capim elefante proveniente da unidade de produção de hortaliças certificada conforme a Tabela 2.

Tabela 2. Resíduos Orgânicos Seleccionados e Locais de Origem.

Tipo de Resíduo	Fonte Geradora
Resíduo de Composto de Cogumelo Shimeji Preto	Agroindústria de Produção de Cogumelos
Esterco de Codorna	Granja de Avicultura de Postura
Capim Elefante	Unidade de Produção de Hortaliças Orgânicas
Resíduo de Composto de Cogumelo Shimeji Cinza	Sítio de Produção de Cogumelos
Bagaço de Cana de Açúcar	Sítio de Bovinocultura de Leite
Esterco Bovino	Sítio de Bovinocultura de Leite
Esterco de Galinha Processado	Granja de Avicultura de Postura
Esterco de Galinha	Granja de Avicultura de Postura



Figura 2. Resíduo Orgânico em Granja de Avicultura. Fonte: Foto de Alexandre Delgado Alves, maio de 2016.

3.3 Coleta e Preparo de Amostras dos Resíduos Orgânicos para Análises

As amostras dos resíduos orgânicos foram coletadas nos locais de produção nas propriedades rurais de produção convencional e de base ecológica as quais apresentavam potencial fonte de produção de resíduos orgânicos, conforme as normas da ABNT NBR 10007 para Amostragem de Resíduos Sólidos, com o objetivo de obter amostras mais representativas na fonte de origem de cada resíduo (ABNT, 2004).

Foram coletados 10 litros de cada resíduo em recipientes de polietileno devidamente limpos no local de origem. Os materiais coletados foram posteriormente homogeneizados separando-se 2 litros de cada resíduo em recipientes descartáveis devidamente tampados e encaminhados ao Laboratório de Química da Escola Agrícola de Jacareí. As amostras foram inicialmente pesadas, secas ao ar (à sombra) e posteriormente secas em estufa a 60°C até

atingirem peso constante, ocasião em que foi determinado o volume, a massa seca, a umidade e a densidade em base seca dos resíduos orgânicos conforme Tabela 3.

Tabela 3. Teores de umidade e densidade dos resíduos amostrados.

Resíduo Orgânico	Umidade (%)	Densidade (g/mL)
Bagaço de Cana	32,3	0,279
Capim Picado	40,0	0,209
Composto Shimeji Branco	55,6	0,481
Composto Shimeji Preto	41,3	0,401
Esterco Bovino	84,1	0,673
Esterco de Codorna	26,1	0,390
Esterco de Galinha	24,3	0,424

As amostras então foram moídas, acondicionadas e preparadas para serem posteriormente encaminhadas e analisadas em relação às características químicas.

3.4 Análise e Características Químicas dos Resíduos Orgânicos

As amostras dos resíduos foram encaminhadas ao Laboratório de Química Agrícola da Embrapa Agrobiologia em Seropédica-RJ, para determinação dos teores de N, P, K, Ca e Mg, de acordo com a metodologia descrita por Embrapa (2005). A determinação do teor de carbono foi feita no analisador elementar (CHN), conhecido também como método de Dumas (NELSON e SOMMERS, 1996), que é baseado na oxidação das amostras em temperatura próximas de 1000 °C.

3.5 Elaboração e Preparo dos Compostos Orgânicos

Para a elaboração das formulações, foram levadas em consideração as informações das análises químicas realizadas, a facilidade de disponibilidade dos resíduos próximos da região do experimento e também a prática usual dos agricultores. Nesse aspecto, foram avaliados os materiais como Composto de Cogumelo Shimeji Preto e Shimeji Branco, Esterco de Galinha, Esterco de Codorna, Capim Elefante e Esterco Bovino.

A partir do conhecimento das informações das análises laboratoriais, especificamente teores de nitrogênio e carbono, foram elaborados os compostos orgânicos com as respectivas proporções de cada resíduo, calculando-se a quantidade em volume de resíduos ricos em Carbono e volume de resíduos ricos em Nitrogênio, fazendo-se uso da seguinte fórmula (GOMES et al., 2001):

Os resíduos ricos em Carbono aumentam muito a relação C:N, aumentando o tempo de formação do composto. Se forem usados mais resíduos ricos em Nitrogênio, a relação C:N diminui e há perdas do Nitrogênio.

Os resíduos ricos em Nitrogênio são normalmente esterco de gado, de aves e suínos, tortas de mamona e resíduos de abatedouros, já os resíduos ricos em Carbono são as palhas, bagaço de cana-de-açúcar, aparas de podas e capim, os quais devem ser bem misturados para o início do processo de compostagem.

Em processos de compostagem tradicionais se recomenda relações C/N entre 30 a 40 (INÁCIO; MILLER, 2009). Resíduos de relação C/N acima de 50 promovem a diminuição na

velocidade de decomposição pelos microrganismos por serem pobres em nitrogênio (CORRÊA,2015).

Cálculo das Proporções:

$$\text{Proporção da FRC} = ((\text{C:N} \times \% \text{N FRN}) - \% \text{C FRN}) / (\% \text{C FRC} - (\text{C:N} \times \% \text{N FRC}))$$

Legenda:

FRC: Fonte Rica em Carbono

FRN: Fonte Rica em Nitrogênio

C:N: Relação Carbono:Nitrogênio Desejada

%N FRN: Percentagem de Nitrogênio da Fonte Rica em Nitrogênio

%C FRN: Percentagem de Carbono da Fonte Rica em Nitrogênio

%C FRC: Percentagem de Carbono da Fonte Rica em Carbono

%N FRC: Percentagem de Nitrogênio da Fonte Rica em Carbono

O objetivo do uso da fórmula é ajustar a relação C:N entre os resíduos orgânicos para o processo de compostagem, visto que é desejável a mesma ser igual a 30:1.

$$\text{Partes de material rico em carbono} = \frac{(30 \times \% \text{N FRN}) - \% \text{C FRN}}{\% \text{C FRC} - (30 \times \% \text{N FRC})}$$

O resultado do cálculo da fórmula é a Proporção da Fonte Rica em Carbono em relação à Fonte Rica em Nitrogênio.

Após o cálculo das proporções foram elaborados os seguintes compostos:

Composto 1: 900 l Capim Elefante + 100 l Esterco de Codorna

Composto 2: 800 l Capim Elefante + 200 l Esterco de Galinha

Composto 3: 700 l Capim Elefante + 300 l Esterco Bovino

Composto 4: 900 l Composto de Cogumelo + 100 l Esterco de Galinha

Composto 5: 1000 l Composto de Cogumelo Shimeji preto

Composto 6: 1000 l Composto de Cogumelo Shimeji branco

Na elaboração dos compostos orgânicos, foram utilizados apenas dois tipos de resíduos orgânicos para cada composto e preparados na propriedade rural de base ecológica “Sítio José Uwada”, os quais foram feitos em abrigo arejado protegido das chuvas e à sombra, condições essas de fácil aplicação para o agricultor.

