

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Programa de Pós-Graduação em Agronomia
Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel
Pelotas (RS), Brasil.



Tese

**Respostas Agronômicas de Alface sob Adubação
Orgânica e Cultivo Sucessivo em Ambiente
Protegido**

Ana Cláudia Kalil Huber

Pelotas, 2008

Ana Cláudia Kalil Huber

**Respostas Agronômicas de Alface sob Adubação
Orgânica e Cultivo Sucessivo em Ambiente
Protegido**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Ciências (área do conhecimento: Produção Vegetal).

Orientador: Prof^a. Dr^a. Tânia Beatriz G. A. Morselli

**Co-Orientador (es): Prof. Dr. Carlos Rogério Mauch
Prof. Dr. João Baptista da Silva**

Pelotas, 2008

Dados de catalogação na fonte:
(Marlene Cravo Castillo – CRB-10/744)

H877r Huber, Ana Cláudia Kalil

Respostas agronômicas de alface sob adubação
orgânica e cultivo sucessivo em ambiente protegido /
Ana Cláudia Kalil Huber . - Pelotas, 2008.
123f : il.

Tese (Doutorado em Produção Vegetal) –
Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Faculdade
de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de
Pelotas. - Pelotas, 2008, Tânia Beatriz Gamboa Araújo
Morselli , Orientador; co-orientadores Carlos Rogério
Mauch e João Baptista da Silva.

1.Alface 2. Adubação orgânica 3.Cultivo 4.
Ambiente protegido I Morselli Tânia Beatriz Gamboa

BANCA EXAMINADORA:

Profº. Dr Manuel Brenner de Moraes
DER-UFPel .

Prof.º Dr. José Carlos Lago
PPGA-Solos/UFPel

Profº.Dr. Ruy José Costa da Silveira
PPGA-Solos/UFPel

Eng. Agr. Drª.Viviane Carret Xavier
Autônoma

Eng. Agr. Drª. Ana Celi Rodrigues da Silva
Autônoma

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela vida, fé e esperança obtida, e por permitir alcançar mais uma etapa de minha vida.

À minha mãe Gilda pelo amor, amizade e por ter permanecido ao meu lado, incentivando-me nos momentos mais difíceis e ao meu pai Leopoldo (sempre presente), dedico.

Ao meu segundo pai, Cláudio, que sempre me apoiou e ajudou neste trabalho.

À Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas, pela possibilidade de realização do doutorado.

À Universidade da Região da Campanha (URCAMP), pelo apoio e incentivo na realização deste trabalho.

À minha querida Professora Tânia B. G. Araújo Morselli pela amizade, orientação e inestimável apoio e auxílio para a realização deste sonho.

Aos Professores Carlos Rogério Mauch, João Baptista da Silva pela co-orientação e exemplo.

Aos colegas do Pós-Graduação, aos bolsistas, e todos os amigos pela amizade e companheirismo demonstrado no decorrer do curso.

A todos os professores e funcionários da URCAMP e UFPel, pelo apoio, colaboração e amizade.

A todos os amigos que fiz nesta cidade, em especial ao Renato por tudo que passamos juntos.

Ao Notre Dame onde aprendi a sobreviver a todas as emoções e problemas de uma vida de estudante.

Enfim, a todos que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho, a minha gratidão.

RESUMO

HUBER, Ana Cláudia Kalil. **Respostas agronômicas de alface sob adubação orgânica e cultivo sucessivo em ambiente protegido**. 2008.125f. Tese - (Doutorado) Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

Com o objetivo de estudar as respostas agronômicas de duas cultivares de alface sob adubação orgânica em cultivo sucessivo em ambiente protegido, foram conduzidos em estufa plástica, modelo “Arco Pampeano”, dois experimentos nos períodos de: 22/02 a 29/03/07 (Experimento I), 05/06 a 20/07/07 (Experimento II), no Campo Didático Experimental do Departamento de Fitotecnia da FAEM/UFPel, município do Capão do Leão, Rio Grande do Sul, Brasil. Utilizou-se as cultivares : Regina e Mimosa Vermelha, submetidas as seguintes adubações: adubo mineral (AM), vermicomposto bovino (VB), vermicomposto suíno (VS), vermicomposto eqüino (VE), vermicomposto borra de café mais erva-mate (VBCEM) e testemunha (TES). Foram utilizadas para a calagem e as adubações as recomendações do Manual de Adubação e de Calagem do RS/SC. O experimento foi esquematizado em delineamento em blocos ao acaso com três repetições e cada repetição com dez plantas por cultivar. Os dois experimentos receberam adubação mineral e orgânica. No experimento II, foram avaliados os efeitos de reposição das adubações. Decorridos 21 dias do transplante das mudas, foram colhidas no experimento I as plantas que receberam o VB e VS, e aos 28 dias aquelas que receberam AM e VE e o restante aos 35 dias. No experimento II, foram colhidas as plantas que receberam VB e VS aos 40 dias do transplante e o restante das adubações aos 45 dias. As variáveis analisadas foram, fitomassa fresca e seca da parte aérea, diâmetro de planta, número de folhas, área foliar, fitomassa seca da raiz, densidade de raiz, razão parte aérea/sistema radicular, macronutrientes e micronutrientes da parte aérea, e análise do substrato após cada experimento. Conclui-se que: as respostas agronômicas da alface, para os parâmetros avaliados, são mais satisfatórias com aplicação dos vermicompostos; os vermicompostos bovino e suíno são os adubos orgânicos mais eficientes na sucessão da alface para as cultivares Mimosa Vermelha e Regina; os vermicompostos bovino e suíno, no cultivo sucessivo, promovem a precocidade da alface, permitindo a colheita aos 21 dias após o transplante das mudas das duas cultivares estudadas; o cultivo sucessivo sob adubação orgânica reduz a absorção de nitrato na cultivar Mimosa Vermelha e em geral o eleva na cultivar Regina; a absorção de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio se elevam no tecido vegetal com a sucessão da alface; os teores de matéria orgânica se elevam no substrato após a adição e reposição de vermicomposto; os teores de fósforo, cálcio e magnésio se elevam no substrato com o cultivo sucessivo da alface inclusive potássio; o efeito de reposição da adubação orgânica permite a manutenção do conteúdo nutricional da alface.

Palavras-chave: Alface, adubação, cultivo.

ABSTRACT

HUBER, Ana Cláudia Kalil. **Respostas agronômicas de alface sob adubação orgânica e cultivo sucessivo em ambiente protegido**. 2008.125f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

With the objective to study two cultivars of lettuce under organic fertilizer in successive cultivation in polyethylene greenhouse, model "Arco Pampeano", two experiments from 22/02 to 29/03/07 (Experiment I), from 05/06 to 20/07/07 (Experiment II), in the Complexo de Estufas da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas, Campus Capão do Leão, Rio Grande Do Sul, Brazil. It was utilized the cultivars: Regina and Mimosa, submitted the following fertilizations: mineral fertilizer (AM), bovine manure vermicompost (VB), swine manure vermicompost (VS), equine manure vermicompost (VE), coffee drags + herb-checkmate vermicompost (VBCEM) and absent fertilizer (TES). The liming and the fertilizations had been used for the recommendations of the Manual de Adubação e de Calagem do RS/SC. The experiment was developed using the randomized blocks with three repetitions and each repetitions with ten plants for cultivar. The two experiments had received mineral and organic fertilizer. In experiment II, the restitution effect of the fertilizations had been evaluated. Passed 21 days of the transplant of the seedlings, had been harvested in experiment I the plants that had received the VB and VS, and to the 28 days those that had received AM and VE and the remain to the 35 days. In experiment II, the plants had been harvested that had received VB and VS to the 40 days from the transplant and the remain of the fertilizations to the 45 days. The analyzed variables had been, aboveground biomass (dry and wet), diameter of plant, leaf number, foliar area, fitomass (dry and wet) of the root, density of root, reason fitomass aerial/radicular, macronutrients and micronutrients of the aerial part, and after analyze of the substratum each experiment. The experiment showed: the answers agronomic of the lettuce, for the evaluated parameters, are more satisfactory with application of the vermicompost; the bovine manure vermicompost and swine manure vermicompost were more efficient the organic fertilizers in the succession of the lettuce to cultivate them Mimosa Vermelha and Regina; the bovine manure vermicompost and swine manure vermicompost, in the successive (tillage) cultivation, promoted the precocity of the lettuce, having allowed the harvest to the 21 days after the transplant of the seedlings of the two to cultivate studied; the successive culture under organic fertilizer reduces to absorption the nitrate in the Mimosa Vermelha cultivar and in general promote the elevation in the Regina cultivar; the absorption of nitrogen, phosphorus, potassium, calcium and magnesium if raise in the fabric vegetal with the succession of the lettuce in the aboveground biomass; the tenors of organic matter if raise in the substratum after the addition and anew addition of vermicomposts; the tenors of the phosphorus, calcium and magnesium if raise in the substratum with the successive culture of the lettuce included potassium; the restitution effect of the organic fertilizer allows the maintenance of the nutritional content of the lettuce.

Key-words: Lettuce, fertilizer, tillage.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	Estufa de produção das mudas dos experimentos I e II...	39
FIGURA 2	Produção das mudas de alface em bandejas flutuantes...	39
FIGURA 3	Produção das cultivares de alface Mimosa Vermelha e Regina em ambiente protegido.....	39
FIGURA 4	Minhocário para produção dos vermicompostos.....	42
FIGURA 5	Caixas de produção do húmus.....	42
FIGURA 6	Média do conteúdo de nitrogênio de duas cultivares de alface no Experimento I (verão), nas diferentes adubações.....	66
FIGURA 7	Média do conteúdo de nitrogênio de duas cultivares de alface no Experimento II (inverno), nas diferentes adubações.....	67
FIGURA 8	Médias dos conteúdos de nitrato na cultivar Mimosa Vermelha no experimento I (verão) e Experimento II (inverno), nas diferentes adubações.....	69
FIGURA 9	Médias dos conteúdos de nitrato na cultivar Regina no Experimento I (verão) e Experimento II (inverno) nas diferentes adubações.....	69
FIGURA 10	Médias do conteúdo de fósforo de duas cultivares de alface no experimento I (verão), nas diferentes adubações.....	71
FIGURA 11	Médias do conteúdo de fósforo de duas cultivares de alface no experimento II (inverno), nas diferentes adubações.....	71
FIGURA 12	Médias do conteúdo de potássio de duas cultivares de alface no experimento I (verão), nas diferentes adubações.....	72
FIGURA 13	Médias do conteúdo de potássio de duas cultivares de alface no experimento II (inverno), nas diferentes adubações.....	73

FIGURA 14	Médias do conteúdo de cálcio de duas cultivares de alface no experimento I (verão), nas diferentes adubações.....	74
FIGURA 15	Médias do conteúdo de cálcio de duas cultivares de alface no experimento II (inverno), nas diferentes adubações.....	75
FIGURA 16	Médias do conteúdo de magnésio de duas cultivares de alface no experimento I (verão), nas diferentes adubações.....	75
FIGURA 17	Médias do conteúdo de magnésio de duas cultivares de alface no experimento II (inverno), nas diferentes adubações.....	76
FIGURA 18	Médias do conteúdo de ferro de duas cultivares de alface no experimento I (verão), nas diferentes adubações.....	77
FIGURA 19	Médias do conteúdo de ferro de duas cultivares de alface no experimento II (inverno), nas diferentes adubações.....	78
FIGURA 20	Médias do conteúdo de cobre de duas cultivares de alface no experimento I (verão), nas diferentes adubações.....	79
FIGURA 21	Médias do conteúdo de cobre de duas cultivares de alface no experimento II (inverno), nas diferentes adubações.....	79
FIGURA 22	Médias do conteúdo de manganês de duas cultivares de alface no experimento I (verão), nas diferentes adubações.....	80
FIGURA 23	Médias do conteúdo de manganês de duas cultivares de alface no experimento II (inverno), nas diferentes adubações.....	81
FIGURA 24	Médias do conteúdo de zinco de duas cultivares de alface no experimento I (verão), nas diferentes adubações.....	82
FIGURA 25	Médias do conteúdo de zinco de duas cultivares de alface no experimento II (inverno), nas diferentes adubações.....	82

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	Análise de solo inicial, antes da instalação do experimento I. FAEM/UFPeI, 2007.....	38
TABELA 2	Índice de eficiência de liberação dos nutrientes aplicados na forma orgânica para a mineral em cultivos sucessivos.....	41
TABELA 3	Caracterização dos vermicompostos bovino (VB), suíno (VS), eqüino (VE), erva-mate (VEM) e borra de café (VBC). FAEM/UFPeI, 2007. Exp. I.....	43
TABELA 4	Fitomassa fresca da parte aérea de duas cultivares de alface nos dois experimentos, nas diferentes adubações. FAEM/UFPeI, 2007.....	48
TABELA 5	Fitomassa seca da parte aérea de duas cultivares de alface nos dois experimentos, nas diferentes adubações. FAEM/UFPeI, 2007.....	50
TABELA 6	Diâmetro de planta de duas cultivares de alface nos dois experimentos, nas diferentes adubações. FAEM/UFPeI, 2007.....	52
TABELA 7	Número de folhas de duas cultivares de alface nos dois experimentos, nas diferentes adubações. FAEM/UFPeI, 2007.....	54
TABELA 8	Área foliar de duas cultivares de alface nos dois experimentos, nas diferentes adubações. FAEM/UFPeI, 2007.....	56
TABELA 9	Fitomassa seca de raiz de duas cultivares de alface nos dois experimentos, nas diferentes adubações. FAEM/UFPeI, 2007.....	57
TABELA 10	Comprimento de raiz de duas cultivares de alface nos dois experimentos, nas diferentes adubações. FAEM/UFPeI, 2007.....	59
TABELA 11	Densidade de raiz de duas cultivares de alface nos dois experimentos, nas diferentes adubações. FAEM/UFPeI, 2007.....	60

TABELA 12	Razão entre parte aérea/sistema radicular (RPA/SR) de duas cultivares de alface nos dois experimentos, nas diferentes adubações. FAEM/UFPeI, 2007.....	62
TABELA 13	Precocidade dos cultivos baseados no diâmetro de planta de duas cultivares de alface ao final do ciclo vegetativo, no experimento I, nas diferentes adubações. FAEM/UFPeI, 2007.....	64
TABELA 14	Precocidade dos cultivos baseados no diâmetro de planta de duas cultivares de alface ao final do ciclo vegetativo, no experimento II, nas diferentes adubações. FAEM/UFPeI, 2007.....	65
TABELA 15	pH do substrato após cada experimento, nas diferentes adubações. FAEM/UFPeI, 2007.....	83
TABELA 16	pH-SMP do substrato após cada experimento, nas diferentes adubações. FAEM/UFPeI, 2007.....	85
TABELA 17	Teor de Alumínio do substrato após cada experimento, nas diferentes adubações. FAEM/UFPeI, 2007.....	86
TABELA 18	Matéria orgânica do substrato, após cada experimentos, nas diferentes adubações. FAEM/UFPeI, 2007.....	87
TABELA 19	Fósforo do substrato após cada experimento, nas diferentes adubações. FAEM/UFPeI, 2007.....	89
TABELA 20	Potássio do substrato, após cada experimento, nas diferentes adubações. FAEM/UFPeI, 2007.....	90
TABELA 21	Cálcio do substrato após cada experimento, nas diferentes adubações. FAEM/UFPeI, 2007.....	91
TABELA 22	Magnésio do substrato após cada experimento, nas diferentes adubações. FAEM/UFPeI, 2007.....	92
TABELA 23	Relações cálcio/potássio, cálcio/ magnésio e magnésio/potássio no solo antes do cultivo e nos substratos nas diferentes adubações. FAEM/UFPeI, 2007.....	93
TABELA 24	Sódio do substrato, após cada experimento, nas diferentes adubações. FAEM/UFPeI, 2007.....	94
TABELA 25	Teor de Argila do substrato após cada experimento, nas diferentes adubações. FAEM/UFPeI, 2007.....	95

TABELA 26	Cobre do substrato após cada experimento, nas diferentes adubações. FAEM/UFPeI, 2007.....	96
TABELA 27	Zinco do substrato após cada experimento, nas diferentes adubações. FAEM/UFPeI, 2007.....	97
TABELA 28	Ferro do substrato após cada experimento, nas diferentes adubações. FAEM/UFPeI, 2007.....	98
TABELA 29	Manganês do substrato após cada experimento, nas diferentes adubações. FAEM/UFPeI, 2007.....	99

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

FAO: Food and Agriculture Organization

FAEM: Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel

SANEST: Programa de análise estatística

UFPel: Universidade Federal de Pelotas

URCAMP: Universidade da Região da Campanha

SUMÁRIO

Resumo.....	04
Abstract.....	05
Lista de figuras.....	06
Lista de tabelas.....	09
Lista de abreviaturas e siglas.....	12
1 Introdução.....	16
2 Revisão Bibliográfica.....	19
2.1 Transição Agroambiental.....	19
2.2 Cultura da Alface.....	21
2.2.1 Importância e Características.....	21
2.2.2 Aspectos qualitativos e a questão do nitrato.....	22
2.2.3 Exigências climáticas e o cultivo em ambiente protegido.....	25
2.2.4 Adubação Mineral.....	27
2.2.5 Adubação Orgânica.....	28
2.2.5.1 Utilização de resíduos orgânicos.....	30
2.2.6 Vermicomposto.....	33
3 Material e Métodos.....	37
3.1 Localização.....	37
3.2 Local e condução dos experimentos.....	37
3.3 Condução das plantas.....	37
3.4 Adubação mineral e orgânica.....	40
3.4.1 Adubação mineral.....	41
3.4.2 Adubação orgânica.....	41
3.4.2.1 Obtenção e caracterização dos vermicompostos.....	41

3.5 Observações agrometereológicas.....	43
3.6 Observações agronômicas.....	43
3.6.1 Variáveis analisadas.....	43
3.6.1.1 Fitomassa fresca da parte aérea.....	44
3.6.1.2 Fitomassa seca da parte aérea.....	44
3.6.1.3 Diâmetro de planta.....	44
3.6.1.4 Número de folhas.....	44
3.6.1.5 Área foliar.....	44
3.6.1.6 Precocidade.....	45
3.6.1.7 Determinação de macro e micronutrientes.....	45
3.6.1.8 Sistema radicular.....	45
3.6.1.9 Comprimento de raiz.....	45
3.6.1.10 Densidade de raiz.....	46
3.6.1.11 Razão parte aérea/sistema radicular (RPA/SR).....	46
3.7 Delineamento experimental e análise estatística.....	46
4 Resultados e Discussão.....	47
4.1 Análise de variáveis.....	47
4.1.1 Fitomassa fresca da parte aérea.....	47
4.1.2 Fitomassa seca da parte aérea.....	49
4.1.3 Diâmetro de planta.....	51
4.1.4 Número de folhas.....	53
4.1.5 Área foliar.....	55
4.1.6 Fitomassa seca da raiz.....	56
4.1.7 Comprimento de raiz.....	58
4.1.8 Densidade de raiz.....	59
4.1.9 Razão parte aérea/sistema radicular (RPA/SR).....	61
4.1.10 Precocidade.....	62
4.2 Nutrição mineral.....	66
4.2.1 Nitrogênio.....	66
4.2.2 Nitrato ($N - NO_3^-$).....	67
4.2.3 Fósforo.....	70
4.2.4 Potássio.....	72

4.2.5 Cálcio e Magnésio.....	73
4.2.6 Ferro.....	76
4.2.7 Cobre.....	78
4.2.8 Manganês.....	80
4.2.9 Zinco.....	81
4.3 Substrato.....	83
4.3.1 pH, pH-SMP e Alumínio.....	83
4.3.2 Matéria Orgânica.....	87
4.3.3 Fósforo.....	88
4.3.4 Potássio.....	90
4.3.5 Cálcio.....	91
4.3.6 Magnésio.....	92
4.3.7 Sódio.....	94
4.3.8 Argila.....	95
4.3.9 Cobre.....	96
4.3.10 Zinco.....	97
4.3.11 Ferro.....	98
4.3.12 Manganês.....	99
5 Conclusões.....	100
6 Referências.....	101
7 Apêndices.....	113

1 INTRODUÇÃO

A preocupação com a utilização racional do solo tem proporcionado, nos últimos tempos, a busca de metodologia adequada que expresse as capacidades do meio e que represente um aproveitamento equilibrado do ecossistema. Torna-se necessário lembrar o fato de que o êxito da exploração do solo está no conhecimento de seus atributos e da relação que existe entre eles e o meio ambiente, com a utilização de técnicas adequadas, de modo a proporcionar um equilíbrio capaz de possibilitar o seu uso por um longo período de tempo, considerando que a tecnologia moderna mostra o caminho e apresenta soluções aos problemas que possam surgir.

O uso de compostos orgânicos surge como uma alternativa para reduzir as quantidades de fertilizantes minerais a serem aplicados, tornando-se de fundamental importância o questionamento sobre o tipo de adubação a ser utilizada em função das crescentes demandas da sociedade, do mundo globalizado, novos paradigmas científicos e tecnológicos. São questões que exigem a compreensão do todo, interação entre as partes e harmonia entre as dimensões econômica, sócio-cultural e ambiental (FERNANDES et al, 1998).

Na agricultura sustentável as necessidades não são apenas biológicas ou técnicas, mas também sociais econômicas e políticas, ilustrando os fatores necessários para se criar esta sustentabilidade. É inconcebível promover mudanças ecológicas no setor agrícola sem a defesa de mudanças nas outras áreas da sociedade, de modo a conscientizar o homem a não explorar a natureza de forma irracional (ALTIERI, 1989).

A transformação ou substituição de um modelo supõe um processo de transição que em alguns momentos caminha a passos lentos e em outros pode trazer mudanças bruscas e qualitativamente diferenciadas. Esse processo de transição significa a conversão de uma agricultura tradicional para uma agricultura ecológica e socialmente equilibrada, com base na sustentabilidade (GÓMEZ, 1997).

A consequência do uso intensivo de insumos químicos tem trazido grandes prejuízos à saúde humana e ao meio ambiente. A criação de normas como as ISOS, leis locais, movimento de ecologistas e pessoas preocupadas com os efeitos da agricultura moderna e a crescente preocupação dos consumidores com a qualidade dos alimentos que consomem, demandam mudanças na maneira de produzir.

A utilização de produtos já humificados em hortaliças tem se tornado freqüente, como é o caso do vermicomposto, por suas propriedades condicionadoras, maior capacidade de retenção de água, manutenção da estrutura do solo ou substrato, além de apresentar os nutrientes essenciais à planta em forma disponível.

A produção de hortaliças em ambiente protegido constitui um agrossistema diferente daquele representado pelo cultivo tradicional a campo. Vem se expandindo, em quase todos os países do mundo, possibilitando a produção continuada de diferentes culturas durante todo o ano, com um produto de valor comercial capaz de atender as expectativas do mercado consumidor.

Tendo em vista a maior exigência dos consumidores por alternativas saudáveis na alimentação, a agricultura orgânica vem ganhando espaço cada vez maior, uma vez que esta oferece produtos mais nutritivos, saborosos e de longa vida em relação aos produzidos em cultivo tradicional, ainda que mais caros. A utilização de fertilizantes orgânicos, que otimizam esse tipo de produção e influenciam em resultados na pós-colheita, devido a grande perecibilidade dos cultivos com adubação mineral, principalmente de hortaliças (Ex: alface - 2 dias do produtor ao consumidor), tem sido adotada por muitos produtores. Produtos oriundos de sistemas orgânicos (insumos ou produção) têm seu uso/consumo legalmente autorizado mediante a certificação e o controle de qualidade realizado por instituições certificadas credenciadas nacionalmente pelo Órgão Colegiado Nacional, devendo cada instituição certificadora manter o registro atualizado dos produtos que ficam sob suas responsabilidades (DOU Nº 94, 1999).

Faz-se necessário maior estudo sobre os produtos orgânicos oferecidos no mercado, para a segurança do consumidor e para um melhor aproveitamento dos mesmos por parte dos produtores.

Considerando-se a grande demanda por produtos orgânicos e a necessidade de sistemas de fertilização adequados ao cultivo sucessivo de alface, este trabalho tem como objetivo geral estudar as respostas agrônômicas de duas

cultivares de alface sob adubação orgânica em cultivo sucessivo em ambiente protegido, avaliando a eficiência do vermicomposto na sucessão da alface; o efeito da reposição das adubações orgânicas na manutenção do conteúdo nutricional da cultivar; verificando o acúmulo de nitrato na alface sob cultivo sucessivo, em consequência o conhecimento dos efeitos dos tratamentos utilizados no presente trabalho, proporcionará a produção com qualidade e uma redução dos prejuízos econômicos, sociais e/ou ambientais.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Transição Agroambiental

Nos últimos anos, as propostas de transição agroambiental mais expressivas, como a que se abriga na orientação agroecológica, aparecem com mais nitidez em nível mundial e ganham expressão nacional, traduzindo preferências dos consumidores e adesão dos agricultores. No entanto, um dos problemas identificados com relação ao desenvolvimento e efetivação da agroecologia na pequena propriedade é a falta de conhecimento e de domínio no preparo de insumos alternativos, tais como: bio-fertilizantes líquidos, (vermi) compostos orgânicos e caldas protetoras (TIM; GOMES & MORSELLI, 2004).

Percebe-se hoje, em diferentes manifestações, que os termos *agricultura sustentável e desenvolvimento sustentável* levam ao anseio por um novo paradigma tecnológico que não agrida ao meio ambiente, servindo para explicitar a insatisfação com a agricultura convencional ou “moderna” (ALMEIDA & NAVARRO, 1997).

Na agricultura gaúcha, o modelo tecnológico moderno adotado nas ultimas quatro décadas, indubitavelmente concorreu para aumentar a produção e a produtividade das principais culturas, além de alterar relações sociais e de produção. Entretanto, a incorporação dessas tecnologias frequentemente ocorreu de forma inadequada à realidade ao meio rural, seja pela maneira como se deu esta implantação, seja pela natureza das tecnologias introduzidas (Paulus, 2000). Alguns fatores podem ser observados quanto à insustentabilidade da agricultura moderna, 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. Altieri (1998) cita a origem da crise observada no uso de práticas agrícolas intensivas baseadas no elevado uso de insumos, que

levam a degradação dos recursos naturais por processos de erosão dos solos, salinização, contaminação com pesticidas, desertificação, perda da matéria orgânica e, por consequência, reduções progressivas das produtividades. Ehlers (1999), comenta que, por mais que a agricultura moderna tenha avançado em técnicas que transcendam os limites naturais (os resultados da engenharia genética são exemplos claros deste avanço), a agricultura continua a depender de processos e de recursos naturais.

Um sistema agrícola pode ser considerado sustentável quando proporciona rendimentos estáveis a longo prazo, utilizando técnicas de manejo que integrem componentes do sistema de maneira a melhorar a eficiência biológica do mesmo. Isto requer que o sistema agrícola seja considerado como um ecossistema, no qual, além do aumento de rendimentos e produção econômica imediata, considere a questão da estabilidade ecológica e da equidade social (DAROLT, 1998).

A produção sustentável em um agrossistema deriva do equilíbrio entre plantas, solos, nutrientes, luz solar, umidade e outros organismos coexistentes. O agroecossistema é produtivo e saudável quando essas condições de crescimento prevalecem ricas e equilibradas, e quando as plantas permanecem resistentes ao modo a tolerar estresses e adversidades (ALTIERI, 1998).

Os enfoques atualmente dominantes determinam a busca de um novo padrão para o desenvolvimento agrícola e rural que, em qualquer caso, e segundo todas as correntes de pensamento sobre sustentabilidade, estão a exigir a continuidade do processo de transição já em curso na direção da “ecologização da agricultura” (BRACAGIOLI NETO, 1999).

Gliessman (2000) observa que a Agroecologia proporciona o conhecimento e a metodologia necessária para desenvolver uma agricultura ambientalmente consistente, altamente produtiva e economicamente viável. Ela abre portas para o desenvolvimento de novos paradigmas da agricultura, em parte porque corta pela raiz a distinção entre a produção de conhecimento e sua aplicação, valoriza o conhecimento local e empírico dos agricultores, a socialização desse conhecimento e sua aplicação ao objetivo comum da sustentabilidade.

2.2 Cultura da Alface

2.2.1 Importância e Características

A alface é uma das hortaliças folhosas mais consumidas e cultivadas em quase todas as regiões do globo terrestre. É considerada uma planta exigente em nutrientes e água, especialmente, na fase final de seu ciclo, respondendo bem à adubação orgânica. Sua absorção de nutrientes é lenta nos primeiros trinta dias, aumentando rapidamente após este período, sendo que 80% da absorção ocorre nas quatro últimas semanas do ciclo vegetativo (FERREIRA et al, 1993; KATAYAMA 1993).

A alface é uma das hortaliças mais consumidas no Brasil e em virtude de sua alta perecibilidade e baixa resistência ao transporte, é cultivada próxima aos grandes centros consumidores, nos chamados “cinturões verdes” (SILVA et al, 2000).

