

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel – FAEM
Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar



Dissertação

Produção de alface a partir de sementes orgânicas e convencionais sob adubação orgânica com vermicomposto bovino em ambiente protegido

Marciana Rubira da Silva Maciel

Pelotas, 2017

Marciana Rubira da Silva Maciel

Produção de alface a partir de sementes orgânicas e convencionais sob adubação orgânica com vermicomposto bovino em ambiente protegido

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial da obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Tânia Beatriz Gamboa Araújo Morselli

Pelotas, 2017

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

M152p Maciel, Marciana Rubira da Silva

Produção de alface a partir de sementes orgânicas e convencionais sob adubação orgânica com vermicomposto bovino em ambiente protegido / Marciana Rubira da Silva Maciel ; Tânia Beatriz Gamboa Araújo Morselli, orientadora. — Pelotas, 2017.

72 f.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2017.

1. Lactuca sativa L.. 2. Grand Rapids. 3. Húmus. I. Morselli, Tânia Beatriz Gamboa Araújo, orient. II. Título.

CDD : 635.52

Marciana Rubira da Silva Maciel

Produção de alface a partir de sementes orgânicas e convencionais sob adubação orgânica com vermicomposto bovino em ambiente protegido

Dissertação aprovada, como requisito parcial, para obtenção do grau de Mestre em Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Faculdade de Agronomia Elise Maciel, Universidade Federal de Pelotas.

Data da defesa:

Banca examinadora:

.....
Prof.^aDr.^a Tânia Beatriz Gamboa Araújo Morselli (Orientadora)
Doutora em Ciências pela Universidade Federal de Pelotas

.....
Prof. Dr.^o Carlos Rogério Mauch
Doutor em Agronomia pela Universidad Politécnica de Valencia - Espanha

.....
Dr.^a Rosiméri Damasceno Trecha
Doutora em Agronomia pela Universidade Federal de Pelotas

.....
Dr.^a Solange Machado Tonietto
Doutora em Ciências pela Universidade Federal de Pelotas

Às minhas filhas, Akiany e Estéfany (gestação)
Ao meu esposo Estevão da Silva Maciel
Aos meus pais Vanilda e Darci

Dedico

Agradecimentos

A Deus por me abençoar e por sempre ter mostrado uma luz nos momentos difíceis da minha vida.

Aos meus pais (Darci e Vanilda), pelos quais tenho um grande respeito, amor e que me deram toda educação fundamental para conseguir vencer os obstáculos da vida.

À minha Orientadora Prof.^a Tânia Beatriz Gamboa Araújo Morselli, pela enorme dedicação aos ensinamentos, carinho, amizade e pela confiança na realização deste trabalho.

A todos que de alguma forma contribuíram com a realização deste trabalho, pois sozinho é impossível adquirir esta conquista.

Aos professores, funcionários e estagiários do Departamento de Solos pela amizade e solidariedade.

Aos colegas do curso de Pós-Graduação, em especial a minha amiga Rosimére Damaceno Trecha, a qual sem a ajuda este trabalho não teria sido concluído.

Agradeço a Universidade federal de Pelotas pela oportunidade de realizar o curso de Mestrado em Sistemas de Produção agrícola Familiar.

Ao curso de Pós-graduação em Sistemas Agrícola Familiar pela acolhida e pela oportunidade de realizar este curso e fazer parte da história desta instituição.

À CAPES pelo apoio financeiro durante o período dos estudos.

A todas as pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram para meu sucesso profissional e me ajudaram para lograr meus objetivos, meus sinceros agradecimentos.

Resumo

MACIEL, Marciana Rubira da Silva. **Produção de alface a partir de sementes orgânicas e convencionais sob adubação orgânica com vermicomposto bovino em ambiente protegido**. 2017. 74 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2017.

Com o objetivo de avaliar a produção de alface ‘Grand Rapids’ a partir de sementes orgânicas e convencionais sob adubação orgânica com vermicomposto bovino em ambiente protegido, tomando-se como base os índices de recomendação da Comissão de Química e de Fertilidade do Solo – RS/SC (2004) foi desenvolvido um experimento no ano de 2016, no período de 26/07/2016 a 30/08/2016, a contar da data do transplante das mudas. Utilizou-se uma estufa plástica, modelo capela, na área experimental da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da UFPel, no Campus Capão do Leão, Rio Grande do Sul, Brasil. Escolheu-se a cultivar ‘Grand Rapids’, empregando-se dois tipos de sementes: semente orgânica (S1) e semente convencional (S2), submetida à adubação com vermicomposto bovino (VB), da seguinte maneira: T1 (0,5 ROLAS VB); T2 (1,0 ROLAS VB) e T3 (1,5 ROLAS VB). O experimento foi realizado em delineamento em blocos ao acaso. As variáveis estudadas foram: fitomassa fresca e seca da parte aérea, fitomassa fresca e seca de raiz, diâmetro da planta, área foliar, número de folhas, comprimento de raiz, densidade de raiz, razão parte aérea e sistema radicular, bem como os macronutrientes através de análises laboratoriais. O vermicomposto bovino utilizado como adubo favorece a produção adequada da cultura da alface ‘Grand Rapids’, quando da aplicação de 1,0 e 1,5 vezes a recomendação da Comissão de Fertilidade do Solo para o RS/SC (2004). Independentemente da origem da semente de alface ‘Grand Rapids’, a resposta quanto à adubação com vermicomposto bovino, no que tange aos aspectos relacionados à comercialização, foi satisfatória, pois atendeu a recomendação para o diâmetro de planta e área foliar. O teor de NO_3^- nas folhas da alface ‘Grand Rapids’ com a aplicação de vermicomposto bovino, está dentro dos padrões da FAO para o acúmulo em folhosas. O efeito residual do vermicomposto bovino no solo, após a colheita da alface ‘Grand Rapids’, permite dar continuidade a um próximo cultivo sem necessidade de adição de adubo. O comportamento da cultivar ‘Grand Rapids’ com sementes orgânicas e convencionais, sob adubação orgânica é similar.

Palavras-Chaves: *Lactuca sativa* L.; Grand Rapids; Húmus.

Abstract

MACIEL, Marciana Rubira da Silva. **Production of lettuce with organic and conventional seeds under organic fertilizer with bovine manure vermicompost in a protect cultivation.** 2017. 74f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.

With objective to evaluate the production of 'Grand Rapids' lettuce from organic and conventional seeds under organic fertilization with bovine manure vermicompost in polyethylene greenhouse, based on the recommendation indexes of the Comissão de Química e Fertilidade do Solo - RS / SC (2016) was developed an experiment in the year 2016 in the period from 07/26/2016 to 08/30/2016, a deposit of data of the transplant of the seedlings. A polyethylene greenhouse, model chapel, was used in the experimental area of the Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Capão do Leão Campus, Rio Grande do Sul, Brazil. A 'Grand Rapids' cultivar was chosen, using two types of seeds: organic seed (S1) and conventional seed (S2), submitted to bovinemanure vermicompost (BV) fertilization in the previous way: T1 (0,5 ROLAS VB); T2 (1,0 ROLAS VB) and T3 (1,5 ROLAS VB). The experiment was carried out in a randomized block design. The variables studied were: above ground biomass fresh and dry, fresh and dry root phytomass, plant diameter, leaf area, leaf number, root length, root density, shoot root system and macronutrients, crosses of laboratorial efforts. The bovine manure vermicompost used as fertilizer favors the adequate production of the 'Grand Rapids' lettuce crop, when applying the 1.0 and 1.5 times the recommendation of the Comissão de Fertilidade do Solo RS/SC (2004). Regardless of the origin of the 'Grand Rapids' lettuce seed, the response regarding fertilizer application with bovine manure vermicompost was satisfactory, as it met the recommendation for plant diameter and leaf area. The NO_3^- content in 'Grand Rapids' lettuce leaves with the application of bovine vermicompost, is within the FAO standards for hardwood accumulation. The residual effect of bovine manure vermicompost on the soil, after harvesting the 'Grand Rapids' lettuce, allows the continuation of a next crop without the addition of fertilizer. The behavior of the 'Grand Rapids' cultivar with organic and conventional seeds under organic fertilization is similar.

Key-Words: *Lactuca sativa* L.; Grand Rapids; Humus.

Lista de Tabelas

Tabela 1	Características do vermicomposto bovino (VB) na forma sólida, UFPel-Pelotas, 2016.....	28
Tabela 2	Análise de solo inicial, antes da instalação do experimento, UFPel, 2016.....	28
Tabela 3	Recomendação de adubação orgânica para a cultura da alface.....	29
Tabela 4	Tratamentos e adubações com vermicomposto bovino, UFPel, 2016.....	30
Tabela 5	Fitomassa fresca da parte aérea (FFPA), fitomassa seca da parte aérea (FSPA), fitomassa fresca da raiz (FFR), fitomassa seca da raiz (FSR) e relação parte aérea/sistema radicular (RPA/SR) de alface cultivar Grand Rapids sob adubação orgânica em ambiente protegido nos diferentes tratamentos, UFPel, Pelotas, 2016.....	35
Tabela 6	Médias dos tratamentos para as variáveis fitomassa fresca parte aérea (FFPA), fitomassa seca parte aérea (FSPA), fitomassa fresca da raiz (FFR), fitomassa seca da raiz (FSR) e relação parte aérea sistema radicular (RPA/SR) das plantas de alface cultivar Grand Rapid's sob adubação orgânica em ambiente protegido nos diferentes tratamentos, UFPel, Pelotas, 2016.....	37
Tabela 7	Médias das sementes para as variáveis fitomassa fresca parte aérea (FFPA), fitomassa seca parte aérea (FSPA),	

	fitomassa fresca da raiz (FFR), fitomassa seca da raiz (FSR) e relação parte aérea sistema radicular (RPA/SR) de alface cultivar Grand Rapid's sob adubação orgânica em ambiente protegido nos diferentes tratamentos, UFPel, Pelotas, 2016.....	38
Tabela 8	Número de folhas (NF), área foliar (AF), diâmetro de planta (DP), comprimento de raiz (CR) e densidade de raiz (DR) de alface cultivar Grand Rapid's sob adubação orgânica em ambiente protegido nos diferentes tratamentos, UFPel, Pelotas, 2016.....	40
Tabela 9	Médias dos tratamentos para as variáveis número de folhas (NF), área foliar (AF), diâmetro de planta (DP), comprimento de raiz (CR) e densidade de raiz (DR) de alface cultivar Grand Rapid's sob adubação orgânica em ambiente protegido nos diferentes tratamentos, UFPel, Pelotas, 2016..	41
Tabela 10	Médias das sementes para as variáveis número de folhas (NF), área foliar (AF), diâmetro de planta (DP), comprimento de raiz (CR) e densidade de raiz (DR) de alface cultivar Grand Rapid's sob adubação orgânica em ambiente protegido nos diferentes tratamentos, UFPel, Pelotas, 2016..	41
Tabela 11	Médias dos conteúdos de fósforo (P), potássio (K), amônio (N-NH ₄ ⁺), nitrato (N-NO ₃ ⁻), nitrogênio (N) total, cálcio (Ca) e magnésio (Mg) de tecido vegetal da alface cultivar Grand Rapid's sob adubação orgânica em ambiente protegido nos diferentes tratamentos, UFPel, Pelotas, 2016.....	43
Tabela 12	Análise química do solo, matéria orgânica (M.O), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) antes e após	

o experimento de alface com sementes orgânicas e convencionais sob adubação orgânica com vermicomposto bovino (VB) em ambiente protegido, Pelotas (2016)..... 44

Sumário

1	Introdução geral.....	13
2	Revisão de literatura.....	15
2.1	Cultura da alface.....	15
2.1.1	Propagação da alface.....	17
2.2	Aspectos qualitativos e a questão do nitrato.....	18
2.3	Adubação orgânica.....	19
2.3.1	Esterco bovino.....	21
2.3.2	Vermicompostagem.....	22
2.4	Ambiente protegido.....	23
2.5	Cultura da alface x vermicomposto.....	25
3	Material e métodos.....	26
3.1	Localização.....	26
3.2	Local e condução do experimento.....	26
3.3	Vermicomposto.....	27
3.3.1	Análise do vermicomposto.....	28
3.4	Análise do solo.....	28
3.5	Adubação orgânica.....	29
3.6	Observações agronômicas e variáveis analisadas.....	30
3.6.1	Fitomassa fresca da parte aérea (FFPA).....	30
3.6.2	Fitomassa seca da parte aérea (FSPA).....	31
3.6.3	Sistema radicular.....	31
3.6.4	Razão parte aérea/sistema radicular (RPA/SR).....	31
3.6.5	Numéro de folhas (NF).....	31
3.6.6	Área foliar (AF).....	32
3.6.7	Diâmetro da planta (DP).....	32
3.6.8	Comprimento de raíz (CR).....	32
3.6.9	Densidade de raiz (DR).....	32

3.6.10 Determinação de macronutrientes.....	33
3.7 Delineamento experimental e análise estatística.....	33
4 Resultados e discussão.....	33
5 Conclusões.....	45
Referências.....	47
Apêndices.....	58

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, o cultivo de alimentos orgânicos no Brasil está em propalado crescimento, devido ao despertar da população por consumo de alimentos saudáveis e livres de agrotóxicos. Dentre estes, destacam-se os alimentos consumidos in natura, particularmente as hortaliças folhosas, que na maioria das dietas são ingeridas diariamente, devido à praticidade na preparação e valor nutracêutico¹.

O cultivo orgânico praticado de modo geral pela agricultura familiar, visa o fornecimento de um alimento de qualidade para o consumidor, ou seja, um produto limpo, saudável, que provém de um sistema de cultivo que observa as leis da natureza e todo o manejo agrícola está baseado no respeito ao meio ambiente e na preservação dos recursos naturais. Além do agricultor poder ter acesso a este alimento saudável em sua mesa, irá beneficiar também a saúde do consumidor; favorecendo ainda, o enriquecimento do solo através das técnicas e adubações orgânicas empregadas.

A agricultura orgânica difere principalmente da agricultura convencional por visualizar o solo como fator fundamental dentro do processo de produção. Desse modo, as práticas priorizadas no manejo orgânico do solo, por intermédio de um ínfimo revolvimento e maior volume de matéria orgânica e ação biológica, possibilitam a conservação e o aumento da qualidade do solo (ALCÂNTARA e MADEIRA, 2008).