Foram montadas 6 pilhas de composto orgânico de 1 metro cúbico cada misturando-se os dois resíduos acrescentando-se quando necessário água aos poucos para a obtenção de uma

mistura homogênea. Estes foram dispostos separadamente no galpão e durante o processo de compostagem foi realizada periodicamente a medição da temperatura (Figura 3).



Figura 3. Preparo de Compostos Orgânicos. Fonte: Alexandre Delgado Alves, janeiro de 2017.

Durante o processo de compostagem, foi realizado o monitoramento da temperatura. Também foi realizado o revolvimento uma única vez 30 dias após a montagem inicial das leiras de compostos utilizando-se garfos e pás. O monitoramento no teor de umidade foi realizado periodicamente apertando-se o composto com as mãos. Na prática, se o mesmo tiver uma concentração de água adequada, pode-se sentir a umidade e a agregação do material. A umidade foi mantida em torno de 50% para uma fermentação adequada e uniforme. Decorrido o prazo de 80 dias, obteve-se os compostos orgânicos, utilizados posteriormente para adubação no cultivo de alface.

Após a elaboração dos compostos, no local do experimento, foram retiradas amostras homogêneas de 5 litros de cada composto elaborado, pesadas e encaminhados ao Laboratório de Química da Escola Agrícola de Jacareí, onde as mesmas foram novamente pesadas e posteriormente secas em estufa a 50 °C até atingirem peso constante. Ocasão em que foi calculado o volume, a massa seca, a umidade e a densidade dos compostos orgânicos. As informações relativas à umidade e densidade em base seca dos compostos orgânicos encontram-se na Tabela 4.

Tabela 4. Teores de umidade e densidade dos compostos orgânicos elaborados em Suzano-SP (2017).

Composto orgânico	Umidade (%)	Densidade (g/mL)
Capim+Esterco Codorna	58,0	0,399
Capim+Esterco Galinha	53,6	0,284
Capim+Esterco Bovino	50,9	0,545
C.Shimeji+E.Galinha	31,9	0,231
Composto Shimeji preto	39,6	0,225
Composto Shimeji bco	68,2	0,238

As amostras dos compostos orgânicos elaborados foram posteriormente encaminhadas ao Laboratório de Química Agrícola da Embrapa Agrobiologia em Seropédica-RJ, para determinação dos teores de N, P, K, Ca e Mg, de acordo com a metodologia descrita por Embrapa (2005). A determinação do teor de carbono foi feita no analisador elementar (CHN), conhecido também como método de Dumas (NELSON e SOMMERS, 1996), que é baseado na oxidação das amostras em temperatura próximas de 1000 °C.

3.6 Condução do Experimento com Alface

A produção de mudas de alface, o cultivo e a colheita foram realizadas na mesma propriedade rural, a qual desenvolve a vários anos práticas da agricultura orgânica em cultivo comercial de olerícolas.

A área escolhida para o plantio e condução do experimento na propriedade é cultivada periodicamente pelo agricultor com hortaliças diversas através de manejo orgânico do solo, com práticas de adubação verde, correções e adubações orgânicas.

O cultivo de alface foi realizado em condições de campo. O delineamento experimental adotado foi em blocos ao acaso. Cada parcela foi constituída por 24 plantas, distribuídas em 4 linhas espaçadas de 0,30m entre plantas.

Foram realizados 8 tratamentos que consistiram na adubação de plantio, utilizando-se os diferentes compostos orgânicos (capim + esterco de codorna; capim + esterco de galinha; capim + esterco bovino; composto de cogumelo shimeji preto + esterco de codorna; composto de cogumelo shimeji preto; composto de cogumelo shimeji branco; composto de cogumelo shimeji preto + esterco de codorna e a testemunha) com 3 repetições totalizando 24 parcelas de 2 metros quadrados cada.

3.6.1 Produção de mudas de alface

As mudas foram produzidas em viveiro de ambiente protegido utilizando-se bandejas de isopor de 288 células (Figura 4), com substrato orgânico comercial certificado e sementes de alface do grupo cresspa, Cultivar Valentina, as quais que foram semeadas em 22 de março de 2017. A variedade utilizada apresenta ciclo precoce, sendo recomendada para cultivo o ano todo, especialmente no inverno, apresentando alta produtividade, resistência a doenças, rusticidade e facilidade de comercialização devido à boa qualidade visual. As mudas foram transplantadas em 12 de abril de 2017.



Figura 4. Produção de mudas de alface. Fonte: Alexandre Delgado Alves, abril de 2017.

3.6.2 Preparo do solo

O preparo do solo foi realizado mecanicamente com auxílio de rotoencanteiradora acoplada ao trator, procedendo-se a confecção dos canteiros nas dimensões dos canteiros de 1,0 m de largura por 0,25 m de altura em área reservada para o experimento.

3.6.3 Correção do solo e adubação orgânica dos canteiros

Previamente à implantação do experimento foi coletada amostra composta de solo, sendo a análise do solo realizada no Laboratório do Instituto Brasileiro de Análises (IBRA), em Sumaré – SP. Os dados foram determinados segundo Camargo et al. (2009). Após a interpretação da análise de solo constatou-se não haver necessidade de calagem conforme recomendação do Boletim Técnico n°. 200 com base no Método de Saturação de Bases (FAHL et al., 1998) Os resultados da análise foram os seguintes: pH (CaCl₂) = 6,1; V(%) = 84; M.O. (g/dm³) = 41; Ca (mmolc/dm³) = 82; Mg (mmolc/dm³) = 13; K (mmolc/dm³) = 6,9; P (MG/dm³) = 310.

Análises	pH	M.O.	Ca	Mg	K	P
Método utilizado	Potencio- metria	Espectro- fotometria	Absorção Atômica	Absorção Atômica	Espectrometria	Espectrometria

A adubação na área experimental foi realizada por meio de distribuição dos compostos orgânicos a lanço com incorporação manual nos primeiros 10 cm de profundidade no solo, em uma única aplicação, antes do transplântio das mudas (Figuras 5 e 6). Em cada parcela foi realizada a adubação conforme o tratamento correspondente. Foram utilizados os 6 compostos orgânicos elaborados na dosagem de 5 litros / m², a adubação usual do agricultor local na dosagem de 5 litros de composto de cogumelo + 300 g de esterco de codorna / m² e um tratamento de testemunha.



Figura 5. Aplicação dos compostos orgânicos nas parcelas. Fonte: Alexandre Delgado Alves, abril de 2017.



Figura 6. Incorporação dos compostos orgânicos nas parcelas. Fonte: Alexandre Delgado Alves, abril de 2017.

3.6.4 Plantio das mudas de alface no campo

O transplante das mudas de alface foi realizado em 12 de abril de 2017, aos 21 dias após a sementeira, ocasião em que as mesmas se apresentavam aptas para irem para o campo, logo após o preparo do solo e a adubação com os compostos orgânicos (Figura 7). Posteriormente à implantação o experimento foi conduzido e manejado com as práticas usuais do agricultor (Figura 8).



