

EOROCLITO ANTONIO TESSEROLI NETO

**BIOFERTILIZANTES: CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA, QUALIDADE
SANITÁRIA E EFICIÊNCIA EM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES
NA CULTURA DE ALFACE**

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção de grau de Mestre pelo Curso de Pós-Graduação em Ciência do Solo, do Departamento de Solos e Engenharia Agrícola do Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Celina Wisniewski.
Co-orientadora: Prof^a. Dr^a. Beatriz Monte Serrat

**CURITIBA
2006**

Aos meus avôs Osny Antonio Dacol, Nylce Polati Tesseroli, meus pais Eroclito Hamiltom Tesseroli, Tânia Mara Fornarolli Dacol e a Professora Flora Osaki, pelo apoio e incentivo incansável, que me fizeram enfrentar os árduos embates do cotidiano, que me apoiaram em todos os momentos, foram exemplos de força de vontade e dignidade pessoal, mostraram meus erros para eu produzir conhecimento, me colocaram desafios para eu aprender a produzir oportunidades, me fizeram aprender que meus medos deviam se transformar em coragem, que as pedras existem, mas que elas podem ser ultrapassadas. Ensinaaram-me que a Fé move montanhas e que todo ser humano passa por turbulências em sua vida. Para mim vocês são jóias únicas no teatro da vida. Obrigado por existirem, o mundo precisa de vocês.

Com Muito Carinho,

DEDICO

AGRADECIMENTOS

- Agradeço ao Criador do Universo, que rege harmonicamente as forças da natureza.
- As Professoras Dr^a. Celina Wisniewski e Dr^a. Beatriz Monte Serrat, minha orientadora e co-orientadora, que foram muito mais que mestres, foram exemplos de pessoas, profissionais dedicadas e experientes, companheiras, amigas, sempre prontas a darem suas inestimáveis contribuições e incentivos, através de palavras, atitudes ou até mesmo um simples abraço ou uma conversa informal, meu eterno agradecimento e o meu mais alto reconhecimento.
- Ao Instituto Agrônomo do Paraná – IAPAR, na pessoa do Sr. Dr. Moacir Roberto Darolt, profissional do mais alto valor, o qual me abriu as portas da instituição para eu poder desenvolver meu trabalho de campo, agradeço a amizade, as sugestões, os ensinamentos, incentivos e a atenção dispensada, a minha respeitosa gratidão.
- Aos Professores da PUCPR, MSc. Flora Osaki, MSc. Renato Trach, Dr. Marcelo Nolasco, MSc. Silvia Schimidlin Keil, e da UFPR, Dr. Jair Alves Dionísio, Dr. Antonio Motta e Dr. Valmiqui Costa Lima, pelo apoio e demonstração de amizade em todos os momentos.
- Aos funcionários da biblioteca da UFPR, Dona Rosi, Vera, Evelyn e a Bibliotecária Simone pela atenção e colaboração durante a realização deste trabalho.
- Agradeço ao Sr. Campanha e Sr. Noel, funcionários do IAPAR pelo auxílio prestado nas atividades de campo, os quais me transmitiram o conhecimento prático que possuem, minha amizade e eterna lembrança.
- Ao colegiado do curso, pela amizade e consideração.
- Aos funcionários do Departamento de Solos da UFPR, Sr. Aldair (Biogeoquímica), Sra. Ana (Microbiologia), Sra. Elda (Física), Sra. Maria (Mineralogia), Sr. Roberto (Solos), Sr. Reginaldo (Solos), Sra. Carma (Secretária), Sra. Marla (Secretária), Sra. Luzia (Vigo), Sra. Maria (Vigo), pela valiosa contribuição em todas as etapas deste trabalho.
- Ao secretário do Curso de Pós-graduação em Ciência do Solo da UFPR, na pessoa do Sr. Gerson Novicki, pelas informações e amizade.
- Aos meus pais Eroclito Hamilton Tesseroli e Tânia Mara Fornarolli Dacol, motivo pelo qual eu estou aqui, me transmitiram seus conhecimentos, me educaram, foram leais, me apoiaram e incentivaram, meu eterno agradecimento e admiração.

- Aos meus irmãos Eduardo Tesseroli, Thiago Tesseroli e Pedro Tesseroli, pelo apoio e principalmente por acreditarem que eu sou capaz, contem sempre comigo, afinal de contas somente nos sabemos o limite e as dificuldades de cada um, seremos amigos para sempre, pois vocês são a minha ponte com o passado.
- Aos meus amigos da Pós, Adriana Gomes, Brasil Holsbach, Diane Armstrong, Gustavo Pacheco, Everaldo dos Santos, Marcelino Hurmus, Maria Carolina, Sonia Zanello, Alexson Bobato, agradeço o companheirismo, as palavras de amizade e principalmente o apoio e incentivo nos momentos de maior dificuldade, minha eterna amizade.
- A minha amiga Luciana Maciel Cardon e ao meu amigo Fernando Tanganeli Império, por me escutarem, por saberem me entender e principalmente pelo carinho e atenção, vocês fazem parte desse trabalho.
- As minhas amigas Karin Wilsek e Kelen Geronazzo, pois esse trabalho é fruto do incentivo de vocês, meu muito obrigado.
- O meu agradecimento aos meus amigos e minha família, que souberam entender a minha falta de tempo e transformá-la em carinho.
- Agradeço a CAPES, pelo apoio financeiro.

Campos verdes e trigais dourados

Quem trabalha a terra e sente o aconchego
Dos verdes campos e trigais dourados
Lavrados com suor e mãos calejadas
É sempre uma alma em flor
Um novo ramo a desabrochar
Um novo horizonte a escalar
É sempre a poeira da terra
Transformada em gratidão
E, em fartas e esplendorosas colheitas
É sempre a poeira da terra,
Transformada em sonhos de um novo amanhecer.

Flora Osaki

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	ix
ABSTRACT.....	xi
1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Objetivo Geral.....	3
1.2 Objetivos específicos.....	3
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1 Agricultura Sustentável.....	4
2.2 Fertilizantes orgânicos.....	6
2.2.1 Matéria orgânica	7
2.3 Biofertilizantes	10
2.3.1 Composição química	12
2.3.2 Métodos de utilização	14
2.3.3 Efeito nutricional	15
2.4 Adubação foliar	17
2.5 Cultura da Alface	20
3. MATERIAL E MÉTODOS	23
3.1 Localização do experimento	23
3.2 Clima.....	23
3.3 Solo.....	23
3.4 Biofertilizantes	24
3.4.1 Composição e modo de preparo.....	24
3.4.2 Custos de produção.....	26
3.4.3 Análises químicas	26
3.4.4 Análise microbiológica	27
3.5 Preparo da área experimental	27
3.6 Transplante das mudas	28
3.7 Condução da cultura.....	28

3.8 Delineamento experimental e tratamentos	28
3.9 Avaliações	30
3.9.1 Matéria fresca da parte aérea.....	30
3.9.2 Circunferência da cabeça	30
3.9.3 Número de folhas	30
3.9.4 Matéria seca da parte aérea	30
3.9.5 Teor de nutrientes da parte aérea	30
3.9.6 Análise estatística dos resultados.....	31
4. Resultados e Discussão	32
4.1 Biofertilizantes	32
4.1.1 Composição química	32
4.1.2 Qualidade sanitária	34
4.2 Alface crespa	36
4.3 Alface americana	39
5. Conclusões	47
6. Recomendações para futuros trabalhos	48
7. Referências bibliográficas	49
Anexos.....	58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Análise do biofertilizante líquido (absorção atômica) de quatro amostras de diferentes idades de fermentação (30, 60, 90 e 120 dias), em fermentação anaeróbica, em mg/Kg.	13
Tabela 2 – Marcha de acúmulo de matéria seca e de absorção de nutrientes pela cultivar de alface Brasil 48.	21
Tabela 3 – Quantidades de macronutrientes (Kg) necessários para produção de uma (1) tonelada de alface.	21
Tabela 4 – Análise química do solo da área experimental antes do transplante das mudas, em uma profundidade de 0-20 cm. Pinhais, PR, 2005 ⁽¹⁾	24
Tabela 5 – Ingredientes utilizados para o preparo dos biofertilizantes aeróbico e anaeróbico.	25
Tabela 6 – Custo de produção do biofertilizante ¹	26
Tabela 7 – Tratamentos resultantes da combinação de dois modos de preparo do biofertilizante (aeróbico e anaeróbico) e de seis doses de biofertilizantes.	29
Tabela 8 – Composição química do esterco de gado leiteiro fresco, fruta em estado de decomposição (pêssego) e leite de gado de leite, utilizados como matéria-prima no preparo dos biofertilizantes ¹	32
Tabela 9 – Composição química dos biofertilizantes aeróbico (Fórmula IAPAR 2001/1) e anaeróbico (Fórmula IAPAR 2001/2) ¹	33
Tabela 10 – Médias para matéria fresca (MF), matéria seca (MS), número de folhas (NF) e circunferência da cabeça (CC), submetidas a dois modos de preparo do biofertilizante (aeróbico e anaeróbico) e cinco dosagens de biofertilizante.	37
Tabela 11 – Teores de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), submetidas a dois modos de preparo do biofertilizante (aeróbico e anaeróbico) e cinco dosagens de biofertilizante.	38
Tabela 12 – Resultados do teste de comparação de médias de matéria fresca (MF) e matéria seca (MS) submetidas aos seis níveis de concentração dos biofertilizantes (aeróbico e anaeróbico).	39
Tabela 13 – Resultados do teste de comparação das médias do número de folhas da parte comercial (n° de folhas planta ⁻¹) e da circunferência da cabeça comercial quando submetidas aos dois modos de preparo do biofertilizante (aeróbico e anaeróbico) e aos seis níveis de concentração dos biofertilizantes.	41
Tabela 14 – Teores de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) (g kg ⁻¹) quando submetidas aos dois modos de preparo do biofertilizante (aeróbico e anaeróbico) e aos seis níveis de concentração dos biofertilizantes.	43

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mistura de nutrientes utilizados no preparo dos biofertilizantes.....	26
Figura 2 – Bomba de biofertilizante anaeróbico (esquerda) e de biofertilizante aeróbico (direita).....	26
Figura 3 – Vista total do experimento, alface crespa (fundo) e alface americana (frente).	29
Figura 4 – Matéria fresca total da parte aérea de alface tipo americana em função de dois modos de preparo e seis níveis de concentração de biofertilizante. Pinhais, PR, 2005. ...	40
Figura 5 – Matéria seca total da parte aérea de alface tipo americana em função de dois modos de preparo e seis níveis de concentração de biofertilizante. Pinhais, PR, 2005. ...	40
Figura 6 – Número de folhas planta ⁻¹ de alface tipo americana em função do modo de preparo aeróbico e seis níveis de concentração de biofertilizante. Pinhais, PR, 2005.	42
Figura 7 – Número de folhas planta ⁻¹ de alface tipo americana em função do modo de preparo anaeróbico e seis níveis de concentração de biofertilizante. Pinhais, PR, 2005.	42
Figura 8 – Circunferência da cabeça (cm) da alface tipo americana em função do modo de preparo aeróbico e seis níveis de concentração de biofertilizante. Pinhais, PR, 2005.	42
Figura 9 – Circunferência da cabeça (cm) da alface tipo americana em função do modo de preparo anaeróbico e seis níveis de concentração de biofertilizante. Pinhais, PR, 2005.	42
Figura 10 - Teor de nitrogênio (g kg ⁻¹) de alface tipo americana em função de dois modos de preparo e seis níveis de concentração de biofertilizante. Pinhais, PR, 2005.	44
Figura 11 – Teor de nitrogênio (g kg ⁻¹) de alface tipo americana em função de dois modos de preparo e seis níveis de concentração de biofertilizante. Pinhais, PR, 2005.	44
Figura 12 – Teor de fósforo (g kg ⁻¹) da alface tipo americana em função do modo de preparo aeróbico e seis níveis de concentração de biofertilizante. Pinhais, PR, 2005.	45
Figura 13 – Teor de fósforo (g kg ⁻¹) da alface tipo americana em função do modo de preparo anaeróbico e seis níveis de concentração de biofertilizante. Pinhais, PR, 2005.	45
Figura 14 – Teor de potássio (g kg ⁻¹) da alface tipo americana em função do modo de preparo aeróbico e seis níveis de concentração de biofertilizante. Pinhais, PR, 2005.	45
Figura 15 – Teor de potássio (g kg ⁻¹) da alface tipo americana em função do modo de preparo anaeróbico e seis níveis de concentração de biofertilizante. Pinhais, PR, 2005.	45

RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi testar o efeito nutricional de biofertilizantes produzidos em meio aeróbico e anaeróbico, recomendados pelo Instituto Agronômico do Paraná – IAPAR, sobre a cultura da alface (*Lactuca sativa* L.) americana e crespa. O experimento foi conduzido na Estação Experimental do IAPAR, município de Pinhais, estado do Paraná. A área experimental apresentou elevados níveis de fertilidade e o solo foi classificado como Cambissolo Húmico distrófico típico de textura argilosa. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com quatro repetições em esquema fatorial 2 x 6, em que os tratamentos representaram a combinação de 2 modos de preparo do biofertilizante (aeróbico e anaeróbico) e 6 dosagens (0; 0,5; 1; 2; 4; 8 %) com aplicação via foliar, totalizando 12 tratamentos. Foram realizadas 3 pulverizações com intervalos de 10 dias, sendo a primeira aplicação efetuada no sétimo dia após o transplante das mudas para o campo. Os biofertilizantes apresentaram composição química diferenciada em função do modo de preparo e estavam isentos de contaminantes fecais. O efeito nutricional no experimento com alface crespa foi inconclusivo devido a elevada fertilidade do solo na área experimental. Quanto a alface americana a aplicação de biofertilizante preparado em meio aeróbico numa dosagem de 2% proporcionou aumentos significativos da circunferência da cabeça e do número de folhas em relação a testemunha.

Palavras-chave: Biofertilização, Fertilizantes orgânicos, Agricultura orgânica, *Lactuca sativa* L.

ABSTRACT

The aim of this paper was focused in testing the nutritional effects of biofertilizers produced in aerobic and anaerobic environments both were recommended by the Agronomic Institute of Paraná. – IAPAR, about the lettuce cultivation (*Lactuca sativa* L.) *American type and curly type*. The experiment took place at the Experimental Station of IAPAR, Pinhais municipality, Paraná state. The experimental area has shown high levels of fertility and the soil was named as Cambissolo humic dystrophic typical for a clay texture. The process of this experiment was casual providing four repetitions of 2 x 6 factorial was used, thus the treatments represented two different ways to prepare the biofertilizer (aerobic and anaerobic) and 6 measures (0; 0,5; 1; 2; 4; 8 %) applying it into the leaf, totalizing 12 treatments. Three pulverize were developed with 10 days break between each other. The first pulverize was developed in the seventh day after the plants had been transported to the fields. The biofertilizers showed a different chemical composition due to the way they have been prepared and they were free from stool. The nutritional effect based on the curly lettuce was not concluded due to high level of fertility of the soil in the experimental area. In the American lettuce the usage of biofertilizers prepared in aerobic environment using a measure of 2% has provided meaningful increases in the size of its head and also the number of leaves according to witness

Key words: Biofertilizer, Organic fertilizer, Organic agriculture, *Lactuca sativa* L.

1. INTRODUÇÃO

Um dos maiores desafios para a agricultura será o de desenvolver sistemas agrícolas sustentáveis que possam produzir alimentos e fibras em quantidades e qualidades suficientes, sem afetar os recursos do solo e do ambiente.

A importância que a sustentabilidade vem tomando no desenvolvimento coloca as linhas de produção da agricultura, que propõe alternativas de manejo ao modelo convencional, em posição de destaque na busca de uma tecnologia que seja menos agressiva ao ambiente e ao homem. As modalidades de agricultura orgânica¹, agroecológica, natural, biológica, biodinâmica, entre outras, podem ser consideradas alternativas ao modelo hegemônico de produção denominado convencional², e são partes intrínsecas de uma nova agricultura que busca a sustentabilidade.

Em busca de um desenvolvimento agrícola sustentável, cada vez mais o agricultor familiar distancia-se dos insumos sintéticos, em função do seu alto custo e elevados níveis de contaminação humana e ambiental, e passa a fazer uso de insumos orgânicos, que tem demandado da pesquisa informações e indicadores de fertilidade, controle de pragas e doenças, sendo esses cada vez mais precisos.

Existem materiais com potencial para uso como os biofertilizantes, que figuram entre os principais insumos utilizados em sistemas agroecológicos, porém, a falta de testes e informações na busca de uma padronização limitam a sua exploração.

O biofertilizante é um adubo orgânico líquido produzido em meio aeróbico ou anaeróbico a partir de uma mistura de materiais orgânicos (esterco, frutas, leite), minerais (macro e micronutrientes) e água.

Na literatura existem poucos estudos sobre o assunto, mesmo assim, percebem-se resultados positivos do biofertilizante para uso na melhoria das características

¹ Agricultura orgânica - Todo sistema em que se adotam técnicas específicas, mediante a otimização do uso dos recursos naturais e socioeconômicos disponíveis e o respeito à integridade cultural das comunidades rurais, tendo por objetivo a sustentabilidade econômica e ecológica, a maximização dos benefícios sociais, a minimização da dependência de energia não-renovável, empregando, sempre que possível, métodos culturais, biológicos e mecânicos, em contraposição ao uso de materiais sintéticos, a eliminação do uso de organismos geneticamente modificados e radiações ionizantes, em qualquer fase do processo de produção, processamento, armazenamento, distribuição e comercialização, e a proteção do meio ambiente (Lei n. 10.831/2003).

² Agricultura convencional - é descrita como o conjunto de técnicas produtivas que surgiram em meados do século 19, conhecida como a revolução agrícola, que teve como suporte o lançamento dos fertilizantes químicos por Liebig. Este sistema expandiu-se após as grandes guerras, com o emprego de sementes manipuladas geneticamente para o aumento da produtividade, associado ao emprego de agroquímicos (agrotóxicos e fertilizantes) e da maquinaria agrícola. O agricultor é dependente por tecnologias/recursos/capital do setor industrial, que devido seu fluxo unidirecional leva à degradação do ambiente e à descapitalização, criando uma situação insustentável à longo prazo (AMBIENTE BRASIL, 2006).

químicas, físicas e biológicas do solo; controle de pragas e doenças. Ademais, o processo apresenta baixo custo de produção e facilidade de confecção na propriedade (DIAS *et. al*, 2002; PESAGRO, 1998; ALFONSO & LEIVA, 2002; DAROLT, 2002).

No Paraná, muitos agricultores estão usando biofertilizantes em lavouras de feijão, soja, batatinha, cebola, tomate, couve-flor e em muitas outras hortaliças e várias frutíferas, todavia, existem muitas dúvidas sobre as formulações e métodos de produção mais adequados; as dosagens para diferentes tipos de culturas; os possíveis resíduos microbiológicos deixados na planta; o manejo e uso como fertilizante foliar e sua influência na produtividade das culturas.

