

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



Tese

**Adubação do solo e foliar a base de co-produtos de xisto em sistema de
sucessão com hortaliças**

Vanessa Fernandes Araujo

PELOTAS, 2015

Vanessa Fernandes Araujo

**Adubação do solo e foliar a base de co-produtos de xisto em sistema de
sucessão com hortaliças**

Tese apresentada ao Programa de Pós
Graduação em Sistema de Produção Agrícola
Familiar da Universidade Federal de Pelotas,
como requisito parcial à obtenção do título de
Doutora em Agronomia.

Orientador: Dr. Carlos Alberto Barbosa Medeiros

Co-Orientador (es): Dr. Carlos Augusto Posser Silveira, Dra. Clause Fátima de Brum
Piana, Dra. Márcia Vizzotto

Pelotas, 2015

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

A111a Araujo, Vanessa Fernandes

Adubação do solo e foliar a base de co-produtos de xisto em sistema de sucessão com hortaliças / Vanessa Fernandes Araujo ; Carlos Alberto Barbosa Medeiros, Clause Fátima de Brum Piana, orientadores ; Carlos Augusto Posser Silveira, Márcia Vizzotto, coorientadores. — Pelotas, 2015.

146 f. : il.

Tese (Doutorado) — Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2015.

1. Nutrição de plantas. 2. Remineralizadores. 3. Efeito residual. I. Medeiros, Carlos Alberto Barbosa, orient. II. Piana, Clause Fátima de Brum, orient. III. Silveira, Carlos Augusto Posser, coorient. IV. Vizzotto, Márcia, coorient. V. Título.

CDD : 631.4

Banca examinadora:

Dr. Carlos Alberto Barbosa Medeiros

Dr. José Ernani Schwengber

Dra. Roberta Marins Nogueira Peil

Dra. Rosane Martinazzo

A minha querida mãe Madalena (in memoriam), por todo amor, carinho, incentivo e exemplo nos momentos que pode estar comigo neste caminho. Estarás sempre em meu coração!

Aos meus amados, pai e irmã, Pedro e Larissa

Ao meu querido vôzinho Ponciano

Ao meu amor Guilherme

Dedico

Agradecimentos

À Deus, por tudo que tem me concedido, por sempre atender aos meus anseios, e agora em especial, por me dar forças para conclusão dessa Tese.

À Universidade Federal de Pelotas, pela oportunidade de realizar o curso de pós-graduação e aos seus professores pelas valiosas contribuições.

À Embrapa Clima Temperado, seus funcionários e colaboradores, pelo apoio à realização dos trabalhos desenvolvidos nesta pesquisa.

Ao Projeto Xisto Agrícola e seus membros, pelas oportunidades, pela concessão de bolsa em alguns períodos do estudo e principalmente pelas amizades estabelecidas durante a execução do trabalho.

Ao agricultor Sr. Délcio Bonemann e sua querida família, Dona Vanilda, Diego e Daísa, pela disponibilidade da área de pesquisa e por todos os ensinamentos e amizade durante os últimos seis anos.

Ao pesquisador Carlos Alberto Barbosa Medeiros, pela orientação, pela agradável convivência e por seus valiosos comentários, sugestões e críticas durante o desenvolvimento deste trabalho.

Ao co-orientador Carlos Augusto Posser Silveira, por todas as oportunidades, pelos conhecimentos transmitidos, pela amizade que construímos com muito carinho e respeito, pelo exemplo de dedicação à profissão, pelo apoio incondicional na minha formação.

À co-orientadora Clause Piana, por todo carinho e amizade, pelas valiosas contribuições, pela disposição e apoio sem precedentes durante a realização deste trabalho .

À co-orientadora Márcia Vizzotto, pelo apoio, carinho e incentivo durante a realização dos trabalhos desta pesquisa.

À minha família querida, Pai e Lari, por sempre me apoiarem, me incentivarem e acreditarem em mim, por sempre estarem ao meu lado nas horas de alegrias e dificuldades e ao meu Vêzinho amado, Ponciano, por todas as orações e boas energias enviadas, elas chegaram, pode ter certeza.

Ao meu amor Guilherme, companheiro de todas as horas. Obrigada pelo amor, pelo carinho, pela paciência, por aturar as minhas crises de ansiedade e estresse, pela compreensão e incentivo em todos os momentos. E aos queridos

“sogrinhos”, Mara e Ricardo, por sempre me receberem de braços abertos, por todo carinho e amizade.

Aos queridos Antônio, Graça, Manu e Rafa, que me acolheram na maior parte da minha vida acadêmica, sempre me apoiando e incentivando, minha eterna gratidão.

À minha comadre querida Liziane, por todo apoio, conselhos e cuidados ao longo desses anos de amizade, e principalmente pelo melhor presente que me deu, minha afilhada linda “Maria Laura”.

Aos meus “tesourinhos” Roberta Krause e Luciara Mattoso, nas quais sempre pude confiar e com quem tive a felicidade de conviver durante esse tempo. Obrigada pela ajuda em tudo, pela amizade e pela nossa agradável convivência.

Aos queridos colegas, ex-colegas e amigos, Gerson, Esmael, Alexssandra (Índia), Lucas Rutz, Simoni, Milena, Camila Alves, Tatiane Senna, Mariana Fetter, Diandra Corbelini, Luíza Bandeira, e também aos colegas dos Laboratórios de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Pós-Colheita e Central Analítica, Elisa, Priscila, Marina, Juliana, Alex, Duda, Graci, Núbia, Ana Cristina, Jú (Jussara Xavier), Seu Fernando Volcan, Cristina Silveira e Ana Paula Camargo. Obrigada pelo auxílio na execução dos trabalhos de campo, nas análises de laboratório, na escrita, por toda amizade e por todas as horas de descontração que passamos juntos. Sem dúvida, o ambiente de trabalho sempre foi contaminado pela alegria de vocês.

Aos membros da banca examinadora, José Ernani, Roberta Marins Nogueira Peil, Rosane Martinazzo e Ivan Pereira dos Santos, por terem aceitado contribuir com a minha tese.

Agradeço por ter cruzado o meu caminho com o de todas as pessoas sem as quais esse trabalho não existiria. A todos que, de alguma forma, contribuíram para a concretização deste trabalho, o meu muito obrigada!

Resumo

ARAUJO, Vanessa Fernandes. **Adubação do solo e foliar a base de co-produtos de xisto em sistema de sucessão com hortaliças**. 2015. 146 f. Tese (Doutorado)- Programa de Pós-Graduação em Sistemas de produção Agrícola Familiar. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas-RS.

Um dos grandes problemas observados no cultivo de hortaliças é o uso excessivo de fertilizantes solúveis, altamente concentrados, que tem causado prejuízos à biodiversidade do solo, à qualidade dos produtos gerados e ao ecossistema como um todo. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de uma matriz fertilizante à base de subprodutos de xisto e da água de xisto na produção e qualidade dos alimentos em um sistema de sucessão de culturas constituído de morango, melão e alface, com o uso de plantas de cobertura em um solo com níveis muito elevados de macronutrientes. Utilizou-se um sistema de produção em sucessão com as culturas do morangueiro, meloeiro, alface e as plantas de cobertura aveia-preta consorciada com ervilhaca, seguidas de crotalária. Foram utilizados 16 tratamentos para as culturas do morangueiro e alface, que resultaram das combinações de níveis de três fatores: cultivar, adubação de base complementar e adubação foliar, enquanto que para a cultura do meloeiro e plantas de cobertura, foram utilizados 4 tratamentos resultantes das combinações de níveis de dois fatores: cultivar e adubação de base complementar. Foram utilizadas adubações foliares a base de água de xisto, combinadas com os nutrientes Ca e B (morangueiro) e Mn e Zn (alface). As variáveis analisadas foram produção, compostos funcionais e atividade antioxidante total, físico-químicas, análise química da planta: folha, fruto e parte aérea e análise química do solo. Nas condições desse estudo, em área de alto nível de fertilidade inicial, a adubação de base complementar com MBR e adubação foliar a base de água de xisto não influenciaram as variáveis relativas às propriedades funcionais e às características químicas dos frutos de morangueiro e do meloeiro e das plantas de alface. Os micronutrientes adicionados na adubação foliar à base de água de xisto, Ca e B para o morangueiro, e Zn e Mn para alface não influenciaram as variáveis de produção e qualidade das culturas estudadas, possivelmente devido ao elevado teor inicial desses nutrientes no solo. Dentre os nutrientes analisados, o fósforo foi o único que apresentou considerável redução em relação ao teor inicial, após os cultivos com somente adubação residual, mas permaneceu, mesmo assim, em nível considerado alto.

Palavras-Chave: nutrição de plantas; remineralizadores; efeito residual; *Fragaria x ananassa*; *Cucumis melo*; *Lactuca sativa*.

Abstract

ARAUJO, Vanessa Fernandes. **Soil and leaf fertilization based on shale by-products in succession system with vegetables.** 2015. 146 f. Thesis (Ph.D.) - Graduate Program in Family Agricultural Production Systems. Federal University of Pelotas, Pelotas-RS.

A major problem observed in growing vegetables, is the excessive use of highly concentrated soluble fertilizers, which has caused damage to soil biodiversity, to quality of the products and to the ecosystem. The objective of this study was to evaluate the effect of a fertilizer matrix based on shale by-products and of shale water, on production quality and productivity in a succession system of cultures consisting of strawberry, melon, lettuce and cover crops, in a soil with very high levels of macronutrients. A production system consisting of a succession of strawberry, melon, lettuce and cover plants, black oat intercropped with vetch, followed by crotalaria, was used. Sixteen treatments were used for strawberry and lettuce, which resulted from the combination of three factors: varieties, basic supplementary fertilization and leaf fertilization. For melon and cover plants four treatments were used resulting from the combination of two factors: varieties and complementary base fertilization. Foliar fertilizers based on shale water, combined with the nutrients Ca and B (strawberry) and Mg and Zn (lettuce) were used. The variables analyzed were production, functional compounds and total antioxidant activity, physicochemical, chemical analysis of the plant leaf, fruit and shoot and soil chemical analysis. Under the conditions of this study, conducted in a area with high level of initial fertility, the complementary base fertilization with MBR and foliar fertilization with shale water did not influence variables related to functional properties and chemical characteristics of strawberry and melon fruits, and of lettuce plants. The addition of the micronutrients Ca and B for the strawberries, and Zn and Mn for the lettuce in the foliar fertilization with shale water did not influence the production and quality of those crops, probably due to the high initial content of these nutrients in the soil. Of the nutrients analyzed, phosphorus was the only one who showed considerable reduction compared to the initial content, after the cultivation with only residual fertilizer, but remained in a high level in the soil.

Keywords: plant nutrition; remineralizadores; residual effect; *Fragaria x ananassa*; *Cucumis melo*; *Lactuca sativa*.

Lista de Figuras

Figura 1. Perfil do terreno natural mostrando as diferentes camadas da coluna estratigráfica.....	21
Figura 2. Diagrama esquemático do processamento do Xisto	23
Figura 3. Concentrações dos nutrientes P, K, Ca, Mg e S no solo no início do experimento e após os cultivos do morangueiro, meloeiro, alface e culturas de cobertura.	100

Lista de Tabelas

Tabela 1. Época de cultivo em sucessão do morangueiro, meloeiro, alface e culturas de cobertura. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPeI, Pelotas-RS, 2015.	32
Tabela 2. Descrição dos tratamentos aplicados no cultivo de morangueiro. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPeI, Pelotas, 2015.	34
Tabela 3. Descrição de datas e doses de aplicações foliares de água de xisto no cultivo de morangueiro. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPeI, Pelotas, 2015..	35
Tabela 4. Descrição dos tratamentos no cultivo de meloeiro. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPeI, Pelotas, 2015.	40
Tabela 5. Descrição dos tratamentos aplicados no cultivo da alface. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPeI, 2015.	43
Tabela 6. Datas e doses de aplicações foliares de água de xisto no cultivo de alface. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPeI, Pelotas, 2015.....	44
Tabela 7. Médias de produção por planta de duas cultivares de morangueiro (Camarosa e Camino Real) para os níveis do fator adubação de base complementar. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPeI, Pelotas, 2015.....	50
Tabela 8. Médias de produção por planta de morangueiro após a aplicação de 2 L ha ⁻¹ , 3 L ha ⁻¹ e 4 L ha ⁻¹ de água de xisto para as combinações de níveis dos fatores cultivar e adubação de base complementar. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPeI, Pelotas, 2015.....	52
Tabela 9. Médias das cultivares Camarosa e Camino Real após a aplicação de 2 e 3 L ha ⁻¹ de água de xisto para a variável peso médio do fruto (g) de morangueiro. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPeI, Pelotas, 2015.....	53
Tabela 10. Médias de número de frutos por planta de morangueiro após a aplicação de 4 L ha ⁻¹ de água de xisto para as combinações de níveis dos fatores cultivar e adubação de base complementar.. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPeI, Pelotas, 2015.	53
Tabela 11. Médias de antocianinas nos frutos de morangueiro para os níveis do fator cultivar. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPeI, Pelotas, 2015.	55
Tabela 12. Médias de sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT) e a relação SST/ATT dos frutos de morangueiro, para os níveis do fator cultivar. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPeI, Pelotas, 2015.....	56

Tabela 13. Médias de teores dos nutrientes nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) nas folhas de morangueiro no início do florescimento (julho) para os níveis do fator cultivar. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPeI, Pelotas, 2015.	59
Tabela 14. Médias do teor de potássio (K) nas folhas de morangueiro no início do florescimento (julho) para os níveis do fator adubação de base complementar. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPeI, Pelotas, 2015.....	59
Tabela 15. Médias gerais dos teores de nutrientes avaliados nas folhas de morangueiro das duas cultivares no início do florescimento (julho). Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPeI, Pelotas, 2015.	60
Tabela 16. Médias do teor de magnésio (Mg) nas folhas de morangueiro da cultivar Camarosa em novembro, para as combinações de níveis dos fatores adubação foliar e adubação de base complementar. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPeI, Pelotas, 2015.	61
Tabela 17. Médias de teor de magnésio (Mg) nas folhas da cultivar Camino Real em novembro para as combinações de níveis dos fatores adubação foliar e adubação de base complementar. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPeI, Pelotas, 2015.	61
Tabela 18. Médias de teor de enxofre (S) nas folhas de morangueiro em novembro para as combinações de níveis dos fatores adubação de base complementar e adubação foliar. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPeI, Pelotas, 2015.	62
Tabela 19. Médias gerais dos teores de nutrientes avaliados nas folhas de morangueiro em novembro. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPeI, Pelotas, 2015.	62
Tabela 20. Médias de teores dos nutrientes cálcio (Ca) e fósforo (P) nos frutos de morangueiro para os níveis do fator cultivar. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPeI, Pelotas, 2015.....	63
Tabela 21. Médias de teor de potássio (K) nos frutos da cultivar Camarosa, para as combinações de níveis dos fatores adubação foliar e adubação de base complementar. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPeI, Pelotas, 2015.	64
Tabela 22. Médias de teor de potássio (K) nos frutos da cultivar Camino Real, para as combinações de níveis dos fatores adubação foliar e adubação de base complementar. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPeI, Pelotas, 2015.	65

Tabela 23. Médias de teor de magnésio (Mg) nos frutos de morangueiro para as combinações de níveis dos fatores cultivar e adubação foliar. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPEL, Pelotas, 2015.	65
Tabela 24. Médias do teor de nitrogênio nos frutos da cultivar Camarosa para as combinações de níveis dos fatores adubação foliar e adubação de base complementar. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPEL, Pelotas, 2015.	66
Tabela 25. Médias dos teores de manganês (Mn) para o fator adubação de base complementar. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPEL, Pelotas, 2015.	66
Tabela 26. Médias gerais dos teores de nutrientes avaliados nos frutos de morangueiro. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPEL, Pelotas, 2015.	67
Tabela 27. Médias de teor de fósforo (P) na parte aérea do morangueiro, para as combinações de níveis dos fatores adubação de base complementar e adubação foliar. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPEL, Pelotas, 2015.	68
Tabela 28. Médias de teor de potássio na parte aérea do morangueiro, por cultivar e por adubação de base complementar. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPEL, Pelotas, 2015.	69
Tabela 29. Médias das cultivares Camarosa e Camino Real para o teor do nutriente cobre (Cu) na parte aérea de morangueiro. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPEL, Pelotas, 2015.	69
Tabela 30. Médias gerais dos teores de nutrientes avaliados na parte aérea das plantas de morangueiro ao final do experimento. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPEL, Pelotas, 2015.	70
Tabela 31. Médias dos nutrientes avaliados no solo pós-morangueiro para os fatores adubação de base complementar (subparcela) e cultivar (parcela). Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPEL, Pelotas, 2015.	71
Tabela 32. Médias dos níveis do fator adubação de base complementar para a variável peso médio de frutos por planta de meloeiro. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPEL, Pelotas, 2015.	72
Tabela 33. Médias dos níveis do fator adubação de base complementar para a variável número médio de frutos por planta de meloeiro. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPEL, Pelotas, 2015.	73
Tabela 34. Teores de nutrientes observados nos frutos de meloeiro. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPEL, Pelotas, 2015.	78

Tabela 35. Médias dos níveis do fator adubação de base complementar para o nutriente potássio no solo pós- meloeiro. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPeI, Pelotas, 2015.	80
Tabela 36. Médias dos níveis do fator adubação de base complementar para o nutriente enxofre no solo pós- meloeiro. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPeI, Pelotas, 2015.	81
Tabela 37. Médias dos nutrientes avaliados no solo pós-meloeiro para o fator adubação de base complementar (subparcela). Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPeI, Pelotas, 2015.....	81
Tabela 38. Médias da variável massa fresca por planta de alface para os níveis do fator adubação foliar. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPeI, Pelotas, 2015.	83
Tabela 39. Médias das variáveis compostos fenólicos e atividade antioxidante de alface para os níveis do fator adubação foliar. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPeI, Pelotas, 2015.....	84
Tabela 40. Médias do teor de cálcio (Ca) nas folhas de alface para os níveis do fator adubação de base complementar. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPeI, Pelotas, 2015.	85
Tabela 41. Médias do teor de manganês (Mn) nas folhas de alface para os níveis do fator adubação foliar. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPeI, Pelotas, 2015.	86
Tabela 42. Médias do teor de zinco (Zn) nas folhas de alface para os níveis do fator adubação foliar. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPeI, Pelotas, 2015.	86
Tabela 43. Médias gerais de teores dos nutrientes avaliados nas folhas de alface. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPeI, Pelotas, 2015.....	87
Tabela 44. Médias do teor de enxofre (S) para os níveis do fator adubação sólida no solo pós-alface. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPeI, Pelotas, 2015.....	88
Tabela 45. Médias comparativas dos nutrientes avaliados no solo pós-alface para o fator adubação de base complementar (subparcela). Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPeI, Pelotas, 2015.....	89
Tabela 46. Médias do teor de potássio (K) para os níveis do fator cultivar de morangueiro considerando o efeito residual sobre as plantas de aveia-preta. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPeI, Pelotas, 2015.....	91
Tabela 47. Teores médios de nutrientes em plantas de aveia após 135 dias da semeadura. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPeI, Pelotas, 2015.	92

Tabela 48. Médias do teor de cobre (Cu) nas plantas de ervilhaca para os níveis do fator cultivar de morangueiro considerando o efeito residual. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPeL, Pelotas, 2015.	92
Tabela 49. Teores médios de nutrientes em plantas de ervilhaca após 135 dias da semeadura. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPeL, Pelotas, 2015.	93
Tabela 50. Teores médios de nutrientes no solo pós-aveia/ervilhaca para os níveis do fator adubação de base complementar. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPeL, Pelotas, 2015.	94
Tabela 51. Teores médios de nutrientes na parte aérea de crotalária após 105 dias da semeadura. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPeL, Pelotas, 2015.	95
Tabela 52. Médias dos nutrientes analisadas no solo pós-crotalária para o fator adubação de base complementar com MBR. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPeL, Pelotas, 2015.	96
Tabela 53. Exportação de nutrientes pelas culturas do morangueiro, meloeiro e alface, frutos e parte aérea, ciclagem de nutrientes pelas plantas de cobertura, aveia-preta consorciada com ervilhaca e crotalária, total de nutrientes adicionados na adubação e teores de nutrientes do solo no início e no final do experimento. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPeL, Pelotas, 2015.	99
Tabela 54. Teores de nutrientes do solo desde o início do experimento. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPeL, Pelotas, 2015.	99

Sumário

1 Introdução	16
2 Revisão de literatura	19
2.1 Fontes alternativas de adubação	19
2.2 Xisto e subprodutos do seu processamento	20
2.3 Adubação foliar e importância dos nutrientes	24
2.4 Efeito da utilização de rochas moídas na agricultura.....	26
2.5 Influência da adubação verde sobre as culturas.....	27
2.6 Influência dos nutrientes nas propriedades funcionais das frutas e hortaliças	29
3 Material e métodos.....	32
3.1 Cultivo do morangueiro.....	33
3.1.1 Variáveis analisadas no cultivo do morangueiro	35
3.1.2 Processos de mensuração	36
3.2 Cultivo do meloeiro	39
3.2.1 Variáveis analisadas no meloeiro.....	41
3.2.2 Processos de mensuração	41
3.3 Cultivo da alface	42
3.3.1 Variáveis analisadas na alface	44
3.3.2 Processos de mensuração	45
3.4 Cultivo da aveia consorciada com ervilhaca	46
3.4.1 Variáveis analisadas	46
3.4.2 Processos de mensuração	46
3.5 Cultivo da crotalária	47
3.5.1 Variáveis analisadas	47
3.5.2 Processos de mensuração.....	48
3.6 Análises estatísticas	48
3.7 Exportação de nutrientes pelas culturas do morangueiro, meloeiro, alface e ciclagem pelas culturas de cobertura	48

4 Resultados e discussão.....	49
4.1 Variáveis analisadas no morangueiro	49
4.1.1 Produção.....	49
4.1.2 Compostos funcionais	54
4.1.3 Físico-químicas	56
4.1.4 Análise química da planta	57
4.1.5 Análise química do solo	70
4.2 Variáveis analisadas no meloeiro	72
4.2.1 Produção.....	72
4.2.2 Compostos funcionais	74
4.2.3 Físico-químicas	76
4.2.4 Análise química dos frutos	77
4.2.5 Análise química do solo	79
4.3 Variáveis analisadas na alface	82
4.3.1 Produção.....	82
4.3.2 Compostos funcionais	84
4.3.3 Análise química das folhas.....	85
4.3.4 Análise química do solo	88
4.4 Plantas de cobertura.....	90
4.4.1 Variáveis analisadas no consórcio aveia-preta/ervilhaca.....	90
4.5 Exportação de nutrientes pelas culturas do morangueiro, meloeiro, alface e ciclagem pelas culturas de cobertura	96
4.6 Alterações nas concentrações de nutrientes do solo desde o início do estudo	99
5 Conclusões.....	101
6 Considerações finais	102
Apêndices.....	121

1 Introdução

A agricultura familiar é responsável por garantir boa parte da segurança alimentar do país, como importante fornecedora de alimentos para o mercado interno (FRANÇA et al., 2009). A diversificação de culturas para sustentabilidade da agricultura familiar se mostra cada vez mais eficiente, especialmente no sentido de diminuir os riscos de se ter apenas uma cultura como principal fonte de renda e manutenção familiar, o que proporciona maior segurança ao agricultor, mantendo a produtividade em nível sustentável. Dentre os diversos tipos de produtos cultivados pelos agricultores familiares, destacam-se as hortaliças, pois possibilitam um rápido retorno econômico (AMARO et al., 2007).

Um dos grandes problemas observado no cultivo de hortaliças é o uso excessivo de fertilizantes solúveis, concentrados, que tem causado prejuízos à biodiversidade do solo, à qualidade dos produtos gerados e ao ecossistema como um todo. A ação às vezes negligente do agricultor em relação ao solo tem conduzido à deterioração das suas propriedades, principalmente biológicas, freqüentemente irreversível, afetando o seu potencial produtivo. Como exemplo, o sistema convencional de cultivo do morangueiro que, em geral, se caracteriza pela utilização de insumos químicos de forma inadequada (MADAIL et al., 2007). Nesse sistema, além das doses elevadas de fertilizantes, as plantas acabam recebendo grande carga de agrotóxicos durante seu ciclo, o que faz com que os frutos de morango estejam entre as que apresentam maiores níveis de resíduos de agrotóxicos, muitas vezes acima do tolerado pela legislação, como mostra o relatório do Programa Nacional de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA), divulgado no dia 29 de outubro de 2013 pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2013).

Outro problema enfrentado pelos produtores, principalmente os agricultores familiares, é a grande dependência de insumos externos e o seu alto custo. Cerca de 70% do total dos fertilizantes utilizados no país são derivados de fontes convencionais importadas, compostas, essencialmente, de variantes de NPK, de elevada concentração e solubilidade (RODRIGUES, 2009). Diante disso, para que os agricultores familiares possam diversificar sua produção e desenvolver sistemas de produção sustentáveis aproveitando nichos e demandas de mercado por

produtos diferenciados, surge a importância de estudar sistemas de produção que possam utilizar como fertilizantes subprodutos de diferentes origens, complementares à adubação solúvel, com conseqüente oferta de produtos de melhor qualidade e redução nos impactos ambientais. Dentre os subprodutos alternativos passíveis de utilização como fertilizantes destacam-se aqueles de origem orgânica, tais como esterco e tortas vegetais, e aqueles de origem mineral, como os remineralizadores, subprodutos originados da atividade de mineração. Neste grupo, merecem atenção especial os produtos obtidos a partir da mineração de rochas, normalmente utilizados na forma de pó (granulometria $<0,3$ mm), através da prática da remineralização do solo ou rochagem, que nada mais é que o uso de rochas moídas com fins de repor os nutrientes retirados do solo, seja pelas culturas, seja por outras formas de perdas (erosão e lixiviação). Embora possa parecer uma novidade, o uso de rochas moídas é bastante praticado, tendo como exemplos as práticas agrícolas da calagem e a fosfatagem (MEERT et al., 2009).

Como vantagens atribuídas a essa prática, podem-se citar o fornecimento concomitante de vários nutrientes (principalmente micronutrientes), devido à composição variada dos agrominerais, a disponibilização de nutrientes de forma gradual, e o aumento da CTC (em função da presença de argilominerais 2:1 ou neoformação dos mesmos), possibilitando a redução do uso de fertilizantes solúveis convencionais e dos riscos ambientais inerentes ao seu uso. A redução dos custos de produção no campo, sobretudo para os agricultores familiares, também representa outra vantagem da rochagem (PÁDUA, 2012).

Além da busca por fontes de nutrientes eficientes, econômicas e de menor impacto ambiental, outra preocupação freqüente é com a qualidade e o valor nutritivo dos produtos agrícolas, o que têm sido amplamente estudado, principalmente por exigência da sociedade que requer alimentos livres de contaminação química por agrotóxicos, ricos nutricionalmente e recentemente, com maior teor de compostos antioxidantes. No entanto, a qualidade de frutos é a somatória de vários fatores, com especial atenção aos teores de nutrientes. A literatura está repleta de informações sobre a participação dos elementos essenciais no sabor, cor, aroma, forma, tamanho, aparência, resistência a pragas e doenças, dentre outras, justificado pelo papel específico que cada nutriente desempenha no metabolismo vegetal. São exemplos disso, a participação do cálcio na firmeza dos

frutos, ou, do nitrogênio em seu tamanho, sendo que a produção e a qualidade dos frutos dependem, também, do equilíbrio entre os nutrientes.

Dentre as estratégias de manejo para aumentar a eficiência de uso dos nutrientes podem ser citadas a adoção de práticas conservacionistas de manejo do solo, como sucessão de culturas, uso de plantas cicladoras de nutrientes, observância do status dos atributos do solo e das recomendações técnicas para a produção de cada cultura, além do uso de fertilizantes de liberação gradual de nutrientes. A adubação foliar, embora não substitua, mas sim, complemente a adubação via solo, também pode melhorar a absorção e a eficiência dos nutrientes aplicados ao solo (TEJADA; GONZALES, 2004) e desta forma, em longo prazo, aumentar a eficiência do sistema intensificando a possibilidade de menor aporte de insumos externos.

Os sistemas de cultivo conservacionistas, isto é, que contemplem ao mesmo tempo, eficiência e qualidade produtivas com a manutenção e/ou aumento da fertilidade do solo estão sendo paulatinamente adotados em todos os tipos de cultivos. No caso de sistemas hortícolas, na região de Pelotas/RS é cada vez mais comum a adoção de sistemas que combinam culturas tais como morango, melão e alface como espécies de interesse econômico. Quando tal sistema é adotado, geralmente a adubação visa suprir as necessidades da cultura principal, sendo que as culturas subseqüentes beneficiam-se do efeito residual do fertilizante aplicado.

A pesquisa desenvolvida neste estudo está inserida no contexto do Projeto Xisto Agrícola que teve seu início em 2004 coordenado pela Embrapa Clima Temperado e desenvolvido em parceria com a Petrobras-SIX, através da Unidade de Industrialização do Xisto em São Mateus do Sul (PR). O projeto contempla um amplo programa de pesquisa e desenvolvimento de novos insumos para uso na agricultura, através da utilização de subprodutos do processamento do folhelho pirobetuminoso (xisto) como matérias-primas para a formulação de matrizes fertilizantes.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de uma matriz fertilizante à base de subprodutos de xisto e da água de xisto na produção e qualidade dos alimentos em um sistema de sucessão de culturas constituído de morango, melão e alface, com o uso de plantas de cobertura em um solo com elevada fertilidade construída, com níveis muito elevados de macronutrientes.

2 Revisão de literatura

2.1 Fontes alternativas de adubação

Diante do aumento significativo do preço dos fertilizantes nos últimos anos e da grande dependência das importações, assim como do seu peso nos custos de produção de hortaliças, o uso eficiente dos nutrientes e a busca por fontes alternativas na adubação se tornam estratégias importantes no manejo do sistema de produção. Como exemplo da dependência, o potássio, elemento essencial na nutrição de plantas, fornecido principalmente através do cloreto de potássio (KCl), é a fonte mais utilizada no país, a qual representa um consumo de 4,8 milhões de toneladas (OGASAWARA et al., 2010), sendo que, cerca de 91 % deste produto é importado. Há previsões de que o Brasil apresentará um cenário futuro de importações de 86% do total de nutrientes necessários à agricultura em 2025 (LOPES; DAHER, 2008).

Ao se observar a produção agrícola, pode-se perceber que a agricultura atual permite o uso dos solos de forma intensiva, baseado em pacotes tecnológicos que possibilitam a obtenção de elevadas produtividades, mas que, ao mesmo tempo, causam elevada dependência de matérias-primas importadas para a fabricação de fertilizantes. Entretanto, esse padrão de produção não se ajustou à agricultura de forma generalizada, aumentando a diferença entre agricultores capitalizados e aqueles que não conseguiram elevar suas receitas ou produtividades, reforçando a necessidade de uma adubação mais equilibrada, de baixo custo e sustentável ao longo do tempo (VIGNOLO et al., 2011).

A otimização do uso de subprodutos gerados com o processamento industrial de rochas já é uma realidade na agricultura brasileira, onde diversos resíduos que já foram um problema ambiental, agora podem tornar-se uma solução para os altos custos de adubação (GUARÇONI; FANTON, 2011; SILVEROL; MACHADO-FILHO, 2007).

A técnica de remineralização consiste na aplicação de agrominerais, geralmente na forma de pó, diretamente no solo. A competitividade desta prática está diretamente relacionada ao conteúdo de nutrientes do material e à distância das áreas mineradoras (SILVA et al., 2012). Pode-se afirmar que os diferentes tipos de

pós-de-rocha se comportam como a fração silte do solo, a qual é composta pelos minerais primários, com grande instabilidade no solo em razão de sua maior área superficial, podendo disponibilizar nutrientes para as plantas a curto, médio e longo prazo, com a ressalva de que a liberação a curto prazo só ocorre quando há predominância de minerais máficos, mais fáceis de intemperizar (PRATES et al., 2012).

Os agrominerais com potencial de uso na remineralização do solo podem apresentar variação tanto na quantidade quanto nos tipos de elementos minerais que contêm, mas contribuem para aumentar a fertilidade do solo em médio e longo prazo, dependendo da solubilidade e reação com o solo (SILVA et al., 2012).

Para Melamed et al. (2007), a utilização de pó-de-rocha é uma alternativa ao uso de fertilizantes industriais por ter uma solubilidade mais lenta. O pó-de-rocha promove o aumento da capacidade de troca de cátions (CTC) dos solos devido à formação de novos minerais de argila durante a alteração da rocha.

Melamed et al. (2007) ainda enfatizam que o modelo de remineralização do solo constitui-se uma alternativa viável em termos econômicos e ecológicos devido ao baixo custo do processo de beneficiamento das rochas (moagem e peneiramento) e devido à liberação gradual de nutrientes, o que diminui as perdas por lixiviação e favorece uma ação de longo prazo.

Algumas práticas agrícolas podem ser usadas no sentido de aumentar a eficiência do uso deste tipo de matéria-prima nos agroecossistemas, dentre estas, a adubação verde com leguminosas merece destaque (ESPÍNDOLA et al., 2005). Segundo Abboud (1986), as leguminosas são capazes de aumentar o aproveitamento de nutrientes fornecidos por rochas através de processos como a acidificação do solo promovida por suas raízes.

2.2 Xisto e subprodutos do seu processamento

O folhelho pirobetuminoso, xisto, como é mais conhecido, é uma rocha sedimentar que contém betume e querogênio, um complexo orgânico que se decompõe termicamente e produz óleo e gás. Seu processamento gera inúmeros produtos, subprodutos e rejeitos e suas características dependem do tipo de matéria orgânica e inorgânica que possuem (COGO et al., 2009).

Atualmente, o Brasil é detentor da tecnologia mais avançada para produção de óleo de xisto, através do processo Petrosix®, desenvolvido pela Petrobras – SIX (Unidade de Industrialização do Xisto), localizada em São Mateus do Sul (PR), sobre a maior reserva brasileira de xisto, a Formação Irati, da qual são extraídas, diariamente, 7.800 toneladas de xisto (PIMENTEL et al., 2010). Em São Mateus do Sul, a Formação Irati é composta por duas camadas de folhelhos pirobetuminosos, com espessura média de 6,5 e 3,2 metros, respectivamente, na primeira e na segunda camadas (Figura 1). Os subprodutos sólidos da extração do xisto, calcário de xisto (CX), finos de xisto (FX) e xisto retortado (XR) atingem um volume diário de 300, 45 e 6.600 toneladas, respectivamente.



Figura 1. Perfil do terreno natural mostrando as diferentes camadas da coluna estratigráfica
Fonte: adaptado de Santos, 2010.

Do ponto de vista mineralógico, a matriz do xisto é constituída principalmente por silício, na forma de óxidos, matéria orgânica, ferro e alumínio, também na forma de óxidos (PIMENTEL et al. 2010). Assim, devido à sua mineralogia, o resíduo de beneficiamento da matriz contém teores significativos de alguns elementos químicos considerados macro e micronutrientes para as plantas.

Os métodos mais utilizados para extração do óleo do xisto são a retortagem e a combustão ou liquefação dos quais resulta a geração de um subproduto sólido, o

xisto retortado, que representa 80 a 90% da matéria resultante do processo de extração e processamento da rocha. O processo permite ainda a separação de enxofre, na forma elementar, além da geração de outros subprodutos como calcário de xisto (CX) e finos de xisto (FX).

A diversidade da composição química destes subprodutos é um diferencial positivo em comparação a outras matérias-primas utilizadas em formulações fertilizantes convencionais, especialmente pela presença de muitos micronutrientes de interesse para a nutrição de plantas.

A MBR é uma matriz fertilizante constituída da combinação das matérias-primas finos de xisto (FX), calcário de xisto (CX) e enxofre elementar (S), os quais serão descritos a seguir em função de seus processos de obtenção.

O material finos de xisto, fragmentos finos menores do que 1/2" ou 1,27 cm, é originado em dois estágios dentro da cadeia produtiva da mineração: a) na mina: através do desmonte do xisto com explosivos e manuseio com escavadeiras, o qual origina partículas com tamanho inferior ao requerido pelo processo de retortagem e b) no tratamento do minério através de britagem e empilhamento do xisto. Este material considerado fino não é aproveitado no processamento para extração de óleo, gás e demais derivados devido unicamente à sua elevada fragmentação para o processo empregado.

Para potencial utilização na agricultura, este material deve ser britado e peneirado adequando sua natureza física à legislação. A matéria-prima finos de xisto, devido a sua diversidade e quantidade de alguns elementos químicos, constitui-se em importante fonte dos macronutrientes secundários, Ca, Mg e S e de micronutrientes, Si, Cu, Fe, Mn e Zn.

Em relação à matéria-prima calcário de xisto, as lentes (2ª, 3ª e 4ª, com espessura na ordem de 15 a 20 cm) são rochas carbonáticas, originadas de material precipitado por agentes químicos, e fazem parte da Bacia Sedimentar do Paraná - Formação Irati, e se situam, segundo a coluna estratigráfica desta formação, imediatamente abaixo da 1ª camada de xisto (folhelho betuminoso). Estas lentes, na cadeia produtiva da mineração do xisto, são consideradas estéreis, pois não apresentam teor de óleo adequado ao processamento. Para a extração destas lentes é realizada lavra seletiva. Na coluna estratigráfica (Figura 1), as lentes de

calcário de xisto aparecem intercaladas com folhelho (xisto) e siltito, constituindo o calxisto.

Da mesma forma que os finos de xisto, para ser utilizado como fertilizante, o material é britado em moinhos, de acordo com o tamanho desejado dos fragmentos e após este processo é realizado o peneiramento do material adequando sua natureza física à legislação.

Por fim, o processo permite a recuperação do enxofre elementar, a partir da pirita, em um processo patenteado pela Petrobras e denominado Petrosix[®]. Na figura 2 pode ser observado uma representação esquemática do processamento do xisto, desde a extração até a obtenção de derivados.

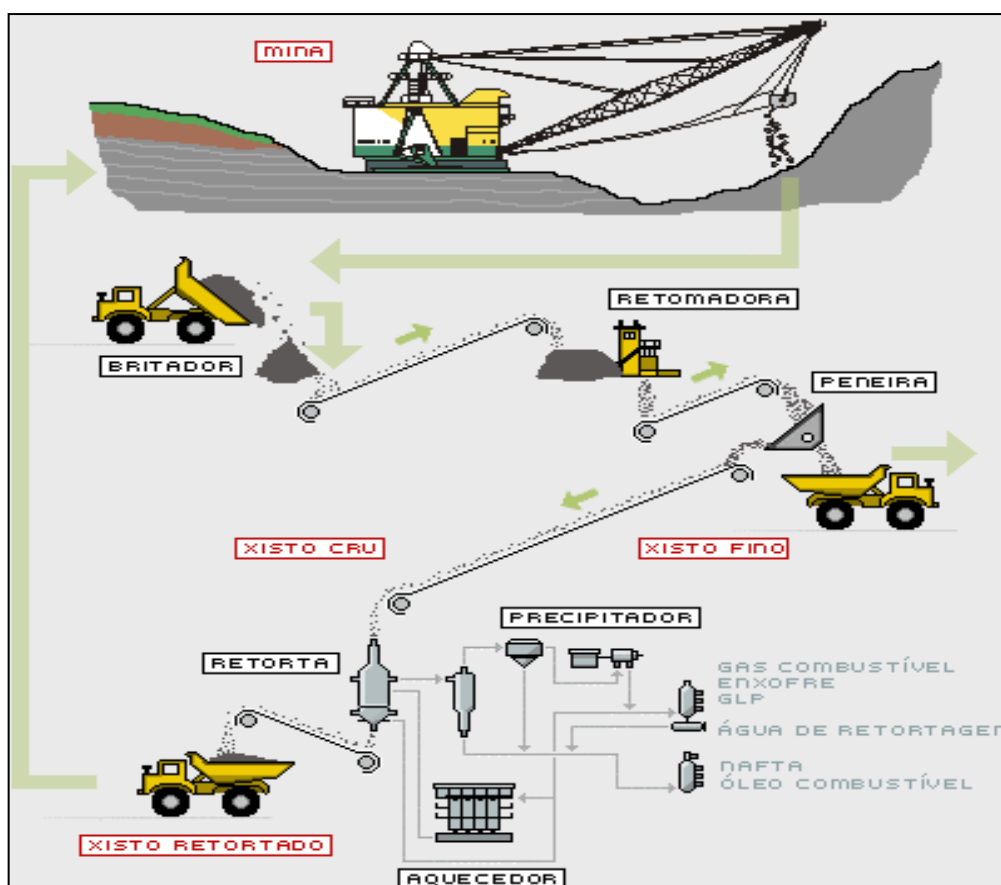


Figura 2. Diagrama esquemático do processamento do Xisto
Fonte: PETROBRAS, 2009

A diversidade e a concentração de compostos orgânicos e inorgânicos na matriz do xisto, oriundos da vaporização de compostos orgânicos e da água estrutural presentes no folhelho pirobetuminoso, pressupõem um potencial uso deste subproduto líquido como matéria-prima para a produção de fertilizantes foliares. A água de xisto teve seu licenciamento aprovado pelos órgãos ambientais

competentes em maio de 2008 e, posteriormente, foi registrada no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), primeiramente como matéria-prima para a elaboração de fertilizantes foliares.