A alface (*Lactuca sativa* L.) é uma espécie herbácea, muito delicada, com caule diminuto, não ramificado, onde se prendem as folhas de bordos liso ou crespo, formando cabeça ou não, de coloração variada, que pertence a família *Cichoriacea*. A fase vegetativa se completa quando a planta atinge o maior desenvolvimento das folhas, momento em que deve ser colhida para consumo. Suas raízes são do tipo pivotante com ramificações delicadas, finas e curtas, podendo atingir até 60cm de profundidade, embora explore os primeiros 25cm de solo. Seu ciclo depende da cultivar e, sobretudo da época do ano. Em ambiente protegido varia de 28 dias (verão) até 60 dias (inverno), podendo-se produzir 11 ciclos por ano, enquanto a campo de 5 a 7 ciclos (MALLAR, 1983; GOTO & TIVELLI, 1998).

Segundo Goto e Tivelli (1998), as cultivares existentes no mercado podem ser agrupadas considerando-se o aspecto das folhas e o fato das mesmas reunirem-se ou não para formação de cabeça, da seguinte maneira:

- Solta lisa: folhas lisas e soltas, mais ou menos delicadas, não formando uma cabeça compacta, (série “Regina”, “Monalisa”).
- Solta e crespa: folhas crespas, consistentes, soltas, não formando cabeça, (“Brisa”, “Vera”, “Mimosa vermelha”).

- Repolhuda manteiga: folhas lisas delicadas “amanteigadas”, formando uma típica cabeça repolhuda, bem compacta (série “Brasil”, “Carolina”, “Elisa”).
- Repolhuda crespa: folhas crespas, consistentes, formando uma cabeça compacta (“Salinas”, “Tainá”, “Lucy Brown”, “Mesa 659”, “Iara”).
- Romana: folhas tipicamente alongadas, duras, com nervuras claras e protuberantes, formam uma cabeça fofa, alongada, (“Romana Balão”, “Valmaine”), de mercado bastante restrito.

2.2.2 Aspectos qualitativos e a questão do nitrato

A alface é uma hortaliça mundialmente conhecida, e por ser consumida crua conserva melhor suas propriedades nutritivas, apresenta boa fonte de vitamina e baixo valor energético.

Segundo Maroto (1992), a alface é considerada uma planta de propriedades tranqüilizantes, com alto teor de vitamina A, B e C, além de cálcio, fósforo, potássio e outros minerais encontrados em teores mais elevados nas cultivares com folhas de bordos lisos e sem formação de cabeça. Em valores médios 100g de alface contém: de 94 a 95g de água, 1,2 a 1,8g de proteínas, 2,3g de carboidratos, 240mg de potássio, 31mg de fósforo, 9mg de sódio, 38 a 45mg de cálcio e 0,8 a 1,1mg de ferro, (FILGUEIRA, 1982).

O monitoramento do teor de nitrato nos alimentos é importante, uma vez que poderão ser formados compostos prejudiciais à saúde humana e animal após sua ingestão. O homem está diariamente exposto à presença de nitrito e nitrato através de drogas, água e alimentos, que geralmente, em quantidades pequenas, não apresentam efeitos prejudicial à saúde humana e animal (MAYNARD et al, 1976). Porém, quando os alimentos possuem alto teor de nitrato, sua qualidade nutricional é diminuída, devido aos compostos nocivos formados a partir de sua ingestão. Maiores prejuízos à saúde são causados pelo nitrito e nitrosaminas. O primeiro é produzido pela redução do nitrato, causando inibição do transporte de oxigênio pelo sangue, condição conhecida como metanemia e o segundo é cancerígeno (Walker, 1990). Algumas plantas acumulam nitrato nas raízes e na parte aérea quando a absorção excede as suas necessidades metabólicas (Maynard et al, 1976), sendo encontrados altos teores nas folhas, especialmente no mesófilo, porém os pecíolos e talos são os locais de máxima acumulação (Maynard & Barker, 1972). Por outro

lado, os órgãos reprodutivos, frutos e sementes, são supridos com aminoácidos via floema (Blom-Zandstra, 1989), possuindo baixos teores de nitrato (PATE, 1980).

Entre os alimentos consumidos pelo homem, os vegetais representam entre 72 e 94% da ingestão diária de nitrato (Santamaria, 1997). Para a Organização Mundial da Saúde, a ingestão diária aceitável de nitrato, sem risco para a saúde, é $3,65\text{mg dia}^{-1} \text{ Kg}^{-1}$ de peso vivo (ESCOÍN-PEÑA et al, 1998).

A alface possui grande habilidade em acumular nitrato em suas folhas (Roorda van Eysinga, 1984) e, como é a parte consumida, existe grande interesse em se monitorar o teor de nitrato nestas plantas. O acúmulo depende de vários fatores como intensidade luminosa, temperatura (Cantliffe, 1972; Kanaan & Economakis, 1992), manejo, quantidade e fonte de fertilizantes nitrogenados (Gunes et al, 1994; Pavlovic et al, 1997; Urrestarazu et al, 1998), genótipos (Blom-Zandstra & Eenink, 1986; Behr & Wiebe, 1992; Weimin et al, 1998) e a disponibilidade de molibdênio, que influencia a atividade da redutase do nitrato, enzima responsável pela redução do nitrato a nitrito no processo de assimilação de nitrogênio pela planta (MARSCHNER, 1986).

O nitrato presente nos vegetais pode ter origem do nitrato adicionado como fertilizante ou formado, no substrato, pela mineralização ou nitrificação (MAYNARD et al, 1976).

Por ser composta basicamente por folhas, a alface apresenta alta resposta à adubação nitrogenada, sendo o nitrogênio o nutriente que promove o maior efeito na sua produção, aumentando o tamanho e melhorando a aparência das plantas. Assim, é comum aplicar-se grandes quantidades de adubo nitrogenado no seu cultivo, procurando-se obter plantas com boa cotação no mercado.

Todavia, a adubação nitrogenada em excesso pode provocar desequilíbrios nutricionais e favorecer a presença de compostos indesejáveis para o consumidor, como o nitrato, diminuindo a qualidade do produto (GOTO & TIVELLI, 1998).

Segundo Pommerening et al (1992), as hortaliças contribuem com cerca de 70% da ingestão diária de nitrato. Devido aos riscos que trazem a saúde humana, têm-se estabelecido limites para o teor de nitrato em hortaliças, apesar de serem muito divergentes, na Suíça o limite é de 3550, na Holanda de 4000, na Áustria de 2500 e na Alemanha de $2000\text{mg NO}_3 \text{ kg}^{-1}$ de fitomassa fresca. A capacidade de acúmulo de nitrato pelas plantas é de caráter genético, no entanto inúmeros outros fatores estão envolvidos, podendo-se citar a disponibilidade do íon na zona da raiz,

temperatura do ar, umidade do ar e do substrato, época de cultivo, intensidade luminosa, hora da colheita e sistema de cultivo (MAYNARD e BARKER, 1972; MAGNANI et al, 1989; FAQUIN et al, 1994).

Zandstra & Enink (1986) verificaram diferenças significativas no acúmulo de nitrato ao compararem oito genótipos de alface, o que evidencia que a capacidade diferenciada de acumular nitrato não ocorre apenas entre espécies, mas também entre cultivares. O nitrogênio e o potássio são os nutrientes mais exigidos pelas culturas, exigindo aplicações de doses elevadas nas adubações. E isso, particularmente com relação ao Nitrogênio, tem trazido preocupações sob dois aspectos: primeiro pela contaminação de águas subterrâneas e dos mananciais e, segundo, pela elevação dos teores de nitrato (NO_3^-) nos alimentos, principalmente naqueles de consumo *in natura* como as hortaliças e frutas.

A toxidez do nitrato em humanos, por si é baixa, mas de 5 a 10% do NO_3^- ingerido na alimentação é convertido a nitrito (NO_2^-) na saliva bucal ou por redução gastrintestinal (Boink e Speijers, 2001). O nitrito pode, também, combinar com aminas formando nitrosaminas, as quais são mutagênicas e cancerígenas (Maynard et al, 1976). De acordo com a FAO (Food and Agricultural Organization), para os humanos, o Índice de Máxima Ingestão Diária Admissível para o nitrato e nitrito é de 5 mg kg^{-1} e de $0,2 \text{ mg kg}^{-1}$ de peso corporal, respectivamente. Segundo Zago et al (1999), no Brasil, não existe legislação específica que estabeleça os teores máximos permissíveis de nitrato e nitrito em alimentos vegetais.

Na União Européia (UE) o teor máximo permitido de nitrato no espinafre é de 2.500 a 3.000 mg kg^{-1} de produto fresco; na alface de 3.500 a 4.500 mg kg^{-1} de peso fresco e no espinafre congelado de 2.000 mg kg^{-1} de produto processado (BOINK & SPEIJERS, 2001).

Assim, o NO_3^- absorvido pelas raízes, reduzido a NH_4^+ , é incorporado a compostos orgânicos, formando os diversos compostos nitrogenados da planta. Diversos são os fatores que afetam a redução e o conseqüente acúmulo de nitrato nas plantas, citando-se os genéticos e os ambientais. Dentro dos ambientais, o suprimento de NO_3^- às plantas e a intensidade luminosa são os mais importantes.

O sistema de cultivo pode, também, afetar o teor de nitrato nas hortaliças. Encontram-se na literatura muitos trabalhos comparando sistemas de produção de alface (convencional, orgânico e hidropônico) no acúmulo de nitrato na cultura. Recentemente Miyazawa et al (2001), fizeram um levantamento dos teores de nitrato

em folhas de alface produzidas nos três sistemas de produção citados, cujas amostras foram coletadas de produtores da região de Londrina-PR. Os resultados publicados pelos autores mostram que, mais de 70% das amostras da alface hidropônica apresentaram teores de NO_3^- entre 6.000 a 12.000mg kg^{-1} de matéria seca (MS) de folhas e apenas 3% tinham teores inferiores a 3.000mg kg^{-1} de MS. No sistema orgânico, apenas 25% das amostras apresentaram teores superiores a 3.000mg kg^{-1} de MS e o sistema convencional apresentou resultados intermediários, com 42% das amostras entre 3.000 e 6.000mg kg^{-1} de MS.

2.2.3 Exigências climáticas e o cultivo em ambiente protegido

A produção de hortaliças em ambiente protegido vem crescendo consideravelmente, incluindo o cultivo em solo, hidropônico e em substratos com a utilização de fertirrigação, principalmente devido ao aumento da exigência dos consumidores por produtos de alta qualidade. Dentre as olerícolas, uma das que obteve um maior aumento em produção, sob cultivo protegido, foi a cultura da alface (*Lactuca sativa* L.). Paralelamente a isto, tem aumentado o número de cultivares ofertadas no mercado, e, na maioria das vezes, pouco se conhece sobre a adaptação destas nos diferentes meios e épocas de produção (FERNANDES et al, 1999).

Apesar de a alface ser considerada uma hortaliça de inverno, já existem cultivares adaptados às outras estações do ano. As temperaturas ótimas de crescimento encontram-se entre 15°C e 20°C, sendo que as temperaturas noturnas inferiores a 15°C são importantes durante o estágio de formação de cabeça. Já em condições de temperatura elevada, a alface responde antecipando a emissão da haste floral, comprometendo o crescimento vegetativo, desqualificando o produto pelo acúmulo excessivo de látex (REISSER Jr., 1991).

A alface é uma das hortaliças folhosas muito exigentes nas características físicas e químicas do solo, sendo sua produtividade afetada pelo genótipo e pelas condições ambientais. O uso de esterco de curral, cama de aviário, compostos orgânicos e diferentes tipos de tortas como fontes de matéria orgânica na produção de hortaliças é uma prática utilizada pelos produtores, com comprovada eficiência no aumento da produtividade das culturas olerícolas, aumentando o fornecimento de nutrientes essenciais às plantas, beneficiando as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (KIEHL, 1985; CARNEIRO, 1995; SOUZA & PREZOTTI, 1996).

Atualmente, o sistema de produção de mudas de hortaliças em bandejas de poliestireno expandido, utilizando substratos comerciais sem solo, se constitui no melhor método para obtenção de boas mudas. Para a obtenção de mudas de alta qualidade, a utilização de um substrato apropriado é de fundamental importância. Segundo Minami (1995), este é o componente mais complicado de um sistema de produção de mudas de hortaliças em bandejas, pois, uma pequena variação em sua composição pode resultar em fracasso total (as sementes não germinam, as plantas se desenvolvem irregularmente, podendo aparecer sintomas de deficiência ou excesso de algum nutriente).

Em relação às práticas culturais que garantem uma boa produtividade da cultura da alface, está a produção de mudas de alta qualidade, que constitui um fator estratégico para tornar a produção mais competitiva, pois uma muda bem desenvolvida e com porte adequado pode influenciar no desenvolvimento da cultura e conseqüentemente, em seu rendimento. Portanto, há necessidade de se escolher substratos adequados para garantir a emergência das sementes e o desenvolvimento das mudas até o transplante, sem que ocorram danos por deficiência nutricional ou fitotoxidez (MORSELLI, 2001).

Existem no mercado diversas marcas comerciais de substratos que são capazes de propiciar um desenvolvimento satisfatório das mudas. Entretanto, esses produtos contêm adubos químicos solúveis, que são proibidos na agricultura orgânica, conforme preceituam as entidades certificadoras de produtos orgânicos (e. g., CMO, 2001). Além disso, os produtores orgânicos devem buscar alternativas que independam, ao máximo, da aquisição de insumos externos à propriedade, como preceitua o princípio da auto-suficiência (independência) dos produtores orgânicos (PASCHOAL, 1994).

É importante que os substratos apresentem características físicas, químicas e biológicas favoráveis. Deve ser leve, absorver e reter adequadamente a umidade e reunir nutrientes em níveis adequados. Além dessas características devem ser ricos em matéria orgânica. Portanto, o substrato constitui-se no elemento mais complexo da atividade de produção de mudas podendo causar nulidade ou irregularidade de germinação, má formação das plântulas e o aparecimento de sintomas de deficiência ou excesso de alguns nutrientes. Nos substratos, os níveis de concentração salina tolerável irão variar de acordo com a sensibilidade das plântulas. As propriedades físicas dos substratos são consideradas de grande

importância. A distribuição de ar, água e sólidos depende de vários fatores, incluindo espaço poroso, densidade, tamanho das partículas e altura do recipiente. O espaço poroso total é inversamente proporcional à densidade do substrato. O tamanho das partículas influencia a proporção ar/água no substrato após a drenagem (MORSELLI, 2001).

De acordo com Verdonck (1983), as propriedades físicas dos substratos são de suma importância, tendo em vista que a relação ar: água não pode ser mudada durante o cultivo e a utilização de substratos excessivamente ricos em nutrientes e sais solúveis podem acarretar em prejuízo ao desenvolvimento das plantas (GRAZIANO et al, 1995).

A utilização de minhocas para produção de composto orgânico recicla a maioria dos resíduos sólidos que contenham matéria orgânica, que associados aos seus excrementos constituem o húmus de minhoca ou vermicomposto (KNAPPER, 1984; KIEHL, 1985).

2.2.4 Adubação Mineral

Dentre os itens dispendiosos no custo de produção de hortaliças estão os fertilizantes minerais, e em muitas situações são necessárias altas doses para o fornecimento dos nutrientes demandados. Por isso, a geração de tecnologias que poupem o consumo desses fertilizantes, é desejável à diminuição do custo de produção dessas espécies (RODRIGUES 1984).

Quando aplicados em doses excessivas, podem reduzir a produtividade, havendo a necessidade de se conhecer a quantidade correta de matéria orgânica que permita o melhor rendimento físico e econômico para a cultura (SILVA et al, 2000)

Para obter maiores rendimentos e um produto uniforme, de bom valor comercial, deve-se cultivá-la em solos férteis e de boas características físicas ou usar adubação química e/ou orgânica. Abreu & Van Raij, (1996) citam que cultivo em solos de baixa fertilidade, calagem e altas produtividades são fatores que têm favorecido o aumento das deficiências de micronutrientes. As hortaliças são normalmente exigentes em Boro e a alface é planta de média exigência. Na maior parte dos cultivos comerciais, a necessidade de Boro pela planta deve estar sendo suprida pela adubação orgânica. Contudo, os adubos orgânicos normalmente são

pobres em Boro e em solos com baixos teores do nutriente pode estar havendo limitação de crescimento.

A deficiência de cálcio na alface americana é um problema comum entre os produtores. Essa deficiência se caracteriza por uma má formação da cabeça, causando grandes prejuízos econômicos. Geralmente a deficiência de cálcio é corrigida através de pulverizações foliares que oneram o custo de produção. Uma alternativa que vem sendo estudada com o propósito de suprir as deficiências nutricionais é a utilização de resíduos siderúrgicos. Estes materiais apresentam, geralmente, teores elevados de Cálcio, Magnésio, além de micronutrientes e Silício justificando sua utilização como fertilizante (ACCIOLY, 1996), como é o caso do “Silifértil”. Outra maneira de se complementar a adubação convencional, muito utilizada em hortaliças, é a adição de matéria orgânica ao solo.

2.2.5 Adubação Orgânica

A perda da fertilidade do solo, originada por uma carência de matéria orgânica, é um fator detectado nos países caracterizados por uma agricultura intensiva (Compagnoni & Putzolu, 1985), onde a adubação química toma proporções cada vez maiores.

O uso agrícola altera o conteúdo da matéria orgânica do solo, observando-se uma redução acentuada quando são utilizados sistemas de preparo com intensivo revolvimento e sistemas de cultivo com baixa adição de resíduos orgânicos (BAYER & MIELNICZUK, 1999).

O aumento crescente da demanda por produtos orgânicos, associados à prática de uma agricultura sustentável e a maior renda obtida com a comercialização destes produtos (em média o preço dos produtos orgânicos é 20% maior que dos produtos convencionais), coloca a produção orgânica de alimentos como alternativa viável para aumentar a rentabilidade do setor agropecuário (SAMINÉZ, 1999).

A agricultura orgânica é um sistema de produção que exclui o uso de compostos sintéticos: fertilizantes, pesticidas, reguladores de crescimento e aditivos para a alimentação animal. Sempre que possível, os sistemas de agricultura orgânica empregam rotação de culturas, esterco animal, adubação verde, cultivo mecânico, rochas ricas em minerais e controle biológicos de pragas (ESTADOS UNIDOS, 1995).

As fontes de matéria orgânica mais utilizada pelos produtores orgânicos do Distrito Federal são esterco bovino curtido, composto à base de restos vegetais, cama de matrizes de aves e composto à base de farelos (SAMINÊZ, 2002).

Em razão do consumo crescente e a modernização do setor de distribuição de hortaliças é exigido do produtor, qualidade, quantidade e principalmente regularidade na sua produção. No sentido de buscar alternativas que atendam o mercado consumidor muitos produtores têm procurado, com tecnologia ou não, inserir a adubação orgânica e o cultivo em ambiente protegido (MORSELLI, 2001). Os adubos orgânicos são empregados amplamente nos sistemas de produção de hortaliças, destacando-se a alface dentre as folhosas. Esses atuam como condicionadores dos ambientes físico, químico e biológico interferindo na resposta das culturas tanto em qualidade como quantidade, e na antecipação da colheita (RODRIGUES & CASALI, 1998).

A matéria orgânica desempenha papel importante na reciclagem de nutrientes, no tamponamento do solo contra alterações bruscas de pH, na construção e manutenção da estrutura e na adsorção e armazenamento de água. Como componente do solo é essencial que deva ser conservada e manejada em um nível de equilíbrio que permita o desenvolvimento de uma agricultura sustentável pelo uso de métodos adequados de manejo de solo, compreendendo os sistemas de preparo, rotação de culturas, adubação, estabelecimento de sistemas integrados lavoura-pastagem entre outros (VARGAS & HUNGRIA, 1997). Porém, para que se torne fonte de nutrientes e passe a fazer parte dos sítios de adsorção do solo, necessita ser decomposta e mineralizada. Sua qualidade vai depender do material de origem, do grau de decomposição dos resíduos e do processo de decomposição, que além de sofrer influência do meio (temperatura, pH, umidade), depende qualitativa e quantitativamente dos microorganismos presentes. As plantas utilizam os nutrientes do meio em que se encontram para seu crescimento, devolvendo após há colheita muito pouco para o solo, como no caso das hortaliças. Desse modo o teor de matéria orgânica do solo tende a declinar cada vez mais, sendo, portanto, necessário a aplicação de uma quantidade maior de adubos químicos a cada cultivo para atingir os propósitos de uma agricultura rentável (KIEHL, 1985).

O uso de processos adequados na produção de insumos para agroecologia é fundamental quando se trabalha no sentido da constituição de sistemas de produção sustentáveis. A vermicompostagem e a produção de biofertilizantes, por

exemplo, têm contribuído para a otimização do aproveitamento de resíduos orgânicos gerados em propriedades de base familiar. No entanto, é necessário que estes processos sejam utilizados com eficiência, de maneira que a qualidade dos insumos obtidos possa proporcionar ao sistema aportes adequados de nutrientes e de agentes biológicos para o desenvolvimento equilibrado das plantas (TIM, GOMES & MORSELLI, 2004).

2.2.5.1 Utilização de resíduos orgânicos

A maior parte da matéria orgânica do solo é derivada de folhas e outros materiais vegetais, juntamente com os animais em decomposição. Esses resíduos orgânicos são misturados com as partículas inorgânicas do solo, e nesta mistura vive um grande número de pequenos organismos que passam toda, ou parte de suas vidas sob a superfície do solo. O tipo de vegetação, a natureza da população microbiana, a intensidade de drenagem, a precipitação, a temperatura e o manejo do solo, afetam o tipo e quantidade de matéria orgânica. A decomposição e a mineralização dos nutrientes contidos nela constituem processos fundamentais à produtividade contínua dos ecossistemas e é vital para a manutenção da capacidade do solo (SILVA et al, 1998).

A fonte da matéria orgânica do solo é o tecido vegetal, quer na forma de folhas, frutos ou até mesmo sementes, que vêm compor os horizontes "O" ou "H" (littera ou serrapilheira) do solo. As raízes das plantas colaboram com exsudatos radiculares e após mortas passam a fazer parte dos horizontes subjacentes (MORSELLI, 2000).

Os esterco contém dejeções sólidas e líquidas que misturadas às camas e juntamente com os resíduos de alimentos, quando bem fermentados, são a forma mais valiosa de matéria orgânica que se pode adicionar ao solo. Sua composição é variável e influenciada por vários fatores como a espécie animal, raça, idade, alimentação, material utilizado como cama e tratamento dado à matéria-prima esterco. Dentre os fatores apontados, os que mais podem ser alterados são a qualidade e a quantidade de alimento, pois quanto mais rica a alimentação dos animais mais ricas serão as dejeções (KIEHL, 1985).

Os animais devolvem ao solo de 40 a 50% das rações que lhes servem como alimento (Malavolta, 1976; Kiehl, 1985). No sistema de criação por confinamento são produzidos por ano, conforme a qualidade da palha, entre 10 e 12

toneladas de esterco por cabeça de gado e no sistema semi-intensivo de 14 a 17 toneladas. Dez toneladas de esterco contém em média de 40 a 45kg de nitrogênio, 30 a 35kg de fosfatos, 50 a 60kg de potássio, além de conter cálcio, magnésio e microelementos como manganês, cobre, boro, zinco, cobalto e molibdênio (KOEFF et al, 1983).

A matéria orgânica do solo pode ser dividida em dois grupos fundamentais, onde o primeiro está constituído 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, de 10 a 15% da reserva total de carbono nos solos minerais. O segundo é representado pelas substâncias húmicas propriamente ditas, constituindo 85 a 90% da reserva total do carbono orgânico (SANTOS & CAMARGO et al, 1999).

Segundo Alexander (1977), parte dessas incorporações são utilizadas para a manutenção do crescimento da biomassa microbiana (imobilização), parte se estabiliza na forma de substância humificada e parte é transformada em substâncias minerais solúveis ou gasosas (mineralização), como CO₂.

A matéria orgânica do solo representa um grande número de materiais de origem vegetal e animal em vários estágios de decomposição. Quando o processo de decomposição atingir o ponto em que a estrutura celular do material não pode ser reconhecida tem-se o húmus (MALAVOLTA, 1976; JORGE, 1983).

O húmus tem uma alta capacidade de retenção de minerais, que são cedidos lentamente para as plantas, evitando assim, que eles sejam lixiviados para fora da área de absorção das raízes (MORSELLI, 2000).

Os resíduos urbanos e agro-industriais constituem em alternativa interessante para a substituição de esterco, mesmo que parcialmente, por serem baratos e abundantes, embora a maioria destes apresente baixa fertilidade natural e necessite de transformação prévia para aplicação no campo. Uma gama de outros produtos, também poderá ser encontrada no mercado e serem usados como é o caso dos humatos, da farinha de peixe, guano (resíduos de aves marinhas) entre outros (MORSELLI, 2007)

O vermicomposto cria melhores condições de vida para a planta cultivada permitindo que ela produza mais, pois melhora as propriedades físicas do solo, estimula a absorção de elementos nutritivos, abastece as plantas de elementos

fertilizantes, assegura uma maior disponibilidade de água e ativa à vida microbiana do solo (MORSELLI, 2000).

Para Peixoto (2000), é fundamental a adição de adubos orgânicos no cultivo de hortaliças, seja na forma de esterco decomposto, composto ou húmus de minhoca, de modo a fornecer melhorias nas propriedades físicas do solo vindo a disponibilizar os nutrientes necessários às diferentes culturas.

Tem sido demonstrado que a aplicação de compostos orgânicos produz múltiplos efeitos sobre o solo e as culturas, aumentando a capacidade de infiltração da água da chuva, a agregação das partículas minerais, contribuindo para a correção da acidez, incremento da população de organismos e melhoria da eficiência do uso de nutrientes (MAZUR, 1981; GUERRA & ALMEIDA, 1983 ; PEIXOTO, 1984).

Nos fertilizantes orgânicos estão presentes a maioria dos macronutrientes (nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre) e micronutrientes (zinco, cobre, boro, manganês, ferro, cobalto) essenciais para as plantas, bem como apresentam uma gama de microrganismos que vão beneficiar a fauna e a flora do solo (FOLLET et al, 1981).

Morselli et al, (1999) aplicando vermicomposto na forma líquida nas culturas de repolho e couve-flor, verificaram que o vermicomposto bovino foi eficiente na produção da couve-flor e que é possível a substituição da adubação química na cultura do repolho pelos vermicompostos bovino e erva-mate mais café.

Fernandes et al (1998), trabalhando com diferentes dosagens de vermicomposto bovino combinado ou não com adubos minerais em duas cultivares de alface (Regina e Carolina), encontraram respostas positivas do vermicomposto para as duas cultivares testadas e que o mesmo garantiu boa produtividade e precocidade às mesmas.

Em trabalho realizado por Ferreira et al (1998), para avaliar o efeito de composto orgânico na presença e ausência de adubo mineral em um segundo cultivo sucessivo de alface, concluíram que as doses de composto orgânico, influenciaram significativamente no número de folhas por planta, fitomassa fresca da parte aérea e produtividade da alface. No mesmo trabalho, os autores encontraram um efeito positivo dos compostos orgânicos nas características químicas e físico-químicas avaliadas no solo após o segundo cultivo.

Morselli (2001), concluiu que o vermicomposto bovino na forma sólida foi o adubo mais eficiente na sucessão da alface para as cultivares Regina e Mimosa

Vermelha, promovendo a precocidade, aumentando os teores de fósforo, cálcio, magnésio e sódio, reduzindo os teores de nitrato na alface, em trabalho realizado para avaliar o cultivo sucessivo de alface sob adubação orgânica em ambiente protegido.

2.2.6 Vermicomposto

Vermicomposto é o produto da ação dos microrganismos em resíduos orgânicos, contando com o auxílio das minhocas, como forma de apressar o processo de decomposição, denominado Vermicompostagem. Apresenta propriedades físicas, químicas e biológicas capazes de auxiliar no bom desempenho das culturas (MORSELLI, 2000).

Segundo Aquino (1991), a vermicompostagem, transformação biológica que resulta da ação combinada dos Oligochaeta, microflora e microfauna que vivem em seu trato digestivo, ao contrário da compostagem foi desenvolvida mais recentemente por pesquisas iniciadas em Rothamstead depois de 1940.

Segundo Tagliari (1997), a vermicompostagem, firmou-se no Brasil como atividade rentável, produzindo adubo de alta qualidade na década de 90. Na agricultura brasileira, contudo, há preferência pelos adubos minerais em função de sua aquisição financiada, menor custo e retorno imediato, embora o impacto de seu uso contínuo sobre o solo e os microrganismos que nele vivem seja negativo (TAGLIARI & GRASSMANN, 1995).

O vermicomposto cria melhores condições de vida para a planta cultivada permitindo que ela produza mais, pois melhora as propriedades físicas do solo, estimula a absorção de elementos nutritivos, abastece as plantas de elementos fertilizantes, assegura uma maior disponibilidade de água e ativa a vida microbiana do solo (Morselli, 2000), Segundo Kiehl (1985) e Martinez (1990), o vermicomposto apresenta as seguintes vantagens em relação à compostagem: permite a formação de um produto curado em menor espaço de tempo; promove a formação de um material com maior disponibilidade de nutrientes; facilita a peneiragem, não há necessidade de revolvimento do material; oferece várias fontes de renda, pois além do húmus fornece minhocas e ração, e quando aplicado ao solo tende a melhorar as propriedades físicas, químicas e biológicas.

Para Compagnoni & Putzolu (1985), o vermicomposto é um autêntico fertilizante biológico, que atua como um corretor de solo, melhorando o equilíbrio

biológico do húmus estável, e contêm nutrientes exigidos pela maioria dos condicionamentos agroclimáticos e culturais.