Para esse trabalho foi escolhida a cultura da alface (*Lactuca sativa* L.), que é a hortaliça folhosa mais consumida atualmente, sendo cultivada em quase todos os países. Seu cultivo é feito de maneira intensiva e geralmente praticado pela agricultura familiar, responsável pela geração de cinco empregos diretos por hectare (COSTA & SALA, 2005).

As hortaliças produzidas dentro de técnicas agroecológicas têm um preço diferenciado de comercialização, em média 30% superior, quando comparadas às produzidas no sistema convencional. (DAROLT, 2002).

Nesse contexto, a obtenção de informações técnico-científica será de grande importância para o entendimento da aplicação foliar e ação dos biofertilizantes na cultura da alface.

1.1 OBJETIVO GERAL

Testar o efeito dos biofertilizantes produzidos em meio aeróbico e anaeróbico recomendados pelo Instituto Agrônomo do Paraná – IAPAR, sobre a cultura da alface tipo americana e crespa.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar os biofertilizantes produzidos de maneira aeróbica e anaeróbica, segundo fórmula recomendada pelo Instituto Agrônomo do Paraná - IAPAR, quanto ao pH, condutividade elétrica, concentrações de nutrientes (N, P, K, Ca, Mg, Na, Cu, Zn, Mn, B e Fe) e parâmetros de qualidade sanitária (coliformes fecais);
- Avaliar a eficiência dos biofertilizantes, por meio de diferentes dosagens (0, 0,5 %, 1%, 2%, 4%, 8%) levando-se em consideração a análise de parâmetros fitotécnicos (altura, massa fresca da parte aérea, número de folhas e circunferência da cabeça) na cultura da alface tipo americana e crespa;
- Avaliar o efeito dos biofertilizantes aeróbico e anaeróbico no estado nutricional (teores de N, P e K) da cultura da alface tipo americana e crespa.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 AGRICULTURA SUSTENTÁVEL

O termo agricultura sustentável indica o anseio por um novo paradigma tecnológico que não agrida o meio ambiente, servindo para explicitar a insatisfação com a agricultura convencional ou “moderna” (ALMEIDA & NAVARRO, 1997).

Enquanto a agricultura convencional está baseada na tecnologia de produtos (inseticida, herbicida, fungicida, nematicida, bactericida, adubos solúveis, etc), a agricultura sustentável trabalha com a tecnologia do processo, ou seja, no conjunto de procedimentos que envolvem a planta, o solo, condições climáticas e o homem em equilíbrio dinâmico (PENTEADO, 2000).

Alguns fatores podem ser observados quanto a insustentabilidade da agricultura convencional, entre eles: o esgotamento de recursos naturais, a diminuição da biodiversidade e da base genética, o desflorestamento, a dilapidação de recursos não renováveis resultando em ineficiência energética e, principalmente, os impactos sociais, ocasionando miséria e êxodo rural (TIMM *et al*, 2004).

Altieri (1999) atribui a origem dessa crise observada à adoção de práticas intensivas baseadas no elevado uso de insumos que levam à degradação dos recursos naturais por processos de erosão dos solos, salinização, contaminação com pesticidas, desertificação, perda de matéria orgânica e, por consequência, reduções progressivas da produtividade.

Segundo Darolt (2003), o modelo convencional de agricultura já mostrou ser insustentável para o meio ambiente, para os agricultores e consumidores. Problemas de erosão, baixa produtividade das terras e culturas, doenças como “vaca-louca”, febre aftosa e contaminação por dioxina fizeram com que a opinião pública prestasse mais atenção para onde caminha a sua alimentação.

Neste contexto emerge a ciência da Agroecologia, que é tão antiga quanto a origem das agriculturas (HECH, 1991; GOMES & BORBA, 2004). Segundo Altieri (2002) as práticas agroecológicas revelam sistemas agrícolas complexos que incorporam o uso de recursos renováveis localmente disponíveis em desenhos que integram comportamentos ecológicos e estruturais do solo e da vegetação, tendo como base os conhecimentos gerados durante muitos ciclos produtivos, transmitidos pelas gerações, levando em conta as características locais.

A Agroecologia como campo de produção científica e aplicação de seus princípios na agricultura, na organização social e no estabelecimento de novas formas de

relação entre sociedade e natureza, surge a partir dos anos 1970 (GOMES & BORBA, 2004).

Existem poucos trabalhos de pesquisa que avaliam os sistemas agroecológicos em suas várias dimensões, neste ponto vale ressaltar o esforço da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural – EMATER do Rio Grande do Sul que vem organizando seminários e encontros em nível estadual, nacional e internacional desde o ano de 1999.

Esses encontros vêm integrando as possibilidades e limites da Agroecologia, abrangendo questões como: o seu atual estágio de desenvolvimento técnico-científico; o grau de sensibilização, envolvimento e assimilação de seus processos pelas comunidades rurais, notadamente por aquelas que praticam a agricultura familiar; o cruzamento de saberes científicos e tradicionais; os arranjos de cunho sistêmico que englobam florestas, pecuária e cultivos agrícolas e, a análise das políticas públicas orientadas a atender às novas demandas agroecológicas (SEMINÁRIO ESTADUAL SOBRE AGROECOLOGIA, 1999).

Fica assim evidente que a agroecologia tem como proposta a valorização do conhecimento local e empírico dos agricultores, a socialização desse conhecimento e sua aplicação ao objetivo comum de uma agricultura sustentável (GLIESSMAN, 2000).

Segundo Darolt (2003), vários estudos têm mostrado que os agricultores que seguem um enfoque agroecológico conseguem resultados satisfatórios em vários aspectos ligados a sustentabilidade.

Um grande desafio a ser enfrentado é o de suprir a necessidade de insumos adequados ao novo formato tecnológico e o uso de fertilizantes orgânicos surge como uma alternativa para reduzir as quantidades de fertilizantes sintéticos a serem aplicados, tornando-se de fundamental importância a busca de referências técnico científicas sobre o tipo de adubação a ser utilizada.

Outro desafio a ser enfrentado será o de evitar que os agricultores façam apenas uma substituição de insumos sintéticos por insumos orgânicos, neste caso o paradigma da independência de insumos externos continua, pois o agricultor compra insumos de fora. Fazendo uso de Biofertilizantes, ele pode visar a utilização de recursos internos, tendo maior independência, reforçando desta forma o protagonismo dos agricultores.

2.2 FERTILIZANTES ORGÂNICOS

Ao se produzir alimentos vegetais deve se ter em mente que as plantas retiram do solo uma certa quantidade de elementos químicos que são essenciais à produção. Partes desses elementos retornam ao solo quando da decomposição da planta e outra parte é retirada da propriedade agrícola, servindo então de alimento ao ser humano (BARRETO, 1985).

Com a prática agrícola intensiva, caso não haja reposição dos elementos químicos, alguns vão se tornando limitantes para produção, principalmente devido às perdas. Essas perdas são o resultado de vários processos como a remoção pelas colheitas, volatilização, lavagem das águas das chuvas ou de irrigação que atravessam o perfil do solo, erosão arrastando as partículas finas do horizonte superficial do solo em consequência de um manejo inadequado. Esses elementos devem ser recolocados ao solo para que a produtividade se mantenha em níveis desejáveis.

O retorno dos elementos removidos na agricultura convencional é feito através de insumos químicos sintéticos, prontamente disponíveis, podendo assim, ser absorvidos rapidamente pela planta.

A aplicação maciça desses insumos químicos, no entanto pode determinar vários danos ao meio ambiente, tais como desequilíbrio entre espécies animais e vegetais ecologicamente estáveis (desflorestamento e redução da biodiversidade) e dependência de produtos químicos (fertilizantes sintéticos).

Os fertilizantes sintéticos, que fazem parte do pacote do sistema de cultivo convencional, podem destruir microorganismos úteis ao solo, prejudicando a extração de nutrientes. Esses produtos causam poluição do solo, das águas, desequilíbrio nutricional, entre outros (EHLERS, 1996; CHABOUSSOU, 1987; PINHEIRO & BARRETO, 2005).

Em função dos problemas decorrentes do uso intensivo de fertilizantes sintéticos no solo, além do seu alto custo, surgiram movimentos de reforma em diversos países do mundo, na tentativa de apresentar propostas que viabilizassem o uso da fertilização orgânica dos solos (CONSTANTINI, 1997).

Nesse contexto o uso de fertilizantes orgânicos por parte dos agricultores está se tornando mais intenso havendo, portanto, necessidade de se intensificar a busca de novas fontes, principalmente, procurando aproveitar os resíduos vegetais, animais e agroindustriais, ou seja, subprodutos inaproveitados, que, quase sempre, passam a ser poluentes, além de ocupar espaço físico, em função do grande volume que se acumula no dia-a-dia da atividade rural e agroindustrial (CANALES, 1989).

O Ministério da Agricultura³, define fertilizante orgânico, como fertilizante de origem vegetal ou animal contendo um ou mais nutrientes das plantas (PARANÁ, 1997). Para Costa (1994), fertilizante orgânico é todo produto proveniente de corpos organizados, ou qualquer resíduo de origem vegetal, animal, urbano ou industrial, que apresente elevados teores de componentes orgânicos e/ou compostos de carbono degradáveis.

Sabe-se que existe uma variada fonte de matérias-primas que podem ser utilizadas como fertilizantes orgânicos. Segundo Kiehl (1985) a matéria-prima empregada diretamente como fertilizante orgânico, pode ser classificada quanto à sua natureza, à sua consistência e à sua origem. Quanto à natureza as matérias-primas empregadas podem ser classificadas em vegetal, animal e mista. Em relação à consistência a matéria-prima pode ser classificada em sólida, líquida e semilíquida. Finalmente, quanto à origem podem ser classificadas em matéria orgânica obtida na propriedade e matéria orgânica importada.

Muitos produtos utilizados como fertilizantes orgânicos são produzidos dentro da propriedade, como os esterco (bovino, ave, suíno e outros animais), camas de aviário, palhas, restos de vegetais, compostos orgânicos e biofertilizantes. Resíduos de indústrias e agroindústrias também podem ser utilizados e nessa categoria podemos incluir as tortas oleaginosas (amendoim, algodão, mamona, cacau), borra de café, bagaços de frutas e outros subprodutos das indústrias de alimentos, usinas de açúcar e álcool (torta de filtro, vinhaça e bagaço de cana), cortumes, industriais de papel e celulose, moinhos e beneficiamento de produtos agrícolas e urbanos (lixo e lodo de esgoto), insumos ricos em matéria orgânica.

O uso de fertilizantes orgânicos permite efeitos no solo que vão muito além da reposição de nutrientes. Pode-se citar uma série de vantagens já definidas e estudadas, como o aumento do teor de matéria orgânica do solo.

2.2.1 Matéria orgânica

A matéria orgânica no solo proporciona uma melhora na estrutura, na capacidade de retenção de água e sua disponibilidade para as plantas, aumento da infiltração das águas da chuva diminuindo dessa forma o processo erosivo, diminui a compactação por promover maior aeração e enraizamento, aumento na capacidade de troca catiônica, fornecimento de elementos essenciais, complexação e solubilização de alguns metais essenciais ou tóxicos as plantas, reduz o efeito tóxico do alumínio.

³ Decreto N. 86.955, de 18/02/1982 – Capítulo I – Disposições preliminares.

A matéria orgânica ainda aumenta a atividade microbiana do solo por ser fonte de energia e nutrientes, elimina ou diminui doenças do solo através da ativação de micronutrientes benéficos às plantas, modifica a composição de plantas invasoras, entre outras, revertendo em aumento da produtividade das culturas (KIEHL, 1985; VAN RAIJ, 1991; COSTA, 1994; YURI *et al*, 2004).

A matéria orgânica do solo pode ser dividida em dois grupos fundamentais. O primeiro é constituído pelos produtos da decomposição dos resíduos orgânicos e do metabolismo microbiano, como proteínas e aminoácidos, carboidratos simples e complexos, resinas, ligninas e outros. Essas macromoléculas constituem aproximadamente, 10 a 15% da reserva total do carbono orgânico nos solos minerais. O segundo é representado pelas substâncias húmicas propriamente ditas, constituindo 85 a 90% da reserva total do carbono orgânico. O material húmico do solo pode ser separado em ácidos fúlvicos, ácidos húmicos e humina (ANDREUX, 1990).

Durante a decomposição da matéria orgânica pela atividade microbiana, ocorre à liberação para o solo principalmente de nitrogênio, fósforo e enxofre e ainda de micronutrientes que são utilizados pelas plantas. No Brasil, particularmente nos Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina, o teor de matéria orgânica do solo é utilizado como critério básico para as recomendações de nitrogênio para as culturas (BAYER & MIELNICZUK, 1999).

Deve-se destacar que apenas parte dos nutrientes da matéria orgânica são liberados a curto prazo. Alguns compostos orgânicos têm a propriedade de se ligarem com íons metálicos de ferro, manganês, alumínio, zinco e cobre, complexando-os. Por este processo, em alguns casos, é possível eliminar efeitos tóxicos de manganês ou alumínio através da fertilização orgânica (COSTA, 1994). A formação destes complexos pode melhorar o fornecimento de alguns nutrientes, tornando-os disponíveis à medida que a planta deles necessite (KIEHL, 1985; COSTA, 1994).

Diversos autores relatam a aplicação de adubos orgânicos proporcionando aumentos na produtividade e qualidade da alface. Com o objetivo de avaliar doses (0, 20, 40, 60 e 80 t ha⁻¹) de composto orgânico produzidos com casca de grão de café, esterco de curral e palha triturada de *Crotalaria* sp., em Três Pontas (MG), na produtividade e qualidade da alface americana, Yuri *et al* (2004), verificaram que o melhor rendimento para massa fresca comercial, circunferência da cabeça e caule, podem ser obtidos com o uso de 56,0 t ha⁻¹ de composto orgânico aplicado pré-plantio, proporcionando aumento de rendimento e qualidade comercial.

Pode-se verificar o potencial nutricional do resíduo de substrato orgânico resultante da produção do cogumelo-do-sol (*Agaricus blazei* Murril) sobre o cultivo do rabanete (*Raphanus sativus*), mostrando uma eficiência do material em estudo quando misturado ao solo, proporcionando um aumento da parte aérea e da raiz da planta (TESSEROLI NETO *et al*, 2005).

Canales *et al* (1989), a fim de avaliarem o efeito fertilizante de um resíduo orgânico proveniente da produção de antibiótico (tetraciclina) sobre a cultura da alface, realizaram um ensaio comparativo com a testemunha e esterco de curral. O experimento foi realizado em um solo, classificado como Latossolo Vermelho amarelo, fase arenosa e os resultados da análise química evidenciaram baixa fertilidade. Os resultados obtidos mostraram ser o produto um excelente material fertilizante provocando aumento significativo na matéria verde e seca de plantas de alface, que representou 192,48% de aumento em relação à testemunha e 117,29% sobre o tratamento com esterco de curral.

Em estudo realizado por Lopes *et al* (2005) avaliando-se a produção de alface em solo (Aluvial Eutrófico, textura média) tratado com doses crescentes de lodo de esgoto (33,3; 66,6; 99,9 e 133,2 g dm³) como fonte de matéria orgânica, verificou-se que o crescimento da parte aérea e o aumento de matéria fresca nas folhas das plantas foram estatisticamente superiores ao controle.

2.3 BIOFERTILIZANTES

Segundo a legislação vigente, biofertilizante⁴ pode ser definido como sendo um produto que contenha princípio ativo ou agente capaz de atuar, direta ou indiretamente, sobre o todo ou partes das plantas cultivadas, elevando a sua produtividade (PARANÁ, 1997).

A legislação nada mais fez que oficializar uma mistura que engenheiros agrônomos e técnicos reconhecem como sendo um excelente insumo agrícola (KIEHL, 1985).

Devido a estar vigente há muitos anos, a legislação brasileira está necessitando de uma revisão para atualização. Em relação aos biofertilizantes a legislação não contempla atributos de qualidade do produto, aspectos técnicos e garantias mínimas de nutrientes.

Devem ser analisados os riscos decorrentes da sua utilização, principalmente da fonte de matéria orgânica utilizada, com relação à possibilidade de contaminação com metais pesados e, também, no que diz respeito a danos à saúde humana. Apesar da grande potencialidade de utilização desses produtos como adubos foliares, são poucos os trabalhos de pesquisa relacionados a sua utilização. A reciclagem de resíduos orgânicos, visando o seu reaproveitamento como fonte alternativa para a produção de biofertilizantes, é uma medida estratégica sob o ponto de vista ambiental e conveniente quando economicamente viável (FERNANDES & TESTEZLAF, 2002).

A produção de biofertilizantes é decorrente do processo de fermentação, ou seja, da atividade dos microorganismos na decomposição da matéria orgânica e complexação de nutrientes, o que pode ser obtido com a simples mistura de água e esterco fresco. (TIMM *et al*, 2004; SANTOS, 1992).

A fermentação pode ser realizada de maneira aeróbica e anaeróbica e o resultado desse processo é um sistema de duas fases, uma sólida usada como adubo organomineral e outra líquida utilizada como adubo foliar (TRATCH, 1996; BURG & MAYER, 1999).

A fermentação aeróbica pode ser levada a efeito com substratos orgânicos e inorgânicos. Quando substratos orgânicos são utilizados, a degradação dos mesmos pode ser completa ou incompleta. Na fermentação aeróbica completa, o substrato

⁴ A legislação brasileira sobre a produção e o comércio de fertilizantes, corretivos e inoculantes agrícolas é constituída pela Lei nº 6.894 de 16/12/1980, alterada pela Lei nº 6.934 de 13/07/1981, as quais estão regulamentadas pelo Decreto nº 86.955 de 18/02/1982 e pelas Portarias MA-84 de 29/03/1982, SNAD-31 de 08/06/1982, SEFIS-01 de 04/03/1983, SEFIS-01 de 24/05/1984, SEFIS de 30/01/1986 e SEFIS-03 de 12/02/1986, todas do Ministério da Agricultura.

orgânico é totalmente degradado para CO₂ e H₂O. Na fermentação aeróbica incompleta, os substratos orgânicos são parcialmente oxidados, liberando os produtos dessas oxidações no meio. Substratos inorgânicos podem servir, também, para propósitos de fermentação, em processos típicos de fermentação aeróbica. Podemos citar como exemplo a oxidação do hidrogênio molecular pelas bactérias do hidrogênio, a oxidação de compostos de enxofre inorgânico pelas bactérias do enxofre, a oxidação de compostos do nitrogênio inorgânico (*Nitrosomonas* e *Nitrobacter*) e do ferro pelas ferrobactérias. Além de bactérias no processo de fermentação aeróbica estão envolvidos fungos e actinomicetos (FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS/ CETEC, 1982).