A obtenção do licenciamento do calcário de xisto ocorreu em 2010 e está no MAPA para o registro, enquanto que, a matéria prima finos de xisto está em avaliação pelo órgão ambiental.

2.3 Adubação foliar e importância dos nutrientes

Uma das formas de suprir a demanda das culturas por micronutrientes, principalmente nas condições de agricultura intensiva é através da adubação foliar preventiva e/ou corretiva. Segundo Eichert (2013), a adubação foliar é uma prática comum na agricultura e tem sido um ponto de debate a forma como os nutrientes podem penetrar nas folhas. Assumia-se que a absorção era restrita à cutícula, enquanto estômatos deviam ser impermeáveis a solutos foliares aplicados. Embora este conceito não seja correto ainda persiste em livros didáticos atuais e artigos de revisão. O atual modelo assume que solutos polares, como sais e nutrientes, entrem na cutícula através de poros hidrofílicos polares. Eichert (2013) relata também que a absorção de solutos através de estômatos é de fato possível e que esta via de penetração pode ser tão importante como o caminho cuticular. No entanto, segundo o autor, ainda não é possível facilmente quantificar a contribuição de ambas as vias de absorção.

A baixa mobilidade de alguns nutrientes e condições específicas nas características físicas, químicas ou biológicas do solo podem indisponibilizar muitos nutrientes. Com isso, a maior uniformidade na distribuição dos nutrientes através da pulverização torna a fertilização foliar uma forma adequada de adubação, pois, um determinante da qualidade das frutas é a disponibilidade de nutrientes essenciais durante o crescimento e desenvolvimento das plantas.

No caso do morango, por exemplo, a deficiência de cálcio (Ca) representa um dos problemas mais comuns, sendo que este nutriente tem um papel importante na divisão celular, na manutenção da permeabilidade celular e integridade das células (DUNN; ABLE, 2006). As principais funções do Ca na planta são: atuar na formação do pectato de cálcio, presente na lamela média da parede celular, e na germinação

do grão de pólen e crescimento do tubo polínico. O boro (B) é importante na translocação de açúcares e na formação da parede celular. Os elementos químicos Ca e B são imóveis no floema e não se redistribuem na planta, assim a deficiência nutricional de ambos se apresenta em órgãos mais novos (MALAVOLTA, 1976, 1985). Por essa razão, comumente são feitas aplicações destes nutrientes diretamente na folha. Segundo Bevilaqua et al. (2002), baixos teores de matéria orgânica no solo realçam a deficiência de micronutrientes como B, Zn, Mo e Cu.

A pulverização foliar com B é amplamente utilizada em frutíferas e hortaliças embora existam dúvidas sobre a efetividade desta prática devido ao pouco conhecimento da mobilidade deste nutriente no floema destas espécies. Admite-se, de modo geral, que o B é transportado somente no xilema, sendo praticamente imóvel no floema. No entanto, Souza et al. (2012), avaliando a mobilidade de B em mudas de pessegueiro concluíram que quando este é aplicado via foliar transloca-se para as folhas novas, sendo que, do teor total de boro aplicado via foliar, em média, 6,5% é encontrado nas folhas novas aos 30 dias e 1,7 % aos 60 dias após a aplicação.

A adubação foliar é cada vez mais adotada, a fim de diminuir a deficiência de macro e micronutrientes. No entanto, não há muitos dados disponíveis na literatura sobre a relação do elemento aplicado e sua concentração na planta (KAYA; HIGGS, 2002). Como exemplo, com referência ao potássio, observa-se, em muitos casos, excesso de adubação potássica com o consequente desequilíbrio na nutrição, podendo dificultar a absorção e utilização de outros nutrientes.

Informações relacionadas à fertilização foliar da alface com os micronutrientes B, Cl, Cu, Fe, Mn, Mo e Zn são escassas. Os solos brasileiros, de maneira geral, são pobres em Zn devido ao material de origem, uma vez que este elemento tem como fonte primária os minerais ferro–magnesianos (CHESWORTH, 1991), que estão relacionados com rochas básicas, sendo que a maioria dos solos do Brasil são formados a partir de rochas ácidas e, ou, sedimentos. Além disso, os solos de maior ocorrência no País, os latossolos, são solos altamente intemperizados, ácidos e com baixíssimos teores de macro e micronutrientes.

O Zn tem como função principal ser componente e ativador enzimático, estando diretamente envolvido no metabolismo do nitrogênio. Além disso, é importante para o crescimento e para manutenção da integridade da membrana

plasmática da raiz (YURI et al., 2006). Segundo Teixeira et al. (2005), este elemento também é responsável pela síntese de proteínas, permeabilidade de membranas, absorção iônica, respiração, síntese de amido e controle hormonal. Assim, existe a hipótese de que este nutriente esteja envolvido na qualidade fisiológica de hortaliças. Yuri et al. (2006), avaliando a influência de doses de sulfato de zinco via foliar sobre a alface americana (*Lactuca sativa* L.), obtiveram efeitos significativos para as doses de sulfato de zinco para características massa fresca total e comercial.

Sintomas de deficiência de Mn comumente ocorrem em situações de cultivo em solos com baixa fertilidade natural, com a utilização intensiva de técnicas agrícolas, que promovem a retirada crescente de micronutrientes, sem a reposição. Entretanto, o fator que mais interfere na disponibilidade de Mn é a aplicação excessiva de calcário tornando esse nutriente pouco solúvel (MANN et al., 2002), reduzindo sua absorção pela planta. O Mn é um elemento essencial na nutrição das plantas e desempenha importantes funções, entre elas, a participação na fotossíntese, no metabolismo do nitrogênio, bem como precursor de aminoácidos aromáticos, hormonais (auxinas), fenóis e ligninas (HEENAN; CAMPBELL, 1980).

2.4 Efeito da utilização de rochas moídas na agricultura

Pesquisas feitas com diferentes tipos de remineralizadores têm mostrado a potencialidade de alguns desses subprodutos em promover o enriquecimento mineral de solos.

Tanto o pó quanto os demais subprodutos de determinados tipos de rochas têm sido apontados pela pesquisa como fontes potenciais de nutrientes para as plantas, desde que submetidos aos processos de adequação granulométrica, os quais variam com os tipos de minerais presentes na rocha, sua forma de aplicação e tipo de solo e cultura onde serão utilizados (BERGMANN et al., 2009; GRECCO et al., 2012; BAMBERG et al., 2013).

Theodoro (2002) destaca experiências bem sucedidas com esta prática em que o uso combinado de culturas com fertilizantes convencionais e agrominerais significou ganhos tanto em termos de produtividade quanto econômicos, uma vez

que uma quantidade bem menor de fertilizantes químicos foi aplicada, salientando-se ainda a vantagem da diminuição de impactos ambientais.

Apesar da maioria das rochas apresentar baixos valores de solubilidade em água pelos métodos analíticos vigentes, Bamberg et al. (2011), ao avaliar sete diferentes tipos de rochas (granulometria 100% <0,3 mm) em colunas de lixiviação, observaram que a velocidade de liberação de Ca, Mg e K foi muito mais rápida que o esperado, contrariando o paradigma conceitual da baixa solubilidade destes materiais.

Guelfi-Silva et al. (2013), avaliando o efeito da aplicação de fontes alternativas de nutrientes na nutrição, produção e eficiência da adubação potássica na alface, constataram que aplicações de doses crescentes das fontes alternativas de nutrientes promoveram melhorias nutricionais e aumentos na produção da alface. Nesse estudo, as rochas trituradas promovem uma liberação significativa de potássio, níquel, cobre e zinco, aumentando os níveis de acúmulo desses nutrientes na parte aérea. No entanto, a eficiência da adubação potássica diminuiu com o aumento nas doses de potássio aplicadas pelas fontes alternativas de nutrientes.

Soares et al. (2012) observaram efeito imediato da aplicação de diferentes tipos de rochas moídas, sendo que a combinação de mais de um tipo de rocha com fontes orgânicas proporcionou produtividades equivalentes e em alguns casos superiores à adubação solúvel, mesmo para culturas de ciclo curto, como alface, com ciclo de aproximadamente 45 dias.

2.5 Influência da adubação verde sobre as culturas

A adubação verde é uma alternativa econômica para aumentar o teor de matéria orgânica do solo assim como promover a ciclagem de nutrientes. O uso de leguminosas como plantas de cobertura constitui uma importante fonte de N para o solo, pelo fato de se associarem simbioticamente com bactérias capazes de transformar o N_2 atmosférico em NH_3 no processo de fixação biológica de N (FBN) (SILVA et al., 2006). Além disso, a família das leguminosas é a mais utilizada como adubo verde devido ao seu alto teor de compostos orgânicos nitrogenados e a presença de um sistema radicular geralmente bem profundo e ramificado, capaz de extrair nutrientes das camadas mais profundas do solo.

Dentre as espécies mais utilizadas como adubos verdes destacam-se a crotalária, mucuna preta, mucuna anã, mucuna cinza, lab-lab, ervilhaca, feijão-de-porco, feijão guandú, entre outras. Trabalhos desenvolvidos por Saminêz et al. (2003) demonstram o comportamento de diversas espécies de adubos verdes utilizadas no cultivo de hortaliças no verão do Distrito Federal. As espécies que mais se destacaram na produção de matéria seca foram sorgo forrageiro, crotalária e feijão-de-porco.

Estima-se que 46 kg de N são acumulados por tonelada de matéria seca de parte aérea da ervilhaca comum (SILVA et al., 2006). Amado et al. (2002), citado por Silva et al. (2006), estimam que a contribuição média de N da ervilhaca é de 120 kg ha⁻¹, no entanto, devido à baixa relação C/N, a velocidade de liberação de N dos resíduos de leguminosas é muito rápida, quando comparada a outras espécies, tais como as gramíneas. Estima-se que aproximadamente 60% do N da matéria seca da ervilhaca seja liberado durante os primeiros 30 dias após seu manejo, mas tem liberação mais lenta do N em relação aos adubos nitrogenados químicos, gerando menor risco de poluição ao ambiente.

A crotalária também se destaca entre as espécies da família das leguminosas utilizadas para a finalidade de adubação verde. Atinge 2 a 3 metros de altura, com uma produtividade entre 40 a 60 toneladas de massa verde e 6 a 8 toneladas de massa seca por ciclo. É capaz de fixar entre 180 e 300 kg ha⁻¹ de N, dos quais 60% ficam no solo, 30% são utilizadas pelas plantas cultivadas em sucessão e 10% se perdem do sistema solo-planta (LOPES et al., 2005).

O benefício da incorporação de crotalária para o fornecimento gradativo de N ao sistema solo-planta vem sendo evidenciando por diversos autores. Suas raízes melhoram a infiltração da água, promovem a reciclagem de nutrientes, contribuindo para um aumento de rendimento nos cultivos posteriores. Em estudo de sucessão de culturas e sua influência nas propriedades físicas do solo, Silva et al. (2008) concluíram que a crotalária juncea, milho + mucuna-preta, milho + braquiária, e milho, independente do manejo do solo utilizado, constituem opções adequadas de sucessão de culturas, proporcionando satisfatória produção de massa seca e recobrimento do solo. Lima et al. (2010), em trabalho para avaliar o efeito de densidades de semeadura no acúmulo de matéria seca e nutrientes de *Crotalaria juncea*, *Mucuna deeringiana* e *Cajanus cajan*, observaram que a crotalária,

independentemente da densidade de semeadura, foi a espécie mais eficiente no acúmulo de matéria seca.

As gramíneas também são usadas como adubo verde porque possuem desenvolvimento rápido e produzem grande quantidade de fitomassa, que posteriormente será convertida em matéria orgânica. São utilizados milho, aveia-preta, milheto, sorgo, dentre outras. A mistura de gramíneas e leguminosas em “coquetéis” de adubo verde também é uma excelente forma de melhorar as características do solo (AMARO et al., 2007).

A aveia-preta é a espécie mais cultivada como cobertura de inverno no sul do Brasil. Entre as causas determinantes do seu intenso uso destacam-se: alto rendimento de matéria seca, facilidade de aquisição de sementes e de implantação, rusticidade, rapidez de formação de cobertura, decomposição lenta, ciclo adequado, melhoria das características físicas, químicas e biológicas do solo, e eficiente proteção do solo pelos seus resíduos (SILVA et al., 2006).

O cultivo consorciado da aveia-preta e ervilhaca, estratégia ainda pouco utilizada, pode potencialmente resultar numa fitomassa com relação C/N mais equilibrada do que aquela proveniente das culturas solteiras, bem como proporcionar resíduos culturais que atuem, eficientemente, na proteção do solo contra os agentes erosivos (HEINRICHS et al., 2001).

Entre as vantagens do uso de sistemas apropriados de sucessão de culturas com plantas de cobertura destacam-se a estabilidade da produção, através da quebra do ciclo de pragas e de moléstias e da diminuição da infestação de plantas daninhas, a alternância no padrão de extração e de reciclagem de nutrientes, pelo uso de espécies com diferentes sistemas radiculares, e a manutenção ou melhoria das condições físicas do solo (SILVA et al., 2006).

2.6 Influencia dos nutrientes nas propriedades funcionais das frutas e hortaliças

Estudos epidemiológicos evidenciam que uma dieta rica em alimentos como frutas e hortaliças, exerce influência positiva no combate a processos oxidativos naturais do organismo, colaborando na redução do risco de desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis, como cardiovasculares, degenerativas e

inflamatórias, além de câncer e distúrbios metabólicos (VIZZOTTO, 2012). Esses resultados justificam a crescente demanda pelos consumidores por produtos de melhor qualidade e com maiores benefícios para a saúde.

A proteção que esses alimentos oferecem contra essas doenças está associada ao seu alto conteúdo de compostos com propriedades antioxidantes, dentre os quais se destacam o ácido ascórbico, carotenóides e compostos fenólicos (CRECENTE-CAMPO et al., 2012). Esses antioxidantes absorvem radicais livres e inibem a cadeia de iniciação ou interrompem a cadeia de propagação das reações oxidativas promovidas pelos radicais (PODSEDEK, 2007).

Um antioxidante é qualquer substância capaz de retardar ou impedir danos devidos à oxidação, estando presente em pequenas concentrações, quando em comparação com o agente oxidante. As substâncias antioxidantes podem apresentar diferentes propriedades protetivas e agir em diversas etapas do processo oxidativo, funcionando por diferentes mecanismos (MAISUTHISAKUL et al., 2007).

Os vegetais possuem dois tipos de metabólitos: primários e secundários. Enquanto os metabólitos primários respondem pela sobrevivência do vegetal, exercendo função ativa nos processos de fotossíntese, respiração e assimilação de nutrientes, os metabólitos secundários estão intimamente associados à estratégias de defesa das plantas (NASS, 2007). Em sua maioria, os compostos bioativos são metabólitos secundários produzidos pelas plantas em situações de estresse bióticos ou abióticos, como exposição a elevados índices de radiações ultravioletas, ataques de pragas ou patógenos, deficiências ou excessos hídricos ou nutricionais, dentre outros. Assim, a interação do ambiente com os mecanismos fisiológicos das plantas resulta no estímulo da síntese dos metabólitos secundários (MANACH et al., 2004).

Os compostos fenólicos são substâncias amplamente distribuídas na natureza, mais de 8.000 compostos fenólicos já foram detectados em plantas. Esse grande e complexo grupo faz parte dos constituintes de uma variedade de vegetais e frutas. Esses compostos agem como antioxidantes, não somente pela sua habilidade em doar hidrogênio ou elétrons, mas também em virtude de seus radicais intermediários estáveis, que impedem a oxidação de vários ingredientes do alimento, particularmente de lipídios (BRAND-WILLIAMS et al., 1995).

Os compostos fenólicos apresentam, em sua estrutura, vários grupos benzênicos característicos, tendo como substituintes grupamentos hidroxilas. Esta

classe de compostos apresenta uma grande diversidade e divide-se em flavonóides (polifenóis) e não-flavonóides (fenóis simples ou ácidos). Os átomos de hidrogênio dos grupos hidroxila adjacentes (orto-difenóis), localizados em várias posições dos anéis A, B e C, as duplas ligações dos anéis benzênicos e a dupla ligação da função oxo ($-C=O$) de algumas moléculas de flavonóides garantem a esses compostos sua alta atividade antioxidante (SILVA et al., 2010). Em estudo realizado nos Estados Unidos por Vinson et al. (2001), 86% dos compostos fenólicos consumidos diariamente pela população americana provém de oito frutos: banana, maçã, uva, melancia, pera, melão, pêssego e morango.

Um fator determinante da qualidade nutricional dos frutos e das hortaliças é a disponibilidade de nutrientes essenciais durante o crescimento e desenvolvimento.

O estado nutricional da planta está intimamente ligado à biossíntese de compostos fenólicos, pois os nutrientes minerais participam de todas as fases do metabolismo das plantas e, portanto, a falta ou excesso desses nutrientes pode afetar o processo. Os carboidratos provenientes do metabolismo primário são precursores dos compostos fenólicos produzidos no metabolismo secundário e sua quantidade depende do acúmulo dessas substâncias pelas plantas (AMORIM, 1970).

Os elementos minerais participam do metabolismo das plantas de diferentes formas; a deficiência de B, por exemplo, segundo Watanabe et al. (1963) provocou um acúmulo de polifenóis em girassol. Amorin (1970) relatou que em plantas com baixo teor de nitrogênio e com maior concentração de glicose no meio, houve aumento na quantidade de compostos fenólicos produzida em cultura de tecido. Entretanto, pouco se sabe sobre a variação dos teores de compostos fenólicos em relação à nutrição das plantas, aspectos que devem ser considerados pelos pesquisadores.

Moor et al. (2009), avaliando a influência da adubação com fósforo e potássio através da aplicação de fosfito em morangueiro, verificaram a importância desses nutrientes para os mecanismos de defesa vegetal. Lester et al. (2010) avaliando o impacto da aplicação de potássio via foliar na qualidade de frutos de melão encontraram resultados positivos em relação aos atributos como firmeza, teor de açúcares, bem como em relação aos compostos bioativos.

O morango é um fruto que se destaca no conteúdo de compostos fenólicos, sendo os principais o ácido elágico e alguns flavonoides, como as antocianinas, a catequina, a quercetina e o kaempferol (HANNUM, 2004; VIZZOTTO, 2012). Os derivados de ácido elágico correspondem a mais de 50% dos compostos fenólicos encontrados na fruta, desta forma o morango representa a principal fonte de derivados de ácido elágico na dieta brasileira (HAKKINEN et al., 2000; PINTO et al., 2008) e seu conteúdo varia com a cultivar analisada (VIZZOTTO, 2012).

3 Material e métodos

O trabalho foi desenvolvido sob condições de campo, em propriedade particular na Estrada da Gama, 9º distrito, município de Pelotas, RS, latitude 31°45', longitude 52°21' e altitude de 17 metros, no período de maio de 2011 a dezembro de 2013. Utilizou-se um sistema de produção em sucessão com as culturas do morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.), meloeiro (*Cucumis melo* L.), alface (*Lactuca sativa*) e as plantas de cobertura aveia-preta (*Avena strigosa*) consorciada com ervilhaca (*Vicia sativa*), seguidas de crotalária (*Crotalaria juncea*), usadas como adubação verde.

A Tabela 1 apresenta as épocas em que se desenvolveram os cultivos neste estudo. A escolha das culturas em sucessão, bem como das cultivares, foram em função do sistema de produção na propriedade já estar definido desta forma, e favorecer, assim, um sistema participativo com o agricultor.

Tabela 1. Época de cultivo em sucessão do morangueiro, meloeiro, alface e culturas de cobertura. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPeI, Pelotas-RS, 2015.

Culturas	Época de cultivo
Morangueiro	Maio de 2011 a Dezembro de 2011
Meloeiro	Janeiro de 2012 a Abril de 2012
Alface	Maio de 2012 a Julho de 2012
Aveia/Ervilhaca (consórcio)	Agosto de 2012 a Dezembro de 2012
Crotalária	Janeiro de 2013 a Abril de 2013

Foram realizadas análises de solo antes e após cada cultivo, visando monitorar o nível de fertilidade do solo e suas implicações sobre a nutrição das plantas.

A área onde foi instalado o experimento possuía um histórico de sucessão rotacional de culturas que se iniciou em 2009, com a cultura do morangueiro (maio a dezembro/2009), seguido das culturas de meloeiro (janeiro a março/2010), alface (em dois cultivos, abril a agosto/2010), aveia-preta (setembro a novembro/2010) e crotalária (dezembro/2010 a março/2011).

O solo do local do experimento é classificado como Argissolo vermelho-amarelo. Em 2011, na implantação deste estudo, o solo apresentava as seguintes características: pH em água de 5,6, 431 mg dm⁻³ de P; 94 mg dm⁻³ de K; 4,5 cmol_c dm⁻³ de Ca; 1,8 cmol_c dm⁻³ de Mg, 18,5% de argila e 2,0% de matéria orgânica para a camada de 0 a 20 cm de profundidade.

O experimento foi instalado em maio de 2011 com a cultura do morangueiro. Foi realizada, anteriormente ao plantio, a adubação de base com N, P e K em toda a área experimental, respectivamente nas doses de 120, 90, 60 kg ha⁻¹. Como fonte de N foi utilizada a torta de tungue (5,0% de N, 4.800 kg ha⁻¹), como fonte de P, o fosfato natural DJEBEL (33,0% de P₂O₅, 273 kg ha⁻¹) e, como fonte de K, o granodiorito (4,33% de K₂O, 1.386 kg ha⁻¹).

As doses de NPK utilizadas basearam-se nos teores desses nutrientes presentes no solo e nas demandas da cultura do morangueiro. A dose de N foi definida de acordo com o teor de matéria orgânica do solo (<2,5%). Para os nutrientes P e K, adotou-se a menor dose recomendada para o morangueiro, uma vez que seus teores no solo foram classificados como 'muito altos'.

Os canteiros, construídos em solo elevado em aproximadamente 20 cm, apresentaram dimensões de 1,25 m de largura e 44,8 m de comprimento. O espaçamento entre canteiros (passeios) foi de 50 cm.

3.1 Cultivo do morangueiro

O delineamento experimental adotado foi em parcelas sub-subdivididas casualizadas por bloco, com quatro repetições. Foram utilizados 16 tratamentos (descritos na Tabela 2) que resultaram das combinações de níveis de três fatores: cultivar (com dois níveis: Camarosa e Camino Real), alocado na parcela, adubação de base complementar (com dois níveis: com e sem matriz fertilizante MBR, na dose de 2.000 kg ha⁻¹), alocado na subparcela, e adubação foliar (com quatro níveis: água

de xisto, água de xisto + boro, água de xisto + cálcio e uma testemunha sem adubação foliar), alocado na sub-subparcela. A matriz fertilizante MBR é constituída de 11,5% CaO, 4,1% MgO, 1,73% de K₂O, 7,8% de enxofre e 25,9% de silício e que, na dose utilizada, forneceu 165 kg Ca ha⁻¹ de Ca, 50 kg Mg ha⁻¹, 28,8 kg K ha⁻¹, 155 kg S ha⁻¹ e 517 kg ha⁻¹ de Si total, do qual apenas 0,7% é solúvel, conforme metodologia de MAPA (2010).

Cada parcela compreendeu três linhas de 9,6 m de comprimento, com espaçamento de 30 cm entre linhas. As mudas das cultivares Camarosa e Camino Real, oriundas da Argentina, foram dispostas com espaçamento de 30 cm entre plantas na linha, totalizando 72 plantas por parcela, o que corresponde à população de 50.000 plantas ha⁻¹. A subparcela constituiu-se de metade da área da parcela, compreendendo 36 plantas, e a sub-subparcela consistiu de um quarto da área da subparcela, contendo 9 plantas de morangueiro (croqui no apêndice G).

Foram utilizados 5 L ha⁻¹ de água de xisto (AX) e as fontes de Ca e B utilizadas foram cloreto de cálcio e ácido bórico, sendo armazenadas três soluções estoques: 200 ml de AX, 200 ml de AX + 73,5 g CaCl₂ 2H₂O e 200 ml de AX + 22,88 g H₃BO₃. A cada aplicação diluiu-se 20 ml de cada solução em 1.980 ml de água destilada.

Tabela 2. Descrição dos tratamentos aplicados no cultivo de morangueiro. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPEL, Pelotas, 2015.

Tratamento	Descrição
T1	Camarosa + Com MBR + Testemunha sem AX
T2	Camarosa + Com MBR + 5 L ha ⁻¹ AX
T3	Camarosa + Com MBR + 5 L ha ⁻¹ AX + 2% B
T4	Camarosa + Com MBR + 5 L ha ⁻¹ AX + 10% Ca
T5	Camarosa + Sem MBR + Testemunha sem AX
T6	Camarosa + Sem MBR + 5 L ha ⁻¹ AX
T7	Camarosa + Sem MBR + 5 L ha ⁻¹ AX + 2% B
T8	Camarosa + Sem MBR + 5 L ha ⁻¹ AX + 10% Ca
T9	Camino Real + Com MBR + Testemunha sem AX
T10	Camino Real + Com MBR + 5 L ha ⁻¹ AX
T11	Camino Real + Com MBR + 5 L ha ⁻¹ AX + 2% B
T12	Camino Real + Com MBR + 5 L ha ⁻¹ AX + 10% Ca
T13	Camino Real + Sem MBR + Testemunha sem AX
T14	Camino Real + Sem MBR + 5 L ha ⁻¹ AX
T15	Camino Real + Sem MBR + 5 L ha ⁻¹ AX + 2% B
T16	Camino Real + Sem MBR + 5 L ha ⁻¹ AX + 10% Ca

AX: Água de xisto.

A distribuição e a incorporação da adubação de base complementar nas subparcelas foram realizadas manualmente.

Para os tratamentos foliares a calda para cada aplicação foi preparada com 10% Ca ou 2% B e o volume de calda foi de 100 L ha⁻¹ com 1% AX. Foram realizadas cinco aplicações de água de xisto via foliar (Tabela 3).

Para a aplicação dos tratamentos, foi utilizado pulverizador costal com cilindro de CO₂ e barra de dois bicos e as sub-subparcelas adjacentes foram protegidas com cortina plástica para evitar efeito de deriva.

Os canteiros foram cobertos utilizando-se filme de polietileno preto. As plantas foram protegidas por túnel baixo de plástico transparente, aditivado anti-UV, com 2,20 m de largura e espessura de 100 micra, sendo a irrigação feita por gotejamento.

Tabela 3. Descrição de datas e doses de aplicações foliares de água de xisto no cultivo de morangueiro. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2015.

Número de aplicações	Data	Volume (L ha ⁻¹)
1	19/07/2011	1
2	15/08/2011	1
3	14/09/2011	1
4	14/10/2011	1
5	16/11/2011	1

As colheitas tiveram início em 01/09/2011, na fase de maturação, com 75% ou mais da epiderme vermelha, e foram realizadas duas vezes por semana, estendendo-se até 09/12/2011.

Foi realizado o monitoramento das plantas e conforme o aparecimento de sintomas de doenças foram aplicadas medidas de controle fitossanitário recomendadas para a cultura (Apêndice A1).

Após o término do ciclo do morangueiro, foi feito o arranquio das plantas do canteiro.

3.1.1 Variáveis analisadas no cultivo do morangueiro

- Produção: número de frutos por planta; produção por planta (g planta⁻¹) e peso médio por fruto (g fruto⁻¹);

- Caracterização dos frutos: sólidos solúveis totais (SST, °Brix) e acidez total titulável;
- Compostos funcionais e atividade antioxidante nos frutos: antocianinas, compostos fenólicos e atividade antioxidante total;
- Análise química do fruto, folha e parte aérea total (teores de Ca, K, Mg, P, Cu, Mn, Fe, Zn, N e S);
- Análise química do solo (teores de P, K, Ca, Mg, Cu, Mn, S, B, CTC_{pH7}, saturação de bases, saturação de alumínio e pH em água).

3.1.2 Processos de mensuração

3.1.2.1 Produção

Os frutos colhidos em cada sub-subparcela foram contados e pesados. A produção média por planta foi expressa em gramas de massa fresca de frutos por planta. O peso médio por fruto foi derivado da razão entre a produção média por planta e o número de frutos por planta e também foi expressa em gramas de massa fresca. Essas avaliações foram realizadas em todas as colheitas.

3.1.2.2 Análise das plantas

➤ Caracterização dos frutos

Foi efetuada uma coleta para análise de sólidos solúveis totais e acidez total em 16 de novembro de 2011. Foram colhidos 10 frutos por sub-subparcela, totalizando 40 frutos por tratamento, que foram analisados frescos no laboratório de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Embrapa Clima Temperado, logo após a colheita.

- **Sólidos solúveis totais:** Foi determinada pelo método refratométrico. Foi extraído o suco da fruta com o auxílio de uma centrífuga, tomando-se amostras para determinação do teor de sólidos solúveis totais, realizada com refratômetro digital, com resultados expressos em °Brix.

- **Acidez total titulável:** Foi determinada pelo método titulométrico ou acidimétrico, método oficial da A.O.A.C. (2000). Foram utilizados 10 ml de suco de morango diluídos em 90 ml de água destilada e a titulação feita com uma solução de Na OH 0,0987 N, em peagâmetro até pH 8,1. Os resultados foram expressos em mg ácido cítrico 100 g⁻¹.

➤ **Compostos funcionais e atividade antioxidante dos frutos**

Foi efetuada uma coleta para análise de compostos funcionais em 29 de novembro de 2011. Foram colhidos 10 frutos por sub-subparcela, totalizando 40 frutos por tratamento, acondicionados em sacos plásticos, identificados e congelados em ultra freezer (-18°C) até o momento das análises que foram feitas no Laboratório de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Embrapa Clima Temperado.

- **Antocianinas totais:** Foi realizada através da metodologia adaptada de Fuleki e Francis (1968). Cinco gramas de amostra foram pesados e homogeneizados em ultra-turrax com 20 mL de solvente 85:15 (95% etanol para 1,5N HCl), em velocidade máxima até consistência uniforme. Após, as amostras foram centrifugadas por 30 minutos à 7000 rpm. Foi coletado 1 mL do sobrenadante, colocado em um tubo do tipo Falcon e adicionado solvente até o volume final de 10 mL. As leituras de absorbância foram feitas em espectrofotômetro previamente zerado com o solvente extrator, em cubeta de quartzo a 520 nm. Uma curva padrão para cianidina-3-glicosídeo foi construída.

- **Compostos fenólicos totais:** A metodologia utilizada para determinação de compostos fenólicos totais foi adaptada de Swain e Hillis (1959). Cinco gramas de amostra foram homogeneizadas em ultra-turrax com 20 mL de metanol e centrifugadas por 30 minutos a 7000 rpm, em centrífuga refrigerada a 4°C. Em um tubo de ensaio foram pipetados 250 µL da amostra, adicionados 4mL de água ultra pura e 250 µL do reagente Folin-Ciocalteau (0,25 N), agitado e mantido em repouso por 3 minutos para reagir. Adicionou-se 500 µL de carbonato de sódio (1N) e, novamente, os tubos foram agitados e mantidos em repouso por 2 horas para reagir. As leituras da absorbância foram realizadas em espectrofotômetro, zerado com o

controle (branco), e no comprimento de onda de 725 nm. Uma curva padrão para o ácido clorogênico foi construída.

- **Atividade antioxidante:** A metodologia utilizada para determinação da atividade total foi adaptada de Brand-Williams et al. (1995). Cinco gramas de amostra foram homogeneizados em ultra-turrax com 20 mL de metanol e centrifugados por 30 minutos a 7000 rpm em centrífuga refrigerada a 4°C. Foram pipetados 200 µL de amostra e misturados com 3800 µL de DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazil, diluído em metanol) em tubos de 15 mL com tampa. Os tubos foram agitados e deixados para reagir por 24 horas. A leitura de absorbância foi feita em espectrofotômetro zerado com metanol, no comprimento de onda de 515 nm. Uma curva padrão foi construída para o TROLOX (ácido 6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcroman-2-carboxílico).

➤ **Análise química dos frutos**

Foi realizada a partir de coleta única feita em 21 de novembro de 2011. Foram colhidos 10 frutos por sub-subparcela, totalizando 40 frutos por tratamento, acondicionados em sacos plásticos, identificados e congelados em ultra freezer (-18°C). Logo em seguida estes frutos foram liofilizados, passaram pelo processo de moagem e foram encaminhados ao Laboratório Central Analítica da Embrapa Clima Temperado, onde foram analisados os teores dos nutrientes Ca, K, Mg, P, Cu, Mn, Fe, Zn, N e S, seguindo metodologia adaptada de Tedesco (1995).

➤ **Análise química foliar**

Foi feita em duas coletas, uma no início do florescimento em julho de 2011 e outra na plena colheita, em novembro de 2011. Foram coletadas 18 folhas completamente expandidas em cada sub-subparcela, totalizando 72 folhas por tratamento, que foram colocadas em sacos de papel e secas em estufa com ar forçado a 65°C até peso constante. Em cada amostra da primeira coleta (julho/2011) foram analisados os seguintes nutrientes: N, P, K, Ca, Mg e B. Estas análises foram realizadas no Laboratório de Química do Solo da Embrapa Clima Temperado. Na

segunda coleta foram analisados N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn e Zn e essas determinações foram feitas no Laboratório Central Analítica da Embrapa Clima Temperado. Para essas análises, nos dois laboratórios, foram feitas digestões em bloco, seguindo metodologia adaptada de Tedesco (1995).

➤ **Análise química da parte aérea total**

Foram coletadas ao final do experimento, quatro plantas por sub-subparcela, totalizando 16 plantas por tratamento, e este material foi acondicionado em sacos de papel, seco a 65°C até atingir massa constante, sendo considerada nesta análise a soma da massa das folhas, pecíolos e coroa. Depois de seco, o material passou pelo processo de moagem e logo após foi encaminhado ao Laboratório Central Analítica da Embrapa Clima Temperado, onde foram analisados os teores dos nutrientes Ca, K, Mg, P, Cu, Mn, Fe, Zn, N e S, seguindo metodologia adaptada de Tedesco (1995).

3.1.2.3 Análise química do solo

As coletas de solo foram realizadas no final do ciclo da cultura (dezembro de 2011) compreendendo três sub-amostras por sub-subparcela, na profundidade de 0-20 cm.

Em cada amostra foram analisados os teores de P, K, Ca, Mg, Cu, Mn, S, B, CTC_{pH7}, saturação de bases, saturação de alumínio e pH em água. As análises foram realizadas no Laboratório de Solos do Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Maria, seguindo metodologia adaptada de Tedesco (1995).

3.2 Cultivo do meloeiro

O delineamento experimental adotado foi parcelas divididas casualizadas por bloco, com quatro repetições. Os 4 tratamentos considerados no experimento (Tabela 4) resultaram do efeito residual das combinações de níveis dos fatores cultivar (Camarosa e Camino Real), alocado na parcela, e adubação de base

complementar (com e sem matriz fertilizante MBR, na dose: 2.000 kg ha⁻¹), alocado na subparcela.

A semeadura do meloeiro foi realizada dia 10/01/2012 sobre os canteiros utilizados anteriormente pelo morangueiro, não sendo realizada adubação, com o objetivo de avaliar o efeito residual da matriz fertilizante MBR. Da mesma forma não foi aplicado água de xisto.

As sementes do melão Cantaloupe foram dispostas em covas (1sem./cova), a uma profundidade de 2 cm a 3 cm, em duas linhas espaçadas 45 cm, com espaçamento de 45 cm entre plantas e uma população de 22.222 plantas por hectare. A parcela foi constituída de 32 plantas, sendo 16 plantas na subparcela (croqui no apêndice H).

A escolha do tipo “Cantaloupe” se deu em função de o sistema de produção na propriedade já utilizar essa variedade e favorecer, assim, um sistema participativo com o agricultor.

Tabela 4. Descrição dos tratamentos no cultivo de meloeiro. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2015.

Tratamento	Descrição
T1	EF (Camarosa + Com MBR)
T2	EF (Camarosa + Sem MBR)
T3	EF (Camino Real + Com MBR)
T4	EF (Camino Real + Sem MBR)

EF: Efeito residual.

O filme de polietileno preto e o sistema de irrigação utilizados na cultura do morangueiro foram mantidos para a cultura do meloeiro e a irrigação por gotejamento foi realizada duas vezes por semana. Não foi realizada a prática de poda de ramos neste experimento.

Foi realizado o monitoramento das plantas e conforme o aparecimento dos sintomas de doenças foram aplicadas medidas de controle fitossanitário recomendadas para a cultura (Apêndice A2).

A primeira colheita foi realizada dia 07/03/2012, 57 dias após a semeadura, e os frutos que ainda não tinham atingido as características mínimas para o consumo foram colhidos nas semanas seguintes. Foram realizadas quatro colheitas, uma por

semana, encerrando-se em 26/03/2012. Depois de encerrado o ciclo do meloeiro, foi feito o arranquio das plantas.

3.2.1 Variáveis analisadas no meloeiro

- Produção: número de frutos por planta, produção por planta (g planta^{-1}); peso médio por fruto.
- Caracterização dos frutos: sólidos solúveis totais (SST, °Brix), acidez total titulável (ATT);
- Compostos fenólicos e atividade antioxidante dos frutos;
- Análise química dos frutos (teores de P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Zn, B, N e S).
- Análise química do solo (teores de P, K, Ca, Mg, CTC_{pH7} , saturação de bases, saturação de alumínio, Cu, S, B e Mn).

3.2.2 Processos de mensuração

3.2.2.1 Produção

Os frutos colhidos por subparcela foram contados e pesados. O peso médio por planta foi expresso em gramas de massa fresca de frutos por planta. O peso médio por fruto foi derivado da razão entre o peso médio por planta e o número de frutos por planta e também foi expresso em gramas de massa fresca.

Para as demais análises foram coletados dois frutos por subparcela no dia 13/03/2012 e estes foram descascados, cortados em fatias, homogeneizados e logo após foi separada uma amostra para cada análise.

3.2.2.2 Análise dos frutos

➤ Caracterização

Sólidos solúveis totais e acidez total titulável: foram determinados pelos mesmos métodos utilizados na cultura do morangueiro, refratométrico e titulométrico, respectivamente.