A vermicompostagem difere da compostagem convencional, dentre outros, por formar substâncias húmicas mais rapidamente ao sofrer passagem pelo trato digestivo das minhocas (Hartenstein & Hartenstein, 1981; Albanel *et al.*, 1988; Almeida, 1991). É o processo que consiste em se submeter diferentes resíduos orgânicos, de origem animal e/ou vegetal, aos processos fermentativos e humificação, adicionando minhocas do gênero *Eiseina*, espécie *foetida* ao material, procurando obter um produto curado em aproximadamente 45 - 60 dias (COMPAGNONI & PUTZOLU, 1985).

Para a vermicompostagem, maior atenção tem sido dada à minhoca *E. foetida* devido ao seu rápido crescimento e intensa proliferação (HARTENSTEIN *et al.*, 1979; VENTER & REINECKE, 1988).

A matéria orgânica ingerida, macerada, misturada ou não ao material inorgânico, passa através do trato digestivo das minhocas e é excretada como coprólitos. Os coprólitos podem ser alterados química e fisicamente em relação ao material orgânico original, tornando-se assim mais expostos à atividade microbiana, facilitando sua decomposição (Aquino & De Poli, 1995), podendo inclusive diminuir o mau odor do produto final (HARTENSTEIN & HARTENSTEIN, 1981).

O húmus é uma fração da matéria orgânica (SAVIGNAC, 1976), e o vermicomposto que é produzido pelas minhocas a partir da decomposição aeróbica de diversos materiais, é um húmus estável formado por substâncias estritamente húmicas (ácidos húmicos, ácidos fúlvicos, huminas, ácidos hematomelânicos, etc.) (BONILLA, 1992). Do ponto de vista químico, este adubo orgânico contém nutrientes essenciais às plantas em uma forma mais disponível, especialmente o nitrogênio (SHARPLEY & SYERS, 1976). Assim, no vermicomposto a taxa de mineralização de nitrogênio é maior, a liberação é mais lenta e gradual, reduzindo as perdas desse nutriente por lixiviação (HARRIS, 1990). Considerando suas propriedades físicas, o vermicomposto favorece a aeração do solo e a retenção de umidade, fundamental nos processos de trocas iônicas que ocorrem na rizosfera (HOPP & SLATER, 1949). Do ponto de vista biológico é um substrato com acentuada atividade microbiana, importante para a transformação de substâncias mais complexas em mais simples que são capazes de serem absorvidas pelas raízes (BONILLA, 1992).

Na agricultura, e em especial no setor de produção de mudas em viveiro, das plantas hortícolas e das fruteiras em geral, são bastante conhecidos os benefícios que as minhocas bem como seus excrementos trazem à melhoria da produtividade agrícola (FERRUZZI, 1986).

Como a alimentação básica das minhocas da Califórnia são os esterco, a disponibilidade desta matéria prima bem como de ambiente protegido para proceder a compostagem correta deste material são indispensáveis (FERRUZZI, 1986).

A vermicompostagem freqüentemente é realizada utilizando esterco, especialmente de bovinos), por ser mais facilmente encontrados. Pode-se, porém, produzir húmus a partir de qualquer resíduo animal e utiliza-lo na agricultura (AQUINO & DE-POLLI, 1995).

O esterco através do comportamento dos seus componentes adquire propriedades específicas de alto valor agrícola. O ácido indol-acético encontrado na urina dos animais tem um poderoso efeito estimulante das raízes (TIBAU, 1984).

Pode-se utilizar qualquer tipo de excrementos. Os que entram em decomposição mais lentamente (bovino e suíno), por apresentarem maior conteúdo de umidade e os que entram neste processo mais rapidamente (ovinos, eqüinos, aves, coelhos, cabras), devido a um menor conteúdo de umidade em sua constituição, desde que passem anteriormente por uma pré-compostagem. Segundo Ferruzzi (1986), dentre os excrementos com maior conteúdo de umidade, o esterco de bovinos tem sido considerado um bom substrato inicial como alimento das minhocas e para a produção de húmus, pela facilidade com que são encontrados e sua fácil catação. A utilização de esterco de suínos deve ser criteriosa devido aos sistemas de criação empregados. Caso esses animais recebam uma ração muito protéica poderá haver problemas de intoxicação às minhocas. Em relação aos excrementos com menor conteúdo de umidade, o mesmo autor diz que, o esterco de coelhos é um ótimo alimento para as minhocas, mas que deve ser tratado e oxigenado antes de sua utilização, devido apresentar-se como uma massa quase que totalmente compacta. O de eqüinos é considerado ótimo, sendo um bom alimento para a estação fria ou para substituir o substrato inicial, devido conter uma boa quantidade de celulose. Em relação ao de ovinos o único inconveniente é a catação. O esterco de aves em geral devido às temperaturas elevadas durante o processo fermentativo (90⁰C) e o prolongado tempo necessário para que chegue ao pH ideal (7,0), em geral não é aconselhado.

Os estudos sugerem que a vermicompostagem é uma tecnologia alternativa para processamento de resíduos e com baixo consumo de energia. Os resíduos neste processo podem ser estabilizados mais rapidamente e, além disto, as minhocas, quando fornecidas como alimento, são altamente eficientes para a produção de proteínas para outros animais (AQUINO, 1991).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização

O experimento foi desenvolvido na Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel/Universidade Federal de Pelotas, município de Capão do Leão, Rio Grande do Sul, Brasil. As coordenadas geográficas do local são: latitude sul de 31°52'32", longitude Oeste de Greenwich de 52°21'24" e altitude de 13 metros acima do nível do mar (MOTA et al, 1975). De acordo com a classificação de Köeppen, o clima do local é do tipo cfa, clima temperado com chuvas bem distribuídas e verão quente, com ocorrência de geadas de abril a novembro.

3.2 Local e condução dos experimentos

O presente trabalho foi conduzido através de dois experimentos realizados nos períodos de 22/02/07 a 29/03/07 (Experimento I), 05/06/07 a 20/07/07 (Experimento II), a contar do transplante das mudas. Os experimentos foram conduzidos em estufa plástica modelo "Arco Pampeano", disposta no sentido Norte-Sul, cujas medidas apresentam 10,00m de largura por 20m de comprimento, coberta com filme de polietileno de baixa densidade de 0,15mm de espessura com aditivo anti-UV no Campo Didático Experimental do Departamento de Fitotecnia – FAEM/ UFPel.

Os vermicompostos foram produzidos no minhocário do Departamento de Solos da FAEM/UFPel e no minhocário da Universidade da Região da Campanha/Bagé.

3.3 Condução das plantas

As plantas foram conduzidas individualmente em vasos com capacidade de 4kg contendo solo classificado como Planossolo Aplico Eutrófico Solódico (Embrapa, 2006), coletado em área próxima à estufa plástica, analisado no Laboratório de

Análise de Solos do Departamento de Solos da FAEM/UFPeI, com as seguintes características:

Tabela 1 - Análise de solo inicial, antes da instalação do experimento I. FAEM/UFPeI, 2007.

Argila (m v ⁻¹)	pH	ISMP	MO (m v ⁻¹)	P ----- mg L ⁻¹ -----	K ----- cmol _c L ⁻¹ -----	Al	Ca	Mg
12	4,7	6,3	1,4	4,9	64	0,6	2,0	0,8
----- mg L ⁻¹ -----								
Na	Cu		Zn	Fe		Mn		
183	1,4		1,4	14		25		

Fonte: LAS/FAEM/UFPeI

Foram utilizadas cultivares de alface (*Lactuca sativa* L.), cultivar Regina, classificada segundo GOTO & TIVELLI, (1998).

Cada experimento constou de 360 vasos, preenchidos com o mesmo substrato para todos. Ao final de cada experimento, após a retirada das raízes por peneiramento, em peneira com malha de 2mm, foram coletadas e homogeneizadas amostras do substrato de cada adubação e submetidas às análises laboratoriais.

As mudas foram produzidas em bandejas de poliestireno expandido, contendo 128 células com volume de 36,4cm³, altura de 6cm em sua maior largura, com o substrato comercial Plantmax[®], em bandejas flutuantes. As mudas foram cultivadas em outra estufa plástica “Arco Pampeano”, nos períodos de 23/01 a 21/02/2007 para o primeiro experimento e de 07/05 a 05/06/2007 para o segundo experimento. O transplante foi realizado no momento em que as plantas apresentaram de quatro a cinco folhas definitivas, nos dias 23/01 e 07/05/2007 para o primeiro e segundo experimento respectivamente.



Figura 1 - Estufa de produção das mudas dos experimentos I e II.(UFPel/FAEM, 2007)



Figura 2 - Produção das mudas de alface em bandejas flutuantes.(UFPel/FAEM, 2007)



Figura 3 - Produção das cultivares de alface Mimosa Vermelha e Regina em ambiente protegido. (UFPel/FAEM, 2007)

3.4 Adubação mineral e orgânica

Os dois experimentos foram submetidos às seguintes adubações: Adubo Mineral (AM), Vermicomposto Bovino (VB), Vermicomposto Suíno (VS), vermicomposto Equino (VE), Vermicomposto de Erva-mate mais Borra de café (VBCEM), e uma testemunha (TES), discriminados no quadro abaixo:

Quadro 1 - Recomendação de adubação mineral e adubação orgânica nos dois experimentos em cultivos sucessivos de alface em ambiente protegido. FAEM/UFPel, 2007.

Trat.	-----Adubação mineral-----				-----Adubação orgânica-----	
	Transplante		Cobertura		Transplante	
	Exp. I	Exp.II	Exp.I	Exp.II	Exp. I	Exp.II
TES	Substrato mais calcário				Substrato mais calcário	
AM	Manual de Adubação e Calagem-RS/SC				Manual de Adubação e Calagem-RS/SC	
VB	-	-	-	-	94g/vaso	85g/vaso
VS	-	-	-	-	78g/vaso	70g/vaso
VE	-	-	-	-	91g/vaso	82g/vaso
VBCEM	-	-	-	-	49g/vaso	46g/vaso

O adubo nitrogenado mineral foi aplicado em cobertura aos 15 e 21 dias a contar da data do transplante das mudas e os vermicompostos foram aplicados no momento do transplante das mudas.

As recomendações de adubação e calagem foram feitas utilizando-se o Manual de Adubação e de Calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (2004).

Os seis substratos utilizados na condução das duas cultivares desenvolvidas totalizaram 12 tratamentos em cada experimento.

Utilizou-se para recomendar as adubações do Experimento I a análise inicial do solo e para o Experimento II as análises obtidas ao término do Experimento I.

Antes da instalação do Experimento I o solo recebeu calcário com PRNT 80%, conforme o Manual de Adubação e de Calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (2004), de modo a atingir o pH exigido pela cultura da alface.

3.4.1 Adubação mineral

Foram utilizados na adubação mineral dos Experimentos I e II os seguintes adubos: nitrogênio – nitrato de cálcio com 18% de N, fosfato - Superfosfato triplo com 41% de P_2O_5 e potássio – cloreto de potássio com 58% de K_2O .

3.4.2 Adubação orgânica

Foi realizada levando-se em consideração a análise do substrato pertencente a cada experimento, a necessidade da cultura e as análises dos vermicompostos. Utilizaram-se os índices recomendados pelo Manual de Adubação e de Calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (2004), para cultivo sucessivo, Tab.2.

Tabela 2 - Índice de eficiência de liberação dos nutrientes aplicados na forma orgânica para a mineral em cultivos sucessivos. ROLAS, 2004.

Nutriente	Índice de eficiência	
	1º Cultivo	2º Cultivo
N	0,5	0,2
P_2O_5	0,7	0,2
K_2O	1,0	-

3.4.2.1 Obtenção e caracterização dos vermicompostos

Os vermicompostos de esterco de bovino, suíno, eqüino e erva-mate foram produzidos no minhocário da Faculdade de Agronomia da Universidade da Região da Campanha em Bagé, e o vermicomposto de borra de café foi produzido no minhocário do Departamento de Solos da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas, utilizando-se caixas de madeira não aromática

(cedrinho), medindo 1,00 m de comprimento por 0,60 m de largura por 0,30m de altura, inoculadas cada uma com 300 minhocas adultas e cliteladas.

Decorridos 45 dias da vermicompostagem, os vermicompostos foram peneirados em peneira de malha de 2 mm e armazenados em sacos plásticos fechados para posteriores análises e utilização.



Figura 4- Minhocário para produção dos vermicompostos.
(URCAMP/CCR/Bagé, 2006)



Figura 5 – Caixas de produção do húmus. (URCAMP
CCR/Bagé, 2006)

Os métodos utilizados para as determinações dos vermicompostos, foram os recomendados Tedesco et al, (1995), e as análises realizadas no Laboratório de Química e Fertilidade do Solo do Departamento de Solos da FAEM/UFPel.

Tabela 3 - Caracterização dos vermicompostos bovino (VB), suíno (VS), eqüino (VE), erva-mate (VEM) e borra de café (VBC), utilizados no Experimento I FAEM/UFPel, 2007.

Verm.	pH	N	P (P ₂ O ₅)	K (K ₂ O)	Ca (CaO)	Mg (MgO)	C	Umidade
-----m v ⁻¹ -----								
VB	6,5	1,93	1,58	1,23	4,59	1,15	3,84	61,50
VS	6,7	1,62	5,35	0,86	6,44	2,00	2,26	44,50
VE	5,7	1,90	0,73	1,61	1,92	0,69	2,31	59,70
VEM	7,4	3,32	0,48	1,38	5,19	1,41	3,63	58,30
VBC	7,2	4,93	0,71	2,25	0,69	0,71	3,84	70,04

Fonte: LAS/FAEM/UFPel

3.5 Observações agrometereológicas

O clima local de acordo com a classificação de Köepen, é do tipo Cfa, ou seja, clima temperado (C), com chuvas bem distribuídas (f) e verões suaves (a), com ocorrência de geadas de abril a novembro. A temperatura media anual fica em torno de 17,5°C e a umidade relativa do ar fica em torno de 82,0% (MOTA et al 1975).

A umidade do substrato foi mantida próxima à capacidade de campo, através do manejo do sistema de irrigação.

3.6 Observações agronômicas

3.6.1 Variáveis analisadas

As colheitas foram realizadas levando-se em considerações o diâmetro médio comercializável, compatível com a arquitetura da planta (Rosa, 1998). Para as cultivares Regina convencionou-se $\geq 28\text{cm}$ e Mimosa Vermelha $\geq 33\text{cm}$.

Nas plantas colhidas foram avaliados o diâmetro de planta, número de folhas, fitomassa úmida e seca, área foliar, precocidade, macro e micronutrientes. Nas raízes das mesmas foram determinados o diâmetro, comprimento de raiz, densidade de raiz e razão parte aérea/sistema radicular. Em cada substrato, após cada colheita, foram determinados: pH, ISMP, matéria orgânica, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, alumínio e teor de argila.

3.6.1.1 Fitomassa fresca da parte aérea

Para cada uma das seis adubações, em cada uma das duas cultivares, pesou-se em balança de precisão cinco plantas por repetição, totalizando 90 plantas.

3.6.1.2 Fitomassa seca da parte aérea

Após a determinação da fitomassa frescas as plantas foram submetidas a secagem em estufa com ventilação forçada a uma temperatura de 60°C. Decorridas 48 horas foram pesadas em balança de precisão para determinação da fitomassa seca da parte aérea.

3.6.1.3 Diâmetro de planta

Esta variável foi determinada tomando-se duas medidas horizontais das mesmas com auxílio de uma régua de 50cm de comprimento, fazendo-se a média ponderada.

3.6.1.4 Número de folhas

O número de folhas foi obtido pela contagem de todas as folhas presas ao caule, com tamanho igual ou superior a 5mm de comprimento.

3.6.1.5 Área foliar

A avaliação da área foliar (cm²) foi realizada com aparelho Integrador Li-COR modelo LI-3.100, de leitura direta, em todas as plantas nas diferentes colheitas.

3.6.1.6 Precocidade

A precocidade foi determinada levando-se em consideração o diâmetro de planta pré-estabelecido. Para a cultivar Regina $\geq 28\text{cm}$ e para cultivar Mimosa Vermelha $\geq 33\text{cm}$ de diâmetro.

3.6.1.7 Determinação de macro e micronutrientes

Os macronutrientes e micronutrientes foram realizados utilizando-se os métodos recomendados por Tedesco et al, (1995).

3.6.1.8 Sistema radicular

Ao término de cada experimento foram retiradas as raízes das mesmas plantas que foram utilizadas para as determinações realizadas na parte aérea, procedendo-se a peneiragem de todo o substrato de cada vaso, obtendo-se toda a raiz.

As raízes após serem lavadas em água corrente e receberem a última lavagem com água destilada foram pesadas, acondicionadas em sacos plásticos e congeladas para posterior análise pelo método de Tennant (1975), para a determinação do comprimento e densidade.

3.6.1.9 Comprimento de raiz

O comprimento de raiz foi determinado pelas seguintes fórmulas:

$$l = n^{\circ} \times 11/14 \times 1 \text{ onde:}$$

l – comprimento de raiz de uma amostra úmida de 0,02g.

n° - número de intercessões das raízes com os lados da quadricula da malha do aparelho.

$11/14$ – constante

1 – medida lateral da quadricula em cm

Tomando-se a fitomassa seca e o comprimento da raiz de cada amostra, relacionou-se a fitomassa seca e o comprimento da raiz da planta, aplicando-se a seguinte equação:

$$L = (FSR \times 1) / FSPA \text{ onde:}$$

L – comprimento total da raiz (m)

FSR – fitomassa seca total das raízes (grama)

FSPA – fitomassa seca da parte aérea (grama)

3.6.1.10 Densidade de raiz

A densidade de raiz foi determinada pela seguinte fórmula:

$$D = L / 4.000 \text{ onde:}$$

D – densidade de raiz (m cm⁻³)

L – comprimento total de raízes (m)

4.000 – volume de substrato de cada vaso (cm³)

3.6.1.11 Razão parte aérea / sistema radicular

Este parâmetro foi obtido pela seguinte equação:

$$RPASR = FSPA / FSR \text{ onde:}$$

RPASR – razão parte aérea / sistema radicular

FSPA – fitomassa da parte aérea por planta (folhas mais caules)

FSR – fitomassa seca do sistema radicular

3.7 Delineamento experimental e análise estatística

O experimento foi conduzido como fatorial A x B x C (A= tratamento, B= cultivar, C= blocos), em blocos casualizados com parcelas subdivididas, com três repetições, para algumas variáveis respostas. Após a análise da variação fez-se comparação das médias pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade, utilizando-se o Sistema de Análise Estatística para Microcomputadores (SANEST), segundo ZONTA et al (1984).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises estatísticas das variáveis estudadas encontram-se nos Apêndices B, C, D e as figuras referentes aos Experimentos I e II, no Apêndice E.

Os resultados das respostas agronômicas e das determinações dos conteúdos de macronutrientes, de micronutrientes e de nitrato da parte aérea da planta, como também da raiz e análise do substrato, encontram-se nas (tab. 4 a 29)

As diferentes adubações e a testemunha serão representadas durante a discussão da seguinte forma: TES (testemunha), AM (adubação mineral), VB (vermicomposto bovino), VS (vermicomposto suíno), VE (vermicomposto eqüino), VBCEM (vermicomposto borra de café mais erva-mate).

4.1 Análise de variáveis

4.1.1 Fitomassa fresca da parte aérea

A análise da variação mostrou que houve diferença significativa e interação para os fatores tratamento e cultivar (Apêndice B, tab. 1B e 2B).

No experimento I (tab. 4) para a variável fitomassa fresca da parte aérea, destacaram-se as adubações: AM, VB, VS e VE para a cultivar Mimosa Vermelha e para cultivar Regina a melhor resposta foi encontrada no VB não diferindo estatisticamente do AM, VS e VE, mostrando-se diferente estatisticamente dos tratamentos testemunha e VBCEM.

No experimento II, o VB destacou-se para a cultivar Mimosa Vermelha, não diferindo estatisticamente da AM, VS e VE e para cultivar Regina a AM, VB e VS foram os melhores tratamentos.

Os dados obtidos concordam com os resultados encontrados por Morselli (2001) e Vidal (2006), em trabalhos desenvolvidos em ambiente protegido utilizando

alface (Regina, Mimosa Vermelha e Carolina) e rúcula, respectivamente, utilizando vermicomposto bovino como adubo.

Resultados obtidos com os vermicompostos, no presente trabalho, provavelmente sejam devidos, não somente às condições físicas melhoradas no substrato ao longo da sucessão, mas também à adaptação dos microrganismos a cada um dos substratos e ao ambiente protegido, permitindo assim uma melhor troca entre os exsudatos microbianos e radiculares favorecendo as relações água-substrato-planta, no sentido de manter a nova cadeia trófica em homeostase (KONONOVA, 1961; ALEXANDER, 1977 e CARDOSO et al, 1992).

Tabela 4 - Fitomassa fresca da parte aérea de duas cultivares de alface nos dois experimentos, nas diferentes adubações. FAEM/UFPEl, 2007.

Adubações	Fitomassa fresca (g planta ⁻¹)	
	Mimosa Vermelha	Regina
----- Experimento I -----		
Testemunha	21,77 b B	35,19 c A
Adubação mineral	48,81 a A	52,73 ab A
Verm. Bovino	52,62 a A	62,32 a A
Verm. Suíno	60,00 a A	56,53 ab A
Verm. Equino	44,84 a A	48,00 abc A
Verm. Borra Café + Erva-Mate	17,02 b B	41,01 bc A
Médias	30,64	49,30
----- Experimento II -----		
Testemunha	11,06 c B	22,77 c A
Adubação mineral	20,37 abc B	54,69 a A
Verm. Bovino	31,90 a B	56,99 a A
Verm. Suíno	29,08 ab B	63,95 a A
Verm. Equino	20,61 abc B	40,60 b A
Verm. Borra Café + Erva-Mate	17,02 bc B	41,01 b A
Médias	21,67	46,66

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas para cada coluna (entre adubações) e maiúsculas para cada linha (entre cultivares), diferem entre si pelo teste de Duncan a 5%.

No experimento I (tab.4), não houve diferença estatística entre as duas cultivares nos tratamentos AM, VB, VS e VE, tendo os tratamentos testemunha e VBCEM destacando-se para a cultivar Regina. No experimento II destacou-se estatisticamente a cultivar Regina.

4.1. 2 Fitomassa seca da parte aérea

A análise da variação mostrou que houve diferença significativa e interação para os fatores tratamento e cultivar (Apêndice B, tab. 1B e 2B).

Para esta variável, destacaram-se, no experimento I, os tratamentos VS e VB (tab.5), que não diferiram estatisticamente entre si, mas, o VS diferiu estatisticamente dos demais tratamentos para a cultivar Mimosa Vermelha. Para a cultivar Regina não diferiram entre si os tratamentos AM, VB, VS, VE e VBCEM, diferindo da testemunha.

No experimento II, (tab.5), os VS e VB apresentaram-se iguais estatisticamente, mostrando um comportamento semelhante ao experimento I para a cultivar Mimosa Vermelha. Os tratamentos VB, VS e VE não diferiram entre si, para a variável em questão, para a cultivar Regina.

As respostas encontradas para esta variável, foram inferiores às obtidas por Morselli (2001) e superiores às obtidas por Vidal (2006). Os resultados encontrados neste trabalho concordam com Morselli et al (2003), que encontrou melhor resposta para a cultivar Regina nos tratamentos AM e VB.

Tabela 5 - Fitomassa seca da parte aérea de duas cultivares de alface nos dois experimentos, nas diferentes adubações. FAEM/UFPeI, 2007.

Adubações	Fitomassa seca (g planta ⁻¹)	
	Mimosa Vermelha	Regina
----- Experimento I -----		
Testemunha	1,91 c A	2,47 b A
Adubação mineral	3,40 b A	3,90 a A
Verm. Bovino	3,86 ab A	4,17 a A
Verm. Suíno	4,32 a A	3,91 a A
Verm. Equino	3,42 b A	3,68 a A
Verm. Borra Café + Erva-Mate	3,06 b A	3,75 a A
Médias	3,32	3,64
----- Experimento II -----		
Testemunha	4,60 c B	5,02 d A
Adubação mineral	4,70 c B	6,78 c A
Verm. Bovino	6,33 ab B	9,33 a A
Verm. Suíno	7,15 a B	9,56 a A
Verm. Equino	5,93 b B	8,36 ab A
Verm. Borra Café + Erva-Mate	5,80 bc B	7,51 bc A
Médias	5,75	7,76

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas para cada coluna (entre adubações) e maiúsculas para cada linha (entre cultivares), diferem entre si pelo teste de Duncan a 5%.

No experimento I (tab. 5), não houve diferença estatística entre as duas cultivares, tendo destaque para a cultivar Regina. No experimento II destacou-se estatisticamente a cultivar Regina.

4.1.3 Diâmetro de planta

A análise da variação mostrou que houve diferença significativa e interação para os fatores tratamento e cultivar (Apêndice B, tab. 1B e 2B).

Para a variável diâmetro de planta, não houve diferença estatística entre os tratamentos AM, VB, VS e VE para a cultivar Mimosa Vermelha e AM, VB, VS e VE para a cultivar Regina não diferindo estatisticamente do VBCEM no experimento I.

No experimento II, os melhores tratamentos foram VB e VS para as duas cultivares, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos com exceção do VE para a cultivar Regina. (tab.6).

Quijano (1999) trabalhando com alface cv. Regina encontrou valores de 28,00cm de diâmetro de planta em ambiente protegido, enquanto que Morselli (2001) obteve valores médios de 26,00cm e Vidal (2006) obteve valores médios de 37,05cm de diâmetro de planta. As respostas encontradas para esta variável, foram semelhantes às obtidas por Morselli et al, 2003 e Krolow et al, 2006 em trabalhos realizados em ambiente protegido. Provavelmente, ainda que as diferenças encontradas nos diâmetros entre as cultivares, sejam relacionadas às características anatômicas inerentes a cada uma, vale destacar as respostas positivas para as duas cultivares aos adubos orgânicos.

Tabela 6 - Diâmetro de planta de duas cultivares de alface nos dois experimentos, nas diferentes adubações. FAEM/UFPeI, 2007.

Adubações	Diâmetro de planta (cm)	
	Mimosa Vermelha	Regina
----- Experimento I-----		
Testemunha	21,90 c B	24,60 b A
Adubação mineral	30,63 a A	28,46 a A
Verm. Bovino	31,76 a A	29,10 a B
Verm. Suíno	31,26 a A	29,69 a A
Verm. Equino	30,03 a A	28,53 a A
Verm. Borra Café + Erva-Mate	26,13 b A	27,03 ab A
Médias	28,61	27,90
----- Experimento II-----		
Testemunha	22,23 d A	22,83 d A
Adubação mineral	26,63 c A	28,60 c A
Verm. Bovino	34,96 a A	32,13 ab A
Verm. Suíno	35,06 a A	33,93 a A
Verm. Equino	31,16 b A	28,96 bc A
Verm. Borra Café + Erva-Mate	28,63 bc A	28,26 c A
Médias	29,77	29,11

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas para cada coluna (entre adubações) e maiúsculas para cada linha (entre cultivares), diferem entre si pelo teste de Duncan a 5%.

No experimento I (tab.6), na comparação das duas cultivares, não houve diferença estatística entre as duas cultivares nos tratamentos AM, VS, VE e VBCEM, tendo o tratamento VB destacando-se para cultivar Mimosa Vermelha e no experimento II não houve diferença estatística entre as cultivares estudadas.

4.1.4 Número de folhas

A análise da variação mostrou que houve diferença significativa e interação para os fatores tratamento e cultivar (Apêndice B, tab. 1B e 2B).

Observa-se que na tab. 7, para a variável número de folhas não diferiram significativamente entre si todos os tratamentos, no experimento I para a cultivar Mimosa Vermelha e, para a cultivar Regina o melhor tratamento foi VB não diferindo dos tratamentos VS e VE. No experimento II para a cultivar Mimosa Vermelha e, para a cultivar Regina não diferiram entre si os tratamentos AM, VB, VS, VE e VBCEM, porém os tratamentos VB e VE não diferiram da testemunha.

Krolow et al (2006) cultivando alface sob adubação orgânica em ambiente protegido obtiveram o valor médio para a variável número de folhas de 23,7, valor este inferior as médias obtidas no presente trabalho, mas semelhantes aos obtidos por MORSELLI (2001).

Souza et al (2006), realizando trabalho em alface com a cultivar Regina em ambiente protegido, encontrou para a variável número de folhas valores médios de 30,00, valor este semelhante aos obtidos para a cultivar Regina no experimento I.

Tabela 7 - Número de folhas de duas cultivares de alface nos dois experimentos, nas diferentes adubações. FAEM/UFPel, 2007.

Adubações	Número de folhas	
	Mimosa Vermelha	Regina
----- Experimento I -----		
Testemunha	15,00 a B	27,33 b A
Adubação mineral	17,66 a B	29,00 b A
Verm. Bovino	17,00 a B	34,00 a A
Verm. Suíno	19,00 a B	30,00 ab A
Verm. Equino	16,00 a B	30,00 ab A
Verm. Borra Café + Erva-Mate	16,67 a B	29,33 b A
Médias	16,88	29,94
----- Experimento II -----		
Testemunha	12,00 a B	20,00 b A
Adubação mineral	13,00 a B	24,67 a A
Verm. Bovino	12,67 a B	23,67 ab A
Verm. Suíno	12,33 a B	24,67 a A
Verm. Equino	13,00 a B	22,67 ab A
Verm. Borra Café + Erva-Mate	10,66 a B	24,67 a A
Médias	12,27	23,39

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas para cada coluna (entre adubações) e maiúsculas para cada linha (entre cultivares), diferem entre si pelo teste de Duncan a 5%.