O sistema orgânico de produção de hortaliças está em pleno desenvolvimento em nível mundial, em virtude da urgência da preservação do meio ambiente e da proteção da saúde dos consumidores e produtores, dentre outros fatores. Os agricultores familiares são os principais produtores deste tipo de sistema, sendo que tais características são específicas de pequenas propriedades com administração familiar, necessitando assim, de menores investimentos, por utilizar mão de obra familiar, por cultivar uma variedade de produtos em uma única área e, por estar menos sujeito a recursos provenientes de fora da propriedade (SEDIYAMA et al. 2014).

¹ O termo nutracêutico significa a ação medicamentosa do alimento (CAZZOLINO, 2012).

Dentro de vários agroecossistemas, o cultivo de hortaliças se mostra como um elemento essencial para a diversidade, devido ao intervalo de plantio e ciclo serem pequenos, além disso, favorece o redesenho das propriedades, pois dependendo da espécie cultivada, a área de plantio poderá ser variada. Inclusive, as hortaliças são bem aceitas no mercado e em sua maioria comercializadas in natura, exigindo insignificante processamento, proporcionando um retorno econômico em curto prazo (VIDAL, 2011).

Dentre as hortaliças de grande importância, destaca-se a alface (*Lactuca sativa* L.). Uma das hortaliças folhosas de maior importância comercial e de maior consumo mundial e no Brasil, figura entre as principais hortaliças, no que se refere à produção, à comercialização e ao valor nutricional, seu consumo se dá tanto em forma de saladas, como também em acompanhamento de sanduíches; por essa razão, é de notável importância o estudo de técnicas que aperfeiçoem a produção desta hortaliça e que assegurem a sustentabilidade ambiental na agricultura (SANTOS, 2011).

Considerando-se a crescente procura por produtos orgânicos, o presente estudo teve como objetivo avaliar a produção de alface a partir de sementes orgânicas e convencionais sob adubação orgânica com vermicomposto bovino em ambiente protegido.

2 Revisão de literatura

2.1 A Cultura da alface

A alface (*Lactuca sativa* L.), destaca-se como a principal hortaliça folhosa comercializada no Brasil, no qual é o maior produtor da América do Sul. Segundo a Associação Brasileira do Comércio de Sementes e Mudas (ABCSEM) 2014, esta cultura movimenta anualmente, em média, um montante de R\$ 8 bilhões ano⁻¹, apenas no varejo, com uma produção de mais de 1,6 milhão de toneladas ano⁻¹.

A planta é originária da Europa e da Ásia Ocidental, com caule pequeno no qual se prendem as folhas lisas ou crespas, podendo ou não formar cabeça, apresentando vários tons de verde ou roxa, conforme a cultivar. A raiz é superficial explorando apenas os primeiros 25 cm do solo. É uma planta anual, florescendo sob dias longos com altas temperaturas (FILGUEIRA, 2013).

A alface é a mais popular das hortaliças folhosas, sendo cultivada em quase todas as regiões do globo terrestre. Pode ser considerada uma boa fonte de vitaminas e sais minerais, destacando-se seu elevado teor de vitamina A, além de conter vitaminas B1 e B2, vitaminas C, cálcio e ferro (FERNANDES et al., 2002). Apresenta baixo teor de calorias, tornando-se uma das formas de salada in natura mais consumida pelos brasileiros (KATAYAMA, 1993).

No Brasil, os dados levantados por Sala e Costa (2012) indicam que os principais tipos de alface cultivados em ordem de importância econômica são a crespa, americana, lisa e romana. As mudanças ocorridas na alfacicultura brasileira foram descritas por Costa e Sala (2005), sendo que a mais significativa foi à substituição da alface lisa (tipo White Boston) pela cultivar do tipo crespa (Grand Rapids), que, por não apresentar formação de cabeça, mostrou ser adequada ao cultivo no verão, garantindo e minimizando as elevadas perdas que havia com a alface lisa repolhuda. Em relação a cultivares de alface, considera-se que a alface crespa, tipo 'Grand Rapids', vem adquirindo grande aceitação, no qual corresponde a 70% do mercado (NASCIMENTO et al., 2007).

As cultivares comercialmente utilizadas podem ser didaticamente agrupadas, considerando-se as características das folhas, bem como o fato destas se reunirem

ou não, formando uma cabeça (Filgueira, 2013). Assim, obtêm-se seis grupos ou tipos de alface: repolhuda-crespa (americana); repolhuda-manteiga; solta-lisa; solta-crespa; mimosa e romana.

O grupo de alface solta-crespa foi escolhido como objeto de estudo para este trabalho, por ser líder de mercado. Segundo Filgueira (2013), este grupo apresenta tais características: as folhas são bem consistentes, crespas e soltas, não formando cabeça; a cultivar típica é a norte-americana e tradicional 'Grand Rapids'.

Para Sala (2011), a cultivar 'Grand Rapids' é o padrão varietal e referencial de alface crespa com presença de folhas flabeladas, bordos foliares ondulados, folhas tenras, flexíveis, de coloração verde claro, apresentando boa produção de massa foliar e crescimento rápido (pode atingir seu ponto de colheita com até 30 dias após o transplante), sendo considerada uma cultivar de ciclo precoce, dependendo da época e região de cultivo.

No Brasil, o cultivo da alface crespa começou por intermédio da cultivar 'Grand Rapids', considerada centenária, pois originou-se no século XIX na região de Michigan, nos EUA, onde foi desenvolvida e destinada para produção em hortas caseiras e cultivo em estufas de vidros no inverno americano quando não existiam plásticos para estufas na região do meio oeste americano (SALA, 2011).

A adoção desse tipo varietal pelo alfaccultor foi pela coloração verde claro de suas folhas, tradicionalmente aceita pelo consumidor brasileiro que preferem esse tipo de coloração, semelhante a coloração do tipo lisa. Atualmente, o padrão varietal de alface crespa na maioria dos países é de coloração verde escuro e que não tem preferência no mercado nacional. O uso da alface tipo crespa como preferência no Brasil é um fato único em relação à alfaccultura mundial (COSTA E SALA, 2005).

2.1.1 Propagação da alface

A propagação da cultura da alface se dá por meio de sementes, as quais são muito sensíveis às variações de temperatura e umidade do meio onde germinam (BERTAGNOLLI et al., 2003), por se tratar de sementes de pequeno porte, possuindo assim poucas reservas, resultando na exigência de condições otimizadas

para a germinação a fim de assegurar a emergência e produção de mudas de alto vigor (ZANARDO et al., 2010). A tecnologia mais utilizada pelos olericultores no Brasil, se baseia no cultivo com a semeadura em bandejas de isopor para posterior transplante, quando as mudas atingirem quatro folhas definitivas (FILGUEIRA, 2012).

O produtor nem sempre tem total controle durante o período de germinação, pois geralmente são expostas a diferentes condições edafo-climáticas, sendo de fundamental importância utilizar sementes de boa qualidade para se assegurar a emergência das plântulas em campo e obter um estande uniforme (NASCIMENTO e SILVA, 2012). Neste sentido, a utilização de sementes orgânicas poderá apresentar qualidade superior, igual ou inferior às sementes convencionais.

Segundo Nascimento, Vidal e Resende (2012), a produção de sementes para agricultura orgânica é baseada nos princípios agroecológicos, onde se utiliza germoplasma adaptado às condições locais, retomando o uso de cultivares tradicionais e/ou crioulas com frequência; por outro lado, a produção de sementes para cultivos agroecológicos, não atrai interesse de empresas de grande porte por envolver mudanças significantes nos atuais sistemas de produção empregados.

A Instrução Normativa de produção orgânica (IN46/2011), determina que o Organismo de Avaliação da Conformidade Orgânica (OAC) ou a Organização de Controle Social (OCS) podem autorizar a utilização de sementes convencionais, dando preferência àquelas não tratadas com agrotóxicos, desde que constatada a indisponibilidade de materiais orgânicos nos mercados ou a inadequação dos materiais existentes à situação ecológica das unidades de produção. No entanto, a proibição do uso de tais sementes está inserida no consenso mundial (ABD – Associação Brasileira de Agricultura Biodinâmica, 2014).

2.2 Aspectos qualitativos e a questão do nitrato

A alface é ingerida basicamente em forma de saladas cruas, mantendo suas propriedades nutritivas; por ser uma folhosa rica em vitaminas, sais minerais e

também por apresentar baixo valor energético é considerada a hortaliça de maior consumo mundial.

Além de conter alto teor de vitaminas A, B e C, a alface contém cálcio, fósforo, potássio e outros minerais encontrados em teores mais elevados nas cultivares com folhas de bordos lisos em sem formação de cabeça, sendo considerada uma planta de propriedades tranquilizantes (MAROTO, 1992). Segundo Filgueira (2013) a análise de 100g da parte utilizável de alface, o valor nutricional apresenta: 1,2g de proteína; 35mg de cálcio; 2,0mg de ferro; 26mg de fósforo; 970 U.I. de vitamina A; 60µg de tiamina; 60µg de riboflavina; 0,3mg de niacina e 8mg de vitamina C.

Com relação à segurança alimentar, torna-se importante o monitoramento do teor de nitrato na cultura da alface, pois a ingestão deste elemento pode ser prejudicial à saúde, se ingerido em doses elevadas. Maynard et al. (1976), corroboram, relatando que o homem está diariamente exposto à presença de nitrato e nitrito por meio de drogas, água e alimentos, que geralmente, em doses pequenas, não proporcionam prejuízos à saúde humana e animal.

O nitrato pode ser reduzido a nitrito no tubo digestivo de humanos e animais, através da ação dos microrganismos presentes; o nitrito por sua vez se combina com a hemoglobina do sangue para formar a metahemoglobina, inibindo o transporte de oxigênio, condição conhecida como metanemia; outra peculiaridade que envolve o nitrito é que ao se combinar com as aminas, resultam nas nitrosaminas, substância cancerígena e mutagênica (WALKER, 1990; MORSELLI, 2001). De acordo com a FAO (FOOD and Agricultural Organization), o índice de máxima ingestão diária admissível de nitrato e nitrito para os humanos é de 5mg kg⁻¹ e de 0,2mg kg⁻¹ de peso corporal, respectivamente. No Brasil, não existe legislação específica que estabeleça os teores máximos permissíveis de nitrato e nitrito em alimentos vegetais (ZAGO et al., 1999).

O valor comercial da alface está relacionado com o tamanho e aparência das plantas, por ser composta basicamente por folhas, apresenta alta resposta à adubação nitrogenada, sendo o nitrogênio o nutriente que promove um efeito mais significativo para a obtenção destas características (MORSELLI, 2001). Todavia, a adubação nitrogenada, quando aplicada em excesso, pode ocasionar desequilíbrios nutricionais e favorecer a presença de compostos indesejáveis para o consumidor, como o nitrato, diminuindo a qualidade do produto (GOTO e TIVELLI, 1998).

Segundo Pommerening et al. (1992), as hortaliças contribuem com cerca de 70% da ingestão de nitrato diária. A capacidade das plantas acumularem nitrato é de caráter genético, porém inúmeros outros fatores estão envolvidos, dentre eles cabe ressaltar a disponibilidade do íon na região da raiz, temperatura e umidade do ar e do substrato, época de cultivo, intensidade luminosa, hora da colheita e sistema de cultivo empregado (MAYNARD e BARKER, 1972; MAGNANI et al., 1989; FAQUIN et al., 1994).

2.3 Adubação Orgânica

A adubação sob o paradigma orgânico infere que a fertilidade do solo deve ser preservada ou melhorada beneficiando-se dos recursos naturais e das atividades biológicas. Dentro de um determinado limite, devem-se utilizar recursos locais, bem como subprodutos orgânicos que viabilizem o fornecimento de nutrientes, de maneira ampla e diversificada, priorizando a ciclagem de nutrientes, seja por meio de restos culturais, compostos e resíduos orgânicos, sistemas agroflorestais e adubações verdes com leguminosas ou plantas espontâneas (LIMA et al, 2011).

Na produção orgânica de hortaliças, a adubação deverá ser efetuada de acordo com o histórico da área e, principalmente, se basear na análise do solo, para posterior recomendação. De acordo com Claro (2001), os solos férteis com alto teor de matéria orgânica (igual ou acima de 4%) ou que já receberam matéria orgânica na forma de composto orgânico, esterco ou adubação verde poderão ter diminuição na quantidade de adubo sugerido, tornando-se importante monitorar a fertilidade do solo, através de análises anuais e da observação no comportamento da cultura em função das doses aplicadas.

Vários fatores denotam que a adubação orgânica é fundamental, tais como a melhora da estrutura e da permeabilidade do solo, o aumento do número de microrganismos úteis e entre outros benefícios também faz com que haja um aumento dos estoques de carbono orgânico e N total no solo, em relação aos sistemas de produção com adubação mineral ou mesmo sem adubação (CORTEZ, 2009; TRANI et al., 2010).

A adubação orgânica é considerada importante não somente no sentido do aproveitamento dos resíduos existentes nas propriedades rurais, mas como um adicional de ganho ao produtor já que não haverá necessidade de adquirir insumos fora da porteira, o que encarece a produção (MORSELLI, 2015).

Na propriedade rural são gerados diversos resíduos, de composição e volumes variados, como dejetos de animais confinados, palhadas de culturas, capins, restos de frutas e podas, restos de alimentação animal e, resíduos provenientes do beneficiamento da produção agrícola, como cascas de grãos, grãos ou frutas descartadas, palhas, talos, restos agroindustriais, vísceras, pele e outros (INÁCIO e MILLER, 2009).

Os resíduos orgânicos quando adicionados ao solo carecem de alguns cuidados e manejos específicos (COLLARES, 2014). Ao serem dispostos no ambiente, sua decomposição se dá pela ação de microrganismos e animais invertebrados, por serem considerados resíduos biodegradáveis (INÁCIO e MILLER, 2009). Os resíduos quando descartados inadequadamente sem tratamento no ambiente, passam por bioestabilização aeróbica ou anaeróbica, originando material líquido percolado, designado chorume, apresentando elevada DQO (Demanda Química de Oxigênio), concentração de ácidos graxos voláteis e em determinados casos, concentração de metais pesados (LUNA et al., 2009).