➤ **Compostos fenólicos e atividade antioxidante**

A quantificação foi feita pelos mesmos métodos utilizados para cultura do morangueiro.

➤ **Análise química**

Para a análise química dos frutos, as amostras foram liofilizadas e logo após moídas para atender ao protocolo. Foram avaliados os teores de P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Zn, B, N e S. As análises foram realizadas na Central Analítica da Embrapa Clima Temperado, utilizando metodologia adaptada de Silva et al. (2009) para avaliação de macronutrientes e a metodologia de Tedesco (1995) para a avaliação de micronutrientes.

3.2.2.3 Caracterização química do solo

A coleta de solo foi realizada no final do cultivo do meloeiro compreendendo três sub-amostras por sub-subparcela, na profundidade de 0-20 cm.

Em cada amostra foram analisados os teores de P, K, Ca, Mg, CTC_{pH7}, saturação de bases, saturação de alumínio, Cu, S, B e Mn. As análises foram realizadas no Laboratório de Solos do Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Maria pelo mesmo método citado na cultura do morangueiro.

3.3 Cultivo da alface

As mudas de alface crespa, cultivar Vera, foram adquiridas da empresa Agroverde, de Passo do Sobrado, em bandejas. O transplante foi feito em 02/05/2012 sobre os canteiros utilizados anteriormente com as culturas do morangueiro e meloeiro, sem adubação, com o objetivo de avaliar o efeito residual ainda existente após dois cultivos sucessivos.

O filme de polietileno preto e o sistema de irrigação utilizados na cultura do morangueiro e do meloeiro foram mantidos para a cultura da alface.

As mudas foram dispostas em três linhas por canteiro, com espaçamento entre plantas e entre linhas de 30 cm, conforme a disposição do morangueiro utilizada anteriormente.

O delineamento experimental adotado foi parcelas sub-subdivididas casualizadas por bloco, com quatro repetições. A parcela foi constituída de 72 plantas, sendo 36 na subparcela e 9 na sub-subparcela (croqui no apêndice I). Os 16 tratamentos (descritos na Tabela 5) estão relacionados aos efeitos residuais das cultivares de morangueiro, presentes nas parcelas, que precederam o cultivo do meloeiro, e da matriz fertilizante MBR presente nas subparcelas, aplicada no cultivo do morangueiro, combinados com quatro níveis de adubação foliar (água de xisto, água de xisto + zinco; água de xisto + manganês e uma testemunha sem adubação foliar) aplicados no cultivo da alface, alocados nas sub-subparcelas. A irrigação foi feita por gotejamento.

Tabela 5. Descrição dos tratamentos aplicados no cultivo da alface. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, 2015.

Tratamento	Descrição
T1	EF (Camarosa + Com MBR) + Testemunha sem AX
T2	EF (Camarosa + Com MBR) + 3 L ha ⁻¹ AX
T3	EF (Camarosa + Com MBR) + 3 L ha ⁻¹ AX + 10% Zn
T4	EF (Camarosa + Com MBR) + 3 L ha ⁻¹ AX + 10% Mn
T5	EF (Camarosa + Sem MBR) + Testemunha sem AX
T6	EF (Camarosa + Sem MBR) + 3 L ha ⁻¹ AX
T7	EF (Camarosa + Sem MBR) + 3 L ha ⁻¹ AX + 10% Zn
T8	EF (Camarosa + Sem MBR) + 3 L ha ⁻¹ AX + 10% Mn
T9	EF (Camino Real + Com MBR) + Testemunha sem AX
T10	EF (Camino Real + Com MBR) + 3 L ha ⁻¹ AX
T11	EF (Camino Real + Com MBR) + 3 L ha ⁻¹ AX + 10% Zn
T12	EF (Camino Real + Com MBR) + 3 L ha ⁻¹ AX + 10% Mn
T13	EF (Camino Real + Sem MBR) + Testemunha sem AX
T14	EF (Camino Real + Sem MBR) + 3 L ha ⁻¹ AX
T15	EF (Camino Real + Sem MBR) + 3 L ha ⁻¹ AX + 10% Zn
T16	EF (Camino Real + Sem MBR) + 3 L ha ⁻¹ AX + 10% Mn

EF: Efeito residual

Foram utilizados como fontes dos micronutrientes, sulfato de zinco e sulfato de manganês, sendo armazenadas três soluções estoques: 100 mL de água de xisto, 100 mL de AX + 43,96 g ZnSO₄.7 H₂O e 100 mL de AX + 30,76 g Mn SO₄. A

cada aplicação diluiu-se 20 mL de cada solução estoque em 1.980 mL de água destilada. O volume de calda foi de 100 L ha⁻¹ com 1% de AX. Para a aplicação da água de xisto foi utilizado pulverizador costal com cilindro de CO₂ e barra de dois bicos.

Desconsiderou-se o possível efeito residual da adubação foliar aplicada na cultura do morangueiro que poderia ter influência na fisiologia da planta causando efeito diferente na absorção dos nutrientes.

Foi aplicado um volume de 3 L ha⁻¹ de água de xisto, distribuído em quatro aplicações via foliar, uma por semana (Tabela 6).

Tabela 6. Datas e doses de aplicações foliares de água de xisto no cultivo de alface. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPEL, Pelotas, 2015.

Aplicações	Data	Dose (L ha ⁻¹)
1 ^a	17/05/2012	0,75
2 ^a	24/05/2012	0,75
3 ^a	31/05/2012	0,75
4 ^a	11/06/2012	0,75

A colheita foi feita no dia 10/07/2012, 68 dias após o transplante das mudas. Foi realizado o monitoramento das plantas e conforme o aparecimento dos sintomas de doenças foram aplicadas medidas de controle fitossanitário recomendadas para a cultura (Apêndice A3).

Após o término do experimento com alface, retirou-se o plástico preto (mulching) dos canteiros para a implantação das espécies utilizadas como culturas de cobertura.

3.3.1 Variáveis analisadas na alface

- Produção: massa fresca por planta (g planta⁻¹);
- Compostos fenólicos e atividade antioxidante;
- Análise química foliar (teores de Ca, Mg, K, P, Cu, Fe, Mn e Zn, N e S);
- Análise química do solo (teores de P, K, Ca, Mg, CTC_{pH7}, saturação de bases, saturação de alumínio, Cu, S, B e Mn).

3.3.2 Processos de mensuração

3.3.2.1 Produção

As plantas colhidas por sub-subparcela foram contadas e pesadas. A massa fresca por planta foi derivada da razão entre a massa fresca total e o número de plantas na sub-subparcela e foi expressa em gramas de massa fresca.

3.3.2.2 Análise das plantas

➤ Compostos funcionais e atividade antioxidante

Para as análises de compostos fenólicos e atividade antioxidante, as amostras foram analisadas pelos métodos utilizados para o cultivo de morangueiro.

➤ Caracterização química foliar

Foram coletadas dezoito folhas completamente expandidas em cada sub-subparcela, totalizando 72 folhas por tratamento, que foram colocadas em sacos de papel e secas em estufa a 65°C até peso constante. Em cada amostra foram analisados os seguintes nutrientes: Ca, Mg, K, P, Cu, Fe, Mn e Zn, N, e S. As análises foram realizadas no Laboratório Central Analítica da Embrapa Clima Temperado seguindo metodologia adaptada de Silva et al. (2009).

3.3.2.3 Caracterização química do solo

A coleta de solo foi realizada no final do cultivo da alface compreendendo três sub-amostras por parcela, na profundidade de 0-20 cm.

Em cada amostra foram analisados os teores de P, K, Ca, Mg, CTC_{pH7}, saturação de bases, saturação de alumínio, Cu, S, B, Mn. As análises foram realizadas no Laboratório de Solos do Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Maria pelos mesmos métodos citados na cultura do morangueiro.

3.4 Cultivo da aveia consorciada com ervilhaca

Após a retirada do plástico preto (mulching), foi realizada a semeadura manual da aveia consorciada com a ervilhaca no dia 17/08/2012 nas quantidades de 80 kg ha⁻¹ e 40 kg ha⁻¹, respectivamente. O corte da parte aérea das plantas ocorreu no estágio de floração da aveia, 135 dias após a semeadura. As plantas foram pesadas, retirou-se material para avaliação de minerais e o restante do material vegetal foi colocado novamente sobre a parcela e posteriormente incorporado no canteiro.

3.4.1 Variáveis analisadas

- Produtividade: fitomassa verde da aveia e ervilhaca (t ha⁻¹);
- Análise química da aveia e ervilhaca (teores de Ca, Mg, K, P, Cu, Fe, Mn, Zn, B, S e N);
- Análise química do solo (teores de P, K, Ca, Mg, Cu, S, B, Mn, CTC_{ph7}, saturação de bases e saturação de alumínio).

3.4.2 Processos de mensuração

3.4.2.1 Produtividade do consórcio aveia/ervilhaca

A fitomassa verde da aveia e ervilhaca foi cortada e pesada em 02/01/2013 com valores expressos em toneladas por hectare. Foram avaliadas apenas 16 sub-subparcelas que correspondem a quatro tratamentos do cultivo de morangueiro: Camarosa com MBR e sem MBR e Camino Real com MBR e sem MBR, com as 4 repetições, todas do tratamento testemunha de adubação foliar (sem água de xisto) nos cultivos anteriores, totalizando 16 amostras analisadas.

3.4.2.2 Caracterização química da aveia e ervilhaca

Das 16 amostras coletadas, foram retiradas aproximadamente 200 g de aveia e 200 g de ervilhaca para avaliação química. Este material foi colocado em sacos de

papel e seco separadamente em estufa a 65°C até atingir peso constante. Depois de secas, as amostras foram moídas e encaminhadas para o Laboratório Central Analítica da Embrapa Clima Temperado onde foram analisados os seguintes nutrientes: Ca, Mg, K, P, Cu, Fe, Mn, Zn, B e S por meio de metodologia adaptada de Silva et al. (2009).

3.4.2.3 Caracterização química do solo

A coleta de solo foi realizada ao final do cultivo do consórcio aveia/ervilhaca compreendendo três sub-amostras por subparcela, na profundidade de 0-20 cm.

Em cada amostra foram analisados os teores de P, K, Ca, Mg, CTC_{pH7}, saturação de bases, saturação de alumínio, Cu, S, B, Mn. As análises foram realizadas no Laboratório de Solos do Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Maria, pelo mesmo método citado na cultura do morangueiro.

3.5 Cultivo da crotalária

Na sequência do corte da aveia e ervilhaca foi realizada a semeadura manual da crotalária em 16/01/13, na densidade de 17 Kg ha⁻¹ (33 sementes/m²). As plantas permaneceram nos canteiros até o final de abril de 2012, quando o material vegetal foi cortado, e após a pesagem retirou-se uma amostra para análise de minerais e o restante foi incorporado no canteiro.

3.5.1 Variáveis analisadas

- Produtividade: fitomassa verde da crotalária (t ha⁻¹);
- Análise química da planta (teores de Ca, Mg, K, P, Cu, Fe, Mn, Zn, B, S e N);
- Análise química do solo (teores de P, K, Ca, Mg, Cu, S, B, Mn CTC_{pH7}, saturação de bases e saturação de alumínio) realizada da mesma forma que nos cultivos anteriores.

3.5.2 Processos de mensuração

Todas as análises seguiram as mesmas metodologias utilizadas no cultivo de aveia/ervilhaca.

3.6 Análises estatísticas

Procedeu-se a análise da variância para todas as variáveis com o objetivo de estudar efeitos principais e interações dos fatores cultivar, adubação de base complementar e adubação foliar (Anexos B, C, D, E, e F). As análises foram processadas com o uso do Procedimento Mixed do programa estatístico SAS, com nível de significância de 0,05. A decomposição da variação atribuível às interações foi procedida com o uso da opção “Sliced” (fatiamento) do Procedimento Mixed. Para testar os efeitos simples do fator adubação foliar, dentro dos níveis dos fatores cultivar e adubação de base complementar, utilizou-se o teste DMS de Fisher, ao nível de significância de 0,05.

3.7 Exportação de nutrientes pelas culturas do morangueiro, meloeiro, alface e ciclagem pelas culturas de cobertura

Para o cálculo de nutrientes exportados no morangueiro, utilizou-se os resultados médios de massa seca da parte aérea e dos frutos e o teor médio de nutrientes encontrado nestes materiais. O teor de massa seca encontrada nos frutos foi de 10% e com isso calculou-se o teor de nutrientes exportados, em kg, com base em uma população de 50.000 plantas ha⁻¹. Para a determinação da massa seca dos frutos, amostras de aproximadamente 10 g foram colocadas em estufa a 65 °C até atingir peso constante. Os valores obtidos foram transformados em porcentagem de matéria seca.

Para o meloeiro, utilizou-se os dados obtidos de massa seca média da parte aérea e o teor de nutrientes encontrados nesse material. Para os frutos considerou-se uma massa seca de 19,0% e calculou-se o teor de nutrientes com base em uma população de 22.222 plantas ha⁻¹.

Para a alface utilizaram-se os dados médios observados de massa seca e o teor médio de nutrientes encontrados nas folhas com base em uma população de 50.000 plantas ha⁻¹.

Para as culturas de cobertura aveia-preta, ervilhaca e crotalária, o cálculo foi através da quantidade de nutrientes contidos na massa seca produzida por essas plantas semeadas nas quantidades de 80, 40 e 25 kg ha⁻¹, respectivamente. Para a estimativa da quantidade de nutrientes incorporados/ciclados no solo, considerou-se a massa seca da aveia-preta de 4.500 kg ha⁻¹, da ervilhaca de 2.750 kg ha⁻¹ e da crotalária de 14.900 kg ha⁻¹.

4 Resultados e discussão

4.1 Variáveis analisadas no morangueiro

4.1.1 Produção

O experimento com morangueiro apresentou produção média de 421,85 g de frutos por planta, sendo 439,81 g a média para a cultivar Camino Real e 403,9 g da cultivar Camarosa. Nas condições desse experimento, as cultivares não desenvolveram todo seu potencial produtivo, mas foram superiores aos 300 g por planta considerado, na prática, como patamar de viabilidade econômica para a cultura do morangueiro (REBELO; BALARDIN, 1997) e aos 300-400 g que é a média do Rio Grande do Sul (PAGOT; HOFFMANN, 2003; ANTUNES; DUARTE FILHO, 2005).

Oliveira et al. (2008), avaliando o desempenho agrônômico de três cultivares de morangueiro no município de Pelotas-RS, obtiveram produções mais elevadas para essas cultivares, com leve tendência de superioridade da 'Camino Real' (1,121 g planta⁻¹) em relação à 'Camarosa' (1,038 g planta⁻¹), valores superiores aos encontrados no presente estudo. Vignolo et al. (2011) encontraram maior produção por planta na cultivar Camarosa em relação à Camino Real, assim como Cocco (2014), contrariando os resultados anteriores.

Um fator relevante, observado por Camargo et al. (2010), é que cada cultivar apresenta desempenho diferente dentro de cada sistema de cultivo (convencional ou

orgânico). Esses autores avaliaram a massa média de frutos de morangueiro obtidos de diferentes sistemas de cultivos e observaram que as cultivares responderam diferentemente em função do manejo cultural empregado em cada sistema. No caso do presente experimento, utilizou-se um sistema de cultivo alternativo, onde fertilizantes solúveis foram substituídos por subprodutos como tortas e pós de rochas, o que possivelmente influenciou diferencialmente a forma de absorção dos nutrientes pelas cultivares testadas, com efeitos sobre a produtividade.

Quanto ao fator adubação de base complementar (ABC) com MBR, esperava-se melhorias na produção com a aplicação desse complemento nutricional devido à composição variada de nutrientes da matriz utilizada. No entanto, não foi verificado este efeito de forma isolada (médias apresentadas na Tabela 7), observando-se apenas diferenças em interações com o fator cultivar. Ressalte-se que as cultivares Camarosa e Camino Real absorvem de forma diferente os nutrientes, o que possivelmente determinou essas interações (Tabela 8).

Tabela 7. Médias de produção por planta de duas cultivares de morangueiro (Camarosa e Camino Real) para os níveis do fator adubação de base complementar. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2015.

Adubação de base complementar	Produção por planta (g)
Com MBR	409,23 a
Sem MBR	434,48 a

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste F (análise da variância) ao nível $\alpha=0,05$.

Em relação à adubação foliar à base de água de xisto, com o volume total aplicado de 5 L ha⁻¹ de AX, não se verificou diferenças significativas entre os tratamentos para as variáveis de produção. Esse resultado, provavelmente, é devido ao calendário tardio de aplicação. A última aplicação foi realizada só no final do estágio reprodutivo (16/11/2011), quando as produções de frutos das cultivares Camarosa e Camino Real já haviam atingido em torno de 61% e 64% do total, respectivamente. Além disso, a expectativa de maiores rendimentos ao se aplicar água de xisto em combinação com 10% de Ca e 2% de B não se confirmou.

Como já observado, a aplicação de boro, nutriente importante para a manutenção das paredes celulares, que além de evitar mal formação de fruto é necessário para a manutenção da atividade meristemática e maior fertilidade da planta, não teve efeito sobre a produtividade. Da mesma forma, o cálcio, que tem

papel importante na constituição dos tecidos vegetais, cuja falta afeta particularmente os pontos de crescimento da raiz, sendo também indispensável para a germinação do grão de pólen e crescimento do tubo polínico, não promoveu melhor desenvolvimento das plantas. Com relação ao boro, acreditava-se que fosse transportado somente no xilema, sendo praticamente imóvel no floema. Em anos recentes, essa imobilidade generalizada no floema começou a ser questionada. Nas plantas onde o boro não apresenta mobilidade no floema, a correção de sua deficiência deve ser de preferência via radicular (MALAVOLTA, 1980), ou diretamente no tecido de interesse. O movimento do boro junto com fluxo transpiratório explica o fato de sintomas de deficiência ocorrerem nos pontos de crescimento, sendo esse o fator determinante para a aplicação foliar feita no experimento. É aceito que o boro, bem como o cálcio, não são móveis ou tem mobilidade muito limitada no floema (RAVEN, 1980).

O teor de boro no solo no início do experimento foi classificado como alto, no entanto, o teor deste nutriente nas folhas no início do florescimento se manteve dentro dos níveis adequados. Baseado no histórico da área, de alta fertilidade construída, devido ao excesso de adubação feita pelo produtor, o efeito da aplicação do boro possivelmente tenha sido mascarado. Assume-se a hipótese que o elevado nível de nutrientes na planta tenha sido a principal causa para ausência de efeito da aplicação foliar.

Foi estipulado inicialmente que a dose seria de 5 L ha^{-1} de fertilizante foliar a base de água de xisto aplicados fracionadamente a cada mês, mas, como com a dose total aplicada não se obteve os resultados esperados, optou-se por apresentar os resultados de produção do morangueiro cumulativamente, quando significativos, de acordo com cada aplicação de fertilizante foliar.

As colheitas do morangueiro iniciaram-se em 01/09/2011, quando já tinham sido aplicados 2 L ha^{-1} de AX. A partir daí, foram feitas quatro colheitas antes da terceira aplicação de AX realizada em 14/09/2011. Verificou-se interação dos fatores cultivar e adubação de base complementar para a variável produção por planta. Houve efeito de cultivar somente na presença de MBR, sendo que a Camino Real apresentou maior produção por planta para 2 e 3 L ha^{-1} AX (Tabela 8).

A interação dos fatores cultivar e adubação de base complementar para variável produção por planta também foi verificada nas plantas que receberam a

aplicação de 3 L ha⁻¹ de AX. Na presença de MBR, a cultivar Camino Real continuou apresentando maior produção por planta que ‘Camarosa’ (Tabela 8).

Após a aplicação de 4 L ha⁻¹ de AX, o efeito do fator adubação de base complementar foi significativo somente para a cultivar Camarosa a qual apresentou maior produção por planta na ausência de adubação com MBR (Tabela 8).

Tabela 8. Médias de produção por planta de morangueiro após a aplicação de 2 L ha⁻¹, 3 L ha⁻¹ e 4 L ha⁻¹ de água de xisto para as combinações de níveis dos fatores cultivar e adubação de base complementar. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2015.

Água de xisto	Cultivar	Produção por planta (g planta ⁻¹)	
		Com MBR	Sem MBR
2 L ha ⁻¹	Camarosa	20,50 b A	24,14 a A
	Camino Real	40,06 a A	31,73 a B
3 L ha ⁻¹	Camarosa	93,26 b A	102,39 a A
	Camino Real	130,54 a A	124,77 a A
4 L ha ⁻¹	Camarosa	248,94 a B	298,89 a A
	Camino Real	276,92 a A	266,79 a A

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste F (análise da variância) ao nível $\alpha=0,05$.

Para a variável peso médio do fruto houve efeito apenas do fator cultivar e também quando foram aplicados 2 e 3 L ha⁻¹ de AX, sendo que ‘Camino Real’ apresentou maior peso médio de fruto que ‘Camarosa’ (Tabela 9). O tamanho do morango é uma característica importante para a comercialização in natura, pois frutos maiores são mais valorizados por chamarem a atenção dos consumidores, além de facilitar a colheita.

O peso médio do fruto, considerando o período total de produção, foi significativamente superior para ‘Camino Real’ (16,1 g fruto⁻¹) em relação à ‘Camarosa’ (15,3 g fruto⁻¹). Cocco (2014), avaliando a influência da origem das mudas de morangueiro no desenvolvimento e produção a campo em sistema convencional, nas condições edafoclimáticas de Pelotas, RS, encontrou resultado semelhante para estas duas cultivares, sendo que a cultivar Camino Real foi superior à ‘Camarosa’, que apresentaram 17,7 g fruto⁻¹ e 15,9 g fruto⁻¹, respectivamente. Vignolo et al. (2011), avaliando a produção de morangos a partir de fertilizantes alternativos em pré-plantio, também encontraram, ao longo do período de produção, peso do fruto significativamente maior para ‘Camino Real’

(20,2 g fruto⁻¹) em relação à cultivar ‘Camarosa’ (18,5 g fruto⁻¹). Dados de Martins (2010) também corroboram os resultados do presente trabalho. Vignolo et al. (2011) relataram em seu trabalho que a produção está relacionada a características intrínsecas de cada cultivar, como a massa e o número de frutos produzidos por planta ao longo do ciclo e que o conhecimento do comportamento de cada cultivar é importante para que o produtor possa escolher aquela que se adapta melhor a sua região e à preferência do consumidor.

Tabela 9. Médias das cultivares Camarosa e Camino Real após a aplicação de 2 e 3 L ha⁻¹ de água de xisto para a variável peso médio do fruto (g) de morangueiro. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2015.

Cultivar	Peso médio do fruto (g)	
	2 L ha ⁻¹	3 L ha ⁻¹
Camarosa	12,72 b	15,28 b
Camino Real	17,77 a	18,68 a

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste F (análise da variância) ao nível $\alpha=0,05$.

Para a variável número de frutos por planta, somente após a aplicação de 4 L ha⁻¹ de FFAX, o efeito do fator adubação de base complementar foi significativo, e apenas para a cultivar Camarosa. Houve efeito de cultivar na ausência de adubação de base complementar, em que a Camarosa apresentou maior número de frutos por planta (Tabela 10). Vignolo et al. (2011), corroborando os resultados do presente trabalho, encontraram maior quantidade de frutos produzidos pela cultivar Camarosa, no entanto, ressaltaram que esse aumento no número de frutos ocasionou menor peso por fruto, o que também foi verificado neste estudo.

Tabela 10. Médias de número de frutos por planta de morangueiro após a aplicação de 4 L ha⁻¹ de água de xisto para as combinações de níveis dos fatores cultivar e adubação de base complementar.. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2015.

Cultivar	Número médio de frutos planta ⁻¹	
	Com MBR	Sem MBR
Camarosa	15,77 a B	18,42 a A
Camino Real	15,28 a A	14,25 b A

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste F (análise da variância) ao nível $\alpha=0,05$.

Observando-se os resultados pode-se afirmar que deve haver um sincronismo entre a aplicação e a demanda de nutrientes pela planta e nesse caso, de fato, a 5ª aplicação foi realizada muito tarde.

4.1.2 Compostos funcionais

De maneira geral, a hipótese de que na ausência da adubação de base complementar pudesse haver maior síntese de compostos funcionais, já que normalmente essa síntese ocorre devido a um estresse da planta, nesse caso, devido a alguma deficiência nutricional, não se verificou. Além disso, também esperava-se que a adubação foliar à base de água de xisto e suas possíveis alterações no aspecto nutricional das plantas produzisse algum reflexo na produção de compostos e/ou na atividade antioxidante dos frutos, mas a hipótese também não foi verificada.

Comparando as cultivares Camarosa e Camino Real em relação aos compostos funcionais, observou-se diferença somente para a variável antocianinas (Tabela 11). Quanto aos fatores adubação de base complementar e adubação foliar, não se observou significância para os compostos funcionais.

As possíveis alterações nesses compostos e na atividade antioxidante dos frutos em função da FFAX e ABC não se verificaram, possivelmente, pela concentração elevada de nutrientes no solo, ou ainda, porque os nutrientes presentes na água de xisto não foram precursores de nenhum elemento que induziria a produção de compostos funcionais.

O conteúdo de compostos fenólicos e a capacidade antioxidante total em frutos é afetado pelo genótipo da planta, assim como pela interação das condições de cultivo, condições ambientais (temperatura, UV, luz e sombra), práticas de manejo (SCALZO et al., 2005), além do grau de maturação, condições ambientais durante a colheita, condições de estocagem pós-colheita e pela manipulação da amostra (SEVERO et al., 2007), aumentando seus teores em condições de estresse. Vignolo et al. (2012), avaliando a produção de frutos e compostos funcionais de quatro cultivares de morangueiro na região de Pelotas-RS, obtiveram teores de compostos fenólicos de 477,41 mg 100 g⁻¹ e 433,09 mg 100 g⁻¹ para as cultivares Camarosa e Camino Real, respectivamente, indicando o efeito do genótipo sobre a

síntese desses compostos. Portela et al. (2012) encontraram teores variando entre 678,45 a 876,13 mg 100 g⁻¹ para cultivar Camarosa em cultivo sem solo. Severo et al. (2007) e Bordignon Júnior (2008), encontraram teores menores para esta cultivar, respectivamente, 90,9 e 171,0 mg 100 g⁻¹, em cultivos convencionais.

Para a variável antocianinas, houve apenas efeito do fator cultivar, onde a 'Camino Real' apresentou maior teor de antocianinas nos frutos que a 'Camarosa' (Tabela 11). Esta influência significativa do genótipo está de acordo com resultados obtidos em outros estudos. Chitarra e Chitarra (2005) relataram que a variação na cor, e consequentemente na quantidade de pigmento antocianina, é comum entre as cultivares da mesma espécie. Camargo et al. (2011), avaliando as características químicas de oito cultivares de morangueiro, observaram resposta semelhante ao presente estudo, sendo 'Camino Real' superior às demais cultivares avaliadas quanto aos teores de antocianinas. Portela et al. (2012) encontraram concentrações de antocianinas inferiores ao resultado deste trabalho para a cultivar Camarosa em cultivo hidropônico (entre 22,5 e 30,4 mg 100 g⁻¹ dependendo da concentração iônica), assim como Bordignon Júnior (2008) em cultivo no solo, com teor de 58,3 mg 100 g⁻¹ também para cultivar Camarosa.

Tabela 11. Médias de antocianinas nos frutos de morangueiro para os níveis do fator cultivar. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2015.

Cultivar	Antocianinas (µg/eq. cianidina-3-glicosídeo/100g)
Camarosa	109,69 b
Camino Real	138,85 a

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste F (análise da variância) ao nível $\alpha=0,05$.

A síntese de antocianinas está diretamente relacionada à incidência de luz, equilíbrio nutricional (suprimento adequado de K), mudanças de temperatura durante o crescimento e o amadurecimento, e ao próprio sistema de cultivo (SEVERO et al., 2010). Conforme dados da análise foliar, as plantas apresentaram teor de potássio dentro da faixa adequada e, embora a absorção deste nutriente tenha sido maior pela cultivar Camarosa no florescimento (Tabela 13), no período em que foram feitas as análises de antocianinas não houve diferenças na análise foliar para o teor de potássio das duas cultivares. Contrariamente aos dados de Severo et al. (2010),

neste estudo, observou-se que o aumento do teor de potássio diminuiu o teor de antocianinas.

Embora no presente estudo não tenha havido efeito da adubação de base complementar e da água de xisto sobre as antocianinas, dados como os de Moor et al. (2009) demonstram a influência da utilização de adubos na qualidade do morango. Estes autores relatam que a embebição de plantas em solução fertilizante de fosfito, antes do plantio, ativou os mecanismos de defesa da planta, aumentando conteúdo de antocianinas nos frutos. No entanto, na cultura do morangueiro, estudos indicam que o efeito de genótipo tem maior influência sobre as características de qualidade do morango do que as condições de cultivo, particularmente no que tange aos parâmetros nutricionais (CAPOCASA et al., 2008).

4.1.3 Físico-químicas

O fator cultivar de morangueiro influenciou as variáveis físico-químicas, sólidos solúveis totais e acidez titulável nos frutos, mas não apresentou efeito sobre a relação sólidos solúveis totais e acidez total titulável (Tabela 12). A cultivar Camarosa apresentou maior teor de sólidos solúveis e maior acidez que a cultivar Camino Real, confirmando a característica da cultivar Camarosa de produzir frutos com sabor sub-ácido (EMBRAPA, 2005).

A hipótese de que os tratamentos de adubação de base complementar com MBR e adubação foliar a base de água de xisto pudessem causar alterações nas variáveis sólidos solúveis totais e acidez total, que caracterizam a qualidade dos frutos, não se confirmou.

Tabela 12. Médias de sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT) e a relação SST/ATT dos frutos de morangueiro, para os níveis do fator cultivar. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2015.

Cultivar	SST (°Brix)	ATT (%)	SST/ATT
Camarosa	9,4 a	0,81 a	12,11 a
Camino Real	8,1 b	0,64 b	12,19 a

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste F (análise da variância) ao nível $\alpha=0,05$.

Lemiska et al. (2014), avaliando os efeitos da aplicação de boro no solo e na parte aérea sobre a planta e sobre a produção e qualidade dos frutos do

morangueiro, observaram que a aplicação foliar de boro não alterou a acidez titulável quando da ausência de aplicação de boro no solo, e que, independentemente da forma de aplicação de boro, tanto no solo quanto foliar, houve redução no teor de sólidos solúveis das frutas do morangueiro, resultados não corroborados pelo presente estudo.

De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), o teor de sólidos solúveis totais varia de acordo com a cultivar, estágio de maturação e clima, apresentando valores que variam de 2 a 25 °Brix e valores médios de 8 a 14 °Brix. Os teores obtidos nas duas cultivares estão dentro da faixa relatada.

O teor de sólidos solúveis indica a quantidade de açúcar presente no fruto e a quantidade de ácidos, vitaminas, aminoácidos e também pectinas ainda que em menor proporção (BRACKMANN et al., 2011). Cecatto et al. (2013) encontraram valores de sólidos solúveis totais menores em comparação aos encontrados nesse estudo, 6,90 para 'Camarosa' e 5,43 para 'Camino Real'.

A relação entre o açúcar e a acidez (SST/ATT) é um parâmetro importante na determinação da maturação dos frutos. Com relação a essa variável, as cultivares Camarosa e Camino Real não apresentaram diferença significativa, obtendo-se médias de 12,11 e 12,19, respectivamente (Tabela 12). A relação SST/ATT foi estudada por Antunes et al. (2010) que obtiveram para cultivar Camarosa um valor de 9,94, enquanto que o estudo de Malgarim et al. (2006), apresentou uma taxa de 12,25 para esta mesma cultivar. Carvalho et al. (2013), avaliando o comportamento e a qualidade de cultivares de morango, obtiveram valores de 9,53 para cultivar Camarosa e 13,15 para 'Camino Real'. Resende et al. (2008), correlacionando a relação de SST/ATT com a aceitação do consumidor, identificaram que os mais altos índices dessa variável foram associados à melhor percepção do sabor do fruto e são preferidos pelos consumidores.

4.1.4 Análise química da planta

O período adequado para a amostragem de folhas no morangueiro é no florescimento. Neste estudo, as plantas floresceram em julho, época em que foi feita a primeira amostragem. A segunda análise foi feita em novembro (plena colheita)

visando a verificação do estado nutricional das plantas e sua relação com os níveis de fertilidade do solo naquele momento.

4.1.4.1 Folha (julho/início do florescimento)

Na primeira amostragem foram avaliados os nutrientes N, P, K, Ca, Mg, e B.

Analisando os teores de nutrientes nas folhas de morangueiro no início do florescimento, observou-se que apenas o efeito do fator cultivar foi significativo para nitrogênio, fósforo e potássio (Tabela 13).

Quanto ao efeito da adubação de base complementar com MBR foi observado efeito significativo somente para o nutriente potássio (Tabela 14), enquanto que para o fator adubação foliar não se verificou efeito significativo sobre a concentração dos nutrientes na folha nesta primeira avaliação.

Os teores dos nutrientes nitrogênio e potássio na cultivar Camarosa foram superiores aos encontrados na cultivar Camino Real, no entanto, a cultivar Camino Real apresentou maior teor de fósforo nas folhas (Tabela 13). Os nutrientes N e P apresentaram valores superiores aos valores máximos de referência. No caso do nitrogênio, apesar de o teor de matéria orgânica ser baixo no solo, a adubação proposta com torta de tungue como fonte de N disponibilizou adequadamente este nutriente para as plantas. O teor de fósforo elevado no solo teve reflexo no teor desse nutriente nas folhas. O potássio apresentou-se abaixo da faixa adequada nas folhas de morangueiro (2,0 a 4,0%, segundo CQFS – RS/SC, 2004). Ainda que o teor de potássio estivesse alto no solo, este nutriente não foi absorvido adequadamente pelas duas cultivares. A competição com outras bases como Ca e Mg, pode ter sido a causa da baixa absorção, embora, para esses dois nutrientes, os teores na planta também ficaram abaixo do ideal (Tabela 15). A baixa absorção do K, Ca e Mg, apesar da elevada concentração no solo, significa que estes nutrientes não estavam biodisponíveis, ou seja, estavam presentes no solo mas ainda não em condições de serem absorvidos. Outra possibilidade é que o K tenha sido acumulado nas raízes, mas nesse experimento este dado não foi quantificado.

Em relação ao potássio, somente o efeito do fator adubação de base complementar foi significativo. Na ausência da adubação de base complementar as plantas apresentaram maior teor de potássio que na presença desta adubação

(Tabela 14). Possivelmente esse resultado seja efeito da competição com Ca e Mg, pois na presença de adubação de base com MBR, que apresenta na sua composição esses nutrientes, houve uma redução na absorção de K.

Tabela 13. Médias de teores dos nutrientes nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) nas folhas de morangueiro no início do florescimento (julho) para os níveis do fator cultivar. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2015.

Cultivar	Teor de N (%)	Teor de P (%)	Teor de K (%)
Camarosa	3,47 a	0,64 b	1,72 a
Camino Real	3,29 b	0,76 a	1,60 b

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste F (análise da variância) ao nível $\alpha=0,05$.

O incremento do teor de potássio na planta pode ocasionar aumento na produção de fotoassimilados e, conseqüentemente, maior mobilização de N foliar na síntese de macromoléculas, as quais passam a ser utilizadas no crescimento vegetativo e na produção dos frutos (DECHEN; NACHTIGALL, 2007).

Tabela 14. Médias do teor de potássio (K) nas folhas de morangueiro no início do florescimento (julho) para os níveis do fator adubação de base complementar. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2015.

Adubação de base complementar	Teor de K (%)
Com MBR	1,62 b
Sem MBR	1,70 a

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste F (análise da variância) ao nível $\alpha=0,05$.

Para os nutrientes cálcio, magnésio e boro não foram verificadas diferenças significativas entre os tratamentos no início do florescimento. Os teores médios desses nutrientes estão apresentados na Tabela 15.

Constatou-se, no entanto, que os teores de cálcio e magnésio nas folhas de morangueiro com médias de 0,69 % e 0,45 %, respectivamente, apresentaram-se abaixo das faixas adequadas, 1,0-2,5 % para Ca e 0,6 -1,0 % para Mg (CQFS – RS/SC, 2004). No entanto, os teores desses nutrientes estavam altos no solo, o que significa que não estariam em formas disponíveis para absorção pela planta, ou ainda, esses baixos teores podem estar associados à inibição competitiva na absorção de Ca e Mg exercida pelo teor elevado de K no solo. Saliente-se, ainda,

que este nutriente também não foi absorvido adequadamente pelas duas cultivares, visto que os teores ficaram abaixo da faixa adequada.

O boro apresentou média geral de $41,2 \text{ mg kg}^{-1}$, valor este dentro da faixa adequada em folhas de morangueiro. Segundo Silva (2009), o teor foliar de boro adequado para a primeira florada do morangueiro encontra-se entre $35\text{-}100 \text{ mg kg}^{-1}$.

Tabela 15. Médias gerais dos teores de nutrientes avaliados nas folhas de morangueiro das duas cultivares no início do florescimento (julho). Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2015.

Nutriente	Teor	Faixa adequada (CQFS – RS/SC, 2004)
	%	%
N	3,38	1,5-2,5
P	0,70	0,2-0,4
K	1,66	2,0-4,0
Ca	0,69	1,0-2,5
Mg	0,45	0,6-1,0
	mg kg^{-1}	mg kg^{-1}
B	41,2	35-100

4.1.4.2 Folha (novembro/plena colheita)

Em novembro as plantas estavam em plena produção. Foram avaliados os seguintes nutrientes neste período: N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn e Zn.

Para o teor de magnésio nas folhas de morangueiro em novembro, observou-se interação tripla entre os fatores cultivar, adubação de base complementar e adubação foliar (Tabelas 16 e 17). A média geral deste nutriente foi de 0,47%.

O efeito do fator adubação foliar foi significativo tanto na presença, quanto na ausência da adubação de base complementar na cultivar Camarosa. Na presença de MBR o nível AX+Ca foi superior ao nível testemunha e AX, mas não diferiu do nível AX+B. Observa-se que, quando foi adicionado cálcio à água de xisto, o teor de magnésio nas folhas também aumentou. Na ausência de MBR, o nível AX foi superior à testemunha, mas não diferiu dos níveis AX+Ca e AX+B. Os níveis AX+Ca, AX+B e testemunha não diferiram entre si (Tabela 16).

Tabela 16. Médias do teor de magnésio (Mg) nas folhas de morangueiro da cultivar Camarosa em novembro, para as combinações de níveis dos fatores adubação foliar e adubação de base complementar. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2015.

Adubação foliar	Teor de Mg (%)	
	Com MBR	Sem MBR
AX + Ca	0,522 a A	0,452 ab A
AX + B	0,461 ab A	0,423 ab A
Testemunha	0,405 b A	0,397 b A
AX	0,395 b A	0,498 a A

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, pelo teste DMS de Fisher e pelo teste F (análise da variância), respectivamente, ao nível $\alpha=0,05$.

Para cultivar Camino Real o efeito do fator adubação foliar foi significativo somente na presença da adubação de base complementar (Tabela 17). O nível AX foi superior ao AX+B, mas não diferiu dos níveis AX+Ca e testemunha. Os níveis AX+Ca, AX+B e testemunha não diferiram entre si. O que se observa é que quando se adicionou boro à água de xisto, o teor de magnésio diminuiu na cultivar Camino Real. Existem registros de que o excesso de K pode causar desbalanço nos níveis de cálcio e magnésio (SALVADOR et al., 2011), no entanto, não foram encontradas informações sobre o efeito competitivo do B e Mg.

