

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS**  
**Programa de Pós-Graduação em Agronomia**



**Dissertação**

**Utilização de fertilizantes a base de xisto na produção  
e qualidade de morangos**

**Vanessa Fernandes Araujo**

**Pelotas, 2011**

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

A658u Araujo, Vanessa Fernandes

Utilização de fertilizantes a base de xisto na produção e qualidade de morangos / Vanessa Fernandes Araujo; orientador Luis Eduardo Corrêa Antunes; co-orientadores Carlos Augusto Posser Silveira, Clause Fátima de Brum Piana e Márcia Vizzotto. Pelotas, 2011.-105f. ; il.- Dissertação ( Mestrado ) –Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel . Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2011.

1.Adubação sólida 2.Fragaria x ananassa 3.Rochagem  
4.Adubação foliar I Antunes, Luis Eduardo Corrêa (orientador) II  
.Título.

CDD 634.75

**VANESSA FERNANDES ARAUJO**

Engenheira Agrônoma

**UTILIZAÇÃO DE FERTILIZANTES A BASE DE XISTO NA  
PRODUÇÃO E QUALIDADE DE MORANGOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Agronomia (área do conhecimento: Fruticultura de Clima Temperado).

Orientador: Luis Eduardo Corrêa Antunes

Co-orientadores: Carlos Augusto Posser Silveira

Clause Fátima de Brum Piana

Márcia Vizzotto

Pelotas, 2011

**Banca examinadora:**

Luis Eduardo Corrêa Antunes – Embrapa Clima Temperado (Presidente)

Clenio Nailto Pillon - Embrapa Clima Temperado

José Ernani Schwengber – Embrapa Clima Temperado

Luciano Picolotto – Embrapa Clima Temperado

Renato Trevisan - Colégio Agrícola de Frederico Westphalen

Aos meus amados pais Pedro e Madalena, que incentivam cada passo meu, sempre  
com uma palavra certa, na hora certa.

**Dedico**

## **Agradecimentos**

À Deus, que sempre atendeu aos meus anseios e me fez forte para realizar este sonho.

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

À Embrapa Clima Temperado pelo apoio à realização dos trabalhos desenvolvidos nesta pesquisa.

Ao Projeto Xisto Agrícola, seus membros e colaboradores, em especial aos estimáveis, Rafael Messias, que conduziu os meus primeiros passos ao ingresso no curso de mestrado, e os colegas Esmael Souza e Rudinei Gomes (Técnicos Agrícolas), que muito contribuíram no trabalho de campo deste experimento. Ao projeto, pelas oportunidades, pela concessão de bolsa de estudos e principalmente pelas amizades estabelecidas durante a execução do trabalho.

Ao pesquisador Luís Eduardo Correa Antunes, por ter aceitado me orientar e por seus valiosos comentários, sugestões e críticas durante o desenvolvimento deste trabalho.

À co-orientadora Márcia Vizzotto, pela “adoção”, carinho e incentivo durante a realização dos trabalhos desta pesquisa.

Ao meu co-orientador Carlos Augusto Posser Silveira, pela oportunidade, por investir na minha vida acadêmica, pelo apoio sem precedentes nas discussões e execução do trabalho e acima de tudo pelo carinho e amizade.

À minha co-orientadora querida Clause Piana, que contribuiu “significativamente” na execução deste trabalho. Obrigada por todo apoio, pelas sugestões, pela dedicação ao meu trabalho, pelo carinho, pela incansável paciência comigo e, principalmente, por todos os momentos agradáveis que passamos juntas neste período.

Ao querido colega e amigo Gerson, pelo carinho e companheirismo, pelas discussões e amizade, pelas tantas vezes em que nos desentendemos e fizemos as pazes novamente, pela ajuda incondicional... Tu foi meu guia nesta jornada! Obrigada por tudo!

Aos meus pais, Pedro e Madalena, meus primeiros “orientadores” nesta vida, que iluminaram os meus caminhos com afeto e dedicação para que eu trilhasse sem medo e cheia de esperança, responsáveis pela formação do meu caráter e personalidade, e a minha irmã, Larissa, pelo amor e amizade. Vocês são a minha base!

À minha segunda família, Antônio, Graça, Manu e Rafa, que me “adotaram” e me ampararam em todos os momentos da minha vida acadêmica, minha eterna gratidão.

Às minhas queridas “negrinhas”, Liziane e Tiane, Mariana e Diandra. Começamos como colegas e nos descobrimos grandes amigas. Obrigada pela amizade sincera construída, nas quais sempre pude confiar e com quem tive a felicidade de conviver durante esse tempo.

Ao Fabiano...“Será que nos encontramos por destino ou por uma feliz coincidência?” Obrigada por ter entrado na minha vida, nessa etapa final deste trabalho todo teu carinho, companheirismo e dedicação foram de fundamental importância, mesmo com toda a preocupação na elaboração da tua tese, achou tempo para me ouvir, me ajudar, me incentivar e tornar os meus dias mais felizes.

Aos queridos colegas dos Laboratórios de Ciência e Tecnologia de Alimentos e Pós Colheita. Além de responsabilidade e dedicação, sem dúvida, o ambiente de trabalho é contaminado pela alegria de vocês.

Aos membros da banca examinadora, Clenio Pillon, José Ernani, Luciano Picolotto e Renato Trevisan.

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. **Utilização de subprodutos de xisto na produção e qualidade de morangos**. 2011. 106f. Dissertação (Mestrado)- Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas-RS.

O trabalho teve como objetivo avaliar a influência da adubação sólida (MBR 34) e foliar (AX) à base de xisto na produção e na qualidade de morangos das cultivares Camarosa e Camino Real. O experimento foi realizado em uma propriedade particular localizada na Estrada da Gama, 9º Distrito de Pelotas/RS, no período de maio a dezembro de 2009. As cultivares utilizadas foram Camarosa e Camino Real, conduzidas em três linhas, com espaçamento de 0,30 x 0,30 m, sob túnel baixo e irrigação por gotejamento. Para cada cultivar foi efetuado um experimento com delineamento de parcelas divididas por bloco, com quatro repetições. O fator adubação sólida (S), com dois níveis: presença e ausência de 500 kg ha<sup>-1</sup> da MBR 34 (granulometria 100% <0,3 mm), foi alocado na parcela. Na subparcela foi alocado o fator adubação foliar (F), com três níveis: 0, 12 e 24L ha<sup>-1</sup> de água de xisto + 10% Ca (nitrato de cálcio, 14% de N e 18% de Ca) + 2% B (ácido bórico, 17% de B). Foram utilizados ainda dois tratamentos adicionais (testemunhas). A unidade experimental para o fator em subparcela constituiu-se de 12 plantas. As variáveis analisadas foram número de frutos por planta, massa de fruto (produção) por planta, massa por fruto, teor de clorofila das folhas, sólidos solúveis totais, acidez total titulável e compostos fitoquímicos, sendo eles, antocianinas, compostos fenólicos e atividade antioxidante. Também foi realizada análise química foliar e de solo. Os dados foram submetidos à análise de variância seguida de teste de comparação de médias ou análise de regressão polinomial.. Para a cultivar Camarosa, concluiu-se que: os fatores adubação foliar e adubação sólida não interferiram significativamente nas variáveis de produção e no teor de clorofila; é possível que nas condições do experimento, os elevados teores de nutrientes no solo não tenham permitido o desempenho esperado para os tratamentos; a atividade antioxidante dos frutos foi superior na presença de adubação sólida; os teores de compostos fenólicos foram reduzidos em função da adubação foliar e teores de antocianinas não foram influenciados pelos tratamentos; o teor de sólidos solúveis totais foi superior na presença da adubação sólida (MBR 34), enquanto que a acidez titulável desta cultivar não foi influenciada pelos tratamentos. Para cultivar Camino Real, o aumento da dose de AX, em média, promoveu um incremento da massa por fruto; os teores de clorofila não foram afetados pelos tratamentos; a cultivar Camino Real mostrou-se beneficiada pelo elemento manganês no solo, principalmente na presença da

MBR 34; de modo geral os nutrientes P, Mn, Ca, Mg, Zn e Cu correlacionaram-se positivamente com as variáveis de produção desta cultivar; os teores dos nutrientes potássio e manganês estavam elevados no solo, entretanto, os níveis foliares mantiveram-se dentro da faixa adequada, características funcionais de frutos de morangueiro são influenciadas principalmente por condições adversas do meio de cultivo; o teor de sólidos solúveis totais foi maior na presença de adubação sólida (MBR 34); enquanto que a utilização da adubação foliar proporcionou teores mais elevados à testemunha que apresentou-se superior aos demais tratamentos na presença da MBR 34.

**Palavras-chave:** *Fragaria x ananassa*, rochagem, adubação sólida, adubação foliar.

## Abstract

ARAUJO, Vanessa Fernandes. **Use of By-Shale in the Production and Quality of Strawberry**. 2011. 106f. Dissertation (Masters) – Graduate Program in Agronomy. Federal University of Pelotas, Pelotas-RS.

The study aimed to evaluate the influence of solid manure (MBR 34) and leaf (AX) based on shale in the production and quality of strawberry cultivars Camarosa and Camino Real. The experiment was conducted in a private property located at Estrada da Gama, 9th District of Pelotas / RS in the period from May to December 2009. The cultivars were Camarosa and Camino Real, conducted in three rows, spaced 0.30 mx 0.30 m under low tunnels and drip irrigation. For each cultivar experiment was performed with a split-plot design by block, with four replications. The solid manure factor (S) with two levels: presence and absence of 500 kg ha<sup>-1</sup> in MBR 34 (particle size 100% <0.3 mm) was allocated in the plot. In the subplot factor was allocated foliar fertilizer (F) with three levels: 0, 12 and 24L ha<sup>-1</sup> water shale + 10% Ca (calcium nitrate, 14% N and 18% Ca) + 2% B (boric acid, 17% B). Were also employed two additional treatments (control). The experimental unit of the factor plot consisted of 12 plants. The variables analyzed were number of fruits per plant, fruit weight (yield) per plant, weight per fruit, leaf chlorophyll content, soluble solids, total acidity and herbal compounds, which are, anthocyanins, phenolic compounds and antioxidant activity. Was also performed chemical analysis of soil and foliar. Data were subjected to analysis of variance followed by comparison tests of means or polynomial regression analysis. To cultivate Camarosa, concluded that: the leaf manuring and solid manure did not influence the variables of production and chlorophyll content, it is possible that under the experimental conditions, the high levels of nutrients in the soil did not permit the performance expected for the treatments, the antioxidant activity of fruits was higher in the presence of solid manure, the concentrations of phenolic compounds were reduced according to foliar and anthocyanin contents were not affected by treatments, the content of soluble solids was higher in the presence of solid manure (MBR 34), while the acidity of this variety was not affected by treatments. To cultivate Camino Real, increasing the dose of AX, on average, promoted an increase in mass per fruit, the chlorophyll content were not affected by treatments, the Camino Real cultivar proved to be benefited by the element manganese in the soil, especially in the presence MBR 34; generally the nutrients P, Mn, Ca, Mg, Zn and Cu were positively correlated with the variables of production of this cultivar, the nutrient potassium and manganese were elevated in soil, however, remained on the stalk It is within the proper range, the functional

characteristics of strawberry are influenced mainly by adverse conditions of culture medium, the content of soluble solids was higher in the presence of solid manure (MBR 34), while the use of foliar fertilization resulted higher levels with the control that was superior to other treatments in the presence of MBR 34.

**Keywords:** *Fragaria x ananassa*, stonemeal, solid fertilizers, foliar fertilization.

## Lista de Figuras

- Figura 1 – Eventos realizados durante o ciclo da cultura do morangueiro (em dias após o plantio realizado em 21/05/2009) com produção acumulada de frutos (%). Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPEL, Pelotas, 2011.....33
- Figura 2 – Instalação do experimento: (a) distribuição do adubo nas parcelas; (b) Parcelas com e sem MBR34; (c) instalação de mulching nos canteiros; (d) perfuração do mulching para plantio; (e) aplicação de água de xisto. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPEL, Pelotas, 2011. ....35
- Figura 3 – Pesagem dos frutos para obtenção dos valores da variável produção por planta. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPEL, Pelotas, 2011.....36
- Figura 4 – Refratômetro utilizado para determinação de sólidos solúveis totais. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPEL, Pelotas, 2011.....38
- Figura 5 - pHmetro digital (a) e bureta digital (b) para determinação de acidez total. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPEL, Pelotas, 2011.....39
- Figura 6: Clorofilômetro digital. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPEL, Pelotas, 2011. ....40
- Figura 7 - Gráfico da relação linear entre o fator dose de água de xisto e a variável massa por fruto. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPEL, Pelotas, 2011.....48
- Figura 8 - Teor foliar médio de Nitrogênio ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) em morangueiro das cultivares Camino Real e Camarosa, com e sem adição de MBR34, em três épocas de amostragem de folhas: setembro (1ª EAF), outubro (2ª EAF) e dezembro (3ª EAF). Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPEL, Pelotas, 2011.....64
- Figura 9 - Teores foliares dos nutrientes Fósforo (a) e Potássio (b) ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) em morangueiro das cultivares Camino Real e Camarosa, com e sem adição de MBR34, em três épocas de amostragem de folhas: setembro (1ª EAF), outubro (2ª EAF) e dezembro (3ª EAF). Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPEL, Pelotas, 2011. ....66

Figura 10 - Teores foliares dos nutrientes Cálcio (a) e Magnésio (b) (%) em morangueiro das cultivares Camino Real e Camarosa, com e sem adição de MBR34, em três épocas de amostragem de folhas: setembro (1ª EAF), outubro (2ª EAF) e dezembro (3ª EAF). Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPEL, Pelotas, 2011. ....70

Figura 11 - Teores foliares do nutriente Manganês ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) em morangueiro das cultivares Camino Real e Camarosa, com e sem adição de MBR34, em três épocas de amostragem de folhas: setembro (1ª EAF), outubro (2ª EAF) e dezembro (3ª EAF). Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPEL, Pelotas, 2011.....72

Figura 12 - Teores foliares do nutriente Boro ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) em morangueiro das cultivares Camino Real e Camarosa, com e sem adição de MBR34, em três épocas de amostragem de folhas: setembro (1ª EAF), outubro (2ª EAF) e dezembro (3ª EAF). Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPEL, Pelotas, 2011.....74

