

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOLOGIA
MESTRADO PROFISSIONAL**

FLAILTON JUSTINO ALVES

AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO ORGÂNICA DE ALFACE AMERICANA (*Lactuca sativa* L.) EM FUNÇÃO DO MANEJO DO SOLO E DA ADUBAÇÃO COM RESÍDUOS DE ORIGEM ANIMAL E VEGETAL

MARINGÁ
2020

FLAILTON JUSTINO ALVES

AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO ORGÂNICA DE ALFACE AMERICANA (*Lactuca sativa* L.) EM FUNÇÃO DO MANEJO DO SOLO E DA ADUBAÇÃO COM RESÍDUOS DE ORIGEM ANIMAL E VEGETAL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agroecologia, Mestrado Profissional, do Departamento de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Agroecologia.

Orientador:

Prof. Dr. Raimundo Pinheiro Neto

Coorientador:

Prof. Dr. José Ozinaldo Alves de Sena

MARINGÁ

2020

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(Biblioteca Central - UEM, Maringá - PR, Brasil)

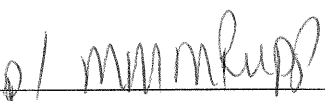
A474a	<p>Alves, Flailton Justino</p> <p>Avaliação da produção orgânica de alface americana (<i>Lactuca sativa</i> L.) em função do manejo do solo e da adubação com resíduos de origem animal e vegetal / Flailton Justino Alves. -- Maringá, PR, 2020. 65 f.: il. color., figs., tabs.</p> <p>Orientador: Prof. Dr. Raimundo Pinheiro Neto. Coorientador: Prof. Dr. Jose Ozinaldo Alves de Sena. Dissertação (Mestrado Profissional) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Agroecologia - Mestrado Profissional, 2020.</p> <p>1. Alface (<i>Lactuca sativa</i> L) . 2. Manejo do solo. 3. Esterco de bovino. 4. Adubo orgânico. 5. Cobertura morta (agricultura). I. Pinheiro Neto, Raimundo , orient. II. Sena, Jose Ozinaldo Alves de , coorient. III. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências Agrárias. Departamento de Agronomia. Programa de Pós-Graduação em Agroecologia - Mestrado Profissional. IV. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDD 23.ed. 635.528</p>
-------	--

FLAILTON JUSTINO ALVES

**“AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO ORGÂNICA DE ALFACE AMERICANA EM
FUNÇÃO DE MANEJO DO SOLO E ADUBAÇÃO COM RESÍDUOS DE ORIGEM
ANIMAL E VEGETAL”**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Maringá, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia, para obtenção do título de mestre.

APROVADO em 29 de maio de 2020.



Prof. Dr. **Mateus Faleiros da Silva**



Prof. Dr. **José Ozinaldo Alves de Sena**



Prof. Dr. **Raimundo Pinheiro Neto**
(Orientador)

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a todos que contribuíram para sua realização: aos meus pais, João Justino Alves e Maria Aparecida Alves, pela criação; à minha esposa e aos meus filhos, que sempre apoiaram minhas decisões com atenção e respeito. A eles, todo o meu amor, consideração e reconhecimento.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela vida, saúde e oportunidades oferecidas; por sempre atender as minhas preces, proteger-me e iluminar meu caminho. Obrigado, meu Deus!

Aos meus pais, João Justino Alves e Maria Aparecida Alves, por me criarem de forma simples e verdadeira e por me ensinarem a valorizar os reais valores da vida, que seguirão comigo para sempre.

Aos meus amados irmãos e irmãs: Flavio, Fabio, Floripes Justino Alves, Floripes Alves, Flora, Maria Aparecida Alves, Flaudemir e Florenice.

Agradeço, de forma especial, pela paciência, apoio e compreensão, a minha querida esposa, Maria Luiza Teixeira Alves, aos meus filhos, Flaiton e Fernando Justino Alves, e ainda aos meus enteados, Gláucio e Glauber Testa, e suas respectivas esposas.

Aos meus amigos e amigas, que me incentivaram a estudar e a não desistir das oportunidades a mim oferecidas, especialmente meu grande amigo Paulo Cesário Marques.

Ao Prof. Dr. Raimundo Pinheiro Neto, por depositar seu voto de confiança e acreditar em minha capacidade; por me orientar e, prontamente, sempre me atender, sanar minhas dúvidas e me ensinar.

Ao Prof. Dr. José Ozinaldo Alves de Sena, de igual modo, por sempre me atender prontamente, sanar minhas dúvidas e me ensinar. A este devo, ainda, a abertura de portas e o estímulo no sentido de me inserir no programa de mestrado em agroecologia UEM.

Agradeço também a meu grande amigo Sabino, de coração, pela força tanto em conselhos como pela ajuda em mão-de-obra nas coletas de dados do experimento.

A todos os professores e professoras do Programa Mestrado Profissional em Agroecologia com os quais tive aulas: seus ensinamentos foram fundamentais e serão utilizados para sempre em minha vida. À Universidade Estadual de Maringá, pela oportunidade.

Ao presidente da Emater, pela minha liberação para cursar o mestrado; não diferente ao meu gerente regional, Sr. Antonio Souza Santos, e ao coordenador de

ADI, Sr. José Antonio Ozório; aos colegas de escritório e a todos que, de forma direta ou indireta, apoiaram-me e ajudaram em algum momento.

Aos membros da banca examinadora, pela aceitação do convite, correções e sugestões.

À Capes (Coordenação de Aperfeiçoamentos de Pessoal de Nível Superior), ao NADS (Núcleo de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável da Universidade Estadual de Maringá PR) e aos orientadores, coorientadores e professores do Mestrado Profissional em Agroecologia (MPA).

EPIGRAFE

“Eu tentei 99 vezes e falhei, mas na centésima tentativa eu consegui. Nunca desista de seus objetivos: mesmo que esses pareçam impossíveis, a próxima tentativa pode ser a do triunfo”. (Albert Einstein).

RESUMO

A alface (*Lactuca sativa* L.) está entre as hortaliças folhosas mais consumidas no mundo. A fertilidade do solo é um dos principais fatores responsáveis pelo desenvolvimento vegetativo e aumento da produtividade das culturas. Em busca de alternativas de adubação e manejo do solo para o aumento da produtividade, este trabalho teve como objetivo avaliar, em condições de campo, a produção orgânica de alface americana, variedade Lucy Brown, em função do manejo do solo e da adubação com resíduos de origem animal e vegetal. O experimento foi realizado em 2019 no distrito de Iguatemi, pertencente ao município de Maringá-PR, sendo conduzido em blocos subdivididos ao acaso. Cada bloco foi composto por quatro sub-blocos conjugados, cada qual contendo cinco parcelas, chegando-se ao total de 20 parcelas por bloco. Em cada bloco, avaliou-se o efeito de dois fatores de manejo do solo: incorporado (Inc) e não incorporado (NInc). Nos sub-blocos, avaliaram-se os efeitos dos fatores com cobertura (CC) e sem cobertura (SC). Nas parcelas, por sua vez, avaliou-se o efeito dos diferentes adubos: esterco de bovino curtido (EC), esterco de bovinos fresco (EF), composto orgânico (COMP), resíduos da parte aérea de leucina (LEU) e testemunha (TEST). Em cada planta foram avaliadas as seguintes variáveis: massa fresca total (MFT), massa fresca comercial (MFC), massa fresca descarte (MFD), massa seca total (MST), massa seca comercial (MSC), massa seca descarte (MSD), peso fresco total raízes (PFTR), peso seco total raízes (PSTR) e comprimentos de raízes (CR). Os resultados obtidos neste trabalho apontam que os adubos composto orgânico (COMP), esterco fresco (EF), esterco curtido (EC) e leucena (LEU), quando submetidos ao fator não incorporado, reduziram a produção de massa fresca comercial (MFC) da alface. Os diferentes tipos de manejo do solo e adubo orgânico não influenciaram a produção de massa fresca total (MFT), massa fresca descartável (MFD), massa seca total (MST), massa seca comercial (MSC) e massa seca descartável (MSD), o peso fresco das raízes (PFR) e peso total das raízes (PTR) da alface. Os diferentes tipos de adubos orgânicos submetidos a diferentes combinações de cobertura e incorporação não influenciaram a produção e comprimento das raízes das alfaces.

Palavras-chave: Alface *Lactuca Sativa* L; Adubo orgânico; Cobertura morta; Esterco de bovino; Incorporação;

ABSTRACT

Lettuce (*Lactuca sativa* L.) is among the most consumed leafy vegetables in the world. Soil fertility is one of the main factors responsible for vegetative development and increased crop productivity. In the search for alternatives for fertilization and soil management to increase productivity, this work aimed to evaluate, under field conditions, the organic production of lettuce, variety Lucy Brown, due to soil management and fertilization with residues of origin animal and vegetable. The experiment was carried out in 2019 in the district of Iguatemi, which belongs to the municipality of Maringá-PR, and conducted in randomly divided blocks. Each block was composed of four conjugated sub-blocks, each containing five plots, reaching a total of 20 plots per block. In each block, the experiment evaluated the effect of two soil management factors: incorporated (I) and unincorporated (NI). In the sub-blocks, on its turn, the research evaluated the factors with coverage (CC) and without coverage (SC). The plots themselves allowed the evaluation of the effect of different fertilizers: tanned cattle manure (EC), fresh bovine manure (EF), organic compost (COMP), leucine shoots (LEU) and control (TEST) residues. For each plant, the study evaluated the variables: total fresh mass (MFT), commercial fresh mass (MFC), fresh discard mass (MFD), total dry mass (MST), commercial dry mass (MSC), dry discard mass (MSD), total fresh roots weight (PFTR), total dry roots weight (PSTR) and root lengths (CR). According to the results obtained in this work, fertilizers: organic compost (COMP), fresh manure (EF), tanned manure (EC) and leucene (LEU), when subjected to the non-incorporated factor, reduced the production of commercial fresh mass (Lettuce). The different types of soil management and organic fertilizer did not influence the production of total fresh mass (MFT), disposable fresh mass (MFD), total dry weight (MST), commercial dry mass (MSC) and disposable dry mass (MSD), fresh root mass (PFR) and total root mass (PTR) of lettuce. The different types of organic fertilizers submitted to different combinations of coverage and incorporation did not influence the production and length of the lettuce roots. Thus, soil management and fertilization with animal and vegetable residues did not influence statistically the production of lettuce.

Keywords: Lettuce *Lactuca Sativa* L, Organic fertilizer, Mulch. Bovine manure, Incorporation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Croqui do delineamento experimental de olericultura orgânica.....	26
Figura 2	- Croqui do sistema de irrigação na área experimental de produção de	30
Figura 3	-Canteiro de alface pronto para colheita	34
Figura 4	-Coletas das plantas de alfaces para avaliação das variáveis	34
Figura 5	-Limpezas por mondas nos canteiros após os transplantes das alfaces	35
Figura 6	-Coleta das galhas de leucena para produção de adubos	36
Figura 7	-Leucena pré-picotado em picador de forragem com peneira de aproximadamente 2,5mm	36
Figura 8	- Compostagem produzida pelo setor de agroecologia na FEI- UEM, pronta para uso no experimento de cultivo de alfaces orgânico	36
Figura 9	-Esterco bovino curtido em local aberto, sem revolvimento, por 3 meses.....	37
Figura 10	- Alfaces colhidas e prontas para pesagem em balanças eletrônicas	37
Figura 11	- Pesagem das alfaces para análises das variáveis	38
Figura 12	- Contagem de raízes pelo método TENNENT	38
Figura 13	- Pesagem do resíduo <i>Brachiaria decumbens</i> para cobertura dos canteiros	38
Figura 14	- Massa seca da alface pesada pronta para análises	39
Figura 15	- Lavagem e preparo de raiz de alface para análises	40

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** - Análise química e granulométrica do solo na cama de 0-20 cm do experimento de olericultura orgânica na Fazenda Experimental de Iguatemi – PR.....25
- Tabela 2** -Tratamentos com diferentes adubos orgânicos e manejos de solo no cultivo orgânico de alface em canteiro, a céu aberto27
- Tabela 3** -Massa fresca total (MFT) e Massa fresca descartável (MFD) de alface americana, cv. Lucy Brown, submetida a tratamentos com diferentes tipos de manejo do solo e adubação orgânica41
- Tabela 4** -Massa fresca comercial (MFC) de alface americana, cv. Lucy Brown, submetida a dois níveis de incorporação42
- Tabela 5** -Massa fresca comercial (MFC) de alface americana, cv. Lucy Brown, em relação ao fator de incorporação sob diferentes níveis de adubo43
- Tabela 6** -Massa fresca comercial (MFC) de alface americana, cv. Lucy Brown, em relação ao efeito simples do fator cobertura.....43
- Tabela 7** -Massa seca total (MST), Massa seca comercial (MSC) e Massa seca descartável (MSD) de alface, cv. Lucy Brown, submetida a tratamentos com diferentes tipos de manejo do solo e adubação orgânica.....45
- Tabela 8** -Peso fresco total das raízes (PFTR) e Peso seco total das raízes (PSTR) de alface, cv. Lucy brown, submetida a tratamentos com diferentes tipos de manejo do solo e adubação orgânica.....46
- Tabela 9** -Comprimento das raízes (CR) de alface americana, cv. Lucy brown, submetida a tratamentos com diferentes tipos de adubos sob variadas combinações de cobertura e incorporação.....46

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 REVISÃO DE LITERATURA	11
2.1 A CULTURA DA ALFACE (<i>LACTUCA SATIVA</i> L.).....	11
2.2 MANEJOS DE COBERTURAS MORTAS OU <i>MULCHING</i> EM SISTEMAS DE CULTIVO DE ALFACES.....	12
2.2.1 Capim Brachiaria	14
2.3 LEUCENA (<i>LEUCAENA LEUCOCEPHALA</i> , LAM DE WITT).....	15
2.4 MANEJO DE COMPOSTAGEM ORGÂNICA NO CULTIVO DE ALFACES ..	17
2.5 MANEJOS DE RESÍDUOS ANIMAIS EM SISTEMAS DE CULTIVOS DE ALFACES.....	18
2.5.1 Manejo de esterco bovino em cultivos de alfaces	19
2.6 MANEJO DO SOLO NO SISTEMA DE PRODUÇÃO ORGÂNICO DE HORTALIÇAS	19
2.6.1 Consequência do manejo inadequado do solo	20
2.6.2 Manejo de forma sustentável do solo	21
2.6.3 Dinâmica da água do solo	22
2.7 IRRIGAÇÃO	22
3 MATERIAIS E MÉTODOS	25
3.1 HISTÓRICO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DO EXPERIMENTO	25
3.2 DELINEAMENTO E IMPLANTAÇÃO DO EXPERIMENTO	26
3.3 DETERMINAÇÃO DAS DOSES DOS ADUBOS ORGÂNICOS	27
3.4 AQUISIÇÕES DAS MUDAS	28
3.5 PREPARO INICIAL E SISTEMATIZAÇÃO DA ÁREA.....	28
3.6 TRANSPLANTES DAS MUDAS DE ALFACES.....	28
3.7 AQUISIÇÕES DO RESÍDUO PARA A COBERTURA DO SOLO	30
3.8 OBTENÇÃO DOS ADUBOS VEGETAIS E ANIMAIS PARA O CULTIVO DAS ALFACES.....	31
3.9 COLHEITAS DAS PLANTAS E AVALIAÇÕES DOS DADOS	31
3.10 CARACTERÍSTICAS FITOTÉCNICAS AVALIADAS	31
3.10.1 Massa fresca total (MFT)	32
3.10.2 Massa fresca comercial (MFC)	32
3.10.3 Massa fresca descarte (MFD)	32
3.10.4 Massa seca total (MST)	32
3.10.5 Massa seca comercial (MSC)	33
3.10.6 Massa seca descarte (MSD)	33
3.10.7 Peso fresco total das raízes (PFTR)	33
3.10.8 Peso seco total das raízes (PSTR)	33