Dentre os resíduos mais utilizados na adubação orgânica, destaca-se o uso de esterco (dejetos animais), pois a maioria das propriedades rurais tem a cultura de criações de animais, em sua grande parte bovinos, devido a produção de leite e derivados e também a obtenção da carne. Os dejetos destes animais, que em grande parte ficam confinados, podem ser aproveitados para a produção de húmus através da vermicompostagem (MORSELLI, 2009).

2.3.1 Esterco bovino

O esterco bovino apresenta várias vantagens no seu uso como fertilizante: melhora da estrutura do solo (tanto para solos arenosos, quanto para argilosos); melhora da aeração e da drenagem do solo; aumento da capacidade de

armazenagem de água no solo; diminuição dos processos de compactação do solo e dos efeitos da erosão; fonte de macro e de micronutrientes; elevação da CTC do solo; contribuição para a elevação do pH; melhora da condição do crescimento de raízes; crescimento do número de microrganismos úteis e essenciais no combate de doenças no solo; proporciona benefícios por tempo prolongado, pois libera nutrientes lentamente, fazendo com que os efeitos da adubação durem mais tempo, evitando as perdas de minerais por lixiviação (KIEHL, 1985; MALAVOLTA, 1989; MOREIRA e SIQUEIRA, 2002; PAULLETTI e MOTTA, 2004; ROSA, 2005).

Para Cortez (2009), os esterco são dejetos sólidos ou líquidos de animais domésticos cuja composição química depende do tipo de animal que o originou e do manejo do resíduo. Segundo Paulleti e Motta (2004), o valor em nutrientes de esterco bovino fresco é da ordem de 1,5% de nitrogênio, 1,4% de P_2O_5 , 1,5% de K_2O e 15% de matéria seca. Já os valores para micronutrientes: 7,6 mg kg^{-1} de zinco, 21 mg kg^{-1} de cobre, 105 mg kg^{-1} de ferro e 2,3 mg kg^{-1} de manganês.

2.3.2 Vermicompostagem

Está cada vez mais frequente o uso de produtos humificados em hortaliças, como é o caso do vermicomposto, por apresentar propriedades condicionadoras, manutenção da estrutura do solo, maior capacidade de retenção de água, além de disponibilizar os nutrientes essenciais (HUBER, 2008).

O processo de vermicompostagem se dá pela transformação de material orgânico pouco degradado em matéria orgânica estabilizada, através das minhocas e os microrganismos presentes no seu trato digestivo, possibilitando o melhor aproveitamento dos resíduos orgânicos na agricultura e gerando um composto com características físico-químicas e biológicas superiores às dos esterco (SOUZA et al. 2015).

Grande parte dos produtores utilizam no processo de vermicompostagem a espécie *Eisenia foetida*, conhecida vulgarmente como minhoca vermelha da Califórnia ou minhoca de esterco, devido a habilidade que este tipo de minhoca

apresenta em converter resíduos orgânicos pouco decompostos em material estabilizado com extraordinária proliferação e rápido crescimento (TRECHA, 2017).

Morselli (2001), considera que a alimentação básica das minhocas da Califórnia são os esterco e para que a compostagem deste material ocorra adequadamente, é indispensável que haja disponibilidade desta matéria prima, bem como de ambiente protegido.

A vermicompostagem permite o uso de qualquer tipo de excremento, desde os que entram em decomposição mais lentamente (bovinos e suínos), por conterem maior umidade em sua composição, até os que entram neste processo mais rapidamente (ovinos, equinos, aves, coelhos, cabras), devido a uma menor umidade em sua constituição, desde que antes do processo de vermicompostagem sejam dispostos a uma pré-compostagem (MORSELLI, 2001).

Segundo Morselli (2015) 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 nutrientes, abastece a planta de elementos fertilizantes, assegura uma maior disponibilidade de água e ativa a vida microbiana no solo. No entanto, torna-se importante o estudo da aplicação de diferentes doses de vermicomposto para observação do comportamento das culturas.

O vermicomposto, produto final da vermicompostagem, resulta em um material estabilizado, homogêneo, com granulometria fina, baixa relação C/N, alta porosidade, elevada capacidade de retenção de água e também é rico em nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio (AMORIN et al., 2005; GÓMEZ-BRANDÓN et al., 2010).

2.4 Ambiente Protegido

Diante da evidência de eventos climáticos intensos, o cultivo protegido pode favorecer a oferta de alimentos com maior regularidade. Em se tratando de hortaliças, que são consideradas culturas sensíveis, esse sistema torna-se importante por assegurar a produção em qualquer época do ano e em regiões com

condições ambientais desfavoráveis, tais como: alta umidade, vento excessivo, grande incidência de pragas, entre outros (EMBRAPA, 2015).

Santos (2010) relata que o clima é de suma importância para o desenvolvimento de plantas, os fatores climáticos como temperatura e luminosidade podem interferir de forma benéfica ou maléfica para tal desenvolvimento, sendo assim, o uso do ambiente protegido vem somar, pois pode contribuir na busca por melhores resultados e no controle desses fatores.

O cultivo em ambiente protegido tem por definição a existência de uma barreira interposta entre o topo da cobertura vegetal e a atmosfera, modificando o fluxo de energia entre o solo, a cultura e a atmosfera (ANDRIOLO, 2013). O cultivo protegido se caracteriza pela construção de uma estrutura de proteção para as plantas contra os agentes meteorológicos, que permite a passagem da luz (essencial para a realização da fotossíntese), por ser considerado um sistema de produção agrícola especializado, possibilita um determinado controle das condições edafoclimáticas como: temperatura, umidade do ar, radiação, solo, vento e composição atmosférica. Além do controle parcial das condições edafoclimáticas, o ambiente protegido permite a realização de cultivos em épocas que normalmente não seriam escolhidas para a produção a céu aberto (PURQUERIO e TIVELLI, 2006), pois constitui um agrossistema diferente daquele representado pelo cultivo tradicional a campo (HUBER e MORSELLI, 2012).

Devido à proteção contra eventuais danos provocados pelo vento e pelo excesso da precipitação pluviométrica, a produção em ambiente protegido proporciona às culturas uma qualidade comercial superior àquela obtida no campo, também pelo fato da disposição de condições ambientais mais favoráveis ao seu crescimento e desenvolvimento (ANDRIOLO, 2013). Este sistema de produção vem se expandindo em quase todos os países do mundo, proporcionando uma produção contínua de culturas variadas no decorrer de todo o ano, obtendo um produto final de valor comercial capaz de atender as expectativas do mercado consumidor (HUBER e MORSELLI, 2012).

No cultivo de hortaliças predomina o sistema convencional; porém, ultimamente, tem-se verificado significativo crescimento no cultivo em ambiente protegido, principalmente pela maximização da produção, pela obtenção de produtos

de alta qualidade, pela maior precocidade, pelo controle de pragas e doenças com maior facilidade e pela economia da água de irrigação (CERMEÑO, 1990).

Salas et al. (2008) verificaram que a utilização do agrotêxtil (TNT de polipropileno) como forma de proteção da planta na cultura da alface proporcionou ganhos significativos na produtividade, quando comparada ao cultivo sem proteção.

Na região Sul do Brasil, além das estufas plásticas não climatizadas, está sendo utilizado o agrotêxtil, introduzido no Brasil no final da década de 90, por meio de trabalhos de pesquisa realizados na região dos Campos Gerais, no estado do Paraná onde hoje é utilizado por produtores de hortaliças para proteção de cultivos; em alguns países da Europa vem sendo utilizado na agricultura, desde o início dos anos 80 (BARROS JÚNIOR et al., 2004).

O cultivo em estufa em conjunto com a adubação orgânica acelera os parâmetros de crescimento das diferentes cultivares de alface. Para a cv. Crespa-Bionatur, cultivada a partir de sementes orgânicas, ocorreu a antecipação da colheita em sete dias, o que auxiliou a periodicidade da produção da cultura (TONIETTO e MORSELLI, 2014).

2.5 Cultura da Alface x Vermicomposto

Em virtude do crescente consumo de hortaliças, existe uma grande exigência ao produtor na modernização de técnicas que visam qualidade, quantidade e regularidade no setor de distribuição de sua produção. Para viabilizar alternativas que atendam o mercado consumidor, vários produtores buscam inserir técnicas de produção como a adubação orgânica e o cultivo em ambiente protegido (MORSELLI, 2001).

Dentro dos sistemas de produção de hortaliças, os adubos orgânicos são amplamente empregados, destacando-se o uso destes adubos na cultura da alface com relação as folhosas; esses por sua vez, atuam como condicionadores dos ambientes físico, químico e biológico interferindo nas respostas das culturas tanto em qualidade quanto em quantidade, bem como na antecipação da colheita (RODRIGUES e CASALI, 1998).

Existe uma gama de trabalhos que comprovam a eficiência da adubação orgânica à base de vermicompostos no cultivo da alface. Esta influência significativa se deve, provavelmente, à presença do ácido indol acético (AIA), considerado de fundamental importância na estimulação da absorção via radicular (TIBAU, 1984; COMPAGNONONI e PUTZOLU, 1985)

De acordo com Huber e Morselli (2012), em estudo realizado com duas cultivares de alface (Mimosa Vermelha e Regina), observaram que as respostas agrônômicas para os parâmetros avaliados foram mais satisfatórias com a aplicação dos vermicompostos e, que também os vermicompostos bovino e suíno são adubos orgânicos mais eficientes no cultivo sucessivo da alface, promovendo a precocidade, permitindo uma colheita aos 21 dias após o transplante das mudas das duas cultivares estudadas.

Dentre os resultados obtidos em trabalho de tese, Collares (2014) observou que a aplicação de vermicompostos bovino e ovino, como adubo, permitiram a obtenção de respostas agrônômicas satisfatórias às cultivares de alface Regina e Mimosa Rubi, onde a composição mineral dos vermicompostos interviram na produção da alface no primeiro cultivo, promovendo um efeito residual no segundo cultivo.

O vermicomposto bovino apresentou resultados satisfatórios sendo utilizado como substrato para a produção de mudas de alface e também na peletização de sementes da mesma cultura, no qual em estudo realizado por Trecha (2017), foi constatado que o vermicomposto bovino fornece um aporte nutricional suficiente às mudas de alface cv. Regina produzidas através de sementes nuas peletizadas com vermicomposto bovino, nuas e peletizadas®, tornando-se viável a produção de mudas desta cultivar por meio de sementes nuas peletizadas com vermicomposto bovino.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização

O presente trabalho foi conduzido por meio de um experimento realizado no período de 26/07/2016 a 30/08/2016, a contar da data do transplante das mudas. As mudas foram produzidas no Complexo de Estufas da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel – FAEM, no campus da Universidade Federal de Pelotas, município de Capão do Leão, Rio Grande do Sul. As coordenadas geográficas do local são: latitude sul de 31°52', longitude oeste de 52°21' e altitude de 13 metros acima do nível do mar (MOTA et al., 1993). De acordo com Köeppen, o clima do local é do tipo cfa, temperado com chuvas bem distribuídas e verão quente, com ocorrência de geadas de abril a novembro.

3.2 Local e condução do experimento

O experimento foi conduzido em estufa plástica modelo capela com exposição leste-oeste, com estrutura metálica em ferro galvanizado, com aberturas posicionadas no sentido norte-sul e com cortinas laterais, cujas medidas são: 8m de largura por 12m de comprimento, totalizando 96m², coberta com filme de polietileno de baixa densidade de 0,15mm de espessura com aditivo anti-UV.

A cultivar de alface utilizada foi a Grand Rapid's (folhas crespas e soltas). Foram testadas duas origens de sementes comerciais: uma orgânica oriunda de sistemas orgânicos de produção (S1) e outra convencional oriunda de sistemas convencionais de produção (S2), ambas provenientes do comércio local.

As mudas foram produzidas em bandejas de poliestireno expandido, contendo 128 células com volume de 36,4 cm³ por célula, em sistema flutuante, em ambiente protegido e o substrato utilizado foi húmus bovino (HB) 70% e casca de arroz carbonizada (CAC) 30%.

No decorrer do experimento a estufa foi manejada abrindo-se as cortinas por meio de manivelas, de modo a permitir a renovação do ar evitando-se a excessiva elevação da temperatura e umidade do ar. As cortinas foram abertas as 8 horas e fechada as 17 horas, exceto nos dias chuvosos ou de ventos fortes e de temperaturas do ar baixas e/ou elevada umidade relativa do ar no ambiente externo, onde manteve-se o ambiente parcial ou totalmente fechado.

3.3 Vermicomposto

O vermicomposto foi produzido em caixas de madeiras não aromáticas (cedrinho), medindo 1,00m de comprimento por 0,60m de largura por 0,30m de altura, no laboratório de biologia, no Departamento de Solos da FAEM/UFPel. As caixas foram inoculadas com as minhocas, cada caixa com 300 minhocas adultas e cliteladas. As minhocas utilizadas para a vermicompostagem foram do gênero *Eiseina*, espécie foetida. O esterco utilizado para vermicompostagem foi de bovino, coletado em uma propriedade no interior do Capão do Leão, RS. Aproximadamente 45 dias após a inoculação das minhocas, o vermicomposto foi peneirado em malha de 2mm e acondicionado em sacos plásticos fechados para posterior análise e utilização

3.3.1 Análise do vermicomposto

Os macronutrientes (Tabela 1) foram determinados com uma única digestão por H_2SO_4 e H_2O_2 com mistura digestora. O nitrogênio foi determinado por destilação, o fósforo por espectrofotometria, o potássio no fotômetro de chama, o cálcio e o magnésio no aparelho de absorção atômica. As determinações de pH foram feitas em um extrato aquoso do vermicomposto medido com o uso de um potenciômetro (TEDESCO et al.,1995). O carbono determinado pelo Walkley-Black descrito por Tedesco et al., 1995.

A análise física de umidade foi realizada pelo método descrito por Fermino (2014).

Tabela 1 - Características do vermicomposto bovino (VB) na forma sólida, UFPel-Pelotas, 2016.

Verm.	pH	C/N	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	C	U
----- g kg ⁻¹ -----									%
	7,5	11:1	15,5	13,05	6,24	8,26	11,39	173,13	42,5

Fonte: LAS/FAEM/UFPel, 2016.

3.4 Análise do solo

As plantas foram conduzidas individualmente em vasos com capacidade de 4Kg de solo, devidamente classificado como Planossolo Háplico Eutrófico solódico (EMBRAPA, 2013) e as análises químicas no Laboratório de Análise dos Solos da UFPel/FAEM – Pelotas, com as seguintes características descritas na Tabela 2.