Figura 13 - Teores foliares dos nutrientes Cálcio (%) (a) e Boro ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) (b) em morangueiro da cultivar Camino Real, em amostragem realizada no mês de outubro (2ª EAF). Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPEL, Pelotas, 2011. ....75

Figura 14 - Teores foliares dos nutrientes Cálcio (%) (a) e Boro ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) (b) em morangueiro da cultivar Camarosa, em amostragem realizada no mês de outubro (2ª EAF). Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPEL, Pelotas, 2011.....76

## Lista de Tabelas

- Tabela 1 - Resultado da análise de solo, amostrado antes da instalação do experimento na profundidade de 0- 20 cm, e sua interpretação segundo o CQFS (2004). Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2011. ....30
- Tabela 2 - Descrição da adubação de base (doses e fontes utilizadas) e das doses de MBR34 aplicadas nos parcelas da área experimental, antes do cultivo do morangueiro. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2011.....32
- Tabela 3 - Descrição dos tratamentos, das aplicações foliares, época de amostragem foliar, datas das aplicações e das amostragens e doses das formulações. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2011. ....34
- Tabela 4 - Datas de início de floração (IFlo) e início e término das colheitas (ICol e TCol, respectivamente), produções acumuladas de frutos (PAF) até as respectivas datas das aplicações foliares (APF) e das épocas de amostragem de folhas (EAF). Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2011.....34
- Tabela 5 - Médias das variáveis número de frutos por planta, produção por planta e de massa por fruto da cultivar Camarosa, para os níveis do fator adubação foliar e a testemunha sem água de xisto. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2011. ....42
- Tabela 6 - Dados de parâmetros de produção de cultivares de morangueiro obtidos na literatura e os respectivos cálculos de população de plantas e da produtividade. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2011.....45
- Tabela 7 - Médias das variáveis número de frutos por planta, produção por planta e de massa por fruto da cultivar Camarosa, para os níveis do fator adubação sólida e a testemunha sem água de xisto. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2011. ....46
- Tabela 8 - Médias das variáveis número de frutos por planta, produção por planta e de massa por fruto da cultivar Camino Real, para os níveis do fator adubação foliar e a testemunha sem água de xisto. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2011. ....47

Tabela 9 - Médias das variáveis número de frutos por planta, produção por planta e de massa por fruto da cultivar Camino Real, para os níveis do fator adubação sólida. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2011.....	47
Tabela 10 - Análise de regressão polinomial para discriminação da variação atribuível ao efeito principal de dose de água de xisto sobre a massa por fruto. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2011.....	48
Tabela 11 - Médias da variável atividade antioxidante <sup>1</sup> da cultivar Camarosa, para as combinações de níveis dos fatores adubação sólida e adubação foliar, incluindo a testemunha. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2011. ....	51
Tabela 12 - Médias das variáveis antocianinas e compostos fenólicos da cultivar Camarosa, para os níveis do fator adubação foliar, incluindo a testemunha. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2011. ....	52
Tabela 13 - Médias das variáveis antocianinas e compostos fenólicos da cultivar Camarosa, para os níveis do fator adubação sólida. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2011.....	52
Tabela 14 - Médias das variáveis atividade antioxidante, antocianinas e compostos fenólicos da cultivar Camino Real, para as combinações de níveis dos fatores adubação sólida e adubação foliar, incluindo a testemunha. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2011. ....	54
Tabela 15 - Médias das variáveis sólidos solúveis totais e acidez da cultivar Camarosa, para os níveis do fator adubação foliar, incluindo a testemunha. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2011. ....	56
Tabela 16 - Médias das variáveis sólidos solúveis totais e acidez da cultivar Camarosa, para os níveis do fator adubação sólida, incluindo a testemunha. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2011.....	56
Tabela 17 - Médias de SST da cultivar Camino Real, para as combinações de níveis dos fatores adubação sólida e adubação foliar, incluindo a testemunha. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2011. ....	57
Tabela 18 - Médias de acidez da cultivar Camino Real, para os níveis do fator adubação foliar, incluindo a testemunha. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2011. ....	58
Tabela 19 - Médias de acidez da cultivar Camino Real, para os níveis do fator adubação sólida. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2011.....	58
Tabela 20 - Médias de clorofila da cultivar Camarosa, para os níveis do fator adubação sólida. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2011.....	59

Tabela 21 - Médias de clorofila da cultivar Camarosa, para os níveis do fator adubação foliar, incluindo a testemunha. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPEL, Pelotas, 2011. ....	59
Tabela 22 - Médias de clorofila da cultivar Camino Real, para os níveis do fator adubação sólida. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPEL, Pelotas, 2011.....	60
Tabela 23 - Médias de clorofila da cultivar Camino Real, para os níveis do fator adubação foliar, incluindo a testemunha. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPEL, Pelotas, 2011. ....	60
Tabela 24 - Médias gerais dos atributos de fertilidade do solo em amostragem de solo na camada de 0 a 20cm, após o término do experimento (janeiro/2010) com cultivo do morangueiro. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPEL, Pelotas, 2011..	61
Tabela 25 - Dados da análise de solo, anterior e após a instalação do experimento, para cultivo de morangueiro cultivares Camarosa e Camino Real. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPEL, Pelotas, 2011. ....	62
Tabela 26 - Coeficientes de correlação de Pearson (r) entre teores de nutrientes no solo e variáveis de produção para as cultivares Camarosa e Camino Real e resultado do teste de significância desses valores. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPEL, Pelotas, 2011.....	78

## Sumário

Resumo .....	6
Abstract .....	8
1. Introdução .....	17
2. Revisão de literatura .....	20
2.1 A cultura do morangueiro .....	20
2.2 Cultivares .....	22
2.2.1 Camarosa .....	23
2.2.2 Camino Real .....	23
2.3 Adubação na cultura do morangueiro .....	24
2.4 Subprodutos da mineração do xisto .....	26
3. Material e Método .....	30
3.1 Descrição dos experimentos .....	31
3.1.1 Descrição das variáveis respostas e processos de mensuração .....	36
3.1.2 Mensuração das variáveis .....	36
3.1.2.1 Produção .....	36
3.1.2.2 Caracterização funcional .....	37
3.1.2.3 Caracterização físico-química .....	38
3.1.2.4 Clorofila .....	39
3.1.2.5 Análise química do solo .....	40
3.1.2.6 Teores de nutrientes nas folhas .....	40
3.2 Análise estatística .....	41

4. Resultados e Discussão.....	42
4.1 Produção.....	42
4.1.1 Cultivar Camarosa .....	42
4.1.2 Cultivar Camino Real.....	46
4.2 Caracterização funcional.....	51
4.2.1 Camarosa.....	51
4.2.2 Camino Real .....	53
4.3 Caracterização físico-química .....	55
4.3.1 Sólidos Solúveis Totais e Acidez .....	55
4.3.1.1 Camarosa .....	55
4.3.1.2 Camino Real.....	57
4.4 Teor de clorofila .....	59
4.5 Análise química do solo .....	61
4.6 Teores de nutrientes nas folhas .....	63
4.7 Análise de correlações.....	77
5. Conclusões .....	80
6. Considerações finais .....	82
7. Referências .....	84
APÊNDICE .....	95

## 1. Introdução

A produção de morangos no Brasil tem crescido nos últimos anos; estimando-se uma produção anual de 100 mil toneladas, com área ocupada de 3.500ha. Sua produção está concentrada nas regiões sul e sudeste, sendo os estados de Minas Gerais, São Paulo e Rio Grande do Sul os maiores produtores. Por ser uma cultura que abrange um grande contingente de mão-de-obra, o morango apresenta uma importância social e econômica muito grande, sendo geradora de emprego e renda para as comunidades envolvidas (ANTUNES; REISSER JÚNIOR, 2008).

O morangueiro é uma espécie que se destaca entre as pequenas frutas, pelo aspecto atraente e sabor agradável. É consumido *in natura* ou industrializado, em múltiplas maneiras de processamento. Apreciado no mundo inteiro, o morango tem um grande mercado nas principais economias mundiais (MADAIL et al., 2007).

Cultivado no sistema convencional o morangueiro pode receber em média 45 pulverizações com agrotóxicos durante o ciclo, motivo pelo qual se encontra na lista dos alimentos campeões de resíduos químicos (DAROLT, 2000), resultando numa fruta com boa aparência, mas com níveis de resíduos acima do tolerado. Em consequência disso, produtores, consumidores e o meio ambiente, correm riscos de contaminação com reflexos negativos na cadeia produtiva (MADAIL, 2007).

Além dos problemas decorrentes da aplicação de agrotóxicos, não há definição de outras práticas de manejo, como a recomendação de adubação para as cultivares introduzidas no Brasil nos últimos anos. Esta ausência de recomendação leva o produtor a cometer erros na aplicação da adubação de base e de produção, o que causa desequilíbrio à planta aumentando a suscetibilidade às doenças, salinização do solo, contaminação de água de sub-superfície, e conseqüentemente, a poluição do ambiente. Diante disto, é de grande importância estratégica a busca de alternativas para otimizar a adubação, seja através de melhor eficiência de uso

dos nutrientes por parte das culturas, seja através do uso de subprodutos de diferentes origens, complementares à adubação solúvel.

Dentre os subprodutos que podem contribuir para atingir os objetivos acima citados destacam-se aqueles de origem orgânica, tais como esterco, tortas vegetais e de origem mineral, tais como pós-de-rocha e aqueles resultantes da atividade de mineração. Dentre estes, destacam-se os subprodutos obtidos a partir da mineração do xisto, do carvão mineral e de rochas, na forma de farinha ou pó, através da prática da rochagem.

Em relação ao uso de pó-de-rocha na agricultura brasileira, recentemente, pesquisas forneceram resultados interessantes que indicam potencial das matrizes fertilizantes desenvolvidas a base de subprodutos de xisto em relação à otimização da eficiência da adubação fosfatada e potássica.

A utilização de subprodutos dessa natureza na agricultura poderá ter impacto direto na eficiência de uso dos nutrientes com conseqüente minimização da contaminação ambiental, diminuição dos custos de produção, principalmente na agricultura familiar, e também possível variação dos níveis de produtividade e qualidade funcional das frutas de morango.

Nos últimos anos, a atração dos consumidores pelas denominadas "pequenas frutas" (morango, amora-preta, framboesa, mirtilo e *physalis*, entre outras) tem sido elevada, pelo valor nutracêutico, pois se encontra, bastante estabelecido o fato de que uma dieta rica em frutas e vegetais está associada com a redução no risco de desenvolvimento de doenças mediadas pelo estresse oxidativo (SEERAM et al., 2006). Evidências epidemiológicas têm demonstrado que o consumo regular desses alimentos está associado à redução da mortalidade e morbidade por algumas doenças crônicas não transmissíveis. O efeito protetor exercido por estes alimentos tem sido atribuído à presença de fitoquímicos com ação antioxidante (KAUR; KAPOOR, 2002).

Os produtores rurais, por sua vez, em virtude do alto valor do produto no mercado, têm ampliado gradativamente as áreas de cultivo de morango (CALVETE et al., 2008).

Portanto, é objetivo principal dessa pesquisa avaliar a influência da adubação sólida (MBR 34) e foliar (água de xisto) à base de xisto na produção e qualidade de morangos.

Este trabalho tem como objetivos específicos:

- Avaliar a eficiência da matriz fertilizante MBR 34 na produção e qualidade de frutos de morango cultivares Camarosa e Camino Real;
- Avaliar a eficiência de doses da adubação foliar a base de água de xisto (AX) em combinação com nutrientes Ca e B, aplicada como fertilizante foliar na produção e qualidade de frutos de morango cultivares Camarosa e Camino Real;
- Avaliar os efeitos das diferentes formas de adubação e de suas possíveis interações sobre a produção, qualidade, crescimento e desenvolvimento das cultivares Camarosa e Camino Real.

## 2. Revisão de literatura

### 2.1 A cultura do morangueiro

O morangueiro atualmente cultivado (*Fragaria x ananassa* Duch.), originou-se do cruzamento entre *Fragaria chiloensis* e *F. virginiana*, ocorrido espontaneamente na França, por volta de 1750 (SANTOS, 1999). É uma planta herbácea e embora tenha características de cultura perene, é cultivada como anual.

Sendo botanicamente classificado como uma hortaliça da família das rosáceas, o morango ainda é mais conhecido como uma deliciosa fruta rasteira, tendo a vantagem de ir para o mercado, na primavera, quando há poucas frutas à venda, alcançando bons preços. Ademais, na indústria é conhecido pelo uso freqüente em iogurtes e sorvetes (DAROLT, 2000).

As plantas que compõem o gênero *Fragaria* são herbáceas, apesar das raízes e dos caules com mais de um ano lignificarem-se parcialmente (BRANZANTI, 1989). Atingem de 15 a 30 cm de altura, podendo ser rasteiras, formando pequenas touceiras que aumentam de tamanho, a medida que a planta envelhece (RONQUE, 1998).

O morango é um pseudofruto não climatérico (CHITARRA; CHITARRA, 2005) de coloração vermelho-brilhante, odor envolvente, textura e sabor levemente acidificado (HENRIQUE; CEREDA, 1999). A coloração do morango é devido às antocianinas, e o seu sabor característico é devido aos ácidos cítrico e málico e aos açúcares (SILVA, 2006).

Os principais países produtores são Estados Unidos, Espanha, Coréia, Rússia, Polônia, Japão e Turquia (FAOSTAT, 2009). Embora o Brasil não figure entre os maiores produtores, sua produção vem crescendo nos últimos anos (PAGOT; HOFFMANN, 2003).

Da produção total, 50% vai para o mercado de produtos frescos, enquanto a outra metade é usada como ingrediente na indústria de alimentos ou como polpas de frutas congeladas (RESENDE, 2008). O rendimento por hectare é dependente das condições de clima e de solo do local, associadas ao uso de tecnologias de produção apresentando elevada variação, de 12 a 45 toneladas em média, com possibilidade de obter-se até 60 toneladas por hectare (NESI et al., 2008).

No Brasil, o cultivo do morangueiro está concentrado nos seguintes estados: Minas Gerais com 41,4% da produção, Rio Grande do Sul com 25,6% e São Paulo com 15,4% (Anuário Brasileiro da Fruticultura, 2005).

