

Riscos biológicos e desempenho agrícola do uso de compostos e vermicompostos no solo

Jaqueline dos Santos Silva

Andressa Vitória Duarte de Souza

Pedro Henrique Presumido

Vitor da Costa Marques

Andressa Ferreira Pimenta

Kátia Valéria Marques

Cardoso Prates

Tatiane Cristina Dal Bosco

Marcelo Hidemassa Anami

Resumo: O cultivo de alface (*Lactuca sativa L.*) no Brasil é um dos mais expressivos em importância econômica e alimentar, visto que está entre as hortaliças folhosas mais consumidas. O sistema de produção convencional usa fertilizantes químicos como fonte nutricional para as plantas, que pode ocasionar riscos à saúde humana devido à sua toxicidade, além de representar um custo expressivo ao produtor. Uma das alternativas é o uso de compostos orgânicos obtidos via compostagem e vermicompostagem. No entanto, a má condução desses processos pode ocasionar a não eliminação de patógenos presentes nos resíduos de origem. Além disso, as más condições de armazenamento dos adubos podem causar a sua contaminação por fezes de vetores. Seu uso pode ocasionar a contaminação dessa hortaliça no cultivo, tornando-a um veículo de transmissão de doenças, já que é consumida crua. Neste capítulo serão apresentados os resultados de um trabalho que objetivou avaliar a ocorrência de contaminação microbiológica e o desenvolvimento de alface sob cultivo orgânico, bem como os aspectos químicos e biológicos do solo. Avaliou-se: contaminação das alfaces e dos adubos por *Salmonella sp* e *Escherichia coli*; desenvolvimento da alface; macro e micronutrientes nos adubos (pré-plantio) e no solo (pós-plantio) e carbono orgânico do solo. O cultivo foi realizado por 40 dias considerando o uso de compostos (C) e vermicompostos (V) provenientes de diferentes resíduos: T0- solo (testemunha); T1- dejetos equinos + casca de café (C); T2- dejetos equinos + sepias + braquiária

(C); T3- dejetos equinos + casca de arroz (C); T4- dejetos equinos + casca de arroz + braquiária (C); T5- lodo + poda de árvore (C); T6- lodo + poda de árvore + cinza de caldeira (C); T7- lodo + poda de árvore (V); T8- lodo + poda de árvore + cinza de caldeira (V); T9- NPK. Pode-se observar que o desenvolvimento da alface foi afetado diretamente pelas diferentes fontes de nutrientes, sendo que os adubos à base de dejetos de equinos apresentaram melhores respostas. T4 apresentou resultados semelhantes a T9, mostrando que o uso de composto orgânico como forma de suprimento nutricional pode substituir os fertilizantes químicos. T0 apresentou baixo desenvolvimento da cultura, indicando a necessidade da adição de fontes nutricionais no solo. Apesar da contaminação por coliformes termotolerantes em T4, T5 e T8 antes do plantio, não foi verificada a ocorrência de contaminação da alface por *Salmonella sp* e *Escherichia coli*. Houve incremento nos teores de carbono orgânico e macro e micronutrientes do solo.

Palavras-chave: Adubo orgânico. Compostagem. Contaminação microbiológica. Hortaliça.

1 Introdução

O Brasil é um dos líderes mundiais na produção e exportação de produtos agropecuários. Esse cenário, de intensa atividade agrícola aliado ao crescimento do consumo e demanda por alimentos, acarreta a necessidade cada vez maior do uso de fertilizantes nas culturas (BRITO; PONTES, 2009).

O sistema de produção convencional é o mais comum entre os produtores e conta com o uso de fertilizantes químicos como fonte nutricional para as plantas. Esse meio de cultivo pode trazer diversas consequências para o meio ambiente, como perda da produtividade do solo em longo prazo, eutrofização de corpos d'água devido à lixiviação de nutrientes e contaminação do solo por excesso de nutrientes. Além dos danos ao meio ambiente, a utilização desse tipo de fertilizante pode acarretar em riscos à saúde humana devido à sua toxicidade.

A crescente preocupação com questões ambientais tem levado à expansão da agricultura orgânica, processo produtivo que usa a adubação orgânica como suplementação nutricional às plantas ao invés dos fertilizantes químicos. Além disso, a oferta de matérias primas para produção de adubos orgânicos é alta e diversificada, o que pode aumentar a eficácia de sua utilização (FIGUEIREDO; TANAMATI, 2010). Dentre os métodos de obtenção de adubos orgânicos, destaca-se a compostagem e a vermicompostagem, que por meio da ação de microrganismos e minhocas, respectivamente, promovem a degradação da matéria orgânica de origem animal ou vegetal, resultando em composto humificado e rico em nutrientes (KIEHL, 1985).

A adubação orgânica em atividades agrícolas mostra-se como alternativa ao uso de fertilizantes minerais, pois aumenta a produtividade, reduz custos com fertilizantes e proporciona a deposição segura destes materiais no ambiente (FIGUEIREDO; TANAMATI, 2010). Os adubos orgânicos são compostos por resíduos animais e/ou vegetais, que após processo de compostagem estão propícios para uso agrícola, potencializando a produção. Pode ser aplicado como corretivo agrícola e fonte de macro e micronutrientes para as plantas e seu uso exerce profundo efeito nas propriedades do solo, resultando no aumento da produtividade vegetal (PEREIRA NETO, 2011).

Os adubos orgânicos são uma boa opção para o cultivo de hortaliças por serem fonte de nutrientes, melhorando características físicas, químicas e biológicas do solo, podendo, inclusive, reduzir o custo de produção da cultura (KIEHL, 1985; VIDIGAL et al., 1997; OLIVEIRA et al., 2014). Dentre os benefícios proporcionados ao solo, pode-se destacar a melhor agregação, infiltração e retenção de água, maior CTC (capacidade de troca catiônica), a complexação de elementos tóxicos e micronutrientes, a aeração, disponibilidade de nutrientes e os aspectos biológicos que estão relacionados com microrganismos benéficos encontrados na matéria orgânica (SANTOS et al., 2008; ZANDONADI et al., 2014). Além disso, o efeito residual do seu uso aumenta o tempo de fertilidade do solo em relação ao uso de fertilizante químico, devido à lenta mineralização da matéria orgânica (KIEHL, 1985; VIDIGAL et al., 1997). Rodrigues et al. (2003) destacam que alguns dos benefícios promovidos pela presença da matéria orgânica nos solos são a preservação da umidade, o aumento da permeabilidade, a liberação lenta e a solubilização de nutrientes para as plantas, a melhoria da estrutura, do poder tampão e da atividade biológica do solo e o controle natural de pragas e doenças de plantas.

Dentre as hortaliças produzidas em cultivo orgânico, pode-se destacar a alface, devido ao seu grande consumo. O valor nutricional que traz benefícios à saúde e o preço acessível dessa hortaliça, faz com que ela esteja presente na alimentação de grande parte da população. Por ser consumida “in natura”, existe a preocupação com relação à segurança alimentar e à obtenção de um produto de qualidade, sem que essas afetem o ambiente de cultivo.

A valorização da qualidade da dieta alimentar e a demanda por alimentos saudáveis por parte dos consumidores têm sido mais acentuadas nos últimos tempos, levando o consumidor a considerar na hora de sua compra, os riscos alimentares que os produtos podem oferecer, como práticas higiênicas, riscos microbiológicos e métodos de produção (MORETTI, 2007). Nessa valorização, a produção orgânica de alimentos tem merecido destaque (ARBOS et al., 2010).

Embora esses alimentos sejam claramente menos expostos aos perigos químicos, diversos estudos têm demonstrado contaminação microbiológica significa-

tiva em produtos como as alfaces orgânicas, que são amplamente comercializadas (ABREU, 2008; LOTTO, 2008; ARBOS et al., 2010; RODRIGUES, 2013). Bartz (2015) destaca que as propriedades de produção orgânica apresentam maior risco de contaminação microbiológica e presença de patógenos quando comparadas com as propriedades convencionais.

O cultivo orgânico, definido por Santana et al. (2006) como um sistema de produção que evita ou exclui o uso de pesticidas ou agrotóxicos, fertilizantes de composição sintética, reguladoras de crescimento ou outros agentes contaminantes, pode trazer a ideia de que os produtos provenientes desse sistema de cultivo são saudáveis e não apresentam riscos à saúde (ABREU et al., 2010). Porém, o consumo de alimentos oriundos dessa prática pode possibilitar a ocorrência de doenças intestinais, em especial os consumidos crus, como as hortaliças, uma vez que helmintos, protozoários e outros patógenos podem estar presentes nesses alimentos, em virtude principalmente do tipo de adubação (SANTANA et al., 2006; ARBOS et al., 2010; BARTZ, 2015). Portanto, deve-se atentar que o consumo de hortaliças cruas pode ser um meio de transmissão de várias doenças infecciosas (TAKAYANAGUI et al., 2000).

Nesse sentido, o objetivo desse capítulo é relatar um estudo que avaliou os efeitos do uso de compostos e vermicompostos orgânicos na qualidade microbiológica e desenvolvimento da alface, considerando também aspectos químicos e biológicos do solo.

2 Material e métodos

O trabalho foi realizado de acordo com as etapas descritas na Figura 7.1.



Figura 7.1 Fluxograma das etapas do projeto.

2.1 Caracterização dos compostos e vermicompostos

Os adubos orgânicos utilizados foram obtidos por processos de compostagem e vermicompostagem de diferentes resíduos agroindustriais, totalizando 6 (seis) compostos e 2 (dois) vermicompostos.

Para a obtenção desses adubos foram utilizados os seguintes resíduos: lodo proveniente de estação de tratamento de efluentes por sistema de lodo ativado em indústria de produção de laticínios, poda de árvore, cinza de caldeira, dejetos de equino, casca de café, sepilho, palha de arroz e braquiária, que foram compostados (C) e vermicompostados (V) nos seguintes tratamentos:

- C1 – dejetos de equino + casca de café;
- C2 – dejetos de equino + sepilho + braquiária;
- C3 – dejetos de equino + casca de arroz;
- C4 – dejetos de equino + casca de arroz + braquiária;
- C5 – lodo de laticínio + poda de árvore;
- C6 – lodo de laticínio + poda de árvore + cinza de caldeira;
- V1 – lodo de laticínio + poda de árvore;
- V2 – lodo de laticínio + poda de árvore + cinza de caldeira;

A compostagem das camas de equinos, realizada por Gonçalves (2014), saturadas por 14 dias, (C1, C2, C3 e C4) foi realizada por um período de 100 dias em leiras de formato trapezoidal, cada uma com volume inicial de 363 L. As leiras foram montadas em ambiente coberto e com o chão revestido de lona, para que não houvesse o contato direto do material com o solo.