Tabela 2. Análise de solo inicial, antes da instalação do experimento, UFPel, 2016.

Argila	pH	ISMP	M.O	P	K	Ca	Mg
m v ⁻¹			m v ⁻¹		-----mg dm ⁻³ -----		-----cmolc m ⁻³ -----
19	4,8	5,9	1,52	6,5	46	1,3	0,6

Fonte: LAS/UFPel – Pelotas, 2016.

3.5 Adubação orgânica

Para a realização da adubação orgânica levou-se em consideração o elemento nitrogênio, tendo como base a análise do solo (substrato) do experimento, a necessidade da cultura e a análise do vermicomposto. Utilizou-se a recomendação para a necessidade da cultura da alface, descrito pela Comissão de Fertilidade do solo – RS/SC (2004), devidamente expressa na Tabela 3.

Tabela 3 - Recomendação de adubação orgânica para a cultura da alface

Nutrientes	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
-----Kg ha ⁻¹ -----			
Recomendação	150-200	200	160

Fonte: ROLAS (2016)

O experimento contou com o total de 240 vasos, preenchidos com solo proveniente do Centro Agropecuário da Palma, UFPel, como substrato para todos, mantidos na capacidade de campo. Os vermicompostos foram aplicados no plantio, após o transplante das mudas, conforme Tabela 4. Ao final das avaliações, após a retirada das raízes por peneiramento, em peneira de malha 2mm, foram coletadas e homogeneizadas amostras do substrato de cada adubação e submetidas a análises laboratoriais.

Tabela 4. Tratamentos e adubações com vermicomposto bovino, UFPel, 2016.

Tratamentos	Sementes	Adubação	Vermicomposto
T1S1	Orgânica	0,5 ROLAS	39 g vaso ⁻¹
T2S1		1,0 ROLAS	79 g vaso ⁻¹
T3S1		1,5 ROLAS	118 g vaso ⁻¹
T1S2	Convencional	0,5 ROLAS	39 g vaso ⁻¹
T2S2		1,0 ROLAS	79 g vaso ⁻¹
T3S2		1,5 ROLAS	118 g vaso ⁻¹

As recomendações de adubação foram feitas utilizando-se o manual de Recomendações de Adubação e Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (2004), baseando-se na análise do solo. Para o cultivo foi utilizada uma cultivar e duas origens de sementes (orgânica e convencional), totalizando 6 tratamentos no experimento.

3.6 Variáveis agronômicas e macronutrientes

As colheitas foram realizadas levando-se em consideração o diâmetro médio comercializável, compatível com a arquitetura da planta (MORSELLI, 2001). Para a cultivar Grand Rapid's em estudo convencionou-se 32 cm.

As variáveis agronômicas avaliadas foram: o diâmetro de planta (DP), número de folhas (NF), fitomassa fresca e seca da parte aérea (FFPA – FSPA), área foliar (AF), Fitomassa fresca e seca de raiz (FFS – FFR), comprimento de raiz (CR), densidade de raiz (DR), razão parte aérea/sistema radicular (RPA/SR), macronutrientes (N - nitrogênio, P - fósforo, K – potássio, Ca – cálcio e Mg – magnésio), amônio (NH_4^+) e nitrato (NO_3^-).

3.6.1 Fitomassa fresca da parte aérea (FFPA)

Foram sorteadas cinco plantas por tratamento, e estas foram analisadas e pesadas em balança de precisão, sendo 60 plantas por cada semente (orgânica e convencional), totalizando 120 plantas avaliadas.

3.6.2 Fitomassa seca da parte aérea (FSPA)

Após a determinação da fitomassa fresca, as plantas foram submetidas à secagem em estufa com ventilação forçada a uma temperatura de 60°C até peso constante. Decorridas 48 horas foram pesadas em balança de precisão para a determinação da FSPA.

3.6.3 Sistema radicular

Ao término do experimento retirou-se as raízes das mesmas plantas que foram selecionadas para as análises da parte aérea, procedendo-se a peneiragem de todo o substrato de cada vaso, obtendo-se toda a raiz. Estas após serem lavadas em água corrente e receberem a última lavagem com água destilada, foram pesadas e acondicionadas em sacos plásticos e congeladas para posterior análise pelo método Tennant (1975), para a determinação do comprimento, densidade, e obtenção da fitomassa fresca (FFR) e seca da raiz (FSR).

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

Este parâmetro foi obtido pela equação:

$RPASR = FSPA/FSR$, onde:

RPASR – razão parte aérea/sistema radicular

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

FSR – fitomassa seca do sistema radicular

3.6.5 Número de folhas (NF)

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

3.6.6 Área foliar (AF)

A avaliação da área foliar (cm²) foi feita com régua (50cm), medindo a largura x comprimento da folha.

3.6.7 Diâmetro da planta (DP)

Determinou-se o diâmetro médio das plantas tomando-se as medidas horizontal e vertical das mesmas com auxílio de uma régua de 50cm de comprimento.

3.6.8 Comprimento de raiz (CR)

O comprimento foi determinado pelas seguintes fórmulas:

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

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

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

11/14 – constante

1 – medida lateral da quadrícula em cm

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

$L = (FSR \times 1) / FSPA$, onde:

L = comprimento total da raiz da planta (m)

FSR = fitomassa seca total das raízes (g)

$FSPA$ = fitomassa seca da parte aérea (g)

3.6.9 Densidade de raiz (DR)

A densidade foi determinada pela seguinte fórmula:

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

D = densidade de raízes (m.cm^{-3})

L = comprimento total de raízes (m)

4.000 = volume de substrato de cada vaso (cm^{-3})

3.6.10 Determinação de macronutrientes

Os macronutrientes (fósforo, potássio, amônio, nitrato, nitrogênio total, cálcio e magnésio) foram determinados utilizando-se os métodos recomendados por Tedesco et al. (1995).

3.7 Delineamento experimental e análise estatística

O experimento foi conduzido como um fatorial A x B (A = tratamentos, B = sementes) em blocos casualizados, com 10 plantas / repetição, para algumas variáveis respostas. Sendo assim, três (3) tratamentos – quatro (4) repetições – duas (2) sementes – dez (10) plantas = 240 vasos. Após a análise da variação fez-se comparação de médias pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade. Utilizou-se o Sistema de Análise Estatística para Microcomputadores (SANEST), segundo Zonta et al. (1984).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O destaque do tratamento T3 (Tabela 5) para as sementes orgânicas e convencionais justifica-se, provavelmente, devido ter-se aplicado uma vez e meia a recomendação da ROLAS (2004), aplicando-se conseqüentemente uma quantidade maior do adubo orgânico permitindo com que a planta por ser uma folhosa apresentasse maiores fitomassas fresca e seca devido terem recebido maior quantidade de nitrogênio. O vermicomposto bovino por apresentar o ácido indolacético favorece que as raízes absorvam mais facilmente os nutrientes (TIBAU, 1984; COMPAGNONI & PUTZOLU, 1985).

Houve diferença estatística entre os tratamentos nas sementes estudadas, separadamente. Para as sementes orgânicas bem como nas convencionais o tratamento T3 diferiu estatisticamente dos demais tratamentos para as variáveis fitomassa fresca da parte aérea (FFPA) e fitomassa seca da parte aérea (FSPA). Para a variável fitomassa fresca da raiz (FFR) na semente orgânica destacou-se o tratamento T2 enquanto na convencional houve destaque para o tratamento T1. Já para a variável fitomassa seca da raiz (FSR) o tratamento T1 diferiu significativamente dos demais tratamentos para ambas as sementes.

Na relação parte aérea/sistema radicular (RPA/SR) os tratamentos que mais se aproximaram dos valores encontrados recomendado por Quijano (1999) e por Morselli (2001) foi o tratamento T2 para as sementes estudadas (1,09 para orgânicas e 1,08 para convencional). As autoras encontraram valores mais significativos dentro da recomendação da ROLAS (2004), o que foi obtido também no presente trabalho. (Tabela 5)

Têm sido observado nas diversas regiões do Brasil, diferentes respostas quanto à variação de desempenho de genótipos de alface, no qual ao serem submetidas em diferentes condições ambientais, cada cultivar expressa de forma distinta seu potencial genético (Andreani Jr e Martins, 2002; Ferreira et al., 2008; Gadum et al., 2007; Silva et al., 1999; Souza et al., 2008; Vidigal et al., 2008). Verificou-se que nas condições em que este experimento foi conduzido, houve variação na manifestação do potencial genético da cultivar Grand Rapids, quando

submetida à sementes de origem distintas e também, a diferentes doses de adubações.

Tabela 5. Fitomassa fresca da parte aérea (FFPA), fitomassa seca da parte aérea (FSPA), fitomassa fresca da raiz (FFR), fitomassa seca da raiz (FSR) e relação parte aérea/sistema radicular (RPA/SR) de alface cultivar Grand Rapids sob adubação orgânica em ambiente protegido nos diferentes tratamentos, UFPel, Pelotas, 2016.

Variáveis	FFPA	FSPA	FFR	FSR	RPA/SR
Tratamentos	-----g planta ⁻¹ -----				
	-----Semente Orgânica-----				
T1S1	55,68 c	2,68 c	32,25 b	3,53 a	0,8575 c
T2S1	74,94 b	3,61 b	33,87 a	3,43 b	1,0909 b
T3S1	82,11 a	3,77 a	28,53 c	3,23 c	1,2641 a
	-----Semente Convencional-----				
T1S2	60,23 c	3,12 c	44,82 a	4,60 a	0,8125 c
T2S2	84,91 b	4,15 b	37,02 b	3,75 c	1,0858 b
T3S2	87,95 a	4,48 a	28,82 c	4,48 b	1,3330 a
CV %	0,77	6,33	24,07	23,46	16,17

S1 (semente orgânica), S2 (semente convencional). T1 (vermicomposto bovino 0,5 ROLAS), T2 (vermicomposto bovino 1,0 ROLAS), T3 (vermicomposto bovino 1,5 ROLAS). Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Na tabela 6, verifica-se que houve diferença estatística nas médias analisadas dentro de cada tratamento (T1, T2 e T3) entre as sementes S1 e S2, nas variáveis estudadas. Para as variáveis fitomassa fresca da parte aérea e fitomassa seca da parte aérea, a semente convencional (S2) se destacou dentro dos três tratamentos (T1, T2 e T3), os valores obtidos variaram entre 60,23g e 87,95g para a variável FFPA, sendo que o T3 apresentou maior valor. Santos et al., (2009) em estudo de desempenho de cultivares de alface tipo crespa, encontraram valores que variaram entre 40,4 a 84,5g planta⁻¹ para esta variável.

Em trabalho realizado com cultivo de alface sob adubação orgânica e seu efeito residual em ambiente protegido, Collares (2014) encontrou resposta semelhante, em relação a FFPA adubada com vermicomposto bovino no primeiro cultivo para cultivar Regina, com a mesma recomendação de 1,5 ROLAS; analisando-se somente a adubação com VB, obteve-se melhor resposta para este

tratamento, encontrando valor de 104,3g, superior ao encontrado no presente trabalho.

Os valores obtidos para FSPA variaram entre 3,12g e 4,48g, destacando-se novamente o tratamento T3. As respostas encontradas para esta variável, foram semelhantes às obtidas por Huber (2008), que no tratamento vermicomposto bovino (VB) encontrou valores variando de 3,86g a 6,33g. Enquanto, que Tonietto e Morselli (2014) para tratamento (VB) obtiveram valor (9,49g), superior ao do presente estudo.

Para as variáveis fitomassa fresca de raiz, fitomassa seca de raiz e relação parte aérea/sistema radicular houve diferença estatística entre as sementes estudadas dentro de cada tratamento. Para a semente orgânica (S1) destacou-se o tratamento T2 para a fitomassa fresca de raiz; enquanto para a S2 sobressaíram-se os tratamentos T1 e T3, apresentando maior valor (44,82g) de FFR para o T1 (Tabela 5). Os resultados demonstrados por Collares (2014), corroboram ao evidenciar valores inferiores que variaram de 10,13g a 17,16g para a variável FSR, nos tratamentos com vermicomposto bovino e ovino, nas duas cultivares para os dois cultivos.

A variável FSR seguiu a mesma tendência da FFPA e da FSPA, evidenciando destaque para a S2 em todos os tratamentos, com valores variando entre 3,75g (T2) e 4,6g (T1). Em estudo realizado com a cultura da alface, Tonietto e Morselli (2014), observaram que não houve diferença estatística entre os tratamentos, para a variável FSR, onde o valor médio encontrado ($2,85\text{g planta}^{-1}$) foi inferior ao expressado neste experimento. Morselli (2001), obteve valores médios de fitomassa seca da raiz de $7,41\text{g planta}^{-1}$ semelhante aos resultados médios encontrados por Huber (2008). Enquanto que, para a mesma variável, Collares (2014) encontrou valores que variaram de 6,03g a $9,46\text{g planta}^{-1}$ entre os tratamentos empregados, demonstrando valores superiores aos demais.

Para a relação parte aérea/sistema radicular o tratamento T2 foi o que ficou dentro do esperado (próximo de 1,0) para S1 e S2, resultados estes semelhantes aos encontrados por Morselli (2001) e Huber (2008).

Tabela 6. Médias dos tratamentos para as variáveis fitomassa fresca parte aérea (FFPA), fitomassa seca parte aérea (FSPA), fitomassa fresca da raiz (FFR), fitomassa seca da raiz (FSR) e relação parte aérea sistema radicular (RPA/SR) das plantas de alface cultivar Grand Rapid's sob adubação orgânica em ambiente protegido nos diferentes tratamentos, UFPel, Pelotas, 2016.

Variáveis	FFPA	FSPA	FFR	FSR	RPA/SR
Tratamentos	-----g planta ⁻¹ -----				
T1 S1	55,68 b	2,86 b	32,25 b	3,53 b	0,8575 a
S2	60,23 a	3,12 a	44,82 a	4,60 a	0,8125 b
T2 S1	74,94 b	3,61 b	33,87 a	3,43 b	1,0909 a
S2	84,91 a	4,15 a	28,82 b	3,75 a	1,0858 b
T3 S1	82,11 b	3,77 b	28,53 b	3,23 b	1,2641 b
S2	87,11 a	4,48 a	37,02 a	4,48 a	1,3330 a
CV %	0,77	6,33	24,07	23,46	16,17

S1 (semente orgânica), S2 (semente convencional). T1 (vermicomposto bovino 0,5 ROLAS), T2 (vermicomposto bovino 1,0 ROLAS), T3 (vermicomposto bovino 1,5 ROLAS). Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Analisando as variáveis FFPA, FSPA, FFR, FSR e RPA/SR, Tabela 7, observa-se que para as médias entre as sementes orgânicas e convencionais, houve diferença estatística entre elas, destacando-se a semente convencional (S2) para todas as variáveis; embora, a semente orgânica (S1) tenha obtido valor menor para a RPA/SR, aproximando-se de 1,0 para as médias entre as sementes.