Tanto no experimento I como no II a cultivar Regina foi mais responsiva do que a cultivar Mimosa Vermelha. Isto, provavelmente, seja devido à rusticidade da cultivar em destaque.

4.1.5 Área foliar

A análise da variação mostrou que houve diferença significativa e interação para os fatores tratamento e cultivar (Apêndice B, tab. 1B e 2B).

A avaliação estatística referente à área foliar (tab.8) não revelou diferença significativa entre os tratamentos AM, VB, VS, VE e VBCEM nos experimentos I, para a cultivar Mimosa Vermelha. No experimento I para a cultivar Regina o VB diferiu dos tratamentos VE e testemunha. No experimento II para a cultivar Mimosa Vermelha os tratamentos não diferiram entre si enquanto para a cultivar Regina, não diferiram entre si os tratamentos AM, VB, VS e VBCEM. O VS diferiu do VE e da testemunha.

Os resultados obtidos no presente trabalho ficaram abaixo dos encontrados por Quijano (1999), Krolow et al (2006), Souza et al (2006) que foram de 5186,47cm², 2388,40cm² e 3467,84cm² respectivamente. Provavelmente estas respostas estão diretamente relacionados com as diferenças bruscas de temperaturas e teores da umidade relativa do ar no decorrer dos experimentos e também, na constituição dos adubos utilizados.

A influência significativa dos vermicompostos no cultivo da alface se deve, provavelmente, à presença do ácido indol acético, considerado por Tibau (1984) e Compagnoni & Putzolu (1985) de fundamental importância para estimular a absorção via radicular. Conforme Raven et al (1996), este ácido promove a rápida divisão celular no sentido longitudinal

Na tab. 8, tanto no experimento I como no II a cultivar Regina respondeu melhor do que a cultivar Mimosa Vermelha.

Tabela 8 - Área foliar de duas cultivares de alface nos dois experimentos, nas diferentes adubações. FAEM/UFPeL, 2007.

Adubações	Área foliar total de alface (cm ²)	
	Mimosa Vermelha	Regina
----- Experimento I -----		
Testemunha	338,32 b B	833,47 c A
Adubação mineral	826,19 a B	1587,91 ab A
Verm. Bovino	855,37 a B	1706,64 a A
Verm. Suíno	886,55 a B	1579,33 ab A
Verm. Equino	699,69 a B	1388,24 b A
Verm. Borra Café + Erva-Mate	670,66 a B	1397,88 ab A
Médias	712,79	1415,57
----- Experimento II -----		
Testemunha	236,73 a B	562,96 c A
Adubação mineral	375,48 a B	957,31 ab A
Verm. Bovino	500,67 a B	1207,83 ab A
Verm. Suíno	500,67 a B	1261,29 a A
Verm. Equino	400,21 a B	901,46 b A
Verm. Borra Café + Erva-Mate	366,31 a B	947,00 ab A
Médias	313,23	972,94

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas para cada coluna (entre adubações) e maiúsculas para cada linha (entre cultivares), diferem entre si pelo teste de Duncan a 5%.

4.1.6 Fitomassa seca da raiz

A análise da variação mostrou que houve diferença significativa e interação para os fatores tratamento e cultivar (Apêndice C, tab. 1C e 2C).

Na tab. 9, no experimento I, as melhores respostas foram encontradas nos tratamentos VB e VBCem que não diferiram da testemunha para a cultivar Mimosa Vermelha, e para a cultivar Regina não houve diferença significativa entre os tratamentos estudados. No experimento II, o melhor tratamento foi o VBCem para as cultivares Mimosa Vermelha e Regina, não diferindo significativamente da testemunha para a Mimosa Vermelha e para a cultivar Regina não diferiram entre si testemunha, AM, VS, VE e VBCem.

Morselli (2001) encontrou valores médios de fitomassa seca da raiz de 7,41g planta⁻¹ semelhante aos resultados médios encontrados no presente trabalho (tab.9).

Nos dois experimentos (tab.9), tanto para a cultivar Regina como para cultivar Mimosa Vermelha, não houve diferença estatística entre as cultivares.

Tabela 9 - Fitomassa seca de raiz de duas cultivares de alface nos dois experimentos, nas diferentes adubações. FAEM/UFPeL, 2007.

Adubações	Fitomassa seca de raiz (g planta ⁻¹)	
	Mimosa Vermelha	Regina
----- Experimento I-----		
Testemunha	9,40 ab A	7,77 a A
Adubação mineral	7,03 b A	7,77 a A
Verm. Bovino	10,93 a A	9,46 a A
Verm. Suíno	6,83 b A	6,90 a A
Verm. Equino	7,93 b A	7,90 a A
Verm. Borra Café + Erva-Mate	11,21 a A	8,83 a A
Médias	8,88	8,10
----- Experimento II-----		
Testemunha	9,03 ab A	7,10 ab A
Adubação mineral	4,00 d A	5,86 ab A
Verm. Bovino	5,96 cd A	5,76 b A
Verm. Suíno	6,16 cd A	7,63 ab A
Verm. Equino	7,80 bc A	8,36 ab A
Verm. Borra Café + Erva-Mate	11,21 a A	8,83 a A
Médias	7,36	7,25

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas para cada coluna (entre adubações) e maiúsculas para cada linha (entre cultivares), diferem entre si pelo teste de Duncan a 5%.

4.1.7 Comprimento de raiz

A análise da variação mostrou que houve diferença significativa e interação para os fatores tratamento e cultivar (Apêndice C, tab. 1C e 2C).

Para as duas cultivares (tab. 10), no experimento I, mostrou superioridade o tratamento testemunha. A presença de matéria orgânica é fundamental para que as raízes se distribuam adequadamente sem que haja necessidade de expandirem-se no recipiente em que se desenvolvem e crescem (MORSELLI, 2007). Neste caso, o maior comprimento de raízes pode ser atribuído a não adição de vermicomposto ao substrato-solo, fazendo com que as raízes ocupassem todo o recipiente em busca de nutrientes. No experimento II, o testemunha obteve a melhor resposta para a cultivar Mimosa Vermelha, enquanto os tratamentos AM e VBCEM o foram para a cultivar Regina, não diferindo estatisticamente do tratamento testemunha.

Os resultados obtidos no presente trabalho ficaram abaixo dos encontrados por QUIJANO (1999) e MORSELLI (2001).

No experimento I (tab. 10), destacou-se a cultivar Mimosa Vermelha da Regina no tratamento testemunha, AM, VB e VE, enquanto no experimento II destacou-se a cultivar Mimosa Vermelha para os tratamentos VB e testemunha.

Tabela 10 - Comprimento de raiz de duas cultivares de alface nos dois experimentos, nas diferentes adubações. FAEM/UFPeI, 2007.

Adubações	Comprimento de raiz (m)	
	Mimosa Vermelha	Regina
----- Experimento I-----		
Testemunha	161,13 a A	71,37 a B
Adubação mineral	59,91 cd A	39,78 b B
Verm. Bovino	99,71 b A	52,11 b B
Verm. Suíno	49,10 dc A	35,64 b A
Verm. Equino	71,64 c A	44,69 b B
Verm. Borra Café + Erva-Mate	37,56 e A	48,41 b A
Médias	79,84	48,66
----- Experimento II-----		
Testemunha	68,69 a A	36,83 ab B
Adubação mineral	32,40 b A	41,90 a A
Verm. Bovino	36,26 b A	9,39 d B
Verm. Suíno	24,45 b A	24,75 bc A
Verm. Equino	29,28 b A	21,03 cd A
Verm. Borra Café + Erva-Mate	37,56 b A	48,41 a A
Médias	38,10	30,38

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas para cada coluna (entre adubações) e maiúsculas para cada linha (entre cultivares), diferem entre si pelo teste de Duncan a 5%.

4.1.8 Densidade de raiz

A análise da variação mostrou que houve diferença significativa e interação para os fatores tratamento e cultivar (Apêndice C, tab. 1C e 2C).

Para a variável densidade de raiz (tab. 11), no experimento I a melhor resposta foi encontrada nos tratamentos testemunha e VB para a cultivar Mimosa Vermelha e testemunha para a cultivar Regina.

No experimento II para a cultivar Mimosa Vermelha a melhor resposta foi encontrada na testemunha e para a cultivar Regina AM e VBCem que não diferiram do tratamento testemunha.

Os valores obtidos no presente trabalho discordam das respostas encontradas por Quijano (1999) e Morselli (2001), que em trabalhos realizados com alface em ambiente protegido, obtiveram resultados superiores aos encontrados neste trabalho.

No experimento I (tab.11), destacou-se a cultivar Mimosa Vermelha da Regina nos tratamentos VB, VE e testemunha não diferindo nos demais tratamentos, enquanto no experimento II destacou-se a cultivar Mimosa Vermelha para os tratamentos VB e testemunha.

Tabela 11 - Densidade de raiz de duas cultivares de alface nos dois experimentos, nas diferentes adubações. FAEM/UFPel, 2007.

Adubações	Densidade de raiz (m cm ⁻³)	
	Mimosa Vermelha	Regina
----- Experimento I -----		
Testemunha	0,040 a A	0,017 a B
Adubação mineral	0,015 b A	0,009 b A
Verm. Bovino	0,025 a A	0,013 b B
Verm. Suíno	0,012 de A	0,008 b A
Verm. Equino	0,017 c A	0,011 b B
Verm. Borra Café + Erva-Mate	0,009 e A	0,012 b A
Médias	0,012	0,012
----- Experimento II -----		
Testemunha	0,017 a A	0,009 ab B
Adubação mineral	0,008 b A	0,010 a A
Verm. Bovino	0,009 b A	0,002 d B
Verm. Suíno	0,006 b A	0,006 bc A
Verm. Equino	0,007 b A	0,005 cd A
Verm. Borra Café + Erva-Mate	0,009 b A	0,012 a A
Médias	0,009	0,007

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas para cada coluna (entre adubações) e maiúsculas para cada linha (entre cultivares), diferem entre si pelo teste de Duncan a 5%.

4.1.9 Razão parte aérea/sistema radicular (RPA/SR)

A análise da variação mostrou que houve diferença significativa e interação para os fatores tratamento e cultivar (Apêndice C, tab. 1C e 2C).

Nesta variável destacaram-se o VS e VBCEM não diferindo do tratamento AM para a cultivar Mimosa Vermelha e VBCEM para a cultivar Regina, no experimento I.

No experimento II, a melhor resposta foi verificada no VS não diferindo estatisticamente dos tratamentos AM e VB para a cultivar Mimosa Vermelha e, para a cultivar Regina o VB foi o melhor tratamento (tab.12).

Embora os resultados obtidos no presente trabalho tenham sido inferiores ao encontrados por Quijano (1999) e Morselli (2001), no experimento II, estes concordam com os referidos autores no que diz respeito aos tratamentos AM e VB.

No experimento I (tab.12), destacou-se a cultivar Regina da Mimosa Vermelha nos tratamentos AM e VBCEM, não diferindo nos demais tratamentos. No experimento II destacou-se a cultivar Regina para os tratamentos VB e VBCEM.

Tabela 12 - Razão entre parte aérea/sistema radicular (RPA/SR) de duas cultivares de alface nos dois experimentos, nas diferentes adubações. FAEM/UFPeI, 2007.

Adubações	RPA/SR	
	Mimosa Vermelha	Regina
----- Experimento I-----		
Testemunha	0,21 c A	0,31 d A
Adubação mineral	0,46 ab B	0,63 b A
Verm. Bovino	0,35 bc A	0,48 bc A
Verm. Suíno	0,60 a A	0,57 bc A
Verm. Equino	0,42 b A	0,45 cd A
Verm. Borra Café + Erva-Mate	0,62 a B	1,00 a A
Médias	0,44	0,57
----- Experimento II-----		
Testemunha	0,67 c A	0,73 c A
Adubação mineral	1,13 ab A	1,19 b A
Verm. Bovino	1,05 ab B	1,82 a A
Verm. Suíno	1,21 a A	1,18 b A
Verm. Equino	0,88 bc A	1,09 b A
Verm. Borra Café + Erva-Mate	0,62 c B	1,00 b A
Médias	0,92	1,16

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas para cada coluna (entre adubações) e maiúsculas para cada linha (entre cultivares), diferem entre si pelo teste de Duncan a 5%.

4.1.10 Precocidade

A análise da variação mostrou que houve diferença significativa e interação para os fatores tratamento e cultivar (Apêndice D, tab. 1D e 2D).

Ressalta-se a eficiência do VB e VS (tab. 13 e tab. 14) de modo a permitir a colheita antecipada da alface indicando que o mesmo induziu a precocidade as duas cultivares estudadas.

Estes resultados concordam com os resultados encontrados por Morselli (2001).

Resultados semelhantes foram observados por Morselli et al (2003), onde as plantas que receberam vermicomposto bovino destacaram-se positivamente em relação a este parâmetro.

Na tab. 13 e tab. 14, comparando-se as duas cultivares dentro de cada data de colheita, verifica-se que as mesmas não diferem estatisticamente para a variável precocidade. No entanto, para a cultivar Regina, a variável precocidade aos 45 dias de colheita diferiu estatisticamente da testemunha .

Tabela 13 - Precocidade dos cultivos baseados no diâmetro de planta de duas cultivares de alface ao final do ciclo vegetativo, no experimento I, nas diferentes adubações. FAEM/UFPel, 2007.

Adubações	Precocidade	
	Mimosa Vermelha	Regina
----- 21 dias -----		
Testemunha	29,93 c A	24,60 b A
Adubação mineral	30,83 ab A	28,36 ab A
Verm. Bovino	31,76 a A	29,10 a A
Verm. Suíno	31,26 a A	29,69 a A
Verm. Equino	29,93 ab A	28,53 ab A
Verm. Borra Café + Erva-Mate	27,00 bc A	27,03 ab A
Médias	30,11	27,88
-----28 dias-----		
Testemunha	23,93 b A	24,60 a A
Adubação mineral	30,83 a A	28,36 a A
Verm. Bovino	-	-
Verm. Suíno	-	-
Verm. Equino	29,93 a A	28,53 a A
Verm. Borra Café + Erva-Mate	27,00 ab A	27,03 a A
Médias	27,92	27,13
-----35 dias-----		
Testemunha	23,93 a A	-
Adubação mineral	-	-
Verm. Bovino	-	-
Verm. Suíno	-	-
Verm. Equino	-	-
Verm. Borra Café + Erva-Mate	27,00 a A	-
Médias	25,46	-

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas para cada coluna (entre adubações) e maiúsculas para cada linha (entre cultivares), diferem entre si pelo teste de Duncan a 5%.

Tabela 14 - Precocidade dos cultivos baseados no diâmetro de planta de duas cultivares de alface ao final do ciclo vegetativo, no experimento II, nas diferentes adubações. FAEM/UFPel, 2007.

Adubações	Precocidade	
	Mimosa Vermelha	Regina
----- 40 dias-----		
Testemunha	22,23 d A	24,86 c A
Adubação mineral	26,63 c A	26,56 c A
Verm. Bovino	34,96 a A	32,13 ab A
Verm. Suíno	35,06 a A	33,93 a A
Verm. Eqüino	31,16 ab A	28,96 bc A
Verm. Borra Café + Erva-Mate	28,96 bc A	28,70 bc A
Médias	29,83	29,19
----- 45 dias-----		
Testemunha	22,23 b B	24,86 b A
Adubação mineral	26,63 ab A	26,56 b A
Verm. Bovino	-	32,13 a A
Verm. Suíno	-	-
Verm. Eqüino	31,16 a A	28,96 ab A
Verm. Borra Café + Erva-Mate	28,96 a A	28,70 ab A
Médias	27,24	28,24

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas para cada coluna (entre adubações) e maiúsculas para cada linha (entre cultivares), diferem entre si pelo teste de Duncan a 5%.

4.2 Nutrição mineral

4.2.1 Nitrogênio

No presente trabalho, os conteúdos médios de Nitrogênio encontrados no experimento I e experimento II, foram respectivamente de 57,30 a 169,30mg planta⁻¹ e 125,75 a 380,89mg planta⁻¹ na fitomassa seca, concordando com os valores recomendados por Malavolta (1980) e Katayama (1993) que são de 15 a 36mg grama⁻¹, semelhantes aos resultados encontrados por Quijano (1999), Terra (2000), Morselli (2001) e Vidal (2006) (fig.6 e fig. 7).

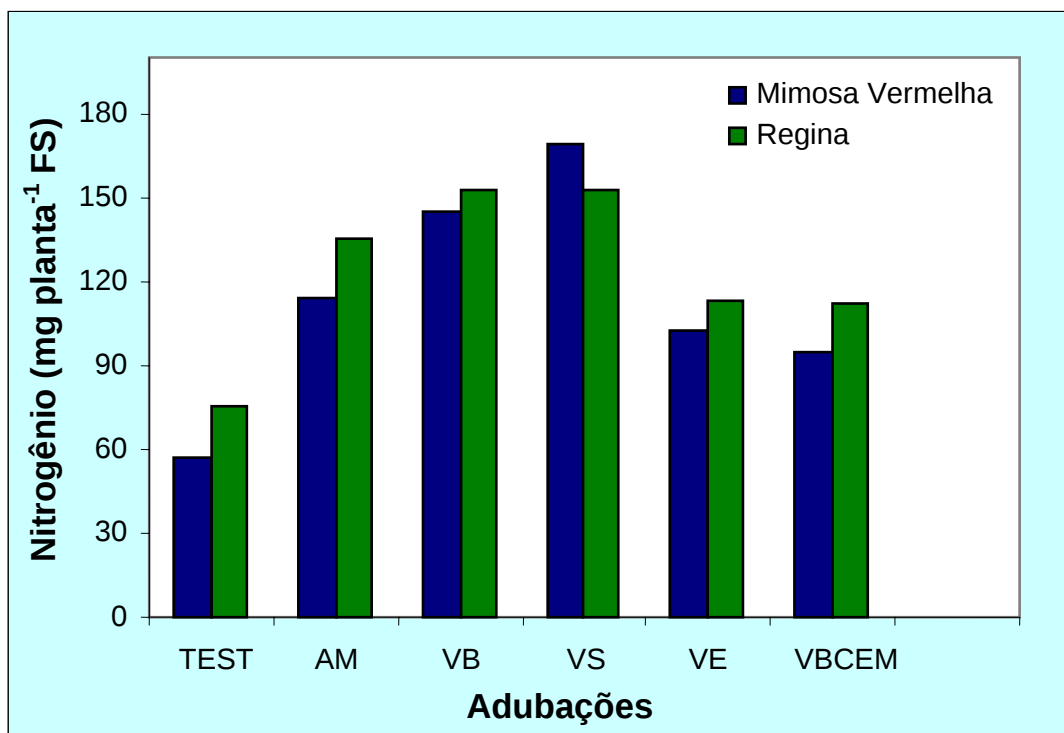


Figura 6 - Média do conteúdo de nitrogênio de duas cultivares de alface no Experimento I (verão), nas diferentes adubações (FAEM/UFPeI, 2007). TEST (testemunha), AM (adubação mineral), VE (vermicomposto bovino), VS (vermicomposto suíno), VE (vermicomposto equino) e VBCEM (vermicomposto borra- de- café e erva mate).

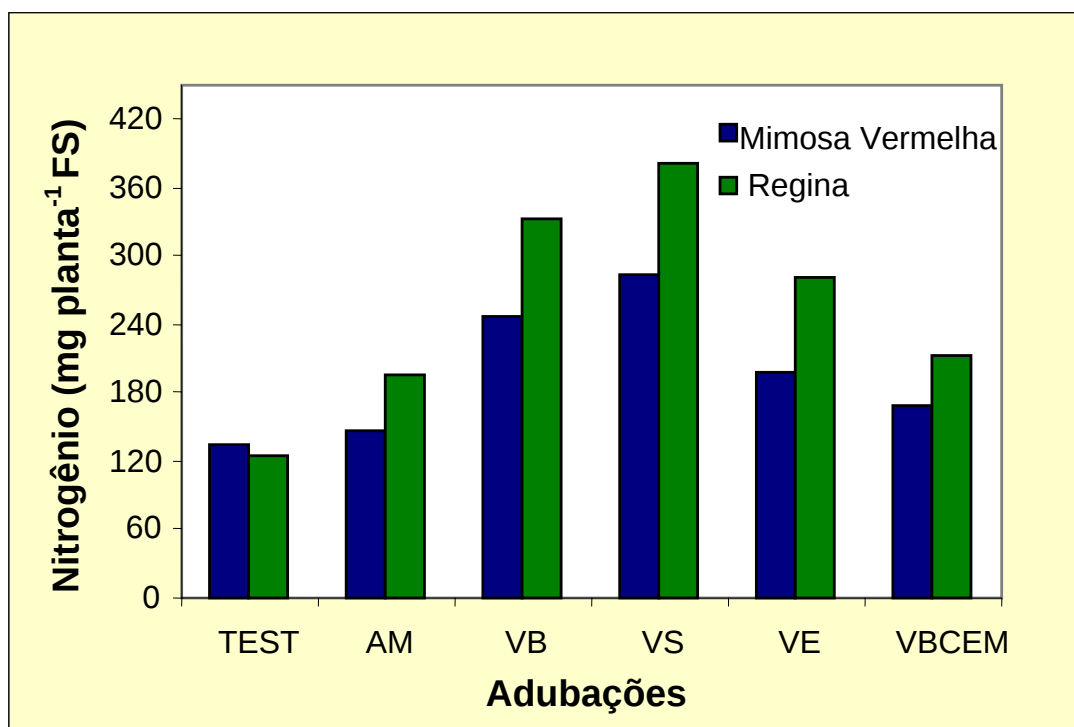


Figura 7- Média do conteúdo de nitrogênio de duas cultivares de alface no Experimento II (inverno), nas diferentes adubações (FAEM/UFPeI, 2007). TEST (testemunha), AM (adubação mineral), VE (vermicomposto bovino), VS (vermicomposto suíno), VE (vermicomposto eqüino) e VBCEM (vermicomposto borra- de- café e erva mate).

4.2.2 Nitrato (N-NO_3^-)

Os teores de nitrato diminuíram na parte aérea da planta, no decorrer dos cultivos nas duas cultivares de alface (fig. 8 e fig.9).

Embora o conteúdo de nitrato (N-NO_3^-) permitido pela FAO e OMS seja de 350 a 450mg Kg^{-1} de fitomassa seca de planta, neste trabalho estes valores não foram atingidos com as adubações aplicadas em sucessão.

Conforme Bayer & Mielniczuk (1999), a matéria orgânica afeta diretamente as características biológicas do solo, pois atua como fonte de carbono, energia e nutrientes para os microrganismos quimioheterotróficos e, através da mineralização do nitrogênio orgânico atuam como fonte de energia para os microrganismos quimioautotróficos.

O sistema de cultivo influencia a biomassa e a atividade dos microrganismos no solo e/ou substrato, apresentando um maior ou menor retorno ao incremento de matéria orgânica com vistas à liberação de nutrientes para as plantas (RICCI et al, 1994).

Observando-se a figura 8, verifica-se que a absorção de nitrato foi maior no verão, embora o VE tenha mostrado um comportamento semelhante nas duas

estações. A absorção de NO_3^- no inverno foi maior no VB. Esta absorção pode, provavelmente, ser devido ao fato da reposição de vermicomposto no experimento II e estar ligado à presença do ácido indol acético neste vermicomposto o que promove a absorção deste elemento via radicular.

Na figura 9, verifica-se que no experimento I que somente a testemunha absorveu maiores teores de nitrato, embora os vermicompostos VB e VBCEM tenham absorvido mais nitrato no verão que no inverno. No experimento II observa-se que os tratamentos AM, VS e VE absorveram mais nitrato durante o inverno, enquanto o VB e VBCEM o foram para a estação verão.

Por ocasião da movimentação do solo altera-se a cadeia trófica dos organismos presentes. Desta forma a matéria orgânica presente passa a sofrer um rápido processo de decomposição pelos microrganismos que são estimulados pela promoção da aeração do meio e da redução da partícula orgânica. No momento em que o solo é colocado na capacidade de campo a atividade microbiana é estimulada fazendo com que haja uma rápida mineralização da matéria orgânica restante. Isto justifica a maior absorção de nitrato na testemunha nas duas cultivares. Por outro lado quando ao substrato são adicionados adubos minerais ou orgânicos forma-se uma nova cadeia trófica com liberação de nutrientes lenta e contínua (MORSELLI, 2007).

Convém lembrar que as cultivares estudadas apresentaram comportamento diferente em relação ao nitrato absorvido e que cada uma tem comportamento diferente devido ao seu potencial genético (RAVEN et al, 1996).

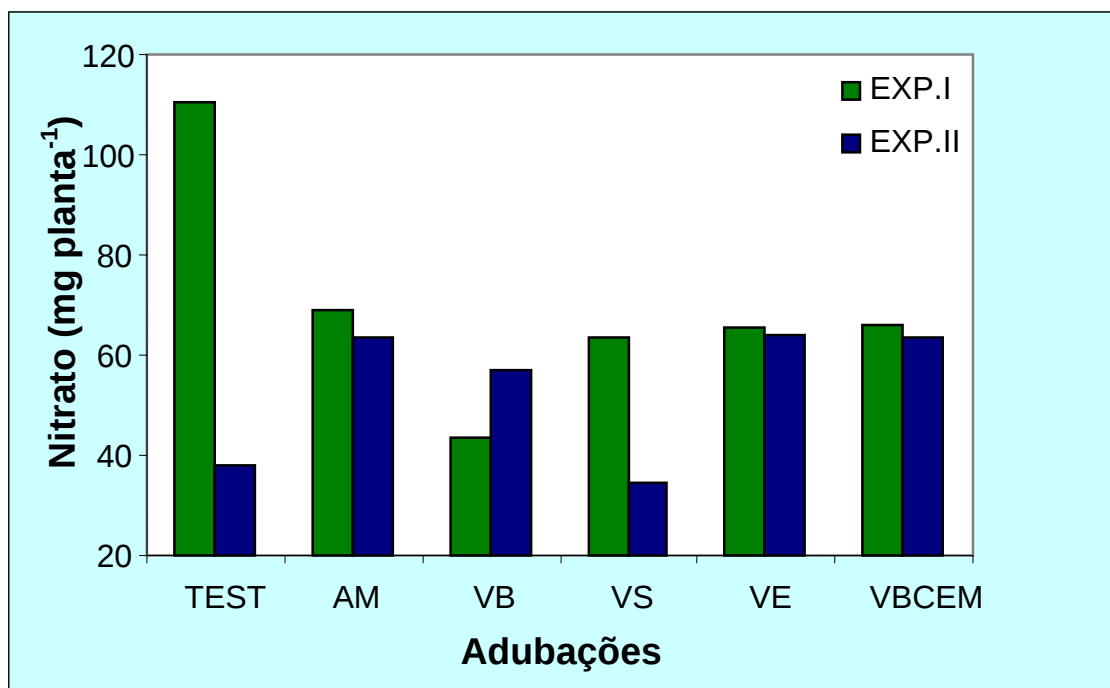


Figura 8 - Médias dos conteúdos de nitrato na cultivar Mimosa Vermelha no Experimento I (verão) e Experimento II (inverno), nas diferentes adubações. (FAEM/UFPeI, 2007).

TEST (testemunha), AM (adubação mineral), VE (vermicomposto bovino), VS (vermicomposto suíno), VE (vermicomposto eqüino) e VBCEM (vermicomposto borra- de- café e erva mate).

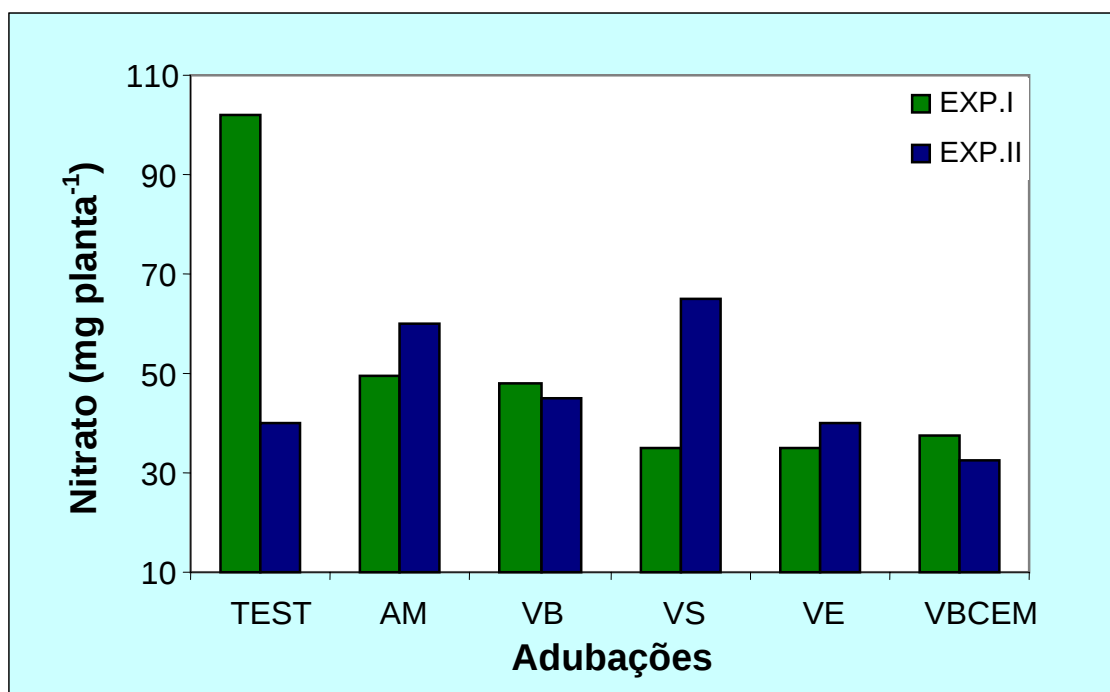


Figura 9 - Médias dos conteúdos de nitrato na cultivar Regina no Experimento I (verão) e Experimento II (inverno) nas diferentes adubações (FAEM/UFPeI, 2007).