O município de Pelotas é um dos maiores produtores do estado do Rio Grande do Sul, onde na safra 2001/2002 foram plantados 330 ha, resultando numa produção de 1800 toneladas, sendo 80% destinados ao processamento industrial. A partir da queda da quantidade processada da fruta, as áreas de plantio neste município foram reduzidas, havendo concentração maior na produção da fruta para consumo fresco. Na safra 2007/2008 registrou-se área de plantio em torno de 100 ha, sendo 60% destinado ao processamento industrial e o restante para mercado *in natura* (MADAIL, 2008).

Diversos estudos epidemiológicos mostram menor incidência de doenças crônico-não transmissíveis associada à participação elevada de frutas na dieta. Esse efeito é provavelmente decorrente da presença de uma série de compostos antioxidantes nas plantas, que neutralizariam a ação dos radicais livres envolvidos nos processos patológicos (PINTO, 2008). Nesse contexto, o morango apresenta grande potencialidade devido ao fato de representar uma boa fonte de vitamina C e flavonóides.

A vitamina C, é uma vitamina hidrossolúvel de extrema importância para o organismo humano e encontrada em frutos cítricos. Além dessa vitamina, o morango possui compostos fenólicos que agem também como antioxidantes naturais e possuem atividade anticarcinogênica, menor incidência de doenças coronarianas e ação bactericida e fungicida (ROCHA, 2008).

O consumo do morango está ligado não somente à forma e ao tamanho, mas também ao aroma e à coloração. Para Cordenunsi et al. (2002), a coloração vermelha é um importante componente na aparência de morangos, sendo um atrativo aos consumidores. Essa coloração intensa se deve às antocianinas

presentes nos frutos de morangueiro, principalmente na epiderme e aquênios (AABY et al., 2005).

Em morango, as antocianinas encontradas em maiores proporções são a pelargonidina-3-glicosídeo e a cianidina-3-glicosídeo seguidas da pelargonidina-3-O-rutinosídeo. Também o ácido elágico, a quercetina e o campferol fazem parte de sua composição (SEERAM et al., 2006; SIMIRGIOTIS et al., 2009). O morango representa a principal fonte de derivados de ácido elágico na dieta brasileira, e estes correspondem a mais de 50% dos compostos fenólicos encontrados na fruta (PINTO et al, 2008).

Os compostos fenólicos são apontados como principais substâncias com atividade antioxidante, os quais apresentam efeito inibitório na proliferação de células cancerígenas humanas, originadas em diferentes órgãos do corpo: estômago, cólon, mama, pulmão e sistema nervoso central (ZHANG et al., 2005).

Além disso, o morango também é uma boa fonte dos minerais como potássio, magnésio e cálcio (HAKALA ET AL., 2003).

HASSIMOTTO et al, 2005, verificaram uma ampla variação na capacidade antioxidante de frutas, e as amostras ricas em antocianinas, tais como o morango, foram as que apresentaram as capacidades mais elevadas, avaliadas através de dois diferentes sistemas in vitro.

No âmbito da cadeia produtiva, o morangueiro tem proporcionado oportunidade de negócio para todos os segmentos da mesma, principalmente para os agricultores de base familiar que o exploram com mais intensidade e conseguem comercializar a produção de forma direta para os consumidores. (MADAIL, 2008).

## **2.2 Cultivares**

As principais cultivares utilizadas no Brasil provém dos programas de melhoramento genético da Universidade da Califórnia ('Aromas', 'Camarosa', 'Camino Real', 'Diamante', 'Oso Grande' e 'Ventana') e da Universidade da Flórida ('Dover' e 'Sweet Charlie') (OLIVEIRA, 2007).

A escolha da cultivar possui importância relevante no sucesso do cultivo dessa espécie e pode ser limitante, devido principalmente as suas exigências em

fotoperíodo, número de horas de frio e temperatura, que variam em função do material genético (DUARTE FILHO et al., 2007).

Em relação ao fotoperíodo, as cultivares de morangueiro podem ser divididas em três classes distintas: cultivares de dias longos, de dias neutros e de dias curtos.

No Brasil, atualmente, a produção de morangos é dominada pelo uso de cultivares de morangueiro de dia curto (SILVA et al., 2007). Estas cultivares, em condições de temperaturas elevadas e de dias longos, apresentam maior diferenciação das gemas em estolões, reduzindo o florescimento e, conseqüentemente, a produção. Dessa forma, a partir do mês de novembro até o início do inverno, observa-se uma menor oferta da fruta no mercado. Em contrapartida, nesse período de escassez, é que a fruta apresenta maior valor (LEITE et al., 2007). Este fato justifica a crescente busca por cultivares que proporcionem produção durante os períodos mais quentes do ano.

Assim, observa-se cada vez mais a busca por cultivares de morangueiro de dias curtos ou indiferentes ao fotoperíodo.

### **2.2.1 Camarosa**

Dentre as cultivares de dias curtos destaca-se a 'Camarosa', a qual foi obtida na Universidade da Califórnia em 1993 e caracteriza-se por ser uma planta vigorosa com folhas grandes e coloração verde escura; ciclo precoce e com alta capacidade de produção. Frutas de tamanho grande; epiderme vermelha escura; polpa de textura firme e de coloração interna vermelha brilhante, escura e uniforme; sabor subácido, próprio para consumo *in natura* e industrialização. Susceptível à mancha de micosfarela (*Mycosphaerella fragariae*), à antracnose (*Colletotrichum fragariae* e *Colletotrichum acutatum*) e ao mofo cinzento (*Botrytis cinerea*) (SANTOS, 2005).

### **2.2.2 Camino Real**

A cultivar Camino Real é uma das novidades no mercado brasileiro, tendo sido desenvolvida na Universidade da Califórnia em 2001, e, recentemente, introduzida no Brasil (OLIVEIRA et al, 2008). Segundo Shaw e Larson (2007), essa cultivar apresenta alta capacidade de produção. As plantas são relativamente pequenas, compactas e eretas. As frutas são de sabor agradável, grandes, firmes,

com epiderme e polpa vermelho-escuras, sendo recomendados para o mercado *in natura* e industrialização. Essa cultivar é suscetível ao oídio, relativamente resistente à antracnose e resistente à verticilose e às podridões do colo e do rizoma.

### **2.3 Adubação na cultura do morangueiro**

A adubação do morangueiro é uma das principais práticas responsáveis pelo aumento da produtividade, qualidade e conservação pós-colheita. Um programa de adubação deve visar a obtenção de altas produções de morangos de boa qualidade, aliada a um custo economicamente viável de adubos e com baixo risco de contaminação. É necessário estabelecer a dose de nutrientes necessária, tipo de adubo e épocas de adubação mais adequados. Entretanto, são poucos os trabalhos de pesquisa sobre a nutrição da cultura no Brasil, apesar da expansão da área plantada.

O cultivo do morangueiro é altamente exigente, necessitando um solo com boa estrutura física, rico em matéria orgânica, bem arejado e com boa capacidade de drenagem (SANTOS, 2003).

A planta de morangueiro é muito frágil, especialmente o sistema radicular, exigindo canteiros bem preparados pela aração e a gradagem, além da melhoria do solo pela adubação organomineral. Para assegurar a boa utilização dos nutrientes, pelas raízes, procura-se enriquecer os primeiros 10-12 cm do solo. Portanto, em morangueiro, a adubação deve ser sempre efetuada a lanço, cobrindo toda a superfície útil do canteiro e incorporando os adubos até a citada profundidade. Os canteiros, após a adubação organomineral, podem ser trabalhados por meios mecânicos ou pela passagem de um ancinho, como fazem os pequenos produtores (FILGUEIRA, 2003).

O produtor deve dar especial atenção às questões que envolvem a nutrição do morangueiro, desde a escolha da área até as adubações com macro e micronutrientes, passando pela adubação verde, orgânica, química e foliar, para garantir suporte nutricional adequado a alta produtividade e a frutas de qualidade (RONQUE, 1998).

Um determinante da qualidade das frutas é a disponibilidade de nutrientes essenciais durante o crescimento e desenvolvimento. A deficiência de cálcio representa um dos problemas mais comuns para o morango, sendo que este

nutriente tem um papel importante na divisão celular, na manutenção da permeabilidade celular e integridade das células (DUNN, 2006). O nitrogênio costuma ser o segundo macronutriente, quanto à quantidade extraída pelas culturas, e exerce grande influência sobre a produtividade e qualidade de morango. A sua deficiência diminui o vigor das plantas e a produtividade. O excesso de N aumenta o vigor das plantas, reduz a indução floral, atrasa a floração e reduz a qualidade dos frutos em relação ao teor de açúcares, textura, coloração, ocorrência de deformações e favorece o ataque de doenças e pragas (PACHECO et al., 2006). Devido a não ser aconselhada a aplicação total do N necessário a cultura no plantio, além da aplicação parcelada deste nutriente, pode-se utilizar adubação orgânica para que o nitrogênio seja disponibilizado lentamente para as plantas. Entre as fontes orgânicas de nutrientes, principalmente de nitrogênio, destaca-se a torta produzida a partir do processamento da mamona para extração de óleo para produção de biodiesel que apresenta quantidades significativas de N, P e K, assim como também favorece na melhoria das propriedades físicas e químicas do solo, atuando no aumento da capacidade de armazenamento de água, aeração e elevação do pH pela redução da acidez do solo (SEVERINO et al., 2006).

As culturas oleráceas são exigentes em K disponível no solo, sendo esse o primeiro macronutriente em ordem de extração na maioria delas (FILGUEIRA, 2003). No entanto, é possível que esteja ocorrendo aplicação excessiva de K via adubação, com o conseqüente desequilíbrio na nutrição vegetal, dificultando a absorção e utilização de outros nutrientes, como o Ca, (FILGUEIRA, 2003) e também o Mg que é bastante importante na fase de frutificação (MARSCHNER, 1995). Também pode estar ocorrendo o denominado “consumo de luxo”, onde a planta extrai mais K do que necessita, sem aumento da produção ou outro benefício (FILGUEIRA, 2003). As taxas adequadas de K em plantas de morangueiro variam entre 1,4 a 2,5% (MILLS; BENTON-JONES, 1996).

O fósforo, da mesma forma que os nutrientes nitrogênio, potássio, cálcio, enxofre e magnésio, é classificado como um macronutriente para as plantas. O conteúdo de P nas plantas é sempre menor que o de N e de K e em geral semelhante aos de S, Mg e Ca; porém, como um fator limitante do rendimento das culturas, o P é muito importante nos solos ácidos. Isto se deve ao fato de que, apesar dos solos conterem grandes quantidades de P total, a sua disponibilidade

para as plantas é muito pequena devido à tendência do P em formar compostos de muito baixa solubilidade no solo (ANGHINONI; BISSANI, 2004).

O conhecimento da absorção de nutrientes pela planta ao longo do ciclo é importante e possibilita determinar os requerimentos em diferentes épocas do desenvolvimento, de forma que os nutrientes sejam fornecidos para que a planta expresse toda a potencialidade (SANTOS, 2005).

Resultados sobre a extração máxima de macronutrientes obtidos por Souza (1976) e citados por Castellane (1993) demonstraram que a extração de macronutrientes pelo morangueiro ocorreu na seguinte ordem: K, N, Ca, Mg, Se e P, e que o nível de extração é variável, em função da cultivar. A necessidade nutricional do morangueiro pode ser suprida por aplicação em pré-plantio, fertirrigação ou adubação foliar (CHILDERS, 2003).

## **2.4 Subprodutos da mineração do xisto**

A Embrapa Clima Temperado (Pelotas, RS), vem trabalhando desde 2004 no projeto Xisto Agrícola, que visa a identificação, desenvolvimento e avaliação da eficiência agrônômica de subprodutos da mineração do xisto como componentes de formulações fertilizantes.

Uma das formas de suprir a demanda das culturas por micronutrientes, principalmente nas condições de agricultura intensiva e baseada unicamente na aplicação de macronutrientes, é através da fertilização foliar preventiva e/ou corretiva.

A resposta das culturas à aplicação de nutrientes via foliar depende da disponibilidade de nutrientes no solo, regulada pelo tipo e quantidade de fertilizantes aplicados e pelas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo, as quais influem sobre os processos de transporte e absorção de nutrientes e pelas taxas de requerimento de nutrientes pelas plantas. Assim, solos de baixa fertilidade natural e/ou degradados pelo manejo e culturas de elevada demanda de nutrientes em determinadas fases de seu ciclo, especialmente na fase reprodutiva e alta expectativa de rendimento, constituem-se condições básicas para a obtenção de resposta a fertilização foliar (RIEP N° 3, 2009).

A baixa mobilidade de alguns nutrientes e problemas nas características físicas, químicas ou biológicas do solo pode indisponibilizar muitos nutrientes, por outro lado, a maior uniformidade na distribuição dos nutrientes através da pulverização torna a fertilização foliar uma das formas mais adequadas de adubação.

O xisto contém macro e micronutrientes que podem ser transformados em adubo ecológico – o que possibilita seu aproveitamento na agricultura orgânica, além do seu uso mais comum, como energia alternativa (óleo e gás) ou fertilizante na agricultura familiar (PETROBRAS, 2010).

A diversidade e concentração de compostos orgânicos e inorgânicos em sua matriz, 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 (RIEP N° 3, 2009).

A água de xisto é a água de constituição do folhelho pirobetuminoso, obtida a partir do aquecimento da rocha à temperatura entre 220 e 490°C, em um reator cilíndrico vertical (retorta) ocorrendo desta forma a produção de vapores de compostos orgânicos e minerais. A água de xisto é registrada no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento como matéria-prima para a elaboração de fertilizantes foliares.

Além da água de xisto, podem ser usados como matérias-primas para fertilizantes o calcário de xisto (como fornecedor de silício, cálcio, magnésio, enxofre e micronutrientes e como corretivo da acidez do solo), os finos de xisto (fragmentos pequenos (<7,0 mm) para passar pelo processamento para obtenção de óleo e gás) e o xisto retornado (rocha após passar pelo processamento).

A MBR 34 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.

No processo de origem dos finos de xisto (FX), os fragmentos finos (menores do que 1/2" ou 1,27 cm), são originados em dois estágios dentro da cadeia produtiva da mineração: a) na mina: devido ao tamanho de partícula ser inferior ao requerido pelo processo (xisto) através do desmonte do xisto com explosivos e manuseio com escavadeiras 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, de acordo com o processo empregado. Após, este material é britado em moinho de martelo, para fragmentos de tamanho menor do que 0,84 mm. Após este processo de cominuição é realizado o peneiramento do material 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 fonte de macronutrientes secundários, Ca, Mg e S e de micronutrientes, Si, Cu, Fe, Mn e Zn.