3.10.9 Comprimento das raízes (CR)	34
3.11 ANÁLISE DOS RESULTADOS	41
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	42
4.1 MASSA FRESCA TOTAL (MFT) E MASSA FRESCA DESCARTÁVEL (MFD).....	42
4.2 MASSA FRESCA COMERCIAL (MFC)	43
4.3.....MASSA SECA TOTAL (MST), MASSA SECA COMERCIAL (MSC) E MASSA SECA DESCARTÁVEL (MSD).....	46
4.4PESO FRESCO TOTAL DAS RAÍZES (PFTR) E PESO SECO TOTAL DAS RAÍZES (PSTR)	46
4.5 COMPRIMENTO DAS RAÍZES (CR).....	47
5 CONCLUSÕES	50
REFERÊNCIAS	51

1 INTRODUÇÃO

A alface (*Lactuca sativa* L.) é uma das hortaliças folhosas de maior importância no Brasil, possuindo grande relevância na alimentação e na saúde humana. Destaca-se, principalmente, como fonte de vitaminas e sais minerais e por ser a mais popular hortaliça folhosa (BLAT et al., 2011).

Sua importância deve-se não só ao sabor e à qualidade nutritiva, mas também à facilidade de aquisição e seu baixo custo ao consumidor (ZIECH et al., 2014). Segundo a ABCSEM (2012), a alface é a folhosa mais consumida no Brasil e a terceira em maior volume de produção, cultivada em 41.505 hectares.

No estado do Paraná, a produção de alface na safra de 2017/2018 foi de 140.069 toneladas, cultivadas em uma área de 6.739 hectares, incluindo os sistemas convencional e orgânico (SEAB/DERAL, 2018).

Em geral a produção de hortaliças é uma alternativa para os pequenos produtores, uma vez que não demanda grandes áreas. Ademais o cultivo de alface apresenta grande retorno econômico por área cultivada, sendo, portanto, uma atividade agrícola adequada às características das regiões do Paraná, marcadas por propriedades de pequeno porte com mão de obra familiar (ZIECH et al., 2014).

O solo ideal para o cultivo dessa hortaliça é o arenoso, médio e argiloso, rico em matéria orgânica e com boa disponibilidade de nutrientes. A alface apresenta significativa resposta à adubação nitrogenada e a altos teores de água no solo (OLIVEIRA & JUNQUEIRA, 2007).

O preparo do solo sob o sistema convencional — utilizado há muitos anos por pequenos, médios e grandes produtores e embasado na alta utilização de agrotóxicos, adubos solúveis e intensa mobilização dos solos — vem gerando desgaste e impactos negativos no solo. Estes traduzem-se na compactação, perda de água e da camada superficial do solo, além da redução dos teores de matéria orgânica, entre outros (SOUZA, 2009).

Para garantir a sustentabilidade dos produtores familiares no campo, é fundamental a manutenção da qualidade do solo. Sobre técnicas de manejo nesse sentido, o *mulching* constitui-se em uma prática de aplicação de material, orgânico ou inorgânico, ao solo para formar uma camada em superfície e, assim, proteger a cultura e o próprio solo contra a ação de intempéries (ZIECH et al., 2014). As palhadas, entre outros resíduos e matérias orgânicas, são elementos que ativam e

equilibram a qualidade do solo, tornando-o mais fértil e, conseqüentemente, gerando uma planta mais bem nutrida e resistente a pragas e doenças, com grande potencial de produtividade (CUNHA, 2003).

Carvalho et al. (2005) estudaram o efeito de diferentes materiais na produtividade de alface: palha de arroz, palha de café, capim *Brachiaria*, serragem e testemunha sem cobertura. Essa pesquisa apontou que, independentemente da cobertura utilizada em superfície, os melhores resultados foram obtidos com o uso de material orgânico sobre os canteiros.

Os adubos orgânicos são amplamente recomendados para as hortaliças por vários motivos: são fontes de nutrientes; beneficiam, de forma indireta, propriedades físicas, químicas e biológicas do solo; oferecem maior disponibilidade de nutrientes; favorecem o aumento da atividade de macro e microrganismos (MAZUR et al., 1983; KIEHL, 1985; SIQUEIRA, 1988 *apud* SANTI et al., 2010). Entretanto o valor fertilizante do composto e de adubos depende do manejo e material utilizado como matéria-prima. Assim, a atuação conjunta desse e de inúmeros outros efeitos resulta em diferentes produtividades de alface, as quais podem superar aquelas obtidas com adubos minerais (SANTI et al., 2010).

Desse modo, este trabalho buscou avaliar e comparar, a partir das características fitotécnicas analisadas, considerando-se outros fatores de manejo do solo e adubação por meio do uso de resíduos e adubos vegetais e animais, a necessidade de bioestabilizar os esterco, incorporar ao solo ou disposto em superfície. O estudo buscou, igualmente, avaliar a eficiência da cobertura morta e apontar se existem diferenças entre as práticas de curtir (bioestabilizar), compostar ou usar o esterco cru (verde), incorporados ou em superfícies, na presença ou ausência de cobertura morta.

A grande maioria dos trabalhos disponíveis refere-se ao uso de esterco, resíduos líquidos e restos vegetais, reportando seus efeitos como melhoradores do solo e fornecedores de nutrientes (SANTI et al., 2010). A adubação é sem dúvida um dos manejos com maior custo na produção de hortaliças, sejam estas frutos, subterrâneos ou folhosas. Assim o uso de resíduos ajuda a aumentar o lucro e faz com que os pequenos produtores rurais tenham uma alternativa para complementar sua renda (ALGERE, 2018).

A constante busca por sistemas agrícolas autossuficientes, diversificados, de baixa utilização de insumos e com utilização eficiente de energia tem sido motivo de

estudo para pesquisadores, agricultores e políticos em todo mundo. Nesse seguimento, a utilização da adubação por meio de composto orgânico, resíduos de origem animais e vegetais é um dos métodos alternativos preconizados pela agroecologia (CERQUEIRA e SILVA, 2014).

Sabe-se que a maioria dos produtores de alface utiliza adubos orgânicos de forma empírica, necessitando de informações precisas para maximizar a produção (GOLYNSKI et al., 2011). Assim, cabe discutir sobre a possibilidade de o manejo do solo com os resíduos e adubos de origem animal e vegetal, quase sempre disponibilizados na propriedade, também refletir no aumento de produtividade nos sistemas de cultivos de alfaces em bases ecológicas, além de reduzir o custo de produção.

Este estudo buscou, portanto, avaliar a produção orgânica de alface americana (*Lactuca sativa* L.) em função do manejo do solo e da adubação com resíduos de origem animal e vegetal, analisando a viabilidade econômica da produção e o aumento de produtividade por meio da comparação da matérias orgânicas compostado, adubos bovinos (curtidos e fresco) e leucena, sob ou sem cobertura morta nas superfícies dos canteiros.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A CULTURA DA ALFACE (*LACTUCA SATIVA* L.)

A alface Americana cv. Lucy Brown, testada nos experimentos dessa pesquisa, é do tipo primavera-verão e uma de suas características é poder ser cultivada o ano todo. A alface (*Lactuca Sativa* L.) é originária de espécies silvestres, ainda encontradas em regiões de clima temperado, como no sul da Europa e na Ásia Ocidental. Inicialmente, aproximadamente 4.500 anos A.C., foi utilizada por egípcios, gregos e romanos como planta medicinal. Desde 2.500 A.C passou a ter uso como hortaliça.

Trata-se de uma dicotiledônea anual pertencente à família Asteraceae (Compositae), da subfamília Cichorioideae e do gênero *Lactuca*. Em sua forma silvestre, possui características de planta daninha, ou seja, a biomassa reprodutiva é mais importante que a vegetativa. Durante o processo de domesticação, foram valorizadas as partes vegetativas, ou seja, as partes comestíveis da planta. No Brasil, a planta foi trazida pelos portugueses no século XVI, tornando-se a hortaliça folhosa de maior importância econômica, sendo consumida *in natura* na forma de salada (CORREIA, 2013).

Atualmente há três tipos de alface mais comuns e consumidos no Brasil: a alface de folhas lisas; a alface de folhas crespas e soltas; a alface de folhas crespas repolhudas (americana). Até a década de 1980, predominavam a produção e o consumo da alface do tipo lisa. Com a mudança das exigências e preferências do mercado, houve o crescimento dos outros tipos como a repolhuda-crespa (americana), repolhuda manteiga e solta crespa (SILVA, 2016).

A alface, assim, é uma espécie cujas plantas possuem grande variabilidade no que diz respeito à forma, cor e textura das folhas, caracterizando diferentes tipos comerciais (LOPES, 2017). Seu sistema radicular, que é do tipo pivotante e atinge até 60 cm de profundidade, exige importante análise nos diferentes estágios de desenvolvimento da cultura para um melhor conhecimento da profundidade efetiva. Dessa forma, quando as características do solo e do sistema radicular são levadas em conta, o manejo da irrigação pode ser ajustado às condições momentâneas da cultura (SILVA, 2016).

Na fase reprodutiva, a planta emite uma haste com flores amarelas agrupadas em cacho e produz, em maior quantidade, uma substância leitosa e amarga denominada lactoaria. Para que ocorra o florescimento, são necessárias temperaturas altas e fotoperíodos longos (CORREIA, 2013).

Quanto ao ciclo da alface, por sua vez, este é curto: sua comercialização pode ocorrer de 60 a 90 dias após a semeadura, dependendo da cultivar e das condições ambientais de cultivo (PAIXÃO, 2013).

A temperatura máxima tolerável para a maioria das cultivares de alface fica em torno de 30 °C, tendo variação ótima de 4 a 27 °C (DIAMANTE et al., 2013). Temperaturas altas podem levar ao desenvolvimento do talo floral (*bolting*) e à consequente alteração da qualidade do produto.

A alface é uma planta exigente em água, sendo importante o controle da umidade do solo para o suprimento das necessidades da planta, para o controle de doenças e para o melhor uso de nutrientes (PAIXÃO, 2013).

Praticamente todas as cultivares de alfaces desenvolvem-se bem em clima amenos, principalmente no período de crescimento vegetativo. Temperaturas mais elevadas, por sua vez, aceleram o ciclo cultural, proporcionando a emissão da haste floral antes do desenvolvimento normal da planta e produzindo o látex, que determina o sabor amargo das folhas (MEDEIROS, 2015). Segundo Cunha (2003) os sistemas de cultivo orgânicos propõem o revolvimento mínimo do solo em condições tropicais e a ciclagem do material orgânico como a principal fonte de nutrientes. Nesse contexto, o uso de compostos orgânicos permite a melhora na fertilidade e nas características físicas, químicas e biológicas, além de ser um excelente condicionador (ABREU, 2008).

2.2 MANEJOS DE COBERTURAS MORTAS OU *MULCHING* EM SISTEMAS DE CULTIVO DE ALFACES

O cultivo de alface sob temperaturas elevadas (>20°C) pode apresentar como conseqüências o pendoamento precoce e a baixa produtividade. Por outro lado, entre as técnicas que visam a aumentar a produção e melhorar a qualidade da alface, destaca-se a cobertura morta do solo (MACHADO et al., 2008).

A referida prática envolve a cobertura do solo com resíduos orgânicos e busca influenciar positivamente suas qualidades físicas, químicas e biológicas,

criando condições adequadas para o crescimento radicular e promovendo a diminuição da erosão. Por meio desse método se aplica, ao solo, material orgânico ou inorgânico como cobertura de superfície. Entre os materiais orgânicos utilizados como cobertura morta, citam-se a palha de café, palha de arroz, palha de carnaúba, bem como serragem e capim. A utilização desses materiais constitui prática de baixo custo e de fácil execução (MOURA FILHO, 2009).

Potencialmente qualquer espécie de planta pode ser usada como cobertura do solo, contudo os melhores resultados têm sido obtidos com aquelas pertencentes às famílias Poaceae e Fabaceae (PAIXÃO, 2013).

Nas últimas décadas, o uso de coberturas do solo tem sido associado à produção de hortaliças. Os benefícios relatados nas publicações científicas são diversos, desde a redução da erosão do solo até a economia de água (PAIXÃO, 2013). No entanto, muitos estudos ainda não são conclusivos, principalmente no que tange ao cultivo de alface sobre resíduos de coberturas vegetais cultivadas e manejadas sobre canteiros.

As hortaliças estão entre as culturas mais propícias à utilização de novas tecnologias, principalmente por serem destinadas à alimentação humana, muitas vezes consumidas *in natura* (PATRÍCIO, 2007).

Carvalho et al. (2005) avaliaram o efeito de cinco tipos de materiais de cobertura do solo (palha de arroz, palha de café, *Brachiaria brizantha*, serragem, testemunha sem cobertura morta) sobre a produtividade da alface cv. Regina 2000. Nesse estudo, verificou-se que todos os materiais empregados controlaram a infestação de plantas espontâneas (PE), enquanto o uso da testemunha relacionou-se à grande infestação, que promoveu redução da produtividade.

Solos descobertos e fisicamente degradados sofrem alta erosão hídrica em decorrência da energia de impacto das gotas da chuva que desagregam e transportam partículas de solo, principalmente pelo salpicamento, provocando o selamento superficial, a diminuição da infiltração de água e o aumento da enxurrada. Além disso, essas áreas apresentam elevada susceptibilidade ao sulcamento do solo pela enxurrada, o que também favorece a erosão hídrica. Por outro lado, áreas cobertas com resíduos vegetais, como nos sistemas conservacionistas de preparo de solo, sofrem baixa erosão hídrica. Nesse caso, a cobertura superficial dissipa a energia da chuva e, parcialmente, da enxurrada. Protege-se, assim, a superfície do

solo e do selamento, aumentando a infiltração e diminuindo a enxurrada e a erosão hídrica (GUADANIGNIN et al., 2005).