Tabela 17. Médias de teor de magnésio (Mg) nas folhas da cultivar Camino Real em novembro para as combinações de níveis dos fatores adubação foliar e adubação de base complementar. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2015.

Adubação foliar	Teor de Mg (%)	
	Com MBR	Sem MBR
AX	0,549 a A	0,484 a A
AX+Ca	0,506 ab A	0,512 a A
Testemunha	0,485 ab A	0,475 a A
AX+B	0,454 b A	0,478 a A

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, pelo teste DMS de Fisher e pelo teste F (análise da variância), respectivamente, ao nível $\alpha=0,05$.

Para o teor de enxofre nas folhas de morangueiro houve interação entre os fatores adubação de base complementar e adubação foliar. O efeito do fator adubação de base complementar foi significativo apenas para o nível AX. E o efeito do fator adubação foliar foi significativo somente na presença de MBR. Os níveis AX e AX+Ca foram superiores à testemunha, mas não diferiram de AX+B. Os níveis AX+B e testemunha não diferiram entre si (Tabela 18).

Tabela 18. Médias de teor de enxofre (S) nas folhas de morangueiro em novembro para as combinações de níveis dos fatores adubação de base complementar e adubação foliar. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPEL, Pelotas, 2015.

Adubaç ão foliar	Teor de S (%)	
	Com MBR	Sem MBR
AX	0,1138 a A	0,1013 a B
AX+Ca	0,1115 a A	0,1000 a A
AX+B	0,1025 ab A	0,1063 a A
Testemunha	0,0990 b A	0,1050 a A

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, pelo teste DMS de Fisher e pelo teste F (análise da variância), respectivamente, ao nível $\alpha=0,05$.

Para os demais nutrientes não foram verificadas diferenças significativas entre os tratamentos. Os teores médios desses nutrientes estão apresentados na Tabela 19.

Tabela 19. Médias gerais dos teores de nutrientes avaliados nas folhas de morangueiro em novembro. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPEL, Pelotas, 2015.

Nutriente	Teor médio
	%
N	2,52
P	0,85
K	2,25
Ca	0,44
Mg	0,47
S	0,10
	mg kg ⁻¹
Cu	3,09
Fe	170,80
Mn	64,39
Zn	31,78

Na análise comparativa do teor de nutrientes entre os dois períodos, florescimento e plena colheita, observou-se que, o teor de cálcio apresentou redução na folha desde o período do florescimento (julho/2011). Verificou-se que, os teores de cálcio, mesmo estando em altas concentrações no solo, nas folhas apresentaram-se baixos nos dois períodos de avaliação (julho e novembro), indicando que a competição com o K pode ter prejudicado sua absorção e justificando a adubação foliar realizada à base de água de xisto acrescida de cálcio.

Em relação ao teor de potássio, na segunda avaliação, observou-se teor mais alto (2,25% em média), sendo que na avaliação feita no início do florescimento este nutriente apresentava-se abaixo da faixa adequada com teor de 1,66%.

Neste período foi observado teor mais baixo de nitrogênio nas folhas comparativamente à primeira avaliação (julho), o que se deve à elevada demanda para a produção de frutos, no entanto, o teor médio de 2,52%, confirma que a torta de tungue, aplicada na adubação de base como fonte de N, forneceu este nutriente ao longo do desenvolvimento da cultura. O teor elevado de fósforo nos dois períodos avaliados, julho e novembro, com 0,70% e 0,85% de P nas folhas, respectivamente, se deve à alta disponibilidade deste nutriente no solo.

4.1.4.3 Fruto

Para os nutrientes cálcio e fósforo nos frutos houve diferença significativa para o fator cultivar. A 'Camino Real' apresentou maior teor de cálcio nos frutos, demonstrando que nesta cultivar houve efetiva translocação de Ca das folhas para o fruto visto à redução deste nutriente nas folhas em relação ao período de florescimento. O maior teor de fósforo foi encontrado em frutos da cultivar Camarosa (Tabela 20). Segundo Rocha et al. (2008), os nutrientes apresentam teores que podem variar quantitativamente em diferentes cultivares, mesmo quando são cultivadas nas mesmas condições.

O teor de cálcio encontrado nos frutos foi bastante superior ao relatado por Antunes et al. (2014), que, avaliando a qualidade pós-colheita dos frutos de seis cultivares de morango, encontraram 0,33 g kg⁻¹ de Ca na cultivar Camino Real. Rocha et al. (2008), avaliando a composição mineral em diferentes cultivares de morangueiro encontraram valores médios de 1,7 g kg⁻¹ de Ca.

Tabela 20. Médias de teores dos nutrientes cálcio (Ca) e fósforo (P) nos frutos de morangueiro para os níveis do fator cultivar. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2015.

Cultivar	Teor de Ca (g kg ⁻¹)	Teor de P (g kg ⁻¹)
Camarosa	1,53 b	4,17 a
Camino Real	2,25 a	3,64 b

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste F (análise da variância) ao nível $\alpha=0,05$.

O teor de potássio foi influenciado pela interação dos fatores cultivar, adubação de base complementar e adubação foliar. Na cultivar Camarosa o efeito do fator adubação de base complementar foi significativo para o nível AX+Ca. Na presença da adubação de base complementar a AX foi superior à testemunha e à AX+B, mas não diferiu de AX+Ca. A testemunha e AX+Ca não diferiram entre si (Tabela 21).

A expectativa seria que com adubação de base complementar com MBR se observasse maior absorção de K que nos tratamentos sem essa adubação devido à composição da matriz. No entanto, se verificou aumento do teor de potássio com a aplicação de MBR apenas quando foi aplicada AX+Ca.

Tabela 21. Médias de teor de potássio (K) nos frutos da cultivar Camarosa, para as combinações de níveis dos fatores adubação foliar e adubação de base complementar. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2015.

Adubação foliar	Teor de K (g kg ⁻¹)	
	Com MBR	Sem MBR
AX	18,7 a A	17,3 a A
AX + Ca	17,3 ab A	16,1 a B
Testemunha	16,2 b A	16,3 a A
AX + B	14,6 c A	16,8 a A

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, pelo teste DMS de Fisher e pelo teste F (análise da variância), respectivamente, ao nível $\alpha=0,05$.

Na cultivar Camino Real o efeito do fator adubação de base complementar não foi significativo para nenhum dos níveis de adubação foliar. Houve efeito do fator de adubação foliar na presença de adubação de base complementar, sendo que, com a aplicação de AX+ B e AX+Ca os frutos apresentaram maior teor de potássio que o nível AX (Tabela 22). Segundo Power e Woods (1997) e Echer et al., (2009), o boro aumenta a absorção de potássio através do sistema radicular e quase não ocorre na sua ausência, ou seja, muitos casos de deficiência aparente de potássio podem ser, de fato, deficiência de boro.

As médias encontradas para o teor de potássio nos frutos estão de acordo com as encontradas por Antunes et al. (2014) que obteve 16,99 g kg⁻¹ de K para “Camino Real” e menor que os valores encontrados em frutos de morango por Rocha et al. (2008).

Tabela 22. Médias de teor de potássio (K) nos frutos da cultivar Camino Real, para as combinações de níveis dos fatores adubação foliar e adubação de base complementar. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPEL, Pelotas, 2015.

Adubação foliar	Teor de K (g kg ⁻¹)	
	Com MBR	Sem MBR
AX+B	17,3 a A	15,8 a A
AX+Ca	16,9 ab A	14,9 a A
Testemunha	15,2 bc A	14,9 a A
AX	14,4 c A	15,1 a A

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, pelo teste DMS de Fisher e pelo teste F (análise da variância), respectivamente, ao nível $\alpha=0,05$.

O teor de magnésio nos frutos foi influenciado pela interação dos fatores cultivar e adubação foliar. Houve efeito do fator adubação foliar na cultivar Camarosa, sendo que a AX foi superior aos níveis AX+B e AX+Ca, mas não diferiu da testemunha. O efeito do fator cultivar foi significativo apenas para o nível AX+B (Tabela 23). Os teores de magnésio nos frutos foram semelhantes aos encontrados por Antunes et al. (2014) e Rocha et al. (2008).

Tabela 23. Médias de teor de magnésio (Mg) nos frutos de morangueiro para as combinações de níveis dos fatores cultivar e adubação foliar. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPEL, Pelotas, 2015.

Adubação foliar	Teor de Mg (g kg ⁻¹)	
	Camarosa	CaminoReal
AX	1,27 a A	1,23 a A
Testemunha	1,18 ab A	1,25 a A
AX + B	1,13 b A	1,33 a B
AX + Ca	1,12 b A	1,23 a A

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, pelo teste DMS de Fisher e pelo teste F (análise da variância), respectivamente, ao nível $\alpha=0,05$.

O teor de nitrogênio nos frutos foi influenciado pela interação tripla dos fatores cultivar, adubação de base complementar e adubação foliar. Esta interação foi apenas para cultivar Camarosa.

Na cultivar Camarosa, o efeito do fator adubação de base complementar foi significativo para os níveis testemunha e AX+B, onde a testemunha na presença de ABC apresentou maior teor de N, enquanto que o nível AX+B apresentou maior teor de nitrogênio nos frutos na ausência de MBR. Na presença de MBR, AX+B foi inferior aos demais tratamentos (Tabela 24).

Tabela 24. Médias do teor de nitrogênio nos frutos da cultivar Camarosa para as combinações de níveis dos fatores adubação foliar e adubação de base complementar. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPeI, Pelotas, 2015.

Adubação foliar	Teor de N (%)	
	Com MBR	Sem MBR
AX	1,10 a A	0,97 a A
Testemunha	1,04 a A	0,86 a B
Ax + Ca	1,00 a A	0,89 a A
AX + B	0,83 b B	1,02 a A

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, pelo teste DMS de Fisher e pelo teste F (análise da variância), respectivamente, ao nível $\alpha=0,05$.

Para o nutriente manganês houve efeito significativo do fator adubação de base complementar. As plantas na ausência de MBR apresentaram maiores teores de manganês nos frutos (Tabela 25). Neste experimento não se observou influência do fator adubação de base complementar no pH do solo, o que poderia indisponibilizar ou diminuir a absorção de Mn. Possivelmente, outro nutriente tenha interferido na absorção.

O nível de manganês foi superior ao observado nos frutos de morangueiro por Antunes et al. (2014) e bem inferior aos encontrados por Rocha et al. (2008) que obtiveram médias entre diferentes cultivares de 43,8 a 52,7 mg kg⁻¹ de Mn.

Tabela 25. Médias dos teores de manganês (Mn) para o fator adubação de base complementar. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPeI, Pelotas, 2015.

Adubação de base complementar	Teor de Mn (mg kg ⁻¹)
Com MBR	25,14 b
Sem MBR	28,90 a

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste F (análise da variância) ao nível $\alpha=0,05$.

Para os nutrientes cobre, ferro, zinco e enxofre, não foram verificadas diferenças significativas entre os tratamentos. Os teores médios desses nutrientes estão apresentados na Tabela 26.

Tabela 26. Médias gerais dos teores de nutrientes avaliados nos frutos de morangueiro. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2015.

Nutriente	Teor médio
	g kg ⁻¹
Ca	1,90
Mg	1,22
K	16,07
P	3,90
	mg kg ⁻¹
Cu	2,71
Fe	53,22
Mn	27,10
Zn	14,97
	%
N	0,90
S	0,27

A média do teor de cobre observado foi 2,71 mg kg⁻¹, valor inferior ao encontrado por Rocha et al. (2008). O teor de ferro de 53,22 mg kg⁻¹ foi semelhante ao observado por Rocha et al. (2008) e bastante superior ao encontrado por Antunes et al. (2014) que obteve médias entre diferentes cultivares variando de 15,6 a 36,8 mg kg⁻¹ de Fe. O teor de zinco (14,97 mg kg⁻¹) foi semelhante ao encontrado por Rocha et al. (2008) e bastante superior ao observado por Antunes et al. (2014). Foi observado também cerca 0,27% de enxofre nos frutos de morangueiro nesse estudo e não foram encontrados dados comparativos para este nutriente na literatura. Essas variações para composição mineral dos frutos podem ser explicadas segundo Darolt (2003), citado por Antunes et al. (2014), pelo fato de que estas variáveis são multifatoriais, ou seja, afetadas pelo solo, clima e pela composição genética da planta.

4.1.4.4 Parte aérea

Esta avaliação de minerais na parte aérea teve o objetivo de quantificar o total de nutrientes exportados, já que as plantas de morango são retiradas da lavoura, enquanto que o teor foliar é parâmetro para comparar com os dados de referência. Considerou-se nesta análise a soma da massa das folhas, pecíolos e coroa.

Foram avaliados os seguintes nutrientes: N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Mn, Fe e Zn.

Para o nitrogênio não foram verificadas diferenças significativas entre os tratamentos. Para o nutriente fósforo houve interação entre os fatores adubação de base complementar e adubação foliar. O efeito do fator adubação de base complementar foi significativo para AX e não significativo para os demais níveis do tratamento adubação foliar, onde na presença de MBR obteve-se o maior teor de fósforo (Tabela 27). A matriz fertilizante a base de xisto (MBR) possui grande quantidade de silício (Si), possibilitando que o P fique mais disponível para a absorção pelas plantas, pois de acordo com Leite (1997) fosfatos e silicatos são retidos (adsorvidos) pelos óxidos de ferro e de alumínio da fração argila, podendo assim competir entre si pelos mesmos sítios de adsorção, ou seja, o ácido monossilícico (originado da solubilização dos silicatos) pode deslocar fosfato previamente adsorvido das superfícies oxídicas, liberando para a solução do solo, e ainda, evitar a adsorção de P. No entanto, esse efeito deveria ser observado em todos os tratamentos com adubação de base complementar com MBR, o que não se verificou. Por outro lado, considerando que os teores de P no solo foram extremamente altos, é possível que outros mecanismos estejam interferindo na dinâmica de adsorção do P no solo e a consequente absorção pelas plantas.

Tabela 27. Médias de teor de fósforo (P) na parte aérea do morangueiro, para as combinações de níveis dos fatores adubação de base complementar e adubação foliar. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2015.

Adubação foliar	Teor de P (%)	
	Com MBR	Sem MBR
AX	0,437 a A	0,394 a B
AX + B	0,407 a A	0,422 a A
AX + Ca	0,431 a A	0,412 a A
Testemunha	0,416 a A	0,421 a A

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, pelo teste DMS de Fisher e pelo teste F (análise da variância), respectivamente, ao nível $\alpha=0,05$.

Para o nutriente potássio houve efeito significativo dos fatores principais cultivar e adubação de base complementar. A cultivar Camarosa apresentou maior teor de potássio na parte aérea e independente dos tratamentos, as plantas cultivadas na presença de MBR apresentaram maior teor de potássio (Tabela 28). Possivelmente a composição da matriz utilizada na adubação de base complementar pode ter influenciado no resultado, visto que contém 0,7% de K.

Tabela 28. Médias de teor de potássio na parte aérea do morangueiro, por cultivar e por adubação de base complementar. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPEL, Pelotas, 2015.

Cultivar	Teor médio de K (%)
Camarosa	2,46 a
Camino Real	2,25 b
Adubação de base complementar	
Com MBR	2,43 a
Sem MBR	2,28 b

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste F (análise da variância) ao nível $\alpha=0,05$.

Para os nutrientes cálcio, magnésio e enxofre, não foram verificadas diferenças significativas entre os tratamentos. A média de cálcio na parte aérea do morangueiro foi de 1,06% ao final do experimento, de enxofre 0,12% e o teor de magnésio apresentou neste período média de 1,49 (Tabela 30).

Para o teor de cobre na parte aérea do morangueiro houve apenas efeito do fator cultivar. Nas plantas da cultivar Camarosa foram encontrados maiores teores de cobre que as plantas da cultivar Camino Real (Tabela 29).

Tabela 29. Médias das cultivares Camarosa e Camino Real para o teor do nutriente cobre (Cu) na parte aérea de morangueiro. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPEL, Pelotas, 2015.

Cultivares	Teor de Cu (mg kg ⁻¹)
Camarosa	5,98 a
Camino Real	4,71 b

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste F (análise da variância) ao nível $\alpha=0,05$.

Para os micronutrientes manganês, ferro e zinco, não foram verificadas diferenças significativas entre os tratamentos. Os teores médios desses nutrientes serão apresentados na Tabela 30.

Tabela 30. Médias gerais dos teores de nutrientes avaliados na parte aérea das plantas de morangueiro ao final do experimento. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2015.

Nutriente	Teor médio
	%
Ca	1,06
Mg	1,49
K	2,35
P	0,42
S	0,12
	mg kg ⁻¹
Cu	5,34
Fe	452,90
Mn	80,20
Zn	37,50
	%
N	1,86
S	0,12

4.1.5 Análise química do solo

A análise química do solo realizada no final do ciclo da cultura revelou que todos os tratamentos apresentaram valores de matéria orgânica classificados como baixo (< 2,5%). Quanto ao pH não houve diferença significativa entre os tratamentos, e os valores se enquadraram na classe média (5,5-6,0).

A média dos valores de CTC_{pH7,0} foi de 9,26 cmol_c/dm³ e de saturação por bases foi de 66,6%, ambas classificadas na classe média. A saturação de alumínio foi de 1,25%, considerada baixa e adequada para que a cultura se desenvolva adequadamente (CQFS – RS/SC, 2004).

Foram analisados os teores dos nutrientes P, K, Ca, Mg, S, Cu, Mn, e B no solo pós-morangueiro (Tabela 31), no entanto, neste experimento, ao contrário do que esperava, não houve extração diferenciada pelas duas cultivares, bem como, não se observou influência da adubação de base complementar com MBR, possivelmente devido aos níveis muito elevados de nutrientes no solo. Esses teores evidenciam que o desequilíbrio de nutrientes nesta área, de alta fertilidade construída, pela contínua aplicação de fertilizantes, sem critério técnico, ainda não foi controlado, mesmo após vários anos de cultivo com adubos alternativos de baixa solubilidade. Com a aplicação da adubação foliar a base de água de xisto se estabeleceram algumas interações entre os fatores para as variáveis avaliadas,

mas, que não tiveram significado maior, visto que, não houve resíduo desta aplicação que pudesse influenciar diretamente nos teores de nutrientes do solo.

Tabela 31. Médias dos nutrientes avaliados no solo pós-morangueiro para os fatores adubação de base complementar (subparcela) e cultivar (parcela). Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2015.

Variáveis analisadas	Adubação de base complementar		Cultivar		Interpretação (CQFS/2004)
	Com MBR	Sem MBR	Camarosa	Camino Real	
	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³	
P	542,11	521,93	547,52	516,51	Muito alto
K	126,88	114,75	127,00	114,63	Alto
S	17,09	12,92	13,47	16,54	Alto
B	0,29	0,31	0,32	0,28	Médio
Mn	13,17	14,41	14,80	12,78	Alto
Cu	4,10	4,05	4,08	4,07	Alto
	cmolc dm ⁻³	cmolc dm ⁻³	cmolc dm ⁻³	cmolc dm ⁻³	
Ca	4,14	4,18	4,32	4,00	Alto
Mg	1,78	1,70	1,74	1,74	Alto

Nota: Médias de nutrientes não diferiram entre os níveis do fator adubação de base complementar, nem entre cultivares, pelo teste F (análise da variância) ao nível $\alpha=0,05$.

O fósforo apresentou média de 532,01 mg dm⁻³. Considerando que > 42 mg dm⁻³ de P já está na classe “Muito alto”, esses teores continuam desequilibrados nesta área.

Os teores médios de potássio (120 mg dm⁻³), de cálcio (4,16 cmol_c dm⁻³) e de magnésio (1,74 cmol_c dm⁻³) são considerados “altos” no solo.

A média dos tratamentos de 15,0 mg dm⁻³ de enxofre no solo está muito elevada, sendo que > 5,0 mg dm⁻³ já é considerado “alto” segundo o CQFS – RS/SC, (2004).

Quantidades elevadas de fertilizantes têm sido utilizadas na maioria das lavouras comerciais de morango, o que tem provocado desbalanço de nutrientes e, em especial, para o fósforo (P) e potássio (K) com teores muito acima do nível crítico, conforme relatado por alguns autores (ISLABÃO et al., 2009; BAMBERG, 2010; ARAÚJO, 2011; VIGNOLO, 2011). Essa prática, além de elevar os custos de produção, pode causar estresse salino às plantas (BAMBERG, 2010), resultando em redução no crescimento, diminuição da síntese de metabólitos e compostos

estruturais e perda de produtividade (FATTAHI et al., 2009), como também, aumentar o risco de contaminação do ambiente (SHARPLEY et al., 2001).

O teor do micronutriente cobre está elevado, com média de $4,07 \text{ mg dm}^{-3}$, sendo que $> 0,4 \text{ mg dm}^{-3}$ já é considerado “alto”. O Mn apresentou média $13,79 \text{ mg dm}^{-3}$, também “alto”, e embora seja elemento essencial às plantas, quando em excesso prejudica o seu desenvolvimento (Tabela 31). No entanto, em solos com valores de pH acima de 5,5 a oxidação do Mn é favorecida e sua disponibilidade às plantas diminui (DECHEN; NACHTIGALL, 2007), o que pode ter ocorrido nesse estudo, visto que a média de pH ficou em torno de 5,6 e o teor de manganês na parte aérea da planta manteve-se dentro da faixa adequada.

O boro apresentou média de $0,30 \text{ mg dm}^{-3}$, sendo considerado teor “médio” no solo (CQFS – RS/SC, 2004).

Ao final do ciclo da cultura não foram observadas diferenças em relação à análise inicial de solo, demonstrando que a reserva destes nutrientes foi suficiente para atender a demanda das plantas e sustentar a produção das cultivares Camarosa e Camino Real.

4.2 Variáveis analisadas no meloeiro

4.2.1 Produção

A produção média do meloeiro (peso médio por planta) nesse experimento foi de $3.534 \text{ g planta}^{-1}$ (Tabela 32), valor superior ao encontrado por Vignolo et al., (2012) que no ponto de máxima eficiência, obtiveram $2.795 \text{ g planta}^{-1}$, e por Purquerio et al. (2003) que observaram $2.327 \text{ g planta}^{-1}$.

Tabela 32. Médias dos níveis do fator adubação de base complementar para a variável peso médio de frutos por planta de meloeiro. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPEL, Pelotas, 2015.

Adubação de base complementar	Produção de frutos por planta (g planta^{-1})
Com MBR	3.809 a
Sem MBR	3.259 a

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste F (análise da variância) ao nível $\alpha=0,05$.

É importante ressaltar que a produção observada neste cultivo foi obtida sem adubação e se deve ao efeito residual da adubação de base complementar aplicada no morangueiro e à alta fertilidade construída da área de produção. Não houve efeito residual do fator cultivar de morangueiro em relação às variáveis de produção do meloeiro.

O resíduo da adubação de base complementar com MBR, feita previamente ao cultivo do morangueiro, influenciou somente a variável número de frutos por planta, sendo que, as plantas na presença de adubação de base complementar apresentaram maior número de frutos (Tabela 33). Observou-se que as plantas que receberam adubação de base complementar com a MBR apresentaram maior número de frutos, possivelmente em função de algum componente da matriz utilizada.

Vignolo et al. (2012), avaliando a influência de doses de adubação em pré-plantio na produção das culturas do melão e da alface em sucessão com a cultura do morango, obtiveram com a dose máxima de adubos, 2,6 frutos por planta de melão, enquanto o presente estudo obteve-se 3,48 frutos por planta no tratamento referente ao residual da presença da adubação de base complementar. Também Pereira et al. (2002), avaliando o efeito de diferentes fontes e doses de cálcio sobre a produção e qualidade de frutos de melão híbrido 'Gold Mine', observaram que o cálcio quelatizado pulverizado nas plantas foi efetivo no pegamento dos frutos, provavelmente pela melhor distribuição desse nutriente na planta pelo uso de agentes quelantes quando comparado com outras fontes de cálcio.

Na cultura do melão, muitos trabalhos relatam que o raleio de frutos é uma prática efetuada com a finalidade de melhorar o tamanho e a qualidade dos frutos produzidos. Embora neste experimento tenham sido deixados todos os frutos na planta, não foram observados frutos mal formados e com peso e qualidade inferior ao observado por outros autores para a cultura de melão do tipo Cantaloupe.

Tabela 33. Médias dos níveis do fator adubação de base complementar para a variável número médio de frutos por planta de meloeiro. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPEL, Pelotas, 2015.

Adubação de base complementar	Número médio de frutos por planta
Com MBR	3,48 a
Sem MBR	2,96 b

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste F (análise da variância) ao nível $\alpha=0,05$.

Para as variáveis produção por planta e peso médio do fruto não se observou significância para nenhum dos tratamentos.

O peso médio do fruto foi de 1.107 g, semelhante ao observado por Vignolo et al. (2012) e Medeiros et al. (2007), que encontraram 1.112 g e 1.030 g fruto⁻¹ de melão, respectivamente. Vargas et al. (2013), avaliando as características físico-químicas de parentais e híbridos de melão rendilhado, observaram variação de 570 g a 1.110 g fruto⁻¹ entre os diversos genótipos.

Medeiros et al. (2011), ao estudarem o efeito de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação na produção e qualidade do melão Cantaloupe híbrido 'Sedna', verificaram peso médio do fruto de 1.190 g, resultado pouco superior ao observado nesse trabalho. Também, os valores registrados por Silva et al. (2009) são superiores ao deste estudo em que os autores avaliaram o efeito de fosfatos naturais no cultivo de melão orgânico e verificaram pesos médios variando entre 1.230 e 1.410 g, valores que se elevaram sob adubação mineral com super fosfato triplo atingindo média de 1.450 g.

Segundo Queiroga et al. (2009), para as hortaliças de frutos, como tomateiro e meloeiro, o aumento do número de frutos por planta contribui para redução do peso médio dos frutos devido à competição por assimilados. No meloeiro, o número de frutos por planta e o peso do fruto, são características determinantes na produtividade da cultura. Esses autores observaram peso de 980,3 g fruto⁻¹ quando a condução foi com um fruto e 791,3 g fruto⁻¹ quando a condução foi com dois frutos.

4.2.2 Compostos funcionais

Comparando o efeito das cultivares de morango antecessoras ao cultivo do meloeiro, em relação aos compostos funcionais, não observou-se diferença para as variáveis avaliadas, bem como, o residual da adubação de base complementar com MBR não influenciou nos compostos funcionais do meloeiro.

Para a variável compostos fenólicos não houve significância para nenhum dos tratamentos e a média geral observada para esta variável foi de 134,5 mg 100 g⁻¹.

Kolayli et al. (2010), em trabalho desenvolvido na Turquia com diferentes cultivares de melão, observaram conteúdos de fenólicos totais variando de 92 a 115 mg 100 g⁻¹ de polpa fresca. Moreira (2009) verificou valores iniciais de compostos

fenólicos em melões Cantaloupe minimamente processados de 16 mg 100 g⁻¹ peso fresco.

Para a atividade antioxidante do meloeiro, a média obtida foi de 1.061 µg/equivalente trolox/g massa fresca.

Em trabalho realizado por Prado (2009) com o objetivo de avaliar a composição fenólica e a atividade antioxidante de abacaxi, acerola, manga, maracujá, goiaba, pitanga e melão foi observado que o melão Amarelo apresentou menor atividade antioxidante e menor concentração de compostos fenólicos (126 mg 100 g⁻¹) dentre as frutas analisadas. Em outro estudo, Kevers et al. (2007), avaliando diversos frutos e produtos hortícolas comumente comercializados na Bélgica, observaram valores médios de fenólicos totais de 70 mg 100 g⁻¹ em melões Charentais e capacidade antioxidante pelo método DPPH de 0,56 µM trolox g⁻¹ de polpa (peso fresco). Segundo os autores, o melão apresentou os menores valores médios, seguido da pêra e da nectarina.

Moreira (2009) verificou valores de capacidade antioxidante em frutos de melão Cantaloupe minimamente processados variando de 0,395 a 0,459 µM trolox g⁻¹ de polpa (peso fresco). Mikami et al. (2009) em trabalho realizado no Japão com onze tipos de frutas diferentes adquiridas no mercado local, observaram capacidade antioxidante pelo método DPPH em melão do tipo Cantaloupe 'Earls Favorite' de 0,38 µM trolox g⁻¹ de polpa fresca. O resultado de Mikami et al. (2009) está abaixo dos observados para os melões do mesmo tipo comercial avaliados por Barreto (2011), cujos valores foram de 0,77 a 1,24 µM trolox g⁻¹, para os híbridos tipo Cantalupensis 'Sédna' e 'PX 4048', respectivamente.

Possivelmente, os tratamentos desta pesquisa não afetaram as variáveis analisadas devido à ausência de condições adversas no ciclo da cultura, condições essas, que geralmente, favorecem a síntese desse compostos.

Melo et al. (2008) observaram que as frutas, principais fontes dietéticas de polifenóis, em função de fatores intrínsecos (cultivar, variedade, estágio de maturação) e extrínsecos (condições climáticas e edáficas) apresentam, em termos quantitativos e qualitativos, composição variada desses constituintes.

4.2.3 Físico-químicas

Os fatores de tratamento residual de cultivar e de adubação de base complementar com MBR não influenciaram a qualidade dos frutos de meloeiro.

Para as variáveis sólidos solúveis totais (SST) e acidez titulável (ATT) não houve diferenças significativas para nenhum dos tratamentos. As médias observadas foram 7,44 °Brix e 0,14 % de ATT.

Vargas et al. (2013) encontraram variações para brix entre diferentes genótipos de melão rendilhado cultivados em estufa de 8,2 a 13,3 °Brix, valores bem superiores ao do presente estudo. Queiroga et al. (2009), avaliando a produtividade e a qualidade de frutos do meloeiro, variando número e posição de frutos na planta em cultivo protegido, registraram 12,7 e 11,9 °Brix, para 1 e 2 frutos na planta respectivamente.

De acordo com Valantin Morinson et al. (2006), o teor de SST é um indicador direto da quantidade de sacarose nos tecidos do fruto do melão e depende da cultivar, além de ser afetado por baixa taxa de crescimento da planta, baixas temperaturas no período noturno na fase de crescimento e longo período de maturação do fruto (WELLES; BUITELAAR, 1988). No caso do presente estudo, independente do tratamento, os frutos apresentaram baixo valor de sólidos solúveis totais, possivelmente devido ao número de frutos produzidos por planta (acima de dois frutos), sendo que a competição por assimilados pode ter reduzido o teor de SST prejudicando a qualidade para a comercialização.

De acordo com o estabelecido comercialmente, o melão Cantaloupe é colhido pelo menos com 9 °Brix de sólidos solúveis para os mercados mais exigentes (CHAVES et al., 2014), teor este não alcançado entre os tratamentos na época de avaliação. Resultado semelhante foi encontrado por Gomes Junior et al. (2001) que, avaliando a conservação pós-colheita de frutos de melão tipo cantaloupe relataram que o genótipo estudado não apresentou boa característica no que se refere ao teor de sólidos solúveis, visto que durante todo o período experimental, independente do estágio de maturação, o valor ficou abaixo de 9%, padrão requerido para comercialização no mercado europeu. Com o intuito de avaliar o efeito de doses de ácido bórico na produção e qualidade de frutos de melão Cantaloupe 'Florentino', Queiroga et al. (2010) encontraram conteúdo de sólidos solúveis de 11,71 °Brix.

A avaliação da acidez titulável entre os genótipos realizada por Vargas et al. (2013) apresentou valores de 0,06 e 0,11%, valores estes inferiores ao do presente estudo. Queiroga et al. (2009) não observaram diferença para a acidez titulável quando a planta foi conduzida com um ou dois frutos, obtendo valor médio de 0,08%.

Neste estudo as plantas foram conduzidas com fixação livre de frutos e os valores verificados para a acidez total estão de acordo com as quantidades de ácido cítrico normalmente observados em melões, que variam de 0,05 a 0,35% (COSTA et al., 2004).

Santos et al. (2014), avaliando a produtividade e a pós-colheita da cultura do melão cultivar Mirage, submetida a doses e tipos de biofertilizantes na presença e ausência de adubação mineral, encontraram variações entre 0,12 a 0,21% de acidez nos frutos em função dos tratamentos, confirmando o relatado por Prado (2008) que afirma que uma das características que influencia a porcentagem de acidez titulável em frutos diz respeito à nutrição fornecida às culturas.

4.2.4 Análise química dos frutos

Teores de N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Zn e B nos frutos de meloeiro não diferiram significativamente entre os tratamentos. Os teores médios de nutrientes observados nos frutos são apresentados na Tabela 34.

Tabela 34. Teores de nutrientes observados nos frutos de meloeiro. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2015.

Nutriente	Teor no fruto
	g kg ⁻¹
P	3,22
K	29,97
Ca	1,48
Mg	2,22
	mg kg ⁻¹
Cu	3,96
Fe	7,91
Zn	18,59
B	0,28
	%
N	0,57
S	0,28

Na literatura não foram encontrados trabalhos que relatem a análise específica do teor de minerais em frutos de melão cultivados a campo no momento da colheita, por isso, foram citados valores de nutrientes referentes a cultivo em casa de vegetação, de maior importância para essa cultura.

Rincón Sánchez et al. (1998), em experimento com meloeiro em de casa de vegetação, relataram que, nos frutos, as maiores quantidades acumuladas foram dos nutrientes nitrogênio, fósforo e potássio, enquanto que maior concentração de Ca e Mg foi encontrada nas folhas. O número reduzido de informações relativo aos teores de nutrientes contidos nos frutos de meloeiro, em especial do meloeiro rendilhado, bem como a variabilidade das respostas das cultivares quanto à extração de macro e micronutrientes, ressaltam a importância das análises de minerais nos frutos para este híbrido, que tem destaque nas condições brasileiras.

A maioria dos trabalhos encontrados relata a marcha de absorção de nutrientes do meloeiro de acordo com o período de crescimento. Kano et al. (2010), por exemplo, avaliaram a média de nutrientes acumulada na parte aérea da planta (caule + ramos + folhas+ frutos + flores), o que inviabiliza comparações com este estudo.

4.2.5 Análise química do solo

A análise química do solo realizada no final do ciclo do meloeiro revelou que todos os tratamentos apresentaram valores de matéria orgânica classificados como baixo ($< 2,5\%$). O pH apresentou valor médio de 5,7, situado na classe “média” (5,5-6,0). Os valores adequados para a grande maioria das hortaliças, situam-se entre 6,0 a 6,5, embora sejam dados relativos, principalmente em função do tipo de solo, teor de matéria orgânica e espécie considerada (AMARO et al., 2007).

A média dos valores de $CTC_{pH7,0}$ foi de $8,63\text{ cmol}_c/\text{dm}^3$, classificada na classe média ($5,1\text{-}15\text{ cmol}_c/\text{dm}^3$), enquanto que a saturação por bases foi de $70,6\%$ enquadrando-se na classe média. A saturação de alumínio foi de $0,70\%$, considerada muito baixa.

Analizando os teores dos nutrientes P, K, Ca, Mg, S, Cu, B, e Mn no solo pós-meloeiro, não se observou influência do fator cultivar de morangueiro como antecessora, sendo que o fator residual da adubação de base complementar com MBR influenciou os teores de K e S no solo (Tabelas 35 e 36). Para as demais variáveis não houve diferença significativa entre os tratamentos. Os teores médios dos nutrientes são apresentados na Tabela 37.

A média de fósforo no solo foi de $547,4\text{ mg dm}^{-3}$, considerada na classe Muito alto, $- > 42,0\text{ mg dm}^{-3}$ - CQFS RS/SC (2004). Segundo Coutinho et al., (2007), os valores desse nutriente extraídos do solo pelas plantas são geralmente baixos, principalmente quando comparados com o nitrogênio e o potássio. Entretanto, apesar dessa baixa exigência, normalmente os teores desse nutriente na solução do solo, bem como a velocidade do seu restabelecimento na mesma, não são suficientes para atender às necessidades das culturas, sendo necessária gradualmente sua aplicação no plantio. No caso do solo do presente estudo, têm-se um histórico de altos teores de fósforo desde o início dos experimentos nesta área no ano de 2009 (ARAUJO, 2011). Mesmo com a utilização de adubos alternativos de liberação mais lenta e estando a cultura do meloeiro somente utilizando o residual de adubação da cultura do morangueiro, esses teores continuaram altos devido à alta fertilidade construída da área e a baixa exportação pelas cultivos (morango e melão).

Para o nutriente potássio houve efeito do fator residual de adubação de base complementar, sendo que na presença de MBR no solo apresentou maior teor de potássio (Tabela 35). Esse resultado indica que a MBR interferiu na dinâmica do K no solo, possivelmente, impedindo perdas por lixiviação seja através da adsorção deste elemento ou pela sua liberação gradual, já que a MBR é constituída de ilita, um argilomineral fonte de K, caracterizado pela liberação lenta desse nutriente. O potássio é um nutriente que afeta bastante a qualidade do fruto e, se aplicado nas quantidades e proporções adequadas à cultura, pode melhorar as características dos frutos, e, por consequência, aumentar a vida útil pós-colheita (CHAVES et al., 2014). O teor de K no solo foi classificado como “alto” (faixa entre 61-120,0 mg dm⁻³) (CQFS RS/SC, 2004) e o resultado da Tabela 35 indica que a adubação residual foi eficiente, pois o nutriente extraído do solo em maior quantidade pelo meloeiro é o potássio (MEDEIROS et al., 2008).

Tabela 35. Médias dos níveis do fator adubação de base complementar para o nutriente potássio no solo pós- meloeiro. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPeL, Pelotas, 2015.

Adubação de base complementar	K (mg dm ⁻³)
Com MBR	93,4 a
Sem MBR	82,9 b

Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste F (análise da variância) ao nível $\alpha=0,05$.

O nutriente cálcio apresentou-se na classe “alto” com teor médio no solo de 4,19 cmolc/dm³. O meloeiro apresenta alta exigência em cálcio. Com uma produtividade média de 31,5 t ha⁻¹, em oito híbridos avaliados, a cultura extraiu 80,6 kg ha⁻¹ de Ca (LIMA, 2001).

O solo apresentou teor de magnésio de 1,68 cmolc/dm³, considerado na classe Alto. Apesar de a matriz utilizada na adubação de base complementar no cultivo do morangueiro conter 4,1% de MgO (2,5% de magnésio), não se verificou efeito residual deste nutriente no solo cultivado com meloeiro.

Para o nutriente enxofre houve efeito do fator adubação de base complementar. O solo que recebeu adubação de base complementar com MBR apresentou maior teor de enxofre (Tabela 36), resultado esperado devido a composição da matriz (5% de S). De qualquer modo, para ambos os tratamentos, os teores de S foram muito superiores à classe Alto - >5,0 mg dm⁻³ - CQFS RS/SC (2004).

Tabela 36. Médias dos níveis do fator adubação de base complementar para o nutriente enxofre no solo pós- meloeiro. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPeI, Pelotas, 2015.

Adubação de base complementar	S (mg dm ⁻³)
Com MBR	15,97 a
Sem MBR	13,73 b

Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste F (análise da variância) ao nível $\alpha=0,05$.

Com esses resultados observa-se que a MBR está interferindo positivamente na dinâmica do potássio e do enxofre no solo, tanto na cultura do morangueiro (onde foi aplicada) quanto no meloeiro (efeito residual). No caso do enxofre, fornecendo o nutriente e aumentando o teor no solo, e no caso do potássio, mantendo os teores no solo e, possivelmente, diminuindo as perdas por lixiviação. A MBR é composta de finos de xisto e calcário de xisto que apresentam em suas constituições os argilominerais illita e montmorilonita, os quais além de apresentarem potássio em suas estruturas, apresentam elevada CTC.