No processo de origem da matéria-prima calcário de xisto (CX), as lentes (2<sup>a</sup>, 3<sup>a</sup> e 4<sup>a</sup>, 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 1<sup>a</sup> 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. Após, a rocha é britada em três moinhos, de acordo com o tamanho dos fragmentos, inicialmente em moinho de mandíbulas, quando o tamanho é maior do que 20 cm; em moinho concêntrico, para tamanho entre 5 e 10 cm, e finalmente em moinho de martelo, para tamanho de fragmentos menores do que 2 cm. Após este processo de cominuição, é realizado o peneiramento do material adequando sua natureza física à legislação.

Embora a riqueza da diversidade da composição química destes materiais seja 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 sua baixa concentração em macronutrientes primários pressupõe primeiro questões técnicas da formulação e, segundo, por exigência legal do MAPA, a adição de outros nutrientes, como N e P ou N, P e K, dentre outros, dependendo da cultura alvo e da capacidade de fornecimento de nutrientes de cada tipo de solo.

O enxofre elementar, também presente na composição da MBR 34, é obtido a partir do folhelho pirobetuminoso, o qual é aquecido à temperatura entre 220 e 490°C, em um reator cilíndrico vertical (retorta), liberando compostos orgânicos na forma de óleo e gás. Numa etapa seguinte, a rocha é resfriada, o que resulta na condensação dos vapores de óleo, que, sob a forma de gotículas, são transportados

para fora da retorta pelos gases, os quais passam por outro processo de limpeza para a obtenção do óleo leve. O restante é encaminhado para a unidade de tratamento de gases, onde são produzidos gás combustível e gás liquefeito (GLP) e onde é feita a recuperação do enxofre elementar, a partir da pirita, em um processo patenteado pela Petrobras e denominado Petrosix<sup>®</sup>.

O enxofre (S) indicado para a fertilização suplementar e a aplicação foliar desse nutriente tem a finalidade de corrigir sua deficiência durante o ciclo da cultura.

Deficiências de enxofre na agricultura ocorrem em diversas regiões do Brasil. As fontes mais utilizadas para suprir o S às plantas são o superfosfato simples, que contém 12% de S-sulfato e o sulfato de amônio, com 24% de S-sulfato. Ambos são utilizados isoladamente ou como componentes de fertilizantes comerciais.

O enxofre elementar quando aplicado ao solo, somente é absorvido pelas plantas depois de sua oxidação a sulfato por meio de reações catalisadas, principalmente, por microorganismos. A utilização de S-elementar que contém mais de 90% de S, incorporado a fertilizantes comerciais é uma alternativa que pode aumentar a concentração dos nutrientes nas formulações e reduzir os custos de produção, de transporte e de aplicação do fertilizante (HOROWITZ, 2006).

### 3. Material e Método

A presente pesquisa compreendeu dois experimentos com morangueiro conduzidos em propriedade particular de 20 hectares, localizada na Estrada da Gama, 9º distrito do município de Pelotas, Rio Grande do Sul, no período de abril de 2009 a dezembro de 2010. Foi cedida ao Projeto Xisto Agrícola uma área de 0,5 ha da propriedade para instalação de experimentos.

Em abril de 2009, antes da instalação dos experimentos, foi realizada coleta de amostras de solo para avaliação da fertilidade. Foram utilizadas 10 sub-amostras, as quais formaram uma amostra composta que foi encaminhada ao Laboratório de Análise de Solos da Embrapa Clima Temperado, cujo resultado é apresentado na tab. 1.

**Tabela 1** - Resultado da análise de solo, amostrado antes da instalação do experimento na profundidade de 0- 20 cm, e sua interpretação segundo o CQFS (2004). Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPeL, Pelotas, 2011.

Variável	Teor / quantidade	Interpretação
pH água	5,1	B (5,1 - 5,4)
Índice SMP	5,7	
MO (%)	2,26	B (<2,5)
CTC <sub>pH7</sub>	10,12	M (5,1 - 15,4)
V (%)	72,9	M (65 - 80)
P (mg dm <sup>3</sup> )	204,4	MA (C3:> 24,0)
K (mg dm <sup>3</sup> )	255,0	MA (>120,0)
Saturação por K na CTC <sub>pH7</sub> (%)	6,46	MA (>2,0)
Ca (cmol <sub>c</sub> dm <sup>3</sup> )	4,45	A (> 4,0)
Mg (cmol <sub>c</sub> dm <sup>3</sup> )	2,15	A (> 24,0)

B=baixo; M=médio; A=alto; MA= muito alto.

Para proporcionar condições ideais para o desenvolvimento de plantas de morangueiro foram realizados os processos de aração, gradagem, encanteiramento e correção da acidez do solo até pH 6,0, considerado ideal para o morangueiro. A calagem foi realizada 30 dias antes do plantio, aplicando-se 4 t ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico extra-fino PRNT 76,16%.

Os canteiros, construídos em solo elevado de aproximadamente 20 cm de altura, apresentaram dimensões de 1,25 m de largura e 60 m de comprimento. O espaçamento entre os canteiros foi de 50 cm.

### 3.1 Descrição dos experimentos

Foram utilizadas as cultivares de morangueiro Camarosa e Camino Real, cada uma constituindo um experimento em delineamento de parcela dividida por bloco, com quatro repetições. Para ambos os experimentos, o delineamento de tratamento foi fatorial 2x3, com o fator adubação sólida alocado na parcela e o fator adubação foliar, na subparcela. O fator adubação sólida foi utilizado em dois níveis, presença e ausência da MBR 34, e o fator adubação foliar, em três níveis: 0, 12 e 24 L ha<sup>-1</sup> de água de xisto. Os tratamentos resultaram das combinações de níveis dos dois fatores e são descritos a seguir:

**S0:** Sem MBR34 e 0 L ha<sup>-1</sup> de água de xisto +10% Ca + 2% B;

**S12:** Sem MBR34 e 12 L ha<sup>-1</sup> de água de xisto +10% Ca + 2% B;

**S24:** Sem MBR34 e 24L ha<sup>-1</sup> de água de xisto +10% Ca + 2% B;

**C0:** Com MBR34 e 0 L ha<sup>-1</sup> de água de xisto +10% Ca + 2% B;

**C12:** Com MBR34 e 12 L ha<sup>-1</sup> de água de xisto +10% Ca + 2% B;

**C24:** Com MBR34 e 24L ha<sup>-1</sup> de água de xisto +10% Ca + 2% B.

Com base em resultados obtidos com outras culturas, utilizou-se a MBR34 na dose de 500 kg ha<sup>-1</sup> (granulometria 100% < 0,3 mm). Em todos os tratamentos a calda foi preparada com 10% Ca (fonte: nitrato de cálcio, com 14% de N e 18% de Ca) e 2% B (fonte: ácido bórico, com 17% de B).

Foram utilizados ainda dois tratamentos adicionais sem água de xisto, considerados testemunhas, com as seguintes constituições:

**TS:** Sem MBR34, 0 L ha<sup>-1</sup> AX, 0% Ca e 0% B;

**TC:** Com MBR34, 0 L ha<sup>-1</sup> AX, 0% Ca e 0% B.

A unidade experimental para o fator adubação foliar, alocado em subparcela, constituiu-se de 12 plantas de morangueiro dispostas em três linhas de quatro plantas. Para o fator adubação sólida, alocado na parcela, a unidade experimental resultou do agrupamento de quatro subparcelas, totalizando 48 plantas.

Em toda a área experimental foi realizada a adubação de base com N, P e K, nas doses de 120, 90, 60 kg ha<sup>-1</sup>, conforme CQFS (2004), utilizando como fontes desses nutrientes torta de mamona (2.400 Kg ha<sup>-1</sup>), fosforita Alvorada (375 Kg ha<sup>-1</sup>) e cloreto de potássio (100 Kg ha<sup>-1</sup>), respectivamente, conforme detalhado na tab. 2. A distribuição da adubação sólida (fontes de NPK e MBR34) nas parcelas foi realizada manualmente, assim como a incorporação.

**Tabela 2** - Descrição da adubação de base (doses e fontes utilizadas) e das doses de MBR34 aplicadas nos parcelas da área experimental, antes do cultivo do morangueiro. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2011.

Tratamento	Adubação de base						MBR34 (kg ha <sup>-1</sup> )
	Dose e fonte de N		Dose e fonte de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		Dose e fonte de K <sub>2</sub> O		
	kg ha <sup>-1</sup>	Torta de mamona	kg ha <sup>-1</sup>	Fosforita Alvorada	kg ha <sup>-1</sup>	Cloreto de potássio	
<b>TC</b>	120	2.400	90	375	60	100	500
<b>C0</b>	120	2.400	90	375	60	100	500
<b>C12</b>	120	2.400	90	375	60	100	500
<b>C24</b>	120	2.400	90	375	60	100	500
<b>TS</b>	120	2.400	90	375	60	100	0
<b>S0</b>	120	2.400	90	375	60	100	0
<b>S12</b>	120	2.400	90	375	60	100	0
<b>S24</b>	120	2.400	90	375	60	100	0

T= testemunha; C= com MBR 34; S= sem MBR 34.

O plantio das mudas foi realizado em 21/05/2009. As mudas das cultivares Camarosa e Camino Real, oriundas do Chile e Argentina, foram dispostas em três linhas por canteiro (subparcela), com espaçamento entre plantas e entre linhas de

30 cm. O espaçamento entre os canteiros/passeios foi de 50 cm. A largura do canteiro foi de 1,15 m. A população de plantas foi de 60.606 plantas ha<sup>-1</sup>.

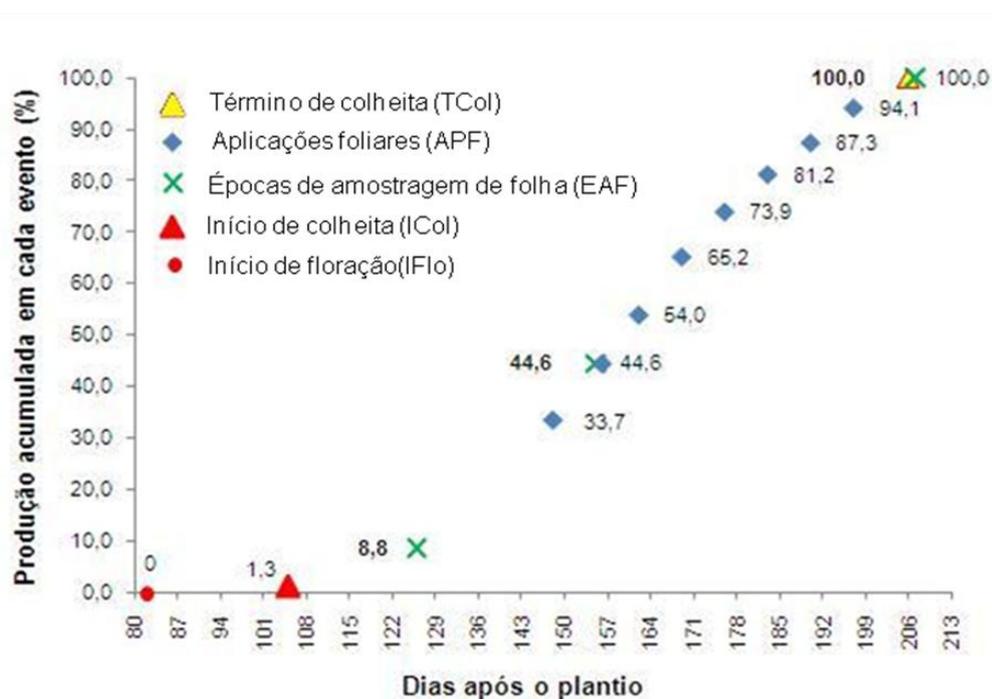
Os canteiros foram cobertos utilizando filme de polietileno preto, túnel baixo coberto com plástico branco transparente e irrigação por gotejamento.

Foram feitas oito aplicações de água de xisto via foliar nas plantas, uma por semana, sendo a primeira realizada em 16/10/2009, totalizando 12 e 24 L ha<sup>-1</sup>. O volume de calda foi de 200 L ha<sup>-1</sup>. Para a aplicação da água de xisto foi utilizado pulverizador costal com cilindro de CO<sub>2</sub> e barra de dois bicos.

As colheitas tiveram início em 03/09/2009, na fase de maturação 75% da epiderme vermelha ou mais, e foram realizadas duas vezes por semana.

A descrição detalhada das atividades realizadas até o término da colheita é apresentada nas tab. 3 e 4 e nas fig. 1 e 2.

O controle fitossanitário foi realizado através de monitoramento das plantas e conforme o aparecimento dos sintomas foram aplicadas medidas de controle recomendadas para a cultura (Apêndice A).



**Figura 1** – Eventos realizados durante o ciclo da cultura do morangueiro (em dias após o plantio realizado em 21/05/2009) com produção acumulada de frutos (%). Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2011.

**Tabela 3** - Descrição dos tratamentos, das aplicações foliares, época de amostragem foliar, datas das aplicações e das amostragens e doses das formulações. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPeL, Pelotas, 2011.