O preparo do solo para o cultivo de hortaliças é tradicionalmente realizado de forma convencional, com utilização de arados, grades e enxadas rotativas, o que expõe o solo a processos erosivos e à perda gradativa de fertilidade, entre outros problemas ambientais.

Nesse contexto, o manejo conservacionista ou agroecológico do solo ainda é pouco adotado por produtores, talvez devido à pouca disponibilidade de informações técnicas científicas que comprovam a eficiência do sistema na produtividade das culturas hortícolas (BRANCO, 2017). No referido manejo, a maior parte dos resíduos culturais é mantida sobre a superfície do solo. Entre as suas principais vantagens, destacam-se: a manutenção prolongada do resíduo orgânico na superfície do solo, protegendo-o do impacto direto das gotas de chuva e atenuando a velocidade da água superficial; a conservação da umidade do solo na superfície; a melhoria da micro e da mesofauna do solo; a melhoria da fertilidade e das propriedades físicas do solo. Também se pode dizer que o uso de plantas de cobertura é prática conservacionista que possibilita a redução de perdas de solo e nutrientes, com melhorias consideráveis no uso de recursos como água e fertilizantes (PAES et al., 2013).

2.2.1 Capim Brachiaria

A espécie é tradicionalmente conhecida como *Brachiaria brizantha* (Hochst. Ex A. Rich.) e possui diversas denominações regionais: brizantão, brizantha, braquiarão, capim-Marandu. As espécies mais cultivadas são originárias da África, mas ocorrem espécies nativas. A primeira a ser introduzida oficialmente no Brasil foi a *Brachiaria decumbens*, o que ocorreu devido a sua boa adaptabilidade a solos ácidos. A agressividade na competição com invasoras, por sua vez, explica a rápida expansão do gênero nos trópicos.

As gramíneas do gênero *Brachiaria* adaptam-se a variadas condições de solo e clima e são conhecidas desde a década de 1950. Nesse sentido, alguns cultivares têm demonstrado notável plasticidade de adaptação a diferentes condições edafoclimáticas e amplas latitudes, entre elas: *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e *Brachiaria humidicola* (AMARAL, 2006).

No Brasil, mais de 70% das pastagens cultivadas são do gênero *Brachiaria*, o que permite inferir que são cultivados mais de 80 milhões de hectares com pastagens dessa espécie, dos quais 90% são ocupados por duas espécies: *B. brizantha* e *B. decumbens* (MACEDO et al., 2013).

Esta espécie, além de se destacar pela rápida cobertura do solo e pela excelente ciclagem de nutrientes, apresenta florescimento uniforme e maior sensibilidade a herbicidas, o que favorece o manejo. A produção de fitomassa das braquiárias varia entre 6 a 12 Mg ha⁻¹ano⁻¹, o que, associado à alta relação C/N da palhada, representa as grandes vantagens do uso desse gênero como planta de cobertura. Assim a elevada massa acumulada melhora o recobrimento do solo, enquanto a alta relação C/N faz com que o solo permaneça mais tempo coberto. A quantidade de massa e o tempo em que esta permanece sobre o solo, por seu turno, são fatores importantes no controle de plantas daninhas e na manutenção da umidade e temperatura do solo (PAIXÃO, 2013).

Na cultura da alface, o uso de cobertura morta com capim braquiária reduziu a infestação de plantas daninhas. Além disso, a elevada produção de massa da matéria seca aérea e de raízes das braquiárias promove o aumento do teor de matéria orgânica, importante atributo na melhoria de diversos indicadores de qualidade do solo, entre eles a população de fungos micorrízicos arbusculares (CARVALHO et al., 2005).

2.3 *Leucena (leucaena leucocephala, LAM DE WITT)*

A *Leucena leucocephala* (Lam. de Witt) é um exemplo de planta de cobertura bem sucedida com vários produtos naturais altamente ativos biologicamente. Espécie leguminosa perene, apresenta crescimento rápido, sistema radicular profundo e é capaz de fixar até 600 kg ha⁻¹ por ano de nitrogênio em simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium*. Durante o período vegetativo as leguminosas podem fixar, dependendo da espécie, condições do solo e clima, de zero a mais de 200 kg há⁻¹ de nitrogênio. Nesse sentido, o aproveitamento pelas culturas que sucedem o adubo verde é de aproximadamente 12 a 25% em solos argilosos (PERON et al., 2012a).

As leucenas crescem nos trópicos e subtropicais em regiões de até 500 m de altitude, suportando grandes diferenças de precipitação, luminosidade, salinidade do

solo, inundações periódicas, fogo, geadas leves e secas. O seu melhor desenvolvimento, no entanto, é obtido em áreas onde chove de 600 a 1.700 mm anuais, suportando bem épocas curtas de estiagem.

Trata-se de uma planta que prefere insolação direta, perdendo as folhas na sombra e com geadas leves, rebrotando, no entanto, logo após a sua ocorrência. A leucena não cresce bem em solos ácidos, latossólicos com alto teor de alumínio e geralmente deficientes em cálcio, molibdênio e zinco. Nesse caso, é preciso a inclusão de calcário e fosfatos. Cresce melhor, então, em solos com pH próximo ao neutro, observando-se que a nodulação e seu crescimento são afetados, adversamente, abaixo de pH 5,5. A calagem de solos ácidos, visando elevar o pH para próximo do neutro, e adubações pesadas de superfosfato simples melhoram bastante a camada superficial do solo. Todavia as raízes da leucena, nestas condições, não se aprofundam, tornando a planta sensível à falta de água que ocorre na estação seca, reduzindo a produção de forragem (EMBRAPA GADO DE CORTE, 198?).

Como melhoradora dos solos, a espécie desenvolve-se em simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium*, as quais fixam até 400 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de nitrogênio, associando-se também a fungos do gênero *Mycorrhizae*, que viabilizam a utilização do fósforo não disponível para a maioria das culturas (DRUMOND, 2001).

Um aspecto que vem sendo discutido na literatura é a utilização da leucena em cobertura ou incorporada ao solo para o controle de plantas daninhas nas culturas. Tal uso justifica-se na medida em que a decomposição da parte aérea pode liberar substâncias tóxicas produzidas pelo metabolismo secundário da planta, capazes de interferir no desenvolvimento de outras plantas (PERON et al., 2012a).

No que diz respeito ao manejo de plantas daninhas e ao controle biológico, a utilização da alelopatia constitui uma alternativa ao controle químico, entretanto pouco é conhecido sobre a sua utilização. Trata-se de uma prática antiga, inclusive com registros de efeitos negativos de determinadas plantas sobre outras. Também se sabe que a alelopatia influencia indivíduos, de forma maléfica ou benéfica, processo possível devido à liberação de substâncias produzidas por uma planta, os quais são denominados aleloquímicos (RODRIGUES, 2016).

Um trabalho realizado por Júlio César Dias Chaves (2000) verificou que a leucena contribuiu para o fornecimento equivalente a 130 kg ha⁻¹ de N, de modo que a biomassa da leucena ajudou a diminuir o número de espécies e da quantidade de

ervas invasoras, proporcionando economia no tempo gasto com capina em aproximadamente 50%. Esses resultados tiveram reflexos diretos no custo de produção do cafeeiro.

Os resultados de outros trabalhos mostraram que a parte aérea da leucena, usada na cultura do milho resultou redução na população de plantas daninhas com o aumento do período de adição de leucena no solo (PLATES et al., 2003).

2.4 Manejo De Compostagem Orgânica No Cultivo De Alfaces

Alguns adubos orgânicos mal decompostos ou de origem não controlada podem introduzir ou aumentar o número de microrganismos de solo nocivos às plantas, por exemplo: *Verticilium*, *Fusarium*, *Rizoctonia*, entre outros. Além disso, podem introduzir sementes de plantas daninhas (TRANI et al., 2013). Porém, segundo o Ministério do Meio Ambiente (2017), os tratamentos dos resíduos orgânicos, sobretudo a compostagem e a biodigestão, proporcionam uma alternativa de destinação dos resíduos orgânicos ambientalmente apropriados. Essa opção opera com baixo custo e é facilmente utilizada pelos produtores, permitindo a obtenção de um composto orgânico de alta qualidade, que serve como fertilizante orgânico para diferentes propósitos, como adubar hortas urbanas. Contribui-se, assim, para a ampliação ou criação de áreas verdes, para o aumento da biodiversidade e da segurança alimentar e para o surgimento de cidades mais saudáveis e resilientes (SILVA et al., 2018).

Para Bozio et al. (2011), um modo de praticar a agricultura orgânica é por meio da utilização da compostagem, definida como “um processo controlado de decomposição microbiana, de oxidação e oxigenação de uma massa heterogênea de matéria orgânica”. Nesse processo ocorre uma aceleração da decomposição aeróbica dos resíduos orgânicos por populações microbianas, o que possibilita a concentração das condições ideais para que os microrganismos decompositores se desenvolvam: temperatura, umidade, aeração, pH, tipo de compostos orgânicos existentes e tipos de nutrientes disponíveis. Nesse contexto, a matéria orgânica é utilizada como alimento e sua eficiência baseia-se na interdependência e inter-relacionamento desses fatores. O processo também é caracterizado por fatores de estabilização e maturação, que variam de poucos dias a várias semanas, dependendo do ambiente. Além de melhorar a estrutura do solo, o composto

orgânico é uma fonte segura de adubo em função da ausência de contaminantes microbiológicos (CAVALCANTE et al., 2015). O uso de composto na adubação de culturas é, pois, essencial para a melhoria da qualidade do solo e manutenção da fertilidade, contribuindo significativamente para a manutenção da umidade e da temperatura do solo a níveis adequados para o desenvolvimento do sistema radicular e da parte aérea das plantas (PIRES et al., 2018).

2.5 MANEJOS DE RESÍDUOS ANIMAIS EM SISTEMAS DE CULTIVOS DE ALFACES

Com o objetivo de produzir alimentos com preço mais baixo de mercado, algumas mudanças têm ocorrido nas práticas agrícolas convencionais, e o uso de adubos orgânicos vem se tornando mais frequente, os adubos orgânicos podem ser originados de diversas maneiras, estes podem ser agrupados em fertilizante orgânico e fertilizante composto. O fertilizante orgânico é aquele de origem vegetal ou animal que contém um ou mais nutrientes essenciais para as plantas e o fertilizante composto ou simplesmente composto é obtido por processo bioquímico, natural ou controlado, com mistura de resíduos de origem vegetal ou animal (ALGERE, 2018).

Pesquisas sobre a utilização de adubos orgânicos na produção de alface, em função das melhorias dos aspectos biológicos, químicos e físico do solo têm demonstrado resultados superiores à adubação mineral exclusivamente quanto a aspectos quantitativos, com o aumento da produtividade, como qualitativos, com aumento do diâmetro de cabeça, menor comprimento do caule e maiores números de folhas.

Outro aspecto observado refere-se a melhores respostas apresentadas por adubos ou compostos preparados a partir de materiais com menor relação C/N e com maiores teores de nitrogênio. A maior parte dos trabalhos ligados à adubação orgânica na produção de alface refere-se ao uso de compostos orgânicos ou esterco animais. Trabalhos em vasos em ambiente controlado observaram melhores resultados na produção de matéria fresca da alface utilizando adubação com folhas de leucena (*Leucaena leucocephala*) comparada ao esterco de galinha e à adubação mineral, poucos trabalhos estudam o uso de biomassa como fonte de nutrientes (CUNHA, 2003), preconizando com isso mais estudos.

2.5.1 Manejo de esterco bovino em cultivos de alfaces

A adubação orgânica com esterco animal e/ou compostos orgânicos tem sido amplamente utilizada na produção de alface, com o objetivo de reduzir as quantidades de fertilizantes químicos e melhorar as qualidades físicas, químicas e biológicas do solo (PINTO et al., 2016). Diversos trabalhos têm demonstrado que a utilização de adubos orgânicos pode muito bem substituir ou até mesmo complementar a disponibilidade de nutrientes de solo, e se tratando mais especificamente de esterco de animais, proporcionarem diminuição do custo e aumento do lucro, fato importante principalmente para pequenos e médios produtores de hortaliças, dentre os adubos orgânicos os mais importantes e mais utilizados são os esterco de animais pela sua composição, disponibilidade relativa e benefícios da aplicação (ALGERE, 2018).

De acordo com Raij et al., (1996), citado por Pinto et al., 2016, a composição química média do esterco bovino fresco é a seguinte: 5 gramas por quilo de Nitrogênio; 2,6 gramas por quilo de fósforo; 6 gramas por quilo de potássio; 2 gramas por quilo de cálcio; 1 grama por quilo de magnésio; 1 grama por quilo de enxofre; 33 miligramas por quilo de zinco; 6 miligramas por quilo de cobre e 2 miligramas por quilo de níquel.

Para Pinto et al., (2016), a adubação orgânica não só incrementa a produtividade, mas também produz plantas com características qualitativas melhores que as cultivadas exclusivamente com adubos minerais podendo, portanto, exercer influência sobre a qualidade nutricional da alface, diz ainda que embora seja recomendada a aplicação dos esterco com a menor antecedência possível da época do plantio, o esterco fresco deve ser incorporado bem antes para evitar prejuízos às plantas devido à concorrência pelo N disponível.

2.6 MANEJO DO SOLO NO SISTEMA DE PRODUÇÃO ORGÂNICO DE HORTALIÇAS

O manejo do solo é o conjunto de todas as práticas aplicadas a um solo visando à produção agrícola (ALCÂNTARA & MADEIRA, 2008). A intensa movimentação do solo aplicada à produção de hortaliças é um fator de degradação e favorece a ocorrência de erosão, contribuindo para perdas na quantidade e na

qualidade da matéria orgânica e conseqüente redução da produtividade. Para garantir a sustentabilidade dos produtores familiares no campo, a manutenção da qualidade do solo é fundamental (ZIECH et al., 2014). Segundo Macedo (2009), Hanza e Anderson (2005), Singer e Ewing (2000) citado por Stefanoski et al. (2013), o uso racional do solo tem sido objeto de estudo e discussões em função da busca de alternativas tecnológicas que possibilitem o manejo correto do solo e, conseqüentemente, uma agricultura sustentável. Ao se discutir a sustentabilidade da produção agropecuária, chama a atenção o uso do solo com a agricultura tradicional, caracterizado pelo preparo contínuo e a extensão de áreas de pastagens degradadas.

Conforme aponta José Eloir Denardin (2018), o manejo de solo para o estabelecimento das espécies cultivadas tem evoluído na perspectiva da redução da intensidade de mobilizações de solo, o que ocorre consoante à redução dos custos de produção e à adoção da agricultura conservacionista.