Corroborando dados desse estudo, em dois experimentos, Pereira e Vitti (2004) avaliaram o efeito da adição de diferentes doses de xisto retornado, um subproduto com características semelhantes ao finos de xisto (constituindo da MBR), em Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico sobre as características químicas do solo e a nutrição do tomateiro. Os autores não detectaram alterações no valor de pH nem nos teores de cátions trocáveis, mas observaram que houve um aumento também na disponibilidade de fósforo no solo.

Tabela 37. Médias dos nutrientes avaliados no solo pós-meloeiro para o fator adubação de base complementar (subparcela). Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPeI, Pelotas, 2015.

Variáveis analisadas	Com MBR mg dm ⁻³	Sem MBR mg dm ⁻³	Interpretação CQFS-RS/SC (2004)
P	533,55	561,28	Muito alto
B	0,35	0,34	Alto
Mn	18,92	20,42	Alto
Cu	3,58	3,63	Alto
	cmolc dm ⁻³	cmolc dm ⁻³	
Ca	4,10	4,28	Alto
Mg	1,69	1,66	Alto

Nota: Médias de nutrientes não diferiram entre os níveis do fator adubação de base complementar pelo teste F (análise da variância) ao nível $\alpha=0,05$.

Os micronutrientes cobre e boro apresentaram-se na classe Alto, com teores de 3,60 mg dm⁻³ e 0,35 mg dm⁻³, respectivamente.

O teor médio de manganês no solo pós-meloeiro de 19,67 mg dm⁻³ foi superior à classe Alto - >5,0 mg dm⁻³ - CQFS RS/SC (2004), o que pode ser justificado pela constituição dos subprodutos utilizados na adubação sólida.

4.3 Variáveis analisadas na alface

4.3.1 Produção

A alface apresentou produção média (massa fresca por planta) de 380 g planta⁻¹ na colheita realizada 68 dias após o transplante. Segundo Filgueira (2003), em condições de campo, a alface crespa deve ser colhida entre 60 e 70 dias pós-transplante, quando atinge o máximo desenvolvimento, porém, apresentando as folhas ainda tenras com bom sabor e sem nenhum sinal de pendoamento. Esse foi o critério adotado para a colheita da alface nesse trabalho.

Schumacher et al. (2012), avaliando o comportamento produtivo de seis cultivares de alface, nas condições de Jataí-GO, obtiveram massa fresca para cultivar Vera de 201,36 g planta⁻¹. No entanto, em estudo sobre o desempenho de cultivares de alface tipo crespa sob diferentes telas de sombreamento no período de inverno em Cáceres- MT, a cultivar Vera apresentou 303,5 g planta⁻¹ de massa fresca (SEABRA JÚNIOR et al., 2010), peso mais aproximado ao encontrados nas condições deste estudo.

Queiroz et al. (2014), com o objetivo de estimar a adaptabilidade e estabilidade fenotípica de cultivares de alface tipo crespa em diferentes épocas de cultivo e ambientes em condições tropicais em Cáceres, Mato Grosso, observaram que a produção comercial da cultivar Vera foi de 236,5 g planta⁻¹ de massa fresca no período de inverno.

A massa fresca da planta inteira é uma das características de produção da alface que mais se destacam e pode ser influenciada pela cultivar, fotoperíodo e temperatura (OLIVEIRA et al., 2003), além do tipo de adubação utilizada. Com todas essas variações obtidas pela interação genótipo x ambiente, a massa fresca obtida nesse experimento pela cultivar Vera foi satisfatória quando comparada aos demais trabalhos.

O efeito residual dos tratamentos, cultivar de morangueiro e adubação de base complementar com MBR, não apresentaram resultado significativo em relação

à produção de alface. O tratamento adubação foliar influenciou a massa fresca por planta, sendo que, o nível AX + Zn apresentou maior produção por planta, mas não diferiu da testemunha (Tabela 38). Correlação entre produção e o teor de zinco nas folhas de alface não foi observada.

O efeito positivo da adição de zinco em alface é relatado por Yuri et al. (2006), que avaliando diferentes doses e épocas de aplicação de zinco via foliar no cultivo de alface americana em condições de campo, observaram que a aplicação de 2,01 kg ha⁻¹ de sulfato de zinco proporcionou o maior rendimento, relatando também que a melhor época de aplicação foi aos 14 dias após o transplante. No presente estudo, a primeira aplicação foi realizada aos 15 dias após o transplante.

Luz et al. (2010), avaliando a produção de mudas e produção comercial de alface, cultivar Vera, em função da aplicação foliar de fertilizantes organominerais líquidos obtiveram massa fresca variando entre a testemunha e os tratamentos de 91,5 a 203,6 g, respectivamente, valores inferiores aos obtidos nesse experimento.

Tabela 38. Médias da variável massa fresca por planta de alface para os níveis do fator adubação foliar. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2015.

Adubação Foliar	Massa fresca por planta (g planta ⁻¹)
AX+Zn	398,06 a
Testemunha	380,94 ab
AX	372,13 b
AX+Mn	369,75 b

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste DMS de Fisher e pelo teste F (análise da variância), respectivamente, ao nível $\alpha=0,05$.

Os solos brasileiros, de maneira geral, são pobres em zinco devido ao material de origem, uma vez que este nutriente tem como fonte primária os minerais ferro-magnesianos (CHESWORTH, 1991), que estão relacionados com rochas básicas, sendo a maioria dos solos do Brasil, formados a partir de rochas ácidas e, ou, sedimentares. Além disso, o zinco é considerado um nutriente parcialmente móvel na planta. Portanto, a prática da adubação com esse nutriente na alface é bastante utilizada e tem importância para a cultura. No presente trabalho, as plantas que receberam adubação foliar a base de água de xisto combinada com o micronutriente zinco apresentaram uma média de produção de 398,06 g planta⁻¹, enquanto que as plantas que receberam a adubação combinada com o nutriente manganês apresentaram produção média de massa fresca de 369,75 g planta⁻¹.

4.3.2 Compostos funcionais

Não se observou efeito residual dos tratamentos cultivar de morangueiro e adubação de base complementar com MBR em relação aos compostos fenólicos e atividade antioxidante de alface. Essas variáveis apresentaram significância apenas para o fator adubação foliar. As médias obtidas foram 239,48 mg 100g⁻¹ para fenóis e 2959,6 mg 100g⁻¹ para atividade antioxidante.

A testemunha (sem água de xisto) apresentou o maior teor de compostos fenólicos e também a maior atividade antioxidante nas folhas, mas este resultado não diferiu dos teores apresentados pelo nível AX, isto é, aplicação de água de xisto isoladamente. Os tratamentos, AX e AX combinada com os micronutrientes Zn e Mn não diferiram entre si (Tabela 39).

Tabela 39. Médias das variáveis compostos fenólicos e atividade antioxidante de alface para os níveis do fator adubação foliar. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2015.

Adubação foliar	Compostos funcionais	
	Compostos fenólicos (µg/eq. ác. clorog./100g)	Atividade Antioxidante (µg/eq. trolox/g)
Testemunha	267,57 a	3.400,54 a
AX	242,45 ab	2.976,32 ab
AX + Zn	231,87 b	2.799,69 b
AX + Mn	216,07 b	2.661,76 b

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste DMS de Fisher e pelo teste F (análise da variância) ao nível $\alpha=0,05$.

A deficiência nutricional leva ao acúmulo de substâncias orgânicas de baixo peso molecular que reduzem a resistência das plantas. Os compostos fenólicos são sintetizados na rota do ácido chiquímico em reações bioquímicas catalisadas pelos micronutrientes. Graham (1983), fazendo um resumo dos papéis dos micronutrientes na defesa das plantas, menciona que cobre, boro e manganês influenciam na síntese de lignina e fenóis simples, e zinco, ferro e níquel têm efeitos possivelmente relacionados à síntese de fitoalexinas. Levando em consideração essas informações, provavelmente, as plantas que receberam os tratamentos de adubação foliar com adição dos micronutrientes zinco e manganês (tratamentos AX+Z e AX+Mn), estavam melhor nutridas e conseqüentemente mais resistentes a fatores adversos, o que se observa pelo menor estresse da planta, refletido na menor produção de substâncias de defesa.

Os antioxidantes podem ser definidos como substâncias capazes de retardar ou inibir a oxidação de substratos, podendo estes serem enzimáticos ou não enzimáticos, tais como: -tocoferol (vitamina E), -caroteno, ascorbato (vitamina C) e os compostos fenólicos. No caso do presente trabalho a maior atividade antioxidante foi observada no tratamento testemunha, no entanto, não diferiu significativamente das plantas que receberam o tratamento a base de água de xisto. A atividade antioxidante de uma mistura não é dada apenas para a soma das capacidades de antioxidantes de cada um dos seus componentes, depende do microambiente em que o composto se encontra. Diversos trabalhos avaliam o potencial antioxidante de extratos vegetais, no entanto, não é possível uma comparação visto que esses dados são expressos como a capacidade de sequestrar/reduzir o radical DPPH em porcentagem e pelo valor de IC50, que é um parâmetro indicativo da concentração inibitória necessária para diminuir em 50% o radical livre DPPH (PIERONI et al., 2002; MATSUURA et al., 2003; MELO et al., 2006; ARBOS et al., 2010).

4.3.3 Análise química das folhas

Foram avaliados os nutrientes: N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn e Zn.

O teor de Ca nas folhas de alface foi afetado pelo fator adubação complementar com MBR. As plantas de alface na presença de adubação residual com MBR apresentaram menor teor de cálcio nas folhas (Tabela 40). A média de cálcio foi de 1,34%, valor este considerado abaixo da faixa adequada para este nutriente (1,5-2,5%), embora no solo o nível de cálcio tenha sido considerado alto. Levantou-se a hipótese de que as plantas poderiam estar sob estresse por salinidade. No entanto, não detectou-se sintomas visuais de deficiência nutricional de Ca.

Tabela 40. Médias do teor de cálcio (Ca) nas folhas de alface para os níveis do fator adubação de base complementar. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2015.

Adubação de base complementar	Teor de cálcio (%)
Com MBR	1,24 b
Sem MBR	1,44 a

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste F (análise da variância) ao nível $\alpha=0,05$.

Para o nutriente manganês houve efeito do fator adubação foliar. Como esperado, as plantas de alface tratadas com AX + Mn apresentaram maior teor de manganês nas folhas que nos demais níveis dos tratamentos relacionados à água de xisto (Tabela 41). Embora o solo estivesse com alto teor de manganês, a média deste nutriente nas folhas foi de 105,16 mg kg⁻¹, teor considerado dentro da faixa adequada em folhas de alface, 30-150 mg kg⁻¹, segundo CQFS – RS/SC, 2004.

Tabela 41. Médias do teor de manganês (Mn) nas folhas de alface para os níveis do fator adubação foliar. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPEL, Pelotas, 2015.

Adubação Foliar	Teor de manganês (mg kg ⁻¹)
AX + Mn	116,31 a
AX + Zn	105,48 b
Testemunha	101,73 b
AX	97,158 b

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste DMS de Fisher e pelo teste F (análise da variância) ao nível $\alpha=0,05$.

Para o nutriente zinco também houve efeito do fator adubação foliar. As plantas de alface tratadas com AX + Zn apresentaram maior teor deste nutriente nas folhas que nos demais tratamentos (Tabela 42). Embora com a adubação foliar de AX+Zn tenha havido maior produção por planta, não foi observada correlação entre produção e o teor de zinco nas folhas de alface.

A média foi de 102,94 mg kg⁻¹, acima do teor adequado para este nutriente na alface que é de 30-100 mg kg⁻¹ (CQFS – RS/SC, 2004). No solo o teor de zinco também foi alto, o que favoreceu a absorção desse nutriente.

Tabela 42. Médias do teor de zinco (Zn) nas folhas de alface para os níveis do fator adubação foliar. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPEL, Pelotas, 2015.

Adubação foliar	Teor de zinco (mg kg ⁻¹)
AX + Zn	118,74 a
Testemunha	99,27 b
AX	97,78 b
AX + Mn	95,99 b

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste DMS de Fisher ao nível $\alpha=0,05$.

Os níveis dos demais nutrientes N, P, K, Mg, S, Cu e Fe não apresentaram diferenças significativas em relação aos tratamentos. Os teores médios desses nutrientes estão apresentados na Tabela 43.

Tabela 43. Médias gerais de teores dos nutrientes avaliados nas folhas de alface. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPEl, Pelotas, 2015.

Nutriente	Teor médio	Faixa adequada CQFS-RS/SC (2004)
	%	%
N	5,00	3,0-5,0
P	0,40	0,4-0,7
K	4,90	5,0-8,0
Ca	1,34	1,5-2,5
Mg	0,80	0,4-0,6
S	0,23	0,15-0,25
	mg kg ⁻¹	mg kg ⁻¹
Cu	14,39	7-20
Fe	231,30	50-150
Mn	105,16	30-150
Zn	102,94	30-100

O teor médio de magnésio nas folhas de alface foi de 0,8 %, considerado acima da faixa adequada (0,4 - 0,6%). Esse valor demonstra a boa absorção deste nutriente que se apresentava com nível alto no solo.

O teor de potássio encontrado nas folhas de alface foi de 4,9%, considerado abaixo da faixa adequada (5,0 - 8,0%), ainda que próximo do limite inferior. Isto pode ser explicado, em parte, pelo excesso de Zn observado nas folhas das plantas, pois, segundo Prado (2008) plantas com excesso de Zn podem apresentar diminuição da absorção de K, principalmente por promover acúmulo de potássio no xilema na forma de tampões “plugs”, os quais dificultam a ascensão da seiva bruta.

O teor de fósforo foi de 0,4%, considerado adequado para folhas de alface, ainda que próximo dos limites inferiores (0,4 - 0,7%), apesar de que os níveis desse nutriente no solo após dois cultivos subsequentes, permaneceram extremamente altos.

Os micronutrientes cobre e enxofre apresentaram teores dentro da faixa adequada, respectivamente 14,39 mg kg⁻¹ e 0,23 %. O nutriente ferro ficou acima da faixa adequada (50 e 150 mg kg⁻¹) com teor de 231,3 mg kg⁻¹. O nitrogênio com teor de 5,0 % manteve-se dentro da faixa adequada (3,0 - 5,0%).

4.3.4 Análise química do solo

A análise química do solo realizada no final do ciclo da alface revelou que todos os tratamentos apresentaram valores de matéria orgânica classificados como baixo ($< 2,5\%$). O pH do solo foi 5,7, classificado como médio. Observe-se no entanto, que a grande maioria das hortaliças se desenvolve melhor numa faixa de pH entre 6,0 a 6,5. Além disso, resultados de vários experimentos mostram que se o pH for mantido entre 6,0 e 7,0, ocorre melhor absorção de P pelas culturas (NOVAIS; SMYTH, 1999; VAN RAIJ, 1991).

As média para as variáveis CTC_{pH7,0} e saturação de bases no solo pós-alface foram de 9,03 e 69,0%, respectivamente, consideradas na classe média. A saturação de alumínio foi de 0,61%, considerada muito baixa.

Analizando os teores dos nutrientes P, K, Ca, Mg, S, Cu, B, e Mn no solo pós-alface, observaram-se algumas interações não relevantes entre os fatores, portanto serão apresentadas somente as médias comparativas do fator residual adubação de base complementar com MBR. Este fator, influenciou significativamente apenas o teor de S no solo (Tabela 44). Para as demais variáveis não houve efeito significativo dos tratamentos (Tabela 45).

O teor de fósforo encontrado no solo pós-alface foi de 532,2 mg/dm³, considerado muito alto. Segundo CQFS (2004), para solos da classe 4 (teor de argila $< 20\%$) teores de P $> 42,0$ mg dm⁻³ são considerados muito altos.

Os teores de potássio, 83,2 mg dm⁻³, de cálcio, 4,37 cmol_c dm⁻³ e de magnésio, 1,70 cmol_c dm⁻³, foram classificados como “altos” no solo mesmo com adubação somente residual e após dois cultivos subsequentes (morangueiro e meloeiro), mostrando-se satisfatórios para todas as culturas.

Tabela 44. Médias do teor de enxofre (S) para os níveis do fator adubação sólida no solo pós-alface. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPEl, Pelotas, 2015.

Adubação de base complementar	Teor de enxofre (mg dm ³)
Com MBR	8,83 a
Sem MBR	7,23 b

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste F (análise da variância) ao nível $\alpha=0,05$.

Para o nutriente enxofre houve efeito do fator adubação de base complementar. O solo na presença do residual da adubação com MBR apresentou maior teor de enxofre (Tabela 44). A média de S no solo foi de 8,03 mg dm³, considerado alto.

A média de cobre no solo foi de 3,81mg dm³ e de manganês foi de 19,94 mg/dm³, nutrientes considerados na classe alto. O teor de boro no solo foi de 0,33 mg/dm³, considerado médio e o teor de zinco foi de 11,54 mg dm³, considerado alto no solo. Houve uma correlação positiva entre a produção de alface e o teor de zinco no solo ($r= 0,37$).

Tabela 45. Médias comparativas dos nutrientes avaliados no solo pós-alface para o fator adubação de base complementar (subparcela). Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2015.

Variáveis analisadas	Com MBR	Sem MBR	Interpretação
	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³	
P	534,98	529,43	Muito alto
K	86,75	79,63	Alto
B	0,33	0,33	Médio
Mn	18,27	21,60	Alto
Cu	3,80	3,82	Alto
Zn	11,26	11,82	Alto
	cmolc dm ⁻³	cmolc dm ⁻³	
Ca	4,23	4,51	Alto
Mg	1,71	1,68	Alto

Nota: Médias de nutrientes não diferiram entre os níveis do fator adubação de base complementar pelo teste F (análise da variância) ao nível $\alpha=0,05$.

Constatou-se pelos resultados acima referidos, que, mesmo após vários cultivos sucessivos com espécies de elevados potenciais produtivos, os níveis de nutrientes no solo permaneceram elevados, com destaque para o fósforo, o qual, por ser pouco exportado pelas culturas, permaneceu com teores muito elevados, ainda que os mesmos flutuassem ao longo dos anos. Tal nível de fertilidade foi alcançado após sucessivas aplicações de fertilizantes solúveis, antes da implantação dos experimentos, nas culturas do morangueiro (adubação de base e fertirrigação) e meloeiro (fertirrigação). A manutenção dos níveis elevados pode ser atribuída a dois fatores: 1) uso de fontes de liberação gradual de nutrientes e 2) uso de plantas de cobertura (aveia-preta, ervilhaca e crotalária), cicladoras de nutrientes, após o cultivo das culturas de interesse econômico (morango, melão e alface).

4.4 Plantas de cobertura

Após as culturas do morangueiro, melão e alface foram cultivadas plantas de cobertura e nestas, ainda foram avaliadas o efeito residual dos tratamentos aplicados no início do sistema. A avaliação da concentração de nutrientes na parte aérea das plantas de cobertura permitiu uma estimativa de reposição de nutrientes decorrentes da incorporação do material vegetal ao canteiro. Observou-se que o desenvolvimento das plantas apresentaram rápida cobertura do solo, inibindo plantas invasoras e perda de terra pela erosão.

4.4.1 Variáveis analisadas no consórcio aveia-preta/ervilhaca

4.4.1.1 Produtividade de fitomassa verde total

A produtividade de fitomassa verde total não apresentou efeito significativo para nenhum dos tratamentos. A média geral foi 6,5 ton ha⁻¹ no corte feito 135 dias após a semeadura, época que as plantas de aveia-preta estavam no estágio de florescimento. Embora a avaliação individual da espécie não tenha sido realizada, sabe-se que, no cultivo consorciado entre leguminosas e gramíneas, geralmente a gramínea apresenta maior produção de fitomassa. A produtividade de aveia-preta varia de 10 t a 30 t de massa verde/hectare, com 2 t ha⁻¹ a 6 t ha⁻¹ de matéria seca (DEMÉTRIO et al., 2012).

Junior Balbinot et al. (2004), avaliando consórcios de diversas culturas, observaram que aos 135 dias após a semeadura, o consórcio de aveia preta + ervilhaca foi um dos que apresentou as maiores produtividades de massa fresca. De acordo com Giacomini et al. (2003), o consórcio de aveia preta + ervilhaca proporcionou produção de massa seca equivalente àquela da aveia isolada e superior à da ervilhaca isolada. Heinrichs e Fancelli (1999), determinaram que o consórcio de aveia preta + ervilhaca contribuiu para aumentar a produção de massa por área em relação aos cultivos isolados, além de proporcionar maior aporte de nitrogênio à cultura sucessora. Esses dados demonstram que os consórcios apresentam maior potencial de acúmulo de fitomassa do que os cultivos solteiros. Provavelmente, ocorra devido à maior eficiência de utilização dos recursos do meio

(água, luz e nutrientes), decorrente de ocupação de nichos diferentes entre espécies, tanto na parte aérea quanto na região do sistema radicular das plantas (RADOSEVICH et al., 1984). Além disso, o propósito do uso de culturas de cobertura do solo é reduzir a erosão hídrica, assim, uma variável importante a ser considerada é a habilidade das plantas em cobrir o solo rapidamente (BARRADAS et al., 2001). Observou-se que as plantas de aveia-preta consorciadas com ervilhaca apresentaram elevada cobertura do solo desde o início do ciclo de desenvolvimento.

4.4.1.2 Análise química das plantas de aveia-preta

O teor de potássio nas plantas de aveia-preta foi influenciado pelo fator residual da cultivar, sendo que nas parcelas onde havia a cultivar Camarosa, a aveia-preta apresentou maior teor deste nutriente do que naquelas parcelas onde estava locada a cultivar Camino Real (Tabela 46). Observou-se que a cultivar Camarosa exportou maior teor potássio, o que consequentemente deveria diminuir a concentração desse nutriente no solo, no entanto, não foram observadas diferenças significativas no solo pós-morangueiro, bem como, não observou-se maior exportação de cálcio e magnésio por esta cultivar, o que, poderia diminuir o efeito competitivo, justificando o maior teor de potássio na parte aérea das plantas de aveia-preta.

Tabela 46. Médias do teor de potássio (K) para os níveis do fator cultivar de morangueiro considerando o efeito residual sobre as plantas de aveia-preta. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2015.

Cultivar	Teor de potássio (g kg ⁻¹)
Camarosa	4,15 a
Camino Real	3,68 b

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste F (análise da variância) ao nível $\alpha=0,05$.

Os demais nutrientes não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos. Os teores médios desses nutrientes estão apresentados na Tabela 47.

Tabela 47. Teores médios de nutrientes em plantas de aveia após 135 dias da semeadura. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPeI, Pelotas, 2015.

Nutriente	Teor médio na planta
	g kg ⁻¹ massa seca
Ca	3,84
Mg	1,95
P	0,41
	mg kg ⁻¹
Cu	3,14
Fe	508,76
Mn	113,77
Zn	51,2
B	0,62
	%
N	0,68
S	0,12

4.4.1.3 Análise química das plantas de ervilhaca

O teor de cobre nas plantas de ervilhaca foi influenciado pelo fator cultivar, sendo que nas parcelas onde havia sido cultivada a cultivar Camarosa, a ervilhaca apresentou maior teor deste nutriente do que naquelas parcelas onde estava locada a cultivar Camino Real (Tabela 48).

Tabela 48. Médias do teor de cobre (Cu) nas plantas de ervilhaca para os níveis do fator cultivar de morangueiro considerando o efeito residual. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPeI, Pelotas, 2015.

Cultivar	Teor de cobre (mg kg ⁻¹)
Camarosa	8,72 a
Camino Real	7,33 b

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste F (análise da variância) ao nível $\alpha=0,05$.

Os demais nutrientes não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos. Os teores médios desses nutrientes estão apresentados na Tabela 49.

Tabela 49. Teores médios de nutrientes em plantas de ervilhaca após 135 dias da semeadura. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPEL, Pelotas, 2015.

Nutriente	Teor médio na planta
	g kg ⁻¹ massa seca
Ca	15,6
Mg	5,12
K	19,49
P	5,74
	mg kg ⁻¹
Fe	197,85
Mn	58,68
Zn	104,58
B	0,52
	%
N	2,93
S	0,44

4.4.1.4 Análise química do solo pós consórcio aveia-preta/ervilhaca

A análise química do solo realizada após o cultivo consorciado das culturas aveia-preta e ervilhaca revelou que todos os tratamentos apresentaram valores de matéria orgânica classificados como baixo (< 2,5%). O pH do solo ficou na faixa de 5,4, também classificado como baixo. As média para as variáveis CTC_{pH7,0} e saturação de bases no solo pós-aveia/ervilhaca foram de 9,9 cmol_c dm³ e 66,6%, respectivamente, consideradas na classe média. A saturação de alumínio foi de 1,4%, considerada baixa.

Analizando os teores dos nutrientes P, K, Ca, Mg, S, B, Mn, Cu e Zn no solo pós- aveia/ervilhaca, observaram-se algumas interações não relevantes entre os fatores, portanto serão apresentadas somente as médias comparativas do fator residual adubação de base complementar com MBR. Este fator, influenciou significativamente o teor de S no solo. Para as demais variáveis não houve efeito significativo para os tratamentos e os teores médios desses nutrientes estão apresentados na Tabela 50.

O solo na presença de adubação com MBR apresentou maior teor de enxofre, com média de 81,0 mg dm³ (considerado nível médio). Tal resultado é, provavelmente, decorrente da composição química da matriz fertilizante MBR, a qual aportou na dose de 2.000 kg ha⁻¹, o equivalente a 155 kg de S.

Tabela 50. Teores médios de nutrientes no solo pós-aveia/ervilhaca para os níveis do fator adubação de base complementar. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPEL, Pelotas, 2015.

Variáveis analisadas	Com MBR	Sem MBR	Interpretação
	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³	
P	283,07 a	285,19 a	Muito alto
K	88,38 a	73,63 a	Médio
B	0,30 a	0,34 a	Alto
Mn	23,64 a	25,88 a	Alto
Cu	3,46 a	3,54 a	Alto
Zn	12,86 a	13,35 a	Alto
	cmolc dm ⁻³	cmolc dm ⁻³	
Ca	4,34 a	4,53 a	Alto
Mg	2,04 a	1,96 a	Alto
	%	%	
S	13,85 a	11,87 b	Alto

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste F (análise da variância) ao nível $\alpha=0,05$.

4.4.2.1 Variáveis analisadas na crotalária

Após a incorporação das plantas do consórcio aveia-preta/ervilhaca, a crotalária também foi cultivada no sistema como adubação verde de verão. Nesta cultura também foram feitas as avaliações para observar possíveis efeitos residuais ainda existentes no final do sistema.

4.4.2.2 Produtividade de fitomassa verde

Para variável produtividade de fitomassa verde não houve efeito significativo para nenhum dos tratamentos. A crotalária apresentou rendimento médio de 40 toneladas por hectare de massa verde, com uma densidade média de 22 plantas por metro quadrado no corte feito 105 dias após a semeadura, época que as plantas estavam no estágio de florescimento. Corroborando os dados do presente estudo, Scheuer e Tomasi (2011) obtiveram rendimento de 43 toneladas de massa verde para crotalária juncea com uma densidade de 25,89 plantas por metro quadrado.

4.4.2.3 Análise química das plantas de crotalária

Para os teores de nutrientes na parte aérea, não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos. Os teores médios dos nutrientes serão apresentados na Tabela 51.

Tabela 51. Teores médios de nutrientes na parte aérea de crotalária após 105 dias da semeadura. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPeL, Pelotas, 2015.

Nutriente	Teor médio na planta
	g kg ⁻¹
Ca	9,19
Mg	4,39
K	14,59
P	3,56
	mg kg ⁻¹
Cu	7,86
Fe	121,1
Mn	46,39
Zn	34,32
B	20,57
	%
S	0,22
N	2,18

4.4.2.4 Análise química do solo pós crotalária

Analisando-se os teores dos nutrientes P, K, Ca, Mg, S, B, Mn, Cu e Zn no solo pós-crotalária, observaram-se algumas interações não relevantes entre os fatores, portanto, para esta cultura serão apresentadas também, as médias comparativas do fator residual adubação de base complementar com MBR. Este fator, influenciou significativamente o teor do nutriente S no solo. Para as demais variáveis não houve efeito significativo para os tratamentos (Tabela 52).

O solo com residual da adubação de base complementar com MBR apresentou maior teor de enxofre (Tabela 52) sendo que a média deste nutriente foi de 10,58 mg dm³, considerada alta. Observou-se que o teor de enxofre manteve-se elevado ao longo dos cultivos, o que pode ser consequência do elevado nível de enxofre no solo e/ou também da baixa exportação, pois, de modo geral, quando

comparado com os demais macronutrientes este foi o nutriente com a menor taxa de exportação (Tabela 53).

Tabela 52. Médias dos nutrientes analisadas no solo pós-crotalária para o fator adubação de base complementar com MBR. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPEL, Pelotas, 2015.

Variáveis analisadas	Com MBR	Sem MBR	Interpretação
	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³	
P	256,20 a	262,03 a	Muito alto
K	101,13 a	92,13 a	Alto
B	0,42 a	0,41 a	Alto
Mn	19,99 a	20,94 a	Alto
Cu	4,22 a	4,29 a	Alto
Zn	11,55 a	12,26 a	Alto
	cmolc dm ⁻³	cmolc dm ⁻³	
Ca	5,10 a	5,21 a	Alto
Mg	1,96 a	1,93 a	Alto
	%	%	
S	11,43 a	9,73 b	Alto

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste F (análise da variância) ao nível $\alpha=0,05$.

Observa-se que todos os nutrientes estavam em quantidades elevadas no solo, mesmo após cinco cultivos sucessivos e somente com a adubação feita no pré-plantio do morangueiro. Porém, apesar do nível elevado de fertilidade construída, a presença da matriz fertilizante MBR contribuiu para a manutenção e elevação de alguns nutrientes, caso do K, S, Ca e Mg, os quais estão presentes na MBR.

Nesta última amostragem de solo, realizada após a cultura da crotalária, verificou-se diminuição considerável do teor de P disponível no solo (ainda que o mesmo permanecesse na classe muito alto). Tal efeito pode ter sido causado pela absorção e imobilização temporária do P no sistema radicular da crotalária (MASSAD et al., 2014).

4.5 Exportação de nutrientes pelas culturas do morangueiro, meloeiro, alface e ciclagem pelas culturas de cobertura

As quantidades totais de N, P, K, Ca, Mg e S acumuladas nos frutos e parte aérea e conseqüentemente exportadas pelos três cultivos de hortaliças neste estudo foram 195,5, 67,0, 479,6, 109,3, 83,6 e 48,3 kg ha⁻¹, respectivamente (Tabela 53).

Entretanto, a quantidade e a proporcionalidade dos nutrientes absorvidos e consequentemente exportados pelas plantas são funções de características intrínsecas do vegetal, como, também, dos fatores externos que condicionam o processo. As quantidades de macronutrientes exportadas pelos frutos e parte aérea, representam importante componente de perdas de nutrientes do solo, que nesse estudo poderão ser repostos, em parte, pelas culturas de cobertura cultivadas no sistema e incorporados ao solo.

Observou-se que as culturas do morangueiro e meloeiro, por serem hortaliças de grande capacidade produtiva, exportaram a maior parte dos nutrientes pelos frutos, sendo que N, P, K e S acumularam-se preferencialmente nos frutos, enquanto Ca e Mg na parte vegetativa. Comportamento semelhante foi encontrado por Strassburger et al. (2013), para as cultivares de morangueiro Aromas e Camarosa.

A cultura da alface exportou menores quantidades de nutrientes comparada ao morangueiro e meloeiro.

O potássio foi o nutriente mais absorvido pelas culturas do morangueiro e meloeiro, com acúmulo máximo de 139,8 e 326,1 kg ha⁻¹, respectivamente, sendo que, a maior demanda deste elemento ocorreu nos frutos. Embora não faça parte de nenhum composto orgânico, o potássio desempenha importantes funções na planta em processos como a fotossíntese, ativação enzimática, síntese de proteínas e transporte de carboidratos entre outros e portanto, é fundamental ao crescimento e produção da planta (MARSCHNER, 1995; TAIZ; ZEIGER, 1998). No cultivo da alface o nutriente mais absorvido foi o nitrogênio, com acúmulo máximo de 20,4 kg ha⁻¹. Este nutriente foi o segundo mais absorvido pelo morangueiro e meloeiro, apresentando acúmulo máximo nessas plantas de 90,7 e 84,4 kg ha⁻¹ (fruto + parte aérea), respectivamente.

Ao contrário do observado para os nutrientes N, P, K e S no morangueiro e meloeiro, com maior acúmulo nos frutos, a parte vegetativa acumulou maior quantidade de Ca e Mg. Segundo Granjeiro e Cecílio Filho (2004), este padrão de distribuição do Ca em favor das folhas é resultado desse nutriente ser transportado quase que exclusivamente pelo xilema e conduzido principalmente pela corrente transpiratória. O maior acúmulo de Mg nas folhas deve-se, possivelmente, ao fato desse nutriente ser um dos constituintes da molécula de clorofila.

Na Tabela 53 é apresentado o total de nutrientes encontrados na massa seca produzida pelos adubos verdes utilizados nesse estudo. A análise química do material revelou a absorção de quantidade considerável de N, P, K, Ca, Mg e S pelas plantas. O uso desses adubos verdes é uma alternativa para aumentar a sustentabilidade do sistema podendo restituir quantidades consideráveis de nutrientes aos cultivos. Parte desses nutrientes podem ter sido ciclados de camadas mais profundas do solo, onde foram absorvidos pelas plantas sendo então incorporados na superfície do solo, onde tornam-se novamente disponíveis às culturas sucessoras. No entanto, parte deles também poderiam estar numa camada onde o morango e a alface teriam condições de absorvê-los mesmo sem a atuação como plantas recicladoras desses adubos verdes. Silva et al. (2002), avaliando a produção de matéria verde e seca e quantidade de nutrientes incorporados ao solo pelo cultivo de diferentes plantas de cobertura, observaram que a *Crotalaria juncea* foi a espécie que se destacou como maior produtora de biomassa e incorporadora de nutrientes. Observa-se que o teor de nitrogênio acumulado nas plantas de cobertura foi quase três vezes superior ao teor exportado pelos três cultivos de hortaliças do sistema. Além disso, com exceção do potássio, que foi absorvido em maior quantidade pelas culturas, os teores dos demais nutrientes produzidos pelas plantas de cobertura poderiam restituir quase que integralmente os nutrientes exportados pelos cultivos das três hortaliças estudadas (Tabela 53).

Tabela 53. Exportação de nutrientes pelas culturas do morangueiro, meloeiro e alface, frutos e parte aérea, ciclagem de nutrientes pelas plantas de cobertura, aveia-preta consorciada com ervilhaca e crotalária, total de nutrientes adicionados na adubação e teores de nutrientes do solo no início e no final do experimento. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2015.

	N	P	K	Ca	Mg	S
	kg ha ⁻¹					
Parte aérea de morangueiro	43,8	9,8	55,4	24,9	35,2	2,8
Frutos do morangueiro	46,9	20,5	84,4	10,1	6,4	14,2
Parte aérea de meloeiro	34,1	7,5	64,8	58,1	20,4	6,4
Frutos do meloeiro	50,3	28,0	261,3	12,6	19,4	24,3
Alface	20,4	1,1	13,7	3,7	2,2	0,6
Total de nutrientes exportados (Morango+Melão+Alface)	195,5	67,0	479,6	109,3	83,6	48,3
Total de nutrientes na fitomassa da parte aérea produzida pelas culturas de cobertura (Crotalária/Aveia-preta-preta+Ervilhaca)	456,6	65,7	293,9	143,6	83,0	36,2

4.6 Alterações nas concentrações de nutrientes do solo desde o início do estudo

Os dados da Tabela 54, mostram as alterações na concentração de macronutrientes no solo desde o início desse estudo. O acúmulo e a consequente exportação (morangueiro, meloeiro e alface) e/ou ciclagem de nutrientes (plantas de cobertura) podem explicar essas alterações observadas ao longo dos cultivos.

Tabela 54. Teores de nutrientes do solo desde o início do experimento. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2015.

Teores no solo	P	K	Ca	Mg	S
	mg L ⁻¹	mg L ⁻¹	cmolc L ⁻¹	cmolc L ⁻¹	mg L ⁻¹
Início do experimento	431	94	4,5	1,8	12,3
Pós morangueiro	532	120	4,2	1,7	15,0
Pós meloeiro	547	88	4,2	1,7	14,8
Pós alface	532	83	4,4	1,7	8,0
Pós consorcio aveia/ervilhaca	284	81	5,2	2,0	12,9
Pós crotalária	259	96	5,2	1,9	10,6

Na Figura 3, o nível inicial refere-se à concentração dos nutrientes antes da adubação de base. Saliente-se que a avaliação foi feita ao fim do ciclo de cada cultivo, assim, por exemplo, os teores de um nutriente indicado no consórcio aveia/ervilhaca, traduz a concentração no solo no final do ciclo dessas culturas. Para o caso da crotalária, foram coletadas as amostras após o corte das plantas, mas antes da decomposição do material no canteiro, portanto, não foram considerados os efeitos dessa cultura sobre a concentração de nutrientes no solo.

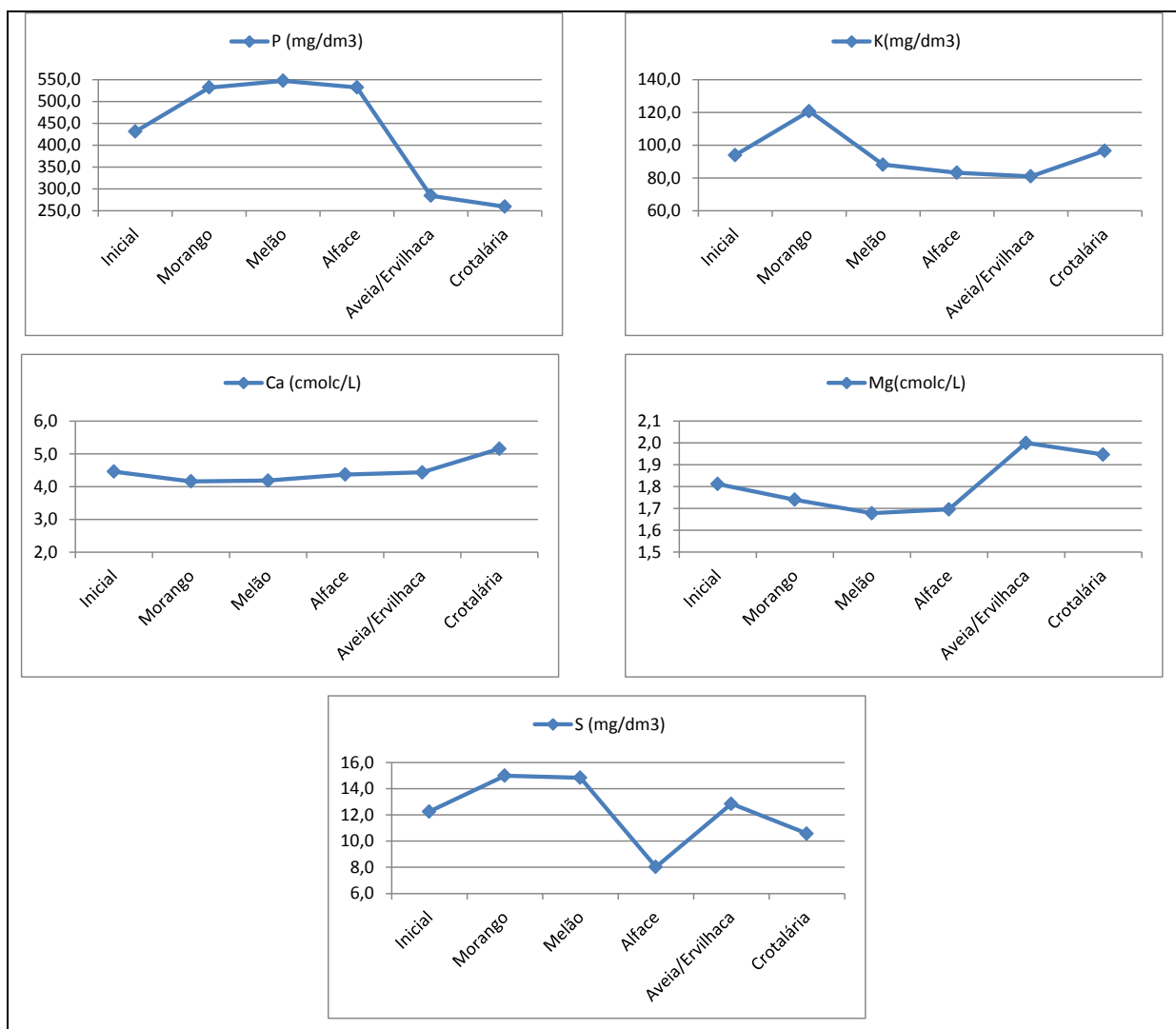


Figura 3. Concentrações dos nutrientes P, K, Ca, Mg e S no solo no início do experimento e após os cultivos do morangueiro, meloeiro, alface e culturas de cobertura.