TEST (testemunha), AM (adubação mineral), VE (vermicomposto bovino), VS (vermicomposto suíno), VE (vermicomposto eqüino) e VBCEM (vermicomposto borra- de- café e erva mate).

4.2.3 Fósforo

Os conteúdos de fósforo encontrados no experimento I variaram de 3,00mg planta⁻¹ a 23,00mg planta⁻¹ de fitomassa seca aumentando os teores ao final do cultivo sucessivo de 7,00mg planta⁻¹ a 63,00mg planta⁻¹ de fitomassa seca (fig.10 e fig. 11), semelhantes aos dados encontrados por MORSELLI, 2001.

Os conteúdos de fósforo encontrados por Vidal (2006), para a cultura da Rúcula variaram de 25 a 53 mg planta⁻¹ de fitomassa seca. No entanto, no experimento I não foi possível obter estes valores.

Para Malavolta (1980), o conteúdo de fósforo acumulado no final do ciclo vegetativo da alface deve estar em torno de 52,63mg planta⁻¹ de fitomassa seca.

No experimento II os valores variaram de 7,00mg planta⁻¹ a 63,00mg planta⁻¹ de fitomassa seca, ficando todos os tratamentos acima dos valores encontrados por MALAVOLTA(1980), MORSELLI (2001) E VIDAL (2006).

Os valores elevados obtidos no experimento II, provavelmente, sejam devidos ao acúmulo de fósforo do experimento anterior. Cabe ressaltar que no tratamento testemunha também houve o aumento do conteúdo de fósforo, podendo-se considerar que a matéria orgânica presente no solo, tendo este recebido calcário, elevando seu pH de 4,7 para 6,0 (tab.1 e tab. 15) estimulando a atividade microbiana.

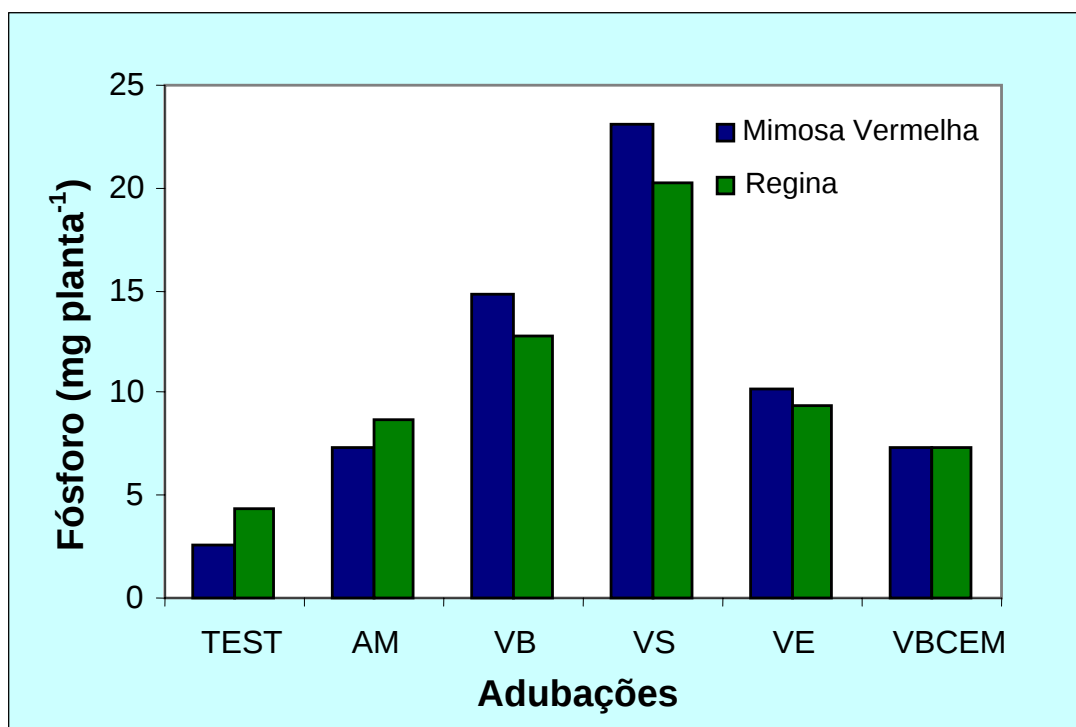


Figura 10 - Médias do conteúdo de fósforo de duas cultivares de alface no experimento I (verão), nas diferentes adubações (FAEM/UFPel, 2007). TEST (testemunha), AM (adubação mineral), VE (vermicomposto bovino), VS (vermicomposto suíno), VE (vermicomposto equino) e VBCEM (vermicomposto borra- de- café e erva mate).

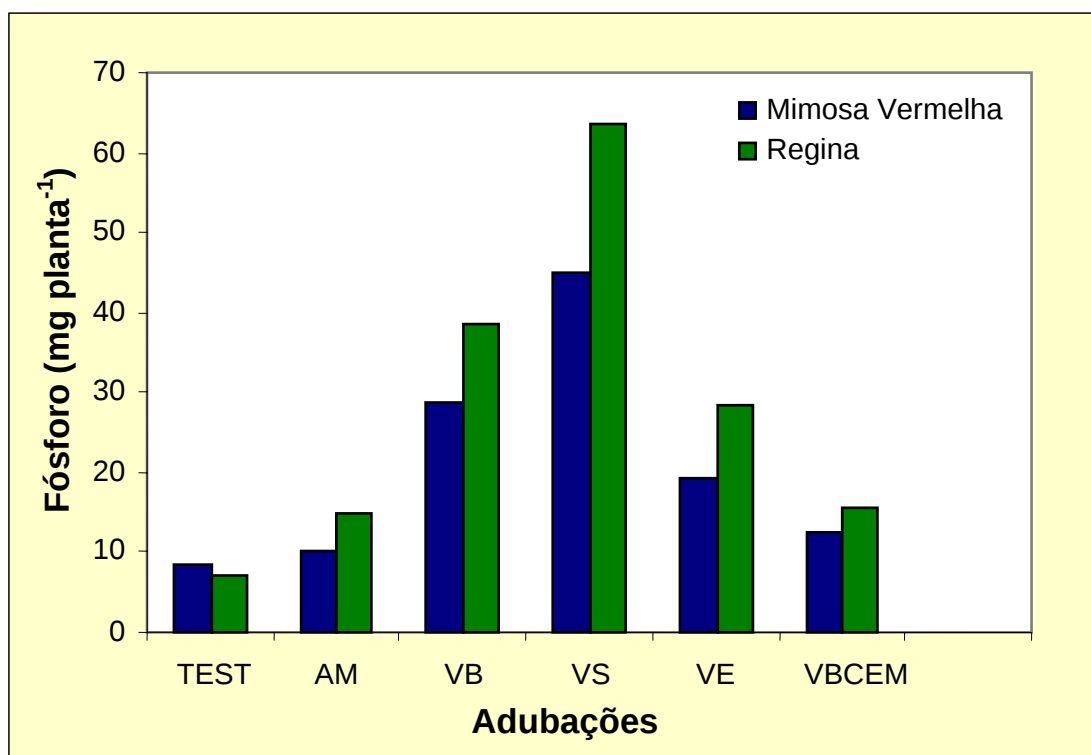


Figura 11 - Médias do conteúdo de fósforo de duas cultivares de alface no experimento II (inverno), nas diferentes adubações (FAEM/UFPel, 2007). TEST (testemunha), AM (adubação mineral), VE (vermicomposto bovino), VS (vermicomposto suíno), VE (vermicomposto equino) e VBCEM (vermicomposto borra- de- café e erva mate).

4.2.4 Potássio

Os conteúdos de potássio obtidos no experimento I variaram de 50 a 175mg planta⁻¹ de fitomassa seca e no experimento II variaram de 167 a 363mg planta⁻¹ de fitomassa seca (fig. 12 e fig. 13).

No experimento I nenhum dos tratamentos atingiu os valores obtidos por Furlani et al (1978), e Vidal (2006). No experimento II, os tratamentos VB, VS, VE e VBCEM atingiram a faixa de necessidade indicada por Furlani et al (1978), e Vidal (2006), 288,00mg planta⁻¹ e 270,80 a 323,00mg planta⁻¹, respectivamente.

Segundo Malavolta (1980), o elemento potássio atinge as raízes pelo processo de difusão devendo estar localizado de modo a garantir um maior contato com as mesmas, devido sua pequena movimentação no substrato, muitas vezes, termina não satisfazendo a necessidade da cultura.

Hungria & Urquiaga (1992) estimam que em torno de 2/3 do elemento presente nas células vegetais e animais em decomposição torna-se disponível pela lise celular.

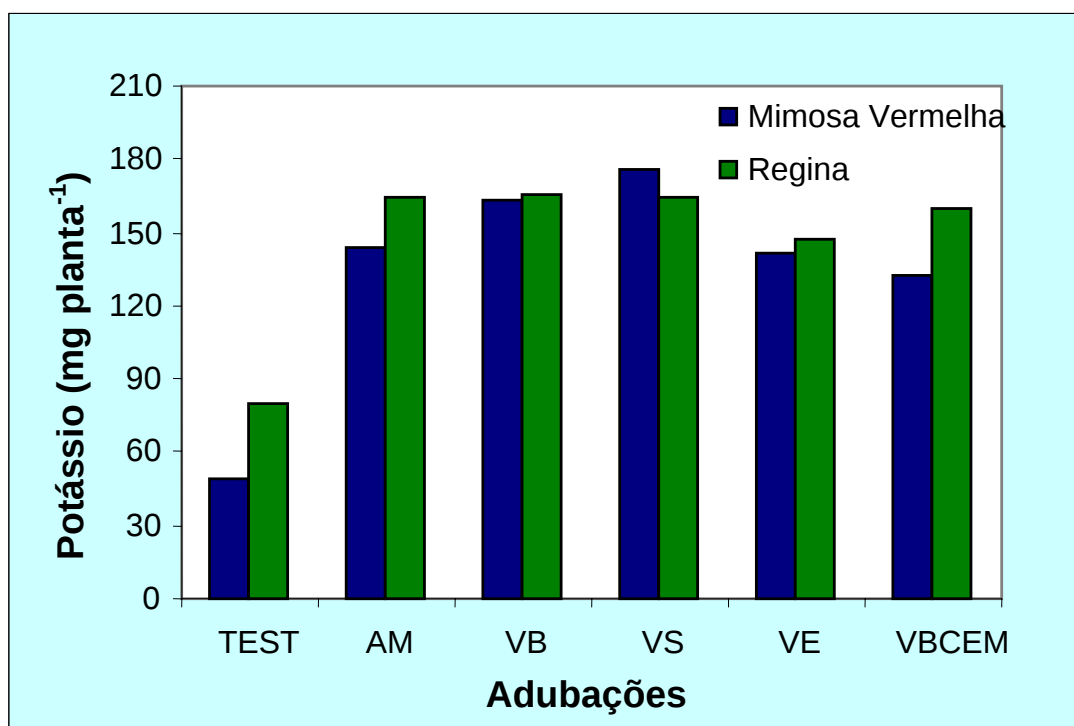


Figura 12 - Médias do conteúdo de potássio de duas cultivares de alface no experimento I (verão), nas diferentes adubações. (FAEM/UFPel, 2007). TEST (testemunha), AM (adubação mineral), VE (vermicomposto bovino), VS (vermicomposto suíno), VE (vermicomposto equino) e VBCEM (vermicomposto borra- de- café e erva mate).

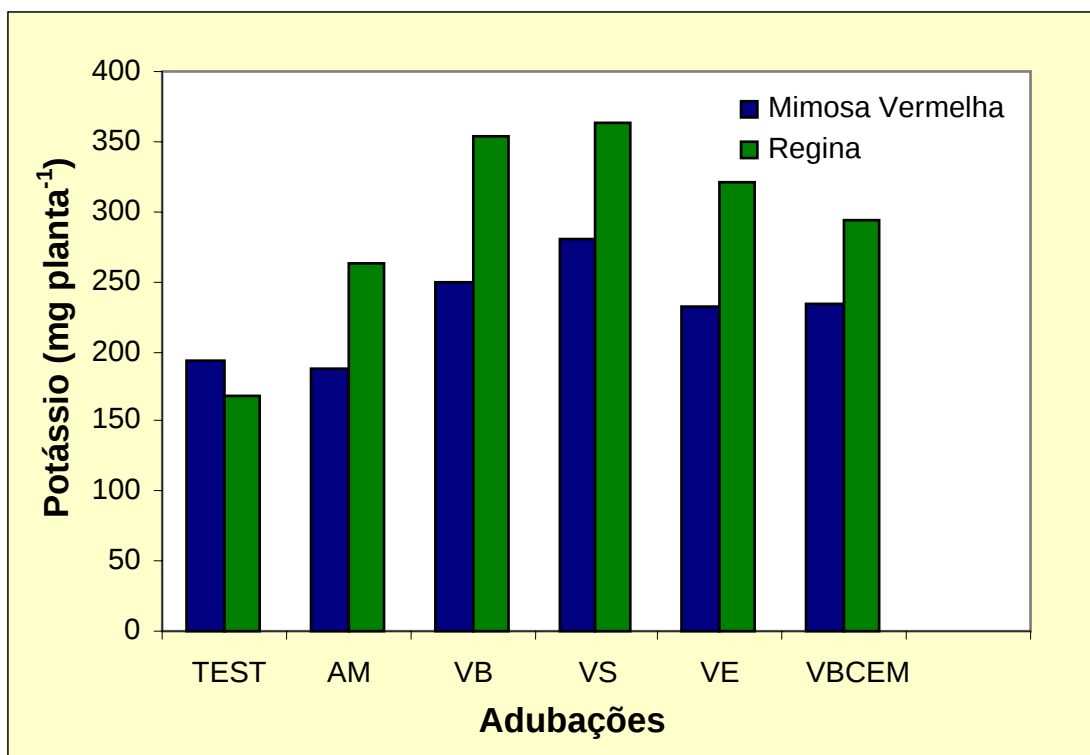


Figura 13 - Médias do conteúdo de potássio de duas cultivares de alface no experimento II (inverno), nas diferentes adubações. (FAEM/UFPEl, 2007). TEST (testemunha), AM (adubação mineral), VE (vermicomposto bovino), VS (vermicomposto suíno), VE (vermicomposto eqüino) e VBCEM (vermicomposto borra- de- café e erva mate).

4.2.5 Cálcio e Magnésio

No presente trabalho, os resultados obtidos do elemento Cálcio no experimento I variaram de 21,22 a 55,68mg planta⁻¹ de fitomassa seca (fig. 14). Para o experimento II, os conteúdos de cálcio variaram de 28,47 a 75,39mg planta⁻¹ de fitomassa seca (fig. 15).

Os resultados de Magnésio encontrados nas alfaces, variaram no experimento I de 5,83 a 21,04mg planta⁻¹ de fitomassa seca de alface (fig. 16). No experimento II os resultados de magnésio variaram de 8,00 a 38,28mg planta⁻¹ de fitomassa seca (fig.17).

Estes resultados estão de acordo com as recomendações de Malavolta (1980) e Katayama (1993) para os elementos cálcio e magnésio para os dois experimentos. Valores semelhantes também foram encontrados por MORSELLI (2001).

O cálcio e o magnésio são absorvidos pela planta através dos sistemas de interceptação radicular e fluxo de massa, sendo melhor absorvido a um pH que varia

de 6,5 a 8,5. Para que ocorra o primeiro tipo de absorção é necessário um volume grande de raízes, pois estas deverão atingir partículas do solo que contem os nutrientes adsorvidos à superfície (MELLO et al, 1985)

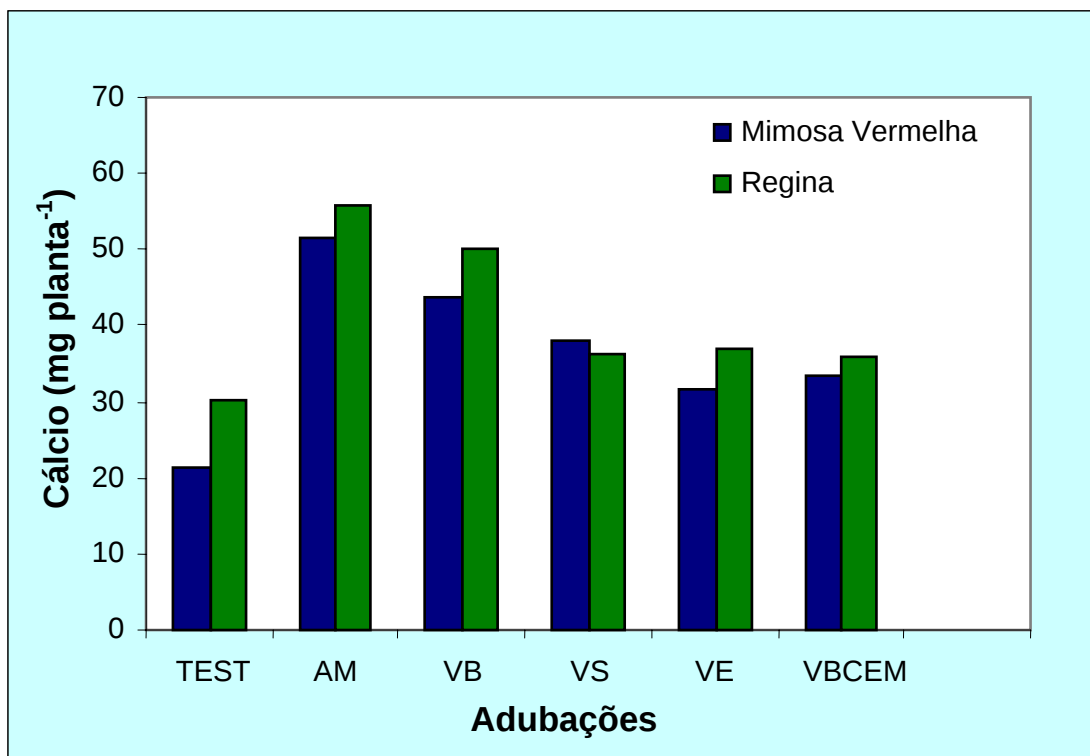


Figura 14 - Médias do conteúdo de cálcio de duas cultivares de alface no experimento I (verão), nas diferentes adubações (FAEM/UFPeI, 2007). TEST (testemunha), AM (adubação mineral), VE (vermicomposto bovino), VS (vermicomposto suíno), VE (vermicomposto eqüino) e VBCEM (vermicomposto borra- de- café e erva mate).

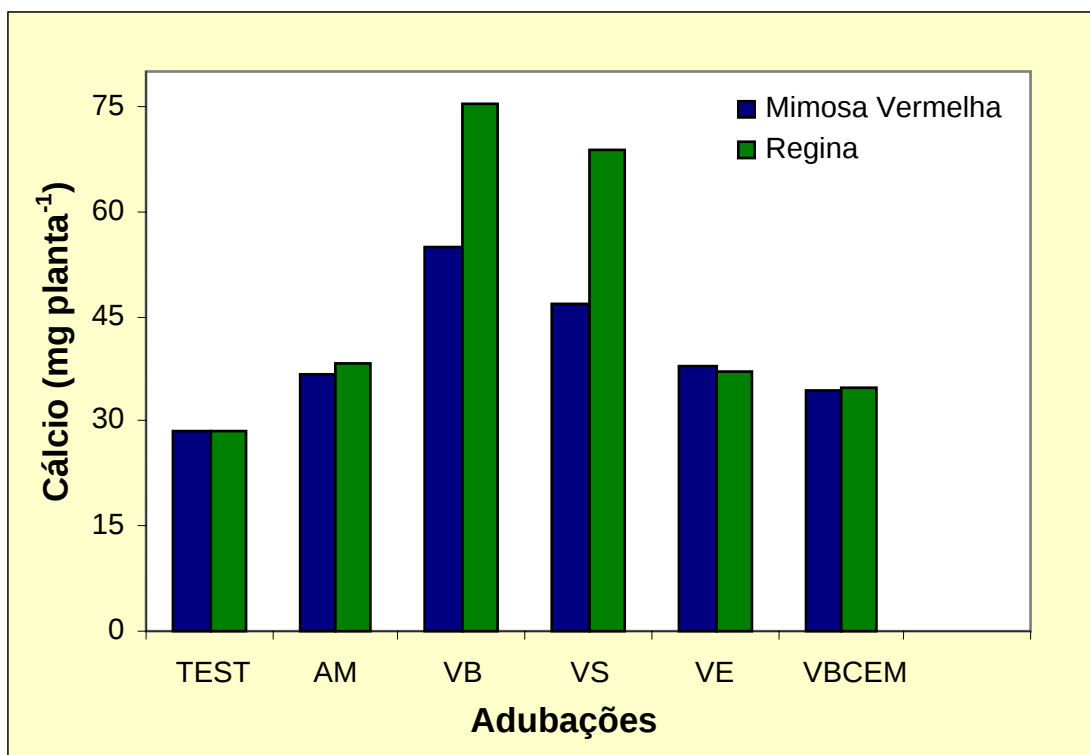


Figura 15 - Médias do conteúdo de cálcio de duas cultivares de alface no experimento II (inverno), nas diferentes adubações (FAEM/UFPeI, 2007). TEST (testemunha), AM (adubação mineral), VE (vermicomposto bovino), VS (vermicomposto suíno), VE (vermicomposto eqüino) e VBCEM (vermicomposto borra- de- café e erva mate).

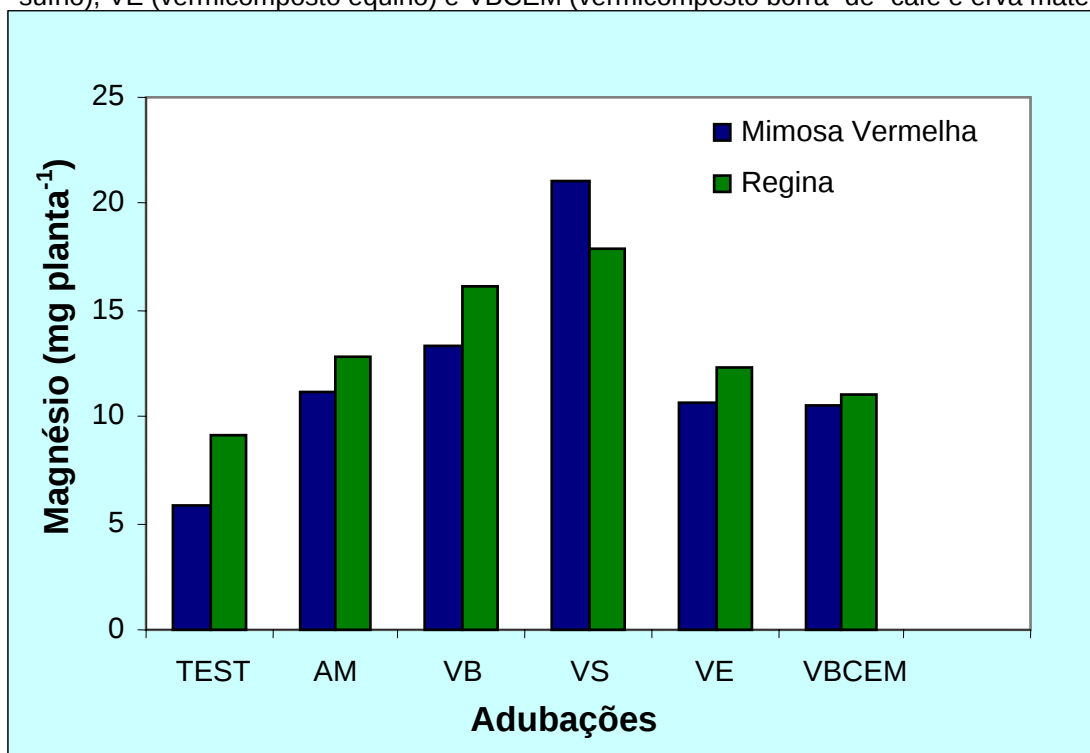


Figura 16 - Médias do conteúdo de magnésio de duas cultivares de alface no experimento I (verão), nas diferentes adubações (FAEM/UFPeI, 2007). TEST (testemunha), AM (adubação mineral), VE (vermicomposto bovino), VS (vermicomposto suíno), VE (vermicomposto eqüino) e VBCEM (vermicomposto borra- de- café e erva mate).

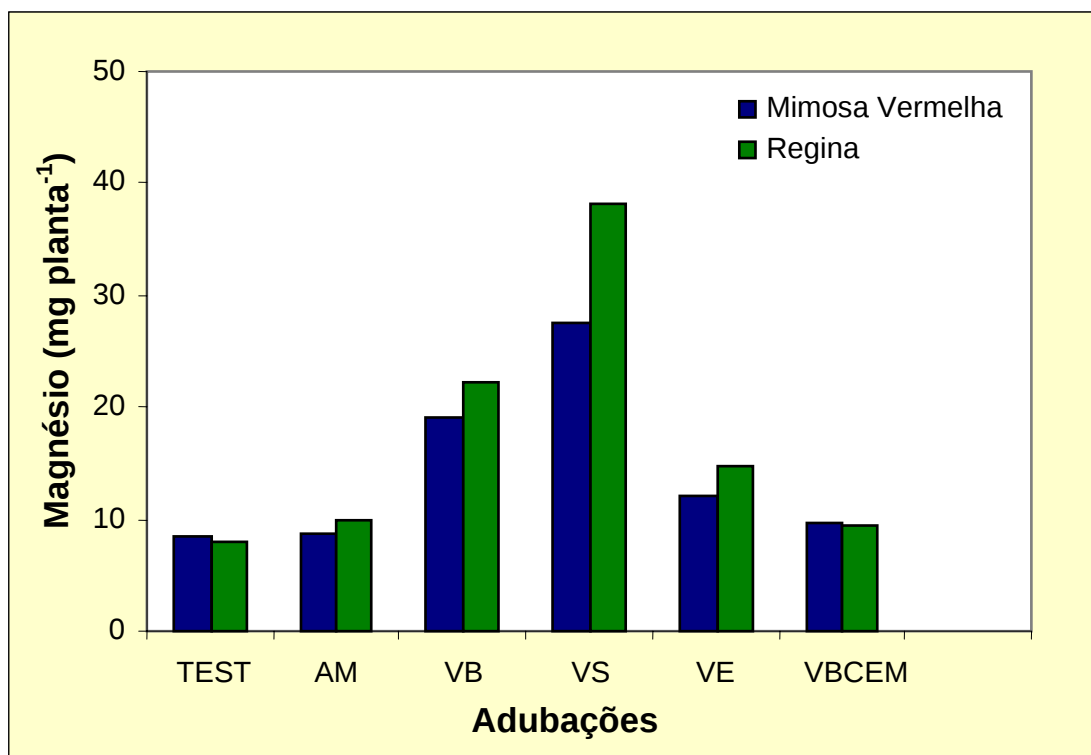


Figura 17 - Médias do conteúdo de magnésio de duas cultivares de alface no experimento II (inverno), nas diferentes adubações (FAEM/UFPeI, 2007). TEST (testemunha), AM (adubação mineral), VB (vermicomposto bovino), VS (vermicomposto suíno), VE (vermicomposto equino) e VBCEM (vermicomposto borra- de- café e erva mate).

4.2.6 Ferro

No experimento I (fig. 18), os conteúdos de ferro encontrados nas alfaces, todos os tratamentos estão dentro da faixa recomendada por VAN RAIJ (1991), MORSELLI (2001) e VIDAL (2006).

No experimento II (fig. 19), os resultados encontrados estão acima dos limites críticos citados por Van Raij (1991), para tecido foliar variam de 50 a 150mg Kg⁻¹, resultados semelhantes foram encontrados por MORSELLI (2001) e VIDAL (2006).

A presença de ácidos orgânicos influencia a complexação de metais, a diminuição da toxidez de elementos tóxicos e a disponibilidade dos micronutrientes (MORSELLI, 2007).

Segundo Bayer & Mielniczuk (1999), a formação de complexos é igual à soma de micronutrientes e compostos orgânicos, reduz a possibilidade destes precipitarem como óxidos no solo. Logo a formação de quelatos de zinco, cobre e

ferro entre outros micronutrientes pelos ácidos orgânicos aumenta a disponibilidade destes, já que o quelato torna-se uma forma de depósito desses elementos. A vida curta do quelato, decorrente da rápida decomposição do composto orgânico pelos microrganismos, resulta na liberação de forma contínua e gradativa dos micronutrientes para as plantas. Por outro lado, a produção permanente de ácidos orgânicos pela atividade microbiana e pela rizosfera resulta em uma nova complexação dos micronutrientes não absorvidos.