O resultado encontrado expressa as respostas das médias dos três tratamentos aplicados para as duas sementes estudadas, podendo-se inferir o destaque para a semente convencional à sua maior adaptabilidade aos diversos ambientes, sendo que a semente orgânica foi desenvolvida para ambientes propriamente orgânicos e para cultivos agroecológicos.

Tabela 7. Médias das sementes para as variáveis fitomassa fresca parte aérea (FFPA), fitomassa seca parte aérea (FSPA), fitomassa fresca da raiz (FFR), fitomassa seca da raiz (FSR) e relação parte aérea sistema radicular (RPA/SR) de alface cultivar Grand Rapid's sob adubação orgânica em ambiente protegido nos diferentes tratamentos, UFPel, Pelotas, 2016.

Variáveis	FFPA	FSPA	FFR	FSR	RPA/SR
Sementes	-----g planta-----				
S1	74,91 b	3,41 b	31,55 b	3,40 b	1,0708 b
S2	77,67 a	3,92 a	36,89 a	4,28 a	1,0771 a
CV %	0,77	6,33	24,07	23,46	6,17

S1 (semente orgânica), S2 (semente convencional). Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Na Tabela 8 houve diferença significativa entre os três tratamentos estudados, nas duas sementes testadas em todas as variáveis. Para a variável número de folhas (NF) o tratamento T3 diferiu dos demais tratamentos nas duas sementes. O tratamento T2 diferiu dos demais tratamentos nas variáveis área foliar (AF) e diâmetro de planta (DP) para a semente orgânica, enquanto para a semente convencional destacou-se o T3. Para comprimento de raiz (CR) e densidade de raiz (DR) o tratamento T1 diferiu estatisticamente dos demais tratamentos para as duas sementes.

Com relação a variável NF para os tratamentos no presente trabalho, evidenciaram-se valores entre 12,35 e 14,2. Já para Siqueira et al. (2011), o maior número de folhas foi expresso pelas cultivares Isabela e Malice, apresentando valores de 14,5 e 16,25 folhas por planta, respectivamente, indicando uma melhor adaptação destas cultivares ao ambiente quanto a emissão de folhas. Santos et al., (2009), observaram valores entre 18,3 a 20,4 folhas por planta para as cultivares de alface tipo crespa. Tonietto e Morselli (2014), ao compararem as cultivares quanto ao número de folhas, verificaram que houve diferença significativa e que a cv. Luisa foi superior (média de 22,85cm), seguida da cv. Mimosa (22,46cm) e da cv. Crespa-Bionatur (20,10cm), apresentando valores maiores, comparados ao presente estudo.

A variável AF apresentou valores entre 793,35cm² e 1111,68cm² para os tratamentos em relação as sementes orgânicas e convencionais, sendo que o tratamento T3 para a semente convencional foi o que obteve maior valor. Os resultados foram superiores aos obtidos por Tonietto e Morselli (2014), onde encontraram valores entre 689,25cm² e 767,34cm² nos tratamentos empregados ao

trabalharem com cultivo protegido em canteiros, utilizando as cultivares Luiza, Mimosa (vermelha) e Crespa (Bionatur). No entanto, para a mesma variável em comparação aos valores encontrados por Krolow et al. (2006) e Souza et al (2006) que foram 2388,40cm² e 3467,84cm² respectivamente, mostrou-se menor. Muito provavelmente estas respostas estão relacionadas com as diferenças bruscas de temperaturas ocorridas durante o dia e a noite, valores da umidade relativa do ar no decorrer do experimento e também, na constituição dos adubos orgânicos utilizados e no comportamento das distintas cultivares.

Os valores obtidos para o DP, variaram entre 27,37cm e 33,72cm para os tratamentos em questão. Ferreira et al. (2013), em trabalho realizado no município de Areia – PB, objetivaram avaliar o comportamento de oito variedades de alface, dentre elas a cultivar Grand Rapids TBR, na semeadura de março e, obtiveram respostas correspondentes a variável DP, com médias variando de 24,33 a 31,00cm, mostrando-se pouco inferiores às demonstradas no presente estudo. Valores mais inferiores foram verificados por Oliveira e Minozzo (2010), onde o diâmetro foi em média de 22,75 cm, já Zárete et al. (2010) encontrou diâmetro de 23,97 cm.

A variável CR apresentou valores aproximados aos que Morselli (2001) obteve em seu trabalho, no qual se destacou o tratamento com vermicomposto bovino (VB) sólido para a média das três cultivares nos três experimentos. Quijano (1999), também evidenciou superioridade para VB sólido em relação ao comprimento de raiz para as cultivares Regina e Carolina.

A análise estatística mostrou que a variável DR foi afetada pelas adubações nas duas sementes utilizadas. Morselli (2001) encontrou valores aproximados para o tratamento com VB sólido, porém inferiores aos observados neste trabalho.

Tabela 8. Número de folhas (NF), área foliar (AF), diâmetro de planta (DP), comprimento de raiz (CR) e densidade de raiz (DR) de alface cultivar Grand Rapid's sob adubação orgânica em ambiente protegido nos diferentes tratamentos, UFPel, Pelotas, 2016.

Variáveis	NF	AF	DP	CR	DR
Tratamentos		cm ²	cm	cm	cm cm ⁻³
-----Semente Orgânica-----					
T1S1	12,73 c	884,34 c	28,47 c	1280,34 a	0,3201 a
T2S1	13,65 b	1057,52 a	33,72 a	812,75 b	0,2031 b
T3S1	14,20 a	965,34 b	31,51 b	614,35 c	0,1536 c
-----Semente Convencional-----					
T1S2	12,35 c	793,35 c	27,37 c	1299,26 a	0,3248 a
T2S2	13,70 b	963,41 b	30,96 b	991,81 b	0,2479 b
T3S2	13,90 a	1111,68 a	33,06 a	854,77 c	0,2136 c
CV %	5,59	9,03	5,26	24,23	27,34

S1 (semente orgânica), S2 (semente convencional). T1 (vermicomposto bovino 0,5 ROLAS), T2 (vermicomposto bovino 1,0 ROLAS), T3 (vermicomposto bovino 1,5 ROLAS). Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Observa-se na Tabela 9 que houve diferença significativa entre as sementes estudadas em cada tratamento. Para o tratamento T1 a semente orgânica destacou-se para as variáveis NF, AF e DP enquanto para as variáveis CR e DR foi a semente convencional. As variáveis NF, CR e DR destacaram-se no tratamento T2 na semente convencional. Já as variáveis AF e DP foram destaque para a semente orgânica. No tratamento T3 para a semente orgânica houve destaque para NF e DM, e para as variáveis AF, CR e DR foi a semente convencional.

Segundo Oliveira (2009), o número de folhas, está intimamente associado à temperatura do ambiente de cultivo e ao fotoperíodo.

Tabela 9. Médias dos tratamentos para as variáveis número de folhas (NF), área foliar (AF), diâmetro de planta (DP), comprimento de raiz (CR) e densidade de raiz (DR) de alface cultivar Grand Rapid's sob adubação orgânica em ambiente protegido nos diferentes tratamentos, UFPel, Pelotas, 2016.

Variáveis	NF	AF	DP	CR	DR
Tratamentos		cm ²	cm	m	cm cm ⁻³
T1 S1	12,73 a	884,34 a	28,34 a	1280,34 b	0,3201 b
S2	12,35 b	793,35 b	27,37 b	1299,26 a	0,3248 a
T2 S1	13,65 b	1057,52 a	33,72 a	812,75 b	0,2031 b
S2	13,70 a	963,41 b	30,96 b	991,81 a	0,2479 a
T3 S1	14,20 a	965,34 b	31,51 a	614,35 b	0,1536 b
S2	13,90 b	1111,68 a	33,06 b	854,77 a	0,2136 a
CV %	5,59	9,03	5,26	24,23	27,34

S1 (semente orgânica), S2 (semente convencional). T1 (vermicomposto bovino 0,5 ROLAS), T2 (vermicomposto bovino 1,0 ROLAS), T3 (vermicomposto bovino 1,5 ROLAS). Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Na Tabela 10, na comparação entre as sementes estudadas verifica-se que houve diferença significativa entre elas sobressaindo-se a semente S1 para as variáveis NF, AF e DP enquanto para S2 foram as variáveis CR e DR.

Tonietto e Morselli (2014) encontraram para o NF valores inferiores para as plantas oriundas das sementes orgânicas, o que não foi encontrado no presente trabalho.

Tabela 10. Médias das sementes para as variáveis número de folhas (NF), área foliar (AF), diâmetro de planta (DP), comprimento de raiz (CR) e densidade de raiz (DR) de alface cultivar Grand Rapid's sob adubação orgânica em ambiente protegido nos diferentes tratamentos, UFPel, Pelotas, 2016.

Variáveis	NF	AF	DP	CR	DR
Sementes		cm ²	cm	m	cm cm ⁻³
S1	13,53 a	969,06 a	31,23 a	902,48 b	0,2256 b
S2	13,31 b	956,14 b	30,46 b	1048,61 a	0,2621 a
CV %	5,59	9,03	5,26	24,23	27,34

S1 (semente orgânica), S2 (semente convencional). Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Analisando a Tabela 11, observa-se que os valores de fósforo diferiram estatisticamente entre os tratamentos para as duas sementes. O tratamento T2 foi o

que obteve destaque para a semente orgânica; já para a semente convencional o que se destacou foi o T3; o tratamento T1 apresentou menores concentrações de fósforo para ambas as sementes. Os teores de fósforo variaram de 7,26 a 13,21mg planta⁻¹ de fitomassa seca, mostrando-se inferiores aos resultados obtidos por Huber (2008), que encontrou no experimento I valores entre 3,00 e 23,00mg planta⁻¹, aumentando os teores ao final do cultivo sucessivo de 7,00 a 63,00mg planta⁻¹. Estas características denotam que há um aumento no acúmulo deste nutriente para a planta produzida em cultivo sucessivo.

O elemento potássio, necessário para a formação de proteínas, apresentou diferenças estatísticas entre os tratamentos, com maior acúmulo no T3 para a semente convencional. No presente experimento nenhum dos tratamentos atingiu a faixa nutricional de 267mg 100g⁻¹ da parte comestível, para a cultura da alface indicada pela Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (2011), bem como os encontrados por Furlani et al. (1978), e Vidal (2006), 288,00mg planta⁻¹ e 270,80 a 323,00mg planta⁻¹, respectivamente.

O nutriente mais exigido por esta cultura é o potássio, considerado o mais importante elemento em quantidade absorvida, pois age principalmente como ativador enzimático, regulador da abertura e fechamento dos estômatos, resistência dos vegetais às geadas, regulador do turgor celular e responsável pela qualidade dos produtos agrícolas em geral (SANCHEZ, 2007). Como a recomendação de adubação foi feita considerando-se o como nutriente o teor de nitrogênio do vermicomposto bovino, por ser uma cultura folhosa, possivelmente, tenha ocorrido déficit destes nutrientes na cultura da alface.

O tratamento T3 diferiu estatisticamente dos demais tratamentos para as variáveis amônio, nitrato e nitrogênio total para as duas sementes. Os conteúdos de nitrato (N-NO₃⁻) encontrados no presente trabalho não atingiram os valores máximos permitidos pela FAO e OMS que é de 350 a 450 mg kg⁻¹ na fitomassa seca de planta, o que torna o presente trabalho como resposta excelente às adubações com vermicomposto bovino, uma vez que a recomendação da ROLAS (2004) foi o tratamento que acumulou menores conteúdos de nitrato (N-NO₃⁻). Colocar

De acordo com Shear (1975), o nitrogênio é o nutriente que mais interfere no crescimento vegetativo da alface, sendo que a sua falta inibe a absorção de cálcio e o excesso pode provocar alterações celulares no ser humano, quando ocorre o

consumo de folhosas, vindo a provocar câncer. A alface responde mais ao fornecimento de nitrogênio, pois é basicamente composta por folhas.

Tabela 11. Médias dos conteúdos de fósforo (P), potássio (K), amônio (N-NH₄⁺), nitrato (N-NO₃⁻), nitrogênio (N) total, cálcio (Ca) e magnésio (Mg) de tecido vegetal da alface cultivar Grand Rapid's sob adubação orgânica em ambiente protegido nos diferentes tratamentos, UFPel, Pelotas, 2016.

Var.	P	K	N-NH ₄ ⁺	N-NO ₃ ⁻	N total	Ca	Mg
Trat.	-----mg planta-----						
	Semente Orgânica						
T1S1	7,26 c	16,67 c	75,20 b	168,75 b	243,95 b	8,21 b	10,19 c
T2S1	10,75 a	29,13 a	79,13 c	83,10 c	162,23 c	9,19 a	12,29 a
T3S1	10,36 b	26,69 b	122,97 a	217,57 a	340,54 a	8,04 c	10,69 b
	Semente Convencional						
T1S2	8,48 c	19,84 c	73,88 c	195,37 b	269,25 b	8,30 c	10,33 c
T2S2	11,91 b	34,07 b	95,37 b	112,09 c	207,46 c	9,99 a	13,42 a
T3S2	13,21 a	35,88 a	108,46 a	223,78 a	332,24 a	9,51 b	12,88 b
CV%	24,87	19,45	25,24	54,96	17,91	16,83	16,70

S1 (semente orgânica), S2 (semente convencional). T1 (vermicomposto bovino 0,5 ROLAS), T2 (vermicomposto bovino 1,0 ROLAS), T3 (vermicomposto bovino 1,5 ROLAS). Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade. Fonte: LAS/FAEM/UFPel, 2016.

Os resultados encontrados para as variáveis Ca e Mg na cultura da alface no presente experimento, mostram que o tratamento T2 (1,0 ROLAS) se destacou para as duas sementes (orgânica e convencional). Estas respostas estão de acordo com a recomendação da Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (2011) para consumo da alface crespa crua (Tabela 11).