2.6.1 Conseqüência do manejo inadequado do solo

O manejo inadequado do solo, no sistema orgânico ou no convencional de produção, pode levar a graves conseqüências: deficiência e toxidez nutricional, revolvimento excessivo, erosão e compactação do solo, entre outras (ALCÂNTARA & MADEIRA, 2008).

Entre os componentes de manejo, o preparo do solo talvez seja a atividade que mais exerce influência nos atributos indicadores da qualidade física do solo, pois atua diretamente em sua estrutura. Os atributos mais utilizados como indicadores de qualidade física do solo são aqueles que consideram os seguintes fatores: profundidade efetiva de enraizamento; porosidade total; distribuição e tamanho dos poros; distribuição do tamanho das partículas; densidade do solo; resistência do solo à penetração das raízes; intervalo hídrico ótimo; índice de compressão e estabilidade dos agregados. Contudo há outros indicadores de QFS (conceito de qualidade física do solo), entre eles: a curva de retenção de água do solo; a condutividade hidráulica; a porosidade; o ponto de inflexão e as características de retenção de água do solo. São, assim, critérios que tornam o processo de avaliação da qualidade física mais simples, rápido e menos complexo (STEFANOSKI et al., 2013).

Stefanoski et al. (2013) classificam os atributos físicos do solo como intermediários e permanentes. Aqueles são alteráveis pelo tipo de manejo do solo: densidade do solo, resistência à penetração, permeabilidade, aeração, agregação, porosidade e umidade do solo. Por outro lado, textura do solo, mineralogia, densidade de partículas e cor podem ser elencadas como atributos físicos permanentes, inerentes às propriedades de cada solo e que servem para classificá-lo pedologicamente. Em geral, em função dos sistemas de manejo, os atributos físicos intermediários são os mais utilizados como indicadores do conceito de qualidade física do solo (QFS) por estarem sujeitos a maiores alterações.

Sabendo-se que as propriedades físicas do solo são interdependentes e que, conseqüentemente, a modificação de uma delas normalmente leva à modificação das demais, propõe-se uma divisão hierárquica dos indicadores de QFS a partir do grau relativo de dificuldade de obtenção de seus valores. Classificam-se, assim, em primários aqueles mais facilmente mensuráveis, obtidos por medidas diretas de campo ou de laboratório, enquanto são considerados secundários aqueles que, normalmente, derivam de dados obtidos no campo e/ou no laboratório (indicadores primários), mas que exigem certo grau de tratamento estatístico ou modelagem, sendo de mais difícil interpretação.

2.6.2 Manejo de forma sustentável do solo

O manejo do solo no sistema orgânico de cultivo contribui para sua qualidade na medida em que prioriza seu uso sustentável. O manejo do solo, independente do sistema de produção, não garante seu uso sustentável. É possível dizer que o manejo do solo no sistema orgânico, por causa da maior preocupação com a qualidade do solo, tem maiores chances de ser bem-sucedido e garantir o uso sustentável desse recurso. No entanto, devemos considerar que o manejo do solo envolve todas as práticas realizadas, desde o preparo até a adubação, sendo necessário que o produtor orgânico, assim como o convencional, cuide de todos os aspectos aí envolvidos, como por exemplo, da análise periódica da fertilidade para prevenir desequilíbrios químicos no solo e nutricionais (ALCÂNTARA & MADEIRA, 2008).

2.6.3 Dinâmica da água do solo

O conhecimento do movimento de água no solo é de grande interesse para as atividades agrícolas e florestais, uma vez que influencia fatores como a infiltração, o armazenamento, a drenagem, a evaporação e a absorção do referido líquido pelas plantas. Esse movimento controla a dinâmica dos elementos químicos que intervêm nos processos de formação e evolução dos solos, na disponibilidade de nutrientes para as plantas e na satisfação da demanda hídrica. Tais processos são dependentes das características físico-hídricas do solo, principalmente a textura, a estrutura e o teor de matéria orgânica (PREVEDELLO, 2012).

Segundo Klein & Klein (2014), conhecer a taxa de infiltração de água no solo é primordial, por representar uma das características mais sensíveis no sentido de detectar alterações no sistema de cultivo e manejo do solo. Nessa perspectiva, há hipóteses de que as reservas de água no solo não estão sendo recarregadas, possivelmente, pela infiltração de água ineficiente em função do manejo inadequado do solo.

A infiltração é o processo pelo qual a água penetra no perfil do solo. Inicialmente, seu valor é elevado, diminuindo com o tempo, até se tornar constante no momento em que o solo fica saturado. Assim, sob chuva ou irrigação contínua, a taxa de infiltração aproxima-se, gradualmente, de um valor mínimo e constante conhecido por taxa de infiltração básica (TIB). Dados de TIB são imprescindíveis nos modelos utilizados para a descrição da infiltração de água no solo e dependem do selamento superficial provocado pelo impacto das gotas de chuva na superfície do solo. O referido processo é de importância prática porque, muitas vezes, determina o balanço de água na zona das raízes e o deflúvio superficial, responsável pela erosão hídrica. Assim o conhecimento do processo e sua relação com as características do solo possuem fundamental significância para o eficiente manejo do solo e da água nos cultivos agrícolas (SOBRINHO et al., 2003).

2.7 IRRIGAÇÃO

A água doce é um recurso escasso e irregularmente distribuído pelo globo terrestre, do total de água disponível no mundo, apenas 2,5% são de água doce e somente 0,007% desse valor é acessível ao consumo, sendo que a agricultura

utiliza 70% desses 0,007% para produção de alimentos. Esta produção está condicionada a fatores ambientais que, em muitos casos, prejudicam o desenvolvimento das plantas, obrigando determinadas regiões a utilizar ambientes protegidos. Esses ambientes causam modificações físicas nos diferentes elementos meteorológicos, as quais ainda não são totalmente conhecidas, sobretudo, no que se refere ao manejo de água (CUNHA, 2011).

A água tem uma grande importância ecológica, pois está envolvida, direta ou indiretamente, em quase todos os processos fisiológicos das plantas, desempenhando funções como: constituinte, solvente, reagente, manutenção de estruturas moleculares, manutenção da turgescência e regulação térmica dos tecidos da planta. Por isso, o déficit hídrico no solo é considerado um dos principais fatores limitantes ao desenvolvimento da planta, podendo ser agravado pelas mudanças climáticas globais. Como não existe nenhum tipo de cultura que não necessite de água para germinar, e desenvolver, a falta de chuvas tem levado os agricultores a optarem por sistemas de irrigação (DOURADO et al., 2014).

Um dos principais parâmetros do balanço hídrico utilizados para determinação da necessidade hídrica da cultura é a evapotranspiração. Esse termo é usado para descrever o processo de transferência de água proveniente da evaporação do solo e transpiração dos vegetais para a atmosfera. Sua mensuração é muito importante, pois representa a quantidade de água a ser repostada no solo para as plantas (MORAIS et al., 2015).

Segundo Sousa et al. (2016), a literatura técnico-científica cita diversos métodos para a estimativa do coeficiente do tanque Classe "A" (K_p) visando a obtenção da evapotranspiração de referência (ET_o), a qual é de importância vital para o manejo da água na agricultura. A ET_o pode ser estimada por métodos diretos e indiretos. O tanque Classe "A", por sua vez, é um dos métodos indiretos de uso generalizado, inclusive no Brasil, em virtude de seu fácil manejo e baixo custo de implantação. Atualmente o método padrão de estimativa dos valores da ET_o é o Penman-Monteith, proposto no manual da FAO-56. Esse método, no entanto, requer a determinação de um coeficiente denominado coeficiente do tanque (K_p), que varia de acordo com o local e as condições climáticas (SOUSA et al., 2016). Trata-se de um método bastante simples, com baixo custo em relação aos equipamentos necessários para a estimativa da ET_o a partir de métodos combinados, e bem

difundido nas áreas irrigadas para estimativa da necessidade de irrigação das culturas (CUNHA, 2011).

O método de estimativa da ETo a partir do tanque Classe A (TCA) é baseado no princípio de que a água contida no seu interior não deve oferecer nenhum impedimento ao processo evaporativo.

A evaporação obtida nesse tanque será sempre maior em relação à perda efetiva de uma cultura, mesmo que ela esteja em condições ótimas de suprimento de água. Assim a determinação da ETo pelo método do TCA depende do coeficiente de correção do tanque (K_p), que é função da velocidade do vento, da umidade relativa do ar e do tamanho da bordadura que o circunda, e o da cultura (K_c), que envolve as características físicas do solo e a fisiologia da planta (CUNHA, 2011).

De acordo com Sousa et al. (2016), com base em informações da FAO, a irrigação é uma das atividades que mais demandam água, atingindo cerca de 70% do volume utilizado no mundo.

Como o consumo de água pelas plantas varia conforme a espécie, o estágio fenológico e o clima, deve-se determinar a quantidade exata de água a ser aplicada, a fim de minimizar perdas na produção, tanto pelo excesso quanto pelo déficit.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 HISTÓRICO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DO EXPERIMENTO

O presente trabalho foi realizado no ano agrícola de 2019, entre os meses de abril e junho, na Fazenda Experimental de Iguatemi - FEI da Universidade Estadual de Maringá - UEM. A referida propriedade é localizada em Iguatemi, distrito do município de Maringá, Paraná, situado a 545 metros de altitude e correspondente às seguintes coordenadas geográficas: latitude 23° 25' Sul e longitude 51° 25' Oeste.

A área em questão destina-se exclusivamente à experimentação em sistemas de produção orgânico-ecológica, permanecendo isolada das áreas de cultivo convencional por um capão de mata nativa. Seu clima é classificado como subtropical úmido mesotérmico (Cfa), tendo as seguintes características: verões quentes, geadas pouco frequentes, precipitação média anual entre 1500 e 1.600 mm, umidade relativa do ar inferior a 75% e temperatura média anual entre 20 e 21°C.

O solo na área do experimento é classificado como Latossolo Vermelho distrófico-LVd (EMBRAPA, 1999) de textura Franco-Arenosa (LABORATÓRIO RURAL DE MARINGÁ - PR, 2019). Sobre as características químicas e granulométricas dos elementos macro e micronutrientes das amostras de solo, coletadas na área experimental antes da instalação do experimento, constaram-se os seguintes resultados (Tabela1).

Tabela 1. Análise química e granulométrica do solo na cama de 0-20 cm do experimento de olericultura orgânica fazenda experimental de Iguatemi - PR

pH	P	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ²⁺	H+Al	SB	CT C	V	MO
H ₂ O	mg/d m ⁻³	cmolc/d m ⁻³	cmolc/d m ⁻³	cmolc/d m ⁻³	cmolc/d m ⁻³	cmolc/d m ⁻³	cmolc/d m ⁻³		%	g/d m ³
6,20	65,58	0,33	3,06	0,75	0,00	3,30	4,14	7,44	55,64	21,97
Análise textural do solo em percentual (%)										
Areia			Silte			Argila				
75,00			5,00			20,00				

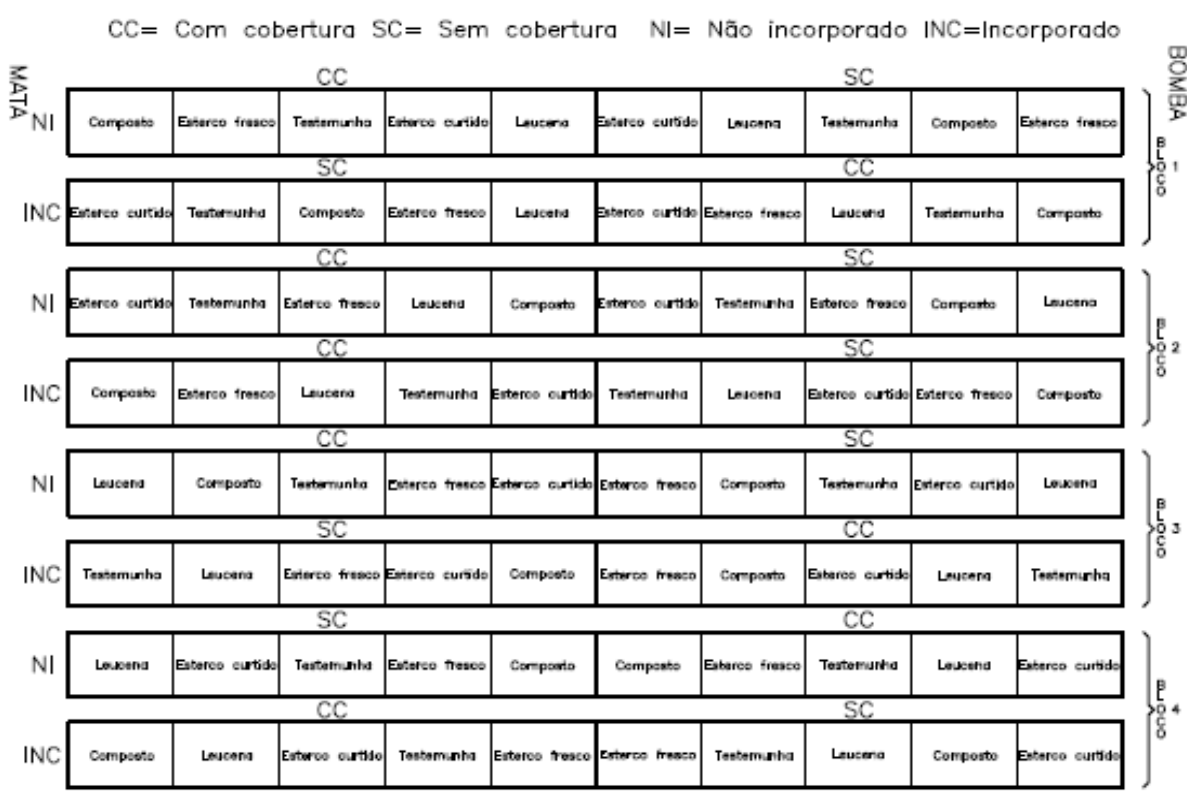
Fonte: Laboratório Rural de Maringá (2019).

Nota: Unidades: g/dm³= gramas por decímetro cúbico; cmolc/dm³= centimol de cargas por decímetro cúbico; mg/dm³= miligramas por decímetro cúbico.

3.2 DELINEAMENTO E IMPLANTAÇÃO DO EXPERIMENTO

O delineamento do experimento foi em blocos subdivididos ao acaso, com quatro repetições, conforme descrito no método proposto por Sir Ronald A. Fisher (1925). Cada bloco foi composto por quatro sub-blocos conjugados contendo cinco parcelas em cada sub-bloco, somando o total de 20 parcelas por bloco (Figura 1).

Figura 1. Croqui do delineamento experimental de olericultura orgânica



Fonte: Autor (2020).