Fatores de tratamento		Número de aplicações foliares (APF), época de amostragem foliar (EAF), datas das aplicações e das amostragens e doses das formulações																			
Adubação de base	Adubação foliar	1ª APF		2ª APF		3ª APF		4ª APF		5ª APF		6ª APF		7ª APF		8ª APF		3ª EAF	Total (L ha <sup>-1</sup> )		
		1ª EAF	Data	Dose (L ha <sup>-1</sup> )	2ª EAF	Data	Dose (L ha <sup>-1</sup> )														
500	Testemunha absoluta			0		0		0		0		0		0		0		0		0	
500	0	<b>24/9</b>	16/10	0	<b>22/10</b>	23/10	0	30/10	0	6/11	0	13/11	0	20/11	0	27/11	0	4/12	0	<b>16/12</b>	0
500	12	<b>24/9</b>	16/10	1,5	<b>22/10</b>	23/10	1,5	30/10	1,5	6/11	1,5	13/11	1,5	20/11	1,5	27/11	1,5	4/12	1,5	<b>16/12</b>	12,0
500	24	<b>24/9</b>	16/10	3,0	<b>22/10</b>	23/10	3,0	30/10	3,0	6/11	3,0	13/11	3,0	20/11	3,0	27/11	3,0	4/12	3,0	<b>16/12</b>	24,0
0	Testemunha absoluta			0		0		0		0		0		0		0		0		0	
0	0	<b>24/9</b>	16/10	0	<b>22/10</b>	23/10	0	30/10	0	6/11	0	13/11	0	20/11	0	27/11	0	4/12	0	<b>16/12</b>	0
0	12	<b>24/9</b>	16/10	1,5	<b>22/10</b>	23/10	1,5	30/10	1,5	6/11	1,5	13/11	1,5	20/11	1,5	27/11	1,5	4/12	1,5	<b>16/12</b>	12,0
0	24	<b>24/9</b>	16/10	3,0	<b>22/10</b>	23/10	3,0	30/10	3,0	6/11	3,0	13/11	3,0	20/11	3,0	27/11	3,0	4/12	3,0	<b>16/12</b>	24,0

**Tabela 4** - Datas de início de floração (IFlo) e início e término das colheitas (ICol e TCol, respectivamente), produções acumuladas de frutos (PAF) até as respectivas datas das aplicações foliares (APF) e das épocas de amostragem de folhas (EAF). Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPeL, Pelotas, 2011.

Datas de início de floração (IFlo), início (ICol) e término (TCol) das colheitas e produção acumulada de frutos (PAF, em %) até as datas das aplicações foliares (APF) e das épocas de amostragem de folha (EAF)																										
Plantio	IFlo	ICol	1ª EAF	PAF até a data da 1ª EAF (%)	1ª APF	PAF até a data da 1ª APF (%)	2ª EAF	PAF até a data da 2ª EAF (%)	2ª APF	PAF até a data da 2ª APF (%)	3ª APF	PAF até a data da 3ª APF (%)	4ª APF	PAF até a data da 4ª APF (%)	5ª APF	PAF até a data da 5ª APF (%)	6ª APF	PAF até a data da 6ª APF (%)	7ª APF	PAF até a data da 7ª APF (%)	8ª APF	PAF até a data da 8ª APF (%)	TCol	3ª EAF	PAF até a data da 3ª EAF (%)	
21/5	11/8	3/9	24/9		16/10		22/10		23/10		30/10		6/11		13/11		20/11		27/11		4/12		15/12	16/12		100,0
Dias após o plantio	82	105	126	8,8	148	33,7	155	44,6	156	44,6	162	54,0	169	65,2	176	73,9	183	81,2	190	87,3	197	94,1	206	207		



**Figura 2** – Instalação do experimento: (a) distribuição do adubo nas parcelas; (b) Parcelas com e sem MBR34; (c) instalação de mulching nos canteiros; (d) perfuração do mulching para plantio; (e) aplicação de água de xisto. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2011.

### 3.1.1 Descrição das variáveis respostas e processos de mensuração

As variáveis respostas avaliadas para as duas cultivares podem ser agrupadas em cinco classes:

- Produção: número de frutos por planta; produção de frutos por planta ( $\text{g planta}^{-1}$ ) e massa média por fruto ( $\text{g fruto}^{-1}$ );
- Compostos funcionais: antocianinas, compostos fenólicos e atividade antioxidante;
- Físico-químicas: sólidos solúveis totais (SST, °Brix) e acidez total titulável;
- Clorofila;
- Análise química do solo: P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Zn, Mn, matéria orgânica, índice SMP e pH em água.

### 3.1.2 Mensuração das variáveis

#### 3.1.2.1 Produção

Os frutos colhidos por parcela, acondicionados em sacos plásticos, foram contados e pesados, conforme ilustrado na fig. 3. A produção por planta foi expressa em gramas de massa fresca de frutos por planta. A massa média por fruto foi derivada da razão entre a produção 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.



**Figura 3** – Pesagem dos frutos para obtenção dos valores da variável produção por planta. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2011.

### 3.1.2.2 Caracterização funcional

Foram efetuadas três coletas de frutos durante o período de safra, uma por mês, nos meses de outubro a dezembro. Esses frutos, colhidos por parcela, foram acondicionados em sacos plásticos, identificados e congelados em ultra freezer (-18°C) até o momento das análises. Os frutos provenientes das quatro repetições de cada tratamento foram misturados e homogeneizados antes da retirada das amostras. Utilizaram-se os valores médios das três coletas para a realização da análise estatística.

- **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 1mL do sobrenadante, colocado em um tubo do tipo Falcon e adicionado solvente até o volume final de 10mL. As leituras de absorvância foram feitas em espectrofotômetro previamente zerado com o solvente extrator, em cubeta de quartzo a 520nm. Uma curva padrão para cianidina-3-glicosídeo foi construída.

- **Compostos Fenólicos Totais:** 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 por 2 horas para reagir. As leituras da absorvância 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. A metodologia utilizada para determinação de compostos fenólicos totais foi adaptada de Swain e Hillis (1959).

- **Atividade Antioxidante:** 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 200µL de amostra e misturados com 3800µL de DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazil, diluído em metanol) em tubos de 15mL 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 515nm. Uma curva padrão foi construída para o TROLOX (ácido 6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcroman-2-carboxílico). A metodologia utilizada para determinação da atividade total foi adaptada de Brand-Williams et al. (1995).

### 3.1.2.3 Caracterização físico-química

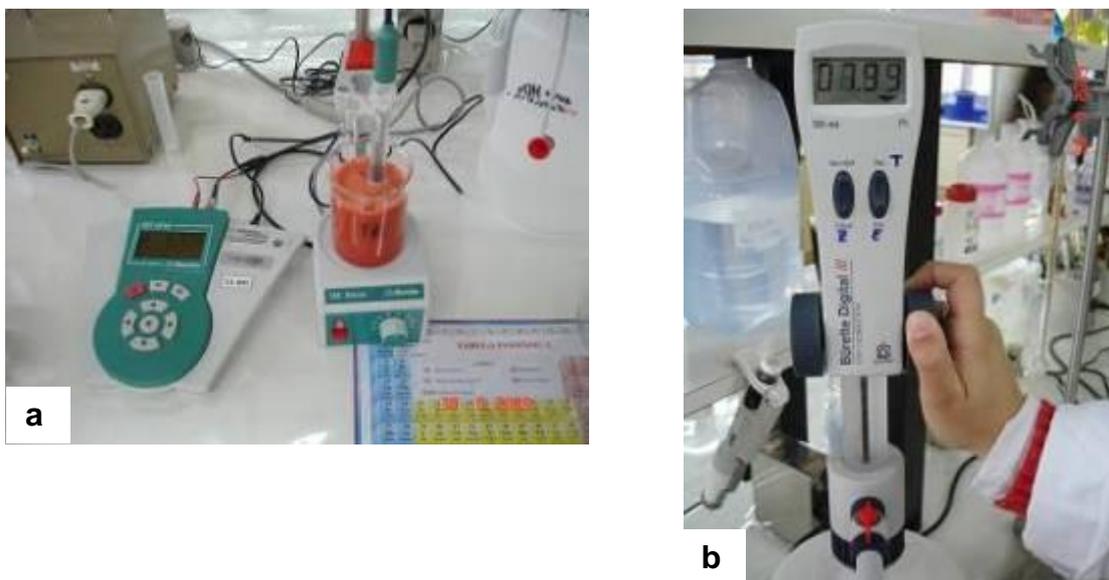
Os frutos foram coletados três vezes durante o período de safra, sendo uma coleta por mês entre os meses de outubro a dezembro. Utilizaram-se os valores médios das três coletas para a realização da análise estatística. Os frutos foram homogeneizados dentro de cada tratamento, totalizando 18 frutos por tratamento com três repetições. Foram analisados frutos frescos, 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 do mesmo para determinação do teor de sólidos solúveis totais, realizada com refratômetro de mesa (fig. 4), com resultados expressos em °Brix.



**Figura 4** – Refratômetro utilizado para determinação de sólidos solúveis totais. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2011.

**-Acidez Total Titulável:** Foi determinada pelo método titulométrico ou acidimétrico. 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 0,1029N, em pHmetro até pH 8,2 (fig. 5). Os resultados foram expressos em mg ácido cítrico  $100\text{ g}^{-1}$ .



**Figura 5** - pHmetro digital (a) e bureta digital (b) para determinação de acidez total. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2011.

#### 3.1.2.4 Clorofila

O teor de clorofila foi medido através de clorofilômetro Soil Plant Analysis Development (SPAD-502, Minolta, Japão), ilustrado na fig. 6, em 21 de outubro de 2009, medindo-se duas folhas por planta por unidade experimental, totalizando 96 folhas por tratamento.



**Figura 6:** Clorofilômetro digital. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPeL, Pelotas, 2011.

### **3.1.2.5 Análise química do solo**

As coletas de solo foram realizadas no final do experimento compreendendo três sub-amostras por parcela, na profundidade de 0-20 cm.

Em cada amostra foram analisados os teores de P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Zn, Mn e matéria orgânica (M.O.) do solo, o índice SMP e o pH em água. As análises foram realizadas no Laboratório de Nutrição Vegetal do Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Maria.

### **3.1.2.6 Teores de nutrientes nas folhas**

Coletaram-se folhas completamente expandidas em três épocas: 1ª EAF - setembro (estágio de início de produção); 2ª EAF - novembro (estágio referente à metade do período de produção de frutos) e 3ª EAF - dezembro (final de ciclo da cultura). Para a análise de nutrientes as folhas provenientes das quatro repetições de cada tratamento foram misturadas e homogêneas antes da retirada das amostras.

As folhas foram colocadas em sacos de papel e secas em estufa para posterior análise.

Das amostras de cada uma das três épocas foi coletada uma folha por planta por unidade experimental, totalizando 48 folhas por tratamento, nas quais foram analisados os seguintes nutrientes: N, P, K, Ca, Mg, B, Cu, Fe, Mn e Zn. As análises foram realizadas no Laboratório de Nutrição Vegetal do Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Maria.

### 3.2 Análise estatística

Inicialmente, para todas as variáveis, exceto as físico-químicas e os teores de nutrientes da folha, foi procedida a análise da variância, excluindo as duas testemunhas. Esta análise teve o objetivo de estudar efeitos principais e interação dos fatores adubação sólida e adubação foliar. Quando esta análise resultou significativa para o efeito principal do fator quantitativo adubação foliar ou para a interação, realizou-se a análise de regressão polinomial para estudar o comportamento das variáveis mediante a aplicação de doses crescentes de água de xisto.

Numa segunda etapa, procedeu-se, para essas variáveis, uma nova análise da variância incluindo as duas testemunhas (TC e TS). O propósito desta análise foi comparar os tratamentos com água de xisto à testemunha sem água de xisto, dentro de cada nível do fator adubação sólida. Por esta razão, o fator adubação foliar foi considerado qualitativo nesta análise. Assim, quando foi significativo o efeito da interação ou o efeito principal do fator adubação foliar efetuou-se o teste de Tukey ao nível  $\alpha=0,05$  para as comparações de médias.

Para as variáveis físico químicas (SST e acidez), a análise de variância foi procedida em delineamento inteiramente casualizado e incluiu as testemunhas.

Foram realizadas também análises de correlação de Pearson entre os teores de nutrientes do solo e as variáveis de produção.

Todas as análises foram processadas com o uso do programa estatístico WinStat (MACHADO; CONCEIÇÃO, 2005).

## 4. Resultados e Discussão

As tabelas que apresentam os resultados das análises de variância para todas as variáveis analisadas no presente trabalho encontram-se no Apêndice C.

### 4.1 Produção

#### 4.1.1 Cultivar Camarosa

Para as três variáveis de produção, número de frutos por planta, produção por planta e massa por fruto, os resultados de ambas as análises de variância (incluindo e excluindo as testemunhas) evidenciaram que os efeitos da interação e os efeitos principais dos fatores adubação foliar e adubação sólida não foram significativos. Portanto, são apresentadas na tab. 5 somente as médias de doses de água de xisto, para cada nível do fator MBR da análise com a testemunha. Observa-se que os tratamentos com água de xisto não diferiram das testemunhas sem água de xisto.

**Tabela 5** - Médias das variáveis número de frutos por planta, produção por planta e de massa por fruto da cultivar Camarosa, para os níveis do fator adubação foliar e a testemunha sem água de xisto. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2011.

Água de xisto (L ha <sup>-1</sup> )	Número de frutos (frutos planta <sup>-1</sup> )	Produção por planta (g planta <sup>-1</sup> )	Massa por fruto (g fruto <sup>-1</sup> )
0	33,29 a	530,03 a	15,68 a
12	32,16 a	506,81 a	15,57 a
24	31,44 a	476,52 a	14,81 a
Testemunha	31,28 a	478,00 a	14,99 a
Média	32,04	497,84	15,26

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

Os resultados da variável massa média por fruto estão de acordo com os valores citados na literatura (RESENDE et al., 2010) para sistemas de produção com túnel baixo. Por outro lado, em relação à produtividade os autores citados obtiveram média de 56,62 ton ha<sup>-1</sup> contra 30,17 ton ha<sup>-1</sup> no presente experimento (tab.6). Nesse sentido, deve considerar-se as diferenças inerentes a adubação nos dois experimentos com destaque para as quantidades totais de NPK aplicadas, onde naquele experimento foram iguais a 240, 560 e 400 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente, contra 120, 90 e 60 kg ha<sup>-1</sup>, no presente trabalho. Assim, a menor produtividade obtida com a cultivar Camarosa é plenamente justificada, a despeito de outros fatores de manejo da cultura. Vale destacar que a população final de plantas em ambos os trabalhos foram semelhantes (60.606 e 60.000 plantas por ha<sup>-1</sup>).

Por outro lado, Oliveira et al. (2008) obtiveram produtividade equivalente a 50,94 ton ha<sup>-1</sup>, com produção média de 1.038,3 g de frutos por planta, contra no máximo 530,0 g no tratamento que apresentou a maior produção. Já Martins et al. (2010), trabalhando com morangueiro em sistema orgânico, obtiveram produção de 1.004,3 g de frutos por planta, o equivalente a produtividade de 59,08 ton ha<sup>-1</sup>, semelhante àquela relatada por Oliveira et al. (2008), sendo ambas muito superiores à obtida no presente trabalho. Finalmente, em trabalho realizado com seis cultivares de morangueiro, Antunes et al. (2010) obtiveram produtividade de 39 ton ha<sup>-1</sup> para a cultivar Camarosa. No trabalho de Antunes et al. (2010), a produtividade de 39 ton ha<sup>-1</sup> obtida para a cultivar Camarosa foi em torno de 22,6% maior do que a obtida no presente trabalho. Quando comparadas as produções por planta, a diferença no desempenho da cultivar Camarosa naquele trabalho foi superior a este em 43,3% (877,5 contra 497,84 g de frutos por planta), indicando que, provavelmente, a população de plantas interfere no desempenho desta cultivar.