A fermentação anaeróbia pode ser considerada como um processo de pelo menos três estágios. No primeiro, compostos orgânicos insolúveis são transformados, por meio de hidrólise enzimática, em compostos orgânicos solúveis de cadeia de carbono mais curta, devido à ação de microorganismos. Os compostos solúveis formados constituem-se em substratos para os microorganismos do segundo estágio, quando são transformados em ácidos orgânicos, principalmente o acético, de cadeias com até 6 átomos de carbono. No terceiro estágio ocorre a formação de metano. As bactérias metanogênicas utilizam o ácido acético do estágio anterior para produção desse gás (FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS/ CETEC, 1982).

Peres (1982) define fermentação anaeróbica como sendo um processo em que materiais orgânicos complexos são convertidos em compostos mais simples, na ausência de ar ou oxigênio livre. Todas as reações bioquímicas envolvidas na transformação de biopolímeros como carboidratos, lipídios e proteínas a unidades menores são realizadas por microorganismos capazes de produzirem as enzimas necessárias ao catabolismo do material orgânico, bem como sintetizarem o material essencial para o seu crescimento e manutenção, na ausência de oxigênio livre. Esses microorganismos são, na sua grande maioria, bactérias anaeróbicas ou facultativas pertencentes a inúmeras espécies, que atuam, simultaneamente, no processo de digestão anaeróbica.

A partir destes processos que são o princípio de produção de todos os tipos de biofertilizantes, existem várias maneiras de se aumentar a concentração de nutrientes, originando assim os biofertilizantes enriquecidos. O processo de enriquecimento pode se dar com a adição de cinza de madeira ou cinza de casca de arroz, urina de vaca, plantas trituradas, frutas, farinha de rochas naturais, leite, esterco bovino e de aves ou macro e micronutrientes concentrados (TIMM *et al*, 2004).

A produção de biofertilizantes tem contribuído para a otimização do aproveitamento de resíduos orgânicos gerados em propriedades de base familiar. No

entanto, torna-se necessário que este processo seja utilizado com eficiência, de maneira que a qualidade do insumo obtido possa proporcionar ao sistema aportes adequados de nutrientes e de agentes biológicos para o desenvolvimento equilibrado das plantas (TIMM *et al*, 2004).

Uma das alternativas para a suplementação de nutrientes em hortaliças tem sido a utilização de biofertilizantes, que podem ser aplicados via solo, via sistemas de irrigação ou pulverização sobre as plantas. Atualmente, vários biofertilizantes são utilizados regionalmente, preparados com resíduos animais, vegetais e agroindustriais. O emprego de biofertilizantes tem aumentado muito, devido ao seu baixo custo, à sua variada composição e especialmente à sua boa concentração de nutrientes (SOUZA & RESENDE, 2003).

Porém, apesar do uso freqüente de biofertilizantes em diferentes culturas, seja como adubo foliar ou como auxiliar no controle de pragas e doenças, o seu modo de ação é parcialmente conhecido, apesar de resultados práticos satisfatórios (BETTIOL *et al*, 1998).

O uso do biofertilizante foi constatado no início da década de 1980 por extensionistas da EMATER-RIO, em lavouras de café e cana-de-açúcar, regado nas covas para realizar a complementação nutricional e auxiliar na irrigação, já que era altamente diluído. No ano de 1985, foram iniciadas as unidades de observação em seringueira, café e maracujá. Os resultados alcançados com as pulverizações de biofertilizante líquido a 20%, em diluição com água, mostraram a redução de ataques de fitopatógenos e de pragas, devido ao equilíbrio do ecossistema das lavouras pulverizadas, além do aumento da produção e da produtividade (SANTOS, 1991).

2.3.1 Composição química

Pode-se dizer que o biofertilizante é um produto fermentado por microorganismos e ter como base a matéria orgânica, possuindo em sua composição grande variedade de nutrientes, variando em suas concentrações, dependendo muito diretamente da matéria-prima a ser fermentada. Por isso, a concentração da solução, a mistura da matéria-prima e dos minerais e o pH deverão estar compatibilizados, para que quimicamente o produto final seja benéfico à planta e não cause injúrias.

No que diz respeito à parte analítica de sua composição, o biofertilizante apresenta macro e micronutrientes assimiláveis pelo vegetal, tais como: nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, sódio, ferro, cloro, sílica, molibdênio, boro, cobre, zinco e manganês. O seu pH pode variar de 7,0 a 8,0 e poderá também ser inferior quando a fermentação for incompleta (SANTOS, 1992).

Existem poucos trabalhos da composição química dos biofertilizantes e a maioria cita os resultados pioneiros obtidos por Santos (1991). O autor avaliou a composição química de um biofertilizante obtido através da fermentação de esterco de curral de gado leiteiro, aos trinta, sessenta, noventa e cento e vinte dias de fermentação. O autor observou que a maior concentração de nutrientes se deu aos trinta dias (Tabela 1).

Elad & Shtienberg (1994) verificaram variações na composição química de extrato aquoso de composto de gado, de galinha e de bagaceira de uva.

Tabela 1 – Análise do biofertilizante líquido (absorção atômica) de quatro amostras de diferentes idades de fermentação (30, 60, 90 e 120 dias), em fermentação anaeróbica, em mg/Kg.

Elementos	Dias de fermentação (Valores em mg Kg ⁻¹)			
	30	60	90	120
CaCO ₃	3260,0	2600,0	2460,0	2372,0
SO ₃	447,0	170,0	97,2	112,0
PO ₄	1668,0	569,0	410,0	320,0
SiO ₂	83,1	168,0	143,0	177,0
Fe	44,7	11,3	9,7	11,0
Cl	1160,0	810,0	1090,0	840,0
Na	166,0	250,0	276,0	257,0
K	970,0	487,0	532,0	500,0
Mo	1,0	1,0	1,0	1,0
B	1,1	1,0	1,0	1,0
Zn	6,7	3,7	1,3	1,7
Cu	1,1	0,7	1,0	0,2
Mn	16,6	4,7	3,8	4,6
Mg	312,0	305,0	281,0	312,0
pH	7,8	7,4	7,6	7,7

FONTE: SANTOS, 1991.

Castro & Hiroce (1988) analisaram um biofertilizante usado na pulverização de videiras em declínio e verificaram a seguinte composição: 5 g/kg B; 10 g/kg Mg; 30 g/kg Zn; 20 g/kg Mn; 38 g/kg S; 100 g/kg N; 0,4 % aminoácidos; 0,1 % de ácidos nucléicos e traços de ácidos orgânicos.

Bisso *et al.* (2003) analisaram um biofertilizante usado na pulverização da cultura da calêndula (*Calendula officinalis* L.) e obtiveram a seguinte composição química: 8,4

g/kg de N, 0,32 g/kg de P, 0,20 g/kg de K, 1,4 g/kg de Ca, 0,7 g/kg de Mg, 0,29 g/kg de S, 284 mg/kg de Cu, 813 mg/kg de Zn, 272 mg/kg de Fe, 272 mg/kg de Mn, 165 mg/kg de Na e 611 mg/kg de B.

De modo geral, os trabalhos não apresentam a composição química do produto final, mas por ser um produto fermentado e ter como base a matéria orgânica, possui em sua composição a maior parte dos elementos necessários para a nutrição das plantas (TRACH, 1996; BETTIOL *et al*, 1998; SANTOS, 1991).

2.3.2 Métodos de utilização

O biofertilizante líquido pode ser utilizado de várias maneiras sendo que o método mais eficiente é a aplicação através de pulverizações nas folhas, as quais promovem um efeito mais rápido. Nas pulverizações, o biofertilizante deverá cobrir totalmente as folhas e ramos das plantas, chegando ao ponto de escorrimento, para um maior contato do produto com a planta (alto volume) (SANTOS, 1991; SOUZA & RESENDE, 2003).

O horário de aplicação também é importante, pois as aplicações foliares realizadas nas horas mais frescas e úmidas do dia (de manhã e final da tarde) proporcionam um melhor aproveitamento do biofertilizante. Isso ocorre em função da umidade no ar que abaixo de 60% reduz a vida útil da gota, dificultando a absorção dos nutrientes pela folha.

O biofertilizante pode ser utilizado também como solução nutritiva, em sistema de cultivo sem solo. Com esse enfoque, estudou-se o comportamento da cultura do meloeiro (*Cucumis melo*), usando-se a técnica hidropônica, onde a solução nutritiva era proveniente da fermentação anaeróbica de estrume bovino em meio líquido. Foram realizadas avaliações quanto à altura de plantas, tempo de colheita, peso de frutos e produtividade. A substituição de adubos minerais por biofertilizantes na solução nutritiva, se mostrou viável para os tratamentos, constituindo-se em mais uma alternativa para horticultores (VILLELA JUNIOR *et al*, 2003).

Outra forma de uso é no tratamento de sementes sexuadas e selecionadas em nível de campo, para plantio. Neste caso, as sementes deverão ser mergulhadas em biofertilizante líquido concentrado, por um período de um a dez minutos, secas à sombra por duas horas e plantadas em seguida. As sementes assim tratadas não deverão ser armazenadas, pois poderão perder a sua capacidade de germinar e tornar-se inviáveis para o plantio (SANTOS, 1991; SOUZA & RESENDE, 2003).

O biofertilizante pode ser utilizado ainda em pulverizações na produção de mudas, na rega de canteiros de germinação, antes do plantio, para promover um expurgo do solo

utilizado, possuindo efeito bacteriostático quando aplicado puro (SANTOS, 1992; SOUZA & RESENDE, 2003).

A parte sólida do biofertilizante, ou seja, o material que fica retido na peneira após filtragem para o uso líquido no campo, também constitui uma excelente fonte de matéria orgânica e de nutrientes que pode ser aplicada no solo (BETTIOL *et al*, 1998; SANTOS, 1992; SOUZA & RESENDE, 2003).

2.3.3 Efeito nutricional

São poucas as referências sobre o resultado nutricional dos biofertilizantes, apesar de seu efeito conhecido. Os trabalhos que existem referem-se apenas a fins genéricos sem, no entanto apresentar resultados de pesquisas com comprovação científica da sua eficácia. Grande parte dos trabalhos apresenta resultados dos efeitos de maneira empírica, baseando-se apenas em unidades de observação⁵.

SANTOS (1991) em estudo realizado em unidades de observação sobre os efeitos nutricionais, fungicida e inseticida do biofertilizante, aplicado via foliar e em diferentes concentrações (20, 30, 40, 50 e 100% puro) em lavouras de citros e maracujá, demonstrou a viabilidade de uso do biofertilizante em nível de campo, com o aumento da produção, produtividade, tolerância às doenças fúngicas e o controle das principais pragas de cada lavoura, sem o uso de agrotóxicos.

Segundo Santos (1992) o biofertilizante produzido a partir da fermentação anaeróbica de esterco de vaca, quando aplicado entre 10 e 30 % por via foliar, apresenta efeitos nutricionais consideráveis, inclusive aumento da área foliar em diversas culturas.

Bettioli *et al* (1998) verificaram que mudas de tomate e de pepino pulverizadas com biofertilizante apresentaram maior vigor em relação a testemunha.

Foram verificados ainda, os efeitos positivos do biofertilizante na cultura da alface, quando tratadas, semanalmente, com um extrato aquoso de composto de gado bovino e de galinha (McQUILKEN *et al*, 1994).

Foi observado um aumento na emissão de brotações novas e com coloração normal em videiras (Niagara Rosada) afetadas pelo declínio, quando o biofertilizante foi aplicado duas vezes, na dosagem de 1,5 litro em 280 litros de água por hectare (CASTRO & HIROCE, 1988; PRATES & PESCE, 1989). O mesmo efeito foi observado em pomar de citros (Valência / limão cravo), de 16 anos e com sintomas de declínio (PRATES & CASTRO, 1989).

⁵ São testes efetuados no campo, nas condições de sistema de produção do produtor rural, sem delineamento estatístico ou experimental. Os resultados são obtidos por medição e observação direta.

Bisso *et al* (2003) estimando a resposta da Calêndula (*Calendula officinalis* L.) ao uso de biofertilizante anaeróbico em um solo com fertilidade elevada, que apresentou pH (H₂O) 6,5, 80 mg.L⁻¹ de P, 233 de K mg.L⁻¹, 5,0 Cmol_c.L⁻¹ de Ca, 2,1 Cmol_c.L⁻¹ de Mg, 12 mg.L⁻¹ de S, 8,1 mg.L⁻¹ de Zn, 2,1 mg.L⁻¹ de Cu e 0,6 mg.L⁻¹ de B, concluíram que a alta fertilidade do solo acabou suprimindo as necessidades da cultura, comprometendo o efeito nutricional do biofertilizante. O mesmo foi observado por Bisso & Barros (2002).

Moreira *et al* (2003) avaliaram o desenvolvimento de mudas de alface obtidas de 3 substratos (vermicomposto, convencional, orgânico) e do uso do biofertilizante Agrobio⁶, em pulverizações semanais a 8%. Como resultado notou-se que o uso do biofertilizante, favoreceu o desenvolvimento da cultura.

Com o objetivo de avaliar o crescimento de mudas de tomateiro conduzidas em sistema flutuante com adição do biofertilizante Super Magro e urina de vaca na água, Moraes *et al* (2003) concluíram que o substrato foi suficiente nutricionalmente para a produção de mudas de tomateiro.

Santos *et al* (2003) testando a ação do biofertilizante Agrobio e de 3 substratos na produção de mudas de alface para o plantio orgânico, chegaram à conclusão que o biofertilizante quando pulverizado a 8 % uma vez por semana, possibilitou um aumento no peso da matéria fresca da parte aérea das plantas.

Scherer *et al* (2003) avaliaram a eficiência de alguns biofertilizantes (Super Magro, Uréia Caseira, Biosol e Leader), na cultura do feijão, aplicados via foliar aos 21, 35 e 49 dias após a emergência das plantas. Os resultados evidenciaram não haver resposta em produtividade de grãos de feijoeiro via foliar em áreas que receberam adubação de base orgânica no solo.

Em trabalho realizado com o objetivo de monitorar a fertirrigação com biofertilizante na cultura do melão em ambiente protegido, observou-se que a produtividade foi superior nas plantas que receberam a fertirrigação com biofertilizante. Constatou-se também que as plantas que receberam este tratamento tiveram um retardamento de cerca de 8 dias no seu ciclo. (FERNANDES & TESTEZLAF, 2002).

Segundo Chen & Aviad (1990) o uso de ácido fúlvico como adubo foliar em diversas culturas vem apresentando resultados positivos, como aumento na produção, melhor desenvolvimento, aumento no teor de clorofila, entre outras.

Além do efeito nutricional conhecido, os biofertilizantes apresentam efeitos de ação fungistática e bacteriostática sobre fitopatógenos, aumentando a resistência das

⁶ Agrobio é um biofertilizante líquido fabricado à base de esterco bovino, água, melaço e sais minerais, que são submetidos a um processo de fermentação à temperatura ambiente por 56 dias em recipientes abertos.

plantas ao ataque de pragas e doenças, comprovado por pesquisadores da Embrapa (BETTIOL, 1998).

Segundo Medeiros *et al* (2000a, 2000b, 2000c) no Laboratório de Patologia e Controle Microbiano de Insetos da ESALQ/USP diversos pesquisadores demonstram a ação deletéria do biofertilizante Microgeo^{®7} sobre o desenvolvimento e reprodução de alguns insetos e ácaros fitófagos⁸. O autor relata também os efeitos deste biofertilizante sobre o crescimento e a sanidade de hortaliças constatada por olericultores dos Estados do Rio de Janeiro e de São Paulo.

Deleito *et al* (2004) estudaram o biofertilizante Agrobio e concluíram que o biofertilizante apresentou efeito benéfico ao desenvolvimento de mudas de pimentão e ação bacteriostática sobre *X. campestris pv. vesicatoria*, devido à competição microbiana no filoplano⁹ provocada pela aplicação do biofertilizante.

Segundo Sartori (2003) em estudo realizado com o objetivo de avaliar quantitativamente e qualitativamente as populações de fungos filamentosos e leveduras epifíticos e endofíticos em flores, folhas e frutos na cultura da macieira cultivar Gala em três sistemas de produção (convencional, integrado e orgânico) os resultados demonstraram que as populações de microorganismos variavam de acordo com o sistema de produção e época de coleta, sendo que no sistema orgânico foi verificado maior número e diversidade de microorganismos, demonstrando a influência dos agroquímicos sobre a microbiota nos sistemas integrado e convencional. Na avaliação “in vitro” com os principais fungicidas e caldas foi confirmada a inibição dos microorganismos aos principais agroquímicos utilizados nos três sistemas de produção, sendo os mesmos menos inibidos pelo biofertilizante.

Diversos pesquisadores (BETTIOL *et al*, 1998; MEDEIROS *et al*, 2000c; WALDEMAR, 2005, SANTOS, 1991) conduzem pesquisas visando também verificar o efeito hormonal do biofertilizante sobre as plantas.

2.4 ADUBAÇÃO FOLIAR

Com base em trabalhos desenvolvidos pode-se considerar que o uso mais comum do biofertilizante é a pulverização sobre as plantas, sendo relatado por diversos autores o

⁷ Contém preparados biodinâmicos elaborados a partir de plantas medicinais (mil folhas, camomila, urtiga, casca de carvalho, dente de leão e valeriana), que organizam os processos de fermentação.

⁸ Os ácaros fitófagos são pragas que atacam principalmente as folhas do morangueiro, provocando mosqueado ou clorose, bronzeamento, perda de vigor, redução na produção, desfolhamento, murchamento permanente, atrofiamento e até morte das plantas.

⁹ Superfície das folhas.

seu uso como adubo foliar [(SCHERER *et al* (2003), SANTOS *et al* (2003), MOREIRA *et al* (2003), SANTOS (2001)].

Contudo, para que se possa usar o biofertilizante como adubo foliar com bons resultados é necessário um bom conhecimento dos princípios que regem a absorção e o movimento dos nutrientes nas plantas, bem como os efeitos da sua falta ou excesso, e as regras práticas da sua aplicação. Deve-se ressaltar que os biofertilizantes são constituídos por diversos nutrientes, não sendo dessa maneira um adubo foliar que contenha apenas um nutriente.

Como a parte aérea das plantas também possui a capacidade de absorver água e nutrientes, diversos estudos têm contribuído para que a prática de adubação foliar possa ser mais intensivamente pesquisada (OSAKI, 1990; MALAVOLTA, 1980).

O uso da adubação foliar data do século XIX embora na antiguidade já houvesse referências a respeito. Na Alemanha, o líquido de esterqueiras (chorume) diluído com igual volume de água era aplicado em plantas de jardim. O uso de N, P, K, Ca e de Zn e B nas folhas foi descrito, respectivamente na Alemanha e na Rússia há mais de cem anos. Sais de cobre e ferro foram usados para corrigir deficiências desses elementos. (MALAVOLTA, 1980).