Na tabela 12 tem-se a análise do solo utilizado como substrato antes da instalação do experimento e do substrato após o experimento. Observa-se que houve diferença estatística entre os tratamentos para sementes orgânicas e convencionais, independentemente. Nos tratamentos com sementes orgânicas destacaram-se as variáveis pH no tratamento T2(1,0 VB ROLAS), ISMP para T2 e T3 (1,5 VB ROLAS) e para MO, P, K, Ca e Mg o tratamento T3 diferiu significativamente dos demais tratamentos. Para as sementes convencionais a variável pH nos tratamentos T1 (0,5 VB ROLAS) e T3 diferiram do tratamento T2,

para o ISMP o T1 diferiu dos demais, o tratamento T2 diferiu estatisticamente do T1 e T3 para as variáveis MO e P enquanto para K, Ca e Mg destacou-se o tratamento T3.

Tabela 12. Análise química do solo, matéria orgânica (M.O), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) antes e após o experimento de alface com sementes orgânicas e convencionais sob adubação orgânica com vermicomposto bovino (VB) em ambiente protegido, Pelotas (2016).

Análise inicial								
Var.	Argila	pH	ISMP	MO	P	K	Ca	Mg
	m v ⁻¹			m v ⁻¹		---mg dm ⁻³ ---		---cmol _c m ⁻³ ---
	19,00	4,8	5,9	1,52	6,5	46	1,3	0,6
Análise posterior ao cultivo								
Trat.	Sementes Orgânicas							
T1	18,25	4,55 b	6,15 b	1,75 c	21,10 c	73,75 c	1,12 c	1,32 c
T2	19,25	4,57 a	6,20 a	1,86 b	39,45 b	115,25 b	1,37 b	1,80 b
T3	18,00	4,55 b	6,20 a	1,96 a	45,50 a	122,75 a	1,40 a	1,87 a
Trat.	Sementes convencionais							
T1	18,75	4,62 a	6,22 a	1,75 c	23,62 c	72,75 c	1,05 c	1,32 c
T2	20,00	4,57 b	6,15 c	1,96 a	40,45 a	108,25 b	1,40 b	1,62 b
T3	18,75	4,62 a	6,20 b	1,93 b	39,70 b	126,50 a	1,47 a	1,87 a
CV%	—	1,26	1,23	5,99	24,83	8,95	9,1	14,39

Fonte: LAS/FAEM/UFPel, 2016.

Comparando-se as análises químicas realizadas nos diferentes tratamentos após a colheita da alface com a análise que antecedeu ao experimento observa-se que de acordo com a Comissão de Química e Fertilidade do Solo para o RS/SC (2004) a MO que era classificada como baixa não alterou de classe (análise anterior 1,52 e de 1,75 a 1,96 nas análises posteriores). Estas respostas denotam que mesmo a MO não tendo alterado de classe houve um acréscimo de 15,13 a 28,95%, proporcional a adição crescente de vermicomposto bovino (Tabela 12).

Para a variável fósforo relacionada às hortaliças foi classificada como muito baixa antes do transplante das mudas e após a colheita o solo apresentou valores que variaram de 21,10 a 45,5 mg dm⁻³, sendo classificado como alto em todos os

tratamentos nas duas sementes (orgânicas e convencionais), aumentando de 224,61 a 600%.

O elemento potássio também passou de (46 mg dm⁻³) médio para alto (72,75 mg dm⁻³) a muito alto (126,5 mg dm⁻³). Os teores de P e K residuais elevados justificam-se por: sendo uma cultura folhosa a recomendação de adubação foi feita levando em consideração o teor de nitrogênio do vermicomposto. No entanto, os teores de fósforo e potássio se elevaram no solo após a colheita pelo recebimento desses elementos no vermicomposto terem sido elevados, acima da recomendação (ROLAS, 2016), para fósforo 238Kg ha⁻¹ e potássio 411Kg ha⁻¹.

O cálcio antes da instalação do experimento era classificado como baixo (1,3cmol_c m⁻³) e permaneceu nesta classificação após a colheita da alface variando de 1,04 a 1,47cmol_c m⁻³, já o magnésio de médio (0,6cmol_c m⁻³) variando de 1,32 a 1,87cmol_c m⁻³, passou a ser alto. Os valores encontrados para Ca e Mg no solo após a colheita da alface estão diretamente relacionados à presença destes no vermicomposto aplicado.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O vermicomposto bovino utilizado como adubo favorece a produção adequada da cultura da alface 'Grand Rapids', quando da aplicação de 1,0 e 1,5 vezes a recomendação da Comissão de Fertilidade do Solo para o RS/SC (2004).

Independentemente da origem da semente de alface 'Grand Rapids', a resposta quanto à adubação com vermicomposto bovino, no que tange aos aspectos relacionados à comercialização, foi satisfatória, pois atendeu a recomendação para o diâmetro de planta e área foliar.

O teor de NO_3^- nas folhas da alface 'Grand Rapids' com a aplicação de vermicomposto bovino, está dentro dos padrões da FAO para o acúmulo em folhosas.

O efeito residual do vermicomposto bovino no solo, após a colheita da alface 'Grand Rapids', permite dar continuidade a um próximo cultivo sem necessidade de adição de adubo.

O comportamento da cultivar 'Grand Rapids' com sementes orgânicas e convencionais, sob adubação orgânica é similar.

REFERÊNCIAS

ABD – Associação Brasileira de Agricultura Biodinâmica. **Caderno “Sementes Locais: experiências agroecológicas de conservação e uso**. Rio de Janeiro, 2014, 51p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO COMÉRCIO DE SEMENTES E MUDAS (ABCSEM). **2º levantamento de dados socioeconômicos da cadeia produtiva de hortaliças no Brasil**. Holambra, 2014, 58p.

ALCÂNTARA, F. A. & MADEIRA, N. R. Manejo do solo no sistema de produção orgânico de hortaliças. **Circular Técnica 64**, Embrapa Hortaliças, Brasília, 2008.

ANDREANI JUNIOR R; MARTINS DR. Avaliação de cultivares de alface (*Lactuca Sativa* L.) para plantio na primavera-verão na região de Fernandópolis SP. **Horticultura Brasileira**, v.20, 2002, p.164-168.

ANDRIOLO, J. L. **Olericultura geral: princípios e técnicas**. Santa Maria: Ed. UFSM, 2013. 158 p.

AMORIM, A. C. Compostagem e vermicompostagem de dejetos de caprinos: efeitos das estações do ano. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 57-66, 2005.

BARROS JÚNIOR, A.P.; GRANGEIRO, L.C.; BEZERRA NETO, F.; NEGREIROS, M.Z.; SOUZA, J.O.; AZEVEDO, P.E.; MEDEIROS, D. C. Cultivo da alface em túneis baixos de agrotêxtil. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.4, p. 801-803, out-dez 2004.

BERTAGNOLLI, C. M.; MENEZES, N. L. de; STORK, L.; SANTOS, O. S.; PASQUALLI, L. L. Desempenho de sementes nuas e peletizadas de alface (*Lactuca sativa* L.) submetidas a estresses hídrico e térmico. **Revista Brasileira de Sementes**, v.25, p.7 13, 2003.

CAZZOLINO, S. Nutracêuticos: o que significa. **Revista ABESO 55**, fevereiro 2012.

CERMEÑO, Z.S. **Estufas – instalações e manejo**. Lisboa: Litexa, 1990. 355p.

CORTEZ, J. W. M. **Esterco de bovino e nitrogênio na cultura de rabanete.** Jaboticabal, 2009, 76 f. SP. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual Paulista “Júlio De Mesquita Filho”, 2009.

COSTA, C.P.; SALA, F.C. A evolução da alfacultura brasileira. **Horticultura Brasileira**, v.23, 2005.

CLARO, S. A. **Referências tecnológicas para a agricultura familiar ecológica: a experiência da Região Centro-Serra do Rio Grande do Sul.** Prefácio de José Antônio Costabeber e Francisco Caporal. Porto Alegre: EMATER/RS-ASCAR, 250 p. 2001.

COLLARES, E. A. V. S. **Cultivo de alface sob adubação orgânica e seu efeito residual em ambiente protegido.** 2014. 103f. Tese (Doutorado em Agronomia), Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2014.

COMPAGNONI, L.; PUTZLOU, G. **Cría moderna de las lombrices y utilización rentable del húmus.** Barcelona: Editorial de Vecchi – S.A, 1985. 127 p.

EMBRAPA. **Hortalças em revista.** Ano IV, Número 17, Embrapa Hortalças, 2015.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** 3ª ed. rev. ampl. – Brasília: Embrapa, 2013. 353 p.

FAQUIN, V. MARQUES, E. S., SANTOS, H. S. DUBOC, E. Crescimento e concentração de nitrato de alface, sob influência da relação NO_3^- ; NH_4^+ e cloro na nutrição e horário de colheita. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, v. 21. **Anais.** Petrolina, PE, 1994. p.152.

FERMINO, M. H. **Substratos: composição, caracterização e métodos de análise.** Guaíba: Agrolivros, 2014. 112p.

FERNANDES, A.A.; MARTINEZ, H.E.P.; PEREIRA, P.R.G.; FONSECA, M.C.M. Produtividade, acúmulo de nitrato e estado nutricional de cultivares de alface, em hidroponia, em função de fontes de nutrientes. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 2, p. 195-200, junho 2002.

FERREIRA L. L.; ANICETO R. R.; MONTENEGRO I. N. A.; RIBEIRO T. S.; ALMEIDA D. G.; Porto V. C. N. Comportamento de variedades de alface na semeadura de março no município de Areia-PB. **Scientia Plena**, v.9, num. 4, 2013.

FERREIRA S.; SANTOS D.C.; GOMES L.A.A.; MALUF W.R. Amplitude de variação quanto ao número de dias para florescimento em diferentes genótipos de alface. **In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA**, 48. Resumos...Maringá: ABH (CD-ROM), 2008.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3 ed. 3 rep. Viçosa: UFV, 2012. 421p.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3ª. ed. rev.e ampl. 4ª reimpressão. Viçosa, MG. Ed. UFV, 2013. 421p.

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.

GADUM J; LAURA VA; GUZELLA E; DORNAS MF. Ensaio de cultivares de alface em Campo Grande – MS. **In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA**, 47. Resumos...Porto Seguro: ABH (CD-ROM), 2007.

GÓMEZ-BRANDÓN, M.; DOMÍNGUEZ, J. Comparison of extraction and derivatization methods for fatty acid analysis em solid environmental matrixes. **Anal. Bioanal. Chem.** 392, p.505-514, 2010.

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

HUBER, A. C. K. **Respostas agronômicas de alface sob adubação orgânica e cultivo sucessivo em ambiente protegido**. 2008. 123 f. Tese (Doutorado em Agronomia – Produção Vegetal) Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Pelotas, UFPel, 2008.

HUBER, A. C. K.; MORSELLI, T. B. G. A. Respostas agronômicas de alface sob adubação orgânica e cultivo sucessivo em ambiente protegido. **Rev. Cient. Rural – Urcamp**, Bagé – RS, vol. 14, n. 3, dezembro, 2012.

INSTRUÇÃO NORMATIVA N° 46, DE 6 DE OUTUBRO DE 2011: **Sistemas Orgânicos de Produção Animal e Vegetal**. Disponível em:

<<http://aao.org.br/aao/pdfs/legislacao-dos-organicos/instrucao-normativa-n46.pdf>>. Acesso em: 20 de jun. 2016.

INÁCIO, C. T.; BETTIO, D. B.; MILLER, P. R. M. Potencial de mitigação de emissões de Metano via Projetos de Compostagem de Pequena Escala. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS, 2009. Vitória-ES. **Anais...**[Viçosa]: SBSP, 2009.

KATAYAMA, M. Nutrição e adubação de alface, chicória e almeirão. In: SIMPOSIO SOBRE NÚTRICÃO E ADUBAÇÃO DE HORTALIÇAS, 1990, Jaboticabal. POTAFOS, 1993.

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

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, 2006.

LIMA, P.C.; MOURA, W. M.; SEDIYAMA, M.A.N.; SANTOS, R. H.S.; MOREIRA, C.L. Manejo da adubação em sistemas orgânicos. In: **Tecnologias para produção orgânica**. Viçosa, MG: Unidade Regional EPAMIG Zona da mata, 2011. 249 p.

LUNA, M. L. D.; LEITE, V. D.; LOPES, W. S.; SOUZA, J. T.; SILVA, S. A. **Tratamento anaeróbico de resíduos orgânicos com baixa concentração de sólidos**. Engenharia Agrícola, v. 29, n. 1, p. 113-121, 2009.

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

MALAVOLTA, E. **ABC da adubação**. 5. Ed. Ceres, 1989.

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

MAYNARD, D. N.; BARKER, A. V. Nitrate contend of vegetable crops. **Hort Science**, 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. 8, p. 71-118, 1976.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: UFLA, 2002.

MORSELLI, T. B. G. A. **Cultivo sucessivo de alface 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. **Vermicompostagem**. Ed. Universitária, UFPEL/PREC, Pelotas, 2009. 116p.

MORSELLI, T. B. G. A.; **Polígrafo de resíduos orgânicos em sistemas agrícolas**. Programa de Pós-Graduação em Sistemas Agrícolas Familiares, 230p. 2015.

MOTA, F. S. SIGNORINI, E; ALVES, E. G. P.; AGENDES, M. O. O. Tendência temporal da temperatura no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**. Santa Maria, v. 1, p. 101-103, 1993.

NASCIMENTO, C. F. de B.; OLIVEIRA, L. M. de; NUNES, M. U. C.; MOREIRA, M. A.; VIÉGAS, P. R. A.; PEDROTTI, A.; ANDRADE, T. M. Comportamento de mudas de alface cv. Grand Rapids, cultivadas em diferentes combinações de substratos orgânicos. **In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 47; SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE CUCURBITÁCEAS, 4, 2007, Porto Seguro. Resgatando e valorizando as hortaliças subutilizadas. Porto Seguro: Associação Brasileira de Horticultura, 2007.**

NASCIMENTO, W. M.; SILVA, P. P. Tratamentos de Sementes visando o Estabelecimento de Plântulas. Embrapa Hortaliças-Artigo em anais de congresso. **In: CURSO SOBRE TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO DE SEMENTES DE HORTALIÇAS, v.12, 2012, Mossoró, RN. Palestras, Brasília, DF: Embrapa, 2012.**

NASCIMENTO, W. M.; VIDAL, M. C. & RESENDE, F. V. Produção de Sementes de Hortaliças em Sistema Orgânico. Embrapa Hortaliças-Artigo em anais de congresso. **In: CURSO SOBRE TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO DE SEMENTES DE HORTALIÇAS, v.12, 2012, Mossoró, RN. Palestras, Brasília, DF: Embrapa, 2012.**

OLIVEIRA, C.M. **Aproveitamento agroindustrial de morangos “in natura” nos municípios Diamantina e Datas no vale Alto do Jequitinhonha**. Trabalho de conclusão de curso (Agronomia) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina-MG. 2009. 35p.