Em cada bloco foi avaliado o efeito de dois fatores de manejo do solo: incorporado (I) e não incorporado (NI). Nos sub-blocos, por sua vez, avaliou-se o efeito outros dois fatores: com cobertura (CC) e sem cobertura (SC). Nas parcelas em si, avaliou-se a produtividade das alfaces em relação aos diferentes adubos orgânicos: esterco de bovino curtido (EC), esterco de bovino fresco (EF), composto orgânico (COMP), leucena (LEU) e testemunha (TEST), além de resíduo de palha de *Brachiaria* sob os canteiros, quando submetidos às condições anteriores.

De forma geral, o experimento foi composto por 20 tratamentos com quatro repetições, totalizando 80 unidades experimentais (Tabela 2).

Tabela 2. Tratamentos com diferentes adubos orgânicos e manejos de solo no cultivo orgânico de alface em canteiro, a céu aberto

Tratamentos	Adubo Orgânico	Incorporado	Cobertura	Repetições
1	2,56 kg m ⁻² de composto orgânico	Sim	Com	4
2	2,56 kg m ⁻² de composto orgânico	Sim	Sem	4
3	2,56 kg m ⁻² de composto orgânico	Não	Com	4
4	2,56 kg m ⁻² de composto orgânico	Não	Sem	4
5	4,00 kg m ⁻² de esterco de bovino fresco	Sim	Com	4
6	4,00 kg m ⁻² de esterco de bovino fresco	Sim	Sem	4
7	4,00 kg m ⁻² de esterco de bovino fresco	Não	Com	4
8	4,00 kg m ⁻² de esterco de bovino fresco	Não	Sem	4
9	6,16 kg m ⁻² de esterco de bovino curtido	Sim	Com	4
10	6,16 kg m ⁻² de esterco de bovino curtido	Sim	Sem	4
11	6,16 kg m ⁻² de esterco de bovino curtido	Não	Com	4
12	6,16 kg m ⁻² de esterco de bovino curtido	Não	Sem	4
13	2,70 kg m ⁻² de resíduos da parte aérea de leucena	Sim	Com	4
14	2,70 kg m ⁻² de resíduos da parte aérea de leucena	Sim	Sem	4
15	2,70 kg m ⁻² de resíduos da parte aérea de leucena	Não	Com	4
16	2,70 kg m ⁻² de resíduos da parte aérea de leucena	Não	Sem	4
17	Testemunha	Sim	Com	4
18	Testemunha	Sim	Sem	4
19	Testemunha	Não	Com	4
20	Testemunha	Não	Sem	4
Total de repetições				80

Fonte: Autor (2020).

3.3 DETERMINAÇÃO DAS DOSES DOS ADUBOS ORGÂNICOS

As quantidades dos adubos orgânicos foram determinadas em função dos teores de nitrogênio (N%) na matéria seca dos materiais utilizados (leucena, composto, esterco fresco e curtido), da porcentagem da matéria seca do material e de um índice de mineralização do material, conforme Vale et al. (1995).

Para a determinação da quantidade de adubo, utilizou-se a fórmula “ $X = A \cdot B/100 \cdot C/100 \cdot D/100$ ”, na qual “X” é a quantidade desejada do nutriente/hectare; “A” equivale à quantidade do adubo orgânico corresponde a 1,72% de N; na leucena os resultados apontaram 2,80% de N. Com base nos resultados obtidos, os adubos foram utilizados nas seguintes quantidades: 2,56 kg m⁻² de composto orgânico (COMP); 4,00 kg m⁻² de esterco fresco (EF); 6,16 kg m⁻² de esterco bovino curtido (EC); 2,70 kg m⁻² de leucena picada (LEU).

3.4 AQUISIÇÕES DAS MUDAS

As mudas da alface da cultivar americana var. Lucy Brown foram adquiridas em viveiro comercial, em bandejas descartáveis de 200 células, após 23 dias de sua semeadura, com 4 a 5 folhas.

3.5 PREPARO INICIAL E SISTEMATIZAÇÃO DA ÁREA

Os canteiros foram preparados por meio de limpezas manuais, com o uso de roçadeira costal e capinas superficiais com enxadas, além de forcados e rastelos em canteiros que já se encontravam em pousios de aproximadamente 10 meses. Cada parcela tinha dois metros de comprimento por 1,20 metro de largura, resultando numa área útil de 2,4 m², o que possibilitou o cultivo de 27 plantas no espaçamento 0,30 m x 0,30 m.

3.6 TRANSPLANTES DAS MUDAS DE ALFACES

As mudas foram transplantadas 23 dias após a semeadura das alfaces, no espaçamento de 30 x 30 cm, para o qual foi criado um demarco de madeira a fim de promover maior precisão nas medidas das entre linhas e entre pés das alfaces. Após o transplante das mudas, as parcelas foram submetidas a mondas semanais até a colheita (Figura 5). Não houve eventos registrados de ataques de pragas ou

doenças que justificassem o uso de controle fitossanitário no período de vegetação da cultura.

No período de março a abril de 2019, realizaram-se adequações nas superfícies dos canteiros além dos corredores entre um canteiro e outro. Para o manejo das incorporações dos adubos, utilizaram-se ancinhos e forcados nas superfícies dos canteiros a uma profundidade não superior a 10 cm, revolvendo o mínimo possível do solo. As testemunhas receberam apenas manejo do solo de forma, com e sem cobertura de *Brachiaria decumbens*, sem uso de adubos ou corretivos. A incorporação, por sua vez, abrangeu unicamente o revolvimento do solo a uma profundidade não superior a 10 cm, não incorporando adubos ou resíduos.

A irrigação ocorreu por microaspersão com esquema de distribuição de aspersão comum, utilizando-se tubulações e conexões coláveis existentes no mercado, com as seguintes dimensões e diâmetros: linha principal com 32 mm, laterais com 25 mm e hastes de subida para o microaspersor de 20 mm e altura de 1,7m. Os microaspersores envolvidos no experimento foram os 7110 da NAANDAN, utilizando-se o bocal de maior vazão (2,3 mm, cor marrom) com vazão de 180 a 333 l/h, em pressão (P) de 1,0 a 3,0 bar e asa giratória de grande alcance (10,6 m de diâmetro molhado).

A bomba utilizada foi a ASP 56 (Schneider), com vazão máxima de 2,98 m³/h. A água proveniente da caixa d'água principal de captação do poço semiartesiano descia para uma caixa d'água menor no local do experimento, junto à bomba de irrigação. Essa caixa de 5000 litros servia a bomba com uma saída na parte inferior, ou seja, ao nível da própria bomba, que trabalhava praticamente sufocada.

Os microaspersores foram distribuídos de forma intercalada num espaçamento entre linhas de 7 m. Nas linhas, por sua vez, o distanciamento entre microaspersores foi de 6 m, conforme o croqui do experimento (Figura 2). Observou-se, por meio de coletas em diversos pontos, que a distribuição de água permaneceu uniforme para toda a área em questão.

O tempo e a necessidade de irrigação foram diariamente controlados de acordo com o método de Penman Monteith (FAO 56), que estima a evapotranspiração da cultura (ET_c) pela evapotranspiração de referência (ET_o).

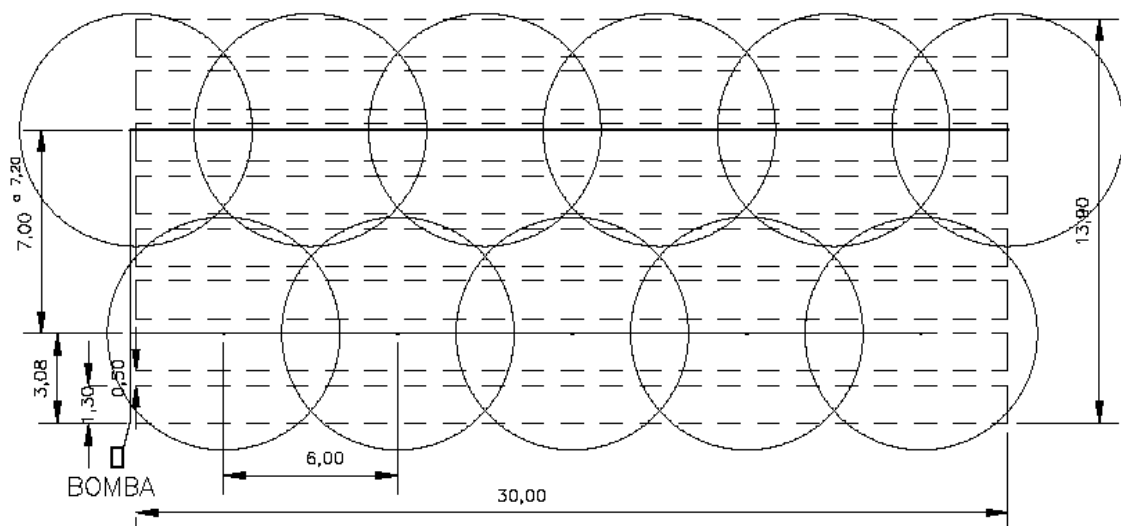
Para tal controle, utilizaram-se dados de 2019 da Estação meteorológica do INMET localizada em Maringá, no Campus da UEM.

aplicado; “B” corresponde ao percentual de matéria seca do material; “C” denota o percentual do elemento na matéria seca; “D” é a taxa de mineralização, apresentada em porcentagem.

No experimento, a taxa de mineralização utilizada foi de 50% tanto para o fator incorporado (I) quanto para o não incorporado (NI), enquanto a quantidade de nitrogênio foi de 120 kg por hectare (HAMERSCHMIDT et al, 2013).

Verificaram-se, assim, variados teores de nitrogênio: na matéria seca do esterco de bovino fresco é 1,87% de N; no esterco bovino curtido representa 2,52% de N; no composto

Figura 2. Croqui do sistema de irrigação na área experimental de produção de alfaces por meio de sistema agroecológico na FEI – UEM



Fonte: autor, 2019.

3.7 AQUISIÇÕES DO RESÍDUO PARA A COBERTURA DO SOLO

A cobertura morta utilizada no experimento para a cobertura dos canteiros foi a palha de gramínea *Brachiaria decumbens*, adquirida na fazenda experimental

de Iguatemi UEM por meio de capinas. Em seguida, foram fragmentadas em picador de forragem para a homogeneização das partículas do material.

3.8 OBTENÇÃO DOS ADUBOS VEGETAIS E ANIMAIS PARA O CULTIVO DAS ALFACES

A *Leucaena leucocephala* utilizada foi colhida em áreas de crescimento espontâneo próximas à fazenda. Utilizaram-se galhos com diâmetros menores que 0,5 cm e folhas que também passaram pelo picador de forragem. Nesse caso, com o objetivo de promover melhor homogeneização do material (Figura 6), o experimento usou uma peneira de 2 a 2,5mm de espessura, a qual atua na produção de alimentação da pecuária leiteira da FEI.

Os estercos bovinos utilizados, tanto o fresco quanto o curtido, foram adquiridos no setor de pecuária leiteira da FEI-UEM. O curtimento do esterco bovino foi obtido a partir do processo de fermentação. Para tanto, foi amontoado em local externo e coberto durante um período de três meses, sem revolvimento (Figura 9).

O composto usado foi adquirido no setor de compostagem de agroecologia da FEI-UEM. Os materiais utilizados para sua produção foram os seguintes: restos vegetais e animais oriundos das sobras de refeições do Restaurante Universitário da UEM; palhas de arroz; folhas de árvores; pó de rocha; frações de terras peneiradas (Figura 8).

3.9 COLHEITAS DAS PLANTAS E AVALIAÇÕES DOS DADOS

As alfaces avaliadas foram colhidas 48 dias após o plantio em mudas prontas. Foram descartadas as linhas de plantas das bordaduras, sendo colhidas apenas as quatro plantas contidas na área central de cada parcela.

Foram usadas bacias para o transporte das alfaces coletadas, que foi realizado da área de experimento até as balanças de pesagem. Em seguida foram encaminhadas para avaliações das características fitotécnicas.

3.10 Características fitotécnicas avaliadas

Analisaram-se, em cada planta, as seguintes variáveis: massa fresca total (MFT); massa fresca comercial (MFC); massa fresca descarte (MFD); massa seca total (MST); massa seca comercial (MSC); massa seca descarte (MSD); peso fresco total raízes (PFTR); peso seco total raízes (PSTR); comprimentos de raízes (CR).

3.10.1 Massa fresca total (MFT)

As alfaces foram coletadas para avaliação, sendo cortadas quatro plantas da área central do tratamento, ao nível do solo, na altura do colo (Figura 4). Em seguida foram pesadas em balanças eletrônicas e contadas todas as folhas, sem exceção, com seu peso expresso em quilograma (kg).

3.10.2 Massa fresca comercial (MFC)

A massa fresca comercial (MFC) foi obtida logo após a definição da massa fresca total (MFT) da parte aérea. Para tal, foram retiradas as folhas senescentes ou danificadas por algum fator, ocorrido no campo, que prejudicasse comercialmente a apresentação do produto. A MFC também foi definida a partir de balança eletrônica, com dados expressos em quilograma (kg).

3.10.3 Massa fresca descarte (MFD)

A aquisição da massa fresca descarte (MFD) foi realizada após a definição da última massa citada. Nesse caso, o processo envolveu o descarte das folhas senescentes ou danificadas no campo que, por algum motivo, prejudicassem a apresentação do produto comercialmente. O peso também mensurado na balança eletrônica, com dados expressos em quilograma (kg).

3.10.4 Massa seca total (MST)

O peso da massa seca total (MST) foi obtido a partir da coleta e secagem de quatro plantas da área central dos tratamentos, descartando-se as bordaduras. As plantas foram cortadas na altura do colo, mantendo-se os números totais de folhas, colocadas para secar em estufa de ar forçado a 60⁰ C por 48 horas (RODRIGUES,

2010). O peso da massa seca total (MST) foi determinado em balança eletrônica e expresso em quilogramas (kg) (Figura 14).

3.10.5 Massa seca comercial (MSC)

A massa seca comercial (MSC) foi obtida na sequência da pesagem da massa seca total (MST), retirando-se as folhas consideradas senescentes com potencial de prejuízo comercial em função de sua apresentação. O referido material também foi deposto em estufas à temperatura de 60⁰ C, por um período de 48 horas (RODRIGUES, 2010). além de pesadas em balança eletrônica com o peso expresso em quilogramas (kg).

3.10.6 Massa seca descarte (MSD)

A massa seca do descarte (MSD) foi obtida logo após a pesagem da massa seca comercial (MSC) por meio da retirada das folhas senescentes ou danificadas, as quais foram encaminhadas a estufas à temperatura de 60⁰ C por 48 horas (RODRIGUES, 2010). A MSD também foi pesada em balança eletrônica, tendo seu peso expresso em quilogramas (kg).