É verdade que a adubação foliar, não pode substituir totalmente o fornecimento de adubos ao solo, para a absorção da raiz. Entretanto, a expansão do uso da adubação foliar a um número cada vez maior de culturas, vem demonstrando que há culturas que podem ser mantidas, em relação a determinados nutrientes, quase que exclusivamente por via foliar (CAMARGO & SILVA, 1975; OSAKI, 1990; MALAVOLTA, 1967; MALAVOLTA, 1997 ROSOLEM, 1984; BOARETTO & ROSOLEM, 1981).

Esses resultados vem sendo explicados através das grandes perdas e/ou imobilização que os nutrientes sofrem quando aplicados ao solo, podendo ocorrer fenômenos de adsorção, fixação e lixiviação. Através da adubação foliar estas perdas poderiam ser evitadas. Além disso, adubações pesadas podem sem dúvida levar à poluição do solo, águas sub superficiais, rios e lagos, conforme já tem ocorrido em alguns casos (ROSOLEM, 1984).

Para compreender os mecanismos de absorção foliar deve-se considerar o trajeto que os íons ou as moléculas aplicadas a folhas devem percorrer, até chegarem ao simplasto foliar (CAMARGO & SILVA, 1975).

Ao se estudar os mecanismos da absorção iônica ou molecular, pelas plantas é indispensável levar-se em consideração os elementos que vão ser absorvidos, levando-se em consideração o papel importante que tem a água, tanto como solvente quanto

influenciadora do próprio movimento das mesmas (MALAVOLTA, 1980; CAMARGO & SILVA, 1975; OSAKI, 1990).

Para que venha ocorrer a absorção de íons via foliar, torna-se necessário que estes, ao serem absorvidos, ultrapassem a barreira da camada cuticular, se acumulem no espaço livre aparente, podendo apresentar o transporte via apoplástica na forma de um contínuo ou o transporte via simplástico, de célula para célula, através do citoplasma e dos plasmodesmas.

Segundo Prevedello & Reissmann (2002) dependendo da composição da camada cuticular, ocorrerá maior ou menor afinidade do tecido foliar com os íons em solução. Quanto maior a quantidade de pectina, a cutícula será mais hidrófila. Por outro lado, quanto maior a quantidade de ceras e ou de composto triterpenóides na camada cuticular, essa tenderá a ser mais hidrófoba.

Quando nos referimos à absorção foliar, se torna importante fazer uma menção sobre absorção ativa e a penetração. A absorção ativa refere-se a uma cadeia de concorrências que inicia a entrada de substância à superfície da folha. No percurso desse trajeto, pode haver uma alteração física ou química da substância. Por outro lado, a penetração é o processo de absorção que vai do local de aplicação, isto é, da superfície da folha, até os locais de entrada no simplasto (translocação entre células, sem que haja movimento extracelular), sendo pois considerada a fase positiva da absorção (OSAKI, 1990; CAMARGO & SILVA, 1975; MALAVOLTA, 1967).

De acordo com Rosolem & Boaretto (1987), as recomendações de adubação foliar são feitas de forma empírica, sem embasamento experimental, supondo, portanto, que não surtam os efeitos desejados ou esperados de aumento de produção. Além disso, o uso de fertilizantes foliares, como os biofertilizantes, usados indiscriminadamente, podem causar desequilíbrio nutricional ou fitotoxidez e não proporcionar retorno econômico à sua aplicação.

A adubação foliar na cultura da alface é recomendada como complementação das adubações efetuadas no solo e quando se pretende resposta rápida da cultura, em caso de carência de nutrientes. Os principais nutrientes aplicados via foliar na alface são N, P, K, Ca e Mg (FILGUEIRA, 2000). Fernandes & Martins (1999), comentam que a pulverização foliar em alface com fertilizantes orgânicos líquidos ainda não é uma técnica muito estudada.

2.5 CULTURA DA ALFACE

A alface (*Lactuca sativa* L.) é uma espécie pertencente à família Asteraceae, originou-se de espécies silvestres, ainda atualmente encontradas em regiões de clima temperado, no sul da Europa e na Ásia Ocidental (EMPRESA PARANANENSE DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENÇÃO RURAL, 1997).

Essa hortaliça foi muito popular na antiga Roma e, provavelmente foram os romanos que a introduziram no norte e oeste da Europa. Com o seu cultivo, a alface rapidamente difundiu-se na França, Inglaterra e, posteriormente, para toda a Europa, mostrando se tratar de uma cultura popular e de uso extensivo. Com a descoberta do Novo Mundo, foi introduzida nas Américas, sendo cultivada no Brasil desde 1647 (DAVIS *et al.*, 1997).

Segundo a FAO (2002), foram produzidos no mundo 17, 28 milhões de toneladas de alface, em uma área de 791.144 ha em 2000. No Brasil, o IBGE (2000) informa que no ano de 1996 houve uma produção de 311.887 toneladas de alface em uma área plantada de aproximadamente 35.000 ha, sendo considerada a hortaliça folhosa de maior importância.

A planta é herbácea, delicada, com caule diminuto, ao qual se prendem as folhas. Estas são amplas e crescem em roseta, em volta do caule, podendo ser lisas ou crespas, formando ou não “cabeça”, com coloração em vários tons de verde, ou roxa, conforme a cultivar (FILGUEIRA, 2000).

O sistema radicular é muito ramificado e superficial, explorando apenas os primeiros 25 cm de solo, quando a cultura é transplantada. Em semeadura direta, a raiz pivotante pode atingir 60 cm de profundidade.

A planta é anual, florescendo sob dias longos e temperaturas elevadas. Dias curtos e temperaturas amenas favorecem a etapa vegetativa do ciclo, constatando-se que todas as cultivares produzem melhor sob tais condições. A planta, inclusive, resiste a baixas temperaturas e geadas leves. Contrariamente, a etapa reprodutiva, que se inicia com o pendoamento, é favorecida por dias longos e temperaturas elevadas (FILGUEIRA, 2000).

Originariamente a alface era uma cultura de outono – inverno, no centro sul. Ao longo do tempo materiais genéticos com boa tolerância de adaptação, permitiram o plantio também durante a primavera e o verão. Portanto pela criteriosa escolha de cultivares disponíveis, é possível plantar e colher alface, de boa qualidade, ao longo do ano. (SOUZA & RESENDE, 2003; FILGUEIRA, 2000).

Cabe ressaltar que o consumidor prefere comer alface durante o verão, sendo que nesta época é mais difícil, pois a planta se afasta das condições originais.

A alface é extremamente exigente em nutrientes, principalmente nitrogênio, fósforo, potássio e cálcio, não se podendo desprezar, entretanto, a importância dos demais. É uma cultura que apresenta lento crescimento inicial, até os 30 dias, quando, então, o ganho de peso é acumulado até a colheita (Tabela 2). Apesar de absorver quantidades relativamente pequenas de nutrientes, quando comparadas com outras culturas, seu ciclo rápido (50 a 70 dias, em função de cultivares, épocas e locais de cultivo) a torna mais exigente em nutrientes, principalmente no final do ciclo (ZAMBON, 1982; KATAYAMA, 1993).

Tabela 2 – Marcha de acúmulo de matéria seca e de absorção de nutrientes pela cultivar de alface Brasil 48.

Período	Matéria seca	Nutriente					
		N	P	K	Ca	Mg	S
(dias)		------(kg/ha)-----					
0-20	7,6	0,4	0,05	0,5	0,1	0,03	0,01
0-30	17,1	0,7	0,14	1,4	0,3	0,07	0,04
0-41	130,2	5,7	1,05	10,9	1,8	0,50	0,25
0-51	414,2	17,1	3,53	32,2	6,2	1,56	0,67
0-62	751,4	31,0	6,83	63,2	10,6	2,85	1,73
0-72	1.211,2	44,6	9,50	96,6	15,3	4,45	2,03

Fonte: Citada por Katayama (1993) adaptada de Garcia *et al* (1982).

A Tabela 3 mostra as extrações totais de macronutrientes por algumas cultivares de alface. Fica bem caracterizada a existência de exigências nutricionais diferenciadas entre cultivares. Tal fato, apesar de ser também muito importante para o melhor manejo da adubação na cultura é pouco estudado no país (KATAYAMA, 1993).

Tabela 3 – Quantidades de macronutrientes (Kg) necessários para produção de uma (1) tonelada de alface.

Cultura	Cultivar	N	P	K
Alface	Brasil 48*	2,80	0,60	6,00
Alface	Aurélia*	2,40	0,60	4,50
Alface	**	1,50	0,30	3,50

Fonte: * Adaptado de Nutrição e adubação de hortaliças; anais/editado por M.E.Ferreira, P.D. Castellane, M.C.P. Cruz. – Piracicaba: POTAFÓS, 1993. ** Adaptado de Malavolta (1997).

A produção da alface é composta basicamente por folhas, por isso a cultura responde mais ao fornecimento de nitrogênio, que requer um manejo especial quanto à adubação, por ser muito lixiviável. e pelo fato de a cultura absorver cerca de 80% do total extraído nas últimas quatro semanas do ciclo (Tabela 2). Isso pode explicar o interesse no uso de fertilizantes de solubilização lenta, como os biofertilizantes.

Embora o fósforo seja sempre considerado nas adubações, deve ser lembrado que as áreas produtoras de hortaliças apresentam, quase que em sua totalidade, teores de fósforo muito altos em função da adubação, tendo-se verificado teores de até 944 $\mu\text{g}/\text{cm}^3$ quando se empregou o método da resina para extração (KATAYAMA, 1993).

Segundo a Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (2004), uma planta de alface bem nutrida apresenta valores considerados adequados na faixa de 30 a 50 g kg^{-1} de nitrogênio, 4,0 a 7,0 g kg^{-1} de fósforo e 50 a 80 g kg^{-1} de potássio. Entretanto, observar que esses valores são indicações muito gerais, que podem variar em função de condições de solo, clima e variedade utilizada.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO

O módulo experimental do presente trabalho foi desenvolvido na Estação Experimental do Instituto Agrônomo do Paraná – IAPAR, situado no município de Pinhais no Estado do Paraná, na Estrada da Graciosa, Km 18, Parque Castelo Branco, entre as coordenadas 25°38' sul de latitude, 49°12' de longitude oeste e altitude de 850 metros. Localiza-se na Bacia Sedimentar de Curitiba sobre rochas da formação Guabirotuba (MINEROPAR, 2006).

3.2 CLIMA

O clima da região é caracterizado como Cfb, segundo classificação de KOEPPEN, ou seja, clima temperado propriamente dito; temperatura média no mês mais frio abaixo de 18°C (mesotérmico), com verões frescos, temperatura média no mês mais quente abaixo de 22°C e sem estação seca definida (IAPAR, 2000).

3.3 SOLO

O solo da área experimental foi caracterizado como Cambissolo Húmico distrófico típico, de textura argilosa, segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – EMBRAPA (1999).

A área experimental foi dividida em duas glebas, sendo estas homogêneas quanto à cor do solo, textura, grau de drenagem, tipo de vegetação, cultura anterior, declividade, histórico de uso e manejo.

As amostragens foram feitas com o auxílio de trado holandês, numa profundidade de 20 cm, coletando-se seis amostras simples por canteiro, totalizando 48 amostras simples por gleba. As amostras simples foram misturadas, obtendo-se assim uma amostra composta, da qual separou-se aproximadamente 300 g de solo em saco plástico, que foi identificado e posteriormente encaminhado para análise química, realizada de acordo com as recomendações da EMBRAPA (1999). Os resultados são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 – Análise química do solo da área experimental antes do transplante das mudas, em uma profundidade de 0-20 cm. Pinhais, PR, 2005⁽¹⁾.

Características	Unidades	Gleba 1 – Alface crespa	Gleba 2 – Alface americana
pH	(CaCl ₂)	6,20	6,40
Al ⁺³	(cmol _c /dm ³)	0,00	0,00
H ⁺ +Al ⁺³	(cmol _c /dm ³)	3,70	3,40
Ca ⁺²	(cmol _c /dm ³)	12,20	11,70
Mg ⁺²	(cmol _c /dm ³)	4,80	4,10
K ⁺	(cmol _c /dm ³)	1,30	1,38
SB	(cmol _c /dm ³)	18,30	17,18
T	(cmol _c /dm ³)	22,00	20,58
P	(mg/dm ³)	670,40	670,40
C	(g/dm ³)	42,6	35,9
MO	(g/dm ³)	73,44	61,89
V	%	83	83
M	%	0	0

(1) Análise realizada no Laboratório de Análise de Solos da UFPR – Curitiba, PR.

3.4 BIOFERTILIZANTES

3.4.1 Composição e modo de preparo

Na Tabela 5 são apresentados os ingredientes necessários para a produção de uma quantidade de 250 litros de biofertilizante aeróbico e uma quantidade de 250 litros biofertilizante anaeróbico.

3.4.1.1 Fórmula IAPAR n° 2001/1 (Aeróbico)

Misturam-se bem todos os minerais, farinha de osso, o fosfato natural, bórax, sulfato de magnésio, sulfato de zinco, sulfato de cobre, sulfato de manganês. Todos esses minerais juntos pesam 11,1 Kg (Figura 1), os mesmos devem ser separados em 7 porções iguais, e reservadas para posterior uso. No dia 1, em um tambor de plástico de 250 litros (Figura 2), coloca-se o esterco, a água, 2 litros de leite e as frutas (preferencialmente em processo de apodrecimento para ajudar na fermentação). Misturar bem e deixar descansar, sem contato com sol ou chuva. Nos dias 4, dia 7, dia 10, dia 13, dia 16, dia 19, dia 22, num balde pequeno dissolve-se 1 porção da mistura de minerais, 2 litros de leite e coloca-se no tambor. O preparado deve ser mexido, no mínimo 2 vezes ao

dia, para evitar o mau cheiro. Misturar bem e deixar descansar sem contato com sol ou chuva. Espera-se cerca de 21 dias e está pronto para usar.

3.4.1.2 Fórmula IAPAR n° 2001/2 (Anaeróbico)

Misturam-se bem todos os minerais, farinha de osso, o fosfato natural, bórax, sulfato de magnésio, sulfato de zinco, sulfato de cobre, sulfato de manganês. Todos esses minerais juntos pesam 11,1 Kg. Em um tambor de plástico de 250 litros (Figura 2) colocam-se todos os ingredientes, mexe-se bem para homogeneizar a mistura. Posteriormente esse tambor deverá ser hermeticamente fechado, fazendo um respirador e instalando uma mangueira com a ponta submergida num recipiente com água, o que impede a entrada de ar no sistema. A fermentação ocorrerá de forma anaeróbica. Espera-se de 21 a 28 dias e está pronto para usar. Após este tempo perceber o odor, se estiver parecido a uma fermentação alcoólica, significa que o produto estará bom.

Tabela 5 – Ingredientes utilizados para o preparo dos biofertilizantes aeróbico e anaeróbico.

N°	Ingredientes	Unidade	Fórmula IAPAR n°	Fórmula IAPAR n°
			2001/1 (Quantidade)	2001/2 (Quantidade)
1	Fosfato natural	Kg	3	3
2	Bórax	Kg	1,5	1,5
3	Sulfato de magnésio	Kg	1	1
4	Sulfato de zinco	Kg	2	2
5	Sulfato de cobre	Gramas	300	300
6	Sulfato de manganês	Gramas	300	300
7	Farinha de osso	Kg	3	3
8	Vergamota/Outra fruta	Kg	3,0 – 4,0	3,0 – 4,0
9	Leite	Litros	16	2
10	Esterco fresco bovino	Kg	70 – 80	70 – 80
11	Água	Litros	100	100



Figura 1 – Mistura de nutrientes utilizados no preparo dos biofertilizantes.



Figura 2 – Bomba de biofertilizante anaeróbico (esquerda) e de biofertilizante aeróbico (direita).

3.4.2 Custos de produção

Na Tabela 6 é apresentado o custo de produção de uma bomba de biofertilizante. Nesse custo não estão inseridos gastos com esterco, leite e frutas, pois considera-se que esses insumos são gerados dentro da propriedade.

Tabela 6 – Custo de produção do biofertilizante¹.

Produtos ²	Quantidade	Custo unitário (R\$)
Bomba plástica (250 litros)	1 unidade	30,00
Farinha de ossos	3 kg	6,00
Fosfato natural	3 kg	4,20
Sulfato de zinco	2 kg	6,40
Sulfato de cobre	300 g	2,15
Sulfato de manganês	300 g	0,72
Sulfato de magnésio	1 kg	1,20
Bórax	1,5 kg	6,90
Mangueira (2m) e adaptador para bomba anaeróbica	1 unidade	10,00
Total		R\$ 67,57

¹Custo de produção para uma bomba de biofertilizante anaeróbico. Para o custo de produção do biofertilizante aeróbico diminui-se do valor total o custo da mangueira e do adaptador.

²Preço obtido no mês de março de 2006.

3.4.3 Análises químicas

As análises químicas dos biofertilizantes foram realizadas com amostras de 30 dias de fermentação, sendo coletadas 3 amostras simples por bomba, totalizando uma amostra composta do biofertilizante aeróbico e uma amostra composta do biofertilizante anaeróbico. As amostras foram coletadas após realizar a homogeneização do produto por um período de 5 minutos.

As análises foram efetuadas no Laboratório de Biogeoquímica do Departamento de Solos e Engenharia Agrícola da UFPR. O nitrogênio foi determinado pelo método Micro Kjeldahl. Os teores de fósforo foram obtidos por colorimetria e os de potássio, por fotometria de chama, o pH foi obtido em CaCl_2 e os demais nutrientes por absorção atômica e os valores expressos em g/kg e mg/kg (MALAVOLTA *et al*, 1989/1997; SANTOS, 1991).

3.4.4 Análise microbiológica

3.4.4.1 Coleta e preparo das amostras

Foram coletadas seis amostras de biofertilizante com 10 dias de maturação, sendo três de biofertilizante preparado de maneira aeróbica e três de biofertilizante preparado de maneira anaeróbica. As amostras de biofertilizantes para análise foram coletadas de acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (1987). Cada amostra foi acondicionada, individualmente, em garrafas plásticas estéreis, e posteriormente foram transportadas em caixas de isopor ao laboratório de Biologia do Solo do Departamento de Solos e Engenharia Agrícola da UFPR.

3.4.4.2 Exame bacteriológico

A determinação do número mais provável (NMP) de coliformes na amostra foi efetuada pela técnica de tubos múltiplos utilizando o meio A_1 (CETESB, 1998).

Inicialmente foi realizada a inoculação das amostras, após a inoculação de todos os volumes da amostra foi efetuada uma pré-incubação a 35°C, durante 3 horas.

Após o término da pré-incubação, os tubos foram transferidos para uma incubadora em banho-maria a 44, 5°C, para continuidade da incubação por um período de 21 horas.

Procedeu-se então a leitura, considerando como resultado positivo para o teste, todos os tubos que apresentaram formação de gás no tubo de Durhan.

3.5 PREPARO DA ÁREA EXPERIMENTAL

Inicialmente a área foi separada em duas glebas de 110 m², onde foi realizada uma aração, para o revolvimento superficial do solo. Na sequência foram preparados os canteiros, totalizando sete canteiros por gleba.