Além da variabilidade observada na produtividade da cultura do morangueiro (ainda que a mesma seja influenciada pelas condições edafoclimáticas nas quais os trabalhos foram realizados, pelas cultivares, pelo manejo da cultura, assim como pelos fatores de tratamento), aspectos relacionados à população de plantas podem estar interferindo na extrapolação da produção de frutos por planta para a produtividade por hectare.

Na maioria dos trabalhos citados não é informada a população final de plantas por hectare (tab. 6), assim como a largura dos caminhos/passeios. Desta forma, a

extrapolação da produção por planta para produtividade por hectare incorre em erros quando da comparação do desempenho de uma determinada cultivar, uma vez que a população final apresenta grande variação. Como pode ser observado na tab. 6, a população final variou de 33.613 até 80.808 plantas por ha<sup>-1</sup>, sendo esta última, segundo Groppo et al. (1997), a população ideal para a obtenção de máxima produtividade. Assim, a conseqüente comparação de dados de produção entre os trabalhos pode induzir a erros, a despeito da possibilidade de efeito compensatório do número de plantas sobre a produção de frutos por planta.

Dentre os trabalhos referidos, aqueles realizados por Oliveira et al. (2008) e por Martins et al. (2010) fornecem todas as informações necessárias para o cálculo da população final, de modo que as mesmas foram iguais a 49.065 plantas ha<sup>-1</sup> e 58.824 plantas ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Estes valores multiplicados pelas respectivas produções de frutos por planta (1.038,3 e 1.004,3 g) permitem obter as produtividades de 50,94 ton ha<sup>-1</sup> e 59,08 ton ha<sup>-1</sup> (tab. 6). Neste caso, comparando-se os dois trabalhos, parece não ter havido compensação na produção por planta em função da modificação da população final já que para um aumento de 9.758 plantas a produção foi de 8.132 ton ha<sup>-1</sup> de frutos, ou seja, média de 833 g de frutos por planta, produção esta menor do que as médias observadas (1.038,3 g e 1.004,3 g).

Por outro lado, a população do presente trabalho foi igual a 60.606 plantas por ha<sup>-1</sup>, próxima daquela de Martins et al. (2010); no entanto, as produções por planta e as produtividades foram muito distintas (497,84 contra 1.004,3 g; 30,17 contra 59,08, respectivamente), indicando a interferência de outros fatores não controlados.

**Tabela 6** - Dados de parâmetros de produção de cultivares de morangueiro obtidos na literatura e os respectivos cálculos de população de plantas e da produtividade. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2011.

Referências	Cultivar	Sistema de cultivo	Número de frutos (frutos planta <sup>-1</sup> )	Produção (g planta <sup>-1</sup> )	g Massa por fruto (g fruto <sup>-1</sup> )	Espaçamentos e dimensões (m)					Nº de plantas por parcela	População (plantas ha <sup>-1</sup> )	Produtividade (ton ha <sup>-1</sup> )
						Plantas	Linhas	Largura caminhos	Largura canteiros	Comp. da parcela			
Oliveira et al. (2008)	Camino Real	Túnel baixo	44,90	1.121,2	24,60	0,35	0,35	0,80	1,20	2,1	21,0	49.065	<b>55,01</b>
Martins et al. (2010)	Camino Real	Túnel baixo		604,6		0,30	0,30	0,50	1,20	1,2	12,0	58.824	<b>35,56</b>
Resende et al. (2010)	Camarosa	Túnel baixo				0,30	0,30	<b>0,50</b>	1,00	2,0	18,0	60.000	<b>56,62</b>
Resende et al. (2010)	Camarosa	Túnel alto				0,30	0,30	<b>0,50</b>	1,00	2,0	18,0	60.000	<b>56,74</b>
Resende et al. (2010)	Camarosa	Campo				0,30	0,30	<b>0,50</b>	1,00	2,0	18,0	60.000	<b>28,46</b>
Oliveira et al. (2008)	Camarosa	Túnel baixo	55,00	1.038,3	19,50	0,35	0,35	0,80	1,20	2,1	21,0	49.065	<b>50,94</b>
Martins et al. (2010)	Camarosa	Túnel baixo		1.004,3		0,30	0,30	<b>0,50</b>	1,20	1,2	12,0	58.824	<b>59,08</b>
Antunes et al. (2010)	Camarosa	Túnel baixo		877,5		0,35	0,35	<b>0,50</b>	<b>1,00</b>	1,2	8,0	44.444	<b>39,00</b>
Castro et al. (2003)	Várias					0,40	0,40	<b>0,30</b>	0,80	1,6	8,0	45.455	
Otto et al. (2009)	Várias	Estufa				0,30	0,30	<b>0,50</b>	0,60	1,5	10,0	60.606	
Mangnabosco et al. (2008)	Várias					0,35	0,35	<b>0,50</b>	1,20	2,8	16,0	33.613	
Groppo et al. (1997)	Várias					0,30	0,30	0,45	1,20			80.808	
<b>Média</b>						0,32	0,32	0,56	1,04			<b>55.059</b>	<b>39,19</b>

Os dados grifados na cor vermelha são hipotéticos uma vez que não foram informados nos trabalhos. No entanto, tais dados baseiam-se na população ideal de aproximadamente 80.000 plantas por hectare, sugerida por Groppo et al. (1997)

É possível que modificações na população de plantas, abaixo ou acima daquela considerada ideal (80.000 plantas por ha<sup>-1</sup>, segundo Groppo et al., 1997), interfiram negativamente na produção de frutos por planta de modo que não ocorra efeito compensatório das plantas sobre a produção de frutos por planta. Tais ponderações são corroboradas por Castro et al. (2003).

No presente trabalho, os efeitos dos fatores adubação foliar e adubação sólida sobre as variáveis de produção foram não significativos (tab. 5 e 7). É provável que a elevada fertilidade do solo, ainda que apresentando desequilíbrios nas relações entre nutrientes (tópico a ser abordado no item 4.3), tenha sido capaz de proporcionar resultados satisfatórios de produção.

**Tabela 7** - Médias das variáveis número de frutos por planta, produção por planta e de massa por fruto da cultivar Camarosa, para os níveis do fator adubação sólida e a testemunha sem água de xisto. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2011.

<b>Adubação sólida</b>	<b>Número de frutos (frutos planta<sup>-1</sup>)</b>	<b>Produção por fruto (g planta<sup>-1</sup>)</b>	<b>Massa por fruto (g fruto<sup>-1</sup>)</b>
<b>Sem MBR34</b>	31,20 a	514,10 a	15,12 a
<b>Com MBR34</b>	32,88 a	481,58 a	15,40 a
<b>Média</b>	32,04	497,84	15,26

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

#### **4.1.2 Cultivar Camino Real**

Os resultados das análises de variância para as variáveis número de frutos e produção por planta, tanto incluindo como excluindo as testemunhas, foram semelhantes. Ambas as análises revelaram efeito de interação e efeito principal de adubação foliar não significativos e efeito de adubação sólida próximo da significância ( $p=0,0602$  para número de frutos e  $p=0,0584$  para produção por planta). Em razão de os valores p estarem muito próximos de 0,05, foi efetuado o teste de Tukey (ao nível  $\alpha=0,05$ ) para descartar uma possível significância da diferença entre essas médias. O teste confirmou que as médias dos dois níveis do fator adubação sólida não diferiram entre si, para ambas as variáveis (tab. 9). As médias gerais para

número de frutos e produção por planta foram, respectivamente, 24,75 frutos e 440,49 g.

Para a massa por fruto, a análise de variância, evidenciou não significância do efeito de interação e do efeito principal de adubação sólida e significância do efeito principal de adubação foliar ( $p=0,0203$ ). Nas tab. 8 e 9 são apresentadas as médias das três variáveis para os níveis dos fatores adubação sólida e adubação foliar, respectivamente.

**Tabela 8** - Médias das variáveis número de frutos por planta, produção por planta e de massa por fruto da cultivar Camino Real, para os níveis do fator adubação foliar e a testemunha sem água de xisto. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2011.

Água de xisto (L ha <sup>-1</sup> )	Número de frutos (frutos planta <sup>-1</sup> )	Produção por planta (g planta <sup>-1</sup> )	Massa por fruto (g fruto <sup>-1</sup> )
<b>Testemunha</b>	27,10 a	506,63 a	18,42 a
<b>24</b>	24,79 a	448,87 ab	18,06 a
<b>12</b>	25,99 a	472,58 ab	18,07 a
<b>0</b>	23,48 a	400,00 b	16,75 b
<b>Média</b>	25,34	457,02	17,83

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

**Tabela 9** - Médias das variáveis número de frutos por planta, produção por planta e de massa por fruto da cultivar Camino Real, para os níveis do fator adubação sólida. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2011.

Adubação sólida	Número de frutos (frutos planta <sup>-1</sup> )	Produção (g planta <sup>-1</sup> )	Massa por fruto (g fruto <sup>-1</sup> )
<b>Sem MBR34</b>	26,97 a	488,74 a	18,12 a
<b>Com MBR34</b>	22,53 a	392,23 a	17,13 a
<b>Média</b>	24,75	440,49	17,63

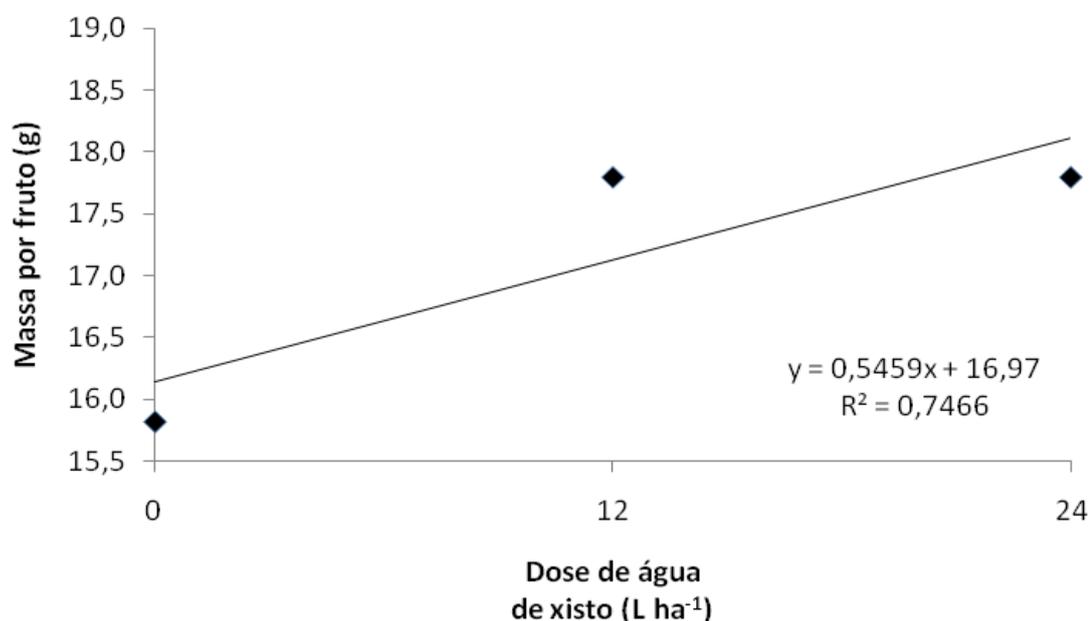
Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste F (análise da variância), ao nível  $\alpha=0,05$ .

Em decorrência da significância do efeito principal do fator adubação foliar para a variável massa por fruto, efetuou-se a análise de regressão polinomial para este fator. Nesta análise verificou-se que o efeito linear da dose de água de xisto sobre a massa de fruto foi significativo (tab. 10).

**Tabela 10** - Análise de regressão polinomial para discriminação da variação atribuível ao efeito principal de dose de água de xisto sobre a massa por fruto. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2011.

Fontes de variação	GL	SQ	F	Prob.> F	R <sup>2</sup> (%)
Dose de água de xisto	2	9,196	-	-	-
Linear	1	6,866	8,191	0,0143	74,66
Quadrático	1	2,331	2,780	0,1213	100,00
Resíduo	12	10,06	-	-	-

O modelo que descreve a relação entre o fator água de xisto e a variável resposta é dada pela equação de regressão cuja representação gráfica é apresentada na fig. 7. Este modelo apresentou um coeficiente de determinação de 74,66%, significando que 74,66% da variação na massa de fruto é explicada pelo efeito linear da água de xisto.



**Figura 7** - Gráfico da relação linear entre o fator dose de água de xisto e a variável massa por fruto. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2011.

O coeficiente de regressão positivo indica que o aumento da dose de água de xisto, em média, promove um incremento da massa por fruto. Tal resultado pode ser

explicado pela combinação da água de xisto (matéria-prima constituída de elementos nutrientes em concentrações apreciáveis: Si, 1,6 mg L<sup>-1</sup>; B, 0,3 mg L<sup>-1</sup>; Mg, 0,5 mg L<sup>-1</sup>; Fe, 0,2 mg L<sup>-1</sup>; Ca, 0,5 mg L<sup>-1</sup>; Zn, 0,04 mg L<sup>-1</sup>) com as fontes nitrato de cálcio e ácido bórico. Geralmente, o elemento que mais interfere no tamanho de frutos é o nitrogênio, sendo, neste caso, aplicado via nitrato de cálcio. No entanto, quando esta fonte foi aplicada na ausência de água de xisto (tratamentos 0 L ha<sup>-1</sup>, tendo como veículo água destilada), observou-se os menores valores para a variável massa de frutos, indicando efeito sinérgico entre a água de xisto e as fontes de N, Ca e B. Por outro lado, Otto et al. (2009), em trabalho realizado com diversas cultivares de morangueiro de dia neutro, não observaram respostas a doses de nitrogênio para as variáveis número e massa de frutos.