O processo de compostagem do lodo secundário de laticínio (C5 e C6) foi conduzido ao longo de 57 dias em ambiente coberto, para que não houvesse interferência da água pluvial, e em área com chão impermeável. As leiras foram montadas em formato trapezoidal, cada uma com volume inicial de aproximadamente 200 L. Após esse período iniciou-se a vermicompostagem (V1 e V2), realizada em reatores com volume de 25 L, com a inserção de 24 minhocas da espécie *Eisenia foetida* em cada reator (triplicata). A vermicompostagem teve duração de 43 dias.

Os adubos orgânicos obtidos dos processos de compostagem e vermicompostagem, a partir dos diferentes resíduos citados, foram enviados ao Laboratório de Solos do Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR) para análise de macro e micronutrientes. Os resultados da análise são mostrados na Tabela 7.1.

Tabela 7.1 Caracterização de macro e micronutrientes dos adubos orgânicos obtidos por meio dos processos de compostagem e vermicompostagem.

Tratamentos ⁽¹⁾	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	B	Mn
	g kg ⁻¹					mg kg ⁻¹			
C1	29,71	8,30	26,03	20,76	5,84	52,00	168,47	10,39	586,99
C2	27,37	6,20	18,08	18,35	5,08	46,29	206,66	0,00	383,99
C3	12,62	2,52	6,52	5,76	1,89	28,53	129,71	0,00	656,28
C4	17,38	4,35	9,51	9,74	2,98	32,29	157,11	0,56	502,79
C5	29,25	3,09	6,23	18,73	2,73	20,34	53,03	19,41	207,39
C6	15,94	5,99	20,77	114,82	12,40	60,95	91,08	51,31	3271,15
V1	29,56	3,16	10,10	23,50	3,18	20,38	56,00	30,86	276,52
V2	17,94	6,81	13,46	127,48	12,52	60,60	98,85	46,39	3598,10

Nota ⁽¹⁾: C1 – dejetos equinos + casca de café; C2 – dejetos equinos + sepião; C3 – dejetos equinos + casca de arroz; C4 – dejetos equinos + casca de arroz + braquiária; C5 – lodo de laticínio + poda de árvore; C6 – lodo de laticínio + poda de árvore + cinza; V1 – lodo de laticínio + poda de árvore; V2 – lodo de laticínio + poda de árvore + cinza. C – compostagem e V – vermicompostagem.

2.2 Preparação do solo e cultivo da alface

O cultivo da alface foi realizado nas dependências da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Londrina, localizada na Avenida dos Pioneiros, 3131, Jardim Morumbi, município de Londrina-PR (Figura 7.2). O local escolhido encontra-se próximo às Casas de vegetação da Universidade, a 23°18'32,1" S de latitude, 51°07'00,1" W de longitude e altitude média de 610 metros acima do nível do mar.



Figura 7.2 UTFPR Londrina, local onde foi realizado o experimento.

Fonte: Google Maps (2015).

O clima na região, seguindo a classificação de Köppen, é subtropical úmido com verões quentes e tendência de concentração de chuvas no verão, com precipitação média anual entre 1200 e 1400 mm (APARECIDO et al., 2016).

O solo predominante na região é o Latossolo Vermelho distroférico, ocupando 54% da área do município (TRABAQUINI et al., 2010). Amostras de solo do local de cultivo, indicado anteriormente na Figura 7.2, foram coletadas em pontos diferentes do terreno e homogeneizadas. Dessa homogeneização retirou-se uma amostra que foi destorroada, seca ao ar, passada em peneira de malha de 2 mm e encaminhada ao Laboratório de Solos do IAPAR para análise química (Tabela 7.2).

Tabela 7.2 Características químicas do solo (0-20 cm de profundidade) da área de cultivo.

pH	P	C	Al	H + Al	Ca	Mg	K	SB ⁽¹⁾	CTC ⁽²⁾	V ⁽³⁾	SAI ⁽⁴⁾
	mg dm ⁻³	g dm ⁻³	cmol _c dm ⁻³ de solo							%	
5,6	11	8,18	0	3,97	6,5	1,48	0,27	8,25	12,22	67,51	0

Nota: ⁽¹⁾ SB= Soma de bases; ⁽²⁾ CTC= Capacidade de troca de cátions; ⁽³⁾ Saturação por bases; ⁽⁴⁾ Saturação por alumínio.

Realizou-se a calagem do solo para correção de acidez, baseada na equação de necessidade de calagem descrita por Trani (2014), que considera a capacidade de troca catiônica do solo, a saturação por bases do solo, a saturação por bases que se pretende atingir (80%) e o poder real de neutralização total do calcário (80%). Dessa forma, a necessidade de calagem encontrada para o solo da área de cultivo foi de 1,91 ton ha⁻¹.

O cultivo da alface seguiu metodologia indicada por EMBRAPA (2006) com algumas adaptações. O plantio foi realizado em canteiros no solo, conforme indicado para hortaliças folhosas. Foram preparados dois canteiros, cada um com 0,11 m de altura, 1,40 m de largura na base, 1,20 m de largura na crista e 10,1 m de comprimento de base e 9,9 m de comprimento de crista, conforme esquematizado na Figura 7.3. O espaçamento entre cada hortaliça foi de 0,30 m, recomendado por Lúcio et al. (2011) e a área útil de plantio em cada canteiro foi de 8,64 m².

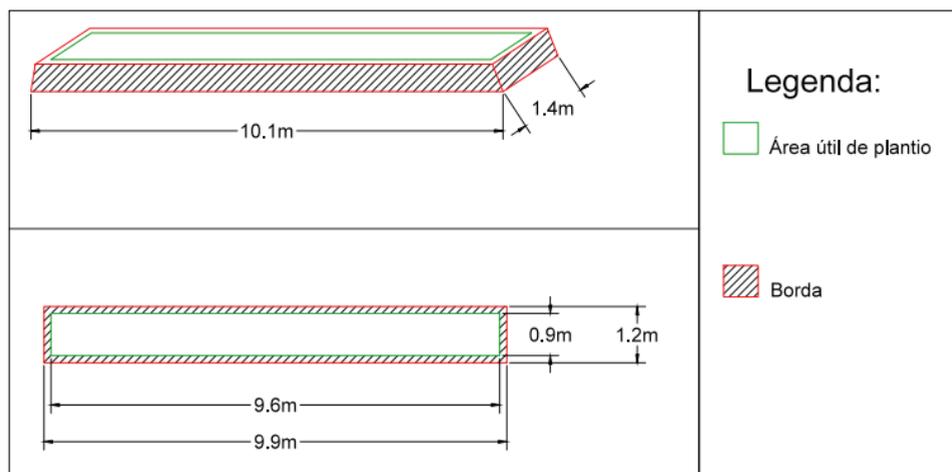


Figura 7.3 Dimensões dos canteiros de plantio.

A alface (*Lactuca sativa* L.) escolhida foi o cultivar Vanda, por apresentar segurança de plantio durante o verão e adaptação às condições tropicais de cultivo, conforme especificações do distribuidor. As mudas foram adquiridas na Chácara Carneiro, localizada no município de Londrina/PR.

Testaram-se dez tratamentos utilizando como adubo orgânico os compostos e vermicompostos já citados, além de um tratamento com fertilizante químico (NPK) e uma testemunha, contendo apenas solo. Os tratamentos foram assim nomeados:

- T0 – testemunha;
- T1 – C1 (dejeito equino + casca de café);
- T2 – C2 (dejeito equino + sepilho + braquiária);
- T3 – C3 (dejeito equino + casca de arroz);
- T4 – C4 (dejeito equino + casca de arroz + braquiária);
- T5 – C5 (lodo de laticínio + poda de árvore);
- T6 – C6 (lodo de laticínio + poda de árvore + cinza de caldeira);
- T7 – V1 (lodo de laticínio + poda de árvore);
- T8 – V2 (lodo de laticínio + poda de árvore + cinza de caldeira);
- T9 – NPK.

Cada tratamento contava com uma parcela útil central com 9 (nove) repetições, número esse considerado como ótimo no cultivo de alface em campo, conforme verificado por Lúcio et al. (2011). Além dessas nove repetições, foram plantadas alfaces na bordadura em todo o contorno de cada canteiro e entre cada tratamento, a fim de evitar o favorecimento de luz solar e vento sobre a parcela útil.

A distribuição dos tratamentos ao longo da área de cultivo (Figura 7.4) foi de forma aleatória, sendo definida por meio de sorteio.

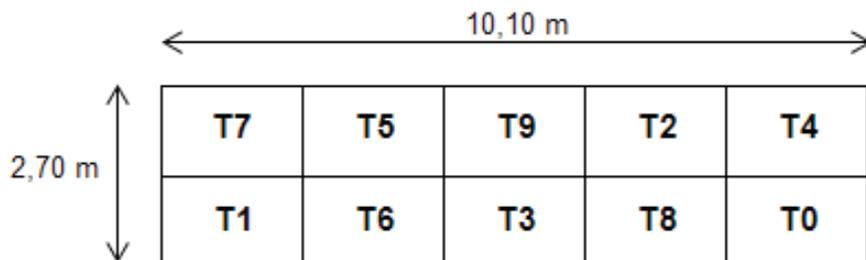


Figura 7.4 Distribuição dos tratamentos nos dois canteiros de plantio de alface.

A quantidade de adubo adicionado às plantas foi determinada de acordo com a necessidade nutricional de nitrogênio da alface para um bom desenvolvimento, que segundo EMATER (2007) é de 80 kg ha^{-1} . Sabendo da necessidade de nitrogênio e conhecendo a quantidade desse nutriente presente em cada um dos compostos, foi calculada a massa de adubo que foi adicionada em cada área útil dos tratamentos. Esses resultados são mostrados na Tabela 7.3.

Tabela 7.3 Quantidade de adubo orgânico para cada tratamento calculado de acordo com a necessidade nutricional de nitrogênio da alface (80 kg ha^{-1}).

Tratamentos ⁽¹⁾	N g kg ⁻¹	Quantidade de adubo orgânico (g) ²
T1	29,71	334,36
T2	27,37	381,01
T3	12,62	688,90
T4	17,38	523,74
T5	29,25	135,36
T6	15,94	277,00
T7	29,56	110,48
T8	17,94	211,37

Nota⁽¹⁾: T1 – dejetos equinos + casca de café; T2 – dejetos equinos + sepilho + braquiária; T3 – dejetos equinos + casca de arroz; T4 – dejetos equinos + casca de arroz + braquiária; T5 – lodo de laticínio + poda de árvore; T6 – lodo de laticínio + poda de árvore + cinza; T7 – lodo de laticínio + poda de árvore (vermicompostagem); T8 – lodo de laticínio + poda de árvore + cinza (vermicompostagem).

Nota⁽²⁾: Quantidade em base úmida.

No tratamento T9, a quantidade de fertilizante químico adicionada seguiu recomendação de Oliveira et al. (2010), que propõem a adição de 40 kg ha⁻¹ de nitrogênio, 60 kg ha⁻¹ de fósforo e 30 kg ha⁻¹ de potássio para produção de alface. Dessa maneira foram adicionadas 42,86 g de NPK 4-14-8 na parcela útil desse tratamento.