3.6 TRANSPLANTE DAS MUDAS

A alface tipo americana utilizada foi à variedade Raider Plus da Seminis Vegetable Seeds e a alface tipo crespa utilizada foi à variedade Verônica da Sakata.

As mudas foram adquiridas de duas empresas: Agrohort e Mudas Tamandaré. As mudas do tipo crespa foram transplantadas para os canteiros previamente umedecidos no dia 06/09/2005 e as mudas de alface do tipo americana no dia 13/10/2005.

3.7 CONDUÇÃO DA CULTURA

Após o transplante, toda a área experimental foi irrigada por aspersão durante cinco dias, com o objetivo de uniformizar o pegamento das mudas. Durante todo o ciclo da cultura as plantas foram irrigadas por aspersão, mantendo dessa maneira a umidade suficiente para um bom desenvolvimento. O controle de plantas invasoras foi feito manualmente com o auxílio de uma enxada.

A primeira aplicação foi realizada 7 dias o transplante. A aplicação foi realizada de 10 em 10 dias foi realizada no final da tarde. As pulverizações, nas alfaces, foram, em média de 15 ml de biofertilizante para cada planta, em ponto de escoamento.

A colheita da alface crespa foi realizada no dia 27/10/2006 e da alface americana no dia 07/12/2006, quando as plantas apresentavam o máximo desenvolvimento vegetativo, com cabeças comerciais bem formadas.

3.8 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS

Utilizou-se um delineamento experimental inteiramente casualizado, com 4 repetições em esquema fatorial 2 x 6, em que os tratamentos representam a combinação de 2 modos de preparo do biofertilizante (aeróbico e anaeróbico) e 6 dosagens (0; 0,5; 1; 2; 4; 8 %) via foliar, totalizando 12 tratamentos. Os tratamentos, apresentados na tabela 7, representam a combinação dos dois modos de preparo e das seis doses de biofertilizante. Os resultados foram submetidos à análise de variância. Inicialmente as variâncias dos tratamentos foram avaliadas quanto a sua homogeneidade pelo teste de Bartlett. Os resultados, cujas variáveis revelaram existir diferenças estatísticas significativas entre as médias dos tratamentos, foram submetidos ao teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Tabela 7 – Tratamentos resultantes da combinação de dois modos de preparo do biofertilizante (aeróbico e anaeróbico) e de seis doses de biofertilizantes.

Tratamentos	Modo de preparo	Dosagem
T 1	Testemunha	Água
T 2	Aeróbico	0,5 %
T 3	Aeróbico	1 %
T 4	Aeróbico	2 %
T 5	Aeróbico	4 %
T 6	Aeróbico	8 %
T 7	Testemunha	Água
T 8	Anaeróbico	0,5 %
T 9	Anaeróbico	1 %
T 10	Anaeróbico	2 %
T 11	Anaeróbico	4 %
T 12	Anaeróbico	8 %

Cada parcela experimental teve 1,60 m de comprimento e 1,40 m de largura e receberam 16 mudas de alface (quatro linhas de quatro plantas) no espaçamento de 0,30 m entre plantas e 0,30 m entre linhas para ambas as cultivares. Como parcela útil, foram colhidas 4 plantas, sendo todas as plantas da área central (Anexo 1). Na Figura 3 pode ser visualizada a área experimental.



Figura 3 – Vista total do experimento, alface crespa (fundo) e alface americana (frente).

3.9 AVALIAÇÕES

As avaliações foram realizadas considerando apenas a parte comercial da cabeça de alface, ou seja, desprezando-se as folhas amarelecidas ou secas.

3.9.1 Matéria fresca da parte aérea

Essa característica foi avaliada aos 41 dias após o transplante para a alface crespa e 54 dias após o transplante para alface americana, representando o momento da colheita. Para a avaliação da massa fresca da parte comercial (g planta^{-1}), as plantas foram cortadas rente ao solo e pesadas somente as “cabeças” comerciais, retirando-se as folhas externas e posteriormente pesadas em balança modelo US.15/5 da marca Urano, com sensibilidade de 5 gramas.

3.9.2 Circunferência da cabeça

A medida da circunferência da cabeça comercial (cm) foi realizada com o auxílio de uma fita métrica.

3.9.3 Número de folhas

O número de folhas por planta foi determinado partindo-se das folhas basais até a última folha aberta.

3.9.4 Matéria seca da parte aérea

Após as anotações do peso da massa fresca, circunferência da cabeça e número de folhas, as mesmas plantas, foram lavadas em água corrente e destilada, foram secas em estufa de circulação forçada de ar a 65°C , até atingir peso constante. Em seguida, as plantas foram pesadas em balança modelo US 15/5 da marca Urano, com sensibilidade de 5 gramas.

3.9.5 Teor de nutrientes da parte aérea

Para a determinação de nutrientes, foram retiradas amostras do terço médio da cabeça comercial de todas as plantas úteis da parcela, obtendo-se uma amostra de aproximadamente 300g parcela^{-1} , que foi lavada em água destilada e, posteriormente, seca em estufa com ventilação forçada, a 65°C , até atingir peso constante. Após a secagem, as plantas foram moídas em liquidificador para a determinação dos teores de Nitrogênio, Fósforo e Potássio.

A análise dos nutrientes foi realizada no Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas do Departamento de Solos e Engenharia Agrícola da UFPR. O nitrogênio foi

determinado pelo método Micro Kjeldahl. Os teores de fósforo foram obtidos por colorimetria e os de potássio, por fotometria de chama (HILDEBRAND *et al*, 1976/77).

3.9.6 Análise estatística dos resultados

Os resultados de campo e de laboratório foram analisados estatisticamente pelo programa MSTAT – C, conforme manual de instruções descrito por KOEHLER (1996). Também foram feitas pelo mesmo programa as análises de variâncias e o teste de BARTLETT, para verificação da homogeneidade da variância, além do teste de comparação de médias onde se adotou o de TUKEY, ao nível de 5% de probabilidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para facilitar a leitura dos resultados e discussão, ela foi dividida em três tópicos. Primeiramente foi apresentada a composição química do esterco, fruta e leite utilizados no preparo do biofertilizante, tendo em vista que essas matérias – primas apresentam alta variação da sua composição em função da sua origem. Vale ressaltar que a grande maioria dos trabalhos não apresenta a composição química da matéria-prima. Em seguida atendendo um dos objetivos deste trabalho estão apresentadas a composição química dos biofertilizantes preparados em meio aeróbico e anaeróbico e a qualidade sanitária dos mesmos. Posteriormente, são apresentados os resultados referentes aos parâmetros fitotécnicos (matéria fresca, matéria seca, número de folhas e circunferência da cabeça), seguido do teor nutricional (N, P e K) encontrado nas plantas de alface crespa e americana.

4.1 BIOFERTILIZANTES

4.1.1 Composição química

A concentração de macronutrientes da matéria-prima utilizada no preparo dos biofertilizantes está apresentada na Tabela 8.

Tabela 8 – Composição química do esterco de gado leiteiro fresco, fruta em estado de decomposição (pêssego) e leite de gado de leite, utilizados como matéria-prima no preparo dos biofertilizantes¹.

Elemento	Esterco	Fruta	Leite
-----g kg ⁻¹ -----			
Nitrogênio	36,84	13,25	8,43
Fósforo	10,84	2,72	7,12
Potássio	11,71	2,27	12,2

¹ Valores calculados com base em matéria seca a 65°C.

As análises químicas evidenciaram que o teor de N e P foi superior no esterco de gado leiteiro aos encontrados no pêssego em estado de decomposição e no leite.

O teor de nitrogênio encontrado no esterco é superior a média do teor indicado por Kiehl (1985) para fertilizante de uso agrícola. O teor de fósforo encontra-se acima do limite de amplitude, que segundo o autor está na faixa de 4,4 a 10,2 g/kg e o de potássio encontra-se dentro do limite de amplitude que vai de 5,7 g/kg até 42,0 g/kg.

Os teores de N, P e K do leite, apresentam muitas variações devido a vários fatores, como a raça do animal, a produção individual, a alimentação, número de ordenhas por dia, estágio de lactação e estação do ano.

Os resultados obtidos na análise do pêssego em estado de decomposição não permitem classificar esses valores como baixos, médios ou altos, pois não existem parâmetros para sua comparação. Segundo Dolinski *et al* (2005), os frutos do pessegueiro “Chimarrita” apresentam valores de 35,76 g/Kg de N, 2,10 g/Kg de P e 20,6 g/Kg, frutos esses em bom estado de conservação, enfatizando que após iniciado o processo de decomposição começa a ocorrer o rompimento celular e conseqüentemente ocorre perda intensa de potássio.

As médias da composição química dos biofertilizantes após o preparo de maneira aeróbica e anaeróbica podem ser observadas na Tabela 9.

Na Tabela 9 observam-se os resultados obtidos da comparação da composição química do biofertilizante preparado de maneira aeróbica e anaeróbica, verifica-se a não ocorrência de diferenças significativas ao nível de 5% pelo teste de Tukey nas concentrações de nitrogênio total, cálcio, magnésio, o que pode ser atribuído à fórmula de preparo, que basicamente é igual para os dois biofertilizantes, variando apenas a quantidade de leite, que no caso do biofertilizante aeróbico foi maior.

Tabela 9 – Composição química dos biofertilizantes aeróbico (Fórmula IAPAR 2001/1) e anaeróbico (Fórmula IAPAR 2001/2)¹.

Determinação total	Aeróbico	Anaeróbico
	----- g L ⁻¹ -----	
Nitrogênio	19,75 a	20,02 a
Fósforo	10,60 a	5,04 b
Potássio	15,51 a	14,26 b
Cálcio	1,63 a	1,20 a
Magnésio	1,02 a	0,99 a
Sódio	5,90 a	5,00 b
Carbono	233,76 b	257,14 a
Matéria Orgânica	402,07 b	442,26 a
	----- mg L ⁻¹ -----	
Cobre	342,41 a	221,61 b
Zinco	461,61 a	390,01 b
Manganês	404,01 a	175,21 b
Boro	17,16 a	16,51 b
Ferro	336,01 a	216,01 b
pH (CaCl ₂)	6,31 b	6,81 a
	----- % -----	
Umidade	80,81 b	84,81 a
	----- mS cm ⁻¹ -----	
CE	15,87 a	13,85 b

¹ Valores calculados com base em matéria úmida.

Médias seguidas pela mesma letra na horizontal não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5%.

Os teores de K, Na, Cu, Zn, Mn, Fe, Bo e condutividade elétrica encontram-se mais elevados no meio aeróbico e os teores de C, matéria orgânica e pH encontram-se mais elevados no biofertilizante preparado em meio anaeróbico.

Segundo Santos (1992), provavelmente esses resultados estão relacionados ao modo de preparo do biofertilizante, pois a população de microorganismos nos biofertilizantes são diferentes, no meio aeróbico predominam bactérias aeróbicas e facultativas, fungos e actinomicetos que são capazes de tornar uma maior quantidade desses elementos que encontram-se em forma não disponível para forma disponível na solução.

Estudando biofertilizantes aeróbicos e anaeróbicos produzidos pela mesma fórmula, Darolt (2004) obteve valores similares para os teores de N, P e K e pH, no entanto os micronutrientes apresentam valores muito distintos. O teor de Zn no fertilizante aeróbico é 38 vezes maior do que o valor encontrado pelo autor usando a mesma receita de produção, o que poderá estar relacionado às diferenças na composição química da matéria-prima ou metodologia utilizada para análise química.

Villela Junior *et al* (2003) estudando um biofertilizante produzido de maneira aeróbica através de esterco bovino, obteve teores de 0,24 g L de N, 0,031 g L de P, 0,29 g L de K, 0,149 g L de Ca, 0,021 g L de Mg, 36 mg L de S, 1,8 mg L de Fe, 0,4 mg L de Mn, 0,5 mg L de B e 0,3 mg L de Zn, teores muito abaixo dos encontrados nesse trabalho. Os autores demonstram que os valores encontrados demonstram que a complementação do preparo do biofertilizante com minerais é de grande validade para suprir a necessidade de elementos que se encontram com teores muito baixo.

De modo geral torna-se complexa fazer uma comparação da composição química dos biofertilizantes, pois existem muitas variações em função do modo de preparo, da matéria-prima utilizada e da metodologia pela qual o produto foi analisado, pois não existe uniformização da metodologia para a análise do biofertilizante.

4.1.2 Qualidade sanitária

Quanto à qualidade sanitária dos biofertilizantes, do total de seis amostras analisadas, nenhuma apresentou resultado positivo para o teste, indicando desta maneira a ausência de coliformes fecais, o que confere com os dados obtidos por Ricci *et al* (2006) que ao realizar testes microbiológicos no biofertilizante denominado Agrobio não detectaram a presença de coliformes fecais.

Considerando-se que *Escherichia coli*¹⁰ é um parâmetro indicativo de contaminação fecal recente e mais utilizado em todo o mundo como parâmetro bacteriológico básico na definição de padrões para monitoramento da qualidade de produtos que apresentem em sua composição esterco animal ou humano (CETESB, 1998). Os resultados indicam que os biofertilizantes resultantes da metodologia recomendada pelo IAPAR podem ser utilizados, não comprometendo as hortaliças que o recebem via foliar, no quesito de qualidade bacteriológica.

O processo de fermentação que ocorre para obtenção do biofertilizante pode ser considerado como um dos principais fatores que controlam a sobrevivência de microorganismos patogênicos, o que pode estar relacionado à ação da temperatura, que possivelmente, foi um dos fatores determinantes na destruição de coliformes fecais. Conforme Gotaas (1956) e Kiehl (1985), esses organismos não sobrevivem à temperatura de 65°C, quando expostos durante 60 minutos. Outra possibilidade seria as interações sinérgicas ou antagônicas entre os microorganismos (LOURES, 1988).

¹⁰ A *Escherichia coli* é uma bactéria bacilar gran-negativa, sendo considerada a mais comum e antiga bactéria parasita do homem, sendo o seu habitat natural o intestino de seres vivos. São bactérias aeróbicas e anaeróbicas facultativas. A presença de *Escherichia coli* é indicativa de contaminantes, como fezes humanas ou mais raramente de outros animais.

4.2 ALFACE CRESPA

A análise de variância relativa aos parâmetros fitotécnicos (Anexo 2) e teor de nutrientes (N, P e K) (Anexo 3) revelou que o modo de preparo e as dosagens de biofertilizante utilizados na cultura da alface crespa variedade Verônica não influenciaram significativamente essas variáveis. Esse resultado não evidente à aplicação de biofertilizante provavelmente, se deve ao fato da área experimental apresentar altos níveis de fertilidade (Tabela 4), que quando interpretados pelo Manual de Adubação e de Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, 2004) indicam que os níveis no solo estão muito altos.

O pH do solo encontrado na área experimental apresentou valor de 6,20, valor esse considerado alto e próximo à neutralidade. Em relação ao teor de cálcio, que na análise apresentou $12,20 \text{ cmol}_c.\text{dm}^3$, o valor considerado ficou três vezes acima do considerado alto na interpretação, que é de $4,0 \text{ cmol}_c.\text{dm}^3$.

Para o magnésio o valor encontrado de 4,8 encontra-se quatro vezes mais alto, quando comparado o valor da interpretação de $1,0 \text{ cmol}_c.\text{dm}^3$. A matéria orgânica apresenta valor de $73,44 \text{ g}.\text{dm}^3$, valor esse considerado alto.

Para o fósforo a interpretação é feita com base no teor de argila, e o valor encontrado na análise de $670,4 \text{ mg}.\text{dm}^3$ está 28 vezes acima do valor considerado muito alto na interpretação. Provavelmente este valor elevado está relacionado com o histórico de adubação da área antes de implantar o sistema orgânico em 2001.

O manejo convencional utilizado na área anteriormente pode ser acidificante, imobilizando o fósforo e exige que o produtor convencional, para obter resposta, realize adubações anuais com fósforo, porém cria-se desta forma um estoque de fósforo indisponível no solo, ocorre também inibição da enzima fosforase de ocorrência natural no solo.

Com 3 a 4 anos de manejo orgânico o fósforo disponível pode começar a subir e, se o produtor continuar utilizando fontes ricas em fósforo, chegará facilmente a níveis de 500 a 700 mg/dm^3 de fósforo (SANTOS, 2002).

Após a interpretação da análise do solo, todos os nutrientes apresentam valores elevados, isso se deve ao histórico da área que há cerca de vinte anos atrás abrigava baias de animais e todo o esterco produzido ficava armazenado no local, posteriormente essa área virou campo experimental de diversas hortaliças e de algumas grandes culturas, como milho, soja, feijão e arroz, que recebiam adubações pesadas de esterco e adubos químicos. Essas adubações não eram baseadas em análise de solo e

normalmente realizava-se adubação para obter resultados de ensaios com diferentes nutrientes baseados na necessidade de adubação da cultura.

As médias referentes aos parâmetros fitotécnicos estão apresentadas na Tabela 10.

Os resultados alcançados foram semelhantes aos observados por Bisso *et al* (2003), que estudaram o efeito da aplicação de biofertilizantes em diferentes concentrações na cultura da calêndula (*Calendula officinalis* L.) e não obtiveram diferença significativa em relação a parâmetros fitotécnicos das plantas devida à alta fertilidade do solo na área experimental.

Os resultados referentes à matéria seca da parte aérea e número de folhas podem ser comparados com os dados obtidos por Moraes *et al* (2003), que concluíram que em solo com alta fertilidade, o uso de diferentes concentrações do biofertilizante Super Magro¹¹ na cultura do tomate não influenciou significativamente a matéria seca da parte aérea e nem o número de folhas do tomateiro.

Tabela 10 – Médias para matéria fresca (MF), matéria seca (MS), número de folhas (NF) e circunferência da cabeça (CC), submetidas a dois modos de preparo do biofertilizante (aeróbico e anaeróbico) e cinco dosagens de biofertilizante.

Tratamentos*	MF	MS	NF	CC
	g planta ⁻¹	g planta ⁻¹	n° de folhas planta ⁻¹	cm planta ⁻¹
T 1	191,15 ^{ns}	8,85 ^{ns}	17,19 ^{ns}	78,19 ^{ns}
T 2	230,17	10,66	19,25	92,81
T 3	195,21	8,75	17,50	81,31
T 4	205,11	10,25	18,63	83,19
T 5	227,89	8,77	17,50	79,81
T 6	164,24	8,74	17,81	76,63
T 7	190,03	8,85	17,19	78,19
T 8	203,54	8,98	17,56	77,25
T 9	176,40	8,57	18,13	79,63
T 10	175,01	8,77	17,94	76,06
T 11	194,71	7,93	18,25	81,50
T 12	181,97	7,63	17,25	80,69

^{ns} Não significativo pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

*T1 – Testemunha, T2 – aeróbico/0,5%, T3 – aeróbico/1,0%, T4 – aeróbico/2,0%, T5 – aeróbico/4,0%, T6 – aeróbico/8,0%, T7 – testemunha, T8 – anaeróbico/0,5%, T9 – anaeróbico/1,0%, T10 – anaeróbico/2,0%, T11 – anaeróbico/4,0%, T12 – anaeróbico/8%.