A análise de variância incluindo a testemunha revelou que para a variável número de frutos por planta os efeitos da interação e os efeitos principais dos fatores adubação foliar e adubação sólida não foram significativos. Observa-se particularmente que os tratamentos não diferiram das testemunhas. Para as variáveis produção por planta e massa por fruto o efeito da interação e o efeito principal do fator adubação sólida também não foram significativos, mas o efeito principal do fator adubação foliar mostrou-se significativo ( $p=0,0460$  e  $p=0,0321$ , respectivamente). Na tab. 8, verifica-se, para a variável produção por planta, que a testemunha é superior a dose 0 L ha<sup>-1</sup>, mas não difere das doses 12 e 24 L ha<sup>-1</sup>; e as doses 0, 12 e 24 L ha<sup>-1</sup> não diferem entre si. Para a variável massa por fruto observa-se que a testemunha e as doses 12 e 24 L ha<sup>-1</sup> não diferem entre si e são superiores à dose 0 L ha<sup>-1</sup>. Ressalta-se que apenas a dose 0 L ha<sup>-1</sup> difere significativamente da testemunha.

Para os resultados das variáveis produção e massa média por fruto, considerando-se o tratamento testemunha (sem fertilização foliar), observa-se que todos os demais tratamentos apresentaram tendência de diminuição nos valores, com significância apenas em relação a dose 0 L ha<sup>-1</sup> de água de xisto. Como destacado anteriormente, neste tratamento o veículo usado para distribuir as fontes nitrato de cálcio e ácido bórico foi água destilada. Assim, o efeito fertilizante de tais fontes foi negativo, evidenciado pelos menores valores das variáveis. Por outro lado, quando o veículo foi água de xisto, os valores das variáveis produção e massa do fruto aumentaram em relação ao tratamento onde o veículo foi água destilada, indicando sinergismos entre as fontes e o veículo água de xisto.

A produtividade média da cultivar Camino Real foi de 27,70 ton ha<sup>-1</sup>, produtividade baixa quando comparada com os dados de Oliveira et al. (2008) que obtiveram o equivalente a 55,01 ton ha<sup>-1</sup> (49,6% maior). Naquele trabalho, os autores obtiveram produção média de 1.121,2 g de frutos por planta, contra no máximo 506,6 g no tratamento que apresentou a maior produção (54,8% maior do que a produção obtida neste tratamento). Assim, quando compara-se o desempenho desta cultivar nos dois trabalhos, através da variável produção de frutos por planta, observa-se que a população mais adequada para Camino Real foi de aproximadamente 49.000 plantas em detrimento da maior população do presente trabalho (60.606 plantas por ha<sup>-1</sup>), uma vez que o maior número de plantas não compensou a menor produção de frutos por planta.

No caso do trabalho citado, os autores (OLIVEIRA et al., 2008) concluíram que a cultivar Camino Real apresenta produção de frutos semelhante a da cultivar Camarosa. É importante destacar que tal resultado foi obtido com a mesma população final (49.065 plantas ha<sup>-1</sup>) para as duas cultivares.

Já Martins et al. (2010) obtiveram produção de frutos por planta para Camino Real igual a 604,6 g, o equivalente a produtividade 35,36 ton ha<sup>-1</sup>, produtividade em torno de 21,7% maior do que a obtida no presente trabalho. Quando comparadas as produções por planta, a diferença no desempenho da cultivar Camino Real foi superior em 24,4% naquele trabalho (604,6 g contra 457,0 g de frutos planta<sup>-1</sup>). Neste caso, os autores informaram os dados necessários para o cálculo da população final, que foi de 58.824 plantas ha<sup>-1</sup>, valor muito próximo da população do presente trabalho (60.606 plantas ha<sup>-1</sup>). Diante disso, é provável que outros fatores tenham influenciado o desempenho desta cultivar. Observações realizadas pelo autor atestam a presença de morte de plantas em reboleiras na área do experimento, que podem ter sido causadas pelo fungo de solo *Rizoctonia*.

## 4.2 Caracterização funcional

### 4.2.1 Camarosa

O conteúdo de fitoquímicos em frutas pode ser afetado pelo grau de maturação no momento da colheita, por diferenças genéticas entre as cultivares, condições ambientais, condições de estocagem pós-colheita e pela manipulação da amostra. Para a variável atividade antioxidante, a análise da variância revelou efeito significativo para a interação dos fatores adubação foliar e adubação sólida a e significativa para o efeito da água de xisto sobre compostos fenólicos. Assim, foram feitas as comparações de médias dos níveis de um fator dentro dos níveis do outro, conforme pode ser observado na tab. 11. Verifica-se que na presença de MBR34 não houve diferença entre os níveis do fator adubação foliar. Entretanto, quando não foi aplicada a MBR34, a testemunha foi superior às doses 0 e 12, mas não diferiu da dose 24 L ha<sup>-1</sup>. Ao comparar-se as médias de atividade antioxidante nos níveis do fator adubação sólida dentro de cada nível do fator adubação foliar verifica-se que: para as doses 0 L ha<sup>-1</sup>, 24 L ha<sup>-1</sup> e a testemunha não houve diferença entre as médias com e sem MBR 34; já para o nível 12 L ha<sup>-1</sup> a atividade antioxidante foi maior na presença de MBR 34 (3.674,39 µg/equivalente trolox/g massa fresca). Além disso, a média geral desta variável foi maior quando na presença da MBR34 (3.398,11 µg/equivalente trolox/g massa fresca contra 3.083,12 µg/equivalente trolox/g massa fresca).

**Tabela 11** - Médias da variável atividade antioxidante<sup>1</sup> da cultivar Camarosa, para as combinações de níveis dos fatores adubação sólida e adubação foliar, incluindo a testemunha. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2011.

Água de xisto (L ha <sup>-1</sup> )	Adubação sólida		Média
	Com MBR34	Sem MBR34	
Testemunha	3.632,01 Aa	3.541,58 Aa	3.586,80
24	3.068,61 Aa	3.228,49 Aab	3.148,55
0	3.217,41 Aa	2.866,33 A b	3.041,87
12	3.674,39 Aa	2.696,07 B b	-
Média	3.398,11	-	-

<sup>1</sup> Atividade antioxidante total expressa em µg/equivalente trolox/g massa fresca. Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste F (análise da variância) e na coluna não diferem pelo teste de Tukey, ambos ao nível  $\alpha=0,05$ .

Para a variável compostos fenólicos somente o efeito principal de adubação foliar foi significativo; enquanto para antocianinas nenhum dos fatores foi significativo. Nas tab. 12 e 13 são apresentadas as médias das variáveis antocianinas e compostos fenólicos, para os níveis do fator adubação foliar e adubação sólida, respectivamente. Observa-se na tab. 12 que, para compostos fenólicos, a testemunha foi superior às doses 24 e 0 L ha<sup>-1</sup>, mas não diferiu da dose 12 L ha<sup>-1</sup>, e as doses 0 12 e 24 L ha<sup>-1</sup> não diferiram entre si.

**Tabela 12** - Médias das variáveis antocianinas e compostos fenólicos da cultivar Camarosa, para os níveis do fator adubação foliar, incluindo a testemunha. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2011.

Água de xisto (L/ha <sup>-1</sup> )	Antocianinas <sup>1</sup>	Compostos fenólicos <sup>2</sup>
<b>Testemunha</b>	86,32 a	417,89 a
<b>12</b>	83,09 a	379,46 ab
<b>24</b>	79,69 a	348,85 b
<b>0</b>	74,78 a	347,85 b
<b>Média</b>	80,97	-

<sup>1</sup> Antocianinas totais expressa em µg/equivalente cianidina-3-glicosídeo/100g massa fresca. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste F (análise da variância), ao nível  $\alpha=0,05$ .

<sup>2</sup> Compostos fenólicos totais expresso em µg/equivalente ácido clorogênico/100g massa fresca. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível  $\alpha=0,05$ .

**Tabela 13** - Médias das variáveis antocianinas e compostos fenólicos da cultivar Camarosa, para os níveis do fator adubação sólida. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2011.

Adubação sólida (t ha <sup>-1</sup> )	Antocianinas <sup>1</sup>	Compostos fenólicos <sup>2</sup>
<b>Sem MBR34</b>	86,52 a	377,08 a
<b>Com MBR34</b>	75,42 a	369,94 a
<b>Média</b>	80,97	373,51

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

<sup>1</sup> Antocianinas totais expressa em µg/equivalente cianidina-3-glicosídeo/100g massa fresca.

<sup>2</sup> Compostos fenólicos totais expresso em µg/equivalente ácido clorogênico/100g massa fresca.

#### 4.2.2 Camino Real

As análises de variância revelaram efeito significativo da interação dos fatores adubação foliar e adubação sólida para todas as variáveis funcionais analisadas, atividade antioxidante, antocianinas e compostos fenólicos. Além disso, para a variável antocianinas houve efeito significativo do fator AX.

Na cultivar Camino Real, quando não se utilizou MBR34, a testemunha apresentou atividade antioxidante superior às demais doses de adubação foliar. Com o uso de MBR34 não houve diferenças entre os tratamentos.

Entretanto, quando se avaliou a atividade antioxidante para o fator adubação sólida, apenas a testemunha não apresentou diferenças com ou sem MBR34. Para as demais doses de água de xisto, os tratamentos com MBR34 sempre foram superiores aos sem MBR34 (tab. 14).

Para a variável atividade antioxidante, na presença da MBR34, as médias das doses 0, 12, 24 L ha<sup>-1</sup> e da testemunha não diferiram entre si; entretanto, sem a MBR34, a média da testemunha foi superior à todas as demais, e as doses 0, 12 e 24 L ha<sup>-1</sup> não diferiram entre si. As comparações dentro de cada nível do fator adubação foliar mostraram que para a testemunha as médias de atividade antioxidante com e sem MBR34 não diferiram entre si; mas para as doses 0, 12 e 24 L ha<sup>-1</sup> a média com MBR34 foi superior a média sem MBR34.

As comparações para a variável antocianinas evidenciaram que a dose 24 foi superior à testemunha e à dose 0, mas não diferiu da dose 12; e as doses 0, 12 e a testemunha não diferiram entre si. Sem MBR34 verifica-se que a testemunha é superior as doses 24 e 0, mas não difere da dose 12; a dose 12 é superior a dose 24, mas não difere da dose 0; e a as doses 0 e 24 não diferem entre si. As comparações dentro dos níveis do fator adubação foliar, mostraram que: para as doses 24 e 0 as médias de atividade antioxidante com e sem MBR34 não diferiram entre si; mas para a testemunha e a dose 12 L ha<sup>-1</sup> a média sem MBR34 foi superior a média com MBR34.

Para a variável compostos fenólicos, na presença da MBR34, a dose 0 foi superior a testemunha e a dose 12, mas não diferiu da dose 24; a dose 24 foi superior a testemunha, mas não diferiu da dose 12; e a dose 12 e a testemunha não diferiram entre si. Entretanto, sem a MBR34, a média da testemunha foi superior à todas as demais e as doses 12 e 24 L ha<sup>-1</sup> não diferiram entre si e são superiores à

dose 0. Dentro de cada nível do fator adubação foliar, as comparações mostraram que todas as médias com MBR34 foram superiores as médias sem MBR34 (tab.14).

De forma geral, pode-se observar que apesar de algumas diferenças pontuais serem significativas, os tratamentos não influenciaram os resultados obtidos para as cultivares Camarosa e Camino Real. No entanto, os tratamentos não afetaram negativamente os compostos e a atividade antioxidante, pois este mesmo autor, estudando estes compostos em diferentes cultivares de morangueiro cultivados em sistema de produção integrada de frutas encontrou valores de atividade antioxidante semelhantes a do atual trabalho para a cultivar Aromas. Também Moura et al. (2010), estudando esses mesmos compostos em mirtilos submetidos à doses de nitrogênio, encontrou valores semelhantes para estas variáveis, embora as doses aplicadas não tenham influenciado os resultados.

**Tabela 14** - Médias das variáveis atividade antioxidante, antocianinas e compostos fenólicos da cultivar Camino Real, para as combinações de níveis dos fatores adubação sólida e adubação foliar, incluindo a testemunha. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2011.

Água de xisto (L ha <sup>-1</sup> )	Atividade antioxidante <sup>1</sup>		Antocianinas <sup>2</sup>		Compostos fenólicos <sup>3</sup>	
	Com MBR34	Sem MBR34	Com MBR34	Sem MBR34	Com MBR34	Sem MBR34
<b>Test.</b>	3.768,22 Aa	3.543,54 Aa	63,57 B b	116,25 Aa	434,99 A c	341,04 Ba
<b>12</b>	4.050,85 Aa	3.062,89 B b	82,00 B ab	111,73 Aab	450,01 A bc	297,34 B b
<b>24</b>	4.098,34 Aa	3.049,00 B b	98,91 A a	91,41 A bc	479,98 Aab	297,99 B b
<b>0</b>	4.161,37 Aa	2.661,87 B b	66,92 A b	73,19 A c	496,43 Aa	253,92 B c
<b>Média</b>	4.019,70	-	-	-	-	-

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

<sup>1</sup> Antocianinas totais expressa em  $\mu\text{g}$ /equivalente cianidina-3-glicosídeo/100g massa fresca.

<sup>2</sup> Compostos fenólicos totais expresso em  $\mu\text{g}$ /equivalente ácido clorogênico/100g massa fresca.

<sup>3</sup> Atividade antioxidante total expressa em  $\mu\text{g}$ /equivalente trolox/g massa fresca.

Os compostos fenólicos são detectados principalmente em frutas verdes, pois durante o amadurecimento ocorre a condensação dos fenólicos solúveis, tornando-os insolúveis por se ligarem fortemente a outros compostos celulares, não sendo, portanto, detectados pela técnica de extração (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Como neste estudo os morangos foram coletados no estágio maduro, não eram esperadas grandes quantidades de fenólicos. Além disso, segundo QUINATO et al.,

2007, os compostos fenólicos são facilmente oxidáveis, tanto através de enzimas vegetais específicas quanto por influência de metais como ferro e manganês, e no presente experimento, os teores do elemento manganês estavam em altas concentrações no solo, o que pode ter mascarado a diferença desses compostos entre os tratamentos aplicados.