Figura 7. Plantio das mudas de alface na parcela. Fonte: Alexandre Delgado Alves, abril de 2017.



Figura 8. Experimento de cultivo de alface implantado. Fonte: Alexandre Delgado Alves, abril de 2017.

3.6.5 Tratos culturais

Para a irrigação da lavoura foi adotado o método de aspersão com a utilização do sistema conforme a necessidade da cultura e as condições climáticas durante o período de cultivo. Em relação ao manejo e controle de ervas espontâneas foi realizada apenas uma capina manual aos 22 dias após o transplante das mudas (Figura 9). Não foi realizada nenhuma adubação de cobertura e não houve necessidade de controles fitossanitários.



Figura 9. Visão geral da área do experimento durante o ciclo de produção. Fonte: Alexandre Delgado Alves, maio de 2017.

3.6.6 Colheita e características avaliadas

A colheita foi realizada em 25 de maio de 2017, aos 43 dias após o transplante, ocasião em que as plantas apresentavam vigor e bom desenvolvimento vegetativo, de acordo com o mercado de orgânicos e os padrões de comercialização na região de São Paulo (Figuras 10 e 11).



Figura 10. Vista geral do experimento no dia da colheita. Fonte: Alexandre Delgado Alves, maio de 2017.

Em cada parcela foi feita a colheita das plantas das linhas centrais, de maneira manual, através do corte das mesmas, ao nível do solo e abaixo das folhas basais, procedendo-se logo em seguida as avaliações das características.



Figura 11. Colheita das plantas centrais da parcela. Fonte: Alexandre Delgado Alves, maio de 2017.

Foram avaliadas características da parte aérea colhida de 4 plantas centrais de cada parcela, através da medição das seguintes variáveis: diâmetro, altura, biomassa fresca total, biomassa fresca comercial, número de folhas comerciais, biomassa seca e teor de nutrientes nos tecidos vegetais.

3.6.6.1 Diâmetro e altura

O diâmetro e a altura de cada planta de alface amostrada foram determinados com as plantas ainda no canteiro, antes da colheita, com auxílio de uma régua e uma trena de precisão em milímetros, apoiando-se nas folhas superiores da planta e ao solo respectivamente, expressando os resultados em centímetros (Figura 12).



Figura 12. Medição do diâmetro e altura das plantas na parcela. Fonte: Alexandre Delgado Alves, maio de 2017.

3.6.6.2 Biomassa fresca total, biomassa fresca comercial e número de folhas

Logo após a colheita de cada planta amostrada, foi realizada a pesagem da parte aérea em balança analítica, com resultado expresso em g/planta (Figura 13). Para a avaliação da biomassa fresca comercial, procedeu-se a limpeza e remoção das folhas exteriores, em processo de senescência e fora do padrão comercial, e posteriormente a pesagem, adotando-se o mesmo procedimento. Nesse momento, também foi realizada a contagem do número de folhas de cada planta amostrada na parcela.



Figura 13. Pesagem da biomassa comercial das plantas na parcela. Fonte: Alexandre Delgado Alves, maio de 2017.

3.6.6.3 Biomassa seca

Para análise da biomassa seca, foi escolhida uma planta representativa do estande de cada parcela, com biomassa fresca conhecida já amostrada. As subamostras foram então embaladas em sacos de papel e acondicionadas em estufa de ventilação forçada a 65 °C até atingirem peso constante. Posteriormente as subamostras foram novamente pesadas em balança analítica com os resultados expressos em gramas/planta.

3.6.6.4 Teor de nutrientes nos tecidos vegetais

As amostras das folhas secas em estufa foram moídas, e posteriormente, analisadas quanto ao teor de nutrientes presentes nas folhas. Para a determinação dos teores de N, P, K, Ca e Mg, de acordo com a metodologia descrita por Embrapa (2005).

3.7 Análises Estatísticas

Os procedimentos estatísticos constaram da análise de variância e teste F. nas fontes de variação, onde houve diferença significativa, aplicou-se o teste Scott-Knott a 5% de probabilidade, para a comparação das médias, utilizando o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2008).

3.8 Indicadores de Produção

Durante as pesquisas, foram feitas observações da percepção do produtor, relativas à adoção da prática avaliada no presente trabalho de pesquisa, quanto ao impacto na produção e a facilidade de aplicação da prática na unidade de produção.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Prospecção de Resíduos Orgânicos

Observou-se entre os entrevistados pesquisados nas comunidades rurais que existem diversos tipos de resíduos orgânicos já tradicionalmente utilizados pelos agricultores que cultivam hortaliças, no caso, esterco de origem animal. Especificamente em alguns locais, existem em abundância outros tipos de resíduos de boa qualidade agrícola que não são tão conhecidos, como os resíduos de composto utilizado na produção de cogumelos. Tais resíduos são periodicamente descartados pelos produtores de cogumelos comestíveis (tipos Shimeji, do gênero *Pleurotus*, o Champignon de Paris, do gênero *Agaricus* e o Shiitake, do gênero *Lentinula*). Por outro lado, alguns tipos de resíduos necessitam ter seu destino e alocação de maneira ambientalmente correta, evitando-se problemas sanitários e odores entre as comunidades locais no entorno da produção, caso dos esterco animais principalmente de galinhas e codornas.

A produção de cogumelos comestíveis, atividade conhecida como fungicultura, na região do Alto do Tietê, é totalmente realizada a partir de compostos orgânicos preparados à base de resíduos agrícolas e agroindustriais como capins, bagaço de cana, serragem de madeira, palhas e diversos farelos, como de arroz, trigo, soja e milho, entre outros resíduos, dependendo do sistema de produção e tipo específico de cogumelo a ser produzido. O desenvolvimento do cogumelo ocorre através da inoculação de cepas de cogumelo em um substrato específico para cada variedade.

A Tabela 5 apresenta os tipos de resíduos mais citados e caracterizados nas entrevistas nas comunidades rurais:

Tabela 5. Tipos de resíduos orgânicos prospectados e características qualitativas.

Tipo de Resíduo	Características	Origem (fonte geradora)	Quantidade	Número de vezes citado
Shimeji branco	Fibroso	Prod. cogumelo de vários produtores	Média	25
Shimeji cinza	Fibroso	Prod. cogumelo de vários produtores	Grande	25
Shimeji preto	Farelado	Prod. cogumelo de poucos produtores	Grande	22
Esterco de galinha	Sólido	Granja de poucos produtores	Grande	22
Esterco de codorna	Sólido	Granja de poucos produtores	Grande	21
Esterco bovino	Sólido pastoso	Fazendas/Sítios de vários produtores	Média	14
Cama de cavalo	Sólido	Haras de vários produtores	Média	11
Esterco caprino	Sólido	Sítios de poucos produtores	Pequena	7
Shiitake	Sólido fibroso	Prod. cogumelo de poucos produtores	Média	5
Bagaço cana	Sólido fibroso	Agroindústria de poucos produtores	Grande	4
Champignon	Sólido fibroso	Prod. cogumelo de poucos produtores	Grande	3
Capim Elefante	Sólido fibroso	Sítios de poucos produtores	Média	3
Poda de árvore	Sólido	Espaço público	Grande	3
Esterco Suíno	Sólido	Fazenda de poucos produtores	Grande	2

Na produção de cogumelos, existem várias unidades de produção, com instalações mais rústicas, caracterizadas por produções em menor escala. Nesse sistema de produção, o descarte dos resíduos é feito após os ciclos de produção, evitando-se contaminações nos ciclos posteriores. Já em outras unidades, de produção industrial e maior escala, onde a produção é mais localizada, existem poucos produtores, os quais necessitam fazer o descarte correto de seus resíduos diariamente com maior frequência devido ao grande volume de resíduos.