O fósforo manteve-se em níveis elevados após a adubação até o cultivo da alface, indicando que o efeito residual foi mantido até esse cultivo. Observou-se uma queda deste nutriente com a introdução das plantas de aveia-preta e ervilhaca no sistema, indicando, possivelmente, uma maior extração de fósforo por essas

culturas. Posteriormente, observa-se que o teor extraído pela crotalária, foi praticamente repostado pela incorporação ao solo das plantas de aveia-preta e ervilhaca utilizadas em cobertura.

Em relação ao nutriente potássio, possivelmente o cultivo do morangueiro tenha extraído do solo menor quantidade do que foi aplicado inicialmente, visto que os teores elevaram-se a partir da aplicação até o final do ciclo da cultura. Para a cultura do meloeiro, os dados indicam que houve elevada extração de potássio, no entanto, deve também ser considerado o possível efeito da lixiviação. Observou-se um aumento no teor de K após o cultivo de aveia-preta e ervilhaca, refletindo a reciclagem do nutriente.

Os teores de cálcio mantiveram-se em níveis altos no solo desde o início desse estudo, indicando que o efeito residual foi mantido. No entanto, observou-se um aumento após a incorporação das plantas de aveia-preta e ervilhaca, refletindo possivelmente, o efeito da reciclagem deste nutriente.

Após o cultivo da alface observou-se aumento de magnésio e enxofre no solo, indicando a possibilidade de liberação tardia destes nutrientes pela matriz fertilizante.

5 Conclusões

Nas condições desse estudo, em área de alto nível de fertilidade inicial, a adubação de base complementar com MBR e adubação foliar a base de água de xisto não influenciaram as variáveis relativas às propriedades funcionais e às características químicas dos frutos de morangueiro e do meloeiro e das plantas de alface.

Os micronutrientes adicionados na adubação foliar à base de água de xisto, Ca e B para o morangueiro, e Zn e Mn para alface não influenciaram as variáveis de produção e qualidade das culturas estudadas, possivelmente devido ao elevado teor inicial desses nutrientes no solo.

Dentre os nutrientes analisados, presentes no solo, o fósforo foi o único que apresentou considerável redução em relação ao teor inicial, após os cultivos com somente adubação residual, permanecendo, mesmo assim, em nível considerado alto pela CQFS-RS/SC (2004).

6 Considerações finais

Observou-se uma similaridade entre as produções obtidas nesse experimento, com adubação residual alternativa a base de subprodutos de xisto, e as produções obtidas pelo agricultor Sr. Délcio Bonemann, que utilizou adubação anual com materiais solúveis (fertilizante Yoorin, 800 kg ha⁻¹ e com os adubos, 5-30-15 e 4-16-8, com micronutrientes, na dose de 300 kg ha⁻¹).

O sistema de sucessão de culturas, com a inclusão de plantas de cobertura, manteve o solo sempre coberto e contribuiu para a ciclagem dos nutrientes.

Referências

ABBOUD, Antonio Carlos Souza. **Eficiência da adubação verde associada a fosfato natural de Patos de Minas**. 1986. 320 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, UFRRJ, Seropédica, 1986.

AMADO, T. J. C.; MIELNICZUK, J.; AITA, C. Recomendação de adubação nitrogenada para o milho no RS e SC adaptada ao uso de culturas de cobertura de solo, sob sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.26, p.241–248, 2002.

AMARO, Geovani Bernardo et al. **Recomendações técnicas para o cultivo de hortaliças em agricultura familiar**. Circular Técnica 47. Brasília, 2007, 16p.

AMORIN, Henrique Vianna. **The effect of nitrogen and carbohydrate on production of phenols by plant cell cultures**. Ohio, 1970. 55 p. Dissertação – The Ohio University. 1970.

ANTUNES MC; CUQUEL FL; ZAWADNEAK MAC; MOGOR AF; RESENDE JTV. Postharvest quality of strawberry produced during two consecutive seasons. **Horticultura Brasileira** 32: 168-173, 2014.

ANTUNES, L.E.C. et al. Yield and quality of strawberry cultivars. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.28, n.2, p.222-226, 2010.

ANTUNES, Luís Eduardo Correa; DUARTE FILHO, Jaime. **Importância do cultivo**. In: SISTEMA DE PRODUÇÃO, 5. Versão eletrônica. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2005. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Morango/SistemaProducaoMorango>> Acesso em: 18 set. 2014.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Relatório do Programa Nacional de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA), divulgado no dia 29 de outubro de 2013. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/content/Anvisa+Portal/Anvisa/Inicio/Agrotoxicos+e+Toxicologia/Assuntos+de+Interesse/Programa+de+Analise+de+Residuos+de+Agrotoxicos+em+Alimentos>. Acesso em: 18 set. 2014.

ARAÚJO, Vanessa Fernandes. **Utilização de fertilizantes a base de xisto na produção e qualidade de morangos**. 2011. 105p. Dissertação (Mestrado em

Agronomia). Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas, 2011.

ARBOS, K. A.; FREITAS, R. J. S. de, STERTZ, S. C.; DORNAS, M. F. Atividade antioxidante e teor de fenólicos totais em hortaliças orgânicas e convencionais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.30, p. 501-506, 2010.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis of AOAC International**. 17th. v. II., 2000.

BAGGIO, A. **Proposta para Remoção de Fenóis e Aplicação de Análises Quimiométricas no Estudo de Subproduto Líquido de Indústria Petroquímica**. 2007. 99p. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

BALBINOT JÚNIOR, A.A.; BACKES, R.L.; TÔRRES, A.N.L. Desempenho de plantas invernais na produção de matéria e cobertura do solo sob cultivos isolado e em consórcios. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v.3, p.38-42, 2004.

BAMBERG, Adilson Luis. **Atributos físicos, hídricos e químicos de solos em sistemas de produção de morango em Turucu- RS**. 2010. 100p. Tese (Doutorado em Agronomia). Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2010.

BAMBERG, A. L.; SILVEIRA, C. A. P.; MARTINAZZO, R.; BERGMANN, M.; GRECCO, M. F.; POTES, M. L. Desempenho agrônomo de fontes minerais e orgânicas de nutrientes para as culturas de milho e trigo. 2013, Poços de Caldas. In: **Anais...** Poços de Caldas, MG, 2013.

BAMBERG, A. L.; SILVEIRA, C. A. P.; POTES, M. L.; PILLON, C. N.; LOUZADA, R. M.; CAMPOS, A. A. Dinâmica de liberação de nutrientes disponibilizados por rochas moídas em colunas de lixiviação. 2011, Uberlândia. In: **Anais...** Uberlândia, 2011.

BARRADAS, C.A.A.; FREIRE, L.R.; ALMEIDA, D.L. & DE-POLLI H. Comportamento de alguns adubos verdes de inverno na Região Serrana Fluminense. **Pesq. Agropec. Bras.**, 36:1461-1468, 2001.

BARRETO, Norma Danielle Silva. **Qualidade, compostos bioativos e capacidade antioxidante de frutos de híbridos comerciais de meloeiro cultivados no CE e RN**. 2011. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, 2011.

BERGMANN, M.; HOFF, R.; THEODORO, S. M. C. H. Rochagem: viabilizando o uso sustentável dos descartes de mineração do distrito mineiro de Ametista do Sul (DMAS), RS, Brasil. p.137-145. In: **Anais...** Planaltina, DF, 2009. 322p.

BEVILAQUA, G. A. P.; SILVA FILHO, P. M.; POSSENTI, J. C. Aplicação foliar de cálcio e boro e componentes de rendimento e qualidade de sementes de soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.32, n.1, p.31-34, 2002.

BORDIGNON JÚNIOR, Celso Luiz. **Análise química de cultivares de morango em diferentes sistemas de cultivo e épocas de colheita**. 2008, 132p. (Dissertação mestrado), Passo Fundo: UPF. 2008.

BRACKMANN, A.; PAVANELLO, E. P.; BOTH, V.; JANISCH, D. I.; SCHMITT, O. J.; GIMÉNEZ, G. Avaliação de genótipos de morangueiro quanto à qualidade e potencial de armazenamento. **Revista Ceres**, v. 58, n. 5, p. 542-547, 2011.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **Lebensmittel- Wissenschaft Technologie**, London, v. 28, p. 25-30, 1995.

CAMARGO, L. K. P.; RESENDE, J. T. V. de; GALVÃO, A. G.; CAMARGO, C. K.; BAIER, J. E. Desempenho produtivo e massa média de frutos de morangueiro obtidos de diferentes sistemas de cultivo. **Ambiência**, v. 6 n. 2, p. 281-288, 2010.

CAMARGO L. K. P.; RESENDE J. T. V.; TOMINAGA T. T.; KURCHAIT S. M.; CAMARGO C. K.; FIGUEIREDO A. S. T. Postharvest quality of strawberry fruits produced in organic and conventional systems. **Horticultura Brasileira** v. 29, p. 577-583, 2011.

CAPOCASA, F.; SCALZO, J.; MEZZETTI, B.; BATTINO, M. Combining quality and antioxidant attributes in the strawberry: The role of genotype. **Food Chemistry**, v.111, p. 872–878, 2008.

CARVALHO, S. F. de; FERREIRA, L. V.; PICOLOTTO, L.; ANTUNES, L. E. C.; FLORES, R. F.; AMARAL, P. A.; WEBER, D.; MALGARIM, M. B. Comportamento e qualidade de cultivares de morango (*Fragaria x Ananassa* Duch.) na região de Pelotas- RS. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, v. 14, n. 2, p. 176-180, 2013.

CECATTO, A. P.; CALVETE, E. O.; NIENOW, A. A.; DA COSTA, R. C.; MENDONÇA, H. F. C.; PAZZINATO, A. C. Culture systems in the production and

quality of strawberry cultivars. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 35, n. 4, 2013.

CHAVES, S. W. W.; AROUCHA, E. M. M.; PONTES FILHO, F. S. T.; MEDEIROS, J. F.; SOUZA, M. S.; NUNES, G. H. S. Conservação de melão Cantaloupe cultivado em diferentes doses de N e K. **Horticultura Brasileira**, Vitoria da Conquista, v.32, n. 4, 2014.

CHESWORTH, Ward. Geochemistry of micronutrients. In: MORTVEDT, John Jacob. **Micronutrients in Agriculture**, 2 ed. Madison: Soil Science Society American, 1991. p. 1–30.

CHITARRA, Maria Isabel Fernandes; CHITARRA, Adilson Bosco. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: Fisiologia e Manuseio**. Lavras: UFLA, 785 p, 2005.

COCCO, Carine. **Produção e qualidade de mudas e frutas de morangueiro no Brasil e na Itália**. 2014. 124f. Tese (Doutorado em Agronomia) Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2014.

COGO, S. L.; BRINATTI, A. M.; SAAB, S. C.; SIMÕES, M. L.; MARTIN-NETO L.; ROSA, J. A.; MASCARENHAS, Y. P. Characterization of oil shale residue and rejects from Irati formation by electron paramagnetic resonance. **Brazilian Journal of Physics**, v. 39, n. 1, 2009.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO. **Manual de adubação e de calagem para os estados do RS e SC**. 10 ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - Núcleo Regional Sul, 394 p., 2004.

COSTA, C.C.; CECÍLIO FILHO, A. B.; CAVARIANI, R. L.; BARBOSA, J. C. Concentração de potássio na solução nutritiva e a qualidade e o número de frutos de melão por planta em hidroponia. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.3, p.731-736, 2004.

COUTINHO, E. L. M.; NATALE, W.; SOUZA, E. C. A. Adubos e corretivos: aspectos particulares na olericultura. In: GRANGEIRO, L. C.; NEGREIROS, M. Z.; SOUZA, B. S. ; AZEVÊDO, P. E.; OLIVEIRA, S. L.; MEDEIROS, M. A. (Eds). Acúmulo e exportação de nutrientes em beterraba. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, p. 267-273, 2007.

CRECENTE-CAMPO, J. M.; NUNES-DAMACENO, M.; ROMERO-RODRIGUEZ, M. A.; VAZQUEZ-ODÉRIZ, M. L. Color, anthocyanin pigment , ascorbic acid and total

phenolic compound determination in organic versus conventional strawberries (Fragaria x ananassa Duch , cv Selva). **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 28, p. 23–30, 2012.

DAROLT, Moacir R. Comparação da qualidade do alimento orgânico com o convencional. In: STRINGHETA, Paulo C. ; MUNIZ, José N .(eds). **Alimentos orgânicos: produção, tecnologia e certificação**. 1 ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2003. p. 289-312.

DECHEN, Antonio Roque; NACHTIGALL, Gilmar Ribeiro. Elementos requeridos à nutrição de plantas, p. 92-132. In: NOVAIS, Roberto Ferreira de; ALVAREZ, Vithor Hugo; BARROS, Nairam Félix de; FONTES, Renildes Lúcio; CANTARUTTI, Reinaldo Bertola; NEVES, Júlio César Lima (eds). **Fertilidade do Solo**. Viçosa: SBCS/UFV. p. 133, 2007.

DEMÉTRIO, J. V.; COSTA, A. C. T.; OLIVEIRA, P. S. R. Produção de biomassa de cultivares de aveia sob diferentes manejos de corte. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 42, n. 2, p. 198-205, 2012.

DUNN, J. L.; ABLE, A. J. Pre-harvest Calcium Effects on Sensory Quality and Calcium Mobility in Strawberry Fruit. **Acta Horticulturae**, 708, 2006.

ECHER F. R.; DOMINATO, J. C.; CRESTE, J. E.; SANTOS, D. H. Fertilização de cobertura com boro e potássio na nutrição e produtividade da batata doce. **Horticultura Brasileira**, v. 27, p. 171-175, 2009.

EICHERT, T. Foliar Nutrient Uptake – of Myths and Legends. **Acta Horticultura**, 984, ISHS, 2013.

EMBRAPA, 2005. Disponível em:
<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Morango/MatrizesMorangueiro/cap05.html>. Acesso em: 20 de outubro de 2014.

ESPÍNDOLA, José Antonio Azevedo; GUERRA, José Guilherme Marinho; DE-POLLI, Helvécio; ALMEIDA, Dejair Lopes; ABOUD, Antônio Carlos Souza. **Adubação verde com leguminosas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 49 p.

FATTAHI, M.; GHOLAMI, M.; REZA, M.; KHOSROSHAHI, Z.; VARSHABSAZ, A.; FATTAHI, B. Effect of chloride (KCl and MgCl₂) and various nitrogen sources on nutrients concentration in strawberry plant organs. **ISHS Acta Horticulturae**. VI

INTERNATIONAL STRAWBERRY SYMPOSIUM, 2009. Disponível em: <<http://www.actahort.org/members/showpdf?session=4427>>. Acesso em 20 de outubro de 2014.

FILGUEIRA, Fernando Antonio Reis. **Novo manual de agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 412 p., 2003.

FRANÇA, C. G. de; GROSSI, M. E. D.; MARQUES, V. P. M. de A. **O censo agropecuário 2006 e a agricultura familiar no Brasil**. Brasília: MDA, 96 p., 2009.

FULEKI, T.; FRANCIS, F. T. Quantitative methods for anthocyanins 1. Extraction and determination of total anthocyanin in cranberries. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 33, p. 72-77, 1968.

GIACOMINI, S.J. et al. Matéria seca, relação C/N e acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio em misturas de plantas de cobertura de solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa v.27, n.2, p.325-334, 2003.

GOMES JUNIOR, J; MENEZES, J. B.; NUNES, G. H. S.; COSTA, F. B.; SOUZA, P. A. Qualidade pós-colheita do melão tipo cantaloupe, colhido em dois estádios de maturação. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 3, p. 223-227, 2001.

GRAHAM, R. D. Effects of nutrient stress on susceptibility of plants to disease with particular reference to the trace elements. **Advances in Botanical Research**, v. 10, p. 221-276, 1983.

GRANGEIRO, L. C.; CECILIO FILHO, A. B. Acúmulo e exportação de macronutrientes pelo híbrido de melancia Tide. **Horticultura Brasileira**, v. 22, n.1, p.93-97, 2004.

GRECCO, M. F.; BERGMANN, M.; BAMBERG, A. L.; SILVEIRA, C. A. P.; MARTINAZZO, R. Potencial de uma rocha dacítica para remineralização de solos. In: **Anais...** Pelotas, RS, 2012.
GUARÇONI, A.; FANTON, C. J. Resíduo de beneficiamento do granito como fertilizante alternativo na cultura do café. **Ciência Agronômica**, v. 42, n. 1, p. 16-26, 2011.

GUELFY-SILVA, D. R.; MARCHI, G.; SPEHAR, C. R.; GUILHERME, L. R. G.; FAQUIN, V. Agronomic efficiency of potassium fertilization in lettuce fertilized with alternative nutrient sources. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, n. 2, p. 267-277, 2013.

HANNUM, S.M. Potential impact of strawberries on human health: a review of the science. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 44, p. 1-17, 2004.

HEENAN, D. P.; CAMPBELL, L. C. Soybean nitrate reductase activity influenced by manganese nutrition. **Plant Cell Physiology**, v.21, p.731-736, 1980.

HEINRICHS, R.; FANCELLI, A.L. Influência do cultivo consorciado de aveia preta (*Avena strigosa* Schieb.) e ervilhaca comum (*Vicia sativa* L.) na produção de fitomassa e no aporte de nitrogênio. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 56, n. 1, p. 27-32, 1999.

HEINRICHS, R.; AITA, C.; AMADO, T. J. C.; FANCELLI, A. L. Cultivo consorciado de aveia e ervilhaca: relação C/N da fitomassa e produtividade do milho em sucessão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, n. 25, p. 331-340, 2001.

ISLABÃO, Glaucia Oliveira; VAHL, Ledemar Carlos; TIMM, Luiz Carlos; BAMBERG, Adilson Luis; PRESTES, Rodrigo Bubolz. **Teores de N, P e K em solos cultivados com morango no município de Turuçu, RS**. Encontro de Pós-Graduação, Universidade Federal de Pelotas, 2009. Disponível em: <http://www.ufpel.edu.br/cic/2009/cd/pdf/CA/CA_00567.pdf>. Acesso em 20 de outubro 2014.

HÄKKINEN, S. H.; KÄRENLAMPI, S. O.; MYKKÄNEN, H. M.; HEINONEN, M. I.; TÖRRÖNEN, A. R. Ellagic acid content in berries: influence of domestic processing and storage. **Eur. Food Res Tech.**, v 212, p. 75- 80, 2000.

KANO, C.; CARMELLO, Q. A. de C.; CARDOSO, S. da S.; FRIZZONE, J. A. Acúmulo de nutrientes pelo meloeiro rendilhado cultivado em ambiente protegido. Semina: **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, supl.1, p.1155-1164, 2010.

KAYA, C.; HIGGS, D. Response of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) cultivars to foliar application of zinc when grown in sand culture at low zinc. **Science Horticulture**, 93, 53-64, 2002.

KEVERS, C.; FALKOWSKI, M.; TABART, J.; DEFRAIGNE, J-O.; DOMMES, J. AND PINCEMAIL, J. Evolution of antioxidant capacity during storage of selected fruits and vegetables. **Journal Agriculture Food Chemistry**, v. 55, p. 8596-8603, 2007.

KOLAYLI, S.; KARA, M.; ULUSOY, E.; TEZCAN, F.; ERIM, F. B.; ALIYAZICIOGLU, R. Comparative Study of Chemical and Biochemical Properties of Different Melon

Cultivars: Standard, Hybrid, and Grafted Melons. **Agric. Food Chem.** 58, p.9764–9769, 2010.

LEITE, Paulino da Cunha. **Interação silício-fósforo em Latossolo-Roxo cultivado com sorgo em casa de vegetação**. 1997. 87f. Tese (Doutorado). Viçosa : UFV, 1997

LEMISKA, A.; PAULETTI, V.; CUQUEL, F. L.; ZAWADNEAK, M. A. C. Produção e qualidade da fruta do morangueiro sob influência da aplicação de boro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.44, n.4, p.622-628, 2014.

LESTER, G. E.; JIFON, J. L.; MAKUS, D.J. **Plant Soil**, 335: 117-131, 2010.

LIMA, D. J.; SAKAI, R. K.; ALDRIGHI, M.; SAKAI, M. Arranjo espacial, densidade e época de semeadura no acúmulo de matéria seca e nutrientes de três adubos verdes. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 40, n. 4, p. 531-540, 2010.

LIMA, Luiz Carlos de Oliveira. Qualidade, colheita e manuseio pós-colheita de frutos de morangueiro. **Informe Agropecuário**. Morango: tecnologia inovadora, Belo Horizonte, v. 20, n.198, p. 80-83, maio/jun. 1999.

LIMA, Antonio Anicete. **Absorção e eficiência de utilização de nutrientes por híbridos de melão (*Cucumis melo* L.)**. 2001. 60f. Dissertação (Mestrado)-Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2001.

LOPES, Alfredo Scheid.; DAHER, Eduardo. Agronegócio e Recursos Naturais no Cerrado: desafios para uma coexistência harmônica. In: FALEIRO, Fábio Gelape; FARIAS NETO, Austeclínio Lopes de. **Savanas: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais**. Brasília: Embrapa Cerrados, Cap. 5, p. 173-209, 2008.

LOPES, H. M.; QUEIROZ, O. A.; MOREIRA, L. B. Características agronômicas e qualidade de sementes de crotalária (*Crotalaria juncea* L.) na maturação. **Revista Universidade Rural**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 2, p.24-30, 2005.

LUZ, J. M. Q.; OLIVEIRA, G.; QUEIROZ, A. A.; CARREON, R. Aplicação foliar de fertilizantes organominerais em cultura de alface. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.28, p. 373-377, 2010.

MADAIL, João Carlos Medeiro et al. **Economia da Produção de Morango: Estudo de Caso de Transição para Produção Integrada / Pelotas**: Embrapa Clima Temperado, (Embrapa Clima Temperado. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 53). 2007. 24 p.

MAISUTHISAKUL, P.; SUTTAJIT, M.; PONGSAWATMANIT, R. Assessment of phenolic content and free radical-scavenging capacity of some Thai indigenous plants. **Food Chemistry**, London, v. 100, p. 1409-1418, 2007.

MALAVOLTA, Euripedes. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo, Ceres, 1980. 251p.

MALAVOLTA, Euripedes. **Manual de química agrícola**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1976. 528p.

MALAVOLTA, Euripedes. Nutrição de plantas. In: **FERRI, Mario Guimarães. (org.) Fisiologia vegetal**. São Paulo: EDUSP, v.1, 400p., 1985.

MALGARIM, M. B.; FLORES, C. R. F.; COUTINHO, E. F. Sistemas e condições de colheita e armazenamento na qualidade de morangos cv. Camarosa. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, n. 2, p. 185-189, 2006.

MANACH, C.; SCALBERT, A.; MORAND, C.; RÉMÉSY, C.; JIMÉNEZ, L. Polyphenols: food sources and bioavailability. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.79, p.727-47, 2004.

MANN, E. N.; RESENDE, P. M. DE; MANN, R. S.; CARVALHO, J. G. DE; VON PINHO, E. V. DE RESENDE. Efeito da aplicação de manganês no rendimento e na qualidade de sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 12, p. 1757-1764, 2002.

MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. San Diego: **Academic Press**, 889 p, 1995.

MARTINS, Denise de Souza. **Produção e qualidade de frutas de diferentes cultivares de morangueiro em sistema de produção de base ecológica**. 2010. 81f. Dissertação (Mestrado em Sistema de Produção Agrícola Familiar) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2010.

MASSAD, M. D.; OLIVEIRA, F. L. de ; FÁVERO, C.; DUTRA, T. R.; QUARESMA, M. A. L. Desempenho de milho verde em sucessão a adubação verde com crotalária, submetido a doses crescentes de esterco bovino, na caatinga mineira. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 26, n. 3, p. 326 - 336, 2014.

MATSUURA, H. et al. DPPH radical scavengers from dried leaves of oregano (*Origanum vulgare*). **Bioscience Biotechnology Biochemistry**, v. 67, n. 11, p. 2311-2316, 2003.

MEDEIROS, D. C. DE; MEDEIROS, J. F. DE; PEREIRA, F. A. L.; SOUZA, R. O. DE; SOUZA, P. A. DE. Produção e qualidade de melão Cantaloupe cultivado com água de diferentes níveis de salinidade. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, n. 1, p. 92-98, 2011.

MEDEIROS, J. F.; DUARTE, S. R.; FERNANDES, P. D.; DIAS, N. S.; GHEYI, H. R. Crescimento e acúmulo de N, P e K pelo meloeiro irrigado com água salina. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.26, n.4, p.452-457, 2008.

MEDEIROS, J. F.; SANTOS, S. C. L.; CÂMARA, M. J. T.; NEGREIROS, M. Z. Produção de melão Cantaloupe influenciado por coberturas do solo, agrotêxtil e lâminas de irrigação. **Horticultura Brasileira** 25: 538-543, 2007.

MEERT, L.; MICHALOVICZ, L.; COLLN, O.; RIBAS, C.; ROTOLAN, F. Produtividade e rentabilidade da soja cultivada com fontes alternativas de nutrientes em Guarapuava, PR. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, v. 4, n. 2, p. 3371-3374, 2009.

MELAMED, Ricardo; GASPAR, José Carlos.; MIEKELEY, Norbert. **Pó-de-rocha como fertilizante alternativo para sistemas de produção sustentáveis em solos tropicais**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2007. 25p. (Série: Estudos e Documentos, 72, versão provisória). Disponível em: <http://www.cetem.gov.br/publicacao/cetem_sed_72_p.pdf> Acesso em 20 maio de 2010.

MELO, E. A.; MACIEL, M. I. S.; LIMA, V. L. A. G.; LEAL, F. L. L.; CAETANO, A. C. S.; NASCIMENTO, R. J. Capacidade antioxidante de hortaliças usualmente consumidas. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 26, n. 3, p. 639-644, jul.-set. 2006.

MELO, E.; MACIEL, M.; LIMA, V.; NASCIMENTO, R. Capacidade antioxidante de frutas. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 44, n. 2, p. 193-201, 2008.

MIKAMI, I.; YAMAGUCHI, M.; SHINMOTO, H.; TSUSHIDA, T. Development and Validation of Microplate-based β -carotene Bleaching Assay and Comparison of Antioxidant Activity (AOA) in Several Crops Measured by β -carotene Bleaching, DPPH and ORAC Assays. **Food Science and Technology Research**, v. 15, n. 2, p. 171 –178, 2009.

MOOR, U.; PÖLDMA, P.; TÕNUTARE, T.; Karp, K; STARAST, M.; VOOL, E. Effect of phosphite fertilization on growth, yield and fruit composition of strawberries. **Scientia Horticulturae**, v.119, n. 3, p. 264–269, 2009.

MOREIRA, Gláucia Cristina. **Radiação gama ou antimicrobianos naturais na conservação de melão minimamente processado**. 2009. 231p. Tese (Doutorado em Agronomia/Horticultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista. Botucatu, 2009.

NASS, Luciano Lourenço. **Recursos genéticos vegetais**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos Vegetais e Biotecnologia, 2007.

NOVAIS, Roberto Ferreira de; SMYTH, Thomas Jot. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1999. 399p.

OGASAWARA, Eduardo S., KULAIF, Yara, FERNANDES, Francisco R. C. **A indústria de fertilizantes (Cadeia NPK, enxofre, rocha fosfática e potássio) - Projeções de 2010 a 2030**. In: FERNANDES, F. R. C.; LUZ, A. B.; CASTILHOS, Z. C. (Ed). *Agrominerais para o Brasil*. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2010. p.145-167.

OLIVEIRA, R. P. de; SCIVITTARO, W. B.; FINKENAUER, D. Produção de morangueiro da cv. Camino real em sistema de túnel. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 30, n. 3, p. 681-684, 2008.

OLIVEIRA, A. C. B. et al. Divergência genética e descarte de variáveis em alface cultivada sob sistema hidropônico. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 26, n. 2, p. 211-217, 2003.

PÁDUA, Eduane José de. **Rochagem como adubação complementar para culturas oleaginosas**. 2012. 91 f. Dissertação (Mestrado em Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

PAGOT, E.; HOFFMANN, A. Produção de pequenas frutas. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO SOBRE PEQUENAS FRUTAS, 1., 2003, Vacaria. **Anais...** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, p.9-17. (Documentos, 37), 2003.

PEREIRA, H. S.; VITTI, G. C. Efeito do uso do xisto em características químicas do solo e nutrição do tomateiro. **Horticultura Brasileira**, v.22, p. 317-322, 2004.

PEREIRA, J. A.; BLANK, A. F.; ALVARENGA, M. A. R.; SOUZA, R. J. Aplicação de fontes e doses de cálcio na produção e qualidade de frutos de melão. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n.3, 2002.

PETROBRAS. Disponível em:
<http://www.2.petrobras.com.br/minisite/refinarias/Português/six/conheça/pedra.html>.
 Acessos desde janeiro de 2009.

PIERONI, A. et al. In vitro antioxidant activity of non-cultivated vegetables of ethnic albanians in southern Italy. **Phytotherapy Research**, v. 16, n. 5, p. 467-473, 2002.

PIMENTEL, P. M., OLIVEIRA, R. M. P. B., MELO, D. M. A., ANJOS, M. J., MELO, M. A. F., GONZÁLEZ, G. Characterization of retorted shale for use in heavy metal removal. **Applied Clay Science**, v.48, p.375-378, 2010.

PINTO, M.S.; KWON, Y-L.; APOSTOLIDIS, E.; LAJOLO, F.M.; GENOVESE, M.L.; SHETTY, K. Functionality of bioactive compounds of Brazilian strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) cultivars: Evaluation of hyperglycemia and hypertension potential. **J. Agric Food Chem.**, Columbus, v. 56. P. 4386-4392, 2008.

PODSEDEK, A. Natural antioxidants and antioxidant capacity of Brassica vegetables: A review. **LWT-Food Science Technology**, v. 40, p. 1-11, 2007.

PORTELA, I. P., PEIL, R. M. N.; ROMBALDI, C. V. Efeito da concentração de nutrientes no crescimento, produtividade e qualidade de morangos em hidroponia. **Horticultura Brasileira**, Vitoria da Conquista, v. 30, n.2, 2012.

POWER, P. P.; WOODS, W. G. The chemistry of boron and its speciation in plants. In: DELL, B.; ROWN, P.H.; BELL, R.W. (eds.). **Boron in soil and plants: review**. Symposium, Chiang Mai, reprinted Plant and Soil, v.193, n.1-2, p.1- 13, 1997.

PRADO, Adna. **Composição fenólica e atividade antioxidante de frutas tropicais**. 2009. 106 p. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2009.

PRADO, Renato Mello. **Nutrição de plantas**. São Paulo: Unesp. 407p., 2008.

PRATES, F. B. de S.; LUCAS, C. dos S. G.; SAMPAIO, R. A.; JÚNIOR, D. da S. B.; FERNANDES, L. A.; JUNIO, G. R. Z. Crescimento de mudas de pinhão- manso em resposta a adubação com superfosfato simples e pó-de-rocha. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 43, n.2, 2012.

PURQUERIO, L. F. V.; CECÍLIOFILHO, A. B.; BARBOSA, J. C. Efeito da concentração de nitrogênio na solução nutritiva e do número de frutos por planta sobre a produção do meloeiro. **Horticultura Brasileira** 21: 185-190, 2003.

QUEIROGA, F. M. DE; COSTA, S. A. D. DA; PEREIRA, F. H. F.; MARACAJÁ, P. B.; SOUSA FILHO, A. L. DE. Efeito de doses de ácido bórico na produção e qualidade de frutos de melão Harper. **Revista Verde**. Mossoró, v.5, n.5, p. 132 – 139, 2010.

QUEIROGA, R. C. F.; PUIATTI, M.; FONTES, P. C. R.; CECON, P. R. Características de frutos do meloeiro variando número e posição de frutos na planta. **Horticultura Brasileira**, v. 27, p. 023-029, 2009.

QUEIROZ, J. P. da S.; COSTA, A. J. M. da; NEVES, L. G.; JUNIOR, S. S.; BARELLI, M. A. A. Estabilidade fenotípica de alfaces em diferentes épocas e ambientes de cultivo. **Revista Ciência Agronômica**, v.45, n.2, Fortaleza, 2014.

RADOSEVICH, Steven; HOLT, Jodie; GHERSA, Claudio. **Weed ecology: implications for vegetation management**. 2.ed. New York: Wiley, 1984. 589 p.

REBELO, José Angelo.; BALARDIN, Ricardo Silveira. **A cultura do morangueiro**. 3 ed. Florianópolis: EPAGRI, 44 p. Boletim Técnico, v. 46, 1997.

RESENDE, J.T.V.; CAMARGO, L.K.P.; ARGANDOÑA, E.J.S.; MARCHESE A.; CAMARGO, L.C.K. Sensory analysis and chemical characterization of strawberry fruits. **Horticultura Brasileira**, 26:371-374, 2008.

RINCÓN, S. L.; SÁEZ, S. J.; PÉREZ, C. J. A.; MADRID, R. Growth and nutrient absorption by muskmelon crop under greenhouse conditions. **Acta Horticulture**, Wageningen, v. 458, n. 3, p. 153-159, 1998.

ROCHA, D. A., ABREU, C. M. P. de; CORRÊA A. D.; SANTOS, C. D. dos; FONSECA, E. W. N. Análise comparativa de nutrientes funcionais em morangos de diferentes cultivares da região de Lavras-MG. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal. v. 30 n.4. 2008.

RODRIGUES, Antonio Fernando da Silva. **Agronegócio e mineral negócio:** relações de dependência e sustentabilidade. Informe mineral: desenvolvimento e economia mineral. Brasília: DNPM, 2009. p. 28-47.

SALVADOR, J. T.; CARVALHO, T. C.; LUCCHESI, L. A. C. Relações cálcio e magnésio presentes no solo e teores foliares de macronutrientes. **Revista Acadêmica**, Curitiba, v. 9, n. 1, p. 27-32, 2011.

SAMINÊZ, T. C. de O.; RESENDE, F. V.; SOUZA, A. F.; CARVALHO, A. M. de. Comportamento de espécies de adubos verdes sob sistema orgânico de produção nas condições de verão dos cerrados. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 2, 2003.

SANTOS APG; VIANA TVA; SOUSA GG; Ó LMG; AZEVEDO BM; SANTOS AM. Produtividade e qualidade de frutos do meloeiro em função de tipos e doses de biofertilizantes. **Horticultura Brasileira** 32: 409-416. 2014.

SANTOS, Jeniffer Vanelle dos. **Caracterização Química e Espectroscópica de Solos de Área Recuperada após Mineração de Xisto**. 2010. 103f. Dissertação (Mestrado em Química). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

SCALZO, J.; POLITI, A.; PELLEGRINI, N.; MEZZETTI, B.; BATTINO, M. Plant genotype affects total antioxidant capacity and phenolic contents in fruit. **Nutrition**, v. 21, p. 207–213, 2005.

SCHEUER, J. M.; TOMASI, D. B. A crotalária na adubação intercalar e reforma do cultivo de cana-de-açúcar. **Vivências**, v.7, n.12, p. 81-90, 2011.

SCHUMACHER, P. V.; MOTA, J. H.; YURI, J. E.; RESENDE, G. M. Competição de cultivares de alface em Jataí-GO. **Horticultura Brasileira**, v. 30, p. S2727-S2731, 2012.

SEABRA JÚNIOR, S.; SOUZA, S. B. S.; NEVES, L. G.; THEODORO, V. C. A.; NUNES, M. C. M.; NASCIMENTO, A. S.; RAMPAZZO, R.; LUZ, A. O.; LEÃO, L. L. Desempenho de cultivares de alface tipo crespa sob diferentes telas de sombreamento no período de inverno. **Horticultura Brasileira**, v. 28, p. S252-S259, 2010.

SEVERO, J.; TIECHER, A.; CHAVES, F. C.; SILVA J. A.; ROMBALDI, C.V. Gene transcript accumulation associated with physiological and chemical changes during stages of strawberry cv.Camarosa. **Food Chemistry**, v. 126, p. 995-1000, 2010.

SEVERO J; AZEVEDO ML; CHIM J; HREINERT RS; SILVA JA; ROMBALDI CV. 2007. Avaliação de compostos fenólicos, antocianinas e poder antioxidante em morangos cv. Aromas e Camarosa. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, XVI, Pelotas, RS. **Anais...** Pelotas: Universidade Federal de Pelotas. 2007

SHARPLEY, A.N.; McDOWELL, R.W.; KLEINMAN, P.J.A. Phosphorus loss from land to water: integrating agricultural and environmental management. **Plant and Soil**, v. 237, p. 287-307, 2001.

SILVA, D. J. ; FARIA, C. M. B.; PINTO, J. M. P.; COSTA, N. D. ; GAVA CAT DIAS, R. C. S.; GOMES, T. C. A.; ARAÚJO, J. L. P. Cultivo de melão orgânico: fosfatos naturais como fontes alternativas de fósforo. **Revista Brasileira de Fruticultura** v. 31, p. 559-566, 2009.

SILVA, D. R. G.; Marchi, G.; Spehar, C. R.; Guilherme, L. R. G.; Rein, T. A.; Soares, D. A.; Ávila, F. W. Characterization and nutrient release from silicate rocks and influence on chemical changes in soil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 36, p. 951-962, 2012.

SILVA, E. A. CASSIOLATO, A. N. R.; MALTONI, K. L.; SCABORA, M. H. Efeitos da rochagem e de resíduos orgânicos sobre aspectos químicos e microbiológicos de um subsolo exposto e sobre o crescimento de *Astronium fraxinifolium* Schott. **Revista Árvore**, v. 32, n. 02, p. 323-333, 2008.

SILVA, Fábio Cesar. **Manual de análises química de solo, plantas e fertilizantes**. 2. ed. Brasília: Embrapa Informática Agropecuária, 627p., 2009.

SILVA, J. A. A. da S.; VITTI, G. C.; STUCHI, E. S.; SEMPIONATO, O. R. Reciclagem e incorporação de nutrientes ao solo pelo cultivo intercalar de adubos verdes em pomar de laranjeira-pêra. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.24, n.1, 2002.

SILVA, M. L. C.; COSTA, R. S.; SANTANA, A. dos S.; KOBLITZ, M. G. B. Compostos fenólicos, carotenóides e atividade antioxidante em produtos vegetais. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 3, p. 669-682, 2010.