A aplicação dos adubos e do fertilizante foi realizada em sulcos abertos manualmente nos canteiros. O plantio foi realizado logo após a adubação.

O cultivo foi realizado por 40 dias, entre os meses de março e abril de 2015. Devido às altas temperaturas características do verão, as alfaces foram irrigadas por sistema de aspersão duas vezes ao dia, sendo elas, às 6:00 horas e às 18:00 horas, períodos em que as temperaturas encontram-se mais amenas. A quantidade total diária de água para irrigação foi de 4,4 mm, valor esse que se baseia na evapotranspiração de referência local, coeficiente de cultivo da alface, cobertura foliar e eficiência de rega por aspersão (BRUNINI, 2000). O sistema de irrigação era acionado automaticamente, por meio de um processo de automação, a fim de garantir a quantidade de água diária necessária para o desenvolvimento da cultura e facilitar o manejo. Para evitar a incidência direta de radiação solar e chuva sobre as plantas, foi instalado no local um telado de sombrite, malha 30% (LEAL, 2005).

2.3 Avaliação do desenvolvimento da cultura

Para avaliar o desenvolvimento da cultura de alface foram analisados os seguintes parâmetros: massa fresca (MF), massa seca (MS), número de folhas (NF), diâmetro médio das cabeças (DC) e crescimento médio das folhas (CF).

Para determinação da massa fresca (MF) e massa seca (MS) da alface, utilizou-se apenas a parte aérea da planta, conforme recomendado por Lúcio et al. (2011). Ao final dos 40 dias de cultivo as plantas foram colhidas, na parte da manhã, e acondicionadas em sacos de papel devidamente identificados. Em seguida as partes aéreas foram separadas do caule com auxílio de um estilete, e pesadas em balança analítica, obtendo-se a MF. Após a pesagem, essas amostras foram levadas para estufa de circulação de ar forçado à temperatura de 65°C por 72 horas (VIDIGAL et al., 1997; LÚCIO et al., 2011). Passado esse período, realizou-se a pesagem das amostras, determinando-se a MS de cada planta.

No 15°, 30° e 40° dia de cultivo foram avaliados em campo os parâmetros de número de folhas (NF), diâmetro médio das cabeças (DC) e crescimento médio das folhas (CF). O NF foi determinado por meio da contagem manual em cada planta (ARAÚJO et al., 2011). Com auxílio de uma régua, o valor de DC foi obtido. O CF foi determinado por meio da medição do colo da planta até o ápice da última folha desenvolvida (ALMEIDA et al., 2011), com auxílio de uma régua.

Para as avaliações de MF, MS, NF, DC e CF foram utilizadas três plantas da parcela útil, escolhidas aleatoriamente por sorteio.

2.4 Avaliação microbiológica da cultura

A avaliação microbiológica da cultura deu-se por meio da análise da presença das bactérias *Escherichia coli* e *Salmonella* sp. Para tal, foram feitas análises em duas etapas, conforme demonstrado na Figura 7.5.

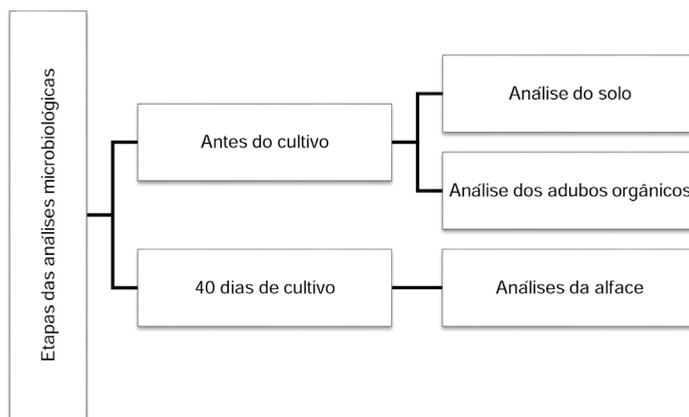


Figura 7.5 Fluxograma das etapas das análises microbiológicas realizadas no solo e nos adubos antes do cultivo e nas alfaces após 40 dias de cultivo.

2.5 Análise do solo e dos adubos orgânicos

A coleta das amostras de solo foi realizada em cinco pontos da área de cultivo, as quais foram homogeneizadas. Dessa homogeneização retirou-se uma amostra para análise (MORAIS et al., 2011). As amostras de solo e de adubo foram coletadas, acondicionadas em sacos plásticos estéreis e levadas ao Laboratório de Microbiologia da UTFPR, câmpus Londrina. Pesaram-se 10 g de cada amostra, que foram colocadas em erlenmeyers contendo 90 mL de solução salina, obtendo-se uma diluição de 10^{-1} (SANTOS et al., 2006). Dessa diluição foi transferida uma alíquota de 0,1 mL para placas contendo meio de cultura seletivo para cada tipo de microrganismo de interesse (*Salmonella* e *Escherichia coli*). Essa alíquota foi espalhada no meio com auxílio de swab estéril. Em seguida, as placas foram incubadas invertidas por 24 horas. Os meios utilizados, suas temperaturas de incubação e a coloração típica das colônias de interesse são mostrados no Quadro 7.1. As colônias que apresentaram coloração típica foram submetidas a testes morfotintoriais (coloração de Gram) e bioquímicos de identificação (TSI - Tríplice

Açúcar Ferro e Citrato de Simmons para *Salmonella* e Citrato de Simmons para *Escherichia coli*).

Quadro 7.1 Meios de cultura, microrganismos de interesse, temperatura de incubação e coloração típica das colônias.

Meio de cultura	Microrganismo	Temperatura de incubação (°C)	Coloração típica da colônia
Ágar MFC	<i>Coliformes termotolerantes</i>	45(±1)	Azul escuro
Ágar MacConkey	<i>Salmonella sp</i>	36(±1)	Rosa claro a transparente

2.6 Análise da alface

A avaliação da presença das bactérias na alface foi realizada seguindo a metodologia descrita por Silva, Junqueira e Silveira (2007), com adaptações. Aos 40 dias de cultivo foram analisadas três plantas da parcela útil de cada tratamento, sendo que a partir delas formou-se uma amostra composta. As plantas foram escolhidas de forma aleatória por meio de sorteio.

As hortaliças foram colhidas, acondicionadas em sacos plásticos estéreis, colocadas em caixa térmica com temperatura inferior a 10°C e encaminhadas ao Laboratório de Microbiologia da UTFPR, câmpus Londrina. As análises foram iniciadas no mesmo dia da colheita.

Primeiramente, foram retiradas as folhas mais externas das plantas que apresentavam murchidão e machucados, as quais seriam descartadas pelo consumidor. Para o processamento inicial foram pesados 25 g de cada amostra, retiradas de diferentes partes da alface, e colocadas em 225 mL de água peptonada 0,1% estéril. Em seguida, estas foram homogeneizadas durante 30 segundos. O homogeneizado corresponde à diluição 10^{-1} da qual se procedeu com as análises de Coliformes totais (CT) e termotolerantes (CTT). Para a análise de *Salmonella sp.* as amostras homogeneizadas foram incubadas durante 24 horas a 36°C(±1).

Para a análise de CT e CTT utilizou-se a Técnica do Número Mais Provável (NMP), série de três tubos (SILVA; JUNQUEIRA; SILVEIRA, 2007). Para a prova presuntiva utilizou-se o homogeneizado (diluição 10^{-1}). A partir desta diluição foram obtidas as diluições 10^{-2} e 10^{-3} , também em água peptonada 0,1%. Com uma pipeta estéril adicionaram-se porções de 1mL das respectivas diluições 10^{-1} , 10^{-2} e 10^{-3} em uma série de três tubos contendo 9 mL de caldo Lactose com tubos de Durhan invertidos. Os tubos foram incubados a 35°C(±1) por 24 horas. Em caso de turbidez do meio e produção de gás observada no tubo de Durhan

(considerada como positivo), foram realizados os testes confirmativos de CT e posteriormente para CTT.

A partir de cada tubo positivo de caldo Lactose (um por diluição), foi realizada a prova confirmativa de CT, na qual foi transferida uma alçada para três tubos contendo Caldo Verde Brilhante Bile 2% (CVBB) com tubos de Durhan invertidos, os quais foram incubados a 35°C(±1) por 24 horas. A presença de gás no tubo de Durhan e a turbidez do meio indica a positividade do tubo para a presença de CT. O cálculo do NMPg⁻¹ foi determinado com o auxílio da tabela de NMP- série de três tubos (SILVA; JUNQUEIRA; SILVEIRA, 2007).

Dos tubos positivos contendo CVBB, foi realizado teste confirmativo para Termotolerantes, transferindo-se uma alçada do caldo CVBB para tubos contendo 9mL de caldo E.C., com tubos de Durhan invertidos. Posteriormente, os tubos foram incubados a 45°C(±1) por 24 horas e a turbidez com a produção de gás no tubo de Durhan indicava o resultado positivo para CTT. Os tubos positivos foram determinados pela tabela de NMP (SILVA; JUNQUEIRA; SILVEIRA, 2007).

Para avaliação da presença de *E. Coli* retirou-se uma alçada de amostra dos tubos positivo de E.C. e semeado por técnica de esgotamento em placas de Petri contendo Ágar MFC, que foram incubadas a 36°C(±1) por 24 horas. As colônias típicas (cor azul escuro) foram submetidas a testes morfotintoriais (coloração de Gram) e bioquímicos de identificação (Citrato de Simmons) para confirmação. Foram considerados positivos para *E. Coli* os resultados que apresentaram teste de Citrato negativos (sem mudança de cor), coloração vermelha para Gram negativo e morfologia de bacilo.

Para a averiguação da presença de *Salmonella sp.* as amostras passaram pelas seguintes etapas: pré-enriquecimento, enriquecimento seletivo, plaqueamento diferencial, seleção das colônias para confirmação e confirmação bioquímica. Para tal, transferiu-se 1mL do homogeneizado para tubos contendo 9 mL de caldo tetratio-nato, o qual foi incubado por 24 horas a 37°C(±1). Após o período de incubação o caldo foi semeado por esgotamento em placas de Petri contendo Ágar MacConkey e, posteriormente, as mesmas foram incubadas a 36°C(±1) por 24 horas. As colônias que apresentaram resultados típicos (coloração rosa clara a transparente) foram, posteriormente, submetidas a testes morfotintoriais (coloração de Gram) e bioquímicos de identificação (TSI - Tríplice Açúcar Ferro e Citrato de Simmons). Foram considerados positivos para *Salmonella sp.* morfologia de bacilo com coloração vermelha para Gram negativo, teste TSI e Citrato positivos (com mudança de coloração).