Os resíduos orgânicos da produção de cogumelos foram os mais citados entre os entrevistados da pesquisa, visto que a região do Alto do Tietê é considerada a maior produtora de cogumelos do Brasil. Na Tabela 5 observa-se que, na produção de cogumelo shimeji preto existem poucos produtores, os quais desenvolvem atividade em escala industrial produzindo grandes quantidades de resíduos em um mesmo local. Foi observado, por exemplo, que em apenas uma unidade de produção, são gerados 20 m³ de resíduos diariamente. Enquanto que, a produção de cogumelo shimeji branco, se caracteriza por produções menores individualmente, com a geração de resíduos em menores quantidades periodicamente em cada unidade de produção. No entanto, considerando-se o maior número de produtores desse sistema, observa-se o grande volume potencial da produção de resíduos.

No Japão, produtores de cogumelos do *Pleurotus* spp. e *Lentinula edodes* geram uma grande quantidade de resíduo, simplesmente desprezam o substrato exaurido, fornecendo de graça a agricultores que o depositam ao solo (KOHARI, 2000).

Em relação aos resíduos da avicultura, observou-se que existem granjas de produção em sistema industrial, com a geração de grandes quantidades de resíduos produzidas em um mesmo local, tanto para o esterco de galinha, quanto para o esterco de codorna. Em uma única granja de criação de galinhas em gaiolas, por exemplo, foi constatada a geração de 60 m³ de esterco de galinha puro diariamente. Observou-se que há necessidade do descarte e adequação desses resíduos diária e frequente por questões ambientais e sanitárias na produção (Tabela 5).

Em relação ao esterco bovino, se constatou produções menores deste resíduo, porém em número maior de unidades de produção, geralmente, bovinocultura de leite, onde também é comum o capim elefante.

Entre esses resíduos, os provenientes da produção de cogumelo shimeji preto e esterco de animais, apresentam características favoráveis devido à facilidade de manejo para o uso na agricultura, e em termos logísticos, visto que estão localizados próximos às unidades de produção de hortaliças e podem ser facilmente adquiridos em quantidade a granel ou ensacados e a preços economicamente viáveis, quando comparados a outros fertilizantes.

4.2 Análise de Nutrientes dos Resíduos Orgânicos

Os resultados dos teores de nutrientes encontram-se na Tabela 2. Nota-se que alguns resíduos, como os esterco animais, apresentam maior teor de N, enquanto que outros uma menor proporção desse nutriente, influenciando na relação C:N. Observa-se também, os maiores teores de P e K nos esterco provenientes da avicultura.

Tabela 6. Teores de Nutrientes e Relação C:N dos resíduos orgânicos.

Resíduos	C (g kg ⁻¹)	N (g kg ⁻¹)	C:N	P (g kg ⁻¹)	K (g kg ⁻¹)	Ca (g kg ⁻¹)	Mg (g kg ⁻¹)
Shimeji Branco	313,2	9,6	32,6: 1	2,8	6,5	67,6	10,5
Esterco de Codorna	308,1	53,3	5,8: 1	16,4	19,0	82,4	5,6
Capim Elefante Picado	408,7	9,4	43,5: 1	2,6	6,8	5,1	7,4
Shimeji Preto	389,9	17,5	22,3: 1	5,9	6,0	2,5	3,2
Bagaço de cana-de- açúcar	423,5	5,7	74,3: 1	0,3	2,0	1,4	0,8
Esterco Bovino	408,2	22,6	18,1: 1	5,3	8,3	6,1	7,1
Esterco de Galinha	301,3	26,2	11,5: 1	22,2	29,5	120,2	9,5

A relação C:N presente no esterco de galinha foi de 11,5:1, próxima dos valores encontrados por Nunes et al. (2017), que encontrou nas análises em pesquisa de resíduos, os valores de 10,7:1 em cama de avicultura de corte e 7,9:1 em esterco de galinhas poedeiras. Em relação aos teores de nutrientes, os valores encontrados por Nunes et al. (2017) respectivamente no esterco de galinha foram de 42,1 g kg⁻¹ de N, 19,3 g kg⁻¹ de P, 30,3 g kg⁻¹ de K, 100,7 g kg⁻¹ de Ca e 51,2 g kg⁻¹ de Mg. Já Carmo & Silva (2011), ao avaliarem resíduos de galinha e codorna, constataram uma baixa relação C:N próximo de 8:1, os quais também observaram em sua pesquisa, a grande variação dos teores de N provenientes de resíduos animais, situando-se entre 17 a 68 g kg⁻¹, enquanto que os compostos orgânicos apresentaram valores mais uniformes.

Em relação aos teores de C e N de composto de cogumelo shimeji, Kohari (2000), constatou uma grande variação da relação C:N dependendo do tipo de matéria prima utilizada na composição do resíduo, com valores acima de 542 g kg⁻¹ de C e uma variação de 2,3 a 8,9 g kg⁻¹ nos teores de N, sugerindo a adição de materiais ricos em N em sua utilização como fertilizante orgânico.