SILVA, P. R. F.; ARGENTA, G.; SANGOI, L.; STRIEDER, M. L. & SILVA, A. A. Estratégias de manejo de coberturas de solo no inverno para cultivo do milho em sucessão no sistema semeadura direta. **Ciência Rural**, v. 36, p. 1011-1020, 2006.

SILVEROL, A. C.; MACHADO FILHO, L. Utilização de pó de granito e manto de alteração de piroxenito para fertilização de solos. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 2, n. 1, p.703-707, 2007.

SOARES, A. D. S.; DE SOUZA, E. R.; AISENBERG, G.; PODEWILS, G. P.; SILVEIRA, C. A. P.; MESSIAS, R. S. Desempenho de diferentes agrominerais como fontes alternativas de nutrientes para a cultura da alface. Pelotas. **Anais...** Universidade Federal de Pelotas, 2012.

SOUZA, J. A. DE; CANESIN, R. C. F. S.; BUZETTI, S. Mobilidade de boro em mudas de pessegueiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.34, n.3, 2012.

STRASSBURGER, A. S.; PEIL, R. M. N.; SCHWENGBER, J. E.; STRASSBURGER, K. F. dos S.; GUIDOTTI, R. M. M. Acúmulo de nutrientes em duas cultivares de morangueiro em sistema de cultivo orgânico. **Cadernos de Agroecologia** – v.8, n.2, 2013.

SWAIN, T.; HILLIS, W. E. The phenolic constituents of *Prunus domestica* L.- The quantitative analysis of phenolic constituents. **Journal of Science and Food Agriculture**, Washington, v. 10, p. 63-68, 1959.

TAIZ, Lincoln; ZEIGER, Eduardo. **Plant physiology**. 2 ed. Sinauer Associates, Inc., 1998. 792 p.

TEDESCO, Marino Jose. **Análises de Solo, plantas e outros materiais**. Boletim Técnico nº 5, 2ª edição revisada e ampliada, Departamento de Solos, Faculdade de Agronomia, UFRGS, 1995.

TEIXEIRA, I. R.; BORÉM, A.; ARAÚJO, G. A. A.; ANDRADE, M. J. B. Teores de nutrientes e qualidade fisiológica de sementes de feijão em resposta à adubação foliar com manganês e zinco. **Bragantia**, Campinas, v. 64, n. 1, p. 83-88, 2005.

TEJADA, M.; GONZALEZ, J. L. Effects off foliar application of a byproduct of the two-step olive oil mill process on rice yield. **European Journal of Agronomy**. v. 21, n.1, p. 31-40, 2004.

THEODORO, Suzi Huff. **Conflitos e uso sustentável dos recursos naturais**. Rio de Janeiro: Garamond, 2002. 344 p.

VALANTIN, M. M.; VAISSIERE, B. E.; GARY, C.; ROBIN, P. Source-sink balance affects reproductive development and fruit quality in cantaloupe melon (*Cucumis melo* L.). **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**. v. 86, p. 105-117, 2006.

VAN RAIJ, B. Fertilidade do solo e adubação. Piracicaba: **Agronômica Ceres/POTAFOS**, 1991. 343 p.

VARGAS, P. F.; GALATTI, F. S.; SOUZA, J.O.; CASTOLDI, R.; CHARLO, H. C. O.; BRAZ, L. T. Physicochemical characteristics of experimental net melon hybrids developed in Brazil. **Horticultura Brasileira** v.31, p. 351-355, 2013.

VIGNOLO, G. K.; ARAUJO, V. F.; ANTUNES, L. E. C.; PICOLOTTO, L.; VIZZOTTO, M.; FERNANDES, A. Produção de frutos e compostos funcionais de quatro cultivares de morangueiro. **Horticultura Brasileira**, v.30, n.2, S3470-S3476, 2012.

VIGNOLO, G. K.; ARAUJO, V. F.; ANTUNES, L. E. C.; PICOLOTTO, L.; GONÇALVES, M. A.; FERNANDES, A. Doses de adubação na produção do melão e da alface em sucessão a cultura do morango. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 52., 2012, Salvador. **Anais...** Salvador: ABH, 2012.

VIGNOLO, G. K.; ARAUJO, V. F.; KUNDE, R. J. et al. Produção de morangos a partir de fertilizantes alternativos em pré-plantio. **Ciência Rural**, 41: 1755 –1761, 2011.

VINSON, J.A.; TEUFEL, K.; WU, N. Red wine, dealcoholized red wine, and especially grape juice, inhibit atherosclerosis in a hamster model. **Atherosclerosis**, v. 156, p. 67-72, 2001.

VIZZOTTO, Márcia. **Propriedades funcionais das pequenas frutas**. Informe Agropecuário, v. 33, n. 268, p. 84-88, 2012.

WATANABE, R., CHORNEY, W., SKOK, J., WENDER, S. H. Effect of boron deficiency on polyphenol production in the sunflower. **Phytochemistry**, n. 3, p.391-393, 1963.

WELLES, G. W. H.; BUITELAAR, K. Factors affecting soluble solids content of muskmelon. **Netherlands Journal of Agricultural Science**, Wageningen, v. 36, p. 239-246, 1988.

YURI, J. E.; RESENDE, G. M. DE; MOTA, J. H.; SOUZA, R. J. DE; CARVALHO, J. G. DE. Produção de alface-americana, em função de doses e épocas de aplicação de zinco. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.30, n.4, 2006.

Apêndices

Apêndice A - Manejo fitossanitário

Tabela A1. Manejo fitossanitário realizado na cultura do morango em 2011.

Data	Produto	Controle ou Prevenção
26/05/2011	Cercobin 700 WP + Lannate	Antracnose e mancha foliar
01/06/2011	Ridomil Gold MZ + Supra Starter	Ataque de insetos
09/06/2011	Cercobin 700 WP	Fitóftora
16/06/2011	Ridomil Gold MZ + Orthene® 750 BR	Sistema radicular (puxar raiz)
22/06/2011	Cercobin 700 WP + Manzate	Antracnose e mancha foliar
30/06/2011	Frowncide	Fitóftora
13/07/2011	Derosal 500 SC	Ataque de insetos
28/07/2011	Cercobin 700 WP	Antracnose e mancha foliar
09/08/2011	Ridomil Gold MZ	Mancha foliar
25/08/2011	Frowncide	Mancha de micosferela
15/09/2011	Rovral SC	Fungo de solo
05/10/2011	Actara	Antracnose e mancha foliar
21/10/2011	Frowncide	Fitóftora

Tabela A2. Manejo fitossanitário realizado na cultura do melão em 2012.

Data	Produto	Controle ou Prevenção
29/01/12	Cercobin 700 WP + Lannate	Antracnose
06/02/12	Manzate + Lannate	Manchas foliares
19/02/12	Cobre+ Dithane + Lannate	Requeima e Míldio
25/02/12	Lannate + Cerconil	Inseticida
05/03/12	Cobre+ Dithane + Lannate	Requeima e Míldio
12/03/12	Lannate + Cerconil	Inseticida
21/03/12	Score + Lannate	Oídio

Tabela A3. Manejo fitossanitário realizado na cultura da alface em 2012.

Data	Produto	Controle ou Prevenção
29/06/12	Amistar	Alternaria

Apêndice B - Tabelas de análise de variância para variáveis de produção, funcionais, físico-químicas, teores de nutrientes na planta e teores de nutrientes no solo pós-morangueiro.

Tabela B1. Análises da variância para as variáveis número de frutos, produção por planta e peso por fruto de morangueiro após a aplicação de 2 L ha⁻¹ de água de xisto. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2015.

Fontes de variação	GL	GL do erro	Nº de frutos por planta		Produção por planta		Peso por fruto	
			F	Prob.>F	F	Prob.>F	F	Prob.>F
Cultivar	1	3	0,83	0,4301	9,79	0,0521	292,2	0,0004
ABC	1	6	0,76	0,4161	1,12	0,3305	1,77	0,2312
Cultivar x ABC	1	6	3,19	0,1242	7,30	0,0355	2,69	0,1523
AX	3	36	0,37	0,7772	1,00	0,4025	2,61	0,0665
Cultivar x AX	3	36	1,17	0,3348	0,74	0,5374	0,14	0,9369
ABC x AX	3	36	0,98	0,4132	1,03	0,3901	1,28	0,2966
Cultivar x ABC x AX	3	36	1,63	0,1996	1,04	0,3851	0,63	0,5991
Média geral			1,87		29,11		15,24	
CV (%)			36,45		38,74		18,19	

Tabela B2. Análises da variância para as variáveis número de frutos, produção por planta e peso por fruto de morangueiro após a aplicação de 3 L ha⁻¹ de água de xisto. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2015.

Fontes de variação	GL	GL do erro	Nº de frutos por planta		Produção por planta		Peso por fruto	
			F	Prob.>F	F	Prob.>F	F	Prob.>F
Cultivar	1	3	0,37	0,5846	14,33	0,0323	14,52	0,0318
ABC	1	6	0,35	0,5742	0,36	0,5682	1,40	0,2811
Cultivar x ABC	1	6	2,52	0,1633	7,15	0,0368	0,04	0,8452
AX	3	36	2,49	0,0760	2,18	0,1074	0,13	0,9395
Cultivar x AX	3	36	0,56	0,6427	0,45	0,7203	0,69	0,5652
ABC x AX	3	36	0,46	0,7095	0,45	0,7219	0,99	0,4070
Cultivar x ABC x AX	3	36	0,37	0,7778	0,50	0,6824	0,44	0,7256
Média geral			6,64		112,74		16,98	
CV (%)			21,78		25,45		13,28	

Tabela B3. Análises da variância para as variáveis número de frutos, produção por planta e peso por fruto de morangueiro após a aplicação de 4 L ha⁻¹ de água de xisto. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2015.

Fontes de variação	GL	GL do erro	Nº de frutos por planta		Produção por planta		Peso por fruto	
			F	Prob.>F	F	Prob.>F	F	Prob.>F
Cultivar	1	3	5,50	0,1007	0,01	0,9376	5,71	0,0967
ABC	1	6	4,46	0,0793	10,95	0,0162	2,74	0,1488
Cultivar x ABC	1	6	23,05	0,0030	24,93	0,0025	0,01	0,9134
AX	3	36	0,81	0,4967	0,86	0,4705	0,68	0,5679
Cultivar x AX	3	36	1,56	0,2152	1,72	0,1801	1,12	0,3530
ABC x AX	3	36	0,07	0,9736	0,27	0,8494	0,87	0,4675
Cultivar x ABC x AX	3	36	0,37	0,7750	0,21	0,8872	0,32	0,8120
Média geral			15,93		272,88		17,08	
CV (%)			22,66		27,31		9,57	

Tabela B4. Análises da variância para as variáveis número de frutos, produção por planta e peso por fruto de morangueiro após a aplicação de 5 L ha⁻¹ de água de xisto. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2015.

Fontes de variação	GL	GL do erro	Nº de frutos por planta		Produção por planta		Peso por fruto	
			F	Prob.>F	F	Prob.>F	F	Prob.>F
Cultivar	1	3	1,59	0,2965	0,11	0,7634	5,16	0,1077
ABC	1	6	2,04	0,2027	3,78	0,1000	1,66	0,2457
Cultivar x ABC	1	6	3,85	0,0974	3,42	0,1141	0,21	0,6607
AX	3	36	1,05	0,3822	0,92	0,4408	1,31	0,2860
Cultivar x AX	3	36	1,47	0,2392	1,47	0,2393	0,65	0,5893
ABC x AX	3	36	0,20	0,8964	0,14	0,9385	0,68	0,5674
Cultivar x ABC x AX	3	36	0,52	0,6722	0,20	0,8936	0,12	0,9486
Média geral			22,36		355,05		15,74	
CV (%)			21,27		26,53		8,76	

Tabela B5. Análises da variância para as variáveis compostos fenólicos e antocianinas dos frutos de morangueiro. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2015.

Fontes de variação	GL	Compostos Fenólicos			Antocianinas		
		GL do erro	F	Prob.>F	GL do erro	F	Prob.>F
Cultivar	1	2,8	7,13	0,0826	2,9	24,08	0,018
ABC	1	3,9	0,41	0,5595	5,2	6,00	0,056
Cultivar x ABC	1	2,0	15,80	0,0604	5,2	0,02	0,896
AX	3	33,7	0,92	0,4436	34,5	0,95	0,426
Cultivar x AX	3	33,4	0,70	0,5603	34,5	2,08	0,121
ABC x AX	3	33,6	0,31	0,8191	34,5	0,28	0,841
Cultivar x ABC x AX	3	33,8	1,86	0,1556	34,5	1,39	0,263
Média geral			618,01			124,49	
CV (%)			16,85			16,96	

Tabela B6. Análise da variância para a variável atividade antioxidante dos frutos de morangueiro, Embrapa Clima Temperado. FAEM/UFPel, Pelotas, 2015.

Fontes de variação	Atividade antioxidante			
	GL	GL do erro	F	Prob.>F
Cultivar	1	2,98	1,62	0,2937
ABC	1	6,20	1,04	0,3457
Cultivar x ABC	1	6,18	0,03	0,8677
AX	3	30,5	2,35	0,0918
Cultivar x AX	3	30,6	1,65	0,1981
ABC x AX	3	30,6	2,28	0,0992
Cultivar x ABC x AX	3	30,5	0,54	0,6583
Média geral		5.761,91		
CV (%)		16,44		

Tabela B7. Análises da variância para as variáveis sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável e para relação SST/ATT dos frutos de morangueiro. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2015.

Fontes de variação	GL	GL do erro	SST (°Brix)		ATT (Acidez)		SST/ATT (Ratio)	
			F	Prob.>F	F	Prob.>F	F	Prob.>F
Cultivar	1	3	18,71	0,0228	130,23	0,0014	8,77	0,0595
ABC	1	6	0,82	0,3996	2,10	0,1973	0,27	0,6213
Cultivar x ABC	1	6	0,10	0,7622	0,11	0,7539	0,45	0,5283
AX	3	36	0,12	0,9465	0,73	0,5399	0,53	0,6647
Cultivar x AX	3	36	0,69	0,5617	1,90	0,1467	1,75	0,1738
ABC x AX	3	36	0,38	0,7683	0,68	0,5701	0,32	0,8100
Cultivar x ABC x AX	3	36	0,92	0,4426	0,95	0,4266	1,51	0,2292
Média geral			8,75		0,728		12,11	
CV (%)			11,1		8,36		10,73	

Tabela B8. Análises da variância para os teores dos nutrientes nitrogênio(N), fósforo(P) e potássio(K) nas folhas de morangueiro no início do florescimento (julho/2011). Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2015.

Fontes de variação	GL	GL do erro	N		P		K	
			F	Prob.>F	F	Prob.>F	F	Prob.>F
Cultivar	1	3	10,59	0,0473	56,16	0,0049	38,30	0,0085
ABC	1	6	1,25	0,3057	0,61	0,4642	8,48	0,0269
Cultivar x ABC	1	6	0,19	0,6797	0,24	0,6448	2,88	0,1407
AX	3	36	0,41	0,7487	1,13	0,3508	0,52	0,6711
Cultivar x AX	3	36	0,39	0,7631	1,43	0,2503	0,25	0,8612
ABC x AX	3	36	1,00	0,4020	1,73	0,1785	1,02	0,3964
Cultivar x ABC x AX	3	36	1,55	0,2179	2,11	0,1162	1,07	0,3720
Média geral			3,38		0,70		1,66	
CV (%)			7,97		8,60		6,48	

Tabela B9. Análises da variância para os teores dos nutrientes cálcio(Ca), magnésio(Mg) e boro (B) nas folhas de morangueiro no início do florescimento (julho/2011). Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2015.

Fontes de variação	GL	GL do erro	Ca		Mg		B	
			F	Prob.>F	F	Prob.>F	F	Prob.>F
Cultivar	1	3	8,05	0,0658	0,46	0,5463	0,41	0,5693
ABC	1	6	4,54	0,0772	5,94	0,0507	0,48	0,5135
Cultivar x ABC	1	6	3,18	0,1246	1,95	0,2119	0,48	0,5135
AX	3	36	0,53	0,6618	0,85	0,4735	0,85	0,4750
Cultivar x AX	3	36	1,45	0,2437	2,42	0,082	0,46	0,7152
ABC x AX	3	36	0,26	0,8513	0,29	0,8288	0,83	0,4849
Cultivar x ABC x AX	3	36	0,77	0,5158	0,66	0,5790	0,07	0,9737
Média geral			0,69		0,45		41,25	
CV (%)			13,07		6,74		7,62	

Tabela B10. Análises da variância para os teores dos nutrientes nitrogênio (N) e fósforo (P) nas folhas de morangueiro em noveABC de 2011. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2015.

Fontes de variação	GL	N			P		
		GL do erro	F	Prob.>F	GL do erro	F	Prob.>F
Cultivar	1	3,02	3,72	0,1487	3,01	3,83	0,1449
ABC	1	6,15	0,05	0,8259	5,93	0,46	0,5224
Cultivar x ABC	1	6,15	0,99	0,3574	5,93	0,17	0,6984
AX	3	35,6	0,82	0,4890	35,3	2,11	0,1166
Cultivar x AX	3	35,6	1,24	0,3083	35,3	2,31	0,0930
ABC x AX	3	35,6	0,31	0,8164	35,3	0,99	0,4096
Cultivar x ABC x AX	3	35,6	0,86	0,4722	35,3	0,62	0,6093
Média geral			2,52			8,52	
CV (%)			6,60			15,60	

Tabela B11. Análises da variância para os teores dos nutrientes potássio (K) e cálcio (Ca) nas folhas de morangueiro em noveABCo de 2011. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2015.

Fontes de variação	GL	K			Ca		
		GL do erro	F	Prob.>F	GL do erro	F	Prob.>F
Cultivar	1	3,01	0,03	0,8672	2,94	2,72	0,1992
ABC	1	6,08	0,28	0,6164	6,23	0,05	0,8300
Cultivar x ABC	1	6,08	0,22	0,6576	6,23	1,29	0,2976
AX	3	35,2	0,48	0,6982	35	0,57	0,6394
Cultivar x AX	3	35,2	0,96	0,4235	35	0,56	0,6477
ABC x AX	3	35,2	0,18	0,9103	35	1,73	0,1786
Cultivar x ABC x AX	3	35,2	0,59	0,6253	35	0,43	0,7320
Média geral			22,5			4,36	
CV (%)			8,6			19,1	

Tabela B12. Análises da variância para os teores dos nutrientes magnésio (Mg) e manganês (Mn) nas folhas de morangueiro, em noveABCo de 2011. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2015.

Fontes de variação	GL	Mg			Mn		
		GL do erro	F	Prob.>F	GL do erro	F	Prob.>F
Cultivar	1	3,04	5,76	0,0946	2,99	0,00	0,9643
ABC	1	6,02	0,10	0,7671	5,99	0,89	0,3822
Cultivar x ABC	1	6,02	0,03	0,8691	5,99	0,81	0,4020
AX	3	35,5	2,64	0,0644	35	1,02	0,3961
Cultivar x AX	3	35,5	0,88	0,4590	35	0,31	0,8176
ABC x AX	3	35,5	0,42	0,7387	35	2,18	0,1080
Cultivar x ABC x AX	3	35,5	3,13	0,0376	35	0,40	0,7551
Média geral			4,68			64,40	
CV (%)			13,50			16,10	

Tabela B13. Análises da variância para os teores dos nutrientes cobre (Cu) e ferro (Fe) nas folhas de morangueiro em noveABCo de 2011. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2015.

Fontes de variação	GL	Cu			Fe		
		GL do erro	F	Prob.>F	GL do erro	F	Prob.>F
Cultivar	1	3,01	6,22	0,0878	3,05	0,24	0,6564
ABC	1	6,06	0,19	0,6759	6,09	2,82	0,1431
Cultivar x ABC	1	6,06	0,08	0,7923	6,09	3,17	0,1244
AX	3	35,1	0,90	0,4496	35,3	0,27	0,8494
Cultivar x AX	3	35,1	1,01	0,4019	35,3	1,52	0,2268
ABC x AX	3	35,1	1,16	0,3379	35,3	0,30	0,8221
Cultivar x ABC x AX	3	35,1	1,38	0,2657	35,3	0,48	0,6968
Média geral			3,09			170,84	
CV (%)			13,58			14,53	

Tabela B14. Análises da variância para os teores dos nutrientes zinco (Zn) e enxofre (S) nas folhas de morangueiro em noveABCo de 2011. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2015.

Fontes de variação	GL	Zn			S		
		GL do erro	F	Prob.>F	GL do erro	F	Prob.>F
Cultivar	1	3,01	0,05	0,8395	3,04	3,65	0,1509
ABC	1	6,02	0,93	0,3729	6,19	1,59	0,2523
Cultivar x ABC	1	6,02	1,35	0,2887	6,19	0,01	0,9291
AX	3	35,1	0,47	0,7029	35,2	0,66	0,5848
Cultivar x AX	3	35,1	0,17	0,9127	35,2	0,59	0,6284
ABC x AX	3	35,1	0,19	0,9037	35,2	2,80	0,0543
Cultivar x ABC x AX	3	35,1	0,59	0,6270	35,2	0,48	0,6999
Média geral			31,78			0,10	
CV (%)			14,86			11,13	

Tabela B15. Análises da variância para os teores dos nutrientes cálcio (Ca) e potássio (K) nos frutos de morangueiro. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPEL, Pelotas, 2015.

Fontes de variação	GL	Ca			K		
		GL do erro	F	Prob.>F	GL do erro	F	Prob.>F
Cultivar	1	3,0	16,49	0,0266	1,9	569,3	0,0023
ABC	1	6,2	1,09	0,3367	5,9	0,71	0,4334
Cultivar x ABC	1	6,2	1,34	0,2904	5,9	0,40	0,5530
AX	3	35,5	0,54	0,6565	36,0	1,69	0,1854
Cultivar x AX	3	35,5	0,46	0,7149	36,0	10,34	<0,0001
ABC x AX	3	35,5	0,55	0,6536	36,0	2,45	0,0797
Cultivar x ABC x AX	3	35,5	0,27	0,8487	36,0	5,08	0,0049
Média geral			1,90			16,07	
CV (%)			27,10			6,59	

Tabela B16. Análises da variância para os teores dos nutrientes magnésio (Mg) e fósforo (P) nos frutos de morangueiro. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPEL, Pelotas, 2015.

Fontes de variação	GL	Mg			P		
		GL do erro	F	Prob.>F	GL do erro	F	Prob.>F
Cultivar	1	3,0	3,10	0,1757	3,0	11,85	0,0403
ABC	1	6,2	0,81	0,403	5,8	0,02	0,8884
Cultivar x ABC	1	6,2	4,77	0,0703	5,8	1,1	0,3357
AX	3	35,5	1,42	0,2533	35,3	0,95	0,4291
Cultivar x AX	3	35,5	3,85	0,0174	35,3	0,78	0,5154
ABC x AX	3	35,5	0,15	0,9268	35,3	1,91	0,1457
Cultivar x ABC x AX	3	35,5	1,05	0,3817	35,3	0,31	0,8147
Média geral			1,22			3,90	
CV (%)			8,49			10,06	

Tabela B17. Análises da variância para os teores dos nutrientes cobre (Cu) e manganês (Mn) nos frutos de morangueiro. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPEL, Pelotas, 2015.

Fontes de variação	GL	Cu			Mn		
		GL do erro	F	Prob.>F	GL do erro	F	Prob.>F
Cultivar	1	3,23	0,00	0,9554	2,94	5,50	0,1026
ABC	1	4,89	0,38	0,5637	6,17	7,38	0,0339
Cultivar x ABC	1	4,89	0,46	0,5264	6,17	0,42	0,5383
AX	3	29,7	1,05	0,3841	35,3	0,09	0,9638
Cultivar x AX	3	29,7	0,24	0,8706	35,3	0,96	0,4229
ABC x AX	3	29,7	1,82	0,1644	35,3	2,05	0,1249
Cultivar x ABC x AX	3	29,7	1,18	0,3358	35,3	0,22	0,8828
Média geral			2,72			27,10	
CV (%)			61,63			18,01	

Tabela B18. Análises da variância para os teores dos nutrientes ferro (Fe) e zinco (Zn) nos frutos de morangueiro. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPEL, Pelotas, 2015.

Fontes de variação	GL	Fe			Zn		
		GL do erro	F	Prob.>F	GL do erro	F	Prob.>F
Cultivar	1	3,0	6,28	0,0870	3,0	0,83	0,4307
ABC	1	6,0	1,93	0,2142	6,1	3,15	0,1251
Cultivar x ABC	1	6,0	0,00	0,9613	6,1	1,58	0,2549
AX	3	35,1	0,52	0,6703	35,0	0,62	0,6076
Cultivar x AX	3	35,1	0,12	0,9448	35,0	0,23	0,8767
ABC x AX	3	35,1	0,61	0,6138	35,0	1,69	0,1863
Cultivar x ABC x AX	3	35,1	1,54	0,2218	35,0	1,29	0,2927
Média geral			53,22			14,97	
CV (%)			20,09			14,42	

Tabela B19. Análises da variância para os teores dos nutrientes nitrogênio (N) e enxofre (S) nos frutos de morangueiro. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPEL, Pelotas, 2015.

Fontes de variação	GL	N			S		
		GL do erro	F	Prob.>F	GL do erro	F	Prob.>F
Cultivar	1	2,97	26,2	0,0148	3,0	0,83	0,4307
ABC	1	6,1	0,73	0,4241	6,1	3,15	0,1251
Cultivar x ABC	1	6,1	1,23	0,3097	6,1	1,58	0,2549
AX	3	36,1	0,91	0,4468	35	0,62	0,6076
Cultivar x AX	3	36,1	4,45	0,0093	35	0,23	0,8767
ABC x AX	3	36,1	2,42	0,0817	35	1,69	0,1863
Cultivar x ABC x AX	3	36,1	3,36	0,0292	35	1,29	0,2927
Média geral			0,90			0,27	
CV (%)			11,34			14,16	

Tabela B20. Análises da variância para os teores dos nutrientes cálcio (Ca), magnésio (Mg) e potássio (K) na parte aérea do morangueiro. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPEL, Pelotas, 2015.

Fontes de variação	GL	GL do erro	Ca		Mg		K	
			F	Prob.>F	F	Prob.>F	F	Prob.>F
Cultivar	1	3	2,68	0,2003	0,34	0,6008	137,4	0,0013
ABC	1	6	0,11	0,7556	0,32	0,5938	9,18	0,0231
Cultivar x ABC	1	6	0,02	0,8934	0,40	0,5509	0,70	0,4352
AX	3	36	2,44	0,0805	1,47	0,2399	0,44	0,7275
Cultivar x AX	3	36	1,63	0,1999	1,39	0,2603	0,42	0,7419
ABC x AX	3	36	2,57	0,0694	1,06	0,3787	0,79	0,510
Cultivar x ABC x AX	3	36	0,14	0,9355	0,34	0,7944	0,27	0,8472
Média geral			10,57		14,94		23,53	
CV (%)			10,40		3,08		7,28	

Tabela B21. Análises da variância para os teores dos nutrientes fósforo (P), cobre (Cu) e ferro (Fe) na parte aérea do morangueiro. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPEL, Pelotas, 2015.

Fontes de variação	GL	GL do erro	P		Cu		Fe	
			F	Prob.>F	F	Prob.>F	F	Prob.>F
Cultivar	1	3	1,26	0,3431	16,35	0,0272	0,51	0,5269
ABC	1	6	2,21	0,1880	0,47	0,5186	0,79	0,4070
Cultivar x ABC	1	6	0,12	0,7410	0,11	0,7488	1,42	0,2780
AX	3	36	0,18	0,9096	2,23	0,1014	1,25	0,3049
Cultivar x AX	3	36	1,68	0,1882	1,08	0,3684	0,77	0,5208
ABC x AX	3	36	3,49	0,0255	0,59	0,6240	1,29	0,2929
Cultivar x ABC x AX	3	36	1,99	0,1335	0,73	0,5409	0,71	0,5552
Média geral			4,18		5,34		452,92	
CV (%)			6,93		10,27		70,76	

Tabela B22. Análises da variância para os teores dos nutrientes manganês (Mn), zinco (Zn) e nitrogênio (N) na parte aérea do morangueiro. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPEL, Pelotas, 2015.

Fontes de variação	GL	GL do erro	Mn		Zn		N	
			F	Prob.>F	F	Prob.>F	F	Prob.>F
Cultivar	1	3	0,73	0,4553	1,49	0,3098	5,89	0,0935
ABC	1	6	1,67	0,2441	0,16	0,7035	0,99	0,3591
Cultivar x ABC	1	6	1,66	0,2453	0,92	0,3744	0,20	0,6740
AX	3	36	1,49	0,2337	1,44	0,2486	0,05	0,9831
Cultivar x AX	3	36	0,59	0,6281	0,15	0,9276	0,82	0,4900
ABC x AX	3	36	0,70	0,5574	0,40	0,7535	2,25	0,0991
Cultivar x ABC x AX	3	36	0,19	0,9005	0,14	0,9370	0,27	0,8431
Média geral			80,24		37,50		1,86	
CV (%)			15,52		16,08		6,83	

Tabela B23. Análises da variância para os teores dos nutrientes carbono (C), enxofre (S) e relação carbono/nitrogênio (C/N) na parte aérea do morangueiro. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPeL, Pelotas, 2015.

Fontes de variação	GL	GL do erro	C		S		C/N	
			F	Prob.>F	F	Prob.>F	F	Prob.>F
Cultivar	1	3	0,80	0,4370	1,42	0,3188	10,18	0,0497
ABC	1	6	0,52	0,4985	0,02	0,8970	2,59	0,1587
Cultivar x ABC	1	6	1,51	0,2644	0,80	0,4045	2,25	0,1845
AX	3	36	1,06	0,3800	0,36	0,7790	1,14	0,3455
Cultivar x AX	3	36	1,25	0,3049	0,74	0,5362	1,22	0,3170
ABC x AX	3	36	1,49	0,2346	1,04	0,3884	0,79	0,5101
Cultivar x ABC x AX	3	36	1,21	0,3184	0,48	0,6974	0,82	0,4916
Média geral			40,84		0,12		22,04	
CV (%)			11,69		25,85		15,10	

Tabela B24. Análises da variância para as variáveis pH e teor de fósforo (P) no solo pós-morangueiro. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPeL, Pelotas, 2015.

Fontes de variação	GL	GL do erro	pH		P	
			F	Prob.>F	F	Prob.>F
Cultivar	1	3	0,03	0,864	1,09	0,374
ABC	1	6	2,96	0,136	1,11	0,332
Cultivar x ABC	1	6	0,02	0,899	0,58	0,476
AX	3	36	1,41	0,257	0,95	0,426
Cultivar x AX	3	36	0,38	0,768	0,65	0,589
ABC x AX	3	36	0,78	0,511	0,09	0,963
Cultivar x ABC x AX	3	36	0,45	0,716	1,11	0,359
Média geral			5,58		532,01	
CV (%)			1,91		14,04	

Tabela B25. Análises da variância para as variáveis teores de potássio (K) e cálcio (Ca) no solo pós- morangueiro. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPeL, Pelotas, 2015.

Fontes de variação	GL	GL do erro	K		Ca	
			F	Prob.>F	F	Prob.>F
Cultivar	1	3	0,27	0,638	0,57	0,506
ABC	1	6	2,43	0,170	0,04	0,855
Cultivar x ABC	1	6	0,03	0,866	0,29	0,611
AX	3	36	2,60	0,067	1,56	0,216
Cultivar x AX	3	36	1,44	0,248	1,46	0,243
ABC x AX	3	36	0,75	0,528	0,62	0,604
Cultivar x ABC x AX	3	36	1,81	0,162	0,62	0,606
Média geral			120,81		4,16	
CV (%)			13,04		8,03	

Tabela B26. Análises da variância para as variáveis teor de magnésio (Mg) e capacidade de troca de cátions (CTC) no solo pós-morangueiro. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPeL, Pelotas, 2015.

Fontes de variação	GL	GL do erro	Mg		CTC	
			F	Prob.>F	F	Prob.>F
Cultivar	1	3	0,00	0,992	0,36	0,590
ABC	1	6	0,74	0,422	0,01	0,916
Cultivar x ABC	1	6	0,02	0,897	0,14	0,719
AX	3	36	1,26	0,302	1,71	0,181
Cultivar x AX	3	36	2,02	0,129	1,68	0,189
ABC x AX	3	36	1,10	0,361	0,68	0,572
Cultivar x ABC x AX	3	36	1,07	0,373	0,49	0,689
Média geral			1,74		6,28	
CV (%)			7,68		6,82	

Tabela B27. Análises da variância para as variáveis capacidade de troca de cátion em pH 7 e saturação de bases no solo pós-morangueiro. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPeL, Pelotas, 2015.

Fontes de variação	GL	GL do erro	CTC _{pH7}		Saturação de bases	
			F	Prob.>F	F	Prob.>F
Cultivar	1	3	0,12	0,754	0,53	0,517
ABC	1	6	1,52	0,264	2,33	0,178
Cultivar x ABC	1	6	1,36	0,287	0,11	0,749
AX	3	36	0,90	0,452	5,18	0,004
Cultivar x AX	3	36	2,31	0,093	1,33	0,280
ABC x AX	3	36	0,53	0,661	0,86	0,471
Cultivar x ABC x AX	3	36	0,80	0,501	0,35	0,792
Média geral			9,26		66,59	
CV (%)			4,93		4,62	

Tabela B28. Análises da variância para as variáveis saturação de alumínio e teor de Cobre (Cu) no solo pós-morangueiro. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPeL, Pelotas, 2015.

Fontes de variação	GL	GL do erro	Saturação de alumínio		Cu	
			F	Prob.>F	F	Prob.>F
Cultivar	1	3	0,83	0,429	0,00	0,951
ABC	1	6	1,58	0,256	0,03	0,865
Cultivar x ABC	1	6	0,00	0,978	0,34	0,582
AX	3	36	0,98	0,412	0,34	0,796
Cultivar x AX	3	36	0,27	0,847	0,96	0,424
ABC x AX	3	36	0,35	0,789	0,24	0,869
Cultivar x ABC x AX	3	36	0,37	0,774	0,15	0,931
Média geral			1,25		4,07	
CV (%)			70,80		10,68	

Tabela B29. Análises da variância para as variáveis teor de enxofre (S) e teor de boro (B) no solo pós-morangueiro. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPeL, Pelotas, 2015.

Fontes de variação	GL	GL do erro	S		B	
			F	Prob.>F	F	Prob.>F
Cultivar	1	3	1,84	0,268	3,27	0,168
ABC	1	6	12,4	0,013	0,19	0,678
Cultivar x ABC	1	6	1,58	0,255	0,19	0,678
AX	3	36	1,26	0,303	1,00	0,406
Cultivar x AX	3	36	0,82	0,492	0,91	0,443
ABC x AX	3	36	0,41	0,749	0,59	0,625
Cultivar x ABC x AX	3	36	2,79	0,054	0,85	0,476
Média geral			15,00		0,30	
CV (%)			21,64		53,69	

Tabela B30. Análises da variância para a variável teor de manganês (Mn) no solo pós-morangueiro. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPeL, Pelotas, 2015.

Fontes de variação	Mn			
	GL	GL do erro	F	Prob.>F
Cultivar	1	3	1,59	0,296
ABC	1	6	1,04	0,347
Cultivar x ABC	1	6	1,06	0,343
AX	3	36	0,33	0,805
Cultivar x AX	3	36	1,52	0,226
ABC x AX	3	36	0,49	0,690
Cultivar x ABC x AX	3	36	1,41	0,256
Média geral	13,79			
CV (%)	13,81			

Apêndice C - Tabelas da análise de variância para variáveis de produção, compostos funcionais, físico-químicas, análise química dos frutos e análise química do solo pós-meloeiro.

Tabela C1. Análises da variância para as variáveis número de frutos, produção por planta e produção por fruto de meloeiro. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPEL, Pelotas, 2015.

Fontes de variação	GL	GL do erro	Nº frutos por planta		Produção por planta		Peso por fruto	
			F	Prob.>F	F	Prob.>F	F	Prob.>F
Cultivar	1	3	1,39	0,3228	0,63	0,4858	0,85	0,4246
ABC	1	6	7,86	0,0310	5,68	0,0545	2,23	0,1861
Cultivar x ABC	1	6	0,35	0,5737	0,80	0,4042	0,28	0,6135
Média geral			3,22		3,53		1,11	
CV (%)			11,42		13,07		4,06	

Tabela C2. Análises da variância para as variáveis compostos fenólicos e atividade antioxidante dos frutos de meloeiro. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPEL, Pelotas, 2015.

Fontes de variação	GL	GL do erro	Compostos fenólicos		Atividade Antioxidante	
			F	Prob.>F	F	Prob.>F
Cultivar	1	3	0,50	0,5300	0,93	0,4058
ABC	1	6	0,45	0,5276	0,03	0,8774
Cultivar x ABC	1	6	1,98	0,2093	1,31	0,2953
Média geral			134,50		1061,02	
CV (%)			7,06		9,13	

Tabela C3. Análises da variância para as variáveis sólidos solúveis totais (SST) e acidez dos frutos de meloeiro. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPEL, Pelotas, 2015.

Fontes de variação	GL	SST (°Brix)			Acidez		
		GL do erro	F	Prob.>F	GL do erro	F	Prob.>F
Cultivar	1	3	0,85	0,4246	3	2,60	0,2054
ABC	1	6	2,23	0,1861	6	1,17	0,3208
Cultivar x ABC	1	6	0,28	0,6135	6	1,17	0,3208
Média geral			7,44			0,14	
CV (%)			10,15			11,87	

Tabela C4. Análises da variância para os teores dos nutrientes cálcio (Ca) e magnésio (Mg) nos frutos de meloeiro. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPEL, Pelotas, 2015.

Fontes de variação	GL	Ca			Mg		
		GL do erro	F	Prob.>F	GL do erro	F	Prob.>F
Cultivar	1	3	4,32	0,1293	3	0,16	0,7143
ABC	1	6	1,40	0,2818	6	0,83	0,3963
Cultivar x ABC	1	6	1,17	0,3204	6	2,12	0,1954
Média geral			1,48			2,22	
CV (%)			50,18			6,52	

Tabela C5. Análises da variância para os teores dos nutrientes potássio (K) e fósforo (P) nos frutos de meloeiro. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPEL, Pelotas, 2015.

Fontes de variação	GL	K			P		
		GL do erro	F	Prob.>F	GL do erro	F	Prob.>F
Cultivar	1	3	0,35	0,5935	3	1,26	0,3439
ABC	1	6	0,02	0,9052	6	0,11	0,7530
Cultivar x ABC	1	6	0,74	0,4217	6	1,29	0,2989
Média geral			29,97			3,22	
CV (%)			3,49			8,27	

Tabela C6. Análises da variância para os teores dos nutrientes cobre (Cu) e ferro (Fe) nos frutos de meloeiro. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPEL, Pelotas, 2015.

Fontes de variação	GL	Cu			F		
		GL do erro	F	Prob.>F	GL do erro	F	Prob.>F
Cultivar	1	3	0,18	0,7024	3	0,13	0,7390
ABC	1	6	1,93	0,2137	6	0,08	0,7899
Cultivar x ABC	1	6	0,81	0,4026	6	0,36	0,5697
Média geral			3,96			7,91	
CV (%)			14,59			11,17	

Tabela C7. Análises da variância para os teores dos nutrientes zinco (Zn) e boro (B) nos frutos de meloeiro. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPEL, Pelotas, 2015.