2.7 Análise do solo: determinação de C_{org} pelo método Walkley-Black

Antes do plantio das alfices foram coletadas amostras de solo do local em diferentes pontos do terreno e homogeneizadas. Dessa homogeneização retirou-se

uma amostra que foi destorroada, seca ao ar e passada em peneira de malha de 2 mm (TFSA). Após o cultivo coletaram-se amostras de cada parcela dos dez tratamentos, que passaram pelo mesmo processo que o solo no pré-plantio.

A determinação de C_{org} seguiu metodologia descrita por IAPAR (1992), em que 1,0 cm³ de TFSA foi transferido para um erlenmeyer de 250 mL. Em seguida foram adicionadas 10 mL de solução de dicromato de potássio 1N e 10 mL de ácido sulfúrico concentrado. Após 30 minutos esfriando foram adicionadas 50 mL de água destilada, 3mL de ácido fosfórico concentrado e 0,5 mL de indicador difenilamina 1%. Posteriormente, procedeu-se a titulação com solução de sulfato ferroso 1N até coloração verde.

2.8 Análise estatística

Ao final de todo o experimento, os resultados para os parâmetros relacionados ao desenvolvimento da alface e aos parâmetros microbiológicos foram analisados estatisticamente, a fim de verificar se houve diferença significativa entre os tratamentos. Realizou-se análise de variância ao nível de 5% de significância e utilizou-se o teste de comparação de médias de Scott-Knott.

3 Resultados e discussão

3.1 Análise do solo e dos adubos orgânicos

Na Tabela 7.4 são mostradas as quantidades de macro e micronutrientes incorporados ao solo com a adição dos adubos orgânicos.

Tabela 7.4 Quantidade de macro e micronutrientes incorporados ao solo com a adição dos adubos orgânicos.

Tratamentos ⁽¹⁾	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	B	Mn
	g					mg			
T1	12,96	2,78	8,70	6,94	1,95	17,39	56,33	3,47	196,27
T2	12,96	2,36	6,89	6,99	1,94	17,64	78,74	0,00	146,31
T3	12,96	1,74	4,49	3,97	1,30	19,65	89,36	0,00	452,11
T4	12,96	2,28	4,98	5,10	1,56	16,91	82,29	0,29	263,34
T5	12,96	0,42	0,84	2,54	0,37	2,75	7,18	2,63	28,07

Continua

Tabela 7.4 Quantidade de macro e micronutrientes incorporados ao solo com a adição dos adubos orgânicos.
(Continuação)

Tratamentos ⁽¹⁾	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	B	Mn
	g					mg			
T6	12,96	1,66	5,75	31,81	3,43	16,88	25,23	14,21	906,13
T7	12,96	0,35	1,12	2,60	0,35	2,25	6,19	3,41	30,55
T8	12,96	1,44	2,85	26,95	2,65	12,81	20,89	9,81	760,55

Nota ⁽¹⁾: T1 – dejetos equino + casca de café; T2 – dejetos equino + sepião + braquiária; T3 – dejetos equino + casca de arroz; T4 – dejetos equino + casca de arroz + braquiária; T5 – lodo de laticínio + poda de árvore; T6 – lodo de laticínio + poda de árvore + cinza; T7 – lodo de laticínio + poda de árvore (vermicompostagem); T8 – lodo de laticínio + poda de árvore + cinza (vermicompostagem).

Considerando que a quantidade de adubação necessária ao desenvolvimento da alface foi calculada com base na necessidade de nitrogênio, pode-se observar que a quantidade dos demais nutrientes variou de acordo com a composição dos compostos.

A alface é muito exigente em nutrientes, principalmente potássio, nitrogênio, cálcio e fósforo, não podendo se desprezar a importância dos demais (YURI, 2004). Segundo Fanquim e Andrade (2004) as exigências nutricionais das hortaliças obedecem a seguinte ordem crescente: K>N>Ca>Mg>P=S (macronutrientes) e Fe>Mn>Zn>B>Cu>Mo (micronutrientes). Em relação aos macronutrientes, nenhum tratamento obedeceu à ordem crescente, sendo que o nitrogênio foi predominante em todos eles, com exceção de T6 e T8, que devido à presença de cinza, teve predominância de cálcio em sua composição, e de magnésio em relação ao fósforo. O potássio apresentou-se em maior quantidade que o cálcio apenas em T1 e T3. Em relação aos micronutrientes, o manganês foi predominante em todos os tratamentos e se apresentou em maior quantidade em T6 e T8, também em virtude da presença de cinzas. Os tratamentos T5 e T7, que possuem a mesma composição que T6 e T8, porém sem cinza, foram os que apresentaram as menores quantidades de manganês em relação aos demais tratamentos. Sobre os tratamentos a base de dejetos de equino, a presença de casca de arroz em T3 e T4 influenciou na maior quantidade de manganês em comparação a T1 e T2. A predominância de boro em relação ao cobre ocorreu apenas em T7.

Pode-se observar que os compostos a base de dejetos de equino (T1, T2, T3 e T4) apresentaram maior quantidade de fósforo do que os demais, com lodo de laticínio (T5, T6, T7 e T8). Os adubos a base de lodo de laticínio sem adição de

cinza (T5 e T7) apresentaram as menores quantidades de fósforo, potássio, cálcio, magnésio, cobre, zinco e manganês, em relação aos demais tratamentos.

Na Tabela 7.5 são apresentados os parâmetros analisados no solo nos períodos de pré e pós-plantio, visando observar a dinâmica dos nutrientes.

Tabela 7.5 Características químicas do solo (0-20 cm de profundidade) da área de cultivo antes e após o plantio.

Tratamentos ⁽¹⁾	pH	N	P	C	Al	H + Al	Ca	Mg	K	SB ⁽³⁾	T ⁽⁴⁾	V ⁽⁵⁾	SAI ⁽⁶⁾
		g kg ⁻¹	mg dm ⁻³	g dm ⁻³	cmolc dm ⁻³ de solo								%
Pré-plantio													
Solo	5,60	⁽²⁾	11,00	8,18	0,00	3,97	6,50	1,48	0,27	8,25	12,22	67,51	0,00
Pós-plantio													
T0	6,40	1,26	11,40	6,74	0,00	2,18	8,42	1,68	0,61	10,71	12,89	83,06	0,00
T1	6,70	1,67	21,10	6,66	0,00	2,03	8,80	1,85	1,65	12,30	14,53	85,83	0,00
T2	6,90	1,65	16,30	7,36	0,00	1,88	10,20	1,64	0,47	12,31	14,19	86,75	0,00
T3	6,80	1,27	40,10	9,89	0,00	2,03	9,47	1,93	1,01	12,41	14,44	85,94	0,00
T4	6,90	1,24	16,70	9,70	0,00	1,88	9,55	1,60	0,41	11,56	13,44	86,01	0,00
T5	7,00	1,68	12,20	8,14	0,00	1,88	9,10	1,43	0,44	10,97	12,85	65,36	0,00
T6	6,80	1,24	15,60	4,79	0,00	1,88	9,55	1,60	1,05	12,20	14,08	86,64	0,00
T7	6,90	1,23	15,50	7,40	0,00	1,88	9,50	1,60	0,38	11,48	13,36	85,92	0,00
T8	7,00	1,26	26,00	6,07	0,00	1,75	9,55	1,80	1,01	12,16	13,91	85,41	0,00
T9	7,00	1,27	17,10	7,16	0,00	1,88	9,70	1,52	0,50	11,72	13,60	86,17	0,00

Nota: ⁽¹⁾ T0- solo; T1 - dejetto equino + casca de café; T2 - dejetto equino + sepilho + braquiária; T3 - dejetto equino + casca de arroz; T4 - dejetto equino + casca de arroz + braquiária; T5 - lodo de laticínio + poda de árvore; T6 - lodo de laticínio + poda de árvore + cinza; T7 - lodo de laticínio + poda de árvore (vermicompostagem); T8 - lodo de laticínio + poda de árvore + cinza (vermicompostagem); T9- NPK.

Nota: ⁽²⁾ Não foi realizada análise para esse parâmetro.

Nota: ⁽³⁾ SB= Soma de bases; ⁽⁴⁾ T= Capacidade de troca de cátions; ⁽⁵⁾ V= Saturação por bases; ⁽⁶⁾ SAI= Saturação por alumínio.

Pode-se verificar que a calagem proporcionou aumento do pH em todos os tratamentos, que variou entre 6,40 (T0) e 7,00 (T5, T8 e T9), faixa essa que encontra-se adequada (entre 6,00 e 7,00) para o cultivo de alface conforme Malavolta (1979). O aumento do pH afetou diretamente na redução da acidez trocável (H+Al), devido à diminuição de íons H⁺ no solo.

Por meio da Tabela 7.5 pode-se observar que houve aumento no teor de fósforo em T0. Isso pode ter ocorrido devido à calagem do solo, pois, conforme constatado por Mello et al. (1999) ao analisar os efeitos da calagem nos teores de fósforo em solos de várzeas, essa prática promove o aumento do teor desse nutriente. De acordo com Malavolta (1967; 1979) e Alcarde, Guidolin e Lopes (1998) a completa absorção do fósforo pelas plantas ocorre com pH do solo entre 6,5 e 7,0. Apenas em T0 o pH estava abaixo dessa faixa, variando entre 5,6 e 6,4 do início ao final do plantio, faixa em que a absorção de fósforo varia entre 40 e 67,5% (ALCARDE; GUIDOLIN; LOPES, 1998).

A adição de cálcio e magnésio no solo por meio da calagem e, em menor proporção, pelos adubos e fertilizante químico, contribuiu para o aumento da saturação por bases, exceto em T5. Esse aumento também foi observado por Hernandez e Silveira (1998) ao cultivar milho com adição de CaCO₃, MgO e doses de potássio. O uso de composto orgânico proveniente de resíduo sólido urbano proporcionou aumento médio de 39% na saturação de bases de solos ácidos, conforme relatado por Abreu Jr, Muraoka e Oliveira (2001). A adição desses nutrientes também contribuiu para o aumento da soma de bases em todos os tratamentos. Santos, Casali e Conde (2001) verificaram que a aplicação de diferentes doses de adubo orgânico a base de cama de aviário proporcionou aumento proporcional na soma de bases do solo.

Segundo Lopes e Guilherme (1992) a capacidade de troca de cátions (CTC) do solo entre 6 a 25 cmol_cdm⁻³ implica em alta porcentagem de argila e matéria orgânica e maior capacidade de reter nutrientes e umidade, fatores importantes para o desenvolvimento das plantas. Por meio da Tabela 7.5 pode-se notar que a CTC do solo encontrava-se adequada para cultivo e que a calagem e a adição dos adubos elevaram os valores de CTC. Camargo, Castro e Vieira (1997) observaram que além do aumento da CTC, a calagem propiciou aumento do pH, da soma de bases e do teor de fósforo, além de diminuir o teor de alumínio. Ao avaliarem o efeito residual da adubação com composto orgânico em alface, Santos, Casali e Conde (2001) constataram que a aplicação de fertilizante químico (NPK 4-14-8) não apresentou efeito residual no solo, diferente do composto orgânico, que propiciaram efeito residual progressivo da CTC do solo com o aumento das doses aplicadas. Abreu Jr, Muraoka e Oliveira (2001) relataram que o uso de composto orgânico de resíduo sólido urbano aumentou em 42% a CTC de solos ácidos.