3.10.7 Peso fresco total das raízes (PFTR)

Para obtenção do peso fresco total de raízes (PFTR), realizou-se a pesagem apenas da parte basal da planta, que fica sob a superfície do solo. Para a retirada da referida parte, utilizaram-se enxadão e pá com o cuidado de remover todas as raízes sem que estas fossem danificadas. Em seguida as raízes foram lavadas, enxugadas e pesadas em balança eletrônica, com resultados expressos em quilograma (Figura 15).

3.10.8 Peso seco total das raízes (PSTR)

O peso seco total das raízes (PSTR) foi obtido logo após a definição do peso fresco total das raízes (PFTR). Para realização desse processo, as raízes foram dispostas em sacos de embrulhos, condicionadas em estufas à temperatura de 60⁰

C por 48 horas (RODRIGUES, 2010) e, por fim, pesadas em balança eletrônica, com resultados expressos em quilogramas (kg).

3.10.9 Comprimento das raízes (CR)

O comprimento das raízes (CR) foi obtido por meio do método de contagem de raízes denominadas (TENNENT), sendo realizado logo após a definição do peso fresco total das raízes (PFTR) (Figura 12). O processo em questão também utilizou a secagem em estufas à temperatura de 60^o C por 48 horas (RODRIGUES, 2010). A unidade de medida adotada para fins de comprovação de comprimento foi o centímetro (cm).

Figura 3 - Canteiro de alface pronta para colheita.



Fonte: Autor (2020).

Figura 4 - Coletas das plantas de alfaces para avaliação das variáveis.



Fonte: Autor (2020).

Figura 5 - Limpezas por mondas nos canteiros após os transplantes das alfaces.



Fonte: Autor (2020).

Figura 6 - Coleta das galhas de leucena para produção de adubos.



Fonte: Autor (2020).

Figura 7 - Leucena pré-picotado em picador de forragem com peneira de aproximadamente 2,5mm.



Fonte: Autor (2020).

Figura 8 - Compostagem produzida pelo setor de agroecologia na FEI- UEM, pronta para uso no experimento de cultivo de alfaces orgânico.



Fonte: Autor (2020).

Figura 9 - Esterco bovino curtido em local aberto, sem revolvimento, por 3 meses.



Fonte: Autor (2020).

Figura 10 - Alfaces colhidas e prontas para pesagem em balanças eletrônicas.



Fonte: Autor (2020).

Figura 11 - Pesagem das alfaces para análises das variáveis.



Fonte: Autor (2020).

Figura 12 - Contagem de raízes pelo método TENNENT.



Fonte: Autor (2020).

Figura 13 - Pesagem do resíduo de *Brachiaria decumbens* para cobertura dos canteiros.



Fonte: Autor (2020).

Figura 14 - Massa seca da alface pesada e pronta para análises.



Fonte: Autor (2020).

Figura 15 Lavagem e preparo de raiz de alface para análises.



Fonte: Autor (2020).

3.11 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os dados obtidos a partir das características fitotécnicas avaliadas foram submetidos aos seguintes procedimentos: análise de variância (ANOVA); comparação das médias pelo teste fatorial triplo + Tukey a 5% de probabilidade de erro; o teste de normalidade Shapiro-Wilk a 5% de significância. Para análise dos componentes principais, a pesquisa utilizou o programa PAST na versão 3.0 (DODONOV, 2012).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os cultivos orgânicos, sistemas de produção com manejo de resíduos de origem animais e vegetais, buscam, entre outros, otimizar o uso dos recursos naturais e socioeconômicos disponíveis, mantendo a integridade cultural das comunidades rurais. Possuem como objetivo a sustentabilidade econômica e ecológica, a maximização dos benefícios sociais, a minimização da dependência de energia não renovável e a proteção do meio ambiente. Para tal, emprega, sempre que possível, métodos culturais, biológicos e mecânicos, em contraposição ao uso de materiais sintéticos. Dessa forma, busca eliminar o uso de organismos geneticamente modificados e de radiações ionizantes em armazenamento, distribuição e comercialização (Lei 10.831 de 31 de dezembro de 2003).

4.1 MASSA FRESCA TOTAL (MFT) E MASSA FRESCA DESCARTÁVEL (MFD)

De acordo com os resultados desse trabalho, verificou-se que os tratamentos com diferentes tipos de manejos do solo e adubos orgânicos não diferiram estatisticamente do tratamento com testemunha para a produção de massa fresca total (MFT) e massa fresca descartável (MFD) da alface americana cv. Lucy Brown (Tabela 3).

Tabela 3. Massa fresca total (MFT) e massa fresca descartável (MFD) de alface americana, cv. Lucy Brown, submetida a tratamentos com diferentes tipos de manejo do solo e adubação orgânica

Fatores	Adubos	Médias (kg)	
		MFT	MFD
Adubo	Composto orgânico	0,436 a	0,078 a
	Esterco fresco	0,431 a	0,074 a
	Esterco curtido	0,453 a	0,074 a
	Leucena	0,445 a	0,079 a
	Testemunha	0,502 a	0,077 a
Cobertura	Sem cobertura	0,439 a	0,079 a
	Com cobertura	0,467 a	0,074 a
Incorporação	Incorporado	0,473 a	0,078 a
	Não incorporado	0,434 a	0,075 a
CV (%)		13,33	14,06

Fonte: autor (2020).

Nota: Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Shapiro-Wilk ($p < 0,05$)

4.2 MASSA FRESCA COMERCIAL (MFC)

A análise da massa fresca comercial (MFC) apontou diferença estatística apenas quando os adubos não foram incorporados em qualquer nível. Assim, o composto orgânico (COMP), o esterco curtido (EC) e a leucena (LEU) apresentaram menor massa fresca comercial (MFC) quando comparados à testemunha (Tabela 4).

Tabela 4. Massa Fresca Comercial (MFC) de alface americana, cv. Lucy Brown, submetida a dois níveis de incorporação

Nível de incorporação	Adubos	Médias (kg)
Incorporado	Composto orgânico	0,373 a
	Esterco fresco	0,354 a
	Esterco curtido	0,430 a
	Leucena	0,421 a
	Testemunha	0,389 a
Não incorporado	Composto orgânico	0,291 b
	Esterco fresco	0,351ab
	Esterco curtido	0,309 b
	Leucena	0,291 b
	Testemunha	0,456 a
CV (%)		15,9

Fonte: autor (2020).

Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Shapiro-Wilk ($p < 0,05$)

A ausência de diferença estatística da testemunha para o esterco fresco quando manejado de forma não incorporada — 0,351 kg de esterco fresco e 0,456 kg de testemunhas —, a queda das médias dos materiais adubos compostos, esterco bovino fresco, esterco bovino curtido e leucena, além das mesmas médias, estatisticamente, para os adubos incorporados diante das testemunhas não incorporadas (Tabela 4), podem ser explicadas pelo fato de que a área já tinha tido outros experimentos similares anteriormente. Dessa forma, podem ter sido disponibilizados nutrientes de adubos manejados em outros cultivos. Nesse sentido, também é possível que o esterco fresco não se encontrasse estabilizado, mineralizado no período e ciclo das alfaces (60 dias em média), não disponibilizando, assim, seus nutrientes para as alfaces no tempo necessário.

Avaliando-se o fator de incorporação em relação aos diferentes adubos orgânicos, verificou-se que os adubos esterco curtido (EC) e leucena (LEU), quando não incorporados ao solo, apresentaram menor produção de massa fresca comercial (MFC) (Tabela 5).

Tabela 5. Massa fresca comercial (MFC) de alface americana, cv. Lucy Brown, em relação ao fator de incorporação sob diferentes níveis de adubo.

Nível de adubo	Fator	Médias (kg)
Composto orgânico	Incorporado	0,373 a
	Não incorporado	0,291 a
Esterco fresco	Incorporado	0,354 a
	Não incorporado	0,351 a
Esterco curtido	Incorporado	0,430 a
	Não incorporado	0,309 b
Leucena	Incorporado	0,421 a
	Não incorporado	0,291 b
Testemunha	Incorporado	0,389 a
	Não incorporado	0,456 a
CV (%)	15,9	

Fonte: Autor (2020).

Nota: Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Shapiro-Wilk ($p < 0,05$)

Esta variação nos níveis de incorporação pode estar relacionada ao fato de que, quando os adubos são incorporados, há maior contato do resíduo ao solo e a microrganismos decompositores, o que acelera o processo de mineralização. A não repetição dos mesmos efeitos para os adubos esterco fresco e composto (Tabela 5), por sua vez, pode estar relacionada aos manejos dos adubos quanto ao contato destes com o solo.

Para Rodrigues et al. (2007), a decomposição dos resíduos pode assumir importante papel no manejo da fertilidade do solo, possibilitando a elaboração de técnicas de cultivo que melhorem a utilização de nutrientes contidos nos resíduos vegetais.

A análise dos resultados também demonstrou que o fator de cobertura não influenciou na produção de massa fresca comercial (Tabela 6).

Tabela 6. Massa fresca comercial (MFC) de alface americana, cv. Lucy Brown, em relação ao efeito simples do fator de cobertura

Fator	Médias (kg)
Sem cobertura	0,351 a
Com cobertura	0,382 a
CV (%)	15,9

Fonte: Autor (2020).

Nota: Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Shapiro-Wilk ($p < 0,05$)

Cunha (2003) comparou tipos de preparos do solo na cultura de alfaces e também não percebeu diferenças estatísticas entre os tratamentos preparo solo convencional, cultivo mínimo e plantio direto.

Santos et al (2015), por sua vez, pesquisaram a influência da cobertura morta com capim, palha de café e serragem na produção da alface verônica, obtendo resultados semelhantes: não houve diferenças para o comprimento e diâmetro de folha, peso de massa fresca e massa seca. Machado et al. (2008) não verificaram diferença no peso fresco de plantas de alface, cv. Regina 2000, cultivadas sob as coberturas mortas capim, palha de arroz, palha de café e serragem. Os últimos autores também não observaram diferença no diâmetro de plantas de alface cultivadas nas seguintes condições: sem cobertura e sob as coberturas casca de arroz, capim *Brachiaria* e plástico preto. Os resultados para as condições citadas foram inferiores em relação à cobertura com casca de café.

Oliveira (2012), porém, conseguiu resultados melhores com o uso de adubação verde com mucuna-preta sem revolvimento e em cobertura do solo quando comparado ao tratamento incorporado (I).

Oliveira et al. (2008), por seu turno, observou maiores valores de peso fresco das alfaces colhidas com o uso de cobertura mortas (CM) de leguminosas. Nesse caso, fatores como a relação carbono/nitrogênio (C/N), o tipo de compostos e as taxas de carbono existentes nestes materiais, como celulose, lignina e polifenóis, podem influenciar no processo de decomposição destes e, conseqüentemente, no desenvolvimento das culturas. Peixoto Filho et al (2013) avaliaram a produção da alface em campo sob cultivos sucessivos por meio do uso de esterco de frango, de bovino e de ovino. Os autores verificaram o aumento da produtividade em termos de matéria fresca (MF) e matéria seca (MS) se comparadas a testemunhas.

De modo semelhante, Cunha (2003) obteve diferenças estatísticas na produção da matéria fresca de alface em plantio de verão. Nesse caso, a vantagem

foi obtida com o uso da adubação com palha de feijão guandu, em detrimento do composto orgânico e da cama de frango sem curtir.

MASSA SECA TOTAL (MST), MASSA SECA COMERCIAL (MSC) E MASSA SECA DESCARTÁVEL (MSD)

Na avaliação da massa seca, mesmo quando os materiais foram submetidos aos fatores de cobertura e incorporação e comparados ao tratamento de testemunha, verificou-se que não houve diferenças estatísticas no peso da massa seca total (MST), massa seca comercial (MSC) e massa seca descartável (MSD) (Tabela 7).

Tabela 7. Massa seca total (MST), massa seca comercial (MSC) e massa seca descartável (MSD) de alface, cv. Lucy Brown, submetida a tratamentos com diferentes tipos de manejo do solo e adubação orgânica

Fatores	Adubos	Médias (kg)		
		MST	MSC	MSD
Adubo	Composto orgânico	0,025 a	0,019 a	0,006 a
	Esterco fresco	0,027 a	0,023 a	0,007 a
	Esterco curtido	0,031 a	0,024 a	0,007 a
	Leucena	0,025 a	0,019 a	0,007 a
	Testemunha	0,028 a	0,020 a	0,007 a
Cobertura	Sem cobertura	0,027 a	0,022 a	0,007 a
	Com cobertura	0,027 a	0,020 a	0,006 a
Incorporação	Incorporado	0,030 a	0,022 a	0,007 a
	Não incorporado	0,025 a	0,020 a	0,006 a
CV (%)		7,4	3,1	25,5

Fonte: autor (2020).

Nota: Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Shapiro-Wilk ($p < 0,05$)

4.3 PESO FRESCO TOTAL DAS RAÍZES (PFTR) E PESO SECO TOTAL DAS RAÍZES (PSTR)

Não se verificou diferença estatística relacionada ao peso fresco total das raízes (PFTR) e peso seco total das raízes (PSTR) quando os diferentes tipos de adubos orgânicos foram submetidos a diferentes tipos de manejo do solo (Tabela 8).

Tabela 8. Peso fresco total das raízes (PFTR) e Peso seco total das raízes (PSTR) de alface, cv. Lucy Brown, submetida a tratamentos com diferentes tipos de manejo do solo e adubação orgânica

Fatores	Adubos	Médias	
		PFTR (kg)	PSTR (kg)
Adubo	Composto orgânico	3,177 a	0,008 a
	Esterco fresco	2,959 a	0,012 a
	Esterco curtido	2,961 a	0,007 a
	Leucena	3,171 a	0,008 a
	Testemunha	3,032 a	0,006 a
Cobertura	Sem cobertura	3,043 a	0,007 a
	Com cobertura	3,076 a	0,009 a
Incorporação	Incorporado	3,085 a	0,009 a
	Não incorporado	3,035 a	0,007 a
CV (%)		26,04	34,2

Fonte: Autor (2020).

Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Shapiro-Wilk ($p < 0,05$)

4.4 COMPRIMENTO DAS RAÍZES (CR)

Quando avaliado o comprimento das raízes (CR) da alface, com os adubos orgânicos submetidos a diferentes combinações de cobertura e incorporação, não houve diferença estatística entre os tratamentos quando comparados com a testemunha, mesmo sendo notada a diminuição de médias, respectivamente, para a o adubo leucena sem cobertura e incorporado e o esterco fresco com cobertura e não incorporado ao solo (Tabela 9).