OLIVEIRA¹, R.C.; MINOZZO, M.C. Composto orgânico com diferentes idades de maturação para adubação de alface. **Cultivando o Saber**, Cascavel, v.3, n.4, p.100-107, 2010.

PAULLETI, V.; MOTTA, A. C. V. Fontes alternativas de nutrientes para adubação de pastagens. In: XXI SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM. Fundação de Estudos Agrários “Luiz de Queiroz”, 2004.

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

PURQUERIO L.F.V.; TIVELLI S.W. Manejo do ambiente em cultivo protegido. Informações Tecnológicas, Campinas, 2006. In: **IAC**, 2006. Disponível em: http://www.iac.sp.gov.br/Tecnologias/MANEJO_Cultivo_Protegido/Manejo_Cultivo_protegido.htm. Acesso em: 31/05/2017.

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

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.

RODRIGUES, I. N.; LOPES, M. T. G.; LOPES, R.; GAMA, A. S.; MILAGRES, C. P. Desempenho de cultivares de alface na região de Manaus. **Horticultura Brasileira**, v.26, p.524-527, 2008.

ROLAS – Rede Oficial de Laboratórios de Análise do Solo e de Tecido Vegetal. **Manual de calagem e adubação para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo – Núcleo Regional Sul: Comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS/SC, 2004. 400 p.

ROSA, B. FREITAS, K.R.; PINHEIRO, E. P. Utilização de resíduos orgânicos de origem animal na produção de forragens. **In: VII SIMPÓSIO GOIANO SOBRE MANEJO MANEJO E NUTRIÇÃO DE BOVINOS DE CORTE E LEITE.** Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2005.

SALA, F. C. Melhoramento genético de alface. **In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA,** 51. Horticultura Brasileira 29. Viçosa, 2011.

SALA, F. C.; COSTA, C.P. Retrospectiva e tendência da alfacicultura brasileira. **Horticultura Brasileira,** v.30, p.187-194, 2012.

SALAS, F. J. S.; MORAES, C.A.P.; GARCIA, S. SABUNDJIAN, T.T. **Evaluación del cultivo protegido por agrotêxtil en la cultura de lechuga y su desempeño en diferentes tipos de aplicaciones.** Archivos do Instituto Biológico, v.75, p.437-442, 2008.

SANCHEZ, S., V. **Avaliação de cultivares de alface crespa produzidas em hidroponia tipo nft em dois ambientes protegidos em ribeirão preto (sp).** Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, SP, 2007, 78p.

SANTOS, C. L.; SEABRA Jr S.; GADUM DE LALLA, J.; THEODORO, V. C. A.; NESPOLI, A. Desempenho de cultivares de alface tipo crespa sob altas temperaturas em Cáceres-MT. **Revista Agrarian** v.23. 2009. p.87–98.

SANTOS, C. A. P. **Produção da alface crespa e umidade do solo em função de diferentes fontes de matéria orgânica e cobertura do solo.** São Cristóvão, 2011, 59 f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas – Sustentabilidade em Agroecossistemas) Universidade Federal de Sergipe, 2011.

SANTOS, L. L.; JUNIOR, S.S.; NUNES, M. C. M. Luminosidade, temperatura do ar e do solo em ambientes de cultivo protegido. **Revista de Ciências Agro-Ambientais,** Alta Floresta, v.8, n.1, p.83- 93, 2010.

SEDIYAMA, M.A.N.; SANTOS, I.C.; LIMA, P.C. Cultivo de hortaliças no sistema orgânico. **Rev. Ceres,** Viçosa, v. 61, Suplemento, p. 829-837, nov/dez, 2014.

SHEAR, C.B. Calcium related disorders of fruits and vegetables. **Horticultural Science,** Alexandria, v.10, n.4, p. 361-365, 1975.

SILVA EC; LEAL NR; MALUF WR. Avaliação de cultivares de alface sob altas temperaturas em cultivo protegido em três épocas de plantio na região Norte Fluminense. **Ciência e Agrotecnologia**, v.23, p.491-499, 1999.

SIQUEIRA, J. V. M.; SEABRA JUNIOR, S.; INAGAKI, A. M.; SILVA, M. B.; DIAMANTE, M. S.; SANTOS, F. A. S.; PINTO E. C. S. Desempenho de cultivares de alface crespa durante verão chuvoso em Cáceres-MT. **Horticultura brasileira**, v.29, n. 2 (Suplemento - CD ROM), julho 2011.

SOUZA, L. M.; CASTILHOS, D. D.; MORSELLI, T. B. G. A.; CANTON, D. D.; HARTWIG, M. QUADROS, M. S.; SANTOS, N. M. L. 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, 2006.

SOUZA M. C. M.; RESENDE L. V.; MENEZES D.; SANTOS V. F. Avaliação de progênies de alface quanto ao pendoamento e florescimento precoce. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 48**. Resumos... Maringá: ABH (CD-ROM), 2008.

SOUZA M. E. P.; CARDOSO I. M.; CARVALHO A. M.X.; LOPES A. P.; SILVA P. H. e JUICKSCH I. Vermicompostagem: potencializando as funções das minhocas. **Rev.Agriculturas**, v. 12 - n. 1, março 2015.

TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS – TACO. Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação – NEPA. Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP. 4. ed. rev. e ampl. Campinas: NEPA-UNICAMP, 2011, 161 p.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS S. J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: Faculdade de Agronomia. Departamento de Solos, UFRGS. RS, 1995, 174p.

TENNANT, D. A. Test of modified line intersect method of estimating root length. **Journal Ecology**, Oxford, v. 63, p. 995-1001, 1975.

TIBAU, A. O. Matéria orgânica do solo. In: **Matéria orgânica e fertilidade do solo**. São Paulo: Nobel, 1984. p. 49-182.

TONIETTO, S. M.; MORSELLI, T. B. G. A. **Influência da fauna edáfica na produção orgânica de hortaliças folhosas em ambiente protegido na região sul**

do Rio Grande do Sul. Relatório final apresentado ao CNPQ, Processo nº 151005/2013-3, 24p., 2014.

TRANI, P. E.; PASSOS, F. A.; MELO, A. M. T.; TIVELLI, S. W.; BOVI, O. A.; PIMENTEL, E. C. Hortaliças e plantas medicinais: manual prático. 2ª ed. rev. atual. **Boletim Técnico IAC, nº 199.** Campinas: Instituto Agrônômico, 2010. 72 p.

TRECHA, R. D. **Produção de mudas de alface em substratos alternativos a partir de sementes peletizadas com vermicomposto bovino, peletizadas comerciais e não peletizadas.** 2017. 112f. Tese (Doutorado em Agronomia – Produção Vegetal) Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, UFPel, 2017.

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, 2006.

VIDAL, M.C. Cultivo Orgânico de Hortaliças. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 51. **Horticultura Brasileira** 29. Viçosa: ABH.S5964-S5968, 2011.

VIDIGAL S. M.; SEDIYAMA M. A. N.; SANTOS M. R.; PEDROSA M. W.; RAMOS R.S.; RIBEIRO D. R.; SILVA T. A. O.; REIGADO F. R. Avaliação de cultivares de alface na região Zona da Mata de Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 48. Resumos... Maringá: ABH (CD-ROM), 2008.

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.

ZAGO, V. c.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.

ZANARDO, B.; LÚCIO, A. D.; PALUDO, A. D.; SANTOS, D.; BENZ, V. Posições das mudas de alface nas bandejas de poliestireno e efeitos na normalidade e homogeneidade dos erros na produção de plantas. Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 41, n. 2, p. 285-293, 2010.

ZÁRATE, N.A.H.; VIEIRA, M.C.; HELMICH, M.; HEID, D.M.; MENEGATI, C.T.
Produção agroeconômica de três variedades de alface: cultivo com e sem amontoa.
Ciência Agrônoma, Fortaleza, v.41, n.4, p.646-653, 2010.

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

Apêndice

APÊNDICE A – Quadros das análises das variâncias das plantas

Apêndice 1 A. Análise da variância para a variável FFPA.

Causas da variação	G.L.	S.Q	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Tratamentos	2	3307,3980135	1653,6990068	1,0000	0,50000
Sementes	1	274,1857475	274,1857475	1,0000	0,50000
Trat.*Sem.	2	32,2329220	16,1164610	1,0000	0,50000
Blocos	18	5,9516646	-	-	-
Total	23	4094,2849730	-	-	-

Média Geral: 74,298332

CV: 0,774%

Apêndice 2 A. Análise da variância para a variável FSPA.

Causas da variação	G.L.	S.Q	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Tratamentos	2	5,6905337	2,8452668	1,0000	0,50000
Sementes	1	1,5200669	1,5200669	1,0000	0,50000
Trat.*Sem.	2	0,2065333	0,1032666	1,0000	0,50000
Blocos	18	0,9719334	-	-	-
Total	23	9,6615339	-	-	-

Média Geral: 3,668333

CV: 6,335%

Apêndice 3 A. Análise da variância para a variável FFR.

Causas da variação	G.L.	S.Q	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Tratamentos	2	231,8692684	115,9346342	1,0000	0,50000
Sementes	1	170,9334741	170,9334741	1,0000	0,50000
Trat.*Sem.	2	340,0965529	170,0482764	1,0000	0,50000
Blocos	18	1221,2091853	-	-	-
Total	23	5069,6350996	-	-	-

Média Geral: 34,221249

CV: 24,069%

Apêndice 4 A. Análise da variância para a variável FSR.

Causas da variação	G.L.	S.Q	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Tratamentos	2	0,9012585	0,4506293	1,0000	0,50000
Sementes	1	4,6112668	4,6112668	1,0000	0,50000
Trat.*Sem.	2	0,9677586	0,4838793	1,0000	0,50000
Blocos	18	14,6286325	-	-	-
Total	23	60,2243352	-	-	-

Média Geral: 3,841667

CV: 23,466%

Apêndice 5 A. Análise da variância para a variável RPA/SR.

Causas da variação	G.L.	S.Q	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Tratamentos	2	0,8619999	0,4309999	1,0000	0,50000
Sementes	1	0,0002331	0,0002331	1,0000	0,50000
Trat.*Sem.	2	0,0133699	0,0066850	1,0000	0,50000
Blocos	18	0,5430751	-	-	-
Total	23	3,6852723	-	-	-

Média Geral: 1,074008

CV: 16,173%

Apêndice 6 A. Análise da variância para a variável Número de Folhas.

Causas da variação	G.L.	S.Q	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Tratamentos	2	9,8377070	4,9188535	1,0000	0,50000
Sementes	1	0,2709373	0,2709373	1,0000	0,50000
Trat.*Sem.	2	0,2143751	0,1071876	1,0000	0,50000
Blocos	18	10,1511449	-	-	-
Total	23	30,5498930	-	-	-

Média Geral: 13,422916

CV: 5,595%

Apêndice 7 A. Análise da variância para a variável Área Foliar.

Causas da variação	G.L.	S.Q	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Tratamentos	2	186947,6094121	93473,8047060	1,0000	0,50000
Sementes	1	1001,5581161	1001,5581161	1,0000	0,50000
Trat.*Sem.	2	76105,7233510	38052,8616755	1,0000	0,50000
Blocos	18	135950,1877457	-	-	-
Total	23	585804,8026429	-	-	-

Média Geral: 962,605830

CV: 9,028%

Apêndice 8 A. Análise da variância para a variável Diâmetro da Planta.

Causas da variação	G.L.	S.Q	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Tratamentos	2	102,9137132	51,4568566	1,0000	0,50000
Sementes	1	3,5574013	3,5574013	1,0000	0,50000
Trat.*Sem.	2	18,8696983	9,4348491	1,0000	0,50000
Blocos	18	47,3669500	-	-	-
Total	23	229,5448922	-	-	-

Média Geral: 30,848333

CV: 5,259%

Apêndice 9 A. Análise da variância para a variável Comprimento de Raíz.

Causas da variação	G.L.	S.Q	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Tratamentos	2	1297594,4865997	648797,2432999	1,0000	0,50000
Sementes	1	128131,1703232	128131,1703232	1,0000	0,50000
Trat.*Sem.	2	52318,5242139	26159,2621069	1,0000	0,50000
Blocos	18	1005960,7725551	-	-	-
Total	23	4225422,8685245	-	-	-

Média Geral: 975,548770

CV: 24,233%

Apêndice 10 A. Análise da variância para a variável Diâmetro de Raíz.

Causas da variação	G.L.	S.Q	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Tratamentos	2	0,0811035	0,0405517	1,0000	0,50000
Sementes	1	0,0080008	0,0080008	1,0000	0,50000
Trat.*Sem.	2	0,0032710	0,0016355	1,0000	0,50000
Blocos	18	0,0800404	-	-	-
Total	23	0,2640823	-	-	-

Média Geral: 0,243858

CV: 27,345%

APÊNDICE B – Quadros das análises das variâncias do solo

Apêndice 1 B. Análise da variância para a variável pH do solo.

Causas da variação	G.L.	S.Q	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Tratamentos	2	0,0008333	0,0004167	0,1250	0,88307
Sementes	1	0,0150000	0,0150000	4,5000	0,04865
Trat.*Sem.	2	0,0075000	0,0037500	1,1250	0,35154
Blocos	3	0,0200000	-	-	-
Resíduo	15	0,0499999	0,0033333	-	-
Total	23	0,0933332	-	-	-

Média Geral: 4,583334

CV: 1,260%

Apêndice 2 B. Análise da variância para a variável ISMP do solo.