A quantidade de alumínio e a saturação por alumínio no solo não foram alteradas pela adição dos adubos e do fertilizante. Isso pode ser considerado benéfico, visto que o alumínio em solos ácidos é um dos principais responsáveis pela baixa produtividade das culturas, constituindo um fator limitante ao crescimento das plantas (MIGUEL et al., 2010).

3.2 Cultivo da alface

3.2.1 Avaliação do desenvolvimento da cultura

Na Figura 7.6 são apresentados os resultados de massa fresca (MF) e massa seca (MS) das alfaces após o período de cultivo.

A partir da Figura 7.6 é possível perceber que houve efeitos distintos na produção de massa fresca e massa seca em relação aos tipos de adubos orgânicos utilizados. Os tratamentos T2 e T4, ambos com dejetos de equino e braquiária em sua composição, apresentaram resultado superior aos compostos de lodo de laticínio em relação ao parâmetro MF. Além disso, esses tratamentos mostraram resultado semelhante a T9 (NPK). Segundo Silva, Bôas e Silva (2010) o parâmetro massa fresca é o que melhor define a produção vegetal da alface, que é comercializada *in natura*.

Santi et al. (2010), ao cultivarem alface com esterco bovino e serragem, obtiveram massa fresca de 116,61 g planta⁻¹, que se aproxima do valor encontrado para T4 (120,0 g planta⁻¹).

Villas Bôas et al. (2004) ao utilizarem composto a base de esterco de galinha e casca de eucalipto no cultivo de alface obtiveram massa fresca de 88,5 g planta⁻¹, resultado esse que é maior que os tratamentos à base de lodo de laticínio e T2 (67,75 g planta⁻¹), e menor que T4 (120,02 g planta⁻¹) e T9 (97,64 g planta⁻¹). Os mesmos autores obtiveram massa seca de 7,5 g planta⁻¹, resultado superior a todos os tratamentos desse estudo.

Com exceção de T0, pode-se observar que os tratamentos com menor produção de massa fresca, T5 (23,19 g planta⁻¹), T3 (24,48 g planta⁻¹) e T7 (32,89 g planta⁻¹), foram aqueles que apresentaram os compostos com as menores quantidades de fósforo no pré-plantio (Tabela 7.1). O mesmo comportamento foi encontrado por Figueiredo et al. (2012) ao cultivarem alface com esterco de ovino.

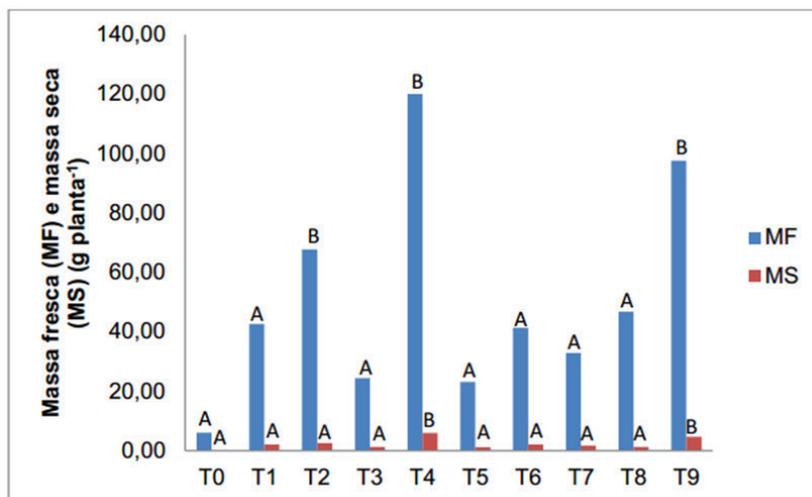


Figura 7.6 Massa fresca e massa seca das alfices cultivadas.

Nota ⁽¹⁾: Letras iguais significam semelhança estatística entre os tratamentos ao se comparar o mesmo parâmetro, ao nível de 5% de significância pelo teste Scott-Knott.

Nota ⁽²⁾: T0- solo; T1 – dejetos equinos + casca de café; T2 – dejetos equinos + sepilho + braquiária; T3 – dejetos equinos + casca de arroz; T4 – dejetos equinos + casca de arroz + braquiária; T5 – lodo de laticínio + poda de árvore; T6 – lodo de laticínio + poda de árvore + cinza; T7 – lodo de laticínio + poda de árvore (vermicompostagem); T8 – lodo de laticínio + poda de árvore + cinza (vermicompostagem); T9 – NPK.

Segundo Peixoto e Peixoto (2009) a massa seca é um parâmetro muito utilizado quando se está interessado em produtividade, pois demonstra o valor real da massa da planta. Para a massa seca, apenas T4 mostrou-se superior aos demais tratamentos compostos por adubos orgânicos e semelhante ao fertilizante químico. Todos os tratamentos mostraram incremento de MS superior em relação à testemunha, como observado também por Oliveira et al. (2014) e Santos et al. (1994).

A presença de cinza, bem como o processo de produção do adubo orgânico (compostagem e vermicompostagem) nos tratamentos T5, T6, T7 e T8, não resultou em diferença estatística significativa nos parâmetros MF e MS. Porém, por meio da Tabela 7.4 pode-se constatar que o processo de vermicompostagem aumentou os teores de macronutrientes em T7 e T8, contribuindo para maior produção de MF (32,89 e 46,81 g planta⁻¹) e MS (1,74 e 1,26 g planta⁻¹) nesses tratamentos, quando comparados a T5 (MF= 23,19 g planta⁻¹ e MS= 1,21 g planta⁻¹) e T6 (MF= 41,36 g planta⁻¹ e MS= 2,12 g planta⁻¹), com exceção do parâmetro MS em T6.

Em relação à presença de cinza, percebe-se que sua incorporação em T6 e T8 aumentou os teores de manganês, que foram os maiores em relação aos demais tratamentos (Tabela 7.4). Já T5 e T7 apresentaram os menores teores desse nutriente, mostrando que os compostos à base de lodo de laticínio são pobres em manganês. Esse fato fez com que a produção de MF e MS em T6 e T8 fosse maior que em T5 e T7. Além disso, a elevação do pH para faixa neutra não permitiu que alto teor de manganês apresentasse efeito tóxico às alfaces, pois, segundo Malavolta (1967), solos ácidos favorecem o acúmulo do manganês no solo até atingir nível tóxico.

Peixoto e Peixoto (2009) afirmam que as folhas são o centro de produção de matéria seca através da fotossíntese, sendo o restante da planta dependente da exportação dessa fitomassa. Isso pode ser observado em todos os tratamentos, visto que o número de folhas foi proporcional ao de matéria seca, como mostrado nas Figuras 7.6 e 7.7.

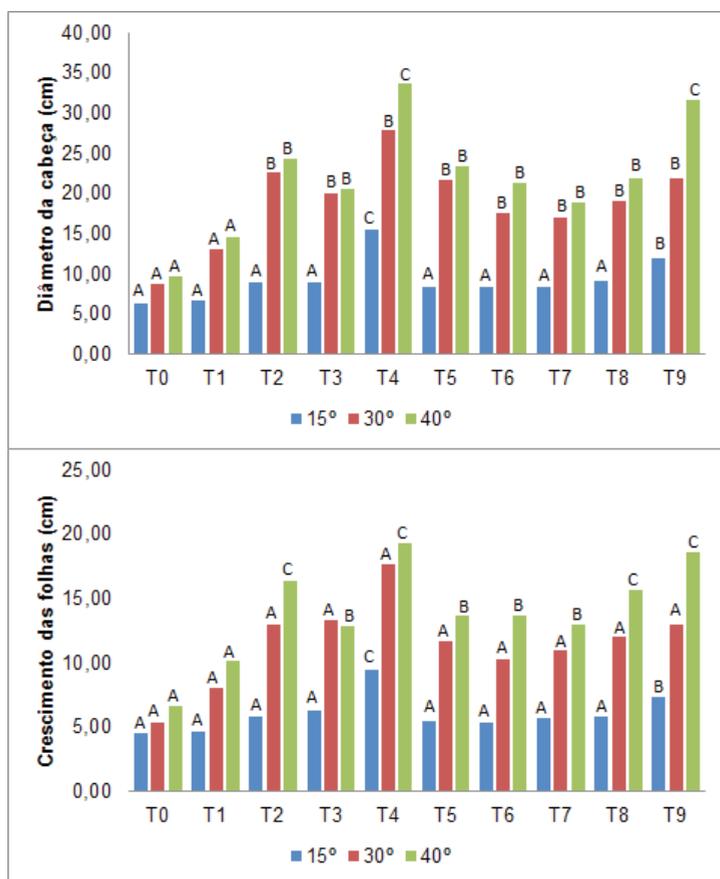


Figura 7.7 Parâmetros do desenvolvimento da cultura ao longo do período de plantio. (Continua)

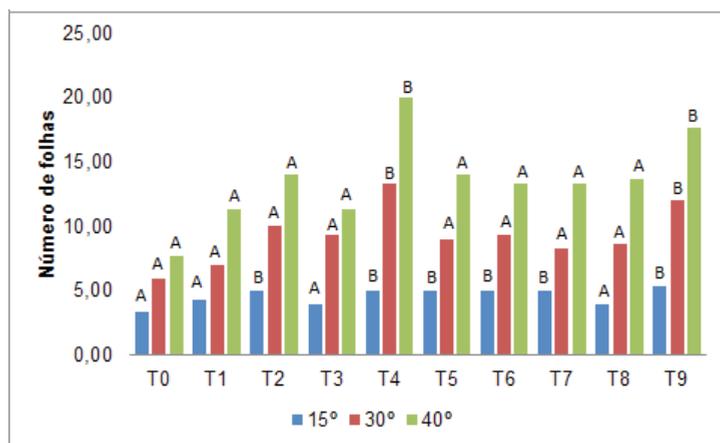


Figura 7.7 Parâmetros do desenvolvimento da cultura ao longo do período de plantio. (Continuação)

Nota ⁽¹⁾: Letras iguais significam semelhança estatística entre os tratamentos ao se comparar a mesma data, ao nível de 5% de significância pelo teste Scott-Knott.

Nota ⁽²⁾: T0- solo; T1 - dejetos equinos + casca de café; T2 - dejetos equinos + sepilho + braquiária; T3 - dejetos equinos + casca de arroz; T4 - dejetos equinos + casca de arroz + braquiária; T5 - lodo de laticínio + poda de árvore; T6 - lodo de laticínio + poda de árvore + cinza; T7 - lodo de laticínio + poda de árvore (vermicompostagem); T8 - lodo de laticínio + poda de árvore + cinza (vermicompostagem); T9 - NPK.