Tabela 9. Comprimento das raízes (CR) de alface americana, cv. Lucy Brown, submetida a tratamentos com diferentes tipos de adubos sob diferentes combinações de cobertura e incorporação

Níveis de combinações	Adubos	Médias (cm)
Sem cobertura e incorporado	Composto orgânico	112,82 a
	Esterco fresco	143,53 a
	Esterco curtido	133,50 a
	Leucena	98,77 a
	Testemunha	123,47 a
Sem cobertura e não incorporado	Composto orgânico	131,18 a
	Esterco fresco	126,86 a
	Esterco curtido	122,23 a
	Leucena	193,69 a
	Testemunha	107,11 a
Com cobertura e incorporado	Composto orgânico	148,62 a
	Esterco fresco	136,38 a
	Esterco curtido	127,79 a
	Leucena	203,41 a

	Testemunha	114,82 a
Com cobertura e não incorporado	Composto orgânico	124,70 a
	Esterco fresco	97,85 a
	Esterco curtido	127,94 a
	Leucena	119,45 a
	Testemunha	150,48 a
CV (%)		11,07

Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Shapiro-Wilk ($p < 0,05$)

Perón et al. (2012), por seu turno, estudaram a contribuição aleopática do extrato de leucena (L) na germinação e desenvolvimento inicial de soja. Diferentemente dos últimos estudos aqui referenciados, esses autores observaram diferença significativa no comprimento das raízes entre os tratamentos de plantas de soja cultivadas em casa de vegetação tratadas com extrato de leucena e testemunha. Nesse experimento, todos os extratos testados aumentaram o comprimento das raízes, verificando-se aumento de 72% no comprimento quando utilizado extrato quente a 20%.

Melo et al. (2019) fizeram experimentos com materiais vegetais aplicados ao manejo agroecológico de *Meloidogyne incognita* em tomateiro. Essa pesquisa apontou que, por meio do uso da leucena, quanto maiores as quantidades de material vegetal incorporada ao solo, mais pronunciado foi o desenvolvimento das plantas, refletido na massa fresca da parte aérea e da raiz. Verificou-se, também, o controle do nematóide (*M. incognita*).

A não influência estatística dos adubos orgânicos e manejos do solo sobre a variáveis das alfaces analisadas pode estar relacionada ao ciclo de cultura da alface (48 dias), período este que os resíduos e adubos ainda não se encontravam totalmente mineralizados. Assim os nutrientes provavelmente não estavam prontamente disponíveis para as plantas.

Os resultados ainda podem ser explicados por questões estruturais do solo: densidade, porosidade, aeração, teor de água, matéria orgânica etc. O teor de água controla a aeração, a temperatura e a resistência mecânica ao crescimento radicular, os quais são afetados pela densidade do solo e pela distribuição do tamanho de poros. A água é, portanto, o fator fundamental na produção vegetal, sendo que sua falta ou excesso afetam, de forma decisiva, o desenvolvimento das plantas (PREVEDELLO, 2012). Estudar a relação da planta com a água torna-se, pois, imprescindível para a melhor compreensão da relação da planta com o meio,

pois a disponibilidade hídrica é o principal fator na distribuição das espécies na terra e no potencial produtivo daquelas cultivadas, especialmente em clima tropical (PIMENTEL, 2004).

Preconiza-se, diante dos expostos, a necessidade de novas pesquisas sobre o tema a médios e longos prazos.

5 CONCLUSÕES

Os adubos composto orgânico (COMP), esterco fresco (EF), esterco curtido (EC) e leucena (LEU), quando submetidos ao fator não incorporado, reduziram a produção de massa fresca comercial (MFC) da alface americana, cv. Lucy Brown.

Os diferentes tipos de manejo do solo e de adubos orgânicos não influenciaram a produção das variáveis: massa fresca total (MFT), massa fresca descartável (MFD), massa seca total (MST), massa seca comercial (MSC), massa seca descartável (MSD), peso fresco das raízes (PFR) e peso total das raízes (PTR).

Os diferentes tipos de adubos orgânicos submetidos a diferentes combinações de cobertura e incorporação não influenciaram o crescimento das raízes das alfaces.

O manejo do solo e a adubação com resíduos de origem animal e vegetal não influenciaram, estatisticamente, a produção de alfaces.

REFERÊNCIAS

- ABCSEM - Associação Brasileira do Comércio de Sementes e Mudanças. 2º **Levantamento dos dados socioeconômico da cadeia produtiva de hortaliças no Brasil, maio 2012**. Disponível em: http://www.abcsem.com.br/imagens_noticias/Apresenta%C3%A7%C3%A3o%20completa%20dos%20dados%20da%20cadeia%20produtiva%20de%20hortali%C3%A7as%20-%2029MAIO2014.pdf. Acesso em: 14 abr. 2020.
- ABREU, I. M. O. **Produtividade e qualidade microbiológica de alfaces sob diferentes fontes de adubos orgânicos**. 2008. 81 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Universidade de Brasília, Brasília, 2008. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/3051>. Acesso em: 29 jul. 2020.
- ALCÂNTARA, F. A.; MADEIRA, N. R. Manejo do solo no sistema de produção orgânico de hortaliças. *Circular técnica*, Brasília, 64, jul. 2008. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/769977/4/ct64.pdf>. Acesso em: 2 ago. 2020.
- ALGERE, A. **Dejetos de aves e suínos no cultivo de hortaliças**. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Bioprodutos Agroindústrias)-Universidade Federal do Paraná, Palotina, 2018. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/54597>. Acesso em: 29 jul. 2020.
- AMARAL, A. G. **Massa seca de forragem, composição morfológica e composição bromatológica de cinco gramíneas tropicais submetidas a duas doses de nitrogênio e potássio, sob irrigação e sequeiro**. 2006. 95 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Federal de Goiás, Escola de Veterinária, Goiânia, 2006. Disponível em: https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/67/o/Dissertacao2006_Aliny_Amaral.pdf. Acesso em: 29 jul. 2020.
- BLAT, S. F. et al. Desempenho de cultivares de alface crespa em dois ambientes de cultivo em sistema hidropônico. *Horticultura Brasileira*, online, v. 29, n. 1, p. 135-138, Mar. 2011. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-05362011000100024&lng=en&nrm=iso. Acesso em 29 de julho de 2020. <https://doi.org/10.1590/S0102-05362011000100024>.
- BOZIO, D. M.; REIS, L. A.; BIRCK, R. **Eficiência de composto orgânico aplicado à produção de alface e de rabanete**. 2001. 43 f. Trabalho de conclusão de curso (Tecnologia em Gestão Ambiental) – Universidade Federal Tecnológica do Paraná, Medianeira, 2011. Disponível em: http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/510/1/MD_COGEA_2011_2_01.pdf. Acesso em: 30 jul. 2020.
- BRANCO, R. B. F. **Relatório Final-Processo Agrisus n. 1737/16: Cultivo conservacionistas de hortaliças.**, Ribeirão Preto, 2017. Disponível em: http://www.agrisus.org.br/arquivos/relatorio_final_PA1737.pdf. Acesso em: 29 jul. 2020.
- CARVALHO, J. E.; ZANELLA, F.; MOTA, J. H.; LIMA, A. L. S. Cobertura morta do solo no cultivo de alface Cobertura morta do solo no cultivo de alface cv. Regina 2000, em Ji-Paraná/RO. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 29, n. 5, p. 935-939, set./out., 2005. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-70542005000500003&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em: 29 jul. 2020. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542005000500003>.

- CAVALCANTE, A. E. C; ALVES, T. N; RIBEIRO, J. R. S; SOUTO, G. C; FERREIRA, C. P. Uso do composto orgânico no cultivo da Alface Americana. **Cadernos de Agroecologia**, online, v. 10, n. 3, p. 1-6, maio 2015. Disponível em: <http://revistas.aba-agroecologia.org.br/index.php/cad/article/view/19818/13259>. Acesso em: 30 jul. 2020.
- CERQUEIRA, R. C; SILVA, J. O. Cultivo de alfaces sob diferentes níveis de composto e esterco bovino. **Horticultura Brasileira**, n. 2, jul. 2014. Supl. CD ROM. Disponível em: http://www.abhorticultura.com.br/EventosX/Trabalhos/EV_7/A6330_T9958_Comp.pdf. Acesso em: 29 jul. 2020.
- CHAVES, J. C. D. Efeito de adubações mineral, orgânica e verde sobre a fertilidade do solo, nutrição e produção do cafeeiro. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL (IAPAR), 1, 2000, Ibiporã. **Anais [...]**, p. 1389-1392, 2000. Disponível em: http://www.sapc.embrapa.br/arquivos/consorcio/spcb_anais/simposio1/Solos26.pdf. Acesso em: 30 jul. 2020.
- CORREIA, Erika Cristina Souza da Silva. **Reação de cultivares de alface do grupo americano a *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* e *M. enterolobii***. 2013. 55 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2013. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/97263>. Acesso em: 29 jul. 2020.
- CUNHA, A, R. Coeficiente do tanque Classe A obtido por diferentes métodos em ambiente protegido e no campo. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 2, p. 451-464, abr/jun. 2011. Disponível em: <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/viewFile/3260/8405>. Acesso em: 31 jul. 2020.
- CUNHA, F. A. D. **Avaliação de preparo de solo, adubos orgânicos e biofertilizante na produção orgânica da alface (*Lactuca sativa* L.)**. 2003. 47 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de pós-graduação em Agronomia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2003.
- DERNARDIN, J. E. Compactação e adensamento de solo: caracterização, origem, riscos, danos e soluções. **Embrapa**. Notícias, 16 jan. 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/31340322/artigo---compactacao-e-adensamento-de-solo-caracterizacao-origem-riscos-danos-e-solucoes>. Acesso em: 30 jul. 2020.
- DIAMANTE, M. S; SEABRA JÚNIOR, S. S; INAGAKI, A. M; SILVA, M. B. da; DALLACORT, R. Produção e resistência ao pendoamento de alfaces tipo lisa cultivadas sob diferentes ambientes. **Revista Ciência Agronômica**, online, v. 44, n. 1, p. 133-140, jan./mar., 2013. Disponível em: <http://ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/1942>. Acesso em: 13 abr. 2020.
- DODONOV, P. **Highlights de PaSt para Ecologia: Versão 3.0**. Lab. Ecologia e Conservação/Departamento de Botânica: UFSCar, 2012. Disponível em: < <https://anotherecoblog.files.wordpress.com/2015/09/past-simposioppqern-completo.pdf> >. Acesso em: 14 abr. 2020.
- DOURADO, L. G. A; KOETZ, M; SILVA, E. M. B; SILVA, T. J. A; GUIMARÃES, S. L. Reposição de água na cultura da alface lisa com a utilização do irrigas em ambiente protegido. **Enciclopédia Biosfera**, online, v. 10, n. 18, p. 2633-2646, 2014. Disponível em:

<https://www.conhecer.org.br/enciclop/2014a/AGRARIAS/reposicao.pdf>. Acesso em: 31 jul. 2020.

DRUMOND, M. A. Leucena - uma arbórea de uso múltiplo, para a região semi-árida do nordeste brasileiro. **Embrapa Informática Agropecuária (CNPTIA)**. 2001.

Disponível em:

<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPATSA/9060/1/OPB633.pdf>.

Acesso em 30 jul. 2020.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solo**. Rio de Janeiro: CNPS, 1999.

EMBRAPAGADO DE CORTE. **Leucena (Leucaena spp)**. Legumineira - cultura forrageira para produção de proteína. [198?]. Disponível em:

<http://old.cnpgc.embrapa.br/publicacoes/ct/ct13/03leucena.html>. Acesso em: 11 abr. 2020.

GAMA-RODRIGUES, A. C. da; GAMA-RODRIGUES, E. F. da; BRITO, E. C. de. Decomposição e liberação de nutrientes de resíduos culturais de plantas de cobertura em Argissolo Vermelho - Amarelo na região noroeste Fluminense (RJ).

Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 31, n. 6, pp. 1421-1428, 2007. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-06832007000600019&script=sci_abstract&lng=pt)

[06832007000600019&script=sci_abstract&lng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-06832007000600019&script=sci_abstract&lng=pt)>. Acesso em: 14 abr. 2020.

<https://doi.org/10.1590/S0100-06832007000600019>.

GOLYNSKI, A. A.; NOMELI, Q. S.S; CAMPOS, C. M; GOLYNSKI, A. L; TRINDADE, N. M; GOLYNSKI, A; GOLYNSKI, J; GOLYNSKI, A. A. C. Cultivo de alface sob diferentes adubações. Horticultura Brasileira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 51, 2011, Viçosa. **Anais eletrônicos** [...]. Disponível em:

http://www.abhorticultura.com.br/EventosX/Trabalhos/EV_5/A4150_T5317_Comp.pdf.

Acesso em: 29 jul. 2020.

GUADAGNIN, J. C; BERTOL, I; CASSOL, P. C; AMARAL, A. J. do. Perdas de solo, água e nitrogênio por erosão hídrica em diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, online, v. 29, n. 2, pp. 277-286, 2005. Disponível em:

[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-06832005000200013&script=sci_abstract&lng=pt)

[06832005000200013&script=sci_abstract&lng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-06832005000200013&script=sci_abstract&lng=pt). Acesso em: 13 abr. 2020.

HAMERSCHMIDT, I.; LEONARDECZ, A.; GHELLER, J. A.; RIGHETTO, J. A.; BORTOLOSSI, J. L.; FRANCO, M. J.; HAGER, N.; CARVALHO, N. R. L. **Manual Técnico de Olericultura**. Curitiba: Emater, 2013.

KLEIN, C.; KLEIN, V. A. Influência do manejo do solo na infiltração de água. **Revista Monografias Ambientais – REMOA**, online, v. 13, n. 5, p. 3915-3925, dez. 2014.

Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/remoa/article/view/14989>. Acesso em: 30 jul. 2020.

LABORATÓRIO RURAL DE MARINGÁ - PR. Laboratório de análise de solos.

Resultado de análise granulométrica de solo: experimento olericultura orgânica. Iguatemi: Autor, 2018.

LOPES, A. S. **Influência de diferentes fontes de substratos orgânicos na germinação da (Lactuca sativa L.) Sob temperatura controlada**. 2017. 31 f. Dissertação (Tecnologia em Agroecologia) - Universidade Federal de Campina Grande, Sumé, 2017. Disponível em:

<http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/4946>. Acesso em: 2 ago. 2020.

MACEDO, M. C. M; ZIMMER, A. H; KICHEL, A. N; ALMEIDA, R. G; ARAÚJO, A. R. Degradação de pastagens, alternativas de recuperação e renovação, e formas de mitigação. **Biblioteca Embrapa**, 2013. Disponível em:

<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/976514/degradacao-de->

[pastagens-alternativas-de-recuperacao-e-renovacao-e-formas-de-mitigacao](#). Acesso em: 29 jul. 2020.

MACHADO, A. Q; PASQUALOTTI, M. G; FERRONATO, A; CAVENAGHI, A. L. Efeito da cobertura morta sobre a produção de alface crespa, cultivar Cinderela, em Várzea Grande-MT. **Horticultura Brasileira**, v. 26, n. 2, jul.-ago., 2008. Supl. CD ROM. Disponível

em:http://www.abhorticultura.com.br/EventosX/Trabalhos/EV_2/A1073_T1415_Comp.pdf. Acesso em: 29 jul. 2020.