Causas da variação	G.L.	S.Q	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Tratamentos	2	0,0025000	0,0012500	0,2174	0,80875
Sementes	1	0,0004167	0,0004167	0,0725	0,78705
Trat.*Sem.	2	0,0158333	0,0079167	1,3768	0,28223
Blocos	3	0,0012500	-	-	-
Resíduo	15	0,0862500	0,0057500	-	-
Total	23	0,1062500	-	-	-

Média Geral: 6,187500

CV: 1,226%

Apêndice 3 B. Análise da variância para a variável Matéria Orgânica do solo.

Causas da variação	G.L.	S.Q	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Tratamentos	2	0,1636000	0,0818000	6,5035	0,00930
Sementes	1	0,0032667	0,0032667	0,2597	0,62277
Trat.*Sem.	2	0,0212333	0,0106167	0,8441	0,54737
Blocos	3	0,0032833	-	-	-
Resíduo	15	0,1886667	0,0125778	-	-
Total	23	0,3800500	-	-	-

Média Geral: 1,872500

CV: 5,989%

Apêndice 4 B. Análise da variância para a variável Fósforo do solo.

Causas da variação	G.L.	S.Q	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Tratamentos	2	1935,7308250	967,8654125	12,8345	0,00081
Sementes	1	3,4504155	3,4504155	0,0458	0,82760
Trat.*Sem.	2	78,5808288	39,2904144	0,5210	0,60903
Blocos	3	76,1212539	-	-	-
Resíduo	15	1131,1661884	75,4110792	-	-
Total	23	3225,0495116	-	-	-

Média Geral: 34,970833

CV: 24,832%

Apêndice 5 B. Análise da variância para a variável Potássio do solo.

Causas da variação	G.L.	S.Q	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Tratamentos	2	11433,0833333	5716,5416667	66,9755	0,00001
Sementes	1	12,0416667	12,0416667	0,1411	0,71289
Trat.*Sem.	2	116,0833333	58,0416667	0,6800	0,52546
Blocos	3	192,4583333	-	-	-
Resíduo	15	1280,2916667	85,3527778	-	-
Total	23	13033,9583333	-	-	-

Média Geral: 103,208336

CV: 8,951%

Apêndice 6 B. Análise da variância para a variável Cálcio do solo.

Causas da variação	G.L.	S.Q	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Tratamentos	2	0,5733333	0,2866667	20,3550	0,00015
Sementes	1	0,0004167	0,0004167	0,0296	0,85981
Trat.*Sem.	2	116,0833333	58,0416667	0,6800	0,54087
Blocos	3	0,4612500	-	-	-
Resíduo	15	0,21122500	0,0140833	-	-
Total	23	1,2695834	-	-	-

Média Geral: 1,304167

CV: 9,100%

Apêndice 7 B. Análise da variância para a variável Magnésio do solo.

Causas da variação	G.L.	S.Q	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Tratamentos	2	1,2024999	0,6012499	10,8279	0,00153
Sementes	1	0,0204167	0,0204167	0,3677	0,55948
Trat.*Sem.	2	0,1158333	0,0579167	1,0430	0,37817
Blocos	3	0,6645832	-	-	-
Resíduo	15	0,8329166	0,0555278	-	-
Total	23	2,8362496	-	-	-

Média Geral: 1,637500

CV: 14,390%

Apêndice 8 B. Análise da variância para a variável Ca/Mg do solo.

Causas da variação	G.L.	S.Q	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Tratamentos	2	0,0410083	0,0205042	0,5131	0,61353
Sementes	1	0,0165375	0,0165375	0,4139	0,53595
Trat.*Sem.	2	0,1113250	0,0556625	1,3930	0,27834
Blocos	3	0,2797459	-	-	-
Resíduo	15	0,5993792	0,0399586	-	-
Total	23	1,0479959	-	-	-

Média Geral: 0,824583

CV: 24,242%

Apêndice 9 B. Análise da variância para a variável Ca/K do solo.

Causas da variação	G.L.	S.Q	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Tratamentos	2	7,0229249	3,5114625	10,6757	0,00161
Sementes	1	0,0088166	0,0088166	0,0268	0,86635
Trat.*Sem.	2	0,0920083	0,0460042	0,1399	0,87048
Blocos	3	6,0962339	-	-	-
Resíduo	15	4,9338171	0,3289211	-	-
Total	23	18,1538009	-	-	-

Média Geral: 5,125000

CV: 11,191%

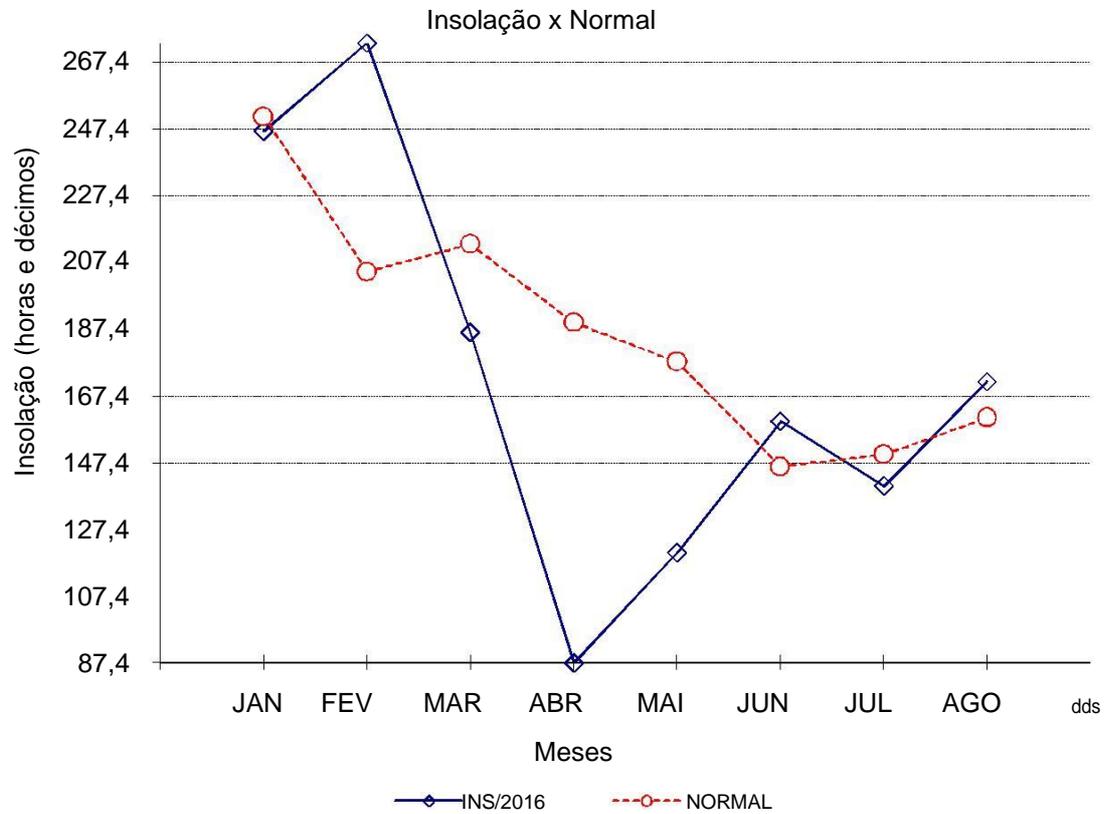
Apêndice 10 B. Análise da variância para a variável Mg/K do solo.

Causas da variação	G.L.	S.Q	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Tratamentos	2	9,8649748	4,9324874	6,7057	0,00840
Sementes	1	0,0600001	0,0600001	0,0816	0,77535
Trat.*Sem.	2	2,2062250	1,1031125	1,4997	0,25421
Blocos	3	11,6058834	-	-	-
Resíduo	15	11,0335661	0,7355711	-	-
Total	23	34,7706493	-	-	-

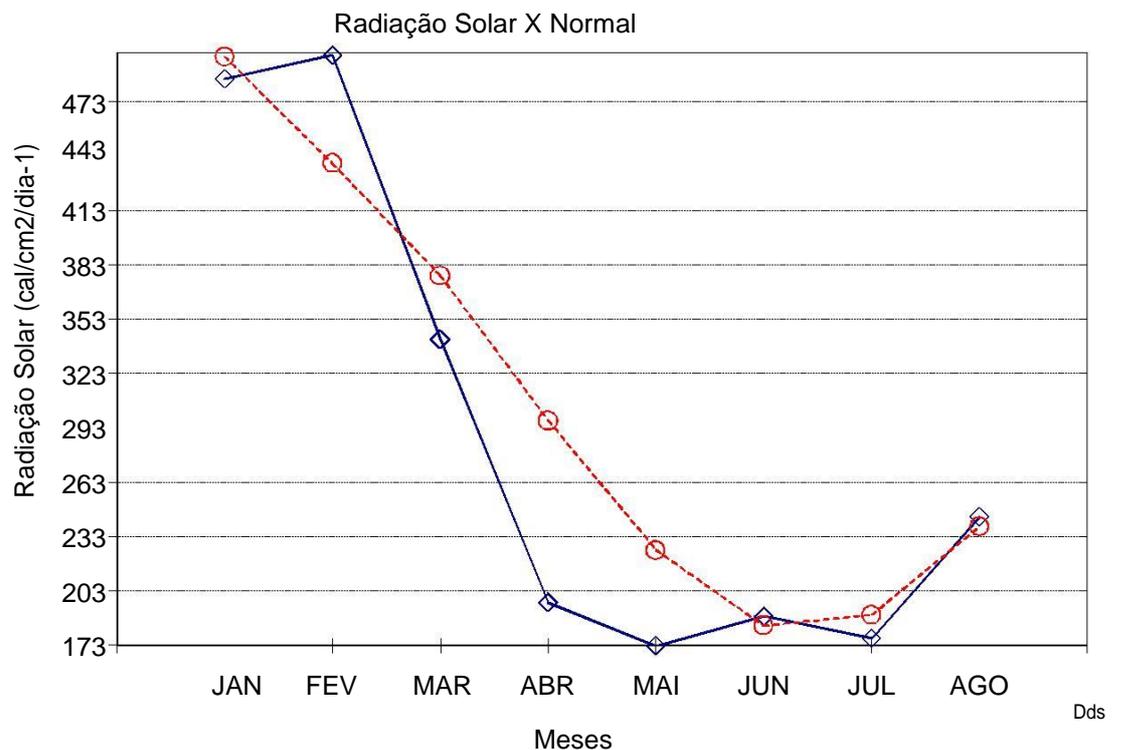
Média Geral: 6,412500

CV: 13,375%

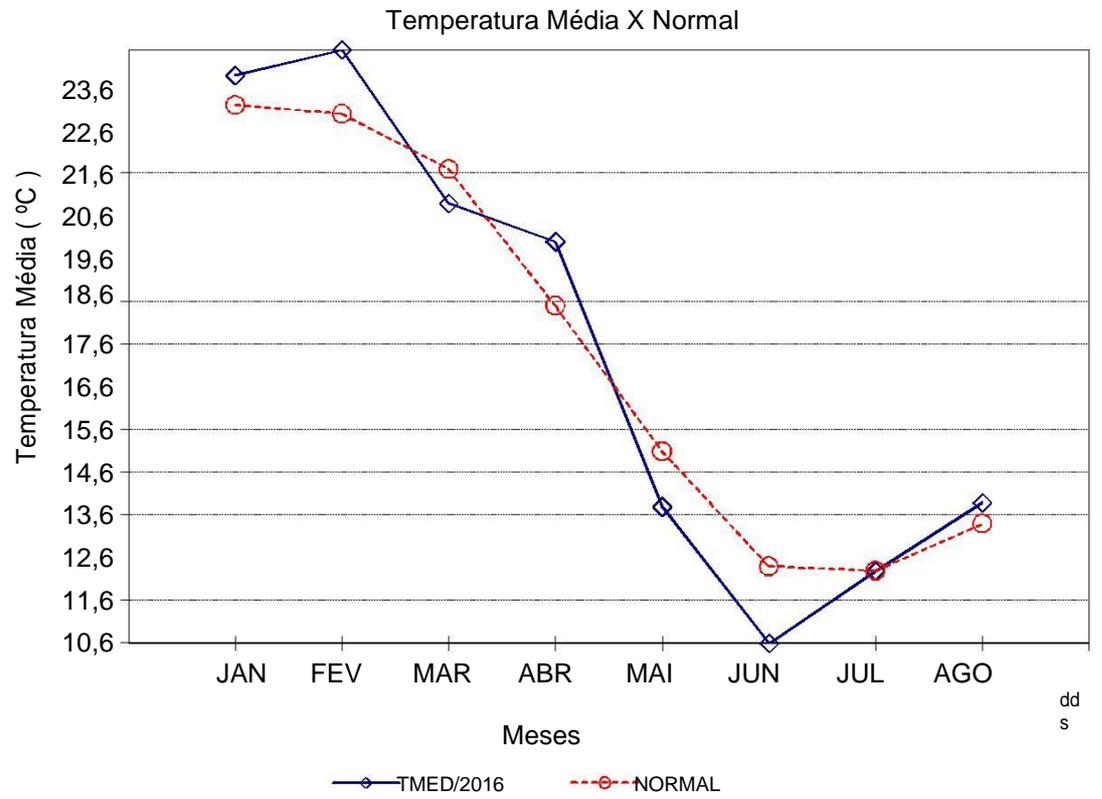
APÊNDICE C – Valores externos de insolação, radiação solar e temperatura média no período do experimento



Fonte: Estação Agroclimatologica de Pelotas, convênio EMBRAPA/UFPel/INMET, Pelotas , RS, 2016.



Fonte: Estação Agroclimatologica de Pelotas, convênio EMBRAPA/UFPel/INMET, Pelotas , RS, 2016.



APÊNDICE D – Fotos do experimento



Figura 1D. Peneiragem do solo (substrato), UFPel, 2016.



Figura 2D. Pesagem do solo (substrato), UFPel, 2016.



Figura 3D. produção das mudas da cultivar Grand Rapids, UFPel, 2016.



Figura 4D. Montagem do experimento, UFPel, 2016.



Figura 5D. Plantas cultivar 'Grand Rapids', UFPel, 2016.



Figura 6D. Plantas cultivar 'Grand Rapids', UFPel, 2016.



Figura 7D. Plantas cultivar 'Grand Rapids', UFPel, 2016.



Figura 8D. Plantas cultivar 'Grand Rapids', UFPel, 2016.



Figura 9D. Plantas cultivar 'Grand Rapids', UFPel, 2016.



Figura 10D. Plantas cultivar 'Grand Rapids', UFPel, 2016.