¹¹ Desenvolvido a base de esterco bovino e enriquecido com micronutrientes.

A circunferência apresentou valores superiores quando comparados aos valores obtidos por BEZERRA NETO *et al* (2005), que estudando condições de sombreamento, temperatura e luminosidade elevadas em alface, obteve plantas com valor médio de 33,96 cm.

Não foram encontradas diferenças significativas para alface crespa entre os tratamentos avaliados quanto aos teores de nitrogênio, fósforo e potássio, indicando que sob as condições experimentais de alta fertilidade do solo, os teores independem do tipo de biofertilizante (aeróbico e anaeróbico) e das dosagens utilizadas (Tabela 11).

Tabela 11 – Teores de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), submetidas a dois modos de preparo do biofertilizante (aeróbico e anaeróbico) e cinco dosagens de biofertilizante.

Tratamentos*	N	P	K
	-----g kg ⁻¹ -----		
T 1	26,60 ^{ns}	3,18 ^{ns}	77,27 ^{ns}
T 2	30,80	3,20	78,02
T 3	28,65	3,20	76,78
T 4	31,57	3,20	77,33
T 5	30,52	3,21	77,46
T 6	28,07	3,20	78,00
T 7	28,35	3,17	77,44
T 8	29,05	3,20	76,15
T 9	27,57	3,19	78,00
T 10	29,55	3,20	78,04
T 11	29,25	3,19	78,02
T 12	29,25	3,20	76,74

^{ns} Não significativo pelo teste de Tuckey ao nível de 5% de probabilidade.

*T1 – Testemunha, T2 – aeróbico/0,5%, T3 – aeróbico/1,0%, T4 – aeróbico/2,0%, T5 – aeróbico/4,0%, T6 – aeróbico/8,0%, T7 – testemunha, T8 – anaeróbico/0,5%, T9 – anaeróbico/1,0%, T10 – anaeróbico/2,0%, T11 – anaeróbico/4,0%, T12 – anaeróbico/8%.

Os teores de N e P estão próximos ao nível considerado adequado e o teor de K se enquadra na faixa considerada adequada para plantas bem nutridas com relação a esse macronutriente (50 a 80 g kg⁻¹), segundo a Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (2004).

4.3 ALFACE AMERICANA

No anexo 4 e 5 são apresentados os resultados da e os valores de qui-quadrado (χ^2) referentes ao teste de Bartlett. Pode-se observar que as variáveis analisadas apresentaram variâncias dos tratamentos homogêneas, não requerendo transformação dos dados.

Verificou-se que a dosagem do biofertilizante teve efeito sobre a matéria fresca e seca, apresentando diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$). Nesse caso o efeito foi independente do fator tipo (se o biofertilizante era aeróbico ou anaeróbico). Verificou-se ainda a interação do modo de preparo e das dosagens, que foi estatisticamente significativa ($p < 0,05$) apenas para as variáveis número de folhas e circunferência da cabeça.

Na Tabela 12, Figura 4 e Figura 5 estão apresentadas as médias referentes a variável matéria fresca e matéria seca da parte comercial., sendo os valores correspondentes à média dos dois tipos de biofertilizantes, ou seja, aeróbico e anaeróbico. Para essas variáveis o modo de preparo não foi significativo e apenas o fator dosagem influenciou o resultado. Observando-se os resultados obtidos da comparação dos seis níveis de concentração do biofertilizante (aeróbico e anaeróbico), verificou-se que a dosagem de 2 % é igual, estatisticamente, a dose de 0,5%, 1,0% e 4,0% e que estas são superiores as demais.

Tabela 12 – Resultados do teste de comparação de médias de matéria fresca (MF) e matéria seca (MS) submetidas aos seis níveis de concentração dos biofertilizantes (aeróbico e anaeróbico).

Variáveis	Doses de biofertilizantes (%)					
	0	0,5	1,0	2,0	4,0	8,0
MF (g kg ⁻¹)	226.77 c	330.80 ab	339.25 ab	385.87 a	312.96 abc	261.91 bc
MS (g kg ⁻¹)	7.25 b	10.11 ab	10.92 ab	12.87 a	10.51 ab	9.08 b

Médias seguidas pela mesma letra na horizontal, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

A aplicação de biofertilizante (aeróbico ou anaeróbico) na dosagem de 2%, neste trabalho permitiu incremento de 66,84% de matéria fresca da parte comercial e 56,33% de matéria seca, quando comparados com a testemunha.

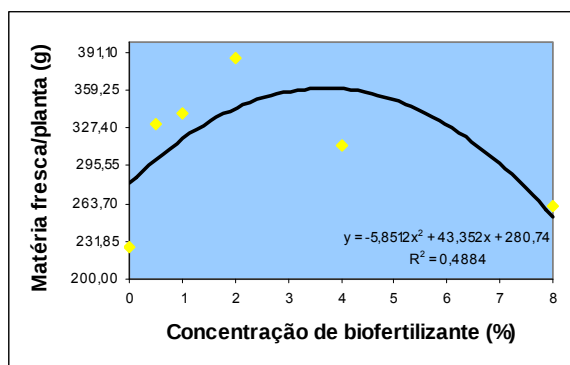


Figura 4 – Matéria fresca total da parte aérea de alface tipo americana em função de dois modos de preparo e seis níveis de concentração de biofertilizante. Pinhais, PR, 2005.

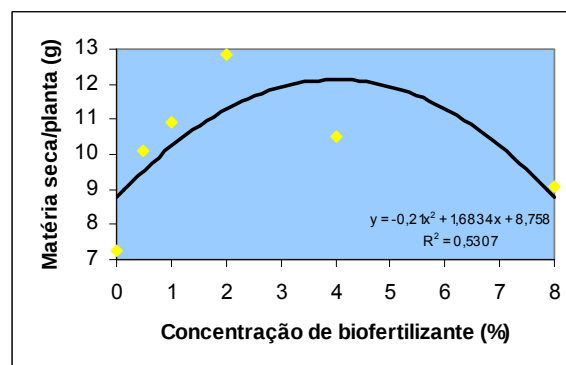


Figura 5 – Matéria seca total da parte aérea de alface tipo americana em função de dois modos de preparo e seis níveis de concentração de biofertilizante. Pinhais, PR, 2005.

Comparando a matéria fresca obtida neste trabalho com os dados obtidos por Santos *et al* (2003), observa-se que os autores utilizando o biofertilizante Agrobio em pulverizações semanais a 8%, concluíram que essa característica foi a única que respondeu a adubação.

Em relação ao peso da matéria fresca da parte comercial, o maior rendimento estimado foi obtido com a dosagem de 2% de biofertilizante aplicados a cada dez dias. Com essa dose obteve-se o máximo rendimento, que foi de 385,87 g planta⁻¹. Esse resultado é superior quando comparado aos de Yuri *et al* (2004), que estudando doses de nitrogênio aplicadas em cobertura, obteve uma produtividade de 350,1 g planta⁻¹.

Esses resultados são diferentes aos obtidos por Paglia *et al* (2003), que estudaram o efeito do uso da aplicação de biofertilizantes na parte aérea de mudas de cebola. Os autores concluíram que as plantas que receberam biofertilizante foram superiores a testemunha, ocorrendo um acréscimo de matéria seca à medida que aumentou-se as doses de biofertilizantes.

Pode-se considerar que a matéria seca respondeu de forma crescente até a dosagem de 2%, onde atingiu 12, 87 g kg⁻¹. Esse resultado é superior ao obtido por Villas Boas *et al* (2004) que estudaram o efeito de doses e tipos de compostos orgânicos na cultura da alface obtendo uma média de 9,3 g kg⁻¹ de matéria seca.

Observou-se um decréscimo na matéria fresca e seca da parte comercial após a dosagem de 2%, fator esse que pode estar relacionado a algum efeito de fitotoxicidade provocado nas plantas que receberam concentrações maiores do biofertilizante. Visualmente no campo não foram observados sintomas, verificou-se apenas plantas de menor porte. Essa fitotoxicidade provavelmente tenha sido ocasionada pela salinidade do produto (Tabela 9), conforme evidenciado pela sua elevada condutividade elétrica.

Devide *et al* (2006), após a aplicação de biofertilizante em diferentes dosagens nas culturas do pepino, soja e milho, concluíram que o biofertilizante provocou sintomas de fitotoxidade, dependendo da concentração, em função de sua elevada condutividade elétrica (11,22 mS/cm).

As médias da variável número de folhas da parte comercial e circunferência da cabeça comercial são apresentadas na Tabela 13 e na Figura 6, Figura 7, Figura 8 e Figura 9. Para variável número de folhas da parte comercial, ocorreu interação entre o modo de preparo e as doses de biofertilizantes, verificando-se que a dosagem de 2,0% do biofertilizante aeróbico (T4) é igual, estatisticamente, as dosagens 1,0% (T3) e 4,0% (T5) do biofertilizante aeróbico e as dosagens de 0,5% (T8), 1,0% (T9), 2,0% (T10) e 4,0% (T11) do biofertilizante anaeróbico.

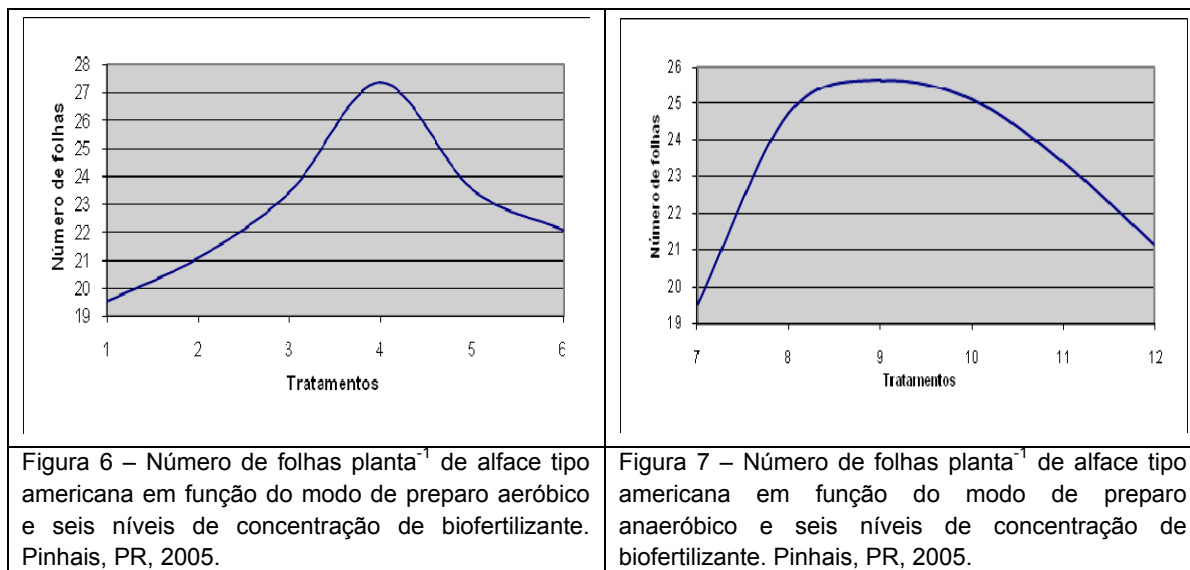
Para variável circunferência da cabeça comercial observou-se que os resultados obtidos foram significativos para interação entre os fatores modo de preparo e dosagens de biofertilizantes. Verificou-se que as dosagens de 0,5% (T2), 1,0% (T3) e 2,0% (T4) do biofertilizante aeróbico foram estatisticamente iguais entre si e superiores as demais.

Tabela 13 – Resultados do teste de comparação das médias do número de folhas da parte comercial (n° de folhas planta⁻¹) e da circunferência da cabeça comercial quando submetidas aos dois modos de preparo do biofertilizante (aeróbico e anaeróbico) e aos seis níveis de concentração dos biofertilizantes.

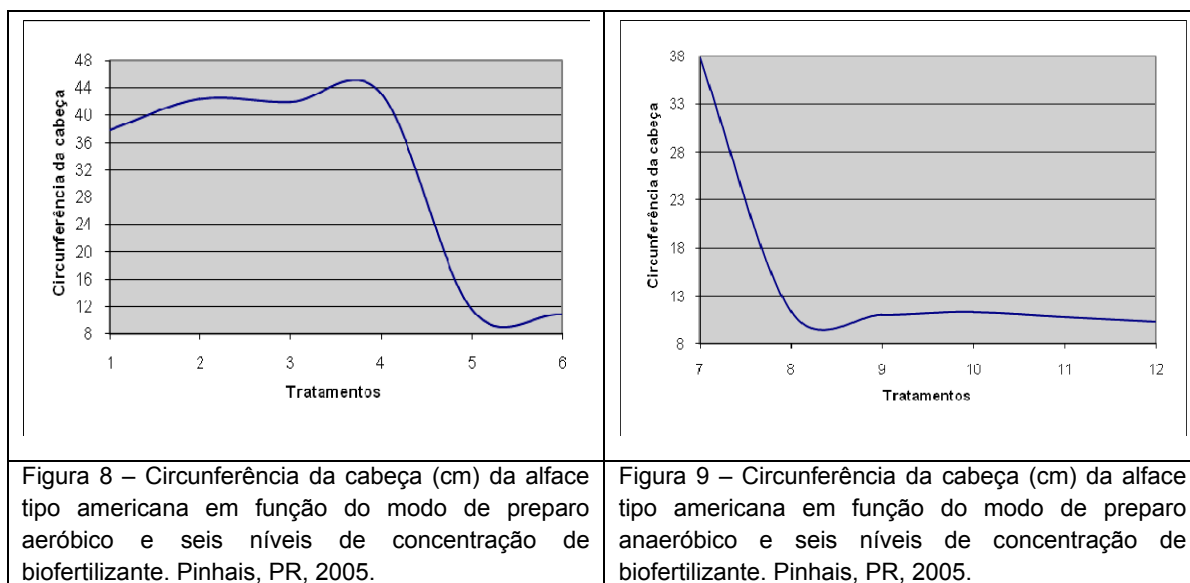
Tratamentos	Número de folhas planta ⁻¹	Circunferência da cabeça cm planta ⁻¹
T 1 – Testemunha	19 d	37.77 b
T 2 – aeróbico/0,5%	21 cd	42.35 a
T 3 – aeróbico/1,0%	23 abcd	41.90 a
T4 – aeróbico/2,0%	27 a	43.15 a
T5 – aeróbico/4,0%	23 abcd	11.52 c
T6 – aeróbico/8,0%	22 bcd	10.80 c
T7 – testemunha	19 d	37.77 b
T8 – anaeróbico/0,5%	24 abc	11.40 c
T9 – anaeróbico/1,0%	25 ab	11.05 c
T10 – anaeróbico/2,0%	25 abc	11.32 c
T11 – anaeróbico/4,0%	23 abcd	10.80 c
T12 – anaeróbico/8%	21 cd	10.32 c

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A Figura 6 e Figura 7, mostra que o maior número de folhas da parte comercial foi obtido com a dose de 2% do biofertilizante aeróbico. Com essa dose, obteve-se a maior média, que foi de 27 folhas por planta.



A maior circunferência da cabeça comercial (Figura 8 e Figura 9) obtida foi de 43,15 cm, sendo superior aos trabalhos de Furtado (2001) e de Resende (2004), que verificaram circunferências de 39,2 e 37,5 cm, aplicando uréia em cobertura.



A circunferência da cabeça comercial é uma importante característica para a cultura da alface tipo americana, principalmente quando se refere à preferência do consumidor para a aquisição do produto (BUENO, 1998). É importante, também, para a indústria de beneficiamento, pois plantas com maiores circunferências proporcionam maiores rendimentos no processamento.

Quanto aos teores de macronutrientes (N, P e K) observou-se efeito significativo da interação entre o modo de preparo e as dosagens de biofertilizantes (Anexo 5).

Os teores médios de nitrogênio podem ser observadas na Tabela 14 e Figura 10 e Figura 11. A dosagem de 1,0% do biofertilizante aeróbico proporcionou um maior teor de nitrogênio na planta, atingindo 28,08 g kg⁻¹ de N (Tabela 14). O teor de nitrogênio encontra-se próximo ao valor considerado adequado, que se enquadra na faixa de 30 a 50 g kg⁻¹ de N (S.B.C.S., 2004).

Tabela 14 – Teores de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) (g kg⁻¹) quando submetidas aos dois modos de preparo do biofertilizante (aeróbico e anaeróbico) e aos seis níveis de concentração dos biofertilizantes.

Tratamentos*	N	P	K
	-----g kg ⁻¹ -----		
T 1 – Testemunha	24.77 bcd	3.31 b	53.52 ab
T 2 – aeróbico/0,5%	21.96 de	3.35 b	53.51 ab
T 3 – aeróbico/1,0%	28.08 a	3.35 b	52.38 b
T4 – aeróbico/2,0%	21.18 e	3.35 b	52.37 b
T5 – aeróbico/4,0%	23.52 cde	3.32 b	52.28 b
T6 – aeróbico/8,0%	25.86 abc	3.46 a	56.88 a
T7 – testemunha	24.77 bcd	3.31 b	52.88 b
T8 – anaeróbico/0,5%	25.36 abc	3.46 a	54.90 ab
T9 – anaeróbico/1,0%	25.65 abc	3.33 b	53.54 ab
T10 – anaeróbico/2,0%	27.37 ab	3.34 b	56.13 ab
T11 – anaeróbico/4,0%	24.93 bcd	3.28 bc	52.39 b
T12 – anaeróbico/8%	23.72 cde	3.21 c	53.01 ab

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

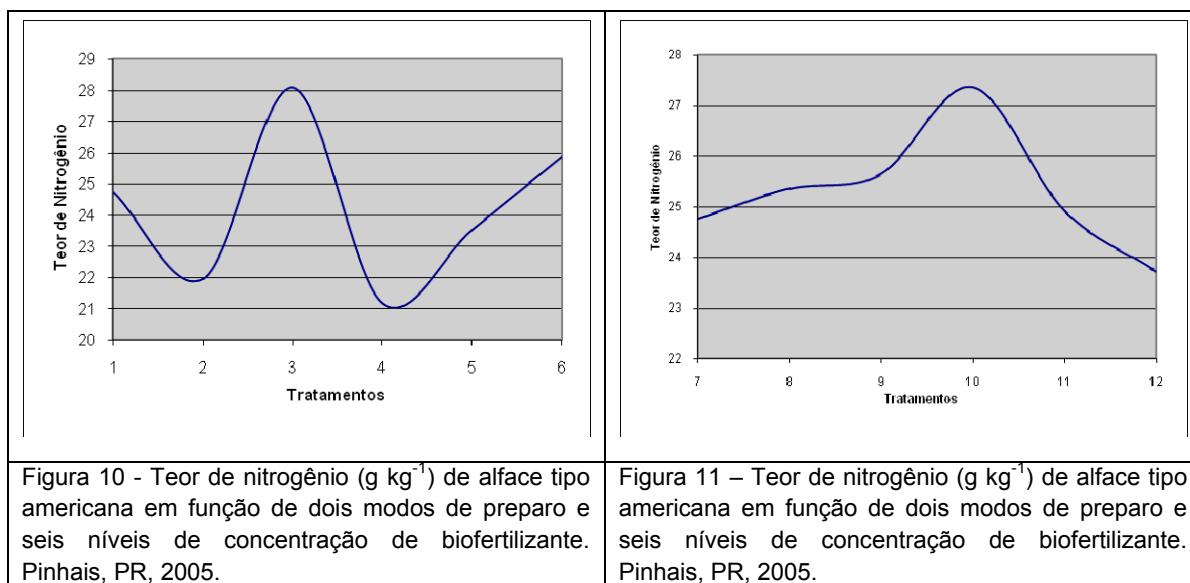
Esses teores são inferiores aos obtidos por Alvarenga (1999) que, estudando os efeitos da aplicação de nitrogênio em fertirrigação e cálcio via foliar, em alface tipo americana, cultivar Raider, constatou teor de N de 33,7 g kg⁻¹.