MEDEIROS, F. B. A. **Produção e qualidade de cultivares de alface americana em função do espaçamento de plantio**. 2015. 49 f. Dissertação (Mestre em Agronomia: Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2015. Disponível em:

<https://ppgfito.ufersa.edu.br/wp-content/uploads/sites/45/2015/02/Disserta%C3%A7%C3%A3o-2015-FELIPE-BRUNO-ARA%C3%A7O-DE-MEDEIROS.pdf>. Acesso em: 29 jul. 2020.

MELO, T. A. de; SERRA, I. M. R. de S. Materiais vegetais aplicados ao manejo agroecológico de Meloidogyne incognita em tomateiro. **Summa Phytopathol**, online, v. 45, n.1, pp. 97-103, 2019. Disponível em:

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0100-54052019000100097&lng=en&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em: 14 abr. 2020.

<https://doi.org/10.1590/0100-5405/187851>

MORAIS, J. E. F; SILVA, T. G. F; SOUZA, L. S. B; MOURA, M. S. B; DINIZ, W. J. S; SOUZA, C. A. A. Avaliação do método de Penman Monteith FAO 56 com dados faltosos e de métodos alternativos na estimativa da evapotranspiração de referência no Submédio Vale do São Francisco. **Revista Brasileira de Geografia Física**, online, v. 8, n.6, p. 1644-1660, 2015. Disponível em:

<https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/233665>. Acesso em: 31 jul. 2020.

<https://doi.org/10.26848/rbgf.v8.6.p1644-1660>

MOURA FILHO. E. R. **Cobertura do solo e épocas de capina nas culturas de alface e beterraba**. 2009. 67 f. Tese (Doutorado em Ciências, Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-árido, Mossoró, 2009. Disponível em:

<http://livros01.livrosgratis.com.br/cp156294.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2020.

OLIVEIRA, I. M; JUNQUEIRA, A. M. R. Produção de alface em função de diferentes fontes de adubos orgânicos. **Associação Brasileira de Horticultura**, 2008. Disponível em:

http://www.abhorticultura.com.br/EventosX2/EventosX/Trabalhos/EV_1/A766_T1195_Comp.pdf. Acesso em: 29 de jul. de 2020.

OLIVEIRA, L.C. de; STANGARLIN, J. R.; LANA, M. do C.; SIMON, D. N.; ZIMMERMANN, A. Influência de adubações e manejo de adubo verde nos atributos biológicos de solo cultivado com alface (*Lactuca sativa* L.) em sistema de cultivo orgânico. **Arquivos do Instituto Biológico**, online, v. 79, n.4, pp.557-565, out./dez. 2012. Disponível em:

<http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1808-16572012000400013&script=sci_abstract&tlng=pt>. Acesso em: 14 abr. 2020.

<https://doi.org/10.1590/S1808-16572012000400013>

PAES, F. A. S. V; LIMA, A. M. N; HACAMADA, R. E; BARROS, N. F. Impacto do manejo dos resíduos da colheita, do preparo do solo e da adubação na produtividade de eucalipto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, online, v. 37 n. 4, p. 1081-1090, jul./ago. 2013. Disponível em:

https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-06832013000400025&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em: 29 jul. 2020.

<https://doi.org/10.1590/S0100-06832013000400025>

PAIXÃO, C. M. da. **Cultivo de alface sobre diferentes coberturas mortas de solo em condições tropicais**. 2013. 69 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical) - Programa de Pós-Graduação em Agricultura Tropical, Faculdade de Agronomia, Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, 2013. Disponível em:

<http://ri.ufmt.br/bitstream/1/1337/1/DISS_2013_Clodoaldo%20Moreno%20da%20Paix%C3%A3o.pdf> Acesso em: 14 abr. 2020.

PATRÍCIO, F. R. A. Controle de doenças de hortaliças: convencional vs. Alternativo (Palestra). **Biológico**, São Paulo, v.69, n.2, p.87-90, jul./dez., 2007. Disponível em: http://www.biológico.sp.gov.br/uploads/docs/bio/v69_2/p87-90.pdf. Acesso em: 29 jul. 2020.

PEIXOTO FILHO, J. U.; FREIRE, M. B. G. dos S.; FREIRE, F. J.; MIRANDA, M. F. A; PESSOA, L. G. M.; KAMIMURA, K. M. Produtividade de alface com doses de esterco de frango, bovino e ovino em cultivos sucessivos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, online, v.17, n. 4, pp. 419-424, abr. 2013. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662013000400010. Acesso em: 13 abr. 2020. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662013000400010>

PERON, F; BONINI, E. A. Contribuição alelopática de extrato de leucena na germinação e desenvolvimento inicial de soja. IN: MOSTRA INTERNA DE TRABALHOS DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 5, 2012, Maringá. **Anais eletrônicos**. Maringá: CESUMAR, 2012a. Disponível em: http://www.cesumar.br/prppge/pesquisa/mostras/vi_mostra/franciele_peron_3.pdf. Acesso em: 31 jul. 2020.

PERON, F.; BONINI, E. A. Utilização de leucena (*Leucaena leucocephala*) como alternativa de controle de picão preto (*bidens pilosa* L.). In: MOSTRA INTERNA DE TRABALHOS DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 6, 2012, Maringá. **Anais eletrônicos...** Maringá: CESUMAR, 2012b. Disponível em:

<http://www.cesumar.br/prppge/pesquisa/mostras/vi_mostra/franciele_peron_1.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2020.

PIMENTEL, C. **A relação da planta com a água**. Seropédica: Edur, 2004. *E-book*. Disponível em: http://www.esalq.usp.br/lepse/imgs/conteudo_thumb/mini/A-Rela--o-da-Planta-com-a-Agua-by-Carlos-Pimentel--2004-.pdf. Acesso em: 31 jul. 2020.

PINTO, L. E. V; GOMES, E. D; SPÓSITO, T. H. N. Uso de esterco bovino e de aves na adubação orgânica da alface como prática agroecológica. **Colloquium Agrariae**, v. 12, n. especial, jul./dez., 2016, p. 75-81. Disponível em:

<http://www.unoeste.br/site/enepe/2016/suplementos/area/Agrariae/Agronomia/USO%20DE%20ESTERCO%20BOVINO%20E%20DE%20AVES%20NA%20ADUBA%C3%87%C3%83O%20ORG%C3%82NICA%20DA%20ALFACE%20COMO%20PR%C3%81TICA%20AGROECOL%C3%93GICA.pdf>. Acesso em: 31 jul. 2020. <http://doi.org/10.5747/ca.2016.v12.nesp.000174>

PIRES, I. L; SILVA, J. O; JUNIOR, I. P. C. J; COSTA, A.A; BORGES, C. E. B. Produção de compostagem para Horta Orgânica, visando um desenvolvimento socioeconômico e ambiental. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO E AMBIENTAL, 1, 2018, Gramado. **Anais [...]**. Disponível em:

<https://www.ibeas.org.br/conresol/conresol2018/III-016.pdf>. Acesso em: 31 jul. 2020.

PLATES, H. T; PIRES, N. M; FILHO, I. A. P. Controle de plantas daninhas na cultura do milho utilizando leucena (*leucaena leucocephala* (lam.) De wit). **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.2, n.2, 2003, p.36-43. Disponível em:

<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/487131/1/Controleplantas.pdf>.

Acesso em: 30 jul. 2020.

PREVEDELLO, J. **Dinâmica do armazenamento e da disponibilidade de água em argissolo sob eucalipto e campo nativo**. 2012. 120 f. Tese (Doutorado em

Engenharia Florestal) -Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências

Rurais, Santa Maria, 2012. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/3744>.

Acesso em: 30 jul. 2020.

RODRIGUES, A. C. G.; RODRIGUES, E. F. G.; BRITO, E. C. Decomposição e liberação de nutrientes de resíduos culturais de plantas de coberturas em argissolo vermelho-amarelo na região noroeste Fluminense (RJ). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, online, v. 31, n. 6., p. 1421-1428. Disponível em:

[https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-06832007000600019&script=sci_abstract&tlng=pt)

[06832007000600019&script=sci_abstract&tlng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-06832007000600019&script=sci_abstract&tlng=pt). Acesso em: 3 ago. 2020.

RODRIGUES, R. C. **Métodos de análises bromatológicas de alimentos: métodos físicos, químicos e bromatológicos**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2010. *E-book*. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/884390>.

Acesso em: 31 jul. 2020.

RODRIGUES, N. C. **Alelopatia no manejo de plantas daninhas**. 2016. 45 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Agrônômica) -

Universidade Federal de São João Del Rei, Sete Lagoas, 2016. Disponível em:

[https://www.ufsj.edu.br/portal2-](https://www.ufsj.edu.br/portal2-repositorio/File/ceagr/TCC%202016%201/ALELOPATIA%20NO%20MANEJO%20D)

[repositorio/File/ceagr/TCC%202016%201/ALELOPATIA%20NO%20MANEJO%20D](https://www.ufsj.edu.br/portal2-repositorio/File/ceagr/TCC%202016%201/ALELOPATIA%20NO%20MANEJO%20D)

[E%20PLANTAS%20DANINHAS-%20Natalia%20Cezari%20Rodrigues.pdf](https://www.ufsj.edu.br/portal2-repositorio/File/ceagr/TCC%202016%201/ALELOPATIA%20NO%20MANEJO%20D). Acesso

em: 30 jul. 2020.

SANTI, A; CARVALHO, M. A. C.; CAMPOS, O. R; SILVA, A. F; ALMEIDA, J. L;

MONTEIRO, S. Ação de material orgânico sobre a produção e características

comerciais de cultivares de alface. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28n. 1,

jan./mar., p. 87-90, 2010. Disponível em:

[https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0102-](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0102-05362010000100016&lng=en&nrm=iso&tlng=pt)

[05362010000100016&lng=en&nrm=iso&tlng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0102-05362010000100016&lng=en&nrm=iso&tlng=pt). Acesso em: 29 jul. 2020.

<https://doi.org/10.1590/S0102-05362010000100016>

SANTOS, C. S. dos; PASSOS, C. A. dos; FREITAS, A. B. M; AZEVEDO, D. P. de;

LONARDONI, F; SILVA, M. T. M. da; SANTOS, C. S. Influência da cobertura morta

na produção da alface verônica. In: JORNADA CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DO

IFSULDEMINAS, 7, 2015, Poços de Caldas. **Anais eletrônicos...** Pouso Alegre:

IFSULDEMINAS, 2015. Disponível em:

<<https://jornada.ifsuldeminas.edu.br/index.php/jcpcs/jcpcs/paper/viewFile/1349/752>>.

Acesso em: 14 abr. 2020.

SEAB - SECRETARIA DE ESTADO DA AGRICULTURA E DO

ABASTECIMENTO/DERAL - DEPARTAMENTO DE ECONOMIA RURAL.

Olericultura - análise da conjuntura agropecuária: dezembro 2018. 21 p.

Disponível em:

<http://www.agricultura.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2019-09/olericultura_2019_v1.pdf>.

Acesso em: 14 abr. 2020.

SILVA, C; CARVALHO, J. V. C; DELAI, V. M; DIAS, A. B; ROCHA, S. A; SILVA, L. K.

Verificação da aplicabilidade de adubo orgânico, obtido nos processos de

compostagem e biodigestão, na produção de alface americana (*Lactuca sativa* L.).

INTERNATIONAL WORKSHOP: ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION, 7, 2018,

Barranquilla (Colômbia). **Programa (21 jun. 2018)**. Disponível em:

http://www.advancesincleanerproduction.net/7th/files/sesoes/5B/3/silva_c_et_al_academic.pdf. Acesso em: 30 jul. 2020.

SILVA, I. B. **Características agronômicas de alface (*Lactuca sativa*) sob diferentes coberturas mortas no município de Paragominas- PA**. 2016. 38 f. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Agrônoma)-Universidade Federal Rural da Amazônia, Paragominas, 2016. Disponível em:

https://paragominas.ufra.edu.br/attachments/article/60/TCC_IZOMAR%20BARRETO%20DA%20SILVA.pdf. Acesso em: 29 jul. 2020.

SOBRINHO, T. A.; VITORINO, A. C. T.; SOUZA, L. C. F.; GONÇALVES, M. C.; CARVALHO, D. F. Infiltração de água no solo em sistemas de plantio direto e convencional. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, online, v. 7, n.2, p. 191-196, 2003. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1415-43662003000200001&script=sci_abstract&lng=pt. Acesso em: 31 jul. 2020.

SOUSA, I. F.; FACCIOLI, G. G.; AGUIAR NETO, A. O. Avaliação do coeficiente do tanque classe “A” na estimativa da evapotranspiração de referência no baixo São Francisco, SE. **Irriga & Inovagri**, online, edição especial, p. 47-58, 2016. Disponível em: <http://revistas.fca.unesp.br/index.php/irriga/article/view/2409/1486>. Acesso em: 31 jul. 2020.

SOUZA, M. **Caracterização do sistema de plantio direto de hortaliças e produção de mudas de cebola no Alto Vale do Itajaí**. 2009. 83 f. Trabalho de conclusão de curso (graduação em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Florianópolis, 2009. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/119921>. Acesso em: 29 de jul. de 2020.

STEFANOSKI, D. C.; SANTOS, G. G.; MARCHÃO, R. L.; PETTER, F. A.; PACHECO, L. P. Uso e manejo do solo e seus impactos sobre a qualidade física. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.17, n.12, p. 1301-1309, dez. 2013. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1415-43662013001200008&script=sci_arttext. Acesso em: 30 jul. 2020.

TRANI, P. E.; TERRA, M. M.; TECCHIO, M. A.; TEIXEIRA, L. A. J.; HANASIRO, J. **Adubação orgânica de hortaliças e frutíferas**. IAC – Instituto Agrônomo de Campinas/Biblioteca AGPTEA, 2013. Disponível em:

<https://www.bibliotecaagptea.org.br/agricultura/adubacao/ADUBACAO%20ORGANICA%20DE%20HORTALICAS%20E%20FRUTIFERAS.pdf>. Acesso em: 30 jul. 2020.

VALE, F.; LOPES, A. S.; GUILHERME, L. R. **Manejo da fertilidade do solo**. Lavras: ESALQ, 1995.

ZIECH, A. R. D.; CONCEIÇÃO, P. C.; LUCHESE, A. Z.; PAULUS, D.; ZIECH, M. F. Cultivo de alfaces em diferentes manejos de cobertura de solo e fontes de adubação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.18, n. 9, p. 948-954, 2014. Disponível em:

<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662014000900011>. Acesso em: 14 abr. 2020. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v18n09p948-954>.