Fontes de variação	GL	Zn			B		
		GL do erro	F	Prob.>F	GL do erro	F	Prob.>F
Cultivar	1	3	0,41	0,5667	3	2,88	0,1883
ABC	1	6	0,11	0,7544	6	0,34	0,5791
Cultivar x ABC	1	6	1,27	0,3027	6	1,45	0,2745
Média geral			18,59			0,28	
CV (%)			13,65			29,87	

Tabela C8. Análises da variância para os teores dos nutrientes nitrogênio (N) e enxofre (S) nos frutos de meloeiro. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPEL, Pelotas, 2015.

Fontes de variação	GL	N			S		
		GL do erro	F	Prob.>F	GL do erro	F	Prob.>F
Cultivar	1	3	1,24	0,3463	3	0,63	0,4857
ABC	1	6	0,18	0,6823	6	0,01	0,9374
Cultivar x ABC	1	6	1,71	0,2392	6	0,02	0,8908
Média geral			0,57			0,28	
CV (%)			8,69			21,74	

Tabela C9. Análises da variância para as variáveis pH e teor de fósforo (P) no solo pós-meloeiro. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPEL, Pelotas, 2015.

Fontes de variação	GL	GL do erro	pH		P	
			F	Prob.>F	F	Prob.>F
Cultivar	1	3	0,11	0,7577	0,73	0,4547
ABC	1	6	0,00	1,0000	1,68	0,2426
Cultivar x ABC	1	6	2,49	0,1654	0,59	0,4698
Média geral			5,67		547,42	
CV (%)			3,50		7,82	

Tabela C10. Análises da variância para as variáveis teores de potássio (K) e cálcio (Ca) no solo pós-meloeiro. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPEL, Pelotas, 2015.

Fontes de variação	GL	GL do erro	K		Ca	
			F	Prob.>F	F	Prob.>F
Cultivar	1	3	0,01	0,9212	0,32	0,6088
ABC	1	6	6,78	0,0404	2,83	0,1435
Cultivar x ABC	1	6	0,75	0,4186	0,07	0,8069
Média geral			88,13		4,19	
CV (%)			9,15		5,09	

Tabela C11. Análises da variância para as variáveis teor de magnésio (Mg) e manganês (Mn) no solo pós-meloeiro. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPeL, Pelotas, 2015.

Fontes de variação	GL	GL do erro	Mg		Mn	
			F	Prob.>F	F	Prob.>F
Cultivar	1	3	0,03	0,8727	0,23	0,6649
ABC	1	6	0,25	0,6318	1,01	0,3527
Cultivar x ABC	1	6	0,45	0,5291	0,04	0,8483
Média geral			1,68		19,67	
CV (%)			7,31		15,11	

Tabela C12. Análises da variância para as variáveis capacidade de troca de cátion em pH 7 e saturação de bases no solo pós-meloeiro. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPeL, Pelotas, 2015.

Fontes de variação	GL	GL do erro	CTC _{pH7}		Saturação de bases	
			F	Prob.>F	F	Prob.>F
Cultivar	1	3	0,40	0,5706	0,00	0,9852
ABC	1	6	0,39	0,5551	0,20	0,6729
Cultivar x ABC	1	6	0,72	0,4284	1,82	0,2258
Média geral			8,63		70,62	
CV (%)			4,52		4,67	

Tabela C13. Análises da variância para as variáveis saturação de alumínio e teor de Cobre (Cu) no solo pós-meloeiro. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPeL, Pelotas, 2015.

Fontes de variação	GL	GL do erro	Saturação de alumínio		Cu	
			F	Prob.>F	F	Prob.>F
Cultivar	1	3	1,00	0,3910	0,06	0,8281
ABC	1	6	0,50	0,5079	0,04	0,8444
Cultivar x ABC	1	6	1,94	0,2131	0,22	0,6569
Média geral			0,70		3,61	
CV (%)			123,62		13,22	

Tabela C14. Análises da variância para as variáveis teor de enxofre (S) e teor de boro (B) no solo pós-meloeiro. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPeL, Pelotas, 2015.

Fontes de variação	GL	GL do erro	S		B	
			F	Prob.>F	F	Prob.>F
Cultivar	1	3	0,01	0,9328	0,01	0,9396
ABC	1	6	12,35	0,0126	0,12	0,7420
Cultivar x ABC	1	6	1,36	0,2871	0,12	0,7420
Média geral			14,85		0,35	
CV (%)			8,58		15,60	

Apêndice D - Tabelas da análise de variância para variáveis de produção, compostos funcionais, análise química das folhas e análise química do solo pós-alface.

Tabela D1. Análise da variância para a variável produção por planta de alface. Embrapa Clima Temperado. FAEM/UFPel, Pelotas, 2015.

Fontes de variação	Produção por planta			
	GL	GL do erro	F	Prob.>F
Cultivar	1	3	0,09	0,7883
ABC	1	6	2,72	0,1499
Cultivar x ABC	1	6	0,59	0,4705
AX	3	36	2,72	0,0590
Cultivar x AX	3	36	0,81	0,4962
ABC x AX	3	36	2,24	0,1006
Cultivar x ABC x AX	3	36	1,39	0,2629
Média geral	380,22			
CV (%)	8,19			

Tabela D2. Análises da variância para as variáveis compostos fenólicos e atividade antioxidante de alface. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2015.

Fontes de variação	GL	GL do erro	Compostos fenólicos		Atividade Antioxidante	
			F	Prob.>F	F	Prob.>F
Cultivar	1	3	0,68	0,4713	0,38	0,5800
ABC	1	6	1,88	0,2191	3,68	0,1034
Cultivar x ABC	1	6	0,14	0,7167	0,01	0,9458
AX	3	36	3,55	0,0237	3,18	0,0356
Cultivar x AX	3	36	2,29	0,0951	0,77	0,5206
ABC x AX	3	36	0,19	0,9006	0,03	0,9928
Cultivar x ABC x AX	3	36	1,95	0,1390	1,55	0,2185
Média geral			239,49		2959,58	
CV (%)			19,16		24,33	

Tabela D3. Análises da variância para os teores dos nutrientes cálcio (Ca), magnésio (Mg) e potássio (K) nas folhas de alface. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2015.

Fontes de variação	GL	GL do erro	Ca		Mg		K	
			F	Prob.>F	F	Prob.>F	F	Prob.>F
Cultivar	1	3	0,27	0,6406	0,00	0,9768	0,01	0,9248
ABC	1	6	14,99	0,0082	1,43	0,2771	3,73	0,1017
Cultivar x ABC	1	6	2,11	0,1966	0,00	0,9612	1,54	0,2612
AX	3	36	1,89	0,1480	0,86	0,4724	0,50	0,6838
Cultivar x AX	3	36	1,73	0,1782	1,01	0,3982	0,19	0,9032
ABC x AX	3	36	0,46	0,7116	1,22	0,3160	2,13	0,1137
Cultivar x ABC x AX	3	36	1,03	0,3895	0,94	0,4300	1,16	0,3369
Média geral			13,38		8,14		49,46	
CV (%)			23,25		9,35		9,14	

Tabela D4. Análises da variância para os teores dos nutrientes fósforo (P), cobre (Cu) e ferro (Fe) nas folhas de alface. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPEL, Pelotas, 2015.

Fontes de variação	GL	GL do erro	P		Cu		Fe	
			F	Prob.>F	F	Prob.>F	F	Prob.>F
Cultivar	1	3	0,11	0,7661	2,17	0,2367	1,21	0,3524
ABC	1	6	1,07	0,3405	0,11	0,7491	1,19	0,3164
Cultivar x ABC	1	6	0,08	0,7823	0,04	0,8576	0,00	0,9843
AX	3	36	0,96	0,4230	1,94	0,1406	0,13	0,9438
Cultivar x AX	3	36	0,46	0,7116	2,31	0,0932	0,72	0,5455
ABC x AX	3	36	0,76	0,5248	0,92	0,4415	1,35	0,2732
Cultivar x ABC x AX	3	36	0,57	0,6358	1,39	0,2604	0,34	0,7969
Média geral			3,99		14,39		231,26	
CV (%)			8,91		64,74		35,76	

Tabela D5. Análises da variância para os teores dos nutrientes manganês (Mn), zinco (Zn) e nitrogênio (N) nas folhas de alface. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPEL, Pelotas, 2015.

Fontes de variação	GL	GL do erro	Mn		Zn		N	
			F	Prob.>F	F	Prob.>F	F	Prob.>F
Cultivar	1	3	0,14	0,7317	0,39	0,5745	0,00	0,9956
ABC	1	6	0,23	0,6511	0,44	0,5320	1,30	0,2977
Cultivar x ABC	1	6	0,47	0,5184	0,15	0,7120	0,2	0,6518
AX	3	36	6,71	0,0010	20,35	<,0001	1,27	0,2985
Cultivar x AX	3	36	1,28	0,2949	0,30	0,8277	1,51	0,2286
ABC x AX	3	36	1,36	0,2701	1,41	0,2566	0,54	0,6565
Cultivar x ABC x AX	3	36	1,90	0,1470	1,82	0,1615	0,71	0,5533
Média geral			105,17		102,94		5,00	
CV (%)			12,00		9,14		2,77	

Tabela D6. Análise da variância para o teor enxofre (S) nas folhas de alface. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPEL, Pelotas, 2015.

Fontes de variação	S			
	GL	GL do erro	F	Prob.>F
Cultivar	1	3,05	0,12	0,7509
ABC	1	6,08	3,19	0,1235
Cultivar x ABC	1	6,08	0,95	0,3676
AX	3	35,4	0,86	0,4708
Cultivar x AX	3	35,4	1,62	0,2023
ABC x AX	3	35,4	1,10	0,3622
Cultivar x ABC x AX	3	35,4	0,50	0,6814
Média geral	0,23			
CV (%)	9,43			

Tabela D7. Análises da variância para as variáveis pH e teor de fósforo (P) no solo pós-alface. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPEL, Pelotas, 2015.

Fontes de variação	GL	GL do erro	pH		P	
			F	Prob.>F	F	Prob.>F
Cultivar	1	3	0,09	0,7791	2,35	0,2226
ABC	1	6	1,55	0,2589	0,06	0,8187
Cultivar x ABC	1	6	0,09	0,7766	2,87	0,1411
AX	3	36	0,25	0,8632	0,08	0,9711
Cultivar x AX	3	36	0,40	0,7550	0,55	0,6536
ABC x AX	3	36	0,88	0,4629	3,19	0,0352
Cultivar x ABC x AX	3	36	0,75	0,5322	1,34	0,2752
Média geral			5,66		532,21	
CV (%)			2,45		11,02	

Tabela D8. Análises da variância para as variáveis teores de potássio (K) e cálcio (Ca) no solo pós-alface. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPEL, Pelotas, 2015.

Fontes de variação	GL	GL do erro	K		Ca	
			F	Prob.>F	F	Prob.>F
Cultivar	1	3	0,02	0,8868	0,02	0,9103
ABC	1	6	1,41	0,2794	4,45	0,0795
Cultivar x ABC	1	6	1,22	0,3113	0,76	0,4164
AX	3	36	1,80	0,1651	1,09	0,3640
Cultivar x AX	3	36	0,70	0,5603	0,10	0,9622
ABC x AX	3	36	1,53	0,2245	0,67	0,5739
Cultivar x ABC x AX	3	36	1,84	0,1575	0,08	0,9701
Média geral			83,19		4,37	
CV (%)			15,17		10,17	

Tabela D9. Análises da variância para as variáveis teor de magnésio (Mg) e capacidade de troca de cátions (CTC) no solo pós-alface. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPEL, Pelotas, 2015.

Fontes de variação	GL	GL do erro	Mg		CTC	
			F	Prob.>F	F	Prob.>F
Cultivar	1	3	0,00	0,9670	0,00	0,9524
ABC	1	6	0,09	0,7699	1,63	0,2488
Cultivar x ABC	1	6	0,27	0,6225	0,17	0,6926
AX	3	36	0,50	0,6817	0,75	0,5287
Cultivar x AX	3	36	0,39	0,7580	0,03	0,9914
ABC x AX	3	36	1,35	0,2727	0,52	0,6732
Cultivar x ABC x AX	3	36	0,77	0,5208	0,07	0,9779
Média geral			1,70		6,32	
CV (%)			11,08		9,67	

Tabela D10. Análises da variância para as variáveis capacidade de troca de cátion em pH 7 e saturação de bases no solo pós-alface. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPEL, Pelotas, 2015.

Fontes de variação	GL	GL do erro	CTC _{pH7}		Saturação de bases	
			F	Prob.>F	F	Prob.>F
Cultivar	1	3	0,10	0,7766	0,00	0,9579
ABC	1	6	7,97	0,0302	0,01	0,9158
Cultivar x ABC	1	6	7,11	0,0372	0,99	0,3576
AX	3	36	1,58	0,2103	0,19	0,9020
Cultivar x AX	3	36	0,59	0,6235	0,78	0,5132
ABC x AX	3	36	1,3	0,2809	0,39	0,7624
Cultivar x ABC x AX	3	36	0,26	0,8518	0,51	0,6785
Média geral			9,03		68,99	
CV (%)			7,64		6,00	

Tabela D11. Análises da variância para as variáveis saturação de alumínio e teor de zinco (Zn) no solo pós-alface. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPEL, Pelotas, 2015.

Fontes de variação	GL	GL do erro	Saturação de alumínio		Zn	
			F	Prob.>F	F	Prob.>F
Cultivar	1	3	0,27	0,6413	1,30	0,3364
ABC	1	6	0,07	0,7961	0,58	0,4766
Cultivar x ABC	1	6	0,20	0,6720	0,89	0,3820
AX	3	36	0,77	0,5177	3,33	0,0303
Cultivar x AX	3	36	0,95	0,4263	0,47	0,7041
ABC x AX	3	36	1,17	0,3361	1,71	0,1819
Cultivar x ABC x AX	3	36	0,97	0,4189	0,41	0,7500
Média geral			0,62		11,54	
CV (%)			203,40		10,63	

Tabela D12. Análises da variância para as variáveis teor de cobre (Cu) e teor de enxofre (S) no solo pós-alface. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPeL, Pelotas, 2015.

Fontes de variação	GL	GL do erro	Cu		S	
			F	Prob.>F	F	Prob.>F
Cultivar	1	3	7,86	0,0676	1,15	0,3625
ABC	1	6	0,01	0,9178	12,21	0,0129
Cultivar x ABC	1	6	0,28	0,6168	0,18	0,6857
AX	3	36	1,29	0,2928	1,72	0,1801
Cultivar x AX	3	36	0,83	0,4865	1,21	0,3210
ABC x AX	3	36	3,45	0,0265	2,03	0,1265
Cultivar x ABC x AX	3	36	0,28	0,8374	1,27	0,2988
Média geral			3,81		8,03	
CV (%)			13,34		17,14	

Tabela D13. Análises da variância para as variáveis teor de boro (B) e teor de manganês (Mn) no solo pós-alface. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPeL, Pelotas, 2015.

Fontes de variação	GL	GL do erro	B		Mn	
			F	Prob.>F	F	Prob.>F
Cultivar	1	3	0,17	0,7065	1,00	0,3908
ABC	1	6	0,00	1,0000	4,73	0,0726
Cultivar x ABC	1	6	0,10	0,7681	0,00	0,9603
AX	3	36	2,08	0,1203	0,78	0,5111
Cultivar x AX	3	36	0,50	0,6828	0,80	0,5037
ABC x AX	3	36	0,07	0,9771	0,68	0,5676
Cultivar x ABC x AX	3	36	2,16	0,1102	0,97	0,4188
Média geral			0,33		19,94	
CV (%)			42,01		17,71	

Apêndice E - Tabelas da análise de variância para variáveis de produção, análise química das plantas de aveia-preta e ervilhaca e análise química do solo pós-consórcio aveia-preta/ervilhaca.

Tabela E1. Análises da variância para a variável produção de aveia/ervilhaca. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPeL, Pelotas, 2015.

Fontes de variação	Produção			
	GL	GL do erro	F	Prob.>F
Cultivar	1	3	0,49	0,5339
ABC	1	6	0,61	0,4653
Cultivar x ABC	1	6	0,61	0,4653
Média geral	0,780			
CV (%)	34,7			

Tabela E2. Análises da variância para os teores dos nutrientes cálcio (Ca), magnésio (Mg) e potássio (K) nas plantas de aveia. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPeL, Pelotas, 2015.

Fontes de variação	GL	GL do erro	Ca		Mg		K	
			F	Prob.>F	F	Prob.>F	F	Prob.>F
Cultivar	1	3	4,46	0,1252	0,00	0,9817	17,8	0,0243
ABC	1	6	1,00	0,3568	0,02	0,9052	0,00	0,9874
Cultivar x ABC	1	6	0,01	0,9198	0,10	0,7667	0,40	0,5487
Média geral			3,84		1,95		3,92	
CV (%)			14,87		12,39		19,38	

Tabela E3. Análises da variância para os teores dos nutrientes fósforo (P), cobre (Cu) e ferro (Fe) nas plantas de aveia. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPeL, Pelotas, 2015.

Fontes de variação	GL	GL do erro	P		Cu		Fe	
			F	Prob.>F	F	Prob.>F	F	Prob.>F
Cultivar	1	3	0,18	0,6985	1,35	0,3292	0,49	0,5335
ABC	1	6	2,44	0,1694	5,36	0,0599	1,41	0,2806
Cultivar x ABC	1	6	0,66	0,4487	1,98	0,2090	0,00	0,9643
Média geral			0,41		3,14		508,76	
CV (%)			61,51		32,5		44,82	

Tabela E4. Análises da variância para os teores dos nutrientes manganês (Mn), zinco (Zn) e boro (B) nas plantas de aveia. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPeL, Pelotas, 2015.

Fontes de variação	GL	GL do erro	Mn		Zn		B	
			F	Prob.>F	F	Prob.>F	F	Prob.>F
Cultivar	1	3	0,03	0,8783	0,27	0,6396	2,46	0,2145
ABC	1	6	0,18	0,6852	0,83	0,3987	2,78	0,1465
Cultivar x ABC	1	6	1,78	0,2307	1,68	0,2421	2,88	0,1408
Média geral			113,77		51,20		0,62	
CV (%)			14,06		13,03		27,94	

Tabela E5. Análises da variância para os teores dos nutrientes nitrogênio (N) e enxofre (S) nas plantas de aveia. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPeL, Pelotas, 2015.

Fontes de variação	GL	GL do erro	N		S	
			F	Prob.>F	F	Prob.>F
Cultivar	1	3	0,02	0,8859	0,01	0,9355
ABC	1	6	1,28	0,3009	0,17	0,6945
Cultivar x ABC	1	6	0,78	0,4125	0,05	0,8231
Média geral			0,68		0,12	
CV (%)			8,76		30,36	

Tabela E6. Análises da variância para os teores dos nutrientes cálcio (Ca), magnésio (Mg) e potássio (K) nas plantas de ervilhaca. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPEL, Pelotas, 2015.

Fontes de variação	GL	GL do erro	Ca		Mg		K	
			F	Prob.>F	F	Prob.>F	F	Prob.>F
Cultivar	1	3	0,09	0,7781	0,56	0,5081	2,20	0,2348
ABC	1	6	2,87	0,1414	0,78	0,4110	0,81	0,4016
Cultivar x ABC	1	6	0,07	0,7970	0,43	0,5368	2,24	0,1852
Média geral			15,6		5,12		19,49	
CV (%)			10,5		12,81		21,69	

Tabela E7. Análises da variância para os teores dos nutrientes fósforo (P), cobre (Cu) e ferro (Fe) nas plantas de ervilhaca. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPEL, Pelotas, 2015.

Fontes de variação	GL	GL do erro	P		Cu		Fe	
			F	Prob.>F	F	Prob.>F	F	Prob.>F
Cultivar	1	3	0,20	0,6821	10,3	0,0489	0,01	0,9327
ABC	1	6	3,50	0,1104	1,08	0,3394	0,03	0,8579
Cultivar x ABC	1	6	1,12	0,3297	0,11	0,7480	3,85	0,0973
Média geral			5,7		8,03		197,85	
CV (%)			12,2		23,97		26,96	

Tabela E8. Análises da variância para os teores dos nutrientes manganês (Mn), zinco (Zn) e boro (B) nas plantas de ervilhaca. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPEL, Pelotas, 2015.

Fontes de variação	GL	GL do erro	Mn		Zn		B	
			F	Prob.>F	F	Prob.>F	F	Prob.>F
Cultivar	1	3	0,81	0,4344	0,00	0,9548	0,04	0,8576
ABC	1	6	2,29	0,1813	2,40	0,1722	0,12	0,7390
Cultivar x ABC	1	6	0,37	0,5651	1,86	0,2211	2,09	0,1984
Média geral			58,68		104,56		0,52	
CV (%)			25,24		12,74		9,70	

Tabela E9. Análises da variância para os teores dos nutrientes nitrogênio (N) e enxofre (S) nas plantas de ervilhaca. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPEL, Pelotas, 2015.

Fontes de variação	GL	GL do erro	N		S	
			F	Prob.>F	F	Prob.>F
Cultivar	1	3	0,54	0,5156	0,90	0,4123
ABC	1	6	1,05	0,3441	1,20	0,3162
Cultivar x ABC	1	6	0,81	0,4021	1,00	0,3567
Média geral			2,93		0,44	
CV (%)			11,27		155,08	

Tabela E10. Análises da variância para as variáveis pH e teor de fósforo (P) no solo pós-consórcio aveia/ervilhaca. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPEL, Pelotas, 2015.

Fontes de variação	GL	GL do erro	pH		P	
			F	Prob.>F	F	Prob.>F
Cultivar	1	3	0,04	0,8558	0,00	0,9511
ABC	1	6	0,48	0,5138	0,02	0,8845
Cultivar x ABC	1	6	1,92	0,2147	0,77	0,4135
Média geral			5,35		284,13	
CV (%)			2,36		9,86	

Tabela E11. Análises da variância para as variáveis teores de potássio (K) e cálcio (Ca) no solo pós-consórcio aveia-preta/ervilhaca. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPEL, Pelotas, 2015.

Fontes de variação	GL	GL do erro	K		Ca	
			F	Prob.>F	F	Prob.>F
Cultivar	1	3	0,02	0,8966	0,08	0,7950
ABC	1	6	1,84	0,2242	2,26	0,1838
Cultivar x ABC	1	6	0,09	0,7753	4,26	0,0846
Média geral			81,0		4,44	
CV (%)			26,88		5,60	

Tabela E12. Análises da variância para as variáveis teor de magnésio (Mg) e capacidade de troca de cátions (CTC) no solo pós – consórcio aveia-preta/ervilhaca. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2015.

Fontes de variação	GL	GL do erro	Mg		CTC	
			F	Prob.>F	F	Prob.>F
Cultivar	1	3	0,09	0,7785	0,07	0,8087
ABC	1	6	0,56	0,4841	0,07	0,8005
Cultivar x ABC	1	6	0,26	0,6258	1,67	0,2435
Média geral			2,00		6,72	
CV (%)			11,56		6,69	

Tabela E13. Análises da variância para as variáveis capacidade de troca de cátion em pH 7 e saturação de bases no solo pós-consórcio aveia-preta/ervilhaca. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2015.

Fontes de variação	GL	GL do erro	CTC _{pH7}		Saturação de bases	
			F	Prob.>F	F	Prob.>F
Cultivar	1	3	0,13	0,7411	0,03	0,8707
ABC	1	6	2,86	0,1417	0,07	0,8011
Cultivar x ABC	1	6	8,45	0,0271	0,30	0,6063
Média geral			9,90		66,66	
CV (%)			2,39		5,48	

Tabela E14. Análises da variância para as variáveis saturação de alumínio e teor de zinco (Zn) no solo pós-consórcio aveia-preta/ervilhaca. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2015.

Fontes de variação	GL	GL do erro	Saturação de alumínio		Zn	
			F	Prob.>F	F	Prob.>F
Cultivar	1	3	0,13	0,7469	0,24	0,6585
ABC	1	6	0,06	0,8101	0,17	0,6951
Cultivar x ABC	1	6	4,04	0,0912	1,21	0,3138
Média geral			1,41		13,11	
CV (%)			38,93		18,33	

Tabela E15. Análises da variância para as variáveis teor de cobre (Cu) e teor de enxofre (S) no solo pós-consórcio aveia-preta/ervilhaca. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2015.

Fontes de variação	GL	GL do erro	Cu		S	
			F	Prob.>F	F	Prob.>F
Cultivar	1	3	0,47	0,5412	1,78	0,2745
ABC	1	6	0,24	0,6444	32,15	0,0013
Cultivar x ABC	1	6	1,46	0,2728	3,26	0,1209
Média geral			3,50		12,86	
CV (%)			9,28		5,44	

Tabela E16. Análises da variância para as variáveis teor de boro (B) e teor de manganês (Mn) no solo pós-consórcio aveia-preta/ervilhaca. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2015.

Fontes de variação	GL	GL do erro	B		Mn	
			F	Prob.>F	F	Prob.>F
Cultivar	1	3	8,89	0,0585	0,02	0,8868
ABC	1	6	1,11	0,3331	0,44	0,5327
Cultivar x ABC	1	6	0,28	0,6176	0,12	0,7374
Média geral			0,32		24,76	
CV (%)			22,36		27,26	

Apêndice F - Tabelas da análise de variância para variáveis de produção, análise química das plantas e análise química do solo pós- crotalária.

Tabela F1. Análises da variância para a variável produção de massa freca de crotalária. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPeL, Pelotas, 2015.

Fontes de variação	Produção			
	GL	GL do erro	F	Prob.>F
Cultivar	1	3	0,01	0,9476
ABC	1	6	0,77	0,4127
Cultivar x ABC	1	6	0,27	0,6201
Média geral	0,224			
CV (%)	15,66			

Tabela F2. Análises da variância para os teores dos nutrientes cálcio (Ca), magnésio (Mg) e potássio (K) nas plantas de crotalária. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPeL, Pelotas, 2015.

Fontes de variação	GL	GL do erro	Ca		Mg		K	
			F	Prob.>F	F	Prob.>F	F	Prob.>F
Cultivar	1	3	0,00	0,9495	0,14	0,7312	0,22	0,6732
ABC	1	6	0,01	0,9356	0,08	0,7809	0,19	0,6764
Cultivar x ABC	1	6	0,08	0,7906	0,22	0,6573	0,02	0,8866
Média geral			9,19		4,39		14,59	
CV (%)			16,56		9,77		8,92	

Tabela F3. Análises da variância para os teores dos nutrientes fósforo (P), cobre (Cu) e ferro (Fe) nas plantas de crotalária. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPeL, Pelotas, 2015.

Fontes de variação	GL	GL do erro	P		Cu		Fe	
			F	Prob.>F	F	Prob.>F	F	Prob.>F
Cultivar	1	3	0,32	0,6110	1,09	0,3724	4,15	0,1344
ABC	1	6	1,32	0,2945	0,35	0,5780	0,35	0,5751
Cultivar x ABC	1	6	0,86	0,3903	0,50	0,5063	0,12	0,7438
Média geral			3,56		7,85		121,11	
CV (%)			9,82		10,80		45,45	

Tabela F4. Análises da variância para os teores dos nutrientes manganês (Mn), zinco (Zn) e nitrogênio (N) nas plantas de crotalária. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPeL, Pelotas, 2015.

Fontes de variação	GL	GL do erro	Mn		Zn		B	
			F	Prob.>F	F	Prob.>F	F	Prob.>F
Cultivar	1	3	0,29	0,6252	1,01	0,3899	0,01	0,9275
ABC	1	6	0,16	0,7058	0,08	0,7844	2,61	0,1570
Cultivar x ABC	1	6	0,26	0,6283	0,04	0,8437	0,09	0,7755
Média geral			46,39		34,32		20,57	
CV (%)			28,39		20,29		25,54	

Tabela F5. Análise da variância para o teor enxofre (S) nas plantas de crotalária. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPeL, Pelotas, 2015.

Fontes de variação	S			
	GL	GL do erro	F	Prob.>F
Cultivar	1	3	1,06	0,3791
ABC	1	6	0,04	0,8575
Cultivar x ABC	1	6	0,12	0,7445
Média geral	0,22			
CV (%)	34,68			

Tabela F6. Análise da variância para o teor de nitrogênio (N) nas plantas de crotalária. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPeL, Pelotas, 2015.

Fontes de variação	N			
	GL	GL do erro	F	Prob.>F
Cultivar	1	3	2,30	0,2266
ABC	1	6	1,81	0,2267
Cultivar x ABC	1	6	0,85	0,3934
Média geral	2,19			
CV (%)	9,18			

Tabela F7. Análises da variância para as variáveis pH e teor de fósforo (P) no solo pós-crotalária. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPeL, Pelotas, 2015.

Fontes de variação	GL	GL do erro	pH		P	
			F	Prob.>F	F	Prob.>F
Cultivar	1	3	0,03	0,8700	0,50	0,5295
ABC	1	6	0,16	0,7000	0,13	0,7321
Cultivar x ABC	1	6	0,75	0,4195	0,48	0,5159
Média geral			5,60		259,12	
CV (%)			1,93		12,53	

Tabela F8. Análises da variância para as variáveis teores de potássio (K) e cálcio (Ca) no solo pós-crotalária. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPeL, Pelotas, 2015.

Fontes de variação	GL	GL do erro	K		Ca	
			F	Prob.>F	F	Prob.>F
Cultivar	1	3	0,01	0,9142	0,21	0,6785
ABC	1	6	1,77	0,2322	0,22	0,6521
Cultivar x ABC	1	6	0,31	0,5998	0,83	0,3975
Média geral			96,62		5,15	
CV (%)			14,01		8,79	

Tabela F9. Análises da variância para as variáveis teor de magnésio (Mg) e capacidade de troca de cátions (CTC) no solo pós-crotalária. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPeL, Pelotas, 2015.

Fontes de variação	GL	GL do erro	Mg		CTC	
			F	Prob.>F	F	Prob.>F
Cultivar	1	3	0,00	0,9678	0,04	0,8528
ABC	1	6	0,10	0,7670	0,03	0,8747
Cultivar x ABC	1	6	0,31	0,2963	0,86	0,3905
Média geral			1,95		7,40	
CV (%)			8,39		8,21	

Tabela F10. Análises da variância para as variáveis capacidade de troca de cátion em pH 7 e saturação de bases no solo pós-crotalária. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPeL, Pelotas, 2015.

Fontes de variação	GL	GL do erro	CTC _{pH7}		Saturação de bases	
			F	Prob.>F	F	Prob.>F
Cultivar	1	3	0,01	0,9359	0,01	0,9359
ABC	1	6	0,01	0,9335	0,01	0,9335
Cultivar x ABC	1	6	0,06	0,8139	0,06	0,8139
Média geral			9,65		75,53	
CV (%)			5,50		3,33	

Tabela F11. Análises da variância para as variáveis teor de cobre (Cu) e teor de enxofre (S) no solo pós-crotalária. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPeL, Pelotas, 2015.

Fontes de variação	GL	GL do erro	Cu		S	
			F	Prob.>F	F	Prob.>F
Cultivar	1	3	0,01	0,9359	0,00	0,9481
ABC	1	6	0,11	0,7469	12,18	0,0130
Cultivar x ABC	1	6	0,28	0,6180	0,54	0,4906
Média geral			4,26		10,58	
CV (%)			9,37		9,17	

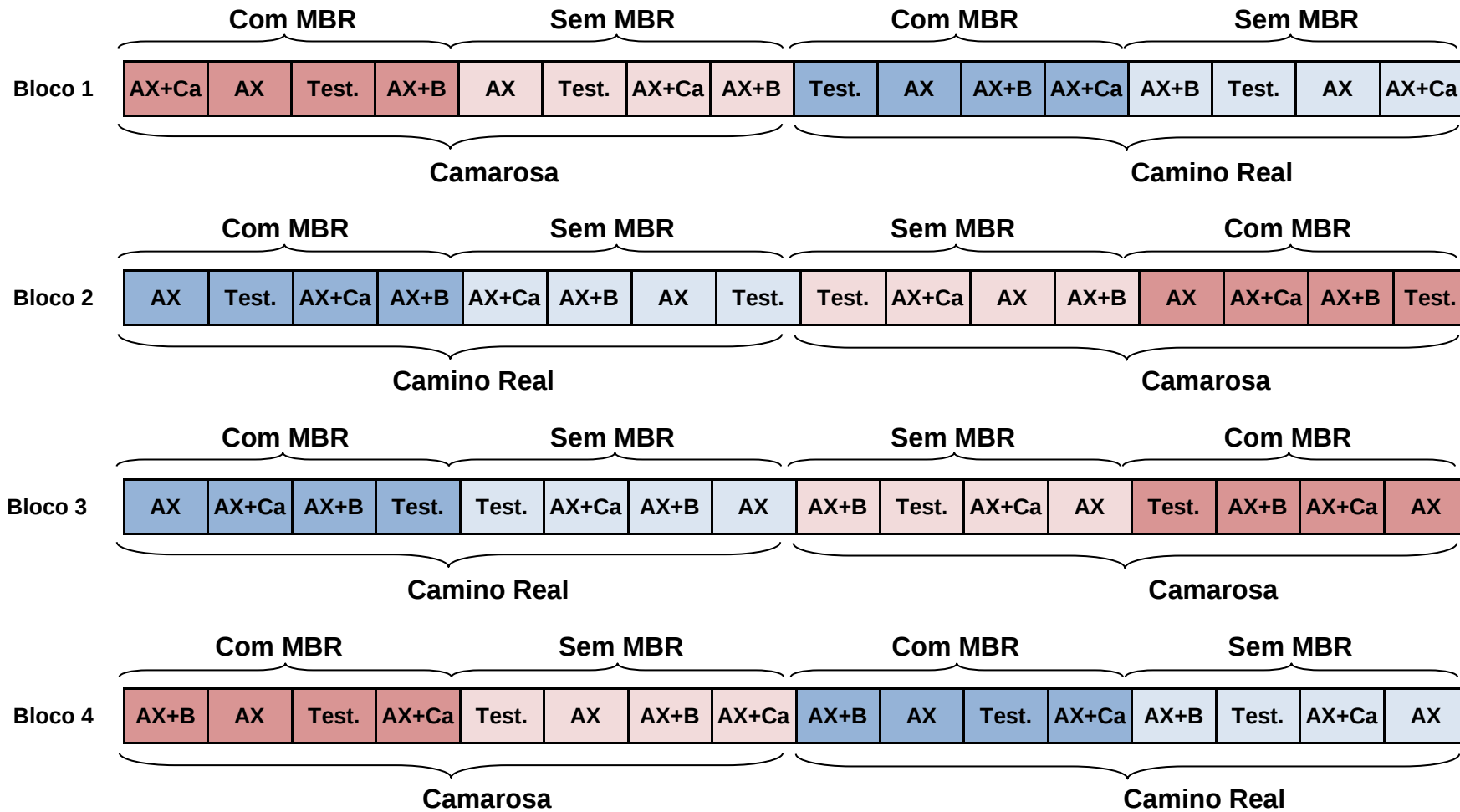
Tabela F12. Análises da variância para as variáveis teor de boro (B) e teor de manganês (Mn) no solo pós-crotalária. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPeL, Pelotas, 2015.

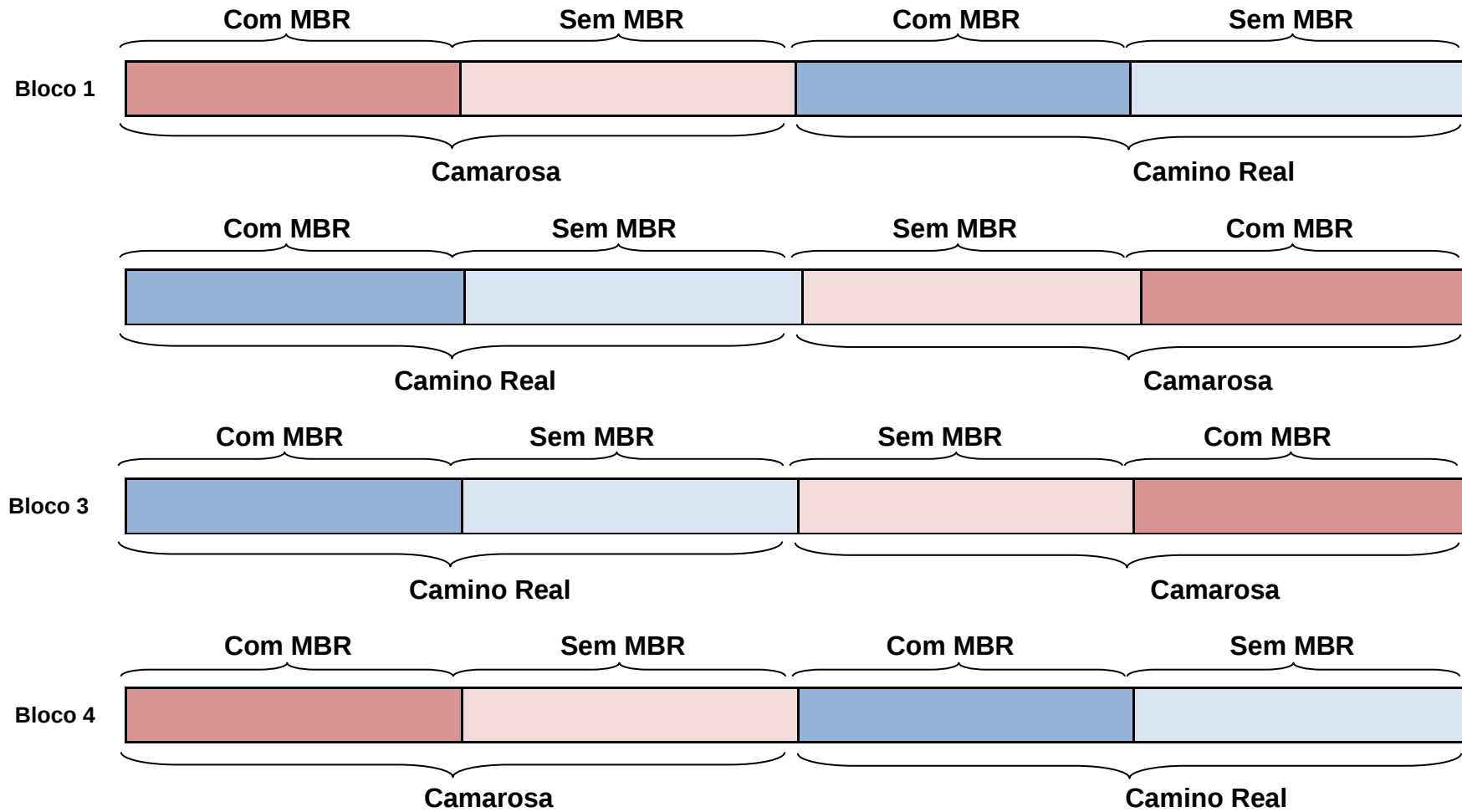
Fontes de variação	GL	GL do erro	B		Mn	
			F	Prob.>F	F	Prob.>F
Cultivar	1	3	9,23	0,0559	0,01	0,9170
ABC	1	6	0,00	0,9489	0,65	0,4505
Cultivar x ABC	1	6	0,04	0,8476	0,17	0,6945
Média geral			0,41		20,46	
CV (%)			22,57		11,60	

Tabela F13. Análise da variância para o teor zinco (Zn) no solo pós-crotalária. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPeL, Pelotas, 2015.

Fontes de variação	Zn			
	GL	GL do erro	F	Prob.>F
Cultivar	1	3	0,34	0,6026
ABC	1	6	0,70	0,4350
Cultivar x ABC	1	6	0,80	0,4065
Média geral	11,91			
CV (%)	14,20			

Apêndice G - Croqui do experimento de morangueiro



Apêndice H - Croqui do experimento de meloeiro (residual dos tratamentos ABC com MBR e cultivar)

Apêndice I - Croqui do experimento de alface (residual dos tratamentos cultivar e ABC com MBR + adubação foliar)