A partir da Figura 7.7 é possível perceber que a superioridade nos resultados de crescimento, diâmetro da cabeça e número de folhas foram para os tratamentos T4 e T9 (em relação aos demais). Ricci et al. (1994) ao cultivarem alface com composto e vermicomposto com a mesma composição, e uma testemunha com fertilização química, obtiveram respostas semelhantes entre os tratamentos nos parâmetros avaliados. Já Oliveira et al. (2010) observaram maior rendimento de número de folhas no cultivo orgânico em relação ao convencional.

Os maiores valores de diâmetro da cabeça, crescimento e número de folhas ocorreram nos tratamentos T4 e T9, fato esse que refletiu em maior massa fresca, mostrando-se mais atrativos para o comércio. Segundo Araújo et al. (2011) o maior número de folhas na alface com maior área foliar, maior massa fresca estão relacionados à maior produtividade, fato esse que foi observado nesses tratamentos.

Morales et al. (2013) ao utilizarem vermicomposto com casca de arroz em sua composição no cultivo de alface obtiveram maior número de folhas quando comparados com os tratamentos sem a presença desse material. Em T4, que possui casca de arroz, o número de folhas ao final do cultivo foi igual a 20, próximo aos valores médios encontrados por esses autores (20,7 e 18,4).

Santi et al. (2010) ao cultivarem alface com aplicação de adubo à base de esterco e serragem obtiveram massa fresca (177,69 g), diâmetro (25,45 cm) e número de folhas (23,58) próximos aos resultados encontrados em T4 (MF=120,02 g planta⁻¹, DC=19,3 cm e NF=20) e T9 (MF=97,64 g planta⁻¹, DC=31,7 cm e NF=17,7).

Em relação ao crescimento das folhas as melhores respostas foram em T4 (20,0 cm), T9 (18,7 cm) e T2 (16,3 cm). Oliveira et al. (2010) encontraram crescimento de 22,3 cm para o cultivo orgânico e 16,8 cm para o mineral.

Pode-se observar que os tratamentos contendo lodo de laticínio e poda de árvore apresentaram resultados inferiores em relação aos demais em todos os parâmetros. Kiehl (1985) afirma que a decomposição da madeira libera compostos que podem causar danos às plantas, fato esse que pode ter contribuído para esse resultado. Além disso, a menor resposta desses adubos pode ter ocorrido devido à mineralização insuficiente, diminuindo a nutrição para as plantas, como relatado também por Vidigal et al. (1997) ao utilizarem diferentes adubos no cultivo de alface.

A resposta da alface em relação aos diferentes compostos utilizados mostra que a sua composição interfere diretamente na produção e desenvolvimento da hortaliça, fato esse observado também por Silva, Bôas e Silva (2010) ao cultivarem alface com compostos orgânicos com diferentes composições.

Os tratamentos com presença de cinza, T6 e T8, apresentaram os maiores teores de manganês no pré-plantio (Tabela 7.5). Apesar de ser tóxico às plantas, esse elemento não contribuiu para o baixo desenvolvimento das plantas (Figura 7.9). A calagem realizada no solo antes do plantio pode ter influenciado nesse resultado ao eliminar o efeito tóxico do manganês.

A testemunha, sem adubação, apresentou os menores resultados em todos os parâmetros de desenvolvimento avaliados. De acordo com a Lei dos Mínimos de Liebig, citada por Alcarde, Guidolin e Lopes (1998), o máximo de produção depende do fator de crescimento que se encontra à disposição da planta em menor quantidade. Portanto, pode-se inferir que a pequena quantidade de potássio no solo (0,27 cmol_cdm⁻³) influenciou nesse resultado, em vista que o potássio é um dos nutrientes essenciais para o desenvolvimento de plantas, incluindo a alface.

3.3 Avaliação microbiológica da cultura

3.3.1 Análise do solo e dos adubos orgânicos

Na Figura 7.8 são mostrados os resultados encontrados nas análises microbiológicas do solo e dos compostos antes do plantio.

Apenas os tratamentos T4 (dejeito equino + casca de arroz + braquiária), T5 (lodo de laticínio + poda de árvore) e T8 (lodo de laticínio + poda de árvore + cinza) apresentaram contaminação por coliformes termotolerantes (CTT). Considerando que T4 atingiu temperatura adequada à sanitização de microrganismos patogênicos durante o processo de compostagem e T5 e T8 não possuíam em suas composições resíduos com patógenos, já que *E.coli* é um CTT presente no intestino de animais de sangue quente, essa contaminação pode ter ocorrido devido ao local de armazenamento dos compostos, onde havia circulação de cães e ratos.

Em relação à *Salmonella sp* nenhum dos tratamentos apresentou contaminação. Abreu et al. (2010) não detectaram contaminação por *Salmonella sp* e coliformes termotolerantes no adubo orgânico utilizado na produção de alface.

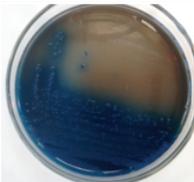
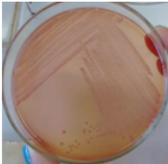
CTT e <i>Escherichia coli</i>		<i>Salmonella</i>	
Controle Positivo		Controle Positivo	
			
Meio MFC	Teste do Citrato	Meio MacConkey	Teste TSI
			
	Coloração de Gram		Coloração de Gram
Tratamento	Resultado	Tratamento	Resultado
T0	Negativo	T0	Negativo
T1	Negativo	T1	Negativo
T2	Negativo	T2	Negativo
T3	Negativo	T3	Negativo
T4	Positivo	T4	Negativo
T5	Positivo	T5	Negativo
T7	Negativo	T7	Negativo
T8	Positivo	T8	Negativo

Figura 7.8 Controle positivo e resultados encontrados para *Escherichia coli* e *Salmonella* no pré-plantio.

Nota ⁽¹⁾: T0- solo; T1 – dejeito equino + casca de café; T2 – dejeito equino + sepilho + braquiária; T3 – dejeito equino + casca de arroz; T4 – dejeito equino + casca de arroz + braquiária; T5 – lodo de laticínio + poda de árvore; T6 – lodo de laticínio + poda de árvore + cinza; T7 – lodo de laticínio + poda de árvore (vermicompostagem); T8 – lodo de laticínio + poda de árvore + cinza (vermicompostagem).

3.3.2 Análise das alfices

Após a semeadura das amostras em Ágar MacConkey, todos os tratamentos apresentaram coloração típica para *Salmonella sp*. Porém, por meio do teste bioquímico TSI pode-se constatar que não havia contaminação por esse microrganismo em nenhum dos tratamentos, atendendo ao estabelecido pela RDC n°12 da ANVISA (ANVISA, 2001).

Abreu et al. (2010) não encontraram contaminação por *Salmonella sp* ao cultivarem alface adubada com diferentes resíduos orgânicos e com fertilizante químico. O mesmo resultado foi obtido por Abreu (2008) ao cultivar alface em tratamentos com fertilizante químico, composto orgânico, dejetos de galinha, dejetos bovinos e húmus de minhoca. Já Nakagawa et al. (2014) ao estudarem a contaminação microbiológica em vegetais folhosos provenientes de agricultura familiar, detectaram a presença de *Salmonella sp* em 29% das amostras analisadas.

Na Tabela 7.6 são mostrados os resultados para análise de coliformes totais (CT) e coliformes termotolerantes (CTT) nas alfaces.

Tabela 7.6 NMP/g para coliformes totais (CT) e termotolerantes (CTT) e intervalo de confiança ao nível de 95% de probabilidade.

Tratamentos ¹	Coliformes totais			Coliformes termotolerantes		
	NMP/g	Intervalo de confiança (95%)		NMP/g	Intervalo de confiança (95%)	
		Mínimo	Máximo		Mínimo	Máximo
T0	0	0	9,5	0	0	9,5
T1	21	4,5	42	0	0	9,5
T2	23	4,6	94	0	0	9,5
T3	>1100	420		0	0	9,5
T4	240	42	1000	0	0	9,5
T5	240	42	1000	0	0	9,5
T6	>1100	420	–	0	0	9,5
T7	1100	180	4100	0	0	9,5
T8	460	90	2000	460	90	2000
T9	240	42	1000	0	0	9,5

Nota ⁽¹⁾: T0- solo; T1 – dejetos equinos + casca de café; T2 – dejetos equinos + sepilho + braquiária; T3 – dejetos equinos + casca de arroz; T4 – dejetos equinos + casca de arroz + braquiária; T5 – lodo de laticínio + poda de árvore; T6 – lodo de laticínio + poda de árvore + cinza; T7 – lodo de laticínio + poda de árvore (vermicompostagem); T8 – lodo de laticínio + poda de árvore + cinza (vermicompostagem); T9- NPK.

Com exceção de T0, todos os tratamentos apresentaram presença de coliformes totais. Porém, ao avaliar a presença de termotolerantes observa-se que isso ocorreu apenas em T8 e com um valor acima do limite permitido pela RDC nº12 da ANVISA (ANVISA, 2001) para hortaliças consumidas *in natura* (10^2 NMP g^{-1}).

Abreu (2008) verificou que 13,3% da alface cultivada com composto orgânico apresentava contaminação por coliformes termotolerantes. Porém, o autor afirma que essa contaminação ocorreu devido à contaminação da água de irrigação, pois na análise feita no composto antes do plantio não foi constatada a contaminação por esses microrganismos. Além da contaminação pela água, Arbos et al. (2010) relacionaram a contaminação por *Salmonella sp* e coliformes termotolerantes de alface sob cultivo orgânico ao emprego de adubos sem tempo de compostagem adequado. Santana et al. (2006) detectaram contaminação por *Salmonella sp* e coliformes termotolerantes em todas as amostras de alface sob cultivo orgânico.

Em relação à *Escherichia coli*, apesar dos testes realizados confirmarem a presença de coliformes termotolerantes, por meio dos testes bioquímicos e coloração de Gram não foi confirmada a presença desse microrganismo nas alfaces. Isso mostra que a contaminação que havia nos compostos dos tratamentos T4, T5 e T8 não foi transferida para as alfaces produzidas. Como os adubos foram incorporados ao solo antes do plantio, apenas as raízes da planta tiveram contato com esses adubos contaminados, o que justifica a não contaminação da parte aérea da planta.

Lotto (2008) detectou índices médios de contaminação por *E.coli* em alface sob cultivo orgânico, com variação de 8 a 102 NMP g^{-1} . Já no cultivo convencional essa variação foi de 11 a 51 NMP g^{-1} .

Santana et al. (2006) identificaram contaminação por *E.coli* em alface em diferentes sistemas de cultivo em duas de 60 amostras analisadas.

3.4 Carbono orgânico (C_{ORG}) e matéria orgânica do solo

Na Figura 7.9 são mostrados os teores de carbono orgânico no solo antes e depois do período de cultivo.