Furtado (2001) obteve teor médio de N de 31,9 g kg⁻¹, estudando os efeitos de adubação nitrogenada e fosfatada na alface tipo americana cultivar Raider. Resende (2004) obteve teor médio de N de 32,1 g kg⁻¹, estudando doses de nitrogênio e molibdênio na alface americana, valores esses superiores aos obtidos no presente trabalho.

Segundo Katayama (1993) na cultura da alface, a utilização de fertilizante orgânicos contendo alta concentração de nitrogênio, como no caso os biofertilizantes, é mais eficiente para o crescimento e desenvolvimento da planta.

Os teores médios de fósforo podem ser observadas na Tabela 14 e Figura 12 e Figura 13. Verificou-se que as dosagens de 8% de biofertilizante aeróbico (T6) e 0,5% (T8) do biofertilizante anaeróbico (T8) foram as que promoveram uma maior concentração de fósforo na matéria seca. Observa-se, no entanto que as diferenças encontradas foram mínimas, apesar de significativas. Os valores obtidos encontram-se pouco abaixo da faixa considerada como adequada pela S.B.C.S. (2004) que se situa entre 4,0 a 7,0 g kg⁻¹, valores esses considerados por Garcia *et al* (1982) como dentro dos padrões para plantas bem nutridas.

Em relação aos teores foliares de potássio, as médias são apresentadas na Tabela 14 e Figura 14 e Figura 15. O tratamento 6, ou seja, biofertilizante aeróbico numa concentração de 8% foi superior estatisticamente aos demais tratamentos. Os teores de potássio encontrados no presente trabalho (52,37 a 56,88 g kg⁻¹ de K) estão acima dos observados por Alvarenga (1999) e Furtado (2001), que em estudos de nutrição na cultura da alface tipo americana, cultivar Raider, encontraram valores médios de 34,41 e 29,83 g kg⁻¹ respectivamente, para o potássio. De acordo com S.B.C.S. (2004), os teores obtidos nesse trabalho são considerados adequados para a cultura.



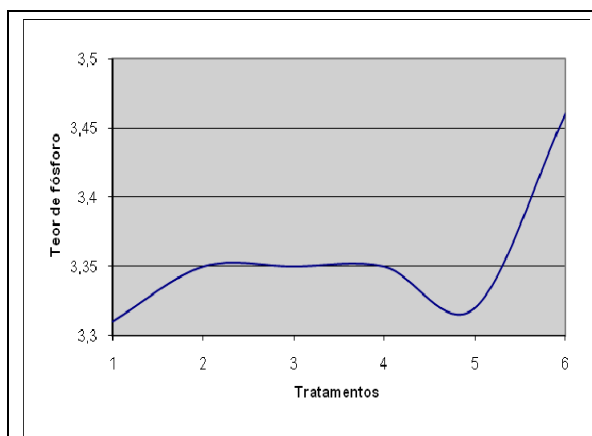


Figura 12 – Teor de fósforo (g kg^{-1}) da alface tipo americana em função do modo de preparo aeróbico e seis níveis de concentração de biofertilizante. Pinhais, PR, 2005.

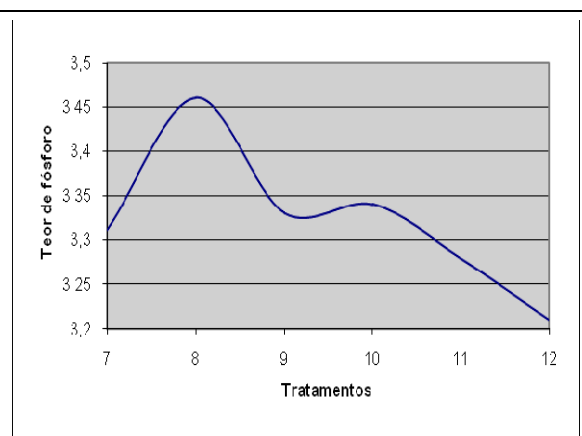


Figura 13 – Teor de fósforo (g kg^{-1}) da alface tipo americana em função do modo de preparo anaeróbico e seis níveis de concentração de biofertilizante. Pinhais, PR, 2005.

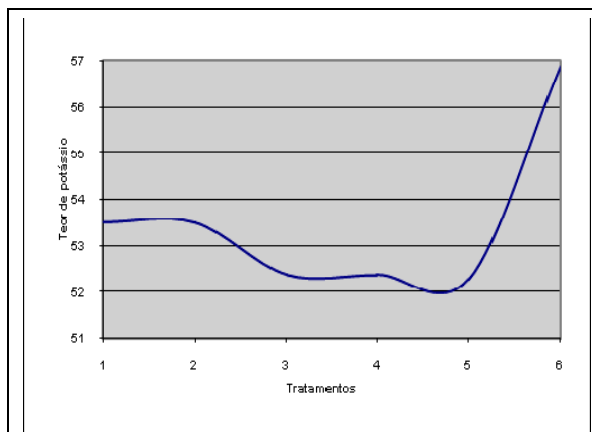


Figura 14 – Teor de potássio (g kg^{-1}) da alface tipo americana em função do modo de preparo aeróbico e seis níveis de concentração de biofertilizante. Pinhais, PR, 2005.

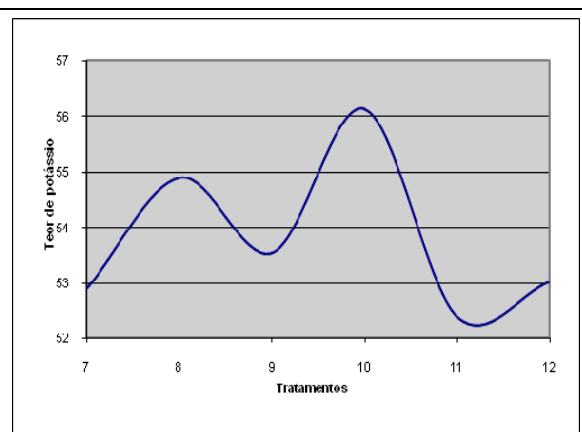


Figura 15 – Teor de potássio (g kg^{-1}) da alface tipo americana em função do modo de preparo anaeróbico e seis níveis de concentração de biofertilizante. Pinhais, PR, 2005.

Através dos resultados obtidos verifica-se que não ocorreu uma relação entre os parâmetros fitotécnicos e o teor de nutrientes na planta, pois provavelmente o efeito nutricional foi mascarado pela alta fertilidade que o solo da área experimental apresentou (Tabela 6).

O possível efeito do biofertilizante na alface americana pode estar relacionado à presença de algum fitohormônio ou regulador de crescimento que possa estar presente no biofertilizante, pois essas substâncias atuam no crescimento e desenvolvimento de plantas (BIASI, 2002).

Santos (1992) relatou o efeito fitohormonal do biofertilizante em plantas frutíferas, onde o autor cita que as plantas que receberam o biofertilizante apresentavam uma

florada mais intensa e uma ramagem mais abundante em comparação com plantas que não haviam recebido a aplicação do produto. No feijão e no milho as pulverizações foliares de biofertilizantes, aplicadas na pré-florada e na formação de espiga proporcionou, mesmo no inverno, um aumento no número de vagens e no tamanho das espigas em relação à testemunha. Nas olerícolas e folhosas utilizadas nos testes, o autor relata os mesmos efeitos positivos, sendo que estas ficaram mais sensíveis à estiagem e à falta de irrigação nos canteiros, havendo, portanto a necessidade de maior quantidade de água na irrigação.

5. CONCLUSÕES

- Os biofertilizantes apresentam composição química diferenciada devido ao modo de preparo e quando preparados de acordo com as fórmulas do IAPAR apresentam-se isentos de contaminantes fecais;
- Os resultados referentes a aplicação dos biofertilizantes preparados de maneira aeróbica e anaeróbica na cultura da alface cresa variedade Verônica foram inconclusivos, tendo um possível efeito nutricional mascarado devido à alta fertilidade do solo na área experimental.
- A aplicação do biofertilizante aeróbico na cultura da alface americana variedade Raider Plus, proporcionou aumento nos parâmetros fitotécnicos (matéria fresca, matéria seca, número de folhas e circunferência da cabeça) quando aplicado na dosagem de 2% de biofertilizante preparado de maneira aeróbica.

6. RECOMENDAÇÕES PARA FUTUROS TRABALHOS

- Estudo de aplicação de biofertilizantes em solos de baixa e média fertilidade para diferentes culturas (folhosas, raízes, flores, frutos);
- Estudo microbiológico de biofertilizantes em meio aeróbico e anaeróbico;
- Análise química e microbilógica de biofertilizantes em diferentes períodos de tempo (0, 10, 20, 40, 60, 90, 120, 180 e 360 dias);
- Estudo do modo de ação do biofertilizante (reações químicas, formação de compostos, fitohormônios, reguladores de crescimento) nas plantas;
- Controle de pragas e doenças;
- Calibração para análise química.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALFONSO, E. T.; LEYVA, M.A. P. Biofertilizantes: Alternativa Sostenible para la Producción de Tomate en Cuba. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), La Habana. Cuba. 8 p. 2002.

ALMEIDA, J. & NAVARRO, Z. Reconstruindo a agricultura: idéias e ideais na perspectiva de um desenvolvimento rural sustentável. Porto Alegre: Editora da Universidade/UFRGS, 1997.

ALTIERI, M. Agroecologia: as bases científicas da agricultura alternativa. Rio de Janeiro, 1989.

ALTIERI, M. Princípios da agroecologia aplicáveis a uma agricultura familiar sustentável. In: MELGAREJO, L. (org). Sobre Agroecologia: anotações e síntese interpretadas – I Seminário Internacional sobre Agroecologia, II Seminário Estadual sobre Agroecologia e II Encontro Nacional sobre pesquisa em Agroecologia. Série programa de formação técnica social da EMATER-ASCAR, 2002. p.7 – 17.

ALVARENGA, M.A.R. Crescimento, teor e acúmulo de nutrientes em alface americana sob doses de nitrogênio aplicadas no solo e de níveis de cálcio aplicados via foliar. 1999. 117 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

ANDREUX, F. Húmus contentes and transformation in native and cultivated soils. Science of the total Environment Amsterdã, v.90, p. 249 – 265, 1990.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Preservação e técnicas de amostragens de efluentes líquidos e corpos receptores. S/1, ABNT, 1987. 34 p. NBR9898.

BARRETO, C. J. Prática em agricultura orgânica. Editora Ícone, 1985.

BAYER, C. & MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, G. A. & CAMARGO, F.A.O., eds. Fundamentos da matéria orgânica do solo. Porto Alegre, Gênese, 1999. p.9-39.

BAYER, C. & MIELNICZUK, J. Nitrogênio total de um solo submetido a diferentes métodos de preparo e sistemas de cultura. Rev. Bras. Ci. Solo, 21:235-239, 1997.

BETTIOL, W.; TRATCH, R. GALVÃO, J.A.H. Controle de doenças de plantas com biofertilizantes. Jaguariúna: EMBRAPA – CNPMA, 1998. 22 p.

BEZERRA NETO, F.; ROCHA, R.C.C; NEGREIROS, M.Z.; ROCHA, R.H.; QUEIROGA, R.C.F. Produtividade de alface em função de condições de

sombreamento e temperatura e luminosidade elevadas. Horticultura Brasileira, Brasília, v.23, n. 2, p. 189 – 192. abr-jun, 2005.

BIASI, L.A. Reguladores de crescimento vegetal. In: Wachowicz, C. M.; CARVALHO, R. I. N. de. Fisiologia Vegetal: Produção e Pós-colheita. Curitiba: editora Champagnat, 2002. p. 115-134.

BISSO, F.P.; BARROS, I. B. I. DE; SANTOS, R.S.dos. Biofertilizante foliar em diferentes concentrações e frequências de aplicação de calêndula. In: Congresso Brasileiro de Agroecologia, 1., 2003, Porto Alegre. Anais. Porto Alegre: EMATER: RS-ASCAR, 2003. CD-ROM.

BISSO, F.P.; BARROS, I.B.I.de. Efeito de biofertilizante na produtividade de Calêndula. Horticultura Brasileira, v.20, n.2, julho, 2002. Suplemento 2.

BOARETTO, A.E.; ROSOLEM, C.A.; 1º SIMPÓSIO DE ADUBAÇÃO FOLIAR. Botucatu: UNESP, 1981.

BUENO, C.R. Adubação nitrogenada em cobertura via fertirrigação por gotejamento para alface americana em ambiente protegido. 1998. 54 p. Dissertação (Mestrado em fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

BURG, I.C.; MAYER, P.H. Alternativas ecológicas para prevenção e controle de pragas e doenças. 7 ed. Francisco Beltrão: GRAFIT, 1999. 153 p.

CAMARGO, P. N.; SILVA, O. Manual de adubação foliar. São Paulo, 1975. 258 p. Editora Ave Maria LTDA.

CANALES, J. I.; BULL, L. T.; NAKAGAWA, J. Estudo de resíduo orgânico da produção de antibiótico (Tetraciclina) como biofertilizante: Teste em alface (*Lactuca sativa* L.). Revista de Agricultura, Piracicaba, v64, n. 3, p. 219-228, 1989.

CASTRO, P.R.C.; HIROCE, R. Aplicação de biofertilizante em cultura de videira com sintomas de declínio. Summa Phytopathologica, v14, n1-2, p 58, 1988.

CETESB. Técnicas de análises bacteriológicas da água: tubos múltiplos. São Paulo, 1998. 95 p.

CHABOUSSOU, F. Plantas Doentes pelo uso de Agrotóxicos: A Teoria da trofobiose. Porto Alegre. Editora L&PM, 1987. 256 p.

CHEN, Y.; AVIAD, T. Effects of Humic Substances on Plant Growth. In: MacCarthy, P.; CLAPP, C.C.; MALCOLM, R.L.; BLOOM, P.R. Humic Substances in Soil and Crop Sciences: Selected readings, proceedings of a symposium cosponsored by the international humic substances society in Chigago, Illinois. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA, 1990.

CONSTANTINI, A.; SEGAT, D. L.; ALMEIDA, D. L. de.; DE-POLLI, H. Efecto de diferentes fertilizantes sobre el carbono de biomasa microbiana, respiración y rendimiento bajo cultivo de lechuga. Pesquisa Agropecuária Brasileira, jun., 1997.

COSTA, C.P.da; SALA, F.C. A evolução da alfacultura brasileira. Horticultura Brasileira, v.23, n. 1, jan/mar, 2005.

COSTA, M.B.B.da. Nova síntese e novo caminho para a Agricultura “Adubação orgânica”. Ícone, São Paulo, 1994.

DAROLT, M.R. A qualidade dos alimentos orgânicos. 2003. Disponível em: <<http://www.planetaorganico.com.br/daroltqualid.htm>>, acesso em 15/10/2005.

DAROLT, M.R. Guia do produtor orgânico: como produzir em harmonia com a natureza. Londrina: IAPAR. 41 p. 2002.

DAROLT, M. Biofertilizantes: Dia de Campo. Material não publicado, 2004.

DAVIS, R.M.; SUBBARAO, K.V.; RAID, R.N.; KURTZ, E.A. Compendium of lettuce diseases. St. Paul: The American Phytopathological Society, 1997. 79 p.

DELEITO, C.S.R.; CARMO, M.G.F.do; FERNANDES, M.do.C.de.A. Biofertilizer agrobio: na alternative in the control of leaf spot in pepper seedlings (*Capsicum annuum* L.). Ciência Rural, July/Aug. 2004, v. 34, n. 4.

DEVIDE, A.C.P.; AGUIAR, L.A.de.; MIRANDA, S.C.; RICCI, M.dos.S.F.; ALMEIDA, D.L.de.; RIBEIRO, R.de.L.D. Determinação do efeito fitotóxico de um biofertilizante líquido utilizado em viveiros de café, por meio de bioensaios em casa-de-vegetação. Disponível em <<http://www.cnpab.embrapa.br/publicações/cot042.pdf>>. Acesso em 15 de março de 2006.

DIAS, P.F.; SOUTO, S.M.; LEAL, M.A A.; SCHIMIDT, L.T. Uso de biofertilizante líquido na produção de alfafa. Documentos 151, Jaguaraiúna: EMBRAPA. Outubro, 2002.

DOLINSKI, M.A. MONTE SERRAT, B. MOTTA, A.C.V. et al. Produção, teor foliar e qualidade de frutos do pessegueiro “Chimarrita” em função da adubação nitrogenada, na região da Lapa-PR. Rev. Brasileira Fruticultura, ago. 2005, vol. 27, n. 2, p. 295-299.

EHLERS, E. Agricultura sustentável: origens e perspectivas de um novo paradigma. São Paulo: Editora Paradigma, 1996. 178 p.

ELAD, Y.; SHTIENBERG, D. Effect of compost water extracts on grey mould (*Botrytis cinerea*). Crop protection. v.13, n.2, p. 109 – 114, 1994.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília: Embrapa Produção de Informações (SPI), 1999. 412 p.

EMPRESA PARANAENSE DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL. Manual técnico de olericultura. Curitiba, 1997. 204 p.

FAO. Agricultural production, primary crops. Disponível em: <<http://www.fao.org>>. Acesso em 12/01/2006.

FERNANDES, A. L. T.; TESTEZLAF, R. Fertirrigação na cultura do melão em ambiente protegido, utilizando-se fertilizantes organominerais e químicos. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 6, n.1, p. 45-50, 2002.

FERNANDES, H.S.; MARTINS, S.R. Cultivo de alface em solo em ambiente protegido. Informe agropecuário, Belo Horizonte, v. 20, n. 200/201, p. 56-63, set./dez., 1999.