4.3. Avaliação de Temperatura no Processo de Compostagem

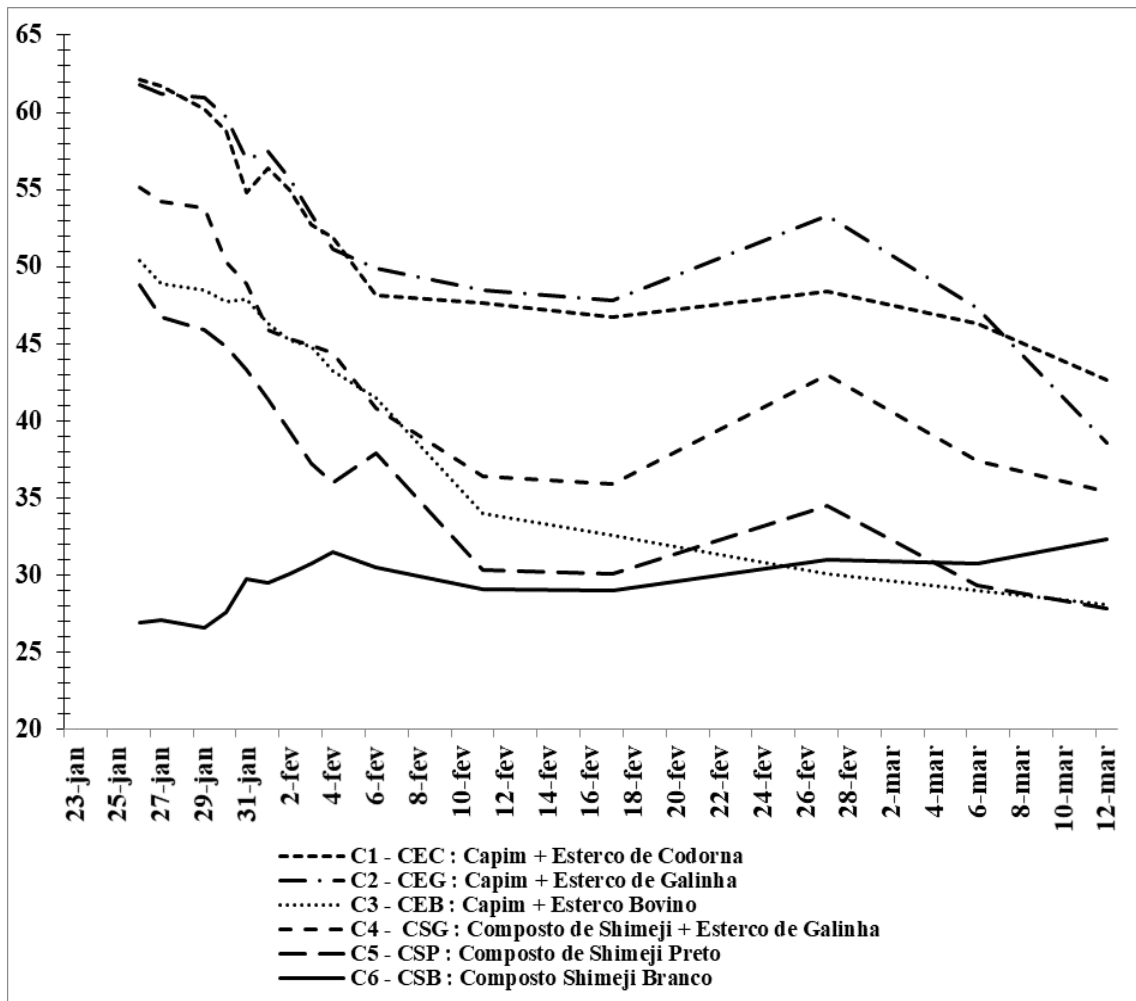


Figura 14. Temperatura observada durante o processo de compostagem.

Observa-se que no início do processo, todos os compostos, com exceção do composto de shimeji branco, apresentaram temperatura elevada, acima de 45° C, e no decorrer dos dias esses valores foram diminuindo gradativamente (Figura 14). Porém, por ocasião do revolvimento, por volta de 27/02/17, a temperatura aumentou novamente, se estabilizando posteriormente, até se estabilizar em torno de 22 °C próxima à temperatura ambiente.

Na primeira semana, as pilhas alcançaram a faixa de temperatura termolífica (entre 40 e 70 °C), estando os resultados de acordo com aqueles obtidos por Damatto Junior *et al.* (2011). Segundo os referidos autores, esta faixa de temperatura é ideal para o início da fase de bioestabilização e cura. Segundo Paul (2009), em temperaturas superiores a 65 °C ocorre à morte de alguns microrganismos benéficos, o que pode resultar no retardamento do processo (PAUL, 2009).

4.4 Resultados de Análises Químicas dos Compostos Orgânicos

As análises de teores de nutrientes dos compostos orgânicos apresentaram resultados com menor relação C:N para os compostos provenientes de resíduos de esterco animal com

capim e maior, para os compostos provenientes de compostos de cogumelos conforme dados na Tabela 7. Já os compostos que apresentaram maior teor de N e P, foram os compostos de capim com esterco de codorna e o de capim com esterco de galinha.

Tabela 7. Características Químicas dos Compostos Orgânicos.

Composto orgânico	C (g kg ⁻¹)	N (g kg ⁻¹)	C: N	P (g kg ⁻¹)	K (g kg ⁻¹)	Ca (g kg ⁻¹)	Mg (g kg ⁻¹)
Capim + Esterco de Codorna	243,6	28,2	8,64	22,6	46,5	128,3	8,2
Capim + Esterco de Galinha	263,1	29,8	8,82	14,4	15,6	61,5	8,7
Capim + Esterco Bovino	148,5	16,6	8,94	4,2	23,1	9,5	2,9
Shimeji + Esterco Galinha	366,4	17,1	21,43	10,2	12,1	24,6	4,9
Shimeji preto	361,6	13,2	27,39	5,0	27,2	5,4	2,7
Shimeji branco	253,7	9,1	27,88	3,2	3,9	103,1	15,2

Kiehl (1985) sugere alguns parâmetros para classificar os matérias-primas quanto a quantidades de macronutrientes, principalmente fósforo, potássio, cálcio e magnésio. Quanto aos teores de P, Kiel (1985), classifica e considera os fertilizantes orgânicos como baixo, aquele com teor abaixo de 0,5% de P₂O₅; médio, com teor entre 0,5 a 1,5 % e alto, com teor acima de 1,5%.

Quanto ao teor de potássio como: baixo, quando o teor for inferior a 0,5% de K₂O; médio, quando possui valores entre 0,5 a 1,5%; e alto, quando o teor for maior do que 1,5%. Quanto aos teores de cálcio, como baixo quando possuir valor abaixo que 1,5%; médio, entre 1,5 a 3,0 % e alto, quando acima de 3,0 %. Para magnésio considera; baixo, quando possui menos que 1,5%; médio, entre 1,5% a 3,0% e alto, quando for superior a 3%.

Observa-se que segundo a classificação de Kiehl (1985), conforme a Tabela 7, o composto proveniente de capim + esterco de codorna, apresenta um alto teor de Fósforo (22,6 g kg⁻¹), alto teor de Potássio (46,5 g kg⁻¹), alto teor de Cálcio (128 g kg⁻¹) e baixo teor de Magnésio (8,2 g kg⁻¹). Também o composto proveniente de capim + esterco de galinha, apresenta médio teor de Fósforo (14,4 g kg⁻¹), alto teor de Potássio (15,6 g kg⁻¹), alto teor de Cálcio (61,5 g kg⁻¹) e baixo teor de Magnésio (8,7 g kg⁻¹). Enquanto que o composto proveniente de capim + esterco bovino, apresenta um baixo teor de Fósforo (4,2 g kg⁻¹), médio teor de Potássio (23,1 g kg⁻¹), baixo teor de Cálcio (9 g kg⁻¹) e baixo teor de Magnésio (2,9 g kg⁻¹).