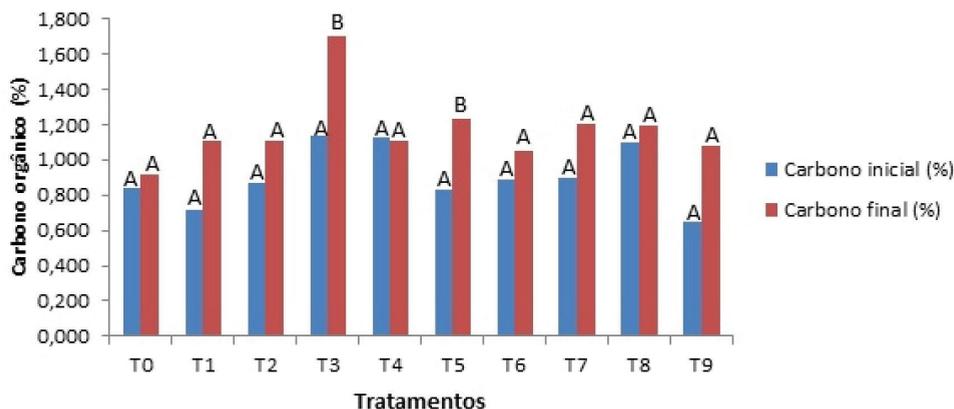


Figura 7.9 Teores inicial e final de carbono orgânico.

Nota ⁽¹⁾: Letras iguais significam semelhança estatística entre os tratamentos ao se comparar o mesmo parâmetro, ao nível de 5% de significância pelo teste Scott-Knott.

Nota ⁽²⁾: T0- solo; T1 – dejetos equino + casca de café; T2 – dejetos equino + sepilho + braquiária; T3 – dejetos equino + casca de arroz; T4 – dejetos equino + casca de arroz + braquiária; T5 – lodo de laticínio + poda de árvore; T6 – lodo de laticínio + poda de árvore + cinza; T7 – lodo de laticínio + poda de árvore (vermicompostagem); T8 – lodo de laticínio + poda de árvore + cinza (vermicompostagem); T9- NPK.

Ao comparar carbono orgânico inicial e final pode-se observar que houve incremento desse nutriente no solo com a adição de adubos orgânicos e do fertilizante químico, exceto em T4.

Antes do plantio todas as parcelas apresentaram quantidade de C_{org} estatisticamente semelhantes. No entanto, após o plantio os tratamentos T3 e T5 mostraram-se com teores superiores aos demais e semelhantes entre si, sendo que eram adubos de composições diferentes.

No Quadro 7.2 são mostrados os teores inicial e final de matéria orgânica (MO), calculados a partir dos teores de carbono orgânico, bem como seus níveis de interpretação para solos do Paraná, baseados em Lana et al. (2010).

Quadro 7.2 Nível de interpretação de matéria orgânica inicial e final.

Nível de MO (%) ⁽¹⁾	Muito baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito alto
	≤ 1,4	1,5 a 2,5	2,6 a 3,5	3,6 a 6,0	≥ 6,1
Tratamentos ⁽²⁾	MO inicial		MO final		
	(%)	Nível	(%)	Nível	
T0	1,452	Muito baixo	1,573	Baixo	
T1	1,234	Muito baixo	1,912	Baixo	

Continua

Quadro 7.2 Nível de interpretação de matéria orgânica inicial e final. (Continuação)

Nível de MO (%) ⁽¹⁾	Muito baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito alto
	≤ 1,4	1,5 a 2,5	2,6 a 3,5	3,6 a 6,0	≥ 6,1
Tratamentos ⁽²⁾	MO inicial		MO final		
	(%)	Nível	(%)	Nível	
T2	1,501	Baixo	1,912	Baixo	
T3	1,961	Baixo	2,929	Baixo	
T4	1,936	Baixo	1,912	Baixo	
T5	1,428	Muito baixo	2,130	Baixo	
T6	1,525	Baixo	1,815	Baixo	
T7	1,549	Baixo	2,082	Baixo	
T8	1,888	Baixo	2,057	Baixo	
T9	1,113	Muito baixo	1,864	Baixo	

Nota ⁽¹⁾: Nível de interpretação de matéria orgânica baseado em Lana et al. (2010).

Nota ⁽²⁾: T0- solo; T1 - dejetos equino + casca de café; T2 - dejetos equino + sepilho + braquiária; T3 - dejetos equino + casca de arroz; T4 - dejetos equino + casca de arroz + braquiária; T5 - lodo de laticínio + poda de árvore; T6 - lodo de laticínio + poda de árvore + cinza; T7 - lodo de laticínio + poda de árvore (vermicompostagem); T8 - lodo de laticínio + poda de árvore + cinza (vermicompostagem); T9- NPK.

Pode-se observar por meio do Quadro 7.2 que a incorporação dos adubos e do fertilizante melhoraram o nível de matéria orgânica do solo apenas em T1, T3, T5 e T9. Com exceção de T4, os demais tratamentos, apresentaram aumento no teor de matéria orgânica, porém o nível de interpretação continuou como baixo.

Ao relacionar o Quadro 7.2 com as Figuras 7.6 e 7.7, nota-se que o incremento de matéria orgânica não teve relação com o ótimo desenvolvimento da cultura em T4, que apresentou redução de matéria orgânica. Já em T9, que também apresentou desenvolvimento da cultura satisfatório, houve aumento no nível de interpretação de matéria orgânica apesar de conter fertilizante químico em sua composição. Isso pode estar relacionado ao sistema radicular das plantas que ao se desenvolverem no solo, agrega matéria orgânica ao mesmo.

4 Conclusões

Em relação aos objetivos traçados e aos resultados pode-se concluir que:

- O desenvolvimento da alfaca foi afetado diretamente pelas diferentes fontes de nutrientes. Os adubos à base de dejetos de equino mostraram-se melhores

aos de lodo de laticínio, pois propiciaram maior massa fresca, massa seca, diâmetro da cabeça, crescimento e número de folhas. O tratamento T4 (deje-to equino + casca de arroz + braquiária) apresentou resultados semelhantes a T9 (NPK) mostrando que o composto orgânico pode ser usado no lugar dos fertilizantes químicos como forma de suprimento nutricional.

- O tratamento sem adição de nutrientes (T0) apresentou baixo desenvolvimento da cultura, indicando a necessidade da adição de fontes nutricionais no solo.
- Não foi verificada a ocorrência de contaminação da alface por *Salmonella SP* e *Escherichia coli*, evidenciando a segurança alimentar em se consumir hortaliça produzida com adubo orgânico.
- A adição dos adubos e a calagem propiciaram incremento de macro e micro-nutrientes no solo.
- O teor de matéria orgânica do solo aumentou em todos os tratamentos.

Por fim, pode-se concluir que o adubo orgânico composto por dejetos de equino, casca de arroz e braquiária é o mais indicado para uso no cultivo de alface, pois proporciona boas características comerciais, melhora as características do solo, além de não apresentar risco microbiológico à saúde do consumidor.

Referências

- ABREU, I. M. de O.; JUNQUEIRA, A. M. R.; PEIXOTO, J. R.; OLIVEIRA, S. A. de. Qualidade Microbiológica e Produtividade de Alface sob Adubação Química e Orgânica. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v.30, n.1, p.108-118, 2010.
- ABREU, I. M. de O. *Produtividade e Qualidade Microbiológica de Alface sob Diferentes Fontes de Adubos Orgânicos*. 2008. 81 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias). Universidade de Brasília, Brasília, 2008.
- ABREU JR, C. H.; MURAOKA, T.; OLIVEIRA, F. C.. Cátions trocáveis, capacidade de troca de cátions e saturação por bases em solos brasileiros adubados com composto de lixo urbano. *Scientia Agricola*, v.58, n.4, p.813-824, 2001.
- ALCARDE, J. C.; GUIDOLIN, J. A.; LOPES, A. S. *Os adubos e as eficiências das adubações*. 3. ed. São Paulo: Associação Nacional Para Difusão de Adubos, 1998. Disponível em: <http://www.anda.org.br/multimedia/boletim_03.pdf>. Acesso em: 28 out. 2015.
- ALMEIDA, T. B. F.; PRADO, R. de M.; CORREIA, M. A. R.; PUGA, A. P.; BARBOSA, J. C. Avaliação nutricional da alface cultivada em soluções nutritivas suprimidas de macronutrientes. *Revista Biotemas*, v.24, n.2, p.27-36, 2011.

APARECIDO, L. E. de O.; ROLIM, G. de S.; RICHETTI, J.; SOUZA, P. S. de; JOHANN, J. A. Köppen, Thornthwaite and Camargo climate classifications for climatic zoning in the State of Paraná, Brazil. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 40, n. 4, p. 405-417, 2016.

ARAÚJO, W. F.; SOUSA, K. T. S. de; VIANA, T. V. de A.; AZEVEDO, B. M. de; BARROS, M. M.; MARCOLINO, E. Resposta da alface a adubação nitrogenada. *Revista Agro@ambiente*, v. 5, n. 1, p. 12-17, 2011.

ARBOS, K. A.; FREITAS, R. J. S.; STERTZ, S. C.; CARVALHO, L. A. Segurança alimentar de hortaliças orgânicas: aspectos sanitários e nutricionais. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 30, n.1, 2010.

BARTZ, S. **Contaminação microbiológica e avaliação da segurança de alface na produção primária e varejo**. 2015. 104 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

BRITO, A. C. F.; PONTES, D. de L. **A agricultura e os fertilizantes**. Disponível em: <<http://docente.ifrn.edu.br/albinonunes/disciplinas/quimica-experimental/industria-quimica/cap-4>>. Acesso em: 10 nov. 2014.

BRUNINI, O. **Quantificação das Necessidades Hídricas de Culturas para Manejo de Irrigação**. Brasil: Fundag-Fehidro, 16 p. 2000.

CAMARGO, O. A. de; CASTRO, O. M. de; VIEIRA, S. R. Alteração de atributos químicos do horizonte superficial de um latossolo e um podzólico com a calagem. *Scientia Agricola*, v. 54, n. 1, 1997.

EMATER - Instituto Paranaense De Assistência Técnica E Extensão Rural. **Manual de Olericultura Orgânica**. Curitiba: Emater, 128p. 2007.

EMBRAPA. **Como Plantar Hortaliças**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 33 p. 2006.

FANQUIM, V.; ANDRADE, A. T. **Produção de hortaliças: Nutrição mineral e diagnose do estado nutricional das hortaliças**. Lavras: Faepe, 2004.