FERREIRA, M.E.; CASTELLANE, P.D.; CRUZ, M.C.P.da. Nutrição e adubação de Hortaliças. Piracicaba: Potafos, 1993.

FILGUEIRA, F. A. R. Novo Manual de Olericultura: Agrotecnologia moderna na produção de hortaliças. Viçosa: UFV, 2000. 402p. editora Agrônômica Ceres.

FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS/CETEC. Estado da arte da digestão anaeróbia. Belo Horizonte, 1982.

FURTADO, S.C. Nitrogênio e fósforo na produção e nutrição mineral de alface americana cultivada em sucessão ao feijão após o pousio da área. 2001. 78 p. Dissertação (Mestrado em fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

GARCIA, L.L.C.; HAAG, H.P.; DIAS NETO, V. Nutrição mineral de hortaliças – Deficiências de macronutrientes em alface (*Lactuca sativa* L.), cv Brasil 48 e Clause's Aurélia. Anais da escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo. Piracicaba, v. 39, p. 349 – 369, 1982.

GLIESSMAN, S. R. Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável. Porto Alegre: Editora Universidade/UFRGS, 2000.

GOMES, J.C.C.; BORBA, M.F.S. A moderna crise dos alimentos: oportunidade para a Agricultura Familiar ? Agroecologia e Desenvolvimento rural sustentável, Porto Alegre, v. 1, n. 3. jul-set, 2004. CD-ROM.

GOTAAS, H.B. Composting; sanitary disposal and reclamation of organic wastes. Geneva, World Health Organization, 1956. 205 p.

HECH, S. B. La evolución del pensamiento agroecológico. Agroecologia y Desarrollo, Chile, n.1, p. 2-15, 1991.

HILDEBRAND, C. Manual de análises químicas de solos e plantas. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1977.

IAPAR. Cartas climáticas do Paraná. Disponível em < http://www.iapar.br/Sma/Cartas_Climaticas/Cartas_Climaticas.htm>. Acesso em 22 fevereiro de 2006.

IBGE. Censo agropecuário. Rio de Janeiro, 1996. Disponível em <www.sidra.ibge.gov.br>. Acesso em 12/12/2005.

KATAYAMA, M. Nutrição e Adubação de Alface, Chicória e Almeirão. In: FERREIRA, M.E.; CASTELLANE, P.D.; CRUZ, M.C.P.da. Nutrição e adubação de Hortaliças. Piracicaba: Potafos, 1993. p. 141 – 148.

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

KOEHLER, H.S. Manual de uso do programa MSTAT. Curitiba: UFPR/SCA – Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, 1996. 38 p.

LOPES, J.C.; RIBEIRO, L.G.; ARAÚJO, M.G.; BERALDO, M.R.B.S. Produção de alface com doses de lodo de esgoto. Horticultura Brasileira, Brasília, v.23, n.1, p.143-147, jan-mar. 2005.

LOURES, E.G. Agricultura Tropical. A microbiota dos solos tropicais: caracterização dos organismos do solo. ABEAS, 1988. 74 p.

MALAVOLTA, E. ABC da adubação. São Paulo, Ed. Agronômica Ceres, 5^a ed., 292 p. 1989.

MALAVOLTA, E. Elementos de Nutrição mineral de plantas. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1980. 251 p.

MALAVOLTA, E. Manual de química agrícola. São Paulo, 1967. Editora Agronômica Ceres Ltda. 606 p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2.ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.

McQUIKEN, M. P.; WIPPS, J. M.; LYNCH, J. M. Effects of water extratos of a composted manure-straw mixture on the plant pathogen *Botrytis cinerea*. Word Journal of Microbiology, v10, p. 20 – 26, 1994.

MEDEIROS, M.B.; ALVES, S.B.; BERZAGHI, L.M. Efeito residual de biofertilizante líquido e *Beauveria bassiana* sobre o ácaro *Tetranychus urticae*. Arq. Inst. Biol., v. 67, (supl.), p. 106, 2000b.

MEDEIROS, M.B.; ALVES, S.B.; BERZAGHI, L.M.; GARCIA, M.O. Efeito de biofertilizante líquido na oviposição de *Brevipalpus phoenicis*. In: Simpósio

Internacional de Iniciação Científica da USP, 8., Piracicaba, 2000. Resumos em CD-ROM. Piracicaba: USP, 2000a.

MEDEIROS, M.B.; ALVES, S.B.; SOUZA, A.P.; REIS, R. Efecto de fertiprotectores y entomopatógenos em los estados inmaturos de *Ecdytoplopha aurantiana* (Lepidóptera: Tortricidae). In: Congresso Latinoamericano y del Caribe de Manejo Integrado de Plagas, 7., Ciudad de Panamá, 2000. Memória. Ciudad de Panamá: Ministério de Desarrollo Agropecuario, 2000c p.25.

Mineropar. Geologia do Paraná. Disponível em <
<http://www.pr.gov.br/mineropar/htm/geologia/sedcenozoico.html> >. Acesso em 10/01/2006.

MORAES, R.D.; DUARTE, T.S.; PAGLIA, A.G.; ALDRIGHI, C.B., PEIL, R.M.N. Influência da biofertilização no crescimento de mudas de tomateiro em sistema flutuante. In: Congresso Brasileiro de Agroecologia, 1., 2003, Porto Alegre. Anais. Porto Alegre: EMATER: RS-ASCAR, 2003. CD-ROM.

MOREIRA, V.F.; FERNANDES, M.do.C.de.A.; SANTOS, V.L.da.S.; PEREIRA, A.J.; CASTILHO, A.M.C. Avaliação do uso de biofertilizante líquido no desenvolvimento de mudas de alface obtidas em diferentes substratos. In: Congresso Brasileiro de Agroecologia, 1., 2003, Porto Alegre. Anais. Porto Alegre: EMATER: RS-ASCAR, 2003. CD-ROM.

OSAKI, F. Calagem e Adubação. Curitiba, 1990. p. 521.

PAGLIA, G.; MORSELLIL, T.G.A.; PEIL, R.M.N.; MARTINS, S.R.; SILVA, J.B.da. Avaliação da parte aérea de mudas de cebola produzidas sob uma perspectiva agroecológica. In: Congresso Brasileiro de Agroecologia, 1., 2003, Porto Alegre. Anais. Porto Alegre: EMATER: RS-ASCAR, 2003. CD-ROM.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento do Paraná- Departamento de Fiscalização. Coletânea da Legislação de Fertilizantes, corretivos, inoculantes e biofertilizantes. Curitiba: SEAB/DEFIS, 1997. 124 p.

PENTEADO, S. R. Introdução a Agricultura Orgânica: Normas e Técnicas de Cultivo. Campinas – São Paulo. Editora Grafimagem, 2000, 113 p.

PERES, C.S. Microbiologia da digestão anaeróbica. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE FERMENTAÇÃO, 5, Viçosa, 1982. Anais. Brasília, MME, 1982.

PESAGRO-RIO. Produção e pesquisa do “agrobio” e de caldas alternativas para controle de pragas e doenças. Niterói: PESAGRO, 1998. 2p. (PESAGRO-Rio, Documentos, 44).

PINHEIRO, S.; BARRETO, S.B. "MB4": Agricultura Sustentável, Trofobiose e Biofertilizantes. 5 ed. Bahia. Fundação Juquira Candiru, Mibasa, 2005. 273 p.

PRATES, H.S.; CASTRO, P.R.C. Efeito de biofertilizante e reguladores vegetais em plantas cítricas com declínio. Summa Phytopathologica, Jaguariúna, v. 15, n.1, p.13, 1989.

PRATES, H.S.; PESCE, G. Efeito de biofertilizante foliar em vinhedo afetado por declínio. Summa Phytopathologica, v. 15, n. 1, p. 14, 1989.

PREVEDELLO, B.M.S.; REISSMANN. C. B. Nutrição Mineral de Plantas. In: Wachowicz, C. M.; CARVALHO, R. I. N. de. Fisiologia Vegetal: Produção e Pós-colheita. Curitiba: editora Champagnat, 2002. p. 115-134.

QUADROS, K.R.de. A agroecologia e agricultura familiar da região centro-sul do Paraná. Curitiba, 2005. 114 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Ciência do Solo) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

RESENDE, G.M. de. Características produtivas, qualidade pós colheita e teor de nutrientes em alface americana (*Lactuca sativa* L.), sob doses de nitrogênio e molibdênio, em cultivo de verão e de inverno. Lavras. 2004. 134 p. Tese (Doutorado em fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

RODELLA, A. A.; ALCARDE, J. C. Avaliação de materiais orgânicos empregados como fertilizantes. Scientia agrícola, Piracicaba, 51(3): 556 – 562 , set./nov., 1994.

ROSOLEM, C. A. Adubação foliar. In: Simpósio sobre fertilizantes na Agricultura Brasileira, 1984, Brasília. Anais. Brasília: EMBRAPA, 1984. p. 419 – 449.

SANTOS FILHO, G.N.; VIDOR, C. Solubilização de fosfatos por microrganismos na presença de fontes de carbono. Rev. Brasileira de Ciência do Solo, n.24, p. 311-319, 2000.

SANTOS, A. C. V. dos. Biofertilizante líquido, o defensivo da natureza. Niterói: EMATER – Rio, 1992. 16 p. (Agropecuária fluminense, 8).

SANTOS, A. C. V. dos. Efeitos nutricionais e fitossanitários do biofertilizante líquido a nível de campo. Revista Brasileira de Fruticultura, v.13, n4, p. 275 – 279. 1991.

SANTOS, L.G.de.C. Trofobiose como Instrumento de Análise e Manejo na Horticultura Orgânica. Revista Agroecologia Hoje, n. 16, set/out, 2002.

SANTOS, V.L.da.S.S.; FERNANDES, M.do.C.de.A.; MOREIRA, V.F.; CASTILHO, A.M.C.; CARVALHO, J.F. Efeitos do biofertilizante Agrobio e de diferentes substratos na produção de mudas de alface para cultivo orgânico. In: Congresso

Brasileiro de Agroecologia, 1., 2003, Porto Alegre. Anais. Porto Alegre: EMATER: RS-ASCAR, 2003. CD-ROM.

SARTORI, V.C. Dinâmica das populações de fungos endofíticos e epifíticos, impacto ecológico em diferentes sintomas de produção da macieira (*Malus domestica*) e seu potencial biotecnológico. Curitiba, 2003. 109 p. Tese (Doutorado em Processos Biotecnológicos) – Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná.

SCHERER, E.E.; HAMP, S.; NESI, C.N. Avaliação de produtos biológicos para nutrição do feijoeiro foliar. In: Congresso Brasileiro de Agroecologia, 1., 2003, Porto Alegre. Anais. Porto Alegre: EMATER: RS-ASCAR, 2003. CD-ROM.

SEMINÁRIO ESTADUAL SOBRE AGROECOLOGIA. Agroecologia Textos e documentos de eventos realizados no Rio Grande do Sul (1999, 2000 e 2001). Porto Alegre: EMATER/RS-ASCAR, 2002. CD-ROM.

SILVA FILHO, G.N.; VIDOR, C. Solubilização de fosfatos por microrganismos na presença de fontes de carbono. Rev. Bras. Ciência do Solo, v.24, p. 311-319, 2000.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. 10 ed. Porto Alegre, 2004.

SOUZA, J. L. de; RESENDE, P. Manual de Horticultura orgânica. Viçosa: Aprenda Fácil, 2003. 564 p.

TESSEROLI NETO, E. A.; HURMUS, M.; ARMSTRONG, D. L.; GOMES, A. Aplicação do composto resultante do cultivo de *Agaricus blazei* MURRIL como alternativa de adubação na agricultura. In: 13º EVENTO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA da UFPR, 13., 2005, Curitiba. Resumos. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2005. p. 68.

TIMM, P. J.; GOMES, J. C. C.; MORSELLI, T. B. Insumos para agroecologia: Pesquisa em vermicompostagem e produção de biofertilizantes líquidos. Revista Ciência & Ambiente, julho/dezembro, 2004. Universidade federal de santa Maria 29º publicação.

TRATCH, R. Efeito de Biofertilizantes sobre fungos fitopatogênicos. Dissertação de Mestrado. 60 p. Área de Concentração: Proteção de Plantas, Faculdade de Ciências Agrônômicas “Campus” Botucatu (UNESP), São Paulo, 1996.

VAN RAIJ, B. Fertilidade do solo e adubação. Piracicaba: Agronômica Ceres; São Paulo: Associação Brasileira para Pesquisa de Potassa e Fósforo, 1991.

VILLELA JUNIOR, L. V. E.; ARAÚJO, J. A. C.; FACTOR, T. L. Comportamento do meloeiro sem solo com a utilização de biofertilizante. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 21, n. 2, p. 153-157, abril/junho, 2003.

WALDEMAR, C.C. Os três pilares da agropecuária ecológica. Disponível em:<http://www.agirazul.com.br/agapan/notas/_disc5/0000001a.htm> Acesso em 11 de fev. 2006.

YURI, J.E.; RESENDE, G.M.; RODRIGUES JÚNIOR, J.C.; MOTA, J.H.; SOUZA, R.J. Efeito de composto orgânico sobre a produção e características comerciais de alface americana. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 22, n.1, p. 127-130, jan-mar 2004.

ZAMBON, F. R. A. Nutrição mineral da alface (*Lactuca sativa* L.). In: MULLER, J.J.V.; CASALI, V. W. (eds) *Seminário de Olericultura*, 2 ed. 1982. v.2. p. 316-348.

ANEXOS

ANEXO 1

Figura 1 Parcela experimental

Figura 2 Parcela experimental após colheita da área útil

ANEXO 2 Resumo da análise de variância dos dados referentes as variáveis massa fresca total da parte aérea (g planta^{-1}), massa seca total da parte aérea (g planta^{-1}), número de folhas (n° . de folhas planta^{-1}) e circunferência da cabeça (cm) da alface tipo crespa, em função do modo de preparo dos biofertilizantes e doses de biofertilizantes

ANEXO 3 Resumo da análise de variância dos teores de macronutrientes da alface crespa (g/kg), em função do modo de preparo dos biofertilizantes e doses de biofertilizantes

ANEXO 4 Resumo da análise de variância dos dados referentes as variáveis massa fresca total da parte aérea (g planta^{-1}), massa seca total da parte aérea (g planta^{-1}), número de folhas (n° . de folhas planta^{-1}) e circunferência da cabeça (cm) da alface tipo americana, em função do modo de preparo dos biofertilizantes e doses de biofertilizantes

ANEXO 5 Resumo da análise de variância dos teores de macronutrientes da alface americana (g/kg), em função do modo de preparo dos biofertilizantes e doses de biofertilizantes

ANEXO 1



Parcela experimental



Parcela experimental após colheita da área útil

Anexo 2: Resumo da análise de variância dos dados referentes as variáveis massa fresca total da parte aérea (g planta⁻¹), massa seca total da parte aérea (g planta⁻¹), número de folhas (nº. de folhas planta⁻¹) e circunferência da cabeça (cm) da alface tipo crespa, em função do modo de preparo dos biofertilizantes e doses de biofertilizantes.

Quadrados Médios					
Fontes de Variação	Graus de Liberdade	MF ¹	MS ²	NF ³	CC ⁴
Modo de preparo (MD)	1	2828.084 ^{ns}	9.353 ^{ns}	0.814 ^{ns}	115.630 ^{ns}
Dosagens	5	2160.060 ^{ns}	3.355 ^{ns}	1.661 ^{ns}	48.075 ^{ns}
MD x Dosagens	5	788.499 ^{ns}	0.935 ^{ns}	1.673 ^{ns}	102.936 ^{ns}
Erro	36	1367210 ^{ns}	2.967 ^{ns}	1.892 ^{ns}	49.618 ^{ns}
Coeficiente de variação (%)		19.00	19.36	7.71	8.76
Qui-quadrado (x ²)		9.635	14.128	9.382	11.381

^{ns} Não significativo

¹ MF = Massa fresca da parte aérea; ² MS = Massa seca da parte aérea; ³ NF = Número de folhas; ⁴ CC = Circunferência da cabeça.

Anexo 3: Resumo da análise de variância dos teores de macronutrientes da alface crespa (g/kg), em função do modo de preparo dos biofertilizantes e doses de biofertilizantes.

Quadrados Médios				
Fontes de Variação	Graus de Liberdade	N ¹	P ²	K ³
Modo de preparo (MD)	1	11.603 ^{ns}	1.147 ^{ns}	26.970 ^{ns}
Dosagens	5	12.311 ^{ns}	0.909 ^{ns}	33.081 ^{ns}
MD x Dosagens	5	7.534 ^{ns}	0.171 ^{ns}	26.025 ^{ns}
Erro	36	8.719	1.859	44.432
Coeficiente de Variação (%)		10.22	10.77	8.14
Qui-quadrado (x ²)		9.005	14.860	4.741

^{ns} Não significativo.

¹ N = nitrogênio; ² P = fósforo; ³ K = potássio.

Anexo 4: Resumo da análise de variância dos dados referentes as variáveis massa fresca total da parte aérea (g planta⁻¹), massa seca total da parte aérea (g planta⁻¹), número de folhas (nº. de folhas planta⁻¹) e circunferência da cabeça (cm) da alface tipo americana, em função do modo de preparo dos biofertilizantes e doses de biofertilizantes.

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Quadrados Médios			
		MF ¹	MS ²	NF ³	CC ⁴
Modo de preparo (MD)	1	4252.566 ^{ns}	13.128 ^{ns}	2.100 ^{ns}	2997.260*
Dosagens	5	26066.917*	28.293*	43.201*	891.904*
MD x Dosagens	5	6646.297 ^{ns}	3.566 ^{ns}	9.066*	569.831*
Erro	36	2873.641	4.213	2.053	569.831
Coeficiente de variação (%)		17.31	20.27	6.22	4.34
Qui-quadrado (x ²)		17.496	16.761	13.319	11.382

* Significativo pelo teste de Tuckey a 5% de probabilidade.

^{ns} Não significativo.

¹ MF = Massa fresca da parte comercial; ²MS = Massa seca da parte comercial; ³ NF = Número de folhas;

⁴CC = Circunferência da cabeça.

Anexo 5: Resumo da análise de variância dos teores de macronutrientes da alface americana (g/kg), em função do modo de preparo dos biofertilizantes e doses de biofertilizantes.

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Quadrados Médios		
		N ¹	P ²	K ³
Modo de preparo (MD)	1	9.666	0.400	170.404
Dosagens	5	1.940	3.658	175.826
MD x Dosagens	5	38.142 *	1.902 *	361.300 *
Erro	36	0.421	0.421	225.579
Coeficiente de Variação (%)		11.34	1.95	11.19
Qui-quadrado (x ²)		9.005	14.860	4.741

* Significativo pelo teste de Tuckey a 5% de probabilidade

^{ns} Não significativo.

¹ N = nitrogênio; ² P = fósforo; ³ K = potássio.