Em relação ao teor de Nitrogênio, conforme a Tabela 7, os compostos que mais se destacaram foram o proveniente de capim + esterco de galinha (29,8 g kg⁻¹), o proveniente de capim + esterco de codorna (28,2 g kg⁻¹), o de shimeji + esterco de galinha (17,1g kg⁻¹) e posteriormente o de capim + esterco bovino (16,6 g kg⁻¹).

Em Compostos orgânicos elaborados a partir de crotalaria (100%); crotalaria (66%) e capim (33%); capim (66%) e crotalaria (33%), o teor de N apresentado foi de 32,8g kg⁻¹, 28,0 g kg⁻¹ e 24,3 g kg⁻¹, respectivamente (LEAL et.al 2008).

4.5. Desempenho Agrônômico de Alface em Relação ao Tipo de Composto Orgânico Utilizado no Cultivo

A Tabela 8 apresenta os resultados relativos ao efeito da aplicação de diferentes fertilizantes orgânicos sobre diferentes variáveis relativas ao desempenho de alface cultivada sob manejo orgânico.

Tabela 8. Biomassa fresca, biomassa fresca comercial, diâmetro, altura e número de folhas da parte aérea de alface submetida à aplicação de diferentes fertilizantes orgânicos em Suzano-SP em 2017.

Tratamentos (compostos)	Biomassa Fresca (g planta ⁻¹)	Biomassa Fresca Comercial (g planta ⁻¹)	Diâmetro (cm)	Altura (cm)	Número de folhas
Shimeji + Esterco de codorna	327,0 a	238,7 a	34,9 a	20,3 a	16,9 a
Capim+ Esterco bovino	309,6 a	231,0 a	32,8 a	20,4 a	18,5 a
Capim+ Esterco galinha	288,3 b	218,5 a	31,8 a	20,1 a	16,5 a
Shimeji preto	274,2 b	206,0 a	32,4 a	20,5 a	15,8 a
Capim+ Esterco de codorna	268,6 b	199,0 a	32,8 a	19,8 a	14,8 a
Shimeji + Esterco de galinha	235,7 c	177,0 b	31,2 a	19,5 a	15,0 a
Shimeji branco	170,4 d	140,2 b	31,3 a	18,2 b	13,4 a
Testemunha	207,5 c	167,9 b	31,3 a	17,8 b	14,6 a
C.V. (%)	7,91	9,87	5,37	5,18	9,89

*Médias seguidas por letras iguais nas colunas, não diferem entre si, pelo método de agrupamento de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Observa-se que houve diferença estatística entre os tratamentos quanto à biomassa fresca e biomassa fresca comercial da alface. Os maiores valores de biomassa fresca foram obtidos com os seguintes compostos: Cogumelo Shimeji + Esterco de Codorna; e Capim + Esterco Bovino. Já os maiores valores de biomassa fresca comercial foram associados aos compostos: Cogumelo Shimeji + Esterco de Codorna; Capim + Esterco Bovino; Capim + Esterco de Galinha; Cogumelo Shimeji Preto; Capim + Esterco de Codorna.

Em relação à biomassa comercial, os resultados foram superiores aos descritos por Kano et al. (2012), que avaliou a cultivar Amanda, adubada com cerca de 7 t ha⁻¹ de esterco de frango mais fertirrigação de 1kg de uréia em 320 m², obtendo 130,0 g planta⁻¹, com 14 folhas por planta.

Por sua vez, Souza et al. (2009) avaliaram o desempenho da alface cultivar Amanda adubada com 20 t ha⁻¹ de esterco bovino, mais 40 kg de N ha⁻¹, na forma de ureia no plantio, mais 150 kg de N ha⁻¹, também na forma mineral, em cobertura. Foram obtidos 275 g planta⁻¹; 19 folhas. planta⁻¹ e 33 cm de diâmetro.

Mesmo comparando-se com outros resultados, se observa os compostos orgânicos avaliados, com exceção do composto de shimeji cinza, possibilitaram maior produção de biomassa fresca em relação à testemunha.

4.6. Média dos Teores de Nutrientes Presentes nos Tecidos Vegetais de Alface em Função dos Diferentes Compostos Orgânicos Utilizados no Cultivo

Os resultados obtidos dos teores de nutrientes encontrados nos tecidos de alface com a aplicação de diferentes compostos orgânicos estão apresentados na Tabela 9. Nos tecidos vegetais foram apresentados, em média, os teores de 39,7 g kg⁻¹ para N, 5,18 g kg⁻¹ para P, 36,82 g kg⁻¹ para K, 8,73 g kg⁻¹ para Ca e 1,88 g kg⁻¹ para Mg.

Tabela 9. Média dos teores de nitrogênio (N), cálcio (Ca), potássio (K), magnésio (Mg) e fósforo (P) do tecido vegetal da alface em função do tipo de composto orgânico aplicado.

Tratamentos	N	Ca	K	Mg	P
Capim + Esterco de codorna	41,3 a	8,33 a	38,25 a	2,03 a	5,59 a
Capim + Esterco de galinha	39,9 a	9,05 a	38,89 a	2,01 a	5,37 a
Capim+ Esterco bovino	42,5 a	8,96 a	42,08 a	1,93 a	5,26 a
Shimeji + Esterco de galinha	39,8 a	9,05 a	38,22 a	1,89 a	5,62 a
Shimeji preto	40,8 a	8,15 a	31,97 a	1,73 a	5,14 a
Shimeji branco	36,0 a	9,97 a	37,34 a	1,94 a	4,82 a
Shimeji + Esterco de codorna	40,6 a	8,29 a	34,33 a	1,87 a	5,10 a
Testemunha	36,4 a	8,06 a	33,46 a	1,64 a	4,58 a
Média Geral	39,7	8,73	36,82	1,88	5,18
CV (%)	7,84	10,65	18,72	9,9	8,12

*Médias seguidas por letras iguais nas colunas, não diferem entre si pelo método de agrupamento de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Segundo Raij et al. (1996), folhas desenvolvidas de alface com idade aproximada de 27 dias, são consideradas como oriundas de plantas bem nutridas se apresentarem teores adequados nos seguintes níveis de nutrientes: nitrogênio 30 a 50 g kg planta⁻¹; cálcio 15 a 25 g kg.planta⁻¹; potássio 50 a 80 g kg.planta⁻¹; magnésio 4 a 6 g kg.planta⁻¹; fósforo 4 a 7 g kg.planta⁻¹. No presente trabalho, observa-se que os teores de N e P presentes nas folhas de alface estão dentro dos intervalos citados acima. Por outro lado, os teores de K, Ca e Mg foram identificados com valores inferiores aos descritos.

Segundo Malavolta et al. (1989), é importante observar que as indicações de teores de nutrientes nos tecidos vegetais sofrem influência das condições do solo, do clima e do material genético. Já Kiehl (1985) afirma que adubos orgânicos podem variar muito sua taxa de mineralização, em função de sua composição e interação com o ambiente.

4.7 Indicadores de Produção

Em relação à avaliação dos fertilizantes orgânicos junto ao agricultor da área onde foi conduzido o experimento, um dos fatores considerados com grande relevância, foi a mão-de-obra necessária para o preparo dos compostos (Tabela 10).