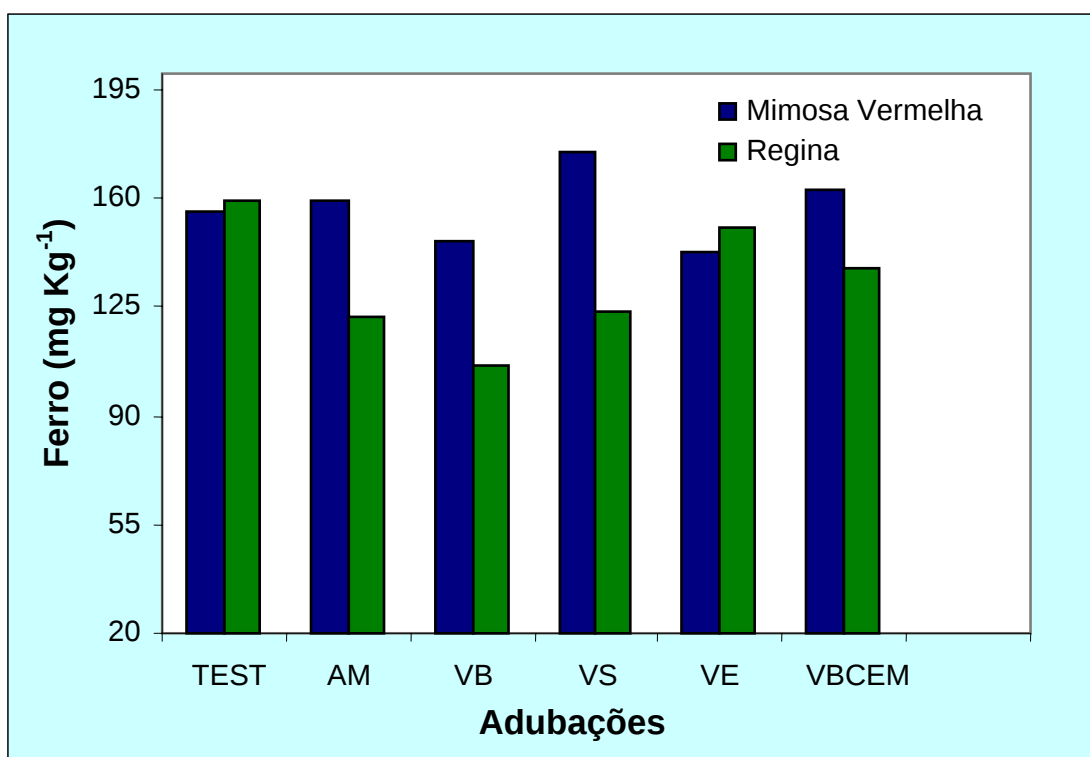


Figura 18 - Médias do conteúdo de ferro de duas cultivares de alface no experimento I (verão), nas diferentes adubações (FAEM/UFPeI, 2007). TEST (testemunha), AM (adubação mineral), VE (vermicomposto bovino), VS (vermicomposto suíno), VE (vermicomposto eqüino) e VBCEM (vermicomposto borra- de- café e erva mate).

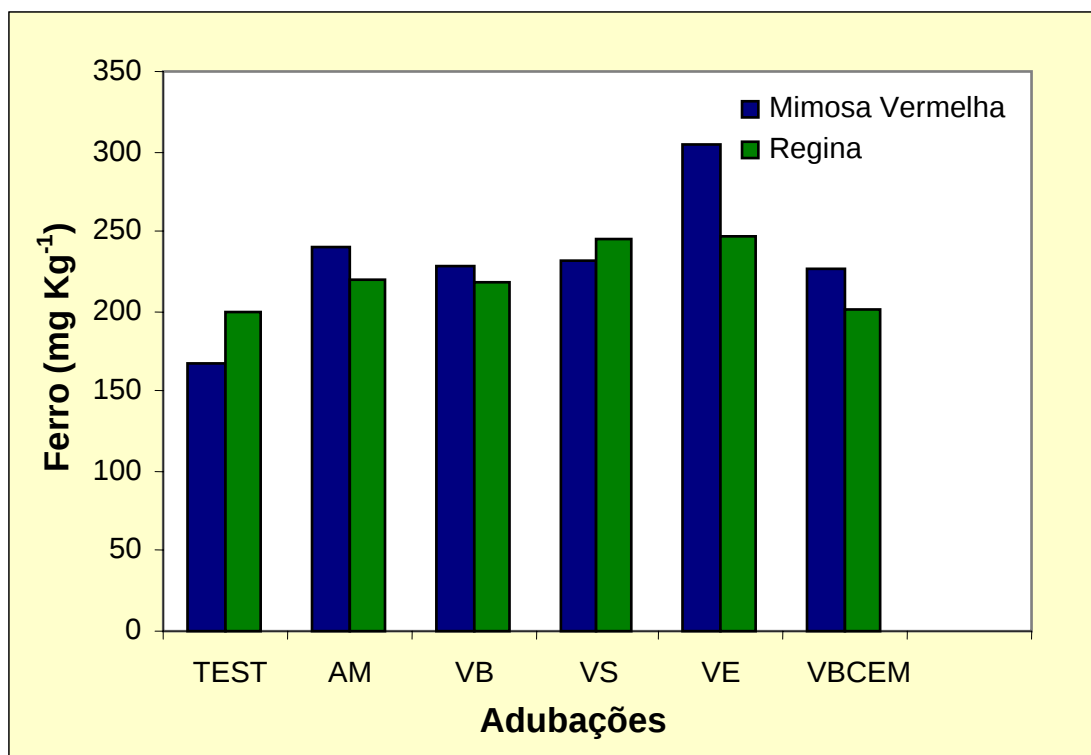


Figura 19 - Médias do conteúdo de ferro de duas cultivares de alface no experimento II (inverno), nas diferentes adubações (FAEM/UFPeI, 2007). TEST (testemunha), AM (adubação mineral), VE (vermicomposto bovino), VS (vermicomposto suíno), VE (vermicomposto equino) e VBCEM (vermicomposto borra- de- café e erva mate).

4.2.7 Cobre

Os conteúdos de cobre encontrados neste trabalho estão dentro do limite crítico que vai de 3 a 20mg Kg⁻¹ de fitomassa seca de planta, recomendado por Van Raij (1991). Semelhantes resultados foram encontrados por Morselli (2001) e Vidal (2006) (fig. 20 e fig. 21).

Follet et al, (1981) dizem que a cultura da alface apresenta alta sensibilidade à deficiência de cobre, bem como apresenta um potencial resposta elevado a este elemento (CASTELLANE et al, 1991).

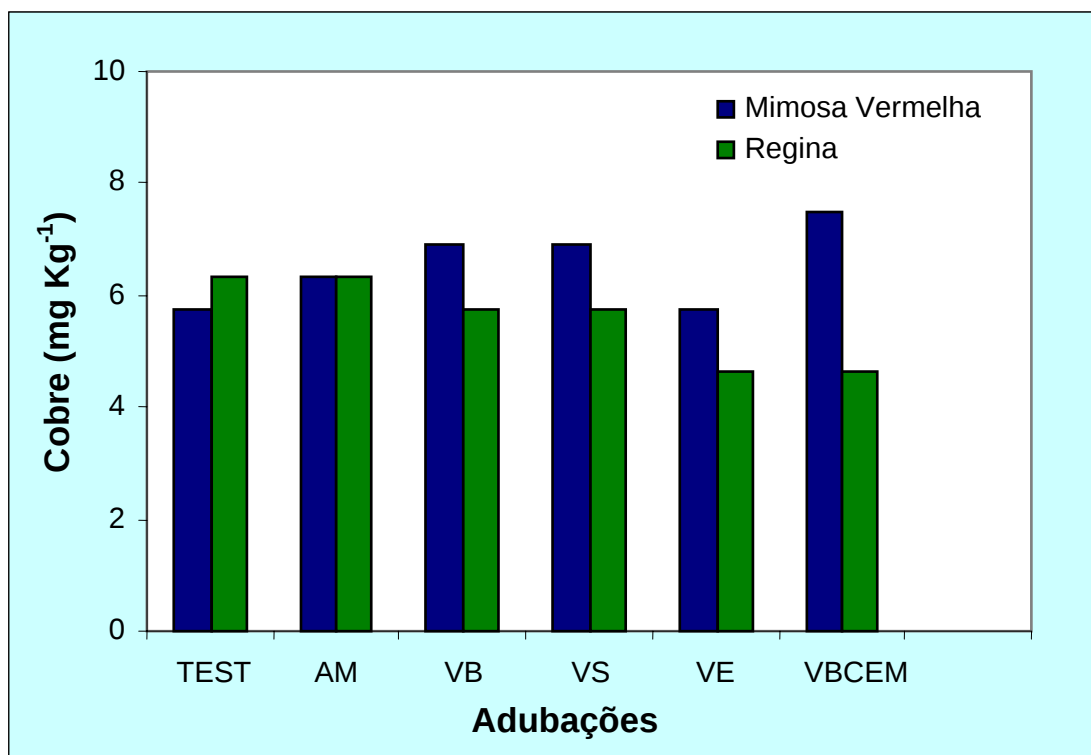


Figura 20 - Médias do conteúdo de cobre de duas cultivares de alface no experimento I (verão), nas diferentes adubações (FAEM/UFPeI, 2007) TEST (testemunha), AM (adubação mineral), VE (vermicomposto bovino), VS (vermicomposto suíno), VE (vermicomposto eqüino) e VBCEM (vermicomposto borra- de- café e erva mate).

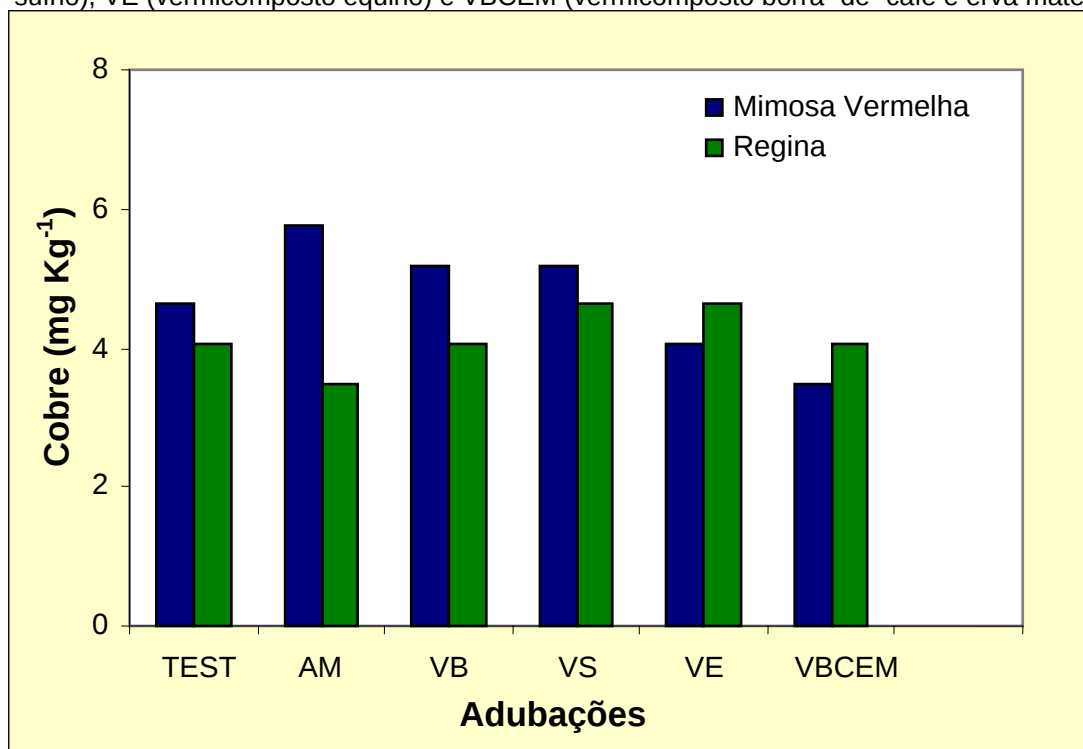


Figura 21 - Médias do conteúdo de cobre de duas cultivares de alface no experimento II (inverno), nas diferentes adubações (FAEM/UFPeI, 2007). TEST (testemunha), AM (adubação mineral), VE (vermicomposto bovino), VS (vermicomposto suíno), VE (vermicomposto eqüino) e VBCEM (vermicomposto borra- de- café e erva mate).

4.2.8 Manganês

No experimento I os conteúdos de manganês encontrados neste trabalho variaram de 257,52 a 876,56mg Kg⁻¹ de fitomassa seca (fig. 22), ficando todos os tratamentos acima dos limites normais recomendados por VAN RAIJ (1991).

No experimento II os resultados obtidos variaram de 64,64 a 221,61mg Kg⁻¹ de fitomassa seca (fig.23), somente o tratamento AM ultrapassou os limites recomendados por Van Raij (1991), que vão de 15 a 200mg Kg⁻¹ de fitomassa seca .

A alface é altamente sensível à deficiência de manganês, o absorve na forma iônica Mn⁺² e o suprimento às raízes é efetuado por fluxo de massa e difusão. Estes processos são muito afetados pela concentração do elemento na solução do solo, são influenciados pelo pH, potencial redox, atividade microbiana e teor de matéria orgânica (FOLLET et al, (1981).

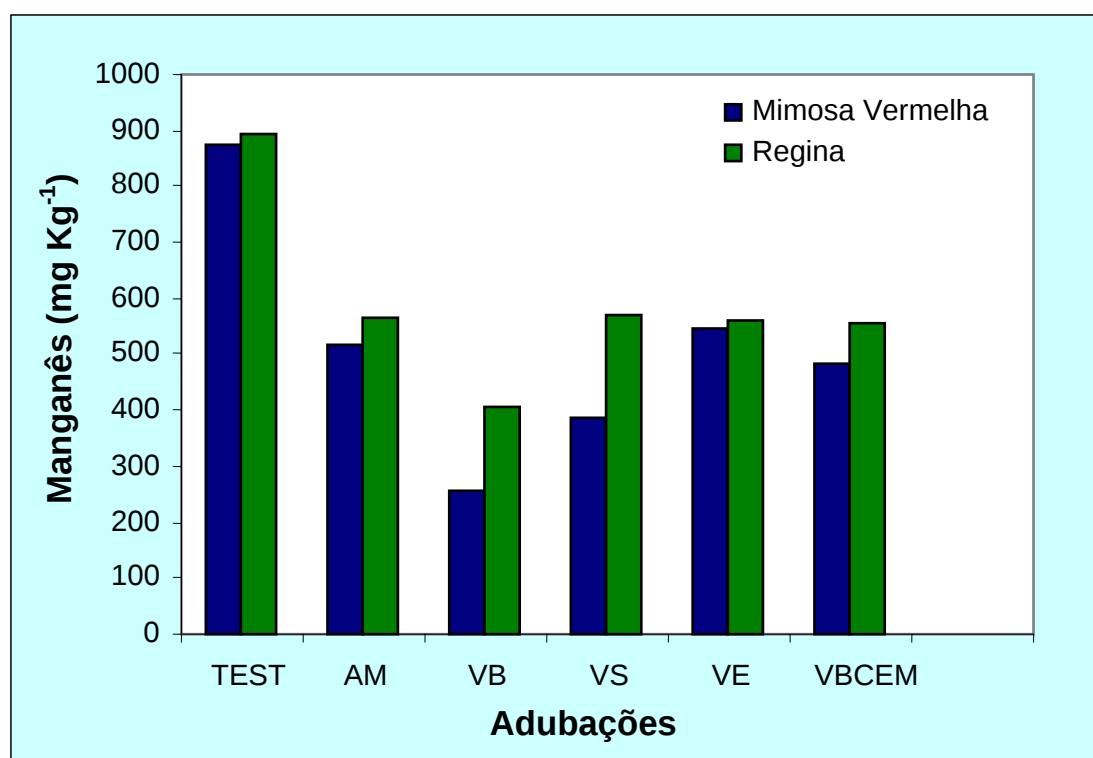


Figura 22 - Médias do conteúdo de manganês de duas cultivares de alface no experimento I (verão), nas diferentes adubações (FAEM/UFPeI, 2007). TEST (testemunha), AM (adubação mineral), VE (vermicomposto bovino), VS (vermicomposto suíno), VE (vermicomposto equino) e VBCEM (vermicomposto borra- de- café e erva mate).

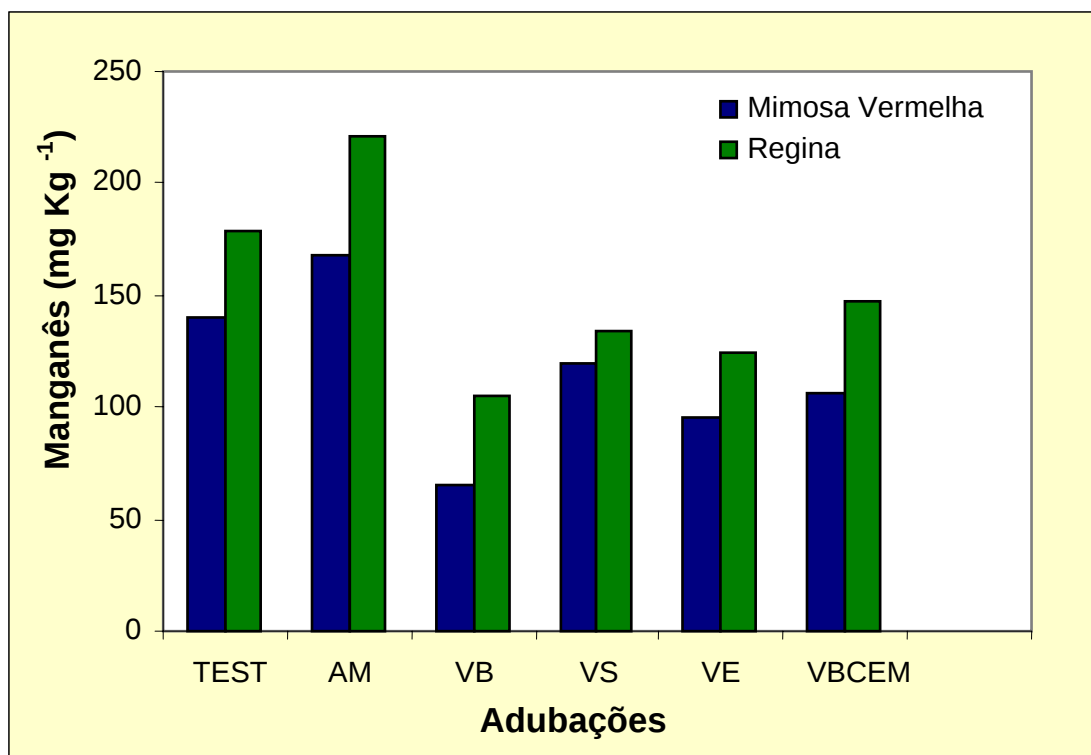


Figura 23 - Médias do conteúdo de manganês de duas cultivares de alface no experimento II (inverno), nas diferentes adubações (FAEM/UFPel, 2007). TEST (testemunha), AM (adubação mineral), VE (vermicomposto bovino), VS (vermicomposto suíno), VE (vermicomposto equino) e VBCEM (vermicomposto borra- de- café e erva mate).

4.2.9 Zinco

Os conteúdos de zinco encontrados nas alfaces, neste trabalho tanto no experimento I como no experimento II (fig. 24 e fig. 25), ficaram dentro da faixa considerada normal 27 a 150mg Kg⁻¹ de fitomassa seca (Van Raij, 1991), semelhantes aos resultados encontrados por MORSELLI (2001) e VIDAL (2006) .

Verifica-se novamente que os adubos orgânicos têm influencia sobre a disponibilidade dos micronutrientes (MORSELLI, 2001).

Conforme Mello et al (1985), quando o teor de fósforo é elevado no substrato é grande a possibilidade do zinco precipitado na forma de fosfatos, reduzindo sua disponibilidade para as plantas, o que pode ter ocorrido no presente trabalho.

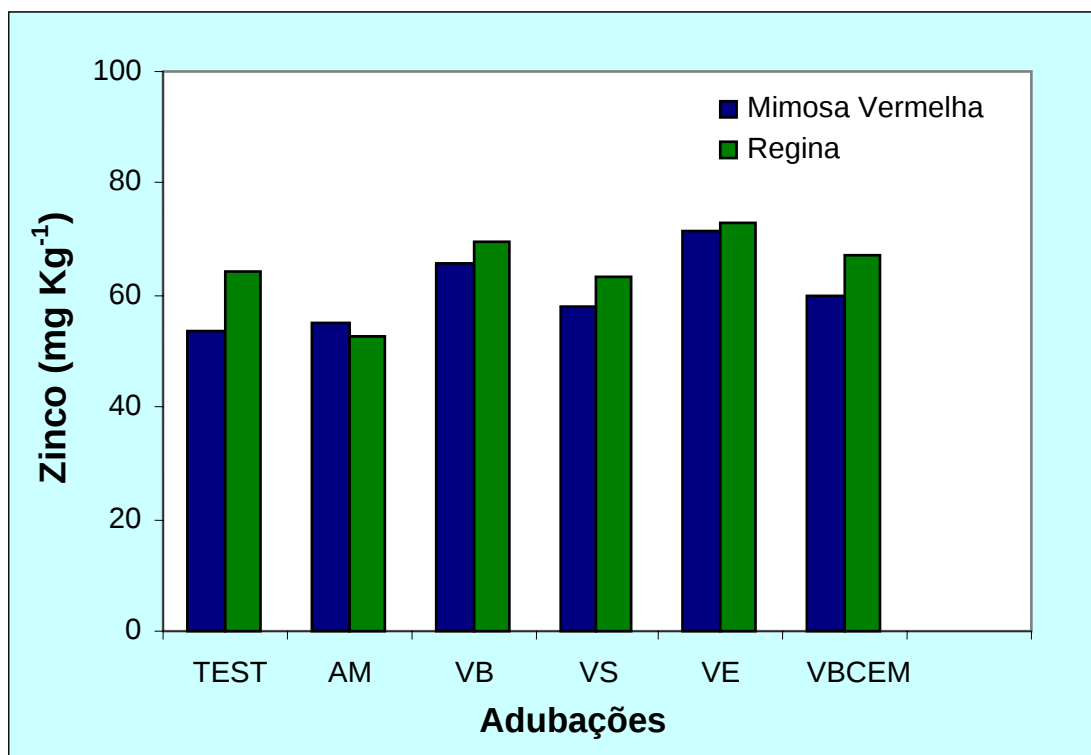


Figura 24 - Médias do conteúdo de zinco de duas cultivares de alface no experimento I (verão), nas diferentes adubações (FAEM/UFPeI, 2007). TEST (testemunha), AM (adubação mineral), VE (vermicomposto bovino), VS (vermicomposto suíno), VE (vermicomposto eqüino) e VBCEM (vermicomposto borra- de- café e erva mate).

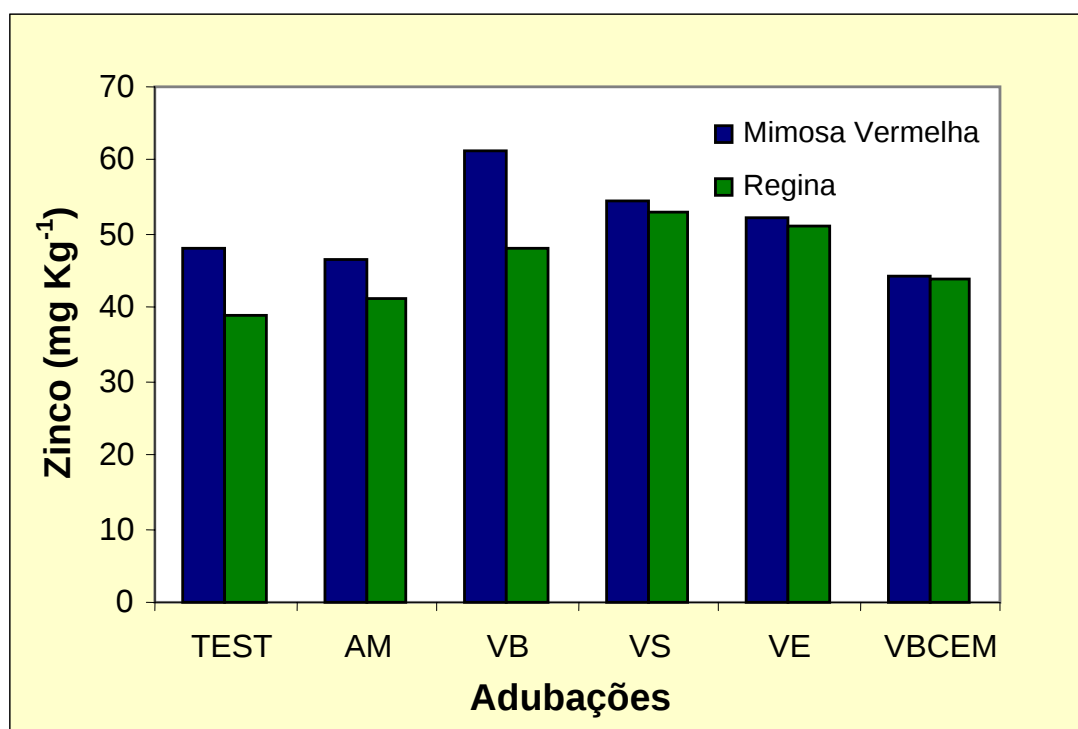


Figura 25 - Médias do conteúdo de zinco de duas cultivares de alface no experimento II (inverno), nas diferentes adubações (FAEM/UFPeI, 2007). TEST (testemunha), AM (adubação mineral), VE (vermicomposto bovino), VS (vermicomposto suíno), VE (vermicomposto eqüino) e VBCEM (vermicomposto borra- de- café e erva mate).

4.3 Substrato

4.3.1 pH, pH-SMP e Alumínio

O pH do solo que antes do experimento era 4,7, considerado muito baixo Manual de Adubação e de Calagem RS/SC,2004 (ROLAS, 2004), passou para um valor médio de 5,15 (baixo) ao final do experimento I com a calagem realizada antes da instalação do mesmo e ao final do experimento II atingiu pH 6,1 (alto) (tab.15).

Tabela 15 - pH do substrato após cada experimento, nas diferentes adubações. FAEM/UFPeI, 2007.

Adubações	pH	
	Mimosa Vermelha	Regina
----- Experimento I-----		
Testemunha	5,00	5,10
Adubação mineral	5,20	5,20
Vermicomposto Bovino	5,00	5,20
Vermicomposto Suíno	5,20	5,20
Vermicomposto Eqüino	5,00	5,20
Vermicomposto Borra Café + Erva-Mate	5,10	5,10
Médias	5,10	5,20
----- Experimento II-----		
Testemunha	6,00	6,10
Adubação mineral	6,00	6,00
Vermicomposto Bovino	6,30	6,10
Vermicomposto Suíno	6,40	6,40
Vermicomposto Eqüino	5,20	6,00
Vermicomposto Borra Café + Erva-Mate	6,00	5,90
Médias	6,00	6,10

Fonte: LAS/DS/FAEM/UFPeI, 2007

Segundo o ROLAS, (2004), a calagem do solo para a cultura da alface deve ser feita para atingir o pH 6,0. Para Malavolta (1980) o pH favorável ao seu desenvolvimento está entre 6,0 e 7,0 e para Follet et. al, (1981) 6,5 e 7,5.

A solubilidade e a disponibilidade ou facilidade de assimilação da maior parte dos nutrientes são afetados pela atividade hidrogeniônica do sistema, diretamente ou através dos microrganismos, verificando-se em geral, que as condições são mais favoráveis se o meio estiver próximo à neutralidade ou for ligeiramente ácido, quando se tratar de macronutrientes. A diminuição da acidez reduz a solubilidade de certos elementos para concentrações relativamente baixas como é o caso do alumínio e do manganês, cuja maior solubilidade se verifica em meio ácido (COSTA, 1973).

O pH-SMP do solo que antes do experimento era de 6,3, passou para um valor médio de 6,7 ao final do experimento II (tab. 16). O método pH-SMP é um método de análise e correção de acidez do solo, que se baseia no poder tampão do mesmo. A sigla que identifica o método se refere aos seus autores: Shoemaker, Maclean e Pratt (SMP). O método demanda que a análise de solo determine não somente o pH em água, mas também o pH-SMP para a partir daí, calcular a quantidade de calcário a ser aplicada no solo para que esse alcance o pH considerado ideal para o cultivo de determinada lavoura.

O teor de alumínio (tab.17) foi influenciado pelas adubações no experimento I, para as cultivares Mimosa Vermelha e Regina. Já no experimento II esses teores chegaram a zero para a cultivar Regina.

Tabela 16 – pH-SMP do substrato após cada experimento, nas diferentes adubações. FAEM/UFPel, 2007.