- FIGUEIREDO, C. C.; RAMOS, M. L. G.; McMANUS, C. M.; MENEZES, A. M. Mineralização de esterco de ovinos e sua influência na produção de alface. *Horticultura Brasileira*, v. 30, n. 1, p. 175-179, 2012.
- FIGUEIREDO, P. G.; TANAMATI, F. Y. Adubação Orgânica e Contaminação Ambiental. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 5, n. 3, p. 1-4, 2010.
- GONÇALVES, F. Tratamento de Camas de Equinos por Compostagem e Vermicompostagem. 2014. 131 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Ambiental). Departamento de Curso Superior de Engenharia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2014.
- HERNANDEZ, R. J. M.; SILVEIRA, R. I. Efeitos da Saturação por Bases, Relações Ca:Mg no Solo e Níveis de Fósforo Sobre a Produção de Material Seco e Nutrição Mineral de Milho (*Zeamays L.*). *Scientia Agrícola*, v.55, n.1, 1998.
- IAPAR – Instituto Agrônomo do Paraná. **Manual de análise química do solo e controle de qualidade**. Londrina: IAPAR, 40p. 1992.
- KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: Editora Agronômica Ceres, 492 p. 1985.
- LANA, M. do C.; FEY, R.; FRANDOLOSO, J. F.; RICHART, A.; FONTANIVA, S. **Análise química de solo e tecido vegetal: Práticas de Laboratório**. Marechal Cândido Rondon: Edunioeste, 2010.
- LEAL, M. A. de A. **Telado para Produção de Folhosas: Modelo PESAGRO-RIO**. Niterói: PESAGRO-RIO, 11p. 2005.
- LOPES, A. S.; GUILHERME, L. R. G. **Interpretação de análise do solo: Conceitos e aplicações**. São Paulo: Associação Nacional Para Difusão de Adubos, 1992. Disponível em: <http://www.anda.org.br/multimedia/boletim_02.pdf>. Acesso em: 28 out. 2015.
- LOTTO, M. de C. **Avaliação da Contaminação de Alface (*Lactuca sativa*) por Coliformes Termotolerantes e *Escherichia coli* em Sistemas de Cultivo Orgânico e Convencional**. 2008. 94 f. Dissertação (Mestrado em Agroecologia e Desenvolvimento Rural). Universidade Federal de São Carlos, Araras, 2009.

- LÚCIO, A. D. C.; HAESBAERT, F. M.; SANTOS, D.; BENZ, V. Estimativa do tamanho de parcela para experimentos com alface. **Horticultura Brasileira**, v. 29, n.4, p. 510-515, 2011.
- MALAVOLTA, E. **Manual de Química Agrícola**. 2. ed. São Paulo: Ceres, p. 606 1967.
- MALAVOLTA, E. **ABC da Adubação**. 4. ed. São Paulo: Ceres, 256p. 1979
- MELLO, J. W. V.; RIBEIRO, A. C.; NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H. Calagem e adubação fosfatada para o arroz em solos inundados: I. Teores de ferro e fósforo nos solos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 23, p. 847-854, 1999.
- MIGUEL, P. S. B.; GOMES, F. T.; ROCHA, W. S. D. da. MARTINS, C. E.; CARVALHO, C. A. de.; OLIVEIRA, A. V. de. Efeitos do alumínio no crescimento das plantas: Mecanismos de tolerância, sintomas, efeitos fisiológicos, bioquímicos e controles genéticos. **CES Revista**, v. 24, p. 13-29, 2010.
- MORAIS, J.; NASCIMENTO, I. de O.; NEVES, V. L. D.; RODRIGUES, A. A. C.; AZEVEDO, S. A. de; BEZERRA, G. de A. Efeitos dos Ácidos Húmicos e Fúlvicos na Microflora do Solo e na Concentração de Clorofila em Alface. In: VII CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 2011, Fortaleza. **Resumos...** Fortaleza: Cadernos de Agroecologia, p. 1-6, 2011.
- MORALES, D. A.; SANTANA, N. A.; ANTONIOLLI, Z. I.; JACQUES, R. J.; KIRST, G.P.; STEFFEN, R. B. Utilização dos Diferentes Vermicompostos Produzidos a Partir de Resíduos da Estação de Tratamento de Efluentes como Substrato para Produção de Mudanças de Alface. **Ciência e Natura**, v. 35, n. 1, p. 55-63, 2013.
- MORETTI, C. L. **Manual de Processamento Mínimo de Hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças. 531 p. 2007.
- NAKAGAWA, D. H.; PRATES, K. V. M. C.; DEMETRIO, L. F. F.; CAETANO; M. I.; MAIA, L. F. Análise da Qualidade Microbiológica de Vegetais Folhosos Provenientes de Agricultura Familiar. In: XI CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS, 2014, Poços de Caldas. **Anais...** Poços de Caldas, p. 1-9, 2014.

- OLIVEIRA, A. P.; SILVA, O. P. R. SILVA, J. A.; SILVA, D. F.; FERREIRA, D. T. de A.; PINHEIRO, S. M. G. Produtividade do Quiabeiro Adubado com Esterco Bovino e NPK. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.1 8, n. 1, p .989-983, 2014.
- OLIVEIRA, E. Q.; SOUZA, R. J. de; CRUZ, M. do C. M. da; FRANÇA, A. C. Produtividade de Alface e Rúcula, em Sistema Consorciado, sob Adubação Orgânica e Mineral. **Horticultura Brasileira**, v. 28, n.1, p .36-40, 2010.
- OLIVEIRA, L. B.; ACCIOLY, A. M. A.; SANTOS, C. L. R.; FLORES, R. A.; BARBOSA, F. S. Características Químicas do Solo e Produção de Biomassa de Alface Adubada com Compostos Orgânicos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 2, p. 157-164, 2014.
- PEIXOTO, C. P.; PEIXOTO, M. F. S. P. Dinâmica do crescimento vegetal: princípios básicos. In: CARVALHO, C. A. L. et al. (Org.). **Tópicos em ciências agrárias**. Cruz das Almas: Nova Civilização, p. 37-53. v. 1, 2009.
- PEREIRA NETO, J. T. Manual de Compostagem: Processo de Baixo Custo. ed. rev. e aum. Viçosa: UFV, 81 p. 2011.
- RICCI, M. dos S. F.; CASALI, V. W. D.; CARDOSO, A. A.; RUIZ, H. A. Produção de Alface Adubadas com Composto Orgânico. **Horticultura Brasileira**, v. 12, n. 1, p. 56-58, 1994.
- RODRIGUES, R. de Q. **Avaliação Microbiológica e dos Sistemas de Gestão da Inocuidade da Cadeia Produtiva de Alface Orgânica no Sul do Brasil**. 2013. 78 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.
- RODRIGUES, V. C.; THEODORO, V. C. A.; ANDRADE, I. F.; NETO, A. I.; RODRIGUES, V. N.; ALVES, F. V. Produção de Minhocas e Composição Mineral do Vermicomposto e das Fezes Procedentes de Bubalinos e Bovinos. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 27, n. 6, p. 1409-1418, 2003.
- SANTANA, L. R. R.; CARVALHO, R. D. S.; LEITE, C.. C.; ALCÂNTARA, L. M.; OLIVEIRA, T. W. S.; RODRIGUES, B. da M. Qualidade Física, Microbiológica e Parasitológica de Alface (*Lactuca sativa*) de Diferentes Sistemas de Cultivo. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 2, p. 264-269, 2006.

- SANTI, A.; CARVALHO, M. A. C.; CAMPOS, O. R.; SILVA, A. F. da; ALMEIDA, J. L. de; MONTEIRO, S. Ação de Material Orgânico Sobre a Produção e Características Comerciais de Cultivares de Alface. **Horticultura Brasileira**, v. 28, n. 1, p. 87-90, 2010.
- SANTOS, G. de A.; SILVA, L. S. da; CANELLAS, L. P.; CAMARGO, F. A. O. **Fundamentos da Matéria Orgânica do Solo: Ecossistemas Tropicais e Subtropicais**. 2. ed. Porto Alegre: Metrópole, 654p. 2008.
- SANTOS, R. H. S.; CASALI, V. W. D.; CONDE, A. R.; MIRANDA, L. C. G. Qualidade de Alface Cultivada com Composto Orgânico. **Horticultura Brasileira**, v. 12, n. 1, p. 29-32, 1994.
- SANTOS, R. H. S.; CASALI, V. W. D.; CONDE, A. R. Efeito Residual da Adubação com Composto Orgânico sobre o Crescimento e Produção de Alface. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 11, p. 1395-1398, 2001.
- SANTOS, S. de S.; SOARES, A. A.; MATOS, A. T. de; MANTOVANI, E. C.; BASTISTA, R. O.; MELO, J. C. de. Contaminação Microbiológica do Solo e dos Frutos de Cafeeiros Fertirrigados com Esgoto Sanitário. **Engenharia na Agricultura**, v. 14, n. 1, p. 16-22, 2006.
- SILVA, F. A. de M.; BÔAS, R. L. V.; SILVA, R. B. Resposta da Alface à Adubação Nitrogenada com Diferentes Compostos Orgânicos em Dois Ciclos Sucessivos. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.32, n.1, p. 131-137, 2010.
- SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A. **Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos**. 3 ed. São Paulo: Varela, 624 p. 2007.
- TAKAYANAGUI, O. M.; FEBRÔNIO, L. H. P.; BERGAMINI, A. M.; OKINO, M. H. T.; SILVA, A. A. M. C.; SANTIAGO, R.; CAPUANO, D. M.; OLIVEIRA, M. A.; TAKAYANAGUI, A. M. M. Fiscalização de hortas produtoras de verduras do município de Ribeirão Preto, SP. **Revista de Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v.33, n.2, p. 169-174, 2000.
- TRABAQUINI, K.; MIGLIORANZA, É.; FRANÇA, V. de; NETO, O. C. Pereira. Uso da Geotecnologia para Caracterizar os Cafezais no Município de Londrina-PR, em Relação à Altimetria, Declividade e Tipo de Solo. **Engenharia Agrícola**, v.30, n.6, p. 1136-1147, 2010.

- TRANI, P. E. **Calagem e Adubação para Hortaliças sob Cultivo Protegido**. Campinas: Instituto Agrônomo, 25 p. 2014.
- VIDIGAL, S. M.; SEDIYAMA, M. A. N.; GARCIA, N. C. P.; MATOS, A. T. Produção de Alface Cultivada com Diferentes Compostos Orgânicos e Dejetos Suínos. **Horticultura Brasileira**, v. 15, n. 1, p. 35-39, 1997.
- VILLAS BÔAS, R.L.; PASSOS, J. C.; FERNANDES, M.; BULL, L. T.; CEZAR, V. R. S.; GOTO, R. Efeitos de Doses e Tipos de Compostos Orgânicos na Produção de Alface em Dois Solos sob Ambiente Protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 22, n. 1, p. 28-34, 2004.
- YURI, J. E. **Produção, nutrição e conservação pós-colheita da alface tipo americana, cv. Raider, no verão e no inverno, em função da aplicação de nitrogênio e potássio em cobertura**. 2004. 139 f. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004.
- ZANDONADI, D. B.; SANTOS, M. P.; MEDICI, L. O.; SILVA, J. Ação da Matéria Orgânica e suas Frações Sobre a Fisiologia de Hortaliças. **Horticultura Brasileira**, v. 32, n. 1, p. 14-20, 2014.