Tabela 10. Mão de obra para montagem e manutenção de 1 m³ de compostagem.

Composto orgânico	Mão de Obra (horas)
Capim picado + esterco de codorna	6 h
Capim picado + esterco de galinha	6 h
Capim picado + esterco bovino	6 h
Shimeji preto + esterco galinha	2 h
Shimeji preto	2 h
Shimeji branco	2 h

Devido à facilidade de aquisição, transporte e no manuseio dos resíduos orgânicos provenientes da fungicultura, houve uma menor demanda de mão-de-obra nas diversas etapas do processo de compostagem, quando utilizado estes resíduos. Por outro lado, nos compostos que tinham em sua base capim picado, houve um gasto maior de mão-de-obra no preparo da compostagem com o corte, picagem e no transporte do mesmo, embora houvesse grandes quantidades desse material na própria unidade de produção.

Em relação à economia de mão de obra, observa-se na Tabela 10 que os compostos mais indicados são os provenientes de shimeji preto + esterco de galinha, shimeji preto e shimeji branco. Também foram avaliados na Tabela 11, os quesitos de facilidade de obtenção dos resíduos na unidade de produção agrícola, montagem e manejo das pilhas de compostagem.

Tabela 11. Avaliação de facilidades na obtenção dos resíduos e compostagem na unidade de produção.

Composto	Avaliações
Capim picado + esterco de codorna	Facilidade de obtenção de material, fácil montagem das pilhas, muita redução de volume e muito uso de mão de obra.
Capim picado + esterco de galinha	Facilidade de obtenção de material, fácil montagem das pilhas, muita redução de volume e muito uso de mão de obra.
Capim picado + esterco bovino	Dificuldade de obtenção de material, fácil montagem das pilhas, muita redução de volume e muito uso de mão de obra.
Shimeji preto + esterco galinha	Facilidade de obtenção de material, fácil montagem das pilhas, pouca redução de volume e pouco uso de mão de obra.
Shimeji preto	Facilidade de obtenção de material, fácil montagem das pilhas, pouca redução de volume e pouco uso de mão de obra.
Shimeji branco	Facilidade de obtenção do material, dificuldade para montagem da pilha e revolvimento, pouca redução de volume, pouco uso de mão de obra.

A disponibilidade e facilidade de obtenção do resíduo é um item considerado importante pelo agricultor, assim como a mão de obra em sua utilização nas lavouras. Outro fator importante considerado pelo agricultor foi o custo econômico do resíduo posto na propriedade rural conforme a Tabela 12.

Observa-se que, conforme a Tabela 11, relativa à facilidade de obtenção dos resíduos, os compostos que mais se destacaram foram os provenientes de capim picado + esterco de codorna, capim picado + esterco de galinha, shimeji preto + esterco de galinha, shimeji preto e shimeji branco.

Tabela 12. Custo econômico de alguns resíduos orgânicos.

Resíduo Orgânico	Custo	Unidade
Esterco de galinha poedeira	R\$ 200,00	m ³
Esterco de codorna	R\$ 280,00	m ³
Esterco bovino	R\$ 100,00	m ³
Composto Shimeji preto	R\$ 45,00	m ³
Composto shimeji branco	-	m ³
Capim napier	-	m ³

Uma das grandes preocupações dos agricultores de base ecológica da região é a aquisição dos insumos orgânicos e o custo dos mesmos. Foram observados resultados agronômicos satisfatórios quanto à produtividade da alface, utilizando-se resíduos da produção de cogumelos shimeji preto e esterco de codorna. Porém, salienta-se que, para a utilização desses materiais, há necessidade do processo de compostagem dos mesmos e a autorização por parte das certificadoras.

6 CONCLUSÕES

Há uma grande quantidade de resíduos orgânicos provenientes da fungicultura e avicultura na região do Alto Tietê, com potencial para uso na agricultura orgânica, os quais, através do processo de compostagem, apresentaram resultados agrônômicos satisfatórios no cultivo de alface.

O resíduo proveniente da produção de cogumelos shimeji preto, mostrou-se viável para utilização na agricultura orgânica, visto a facilidade de aquisição, custo e produtividade no experimento com a alface.

Os tratamentos com compostos orgânicos Cogumelo Shimeji preto + Esterco de Codorna; e Capim + Esterco Bovino, proporcionaram os maiores valores de biomassa fresca da alface, o que representa a possibilidade da utilização de resíduos orgânicos regionais no processo de compostagem e emprego dos compostos gerados como fertilizantes orgânicos.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT NBR 10007, 2004. Amostragem de resíduos sólidos. Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2204. 21 p.

ALTIERI, M. **Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável**. 4.ed. Porto Alegre : Editora da UFRGS, 2004. 400 p.

ASSIS, R. L. **Agricultura orgânica e agroecologia: questões conceituais e processo de conversão**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2005. 35 p. (Embrapa Agrobiologia. Documentos, 196).

BRASIL. **Instrução Normativa Nº 46, de 6 de outubro de 2011**, Estabelece o Regulamento Técnico para os Sistemas Orgânicos de Produção, bem como as listas de substâncias e práticas permitidas para uso nos Sistemas Orgânicos de Produção, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Brasília-DF, 46 p., 2011.

BRASIL. **Lei 10. 831, de 23 de dezembro de 2003**. Dispõe sobre a agricultura orgânica e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, 24.12. 2003. Seção 1, p.8.

BRASIL. **Lei Federal nº12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília, 2 ago. 2010

CAMARGO, O.A.; MONIZ, A.C.; JORGE, J.A.; VALADARES, J.M.A.S. **Métodos de Análise Química, Mineralógica e Física de Solos do Instituto Agronômico de Campinas. Campinas, Instituto Agronômico**, 2009. 77 p. (Boletim técnico, 106, Edição revista e atualizada).

CASTRO, C.M.; ALMEIDA, D.L.; RIBEIRO, R.L.D.; CARVALHO, J.F. Plantio direto, adubação verde e suplementação com esterco de aves na produção orgânica de berinjela. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** v.40, p.495-502, 2005.

COOPERBAND, L. **The Art and Science of Composting**, Center for Integrated Agricultural Systems, University of Wisconsin-Madison, 16 p., 2002.

CORRÊA, R.S. **Compostagem e vermicompostagem de resíduos domésticos para produção de adubo orgânico**. p. 170-200. In: ANJOS, J.L.; AQUINO, A.M.; SCHIEDECK, G. (Ed.). *Minhocultura e vermicompostagem: interface com sistemas de produção, meio ambiente e agricultura de base familiar*. Brasília, DF: Embrapa, 2015. 231 p.

DAMATTO JUNIOR, E. R.; GARCIA, V. A.; FUZITANI, E. J.; NOMURA, E. S.; SILVA, F. A. M.; CAMPOS, H. L. A. Produção de Compostos Orgânicos à Base de Resíduos Gerados no Vale do Ribeira, **Pesquisa & Tecnologia**, vol. 8, n. 61, 7 p., 2011.