Adubações	pH-SMP	
	Mimosa Vermelha	Regina
----- Experimento I-----		
Testemunha	6,10	6,10
Adubação mineral	6,30	6,30
Vermicomposto Bovino	6,30	6,10
Vermicomposto Suíno	6,20	6,20
Vermicomposto Eqüino	6,20	6,30
Vermicomposto Borra Café + Erva-Mate	6,20	6,20
Médias	6,20	6,20
----- Experimento II-----		
Testemunha	6,80	6,80
Adubação mineral	6,80	6,70
Vermicomposto Bovino	6,90	6,80
Vermicomposto Suíno	6,80	6,70
Vermicomposto Eqüino	6,30	6,70
Vermicomposto Borra Café + Erva-Mate	6,70	6,70
Médias	6,72	6,73

Fonte: LAS/DS/FAEM/UFPel, 2007

Tabela 17 - Teor de Alumínio do substrato após cada experimento, nas diferentes adubações. FAEM/UFPeI, 2007.

Adubações	Alumínio (cmol _c kg ⁻¹)	
	Mimosa Vermelha	Regina
----- Experimento I-----		
Testemunha	0,30	0,20
Adubação mineral	0,10	0,10
Vermicompost Vermicomposto Bovino	0,10	0,10
Vermicomposto Suíno	0,10	0,10
Vermicomposto Eqüino	0,20	0,10
Vermicomposto Borra Café + Erva-Mate	0,10	0,10
Médias	0,15	0,12
----- Experimento II-----		
Testemunha	0,20	0,00
Adubação mineral	0,10	0,00
Vermicomposto Bovino	0,10	0,00
Vermicomposto Suíno	0,20	0,00
Vermicomposto Eqüino	0,10	0,00
Vermicomposto Borra Café + Erva-Mate	0,10	0,00
Médias	0,13	0,00

Fonte: LAS/DS/FAEM/UFPeI, 2007

4.3.2 Matéria Orgânica

A matéria orgânica do solo que antes do experimento era $1,4 \text{ m v}^{-1}$ (análise inicial) considerado baixo (ROLAS, 2004), passou para um valor médio de $2,6 \text{ m v}^{-1}$ (médio) ao final da sucessão da alface (tab. 18).

Do ponto de vista químico a matéria orgânica é fonte de nutrientes para as plantas e animais presentes no solo. O húmus presente no solo não somente é fornecedor de nutrientes para as plantas como pode corrigir os problemas de toxidez e melhorar as condições do solo (MORSELLI, 2007).

Tabela 18 - Matéria orgânica do substrato, após cada experimento, nas diferentes adubações. FAEM/UFPeI, 2007.

Adubações	Matéria Orgânica (m v^{-1})	
	Mimosa Vermelha	Regina
----- Experimento I -----		
Testemunha	2,20	1,90
Adubação mineral	2,90	2,90
Vermicomposto Bovino	2,50	2,40
Vermicomposto Suíno	2,20	2,20
Vermicomposto Eqüino	2,10	1,90
Vermicomposto Borra Café + Erva-Mate	2,10	2,20
Médias	2,33	2,25
----- Experimento II -----		
Testemunha	2,20	2,20
Adubação mineral	2,50	2,50
Vermicomposto Bovino	3,00	2,80
Vermicomposto Suíno	2,40	2,90
Vermicomposto Eqüino	2,50	2,60
Vermicomposto Borra Café + Erva-Mate	2,50	2,40
Médias	2,52	2,57

Fonte: LAS/DS/FAEM/UFPeI, 2007

4.3.3 Fósforo

A sucessão da alface (tab. 19) mostrou que as adubações promoveram um aumento nos teores de fósforo do substrato de 4,9 mg L⁻¹ (análise inicial) para 50 mg L⁻¹ após a sucessão, passando de muito baixo para alto (ROLAS, 2004).

Segundo Van Raij (1991), o fósforo orgânico do solo ocorre em teores proporcionais aos teores da matéria orgânica presente.

Conforme Jorge (1983), a matéria orgânica apresenta dois efeitos benéficos em relação ao fósforo: a formação dos ácidos orgânicos resultantes da decomposição do carbono orgânico formando compostos com ferro e o alumínio, de modo a anular sua insolubilização e, a criação de condições propícias aos microrganismos. Segundo o mesmo autor, para que a mineralização do fósforo ocorra, a relação C:P deverá ser inferior a 200:1. Mas para Rheinheimer et al (1999), são encontrados normalmente no solo relações de 100 a 300:1.

Tabela 19 - Fósforo do substrato após cada experimento, nas diferentes adubações. FAEM/UFPel, 2007.

Adubações	Fósforo (mg kg ⁻¹)	
	Mimosa Vermelha	Regina
----- Experimento I-----		
Testemunha	6,10	6,10
Adubação mineral	16,50	22,70
Vermicomposto Bovino	39,20	36,80
Vermicomposto Suíno	>50,20	>50,20
Vermicomposto Eqüino	17,80	15,30
Vermicomposto Borra Café + Erva-Mate	13,50	11,00
Médias	23,88	23,68
----- Experimento II-----		
Testemunha	6,90	9,80
Adubação mineral	48,80	29,80
Vermicomposto Bovino	>50,50	>50,50
Vermicomposto Suíno	>50,50	>50,50
Vermicomposto Eqüino	31,60	36,10
Vermicomposto Borra Café + Erva-Mate	24,10	19,50
Médias	35,40	32,70

Fonte: LAS/DS/FAEM/UFPel, 2007

4.3.4 Potássio

O potássio do solo que antes do experimento era 64mg L^{-1} (análise inicial) considerado alto (ROLAS, 2004), passou para um valor médio de 95mg L^{-1} (alto) ao final do experimento I e 120mg L^{-1} (muito alto) ao final do experimento II (tab. 20).

Tabela 20 - Potássio do substrato, após cada experimento, nas diferentes adubações. FAEM/UFPel, 2007.

Adubações	Potássio (mg kg^{-1})	
	Mimosa Vermelha	Regina
----- Experimento I-----		
Testemunha	67,00	58,00
Adubação mineral	108,00	89,00
Vermicomposto Bovino	98,00	108,00
Vermicomposto Suíno	95,00	98,00
Vermicomposto Equino	110,00	93,00
Vermicomposto Borra Café + Erva-Mate	120,00	102,00
Médias	99,67	91,33
----- Experimento II-----		
Testemunha	38,00	33,00
Adubação mineral	138,00	126,00
Vermicomposto Bovino	149,00	111,00
Vermicomposto Suíno	165,00	145,00
Vermicomposto Equino	143,00	120,00
Vermicomposto Borra Café + Erva-Mate	146,00	106,00
Médias	129,83	106,83

Fonte: LAS/DS/FAEM/UFPel, 2007

A matéria orgânica além de possuir potássio trocável, preso aos grupos carboxílicos e fenólicos, contém potássio no seu interior o qual é disponibilizado por lavagem e processo de mineralização. Esta mineralização é realizada por microrganismos específicos em aproximadamente 1/3 da quantidade total de potássio contido nas células e ligado aos complexos orgânicos de plantas e microrganismos (CARDOSO et al, 1992)

4.3.5 Cálcio

Em todas as adubações nas cultivares houve uma elevação nos teores de cálcio do substrato que passou de $2,0\text{cmol}_c\text{kg}^{-1}$ (antes da sucessão) considerado baixo (ROLAS, 2004) para um valor médio de $3,75\text{cmol}_c\text{kg}^{-1}$ (médio) ao final do experimento I e $4,52\text{cmol}_c\text{kg}^{-1}$ (alto) ao final do experimento II. (tab. 21). Pode-se atribuir este fato a calagem, realizada no solo, ter elevado estes teores, uma vez que o comportamento da testemunha foi semelhante ao das adubações e que a elevação do pH do substrato favoreceu a disponibilidade deste elemento.

Tabela 21 - Cálcio do substrato após cada experimento, nas diferentes adubações. FAEM/UFPeI, 2007.

Adubações	Cálcio ($\text{cmol}_c\text{kg}^{-1}$)	
	Mimosa Vermelha	Regina
----- Experimento I-----		
Testemunha	3,00	3,00
Adubação mineral	4,00	3,60
Vermicomposto Bovino	4,00	4,00
Vermicomposto Suíno	4,00	4,30
Vermicomposto Equino	3,60	3,70
Vermicomposto Borra Café + Erva-Mate	4,00	3,80
Médias	3,77	3,73
----- Experimento II-----		
Testemunha	3,70	3,70
Adubação mineral	4,60	4,10
Vermicomposto Bovino	5,80	5,90
Vermicomposto Suíno	4,70	5,00
Vermicomposto Equino	4,20	4,10
Vermicomposto Borra Café + Erva-Mate	4,40	4,00
Médias	4,57	4,47

Fonte: LAS/DS/FAEM/UFPeI, 2007

4.3.6 Magnésio

O teor de magnésio antes do cultivo da alface era de $0,8\text{cmol}_c\text{kg}^{-1}$ (médio) após a sucessão atingiu um valor médio de $3,13\text{cmol}_c\text{kg}^{-1}$ (alto) (tab.22) (ROLAS, 2004).

De acordo com Primavesi (1982), a importância de uma avaliação no substrato sobre as relações Ca/K, Ca/Mg e Mg/K, uma vez que os teores desses elementos se alteram com o cultivo, principalmente quando se trata da utilização de hortaliças em ambiente protegido.

Tabela 22 - Magnésio do substrato após cada experimento, nas diferentes adubações. FAEM/UFPeI, 2007.

Adubações	Magnésio ($\text{cmol}_c\text{kg}^{-1}$)	
	Mimosa Vermelha	Regina
----- Experimento I-----		
Testemunha	1,80	1,80
Adubação mineral	2,00	2,00
Vermicomposto Bovino	2,20	2,30
Vermicomposto Suíno	2,80	3,00
Vermicomposto Equino	2,20	2,10
Vermicomposto Borra Café + Erva-Mate	2,40	2,30
Médias	2,23	2,25
----- Experimento II-----		
Testemunha	2,30	2,60
Adubação mineral	2,30	2,20
Vermicomposto Bovino	3,00	3,60
Vermicomposto Suíno	4,10	5,30
Vermicomposto Equino	2,30	2,60
Vermicomposto Borra Café + Erva-Mate	4,40	2,70
Médias	3,10	3,17

Fonte: LAS/DS/FAEM/UFPeI, 2007

Tabela 23 - Relações cálcio/potássio, cálcio/magnésio e magnésio/potássio no solo antes do cultivo e nos substratos nas diferentes adubações. FAEM/UFPeI, 2007.

Adubações	Relações		
	Ca/k	Ca/Mg	Mg/K
Solo antes do cultivo			
Solo	8,75	2,50	4,90
-----Substrato após a sucessão-----			
Testemunha	27,25	1,50	27,25
Adubação mineral	12,85	1,95	6,65
Verm. Bovino	18,00	1,75	10,30
Verm. Suíno	12,30	1,00	9,10
Verm. Equino	12,45	1,70	7,40
Verm. Borra Café + Erva-Mate	13,30	1,55	8,75

Fonte: LAS/DS/FAEM/UFPeI, 2007

As relações consideradas normais para Ca/K, Ca/Mg e Mg/K estão entre 13 e 17, 3 e 5 e, 2 e 4, respectivamente (HOPPE et al, 2000).

Observa-se na tab. 23 que com a sucessão a testemunha e os substratos adubados com vermicomposto bovino ultrapassaram a faixa recomendada para a relação Ca/K, enquanto que os outros substratos se aproximaram da faixa recomendada. A relação Ca/Mg ficou dentro da faixa recomendada e a relação Mg/K não contemplou a recomendação com nenhuma adubação.

Conforme Hoppe et al (2000), isto revela que o comportamento das cultivares em ambiente protegido está vinculado ao manejo, uma vez que a planta sendo retirada inteira, para facilitar a implantação da cultura seguinte, carrega grande quantidade de potássio e com a ausência de precipitação, este elemento não retorna ao solo pelo processo de lavagem das folhas para ser reciclado.

4.3.7 Sódio

Os teores de sódio do substrato (tab. 24) diminuíram de 183mg L⁻¹ (análise inicial) para uma média de 101,83mg L⁻¹.

A alface é uma planta moderadamente tolerante a presença de sais, suportando de 4 a 6dS m⁻¹ de condutividade elétrica, equivalente a valores de 0,2 a 0,5% de sal no solo seco (FOLLET et al, 1981).

Tabela 24 - Sódio do substrato, após cada experimento, nas diferentes adubações. FAEM/UFPel, 2007.

Adubações	Sódio (mg dm ⁻³)	
	Mimosa Vermelha	Regina
----- Experimento I-----		
Testemunha	87,00	87,00
Adubação mineral	81,00	84,00
Vermicomposto Bovino	91,00	89,00
Vermicomposto Suíno	88,00	77,00
Vermicomposto Equino	93,00	83,00
Vermicomposto Borra Café + Erva-Mate	91,00	87,00
Médias	88,50	84,50
----- Experimento II-----		
Testemunha	95,00	86,00
Adubação mineral	87,00	73,00
Vermicomposto Bovino	102,00	124,00
Vermicomposto Suíno	112,00	123,00
Vermicomposto Equino	138,00	111,00
Vermicomposto Borra Café + Erva-Mate	77,00	91,00
Médias	101,83	101,33

Fonte: LAS/DS/FAEM/UFPel, 2007

4.3.8 Argila

A análise mostrou que não houve diferença na classe textural do substrato após a sucessão da alface (tab. 25).

Tabela 25 - Teor de Argila do substrato após cada experimento, nas diferentes adubações. FAEM/UFPel, 2007.

Adubações	Argila (m v ⁻¹)	
	Mimosa Vermelha	Regina
----- Experimento I-----		
Testemunha	17	15
Adubação mineral	13	13
Vermicomposto Bovino	13	12
Vermicomposto Suíno	16	14
Vermicomposto Eqüino	14	16
Vermicomposto Borra Café + Erva-Mate	13	14
Médias	14	14
----- Experimento II-----		
Testemunha	12	10
Adubação mineral	10	8
Vermicomposto Bovino	10	13
Vermicomposto Suíno	10	10
Vermicomposto Eqüino	10	12
Vermicomposto Borra Café + Erva-Mate	12	14
Médias	11	12

Fonte: LAS/DS/FAEM/UFPel, 2007

4.3.9 Cobre

Os teores de cobre do substrato (tab. 26) diminuíram de $1,4\text{mg dm}^{-3}$ (análise inicial) para uma média de $1,12\text{mg dm}^{-3}$ no experimento I e para uma média de $0,72\text{mg dm}^{-3}$ no experimento II, continuando como classe alta pela interpretação dos teores de micronutrientes no solo (ROLAS, 2004).

Solos contendo um elevado teor de matéria orgânica diminuem a disponibilidade de cobre pela formação de complexos insolúveis (MELO et al, 2000).

Tabela 26 - Cobre do substrato após cada experimento, nas diferentes adubações. FAEM/UFPel, 2007.

Adubação	Cobre (mg dm^{-3})	
	Mimosa Vermelha	Regina
----- Experimento-----		
Testemunha	1,10	1,10
Adubação mineral	1,10	1,10
Vermicomposto Bovino	0,90	0,90
Vermicomposto Suíno	1,10	1,40
Vermicomposto Equino	1,10	1,30
Vermicomposto Borra Café + Erva-Mate	1,10	1,10
Médias	1,10	1,15
----- Experimento II-----		
Testemunha	0,80	0,30
Adubação mineral	1,00	0,80
Vermicomposto Bovino	0,80	0,20
Vermicomposto Suíno	1,00	0,30
Vermicomposto Equino	0,80	0,80
Vermicomposto Borra Café + Erva-Mate	0,80	1,00
Médias	0,87	0,57

Fonte: LAS/DS/FAEM/UFPel, 2007

4.3.10 Zinco

Verifica-se novamente que os tratamentos orgânicos têm influência sobre a disponibilidade dos micronutrientes. Os teores de zinco do substrato (tab. 27) aumentaram de $1,4\text{mg dm}^{-3}$ (análise inicial) para uma média de $2,41\text{mg dm}^{-3}$ no experimento I e para uma média de $2,29\text{mg dm}^{-3}$ no experimento II, considerado alta (ROLAS, 2004).

Tabela 27 - Zinco do substrato após cada experimento, nas diferentes adubações. FAEM/UFPel, 2007.

Adubações	Zinco (mg dm^{-3})	
	Mimosa Vermelha	Regina
----- Experimento I-----		
Testemunha	1,40	1,90
Adubação mineral	1,40	1,30
Vermicomposto Bovino	3,00	2,80
Vermicomposto Suíno	4,10	4,50
Vermicomposto Equino	2,20	2,20
Vermicomposto Borra Café + Erva-Mate	2,00	2,10
Médias	2,35	2,47
----- Experimento II-----		
Testemunha	1,60	0,20
Adubação mineral	1,60	1,30
Vermicomposto Bovino	4,40	0,20
Vermicomposto Suíno	7,60	0,20
Vermicomposto Equino	2,90	2,30
Vermicomposto Borra Café + Erva-Mate	2,30	2,90
Médias	3,40	1,18

Fonte: LAS/DS/FAEM/UFPel, 2007

4.3.11 Ferro

O teor de ferro antes do cultivo da alface era de 14mg dm^{-3} considerado alto (ROLAS, 2004) após a sucessão atingiu um valor médio de 19mg dm^{-3} (tab.28).

Tabela 28 - Ferro do substrato após cada experimento, nas diferentes adubações. FAEM/UFPeI, 2007.

Adubações	Ferro (mg dm^{-3})	
	Mimosa Vermelha	Regina
----- Experimento I-----		
Testemunha	20,00	23,00
Adubação mineral	22,00	25,00
Vermicomposto Bovino	23,00	23,00
Vermicomposto Suíno	22,00	22,00
Vermicomposto Equino	20,00	21,00
Vermicomposto Borra Café + Erva-Mate	22,00	25,00
Médias	21,50	23,17
----- Experimento II-----		
Testemunha	14,00	16,00
Adubação mineral	33,00	24,00
Vermicomposto Bovino	16,00	20,00
Vermicomposto Suíno	14,00	20,00
Vermicomposto Equino	0,30	12,00
Vermicomposto Borra Café + Erva-Mate	0,30	29,00
Médias	12,93	20,17

Fonte: LAS/DS/FAEM/UFPeI, 2007

4.3.12 Manganês

Os teores de manganês do substrato (tab. 29) diminuíram de 25mg m⁻³ (análise inicial) para uma media de 17,16mg dm⁻³ no final da sucessão da alface, mas ainda considerado alta (ROLAS, 2004).

Tabela 29 - Manganês do substrato após cada experimento, nas diferentes adubações. FAEM/UFPeI, 2007.

Adubações	Manganês (mg dm ⁻³)	
	Mimosa Vermelha	Regina
----- Experimento I-----		
Testemunha	25,00	20,00
Adubação mineral	19,00	19,00
Vermicomposto Bovino	15,00	21,00
Vermicomposto Suíno	16,00	20,00
Vermicomposto Equino	19,00	16,00
Vermicomposto Borra Café + Erva-Mate	22,00	25,00
Médias	19,33	20,17
----- Experimento -----		
Testemunha	36,00	6,00
Adubação mineral	45,00	46,00
Vermicomposto Bovino	1,00	6,00
Vermicomposto Suíno	1,00	3,00
Vermicomposto Equino	8,00	10,00
Vermicomposto Borra Café + Erva-Mate	3,00	10,00
Médias	15,67	13,50

Fonte: LAS/DS/FAEM/UFPeI, 2007

5 CONCLUSÕES

Considerando os resultados obtidos e as condições em que o estudo foi realizado conclui-se que:

- As respostas agronômicas da alface, para os parâmetros avaliados, são mais satisfatórias com aplicação dos vermicompostos.
- Os vermicompostos bovino e suíno são os adubos orgânicos mais eficientes na sucessão da alface para as cultivares Mimosa Vermelha e Regina.
- Os vermicompostos bovino e suíno, no cultivo sucessivo, promovem a precocidade da alface, permitindo a colheita aos 21 dias após o transplante das mudas das duas cultivares estudadas.
- O cultivo sucessivo sob adubação orgânica reduz a absorção de nitrato na cultivar Mimosa Vermelha e em geral o elevam para a cultivar Regina.
- A absorção de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio se elevam no tecido vegetal com a sucessão da alface.
- Os teores de matéria orgânica se elevam no substrato após a adição e reposição de vermicomposto.
- Os teores de fósforo, cálcio e magnésio se elevam no substrato com o cultivo sucessivo da alface inclusive potássio.
- O efeito da reposição da adubação orgânica permite a manutenção do conteúdo nutricional da alface.

6 REFERÊNCIAS

- ABREU, C. A.; VAN RAIJ, B. **Adubação com micronutrientes. Recomendação de adubação e calagem para o estado de São Paulo.** Campinas: Instituto Agrônomo & fundação IAC. 1996. p.27-29.
- ACCIOLY, A. M. A. **Pó de forno elétrico de Siderurgia como fonte de micronutrientes e seu efeito no solo e na planta.** 1996.70f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição Mineral de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, Minas Gerais.
- ALBANELL, E.; PLAILATS, J.; CABRERO, T. & CAPELLAS, M. Composición química del estiércol de vaca fresco y maduro durante el vermicompostaje. In: CONGRESO DE BIOLOGIA AMBIENTAL, Barcelona, 1988. **Anais.** Barcelona, Universidad Autonoma de Barcelona, 1988. p.247-252.
- ALEXANDER, M. **Introduction to Soil Microbiology.** 2nd. New York: John Wiley & Sons, 1977.472 p.
- ALMEIDA, A.T.S. **Avaliação da qualidade higiênico-sanitária e agrônômica de alface (*Lactuca sativa* L.) proveniente de sistema de produção convencional e orgânico, sob comercialização.** 2007.60f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Produção Vegetal) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.
- ALMEIDA, J. & NAVARRO, Z. **Reconstruindo a agricultura: idéias e idéias na perspectiva de um desenvolvimento rural sustentável.** Porto Alegre: Editora da Universidade/UFRGS, 1997.
- ALMEIDA, D.L. **Contribuição da matéria orgânica na fertilidade do solo.** Seropédica, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 1991. 188p. (Tese de Doutorado)
- ALTIERI, M. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável.** Guaíba: Agropecuária, 2002.592p.
- ALTIERI, M. **Bases agroecológicas para una producción agrícola sustentable.** Porto Alegre: EMATER/RS, 1999.14p.
- ALTIERI, M. **Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável.** Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 1998. 110 p.

ALTIERI, M. A. **Agroecologia: As bases científicas da agricultura alternativa**. Rio de Janeiro: Federação de Órgãos para a Assistência Social e Educacional – Projeto Tecnologias Alternativas, 1989. 237p.

AQUINO, A. M. de; DE-POLI, H. Reprodução de minhocas (oligochaeta) em esterco bovino e bagaço de cana-de-açúcar enriquecido com diferentes leguminosas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO 25., 1995, Viçosa. **Resumos da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, 1995. p. 451-453.

AQUINO, A.M. **Vermicomposto de esterco bovino e bagaço de cana-de-açúcar inoculados com bactéria fixadora de N₂ (Acetobacter diazotrophicus)**. 1991. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Solos) – Instituto de Agronomia. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Itaguaí,

ANDRIOLO, J. L. **Fisiologia das culturas protegidas**. Santa Maria: UFSM, 1999. 142p.

ASSAD, M.L.L. Papel da Macrofauna Edáfica de Invertebrados no Comportamento de Solos Tropicais. In: Congresso Brasileiro da Ciência do Solo 26. ,1997, Rio de Janeiro. **Comissão de Manejo e Conservação do Solo e da Água**. Rio de Janeiro, 1997.

BAYER, C., MIELNICZUC, J. **Dinâmica e função da matéria orgânica**. In: Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais. Porto Alegre: Gênese, 1999. p. 3-23.

BEHR, U.; WIEBE, H.J. Relation between photosynthesis and nitrate content of lettuce cultivars. **Scientia Horticulturae**, v. 49, n. 3-4, p. 175-179, 1992.

BLOM-ZANDSTRA, M. Nitrate accumulation in vegetables and its relationship to quality. **Annals of Applied Biology**, v. 115, n. 3, p. 553-561, 1989.

BLOM-ZANDSTRA, M.; EENINK, A.H. Nitrate concentration and reduction in different genotypes of lettuce. **Journal of the American Society for Horticulture Science**, v. 111, n. 6, p. 908-911, 1986.

BOCKERT, C. M. Manganês. In: **Micronutrientes na agricultura brasileira**. Associação Brasileira para pesquisa da potassa e do fosfato. Piracicaba: CNPq, 1991. p. 173-190.

BOINK, A.; SPEIJERS, G. Health effect of nitrates and nitrites, a review. **Acta Horticulturae**, n. 563, p. 29-36, 2001.

BONILLA, J. **Fundamentos da Agricultura Ecológica. Sobrevivência e qualidade de vida**. São Paulo, Nobel, 1992. 260p.

BRACAGIOLI NETO, A. (org.) **Sustentabilidade e Cidadania: o papel da extensão rural**. Porto Alegre: EMATER/RS, 1999.

BRAZ, L.T.; HAMASAKI, R.I; GRILLI, G.V.G.; SANTOS, G.M. Produção e avaliação de alface provenientes de mudas produzidas em sistema flutuante e convencional. **Horticultura Brasileira**, v.19, suplemento CD-ROM, julho 2001. Brasília.

CANTLIFFE, D.J. Nitrate accumulation in spinach grown under different light intensities. **Journal of the American Society for Horticulture Science**, v. 97, n. 2, p. 152-154, 1972.

CARDOSO, E. TSAI, S. M.; NEVES, M. C. **Microbiologia do solo**.Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1992.360 p.

CARNEIRO, J.G.A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR/FUPEF, 1995. 451 p.

CARVALHO, Y.M.C. de. **Agroecologia e regulação: contribuição metodológica para o fortalecimento de um processo social**. In: Agricultura Ecológica. Guaíba: Livraria e Editora Agropecuária, 1999. p. 265-301.

CASTELLANE, P. D.; SOUZA, A. F.; MESQUITA FILHO, M. V. Culturas olerícolas. In: **Micronutrientes na Agricultura Brasileira**. Associação Brasileira para pesquisa da Potassa e do Fosfato. Piracicaba: CNPq, 1991. p. 549-584.

COMPAGNONI, L.; PUTZOLU, G. **Cría moderna de las lombrices y utilización rentable del humus**. Editorial de Vecchi, S.A. Barcelona. 1985.127p.

C. M. O. **Manual de Certificação**: Normas e Procedimentos para o Padrão de Qualidade Orgânico. (2º ed.), São Paulo, Fundação Mokiti Okada, 2001. 34p.

COSTA, J.B.da.A matéria orgânica do Solo. In: **Caracterização e constituição do solo**. 2ª ed. Lisboa, 1973.p. 109-186.

DAROLT, M. R. Considerações gerais e perspectivas de expansão. In: DAROLT, M. R. (org.) **Plantio Direto: pequena propriedade sustentável**. Londrina, Paraná: IAPAR (Instituto Agronômico do Paraná), 1998. p. 1-14.

DIÁRIO OFICIAL DA REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL Nº 94. Instrução Normativa nº 07, de 17 de maio de 1999. Dispõe sobre normas para a produção de produtos orgânicos vegetais e animais. **Diário Oficial** (da República Federativa do Brasil), Brasília, 19 de maio de 1999. 11 p.

EHLERS, E. **Agricultura sustentável**: origens e perspectivas de um novo paradigma. 2 ed. Guaíba: Agropecuária, 1999.157 p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ) **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa Solos, 2006. 306p. 2ª edição.

ESCOÍN-PEÑA, M.C.; IBÁÑEZ, M.A.C.; SANTAMARTA, A.A.; LAZARO, R.C. Contenido de nitratos en lechugas y espinacas frescas. **Alimentaria**, n. 298, p. 37-41, 1998.

ESTADOS UNIDOS. Department of Agriculture. **Relatório e recomendações sobre a agricultura orgânica**. Brasília: SEPALN/CNPq, 1995. p.76-98.

FARIA, A.N. Análise econômica e tecnológica da produção orgânica de hortaliças no Distrito Federal – Estudo de Caso. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 9, Suplemento CD-Rom, julho 2001.

FAQUIN, V., MARQUES, E.S., SANTOS, H> S., DUBOC, E. Crescimento e concentração de nitrato de alface, sob influência da relação $\text{NO}_3^- : \text{NH}_4^+$ e cloro na nutrição e horário de colheita. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 21, 1994, Petrolina. **Anais**. Petrolina, PE, 1994. p. 152 - 152.

FERNANDES, H.S.; MARTINS, S.R. Cultivo de alface em solo em ambiente protegido. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte, v.20, nº 200/201, 56-63, set/dez. 1999.

FERNANDES, H.S.; MORSELLI, T.B.G.A.; QUIJANO, F.G. & CRUZ, L.E.C.da. Efeito da aplicação de vermicompostos em duas cultivares de alface. CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA 38., 1998, Petrolina. **Resumo do Congresso**, 1998.

FERNANDES, H. S., MORSELLI, T. B. G. A., QUIJANO, F. G., CRUZ, L.E. C. da. Efeito da aplicação de vermicompostos em duas cultivares de alface. **Revista Científica Rural**. v. 4, n. 1, p. 54-57, 1999.

FERREIRA, M.E.; CASTELLANE, P.D.; CRUZ, M.C.P.da. **Nutrição e adubação de hortaliças**. Associação brasileira para pesquisa da potassa e do fosfato. Piracicaba – SP, 1993.