FAHL, J.I.; CAMARGO, M.B.P.; PIZZINATTO, M.A.; BETTI, J.A.; MELO, A.M>T.; DEMARIA, I.C; FURLANI, A.M.C. **Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas**. Boletim IAC 200. 6ª edição. Campinas-SP. 1998. 396 p.

EMBRAPA. **Manual de laboratórios: solo, água, nutrição, animal e alimentos.** São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2005. 334p.

FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium (Lavras)**, v. 6, p. 36-41, 2008.

FILGUEIRA, F.A.R. **Manual de Olericultura: Cultura e Comercialização de Hortaliças.** São Paulo, 1982. 357 p.

FONSECA, M. F. C. **A institucionalização dos mercados de orgânicos no mundo e no Brasil: uma interpretação.** Seropédica: UFRRJ, 2005. 476p.

GOMES, T.C.A.; SILVA, J.A.M.; SILVA, M.S.L. **Preparo de composto orgânico na pequena propriedade rural.** Instrução Técnica 53. Embrapa Semi Árido. Petrolina- PE. 2001. 2p.

INÁCIO, C.T.; MILLER, P.R.M. **Compostagem: ciência prática para a gestão de resíduos orgânicos.** Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009. 154p.

KANO C; CHAVES FCM; BERNI RF; GONÇALVES NR; SUINAGA FA. 2012. Avaliação de cultivares de alface crespa sob cultivo protegido no município de Iranduba/AM. **Horticultura Brasileira** 30: S390-S394.

KHATOUNIAN, C. A. A reconstrução ecológica da agricultura. Botucatu: Agroecológica, 2001. 345 p.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos.** São Paulo: Agronômica Ceres, 1985. 492p.

KOARI, E.K. – **Produção do cogumelo comestível *Pleurotus ostreatus* em resíduos lignocelulósicos e avaliação das características do substrato exaurido visando sua utilização como fertilizante orgânico** – Dissertação de mestrado – UFPR – Curitiba, 2000, 118 p.

LEAL, M.A.A.; SILVA, S.D.; GUERRA, J.G.M.; PEIXOTO, R.T.G. – **Adubação Orgânica de Beterraba com composto obtido a partir da mistura de palhada de gramíneas e de leguminosa.** Seropédica – RJ, 2008. 15 p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações.** Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fósforo, 1989. 201p.

MELLO, J.C.; DIETRICH, R.; MEINERT, E.M.; TEIXEIRA, E.; AMANTE, E.R. Efeito do cultivo orgânico e convencional sobre a vida-de-prateleira de alface americana (*Lactuca sativa* L.) minimamente processada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.23, p.418-426, 2003.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo.** 2ª edição, atualizada e ampliada. Lavras: editora UFLA, p. 759, 2006.

NELSON, D.W.; SOMMERS, L.E. Total carbon, organic carbon, and organic matter. In: SPARKS, D.L.; PAGE, A. L.; HELMKE, P. A.; LOEPPERT, R. H.; SOLTANPOUR, P. N.; TABATABAI, M. A.; JOHNSTON, C.T.; M. E. SUMNER, M. E. **Methods of Soil Analysis. Madison: SSSA and ASA.** 1996. 983 p.

NOGUEIRA, A. R. de A.; SOUZA, G. B. de. **Manual de laboratórios: solo, água, nutrição animal e alimentos.** São Carlos, SP: Embrapa Pecuária Sudeste, p. 334, 2005.

NUNES, M. U. C. **Compostagem de resíduos para produção de adubo orgânico na pequena propriedade, Embrapa,** Circular Técnica 59, Sergipe, 7 pg., 2009.

NUNES, W.A.G.A.; LIMA, S.A.J; GUIMARÃES, F.F. **Caracterização de resíduos orgânicos de cadeias produtivas da agropecuária** na região Centro-Oeste do Brasil, Embrapa, Dourados MS, 2017. 43 p.

OLIVEIRA, E.A.G. Formulações tipo “bokashi” como **fertilizantes orgânicos no cultivo de hortaliças** / Eva Adriana Gonçalves de Oliveira – 2015. 96 p.

ORRICO JUNIOR, M. A. P.; ORRICO, A. C. A.; JUNIOR, J. L.; SAMPAIO, A. A. M.; PAUL, J. The Theory and Operation of Composting, **Transform Compost Systems**, 3 p., 2003

PEREIRA, D. C; WILSEN, N. A.; NÓBREGA, L. H. P. Adubação orgânica e algumas aplicações. **Revista Varia Scientia Agrárias.** v. 03, n.02, p. 159-174. 2013.

RAIJ, B. VAN. CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo.** 2. ed. Campinas: IAC, 1996. p. 285 (IAC.Boletim técnico, 100).

RESENDE, F. V.; SAMINÊZ, T. C. O.; VIDAL, M. C.; SOUZA, R. B.; CLEMENTE, F. M. V. **Cultivo de alface em sistema orgânico de produção.** Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 56. 2007. 16 p.

RIBAS, L. C. Camargo. **Utilização do composto residual da produção de cogumelos aa fertilização da alface (*Lactuca sativa* L.) e seu potencial na biorremediação de solos – UFSC – Florianópolis, 2006. 150 p.**

RICCI, M. dos S. F.; ARAÚJO, M. C. F.; FRANCH, C. M. C. **Cultivo orgânico do café: recomendações técnicas.** Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 101 p.

SAMINÊZ, T. C. O.; DIAS, R. P.; NOBRE, F. G. A.; MATTAR, R. G. H.; GONÇALVES, J.R. A. **Princípios norteadores da produção orgânica de hortaliças,** Brasília/DF, **Embrapa Hortaliças,** Circular Técnica Nº 67, 8 p., 2008.

SANTOS, R. H. S.; SILVA, F.; CASALI, V. W. D.; CONDÉ, A. R. Conservação póscolheita de alface cultivada com composto orgânico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** 36, nº 3, p. 521-525, Mar. 2001.

SIQUEIRA, A. P. P.; SIQUEIRA, M. F. B. de. **Bokashi: adubo orgânico fermentado.** Niteroi: Programa Rio Rural, 2013. 16 p.

SOUZA, J. O.; DALPIAN, T.; BRAZ, L. T. Desempenho de genótipos de alface crespa em cultivo protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 27, 2009. S234-S236, CD-ROOM.

VALENTE, B.S.; XAVIER, E.G.; MORSELLI, T.B.G.A.; JAHNKE, D.S.; BRUM, B. de S.; CABRERA, B.R.; MORAES, P. de O.; LOPES D.C.N. **Fatores que afetam o desenvolvimento da compostagem de resíduos orgânicos**. Pelotas, 2009. 85 p.

WEINÄRTNER, M. A.; SCHIAVON ALDRIGHI, C. F.; MEDEIROS, C. A. B. **Adubação Orgânica, práticas agroecológicas**, Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS, 1ª edição, 20 p., 2006.