FERREIRA, R.L.F.; NEGREIROS, M.Z. de & PEDROSA, J.F. Produção de alface em segundo cultivo sob efeito residual de adubações com composto orgânico e fertilizante mineral. CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA 38., 1998, Petrolina. **Resumo do Congresso**, 1998.

FERRUZZI, C. **Manual de Lombricultura**. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 1986. 137p.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2000. 402p.

FILGUEIRA, F. A. R. **Manual de Olericultura**: Cultura e comercialização de hortaliças. 2ed. Ver. E ampl. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1982. 357 p., v. 2.

FOLLET, R. H. ; MURPHY, L. S.; DONAHUE, R. L. **Fertilizers and soil amendments**. New Jersey. 1981. 557p.

FURLANI, A. M. C. ; FURLANI, P. R.; BATAGLIA, O. C.; HIROCE, R. ; GALLO, J. R. **Composição mineral de diversas hortaliças**. Bragantina, Campinas, v.37, p. 33-34, 1978.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. Porto Alegre: UFRGS, 2000.653p.

GOMÉZ, H.W. **Desenvolvimento sustentável, agrícola e capitalismo. In: Desenvolvimento sustentável. Necessidade e/ou disponibilidade?** Santa Cruz do Sul: Nobel –UNISC, 1997. p. 65-77.

GOTO, R.; TIVELLI, S.W. **Produção de hortaliças em ambiente protegido: condições subtropicais**. São Paulo: UNESP (FEU), 1998. 319p.

GRAZIANO, T.T.; DEMATTÊ, J.B.I.; VOLPR, C.A.; PERECIN, D. Interação entre substratos e fertirrigação na germinação e na produção de mudas de *Tagedes patula* L. (Compositae). **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v. 1, n. 2, p. 78-85, 1995.

GUERRA, J. G. M. ALMEIDA, D. L. de . Efeito de níveis de composto de resíduos urbanos e calcário na correção da acidez do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 198. Curitiba. **Resumos**. Pr: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1983. p. 39.

GUNES, A.; POST, W.N.K.; KIRKBY, E.A.; AKTAS, M. Influence of partial replacement of nitrate by amino acid nitrogen or urea in the nutrient medium on nitrate accumulation in NFT grown winter lettuce. **Journal of Plant Nutrition**, v. 17, n. 11, p. 1.929-1.938, 1994.

HARRIS, G.D.; PLATT, W.L. & PRICE, B.C. **Vermicomposting in a rural community**. Biocycle, p.48-51, jan., 1990.

HARTENSTEIN, R. & HARTENSTEIN, F. Physicochemical changes affected in activated sludge by the earthworm *Eisenia foetida*. **J. Environ. Qual.**, 10:377-382, 1981.

HARTENSTEIN, R.; NEUHAUSER, E. F.; KAPLAN, D.L. Reproductive potencial of the earthworm *Eisenia foetida*. **Oecologia**, Berlim, v43, p.329-340, 1979.

HOPPE, M.; MARTINS, S. R.; SCHIEDECK, G.; FERNADES, H. S. Avaliação da fertilidade do solo após a seqüência de cultivares em estufa plástica. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.18, p. 262-263, julho 2000.

HOPP, H. & SLATER, C.S. The effect of earthworms on the productivity of agricultural soil. **J.Agric. Rev.**, v. 78, p. 325-339, 1949.

HUNGRIA, M.; URQUIAGA, S. Transformações microbianas de outros elementos (potássio, micronutrientes e metais pesados). In: CARDOSOS, E.; TSAI, S. M.; NEVES, M. C. P. (eds). **Microbiologia do solo**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do solo, 1992. p. 329-340.

JORGE, J. A. **Solo. Manejo e adubação**. São Paulo: Nobel, 1983.307p.

JÚLIO, L; SILVEIRA, C.M; MELO, M.F., CARNEIRO, R.G., VALLE, J.C.V; FAQUIN, V.; MARQUES, E.S.; SANTOS, H.S.; DUBOC, E. Crescimento e concentração de nitrato de alface, sob influencia da relação $\text{NO}_3\text{:NH}_4^+$ e cloro na solução nutritiva e horário de colheita. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 21, Petrolina, SBPC, 1994. **Anais**. p. 152-153.

KANAAN, S.S.; ECONOMAKIS, C.D. Effect of climatic conditions and time of harvest on growth and tissue nitrate content of lettuce in nutrient film culture. **Acta Horticulturae**, n. 323, p. 75-80, 1992.

KANPPER, C.F.U. **A criação de minhocas em viveiros**. Estudos Leopoldenses. v.78, 1984, p. 37-40.

KATAYAMA, M. **Nutrição e adubação da alface, chicória e almeirão**. Piracicaba: Associação Brasileira para a pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1993. p. 141-148.

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

KOEFF, H.H.; PETTERSSON, B. D.; SHAUMANN, W. Vida Vegetal, solos e adubações. In: Agricultura Biodinâmica. Sao Paulo: Nobel, 1983. p. 92-149.

KONONOVA, M. M. **Soil organic matter**. The importance of organic matter in soil formation and soil fertility. New York: Pergamon Press,1961. p.165-200.

KROLOW, I.; OLIVEIRA FILHO, L.; SILVEIRA, G.; MORSELLI, T. B. G. A.; TEIXEIRA, C. VITÓRIA, D. Resposta da rúcula em ambiente protegido submetida a diferentes adubos orgânicos. **Rev. Brasileira de Agroecologia**, v. 1, n. 1, p. 749-752, nov.2006.

LANNA, F.C.A.; ABREU, C. L.; ABREU, J. G.; SILVA, V. Resposta de cultivares de melancia cultivadas sob adubação química e orgânica. **Horticultura**, v. 12, n. 1, p.85. 1994.

MAGNANI, G. et al. **Effecto del condizionamento della luce suláccumulo di nitrati nella lattuga cappuccio (*Lactuca sativa* L. ssp. capitata)**. Colt. Prot., n.12, p. 87-91, 1989.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres Ltda., 1980. 251p.

MALAVOLTA, E. **Manual de Química Agrícola. Nutrição de Plantas e Fertilidade do Solo**. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres Ltda, 1976. 528p.

MALLAR, A. **La lechuga**. Buenos Aires: Editorial Hemisfério Sur, 1983.533p.

MAROTO, J. V. **Horticultura herbacea especial**. Madrid: Mundi-Prensa 3ª ed., 1992. 568 p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic Press, 1986, 674 p.

MARTINEZ, A. A. **A grande e Poderosa Minhoca**. 2 ed. Jaboticabal: Funep / Unesp, 1990. 101p.

MAYNARD, D.N.; BARKER, A.V. Nitrate content of vegetable crops. **HortScience**, Alexandria, v.7, n.3, p. 224-6, 1972.

MAYNARD, D.N.; BARKER, A.V.; MINOTTI, P.L.; PECK, N.H. Nitrate accumulation in vegetables. **Advances in Agronomy**, v. 28, p. 71-118, 1976.

Manual de Adubação e de Calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina/Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. **Comissão de Química e Fertilidade do Solo**. 400 p. 10 ed. - Porto Alegre, 2004.

MAZUR, N. **Efeito do composto de resíduo urbano no pH e disponibilidade de fósforo**. 1981.81f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Itaguaí, Rio de Janeiro.

MELO, W. J.; MARQUES, M. O. ; MELO, V. P. de.; CINTRA, A. A. D. Uso de resíduos orgânicos em hortaliças e impacto ambiental. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.18, p. 67-81, julho, 2000.

MELLO, F. de A; SOBRINHO, M. DE O. C. DO B.; ARZOLLA, S.; SILVEIRA, R. I.; NETTO, A. C.; KIEHL, J. de C. Matéria Orgânica do solo. In: **Fertilidade do Solo**. ESALQ, USP. Piracicaba: Nobel S.A., 1985.p. 105-135.

MINAMI, K. Os resumos da olericultura 2000. In: AZEVEDO FILHO, MARTINEZ FILHO (ed) **Preços agrícolas**, Piracicaba: ESALQ, 1999.p.4.

MINAMI, K. **Produção de Mudas de Alta Qualidade em Horticultura**. 2. ed. São Paulo: T.A. Queiroz, 1995. 59 p.

MINAMI, K. **Produção de mudas de hortaliças de alta qualidade em horticultura**. São Paulo: Fundação Salim Farah Maluf. 1995. 128 p.

MIYAZAWA, M.; KHTOUNIAN, C. & ODENATH- PENHA, L.A. Teor de nitrato nas folhas de alface produzidas em cultivo convencional, orgânico e hidropônico. **Agroecologia Hoje**. Ano II, n. 7, Fevereiro/Março, 2001.p. 23.

MORSELLI, T. B. G. A. Resíduos orgânicos em sistemas agrícolas. Pelotas, 2007. 212f. Universidade Federal de Pelotas, 2007. **Polígrafo**: PPGA/PPGSPAF – UFPel.

MORSELLI, T. B. G. A. ; DONINI, D.; CRUZ, L.E.C.; SILVA, A.C.R.; BOHER, E. Respostas agrônômicas de alface produzida sob adubação orgânica em ambiente protegido. **Anais**. 43 ° Congresso Brasileiro de Olericultura, 2003. Recife Pernambuco.

MORSELLI, T. B. G. A. **Cultivo sucessivo de alface sob adubação orgânica em ambiente protegido**. Pelotas, 2001. 178f. Universidade Federal de Pelotas, 2001. Tese (Doutorado em Agronomia - Produção Vegetal) Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, UFPel, 2001.

MORSELLI, T. B. G. .A. **Vermicultura e vermicompostos – Processos e aplicações**. Projeto apresentado no Curso de Pós-Graduação em Agronomia – Área de Produção Vegetal. Exame de Qualificação. 2000. 70p.

MORSELLI, T. B. G. A.; QUIJANO, F. G.; GUIDOTTI, R. M.; FABRES, R.T. Caracterização química de vermicompostos na forma líquida. CONGRESSO GAÚCHO DE MINHOCULTURA 3.,e CONGRESSO BRASILEIRO DE MINHOCULTURA 1.,1999. Pelotas. **Anais do Congresso**. 1999.

MORSELLI, T. B. G. A.; VALENTE, B. S. Caracterização química de vermicompostos produzidos em estação quente. CONGRESSO GAÚCHO DE MINHOCULTURA 2., . Santo Ângelo. **Anais do Congresso**. 1996

MOTA, F.S., BEISDORF, M.I., ACOSTA, M.J.C. **Estação Agroclimática de Pelotas: Realizações e Programa de Trabalho**. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 1975.

OHSE, S. **Composição centesimal, teores de nitrato e vitamina C de cultivares de alface produzidas em diferentes soluções nutritivas e efeito de proporções de NO_3^- : NH_4^+ sob produção e sobre acúmulo de nitrato**. 1999. 99f. Tese (Doutorado) Piracicaba, São Paulo.

PASCHOAL, A. **Produção orgânica de alimentos: agricultura sustentável para os séculos XX e XXI; guia técnico e normativo para o produtor, o comerciante e o industrial de alimentos orgânicos e insumos naturais**. Piracicaba: ESALQ/USP, 1994, 279 p.

PATE, J.S. Transport and partitioning of nitrogenous solutes. **Annual Review of Plant Physiology**, v. 31, p. 313-340, 1980.

PAULUS, G. Bases para uma agricultura ecológica. (**Apostila do curso sobre agricultura orgânica**). Sobradinho, RS: EMATER, 2000.

PAVLOVIC, R.M.; STEVANOVIC, D.R.; KRESOVIC, M.M. Effect of growing method and lettuce fertilization on changes of nitrate content in leaf. **Acta Horticulturae**, n. 462, p. 885-889, 1997.

PEIXOTO, R. T. dos G. Composto orgânico: aplicações, benefícios e restrições de uso. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 18, p. 56-64, julho 2000.

PEIXOTO, R. T. dos G. **Solubilização do fosfato natural durante a compostagemdo lixo urbano e sua utilização por feijão e sorgo forrageiro**. 1984.235f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Itaguaí, Rio de Janeiro.

POMMERENING, B. et al. Indagine sul contributo contenuto di nitrati negli ortaggi dell'area metapontina. **Inf. Agrar.**, Roma, v.13, p. 97-100, 1992.

PRIMAVESI, A.M. **O manejo ecológico do solo**: Agricultura em regiões tropicais. 9.ed. São Paulo: Nobel, São Paulo, 1982. 550 p.

QUIJANO, F. G. **Efeito da adubação orgânica no desenvolvimento de duas cultivares de alface em ambiente protegido**. Pelotas, 1999. 116f. Universidade Federal de Pelotas, 1999. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Produção Vegetal) Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, UFPel, 1999.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia Vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S. A., 1996. 728p.

RHEINHEIMER, D. S.; CASSOL, P. C.; KAMINSKI, J.; ANGHINONI, I. Fósforo orgânico no solo. In: SANTOS, G. A. & CAMARGO, F. A. O. (Ed) **Fundamentos da matéria orgânica do solo – Ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Gênese, 1999.p. 139-158.

REISSER Jr., C. **Evapotranspiração da alface (*Lactuca sativa* L.) em estufa plástica e ambiente natural**. 1991. 78f. **Dissertação (Mestrado)**. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

RICCI, M. S. F.; CASALI, V. W. D.; CARDOSO, A. A.; RUIZ, H. A. Produção de alface adubadas com compostos orgânicos. **Horticultura Brasileira**, Brasília. V. 12, n. 1, p. 56-58, 1994.

RICHARDSON, S.J.; HARDGRAVE, M. Effect of temperature, carbon dioxide enrichment, nitrogen form and rate of nitrogen fertiliser on the yield and nitrate content of two varieties of glasshouse lettuce. **Journal of the Science Food and Agriculture**, v. 59, n. 3, p. 345-349, 1992.

RODRIGUES, A . N. N. **Efeitos e residuais de superfosfato triplo sobre o rendimento de matéria seca e absorção de fósforo pela aveia em solo Podzólico Vermelho Escuro**. 1984. 59f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

RODRIGUES, E. T.; CASALI V. W. D. Respostas da alface à adubação orgânica. II Teores, conteúdos e utilização de macronutrientes em cultivares. **Rev. Ceres**, Viçosa, v. 45, n. 261, p. 437-449, 1998.

ROORDA Van EYSINGA, J.P.N.L. Nitrate in vegetables under protected cultivation. **Acta Hortic.**, Wageningen, v.145, p. 251-56, 1984.

ROSA, J. da. **Respostas agronômicas de cultivares de alface (*Lactuca sativa* L.) em distintas épocas de semeadura e colheita em estufa plástica**. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 1998.47f. Dissertação(Mestrado em Agronomia – Produção Vegetal) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, UFPel, 1998.

SAMINÊZ, T.C. de O. **Caracterização de propriedades orgânicas do Distrito Federal**. 2002, No Prelo.

SAMINÊZ, T.C. de O. Produção orgânica de alimentos. **Horticultura Brasileira**, v. 17, n. 3, contracapa, 1999.

SANTAMARIA, P. Contributo degli ortaggi all' assunzione giornaliera di nitrato – nitrito e nitrosamina). **Industrie-Alimentari**, v. 36, n. 364, p. 1.329-1.334, 1997.

SHARPLEY, A . N. & SYERS, J. K. Potential role of earthworms cats for the phosphorus enrichment of run-off waters. **Soil Biol.Biochem.**, v. 8, p. 341-346, 1976.

SANTOS, G. de A. S. & CAMARGO, F.A. de O. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. In: SANTOS, G. de A. S. & CAMARGO, F. A. de O. (ed) Porto Alegre: Genesis, 1999. p. 3-23.

SAVIGNAC, G. **Choisir lês moyens et lse máthodes de la fertilisation organique. Encyclopedie Permanente de l"agriculture Biologique**. Paris, ed. Debard, vol.1, 232, dez 1976.10 p.

SHARPLEY, A . N. & SYERS, J. K. Potential role of earthworms cats for the phosphorus enrichment of run-off waters. **Soil Biol.Biochem.**, v. 8, p. 341-346, 1976.

SILVA, E.S.; CARVALHO, C. A . L.; MORAES, G. J. ; OLIVEIRA, A . R. Diversidade de ácaros de solo associados à ecossistemas de mata, eucalipto e pastagens no município de Cruz Das Almas - Bahia . In.: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIZANTES DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 24., REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 8., SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 6., REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 3., 2000. **Fertibio** - Santa Maria - RS, 2000.

SILVA, L. H. de; NEGREIROS, M. Z. D. de; PEDROSA, J. F. Produção de alface adubada com composto orgânico na presença e na ausência de adubo mineral, 320, 1998. In: 38º Congresso Brasileiro de Olericultura. Petrolina. **Resumo**. Petrolina, PE: SOB, 1998.

SOUZA, L. M. de; CASTILHOS. D. D.; MORSELLI, T.B. G.A.; CANTON, D. D.; HARTWIG, M.; QUADROS, M. S.; SANTOS, N. M. L. dos. Conteúdos de macronutrientes e respostas agrônômicas de alface cultivada em ambiente protegido sob adubação orgânica. **Rev. Brasileira de Agroecologia**. V. 1, n. 1, p. 411-414, nov, 2006.

SOUZA, J.L.; PREZOTTI, L.C. Avaliação das condições de solo em sistemas orgânicos de produção. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 36., 1996 Rio de Janeiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.14, n.1, p. 122, 1996.

TAGLIARI, P.S.; GRASSMANN, H. **Minhoca: a grande aliada da agricultura**. Agropecuária Catarinense, v.8, n.1, p. 11-14, mar. 1995.

TAGLIARI, P.S. **Produção agroecológica: uma ótima alternativa para agricultura familiar**. Agropecuária Catarinense, v. 10, n.1, p. 29-39, Mar. 1997.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BASSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S.J. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: Faculdade de Agronomia. Departamento de Solos Universidade Federal do Rio Grande do Sul. RS, p. 174, 1995.

TENNANT, D.A . Test of modified line intersect method of estimating root length. **Journal Ecology**, Oxford, V63, p. 995-1001, 1975.

TERRA, S. B. **Comportamento da alface em duas épocas de cultivo sob adubação orgânica e ambiente protegido**. 2000. 130f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Produção Vegetal) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

TIBAU, A.O. Matéria Orgânica do Solo. In: **Matéria Orgânica e Fertilidade do Solo**. São Paulo: Nobel, 1984. p.49-182.

TIM, P.J.; GOMES, J.C.C.; MORSELLI, T.B. Insumos para agroecologia: Pesquisa em vermicompostagem e produção de biofertilizantes líquidos. **Ciência e Ambiente**. Universidade Federal de Santa Maria. 2004. nº.29.(julho – dezembro) Santa Maria, RS.

URRESTARAZU, M.; POSTIGO, A.; SALAS, M.; SÁNCHEZ, A.; CARRASCO, G. Nitrate accumulation reduction using chloride in the nutrient solution on lettuce growing by NFT in semiarid climate conditions. **Journal of Plant Nutrition**, v. 21, n. 8, p. 1.705-1.714, 1998.

VAN RAIJ, B. Fertilidade do solo e adubação. IN: **Associação Brasileira para pesquisa da Potassa e do Fosfato**. São Paulo: Agronômica Ceres Ltda., 1991, 343p.

VARGAS, M.A.T.; HUNGRIA, M., ed. **Biologia dos solos dos Cerrados**. Planaltina: EMBRAPA – CPAC, 1997. 524p.

VENTER, J.M.; REINECKE, A.J. The life-cycle of the compost worm *Eisenia foetida* (Oligochaeta). **South African Journal of Zoology**, Africa do Sul, v.23, n.3, p.161-165, 1988.

VERDONCK, O. Reviewing and evaluation of new materials used as substrates. **Acta Horticulturae**, v. 150, p. 467-473, 1983.

VIDAL, M.B. **Cultivo de rúcula (*Eruca sativa* L.) sob adubação orgânica em ambiente protegido**. 2006.57f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Produção Vegetal) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

WALKER, R. Nitrates, nitrites and N-nitrosocompounds - review of the occurrence in food and diet and the toxicological implications. **Food Additives and Contaminants**, v. 7, n. 6, p. 717-768, 1990.

WEIMIN, Z.; SHIJUN, L.; LIHONG, G; ZHONGYANG, H.; DABIAO, Z. Genetic diversity of nitrate accumulation in vegetable crops. **Acta Horticulturae**, n. 467, p. 119-126, 1998.

ZANDSTRA, M.B., ENINK, A.H. Nitrate concentration and reduction in different genotypes of lettuce. **Journal American Society Horticultural Science**, Alexandria, v. 111, p. 908-911, 1986.

ZAGO, V. C. P.; EVANGELISTA, M. R.; ALMEIDA, D. I.; GUERRA, J. G. M.; PRATA, M. C. P.; RUMJANEK, N. G. Aplicações de esterco bovino e uréia na couve e seus reflexos nos teores de nitrato e na qualidade. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 3, p. 207-211, 1999.

ZONTA, E. P.; MACHADO, A. A.; SILVEIRA, P. Sanest: **Sistema de análise estatística para microcomputadores**. Registrado na Secretaria Especial de Informática, sob número 066060 – categoria A. Pelotas-RS, Universidade Federal de Pelotas. 1984.

7 APÊNDICES

APÊNDICE A – Valores médios de temperatura e umidade relativa do ar fora da estufa

Tabela 1 A – Médias mensais de temperatura do ar observadas fora da estufa no experimento I (Janeiro a Abril de 2007) FAEM/UFPeI, 2007

Temperatura do ar (°C)			
Meses	Máxima	Mínima	Média
Janeiro	29,70	19,40	24,55
Fevereiro	30,30	18,60	24,45
Março	28,50	20,10	24,30
Abril	25,70	16,50	21,10

Fonte: Embrapa/UFPeI/INMET/8ºDISME

Tabela 2 A – Médias mensais de temperatura do ar observadas fora da estufa no experimento II (Maio a Julho de 2007) FAEM/UFPeI, 2007

Temperatura do ar (°C)			
Meses	Máxima	Mínima	Média
Maio	18,30	8,80	13,55
Junho	16,90	8,30	12,60
Julho	15,30	5,70	10,50

Fonte: Embrapa/UFPeI/INMET/8ºDISME

Tabela 3 A – Médias mensais de umidade relativa do ar observadas fora da estufa no experimento I (Janeiro a Abril de 2007) FAEM/UFPeI, 2007

Meses	Umidade Relativa do Ar (%)
Janeiro	77,20
Fevereiro	77,20
Março	84,20
Abril	86,00

Fonte: Embrapa/UFPeI/INMET/8°DISME

Tabela 4 A – Médias mensais de umidade relativa do ar observadas fora da estufa no experimento I (Maio a Julho de 2007) FAEM/UFPeI, 2007

Meses	Umidade Relativa do Ar (%)
Maio	85,50
Junho	83,10
Julho	78,60

Fonte: Embrapa/UFPeI/INMET/8°DISME

APÊNDICE B – Análise estatística da parte aérea

Tabela 1B - Análise da variação das variáveis: fitomassa fresca da parte aérea (FFPA), fitomassa seca da parte aérea (FSPA), diâmetro de planta (DP), número de folhas (NF) e área foliar (AF), de duas cultivares de alface, no experimento I. FAEM/UFPEL, 2007

Causas Da variação	GL	FFPA	FSPA	DP	NF	AF
		-----Quadrados médios -----				
Tratamento	5	1074,14**	2,87**	48,34**	13,11**	391160,76**
Cultivar	1	643,38**	1,08**	4,62**	1534,02**	4445104,60**
Trat. x Cultivar	5	137,59**	0,23**	6,45**	7,29**	20860,66**
Blocos	2					
Resíduo	22	74,86**	0,20	2,21	5,65	28788,26
Total	35					
Média Geral		45,07	3,47	28,26	23,41	1064,19
CV %		19,19	12,99	5,26	10,15	15,94

** Significativo a 5%

ns Não significativo

CV (Coeficiente de variação)

Tabela 2 B - Análise da variação das variáveis: fitomassa fresca da parte aérea (FFPA), fitomassa seca da parte aérea (FSPA), diâmetro de planta (DP), número de folhas (NF) e área foliar (AF), de duas cultivares de alface, no experimento II. FAEM/UFPel, 2007

Causas Da variação	GL	FFPA	FSPA	DP	NF	AF
		-----Quadrados médios -----				
Tratamento	5	27,44**	10,29**	113,49**	5,93**	180727,16**
Cultivar	1	5623,50**	36,00**	4,62**	1111,11**	2988299,98**
Trat. x Cultivar	5	116,10**	1,23**	4,73**	6,57**	35761,30**
Blocos	2					
Resíduo	22	44,08	0,46	3,82	5,31	33458,36
Total	35					
Média Geral		34,17	6,76	29,48	17,83	684,79
CV %		19,42	10,06	6,63	12,92	26,71

** Significativo a 5%

ns Não significativo

CV (Coeficiente de variação)

APENDICE C – Análise estatística da raiz

Tabela 1 C - Análise da variação das variáveis: fitomassa seca da raiz (FSR), comprimento de raiz (CR), densidade de raiz (DR), razão parte aérea/sistema radicular (RPA/SR), de duas cultivares de alface, no experimento I.

Causas	GL	FSR	CR	DR	RPA/SR
Da					
variação		-----Quadrados médios-----			
Tratamento	5	11,46**	4818,15**	0,0003**	0,212**
Cultivar	1	5,80**	8746,30**	0,0005**	0,148**
Trat. x Cultivar	5	2,11**	1776,79**	0,0001**	0,031**
Blocos	2				
Resíduo	22	2,76	88,71	0,0001	0,008
Total	35				
Média Geral		8,49	64,25	0,016	0,51
CV %		19,59	14,65	14,67	18,00

** Significativo a 5%

ns Não significativo

CV (Coeficiente de variação)

Tabela 2 C - Análise da variação das variáveis: fitomassa seca da raiz (FSR), comprimento de raiz (CR), densidade de raiz (DR), razão parte aérea/sistema radicular (RPA/SR), de duas cultivares de alface, no experimento II.

Causas Da variação	GL	FSR	CR	DR	RPA/SR
	-----Quadrados médios-----				
Tratamento	5	19,72**	880,51**	0,00005**	0,443**
Cultivar	1	0,09 ^{ns}	536,54**	0,00003**	0,523**
Trat. x Cultivar	5	4,60**	496,54**	0,00003**	0,133**
Blocos	2				
Resíduo	22	2,59	56,26	0,000003	0,023
Total	35				
Média Geral		7,31	34,24	0,0085	1,051
CV %		22,03	21,90	21,57	14,42

** Significativo a 5%

ns Não significativo

CV (Coeficiente de variação)

APÊNDICE D – Análise estatística do diâmetro de planta na colheita nos experimentos I e II.

Tabela 1 D – Análise da variação da variável diâmetro de planta, de duas cultivares de alface, aos 21 dias no experimento I.

Causas da variação	GL	21 dias
	-----Quadrados médios-----	
Tratamento	5	35,44**
Cultivar	1	13,69**
Trat. x Cultivar	5	2,67**
Blocos	2	
Resíduo	22	4,80
Total	35	
Média Geral		28,50
CV %		7,68

** Significativo a 5%

ns Não significativo

CV (Coeficiente de variação)

Tabela 2 D – Análise da variação da variável diâmetro de planta, de duas cultivares de alface, aos 28 dias no experimento I.

Causas da variação	GL	28 dias
	-----Quadrados médios-----	
Tratamento	3	36,19**
Cultivar	1	3,76**
Trat. x Cultivar	3	2,99 ^{ns}
Blocos	2	
Resíduo	14	7,18
Total	23	
Média Geral		27,52
CV %		9,73

** Significativo a 5%

ns Não significativo

CV (Coeficiente de variação)

Tabela 3 D – Análise da variação da variável diâmetro de planta, de duas cultivares de alface, aos 35 dias no experimento I.

Causas da variação	GL	35 dias
	-----Quadrados médios-----	
Tratamento	1	14,10**
Blocos	2	
Resíduo	2	22,63
Total	5	
Média Geral		25,46
CV %		18,68

** Significativo a 5%

ns Não significativo

CV (Coeficiente de variação)

Tabela 4 D – Análise da variação da variável diâmetro de planta, de duas cultivares de alface, aos 40 dias no experimento II.

Causas da variação	GL	40 dias
	-----Quadrados médios-----	
Tratamento	5	103,17**
Cultivar	1	3,73**
Trat. x Cultivar	5	5,60**
Blocos	2	
Resíduo	22	5,80
Total	35	
Média Geral		29,51
CV %		8,16

** Significativo a 5%

ns Não significativo

CV (Coeficiente de variação)

Tabela 5 D – Análise da variação da variável diâmetro de planta, de duas cultivares de alface, aos 45 dias no experimento II.

Causas da variação	GL	35 dias
	-----Quadrados médios-----	
Tratamento	3	43,83**
Blocos	2	
Resíduo	6	6,90
Total	11	
Média Geral		27,25
CV %		9,64

** Significativo a 5%

ns Não significativo

CV (Coeficiente de variação)

APÊNDICE E – Cultivares Mimosa Vermelha e Regina ao final dos experimentos I e II.



Figura 1 E- Cultivar Mimosa Vermelha no Experimento I. (UFPeI, 2007)



Figura 2E- Cultivar Regina no Experimento I. (UFPeI, 2007)



Figura 3E- Cultivar Regina no Experimento II.
(UFPeI, 2007)



Figura 4 E- Cultivar Mimosa Vermelha no Experimento II. (UFPeI, 2007)