Em morangos estudos indicam que o efeito genótipo tem maior influência sobre as características de qualidade do morango do que as condições de cultivo, particularmente no que tange parâmetros nutricionais (CAPOCASA et al., 2008). Alguns estudos demonstram a influência de fertilizantes na qualidade do morango. Embebição de plantas em solução fertilizante de fosfito antes do plantio ativa o mecanismos de defesa da planta, já que o conteúdo de ácido ascórbico e antocianinas na frutas aumentou (MOOR et al., 2009). No caso específico do estudo realizado com a utilização do xisto agrícola, a alta fertilidade construída pode ter confundido e mascarado os dados obtidos para estas variáveis. Vale ressaltar que o experimento foi conduzido em um ano, portanto, para que se possam obter conclusões mais específicas destes resultados estas análises devem ser repetidas.

### **4.3 Caracterização físico-química**

#### **4.3.1 Sólidos Solúveis Totais e Acidez**

##### **4.3.1.1 Camarosa**

A análise da variância para a variável acidez revelou que o efeito da interação e os efeitos principais dos fatores adubação foliar e adubação sólida foram não significativos. A acidez total representa a proporção entre os teores em ácidos e açúcares existentes nos frutos, condicionando a sua qualidade organoléptica, isto é, o balanço entre sabor e aroma (RODRIGUES, 2007). No entanto, para a variável sólidos solúveis totais (SST) que fornece um indicativo sobre a quantidade de açúcares que estão presentes nos frutos, o fator adubação sólida foi significativo ( $p=0,04809$ ).

Nas tab. 15 e 16 são apresentadas as médias das variáveis SST e acidez, para os níveis do fator adubação foliar e adubação sólida, respectivamente.

**Tabela 15** - Médias das variáveis sólidos solúveis totais e acidez da cultivar Camarosa, para os níveis do fator adubação foliar, incluindo a testemunha. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2011.

<b>Água de xisto</b> (L ha <sup>-1</sup> )	<b>SST (°Brix)</b>	<b>Acidez</b>
<b>0</b>	6,67 a	0,9499 a
<b>12</b>	6,71 a	0,9916 a
<b>24</b>	6,87 a	0,9856 a
<b>Testemunha</b>	6,95 a	0,9529 a
<b>Média</b>	6,81	0,9700

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

**Tabela 16** - Médias das variáveis sólidos solúveis totais e acidez da cultivar Camarosa, para os níveis do fator adubação sólida, incluindo a testemunha. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2011.

<b>Adubação sólida</b>	<b>SST (°Brix)</b>	<b>Acidez</b>
<b>Com MBR34</b>	6,89 a	0,9767 a
<b>Sem MBR34</b>	6,72 b	0,9634 a
<b>Média</b>	-	0,9700

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

Na tab. 16 verifica-se que o teor de sólidos solúveis totais apresentou resultados superiores quando usada MBR34 (6,89 °Brix). Provavelmente o elemento Ca, presente na MBR34 na concentração de 8,7% de CaO, foi responsável pelo aumento significativo desta variável resposta. De acordo com Pereira et al. (2002), em trabalho realizado com melão, os açúcares totais foram linearmente proporcionais às doses de Ca aplicadas. Os autores sugerem que as maiores doses de cálcio podem ter favorecido uma maior absorção de potássio. Dessa forma, o potássio seria responsável pela maior translocação de fotoassimilados das folhas para os frutos, resultando em maiores acúmulos de açúcares nos mesmos. Por outro lado, Vizzotto et al. (2002), em trabalho com aplicação de Ca na pré-colheita de frutos de pêssigo não observaram diferenças entre os tratamentos sobre os SST, acidez titulável e porcentagem de perda de peso dos frutos.

Embora tenha havido efeito positivo com a utilização da MBR34, esse teor ainda é considerado baixo para atender os padrões exigidos pelo mercado consumidor que deseja frutos bem mais adocicados. Esses resultados podem ser atribuídos às condições ambientais que ocorreram durante o período de crescimento e maturação dos frutos. Além disso, o filme de polietileno empregado no cultivo reduz ainda mais a disponibilidade de radiação solar, que juntamente com a umidade e a temperatura do ar são variáveis determinantes da qualidade dos frutos.

Para a variável acidez não houve diferença significativa tanto com o uso ou não da matriz fertilizante MBR34.

Deve-se levar em conta que os produtores tendem a colher os frutos levemente verdes, para que os mesmos possuam maior vida de prateleira. Desta forma, os teores de sólidos solúveis totais e a acidez titulável estão relacionados ao ponto de maturação em que os frutos foram colhidos (KROLOW; SCHWENGBER, 2007).

#### 4.3.1.2 Camino Real

A análise da variância para o teor de sólidos solúveis totais revelou significância para efeito de interação e para os efeitos principais dos fatores adubação foliar e adubação sólida. As médias das combinações de níveis dos fatores adubação sólida e adubação foliar são apresentadas na tab. 17.

**Tabela 17** - Médias de SST da cultivar Camino Real, para as combinações de níveis dos fatores adubação sólida e adubação foliar, incluindo a testemunha. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2011.

Água de xisto (L ha <sup>-1</sup> )	Com MBR34	Sem MBR34	Média
<b>Testemunha</b>	6,90 Aa	6,07 Ba	-
<b>0</b>	6,43 A b	6,07 Ba	-
<b>12</b>	6,40 A bc	5,83 Ba	-
<b>24</b>	6,07 A c	6,13 Aa	6,10
<b>Média</b>	6,45	-	-

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

Verifica-se que os teores de sólidos solúveis totais foram superiores quando utilizada a matriz fertilizante MBR34, exceto para a dose 24 (tab. 17). Os teores encontrados estão de acordo com os estudos de Mangnabosco et al. (2008) que encontraram valores equivalentes a 6,58 °Brix para esta cultivar, evidenciando que os principais efeitos na variação desses teores podem ser atribuídos às condições ambientais. Para o fator adubação foliar, na presença da MBR34, a testemunha foi superior aos demais tratamentos; no entanto, quando não houve aplicação da MBR34, os teores médios de SST não diferiram.

Para a variável acidez, os efeitos principais e a interação dos fatores adubação foliar e adubação sólida foram todos não significativos. As médias para os níveis do fator adubação foliar e adubação sólida são apresentados nas tab. 18 e 19.

**Tabela 18** - Médias de acidez da cultivar Camino Real, para os níveis do fator adubação foliar, incluindo a testemunha. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2011.

<b>Água de xisto</b> (L ha <sup>-1</sup> )	<b>Acidez</b> (mg ácido cítrico 100 g <sup>-1</sup> )
<b>Testemunha</b>	0,8372 a
<b>0</b>	0,8160 a
<b>12</b>	0,7964 a
<b>24</b>	0,8296 a
<b>Média</b>	0,8198

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

**Tabela 19** - Médias de acidez da cultivar Camino Real, para os níveis do fator adubação sólida. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2011.

<b>Água de xisto</b> (L ha <sup>-1</sup> )	<b>Acidez</b> (mg ácido cítrico 100 g <sup>-1</sup> )
<b>Sem MBR34</b>	0,8170 a
<b>Com MBR34</b>	0,8225 a
<b>Média</b>	0,8197

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

#### 4.4 Teor de clorofila

Para ambas as cultivares, Camarosa e Camino Real, a análise de variância do teor de clorofila evidenciou não significância do efeito de interação e dos efeitos principais dos fatores adubação foliar e adubação sólida. As tab. 20 e 21 apresentam as médias para os fatores adubação sólida e adubação foliar para a cultivar Camarosa e as tab. 22 e 23, para a cultivar Camino Real.

Em relação a esta variável, era esperado que efeitos dos fatores adubação sólida e adubação foliar fossem significativos, devido a presença de 2,8% de MgO e de 52,7% de SiO<sub>2</sub> na MBR34 e de 1,6 mg L<sup>-1</sup> de Si na água de xisto, elementos estes que influenciam a clorofila.

No caso da MBR34, provavelmente, a baixa dose aplicada (500 kg ha<sup>-1</sup>) e o baixo percentual de Si solúvel (menos de 0,05%, na forma de ácido monossilícico – H<sub>4</sub>SiO<sub>4</sub>) foram responsáveis pelos efeitos não significativos sobre a variável teor de clorofila para as duas cultivares testadas.

**Tabela 20** - Médias de clorofila da cultivar Camarosa, para os níveis do fator adubação sólida. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2011.

Adubação sólida (t ha <sup>-1</sup> )	Teor de clorofila
Sem MBR34	46,83 a
Com MBR34	46,48 a
<b>Média</b>	<b>46,66</b>

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

**Tabela 21** - Médias de clorofila da cultivar Camarosa, para os níveis do fator adubação foliar, incluindo a testemunha. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2011.

Água de xisto (L/ha <sup>-1</sup> )	Teor de clorofila
Testemunha	46,66 a
0	46,46 a
12	46,88 a
24	46,61 a
<b>Média</b>	<b>46,65</b>

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

**Tabela 22** - Médias de clorofila da cultivar Camino Real, para os níveis do fator adubação sólida. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2011.

Adubação sólida (t ha <sup>-1</sup> )	Teor de clorofila
<b>Sem MBR34</b>	51,38 a
<b>Com MBR34</b>	51,22 a
<b>Média</b>	51,30

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

**Tabela 23** - Médias de clorofila da cultivar Camino Real, para os níveis do fator adubação foliar, incluindo a testemunha. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2011.

Água de xisto (L/ha <sup>-1</sup> )	Teor de clorofila
<b>Testemunha</b>	51,44 a
<b>0</b>	51,06 a
<b>12</b>	51,73 a
<b>24</b>	50,98 a
<b>Média</b>	51,30

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

Além disso, de acordo com Ma et al. (2001), geralmente, as melhores respostas à aplicação de fontes de Si são obtidas em plantas monocotiledôneas (gramíneas em geral), as quais são consideradas acumuladoras deste elemento quando a relação Ca:Si é maior do que 1,0. Já quando esta relação está entre 0,5 e 1,0, as plantas são consideradas intermediárias e quando a relação é menor que 0,5, são consideradas não acumuladoras.

De acordo com Korndorfer (2004), o morangueiro está presente no grupo das plantas não acumuladoras de Si. No entanto, segundo Adatia e Besford (1986), plantas de pepino (cucurbitácea, considerada planta intermediária) cultivadas em solução nutritiva com 100 mg L<sup>-1</sup> de SiO<sub>2</sub>, apresentaram aumento no teor de clorofila, maior massa foliar (fresca e seca) e atraso na senescência das folhas maduras. Além disso, a atividade da enzima Rubisco-Carboxilase aumentou em até

50% quando comparada às plantas desenvolvidas em solução com baixa concentração de Si (4,67 mg L<sup>-1</sup>).

#### 4.5 Análise química do solo

As análises de variância para todas as variáveis do solo revelaram que efeitos de interação e efeitos principais dos fatores adubação foliar e adubação sólida foram não significativos. Na tab. 24 são apresentadas as médias gerais de cada variável do solo.

Tabela 24 - Médias gerais dos atributos de fertilidade do solo em amostragem de solo na camada de 0 a 20cm, após o término do experimento (janeiro/2010) com cultivo do morangueiro. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPEL, Pelotas, 2011.

Variável	Média geral	Unidade
pH água	5,7	
Índice	6,8	
MO	2,19	%
Ca	4,50	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>
Mg	2,17	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>
P	211,9	mg dm <sup>-3</sup>
K	234,0	mg dm <sup>-3</sup>
Cu	1,47	mg dm <sup>-3</sup>
Fe	108,5	mg dm <sup>-3</sup>
Mn	107,0	mg dm <sup>-3</sup>
Zn	8,60	mg dm <sup>-3</sup>

Para as variáveis relacionadas à fertilidade do solo, esses resultados observados eram esperados em função da elevada fertilidade construída (teores classificados como Alto e Muito Alto, para todos os nutrientes, segundo CQFS, 2004).

Pode-se observar que mesmo após o término do experimento os níveis dos nutrientes no solo permaneceram elevados e praticamente inalterados em relação a análise de solo anterior a instalação do experimento (tab. 25), mesmo após a extração e exportação de nutrientes via frutos, considerando as produtividades obtidas para as duas cultivares.

De acordo com Bissani et al. (2008), para solos do nível de fertilidade como o do presente experimento, a adubação a ser aplicada baseia-se na quantidade de nutrientes exportados os quais são fornecidos via adubação de manutenção, de tal forma que os teores iniciais presentes no solo sejam mantidos.

Apesar de não haver efeito significativo dos tratamentos, é possível fazer observações sobre a fertilidade do solo e sua implicação sobre a nutrição das plantas.

Tabela 25 - Dados da análise de solo, anterior e após a instalação do experimento, para cultivo de morangueiro cultivares Camarosa e Camino Real. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2011.

Variável		Antes	Depois		Interpretação <sup>1</sup>
		Valor	Valor	CV (%)	
pH água		5,1	5,7	2,47	B (5,1 - 5,4)
Índice SMP		5,7	6,8	1,64	
MO (%)		2,26	2,19	16,0	B (<2,5)
CTC <sub>pH 7</sub>		10,12	10,08		M (5,1 - 15,4)
V (%)		72,9	72,3		M (65 - 80)
H + Al		2,74	2,79		
P (mg dm <sup>3</sup> )		204,4	211,9	21,2	MA (C3:> 24,0)
K (mg dm <sup>3</sup> )		255,0	234,0	11,1	MA (>120,0)
Saturação na CTC <sub>pH 7</sub> (%) <sup>1</sup>	K	6,46	5,95		MA (>2,0 )
	Ca	44,0	44,6		M (41 - 60)
	Mg	21,2	21,5		A (> 15,0)
Relações entre cátions trocáveis no solo <sup>1</sup>	Ca/Mg	2,07	2,07		1 a 5
	Ca/K	6,81	7,50		10 a 30
	Mg/K	3,29	3,62		3 a 7
Ca (cmol <sub>c</sub> dm <sup>3</sup> )		4,45	4,50	8,8	A (> 4,0)
Mg (cmol <sub>c</sub> dm <sup>3</sup> )		2,15	2,17	11,5	A (> 1,0)
Cu (mg dm <sup>3</sup> )		1,44	1,47	26,9	A (> 0,4)
Fe (mg dm <sup>3</sup> )		105,7	108,5	29,4	A (> 500)
Mn (mg dm <sup>3</sup> )		107,3	107,0	12,8	A (> 5,0)
Zn (mg dm <sup>3</sup> )		8,99	8,60	37,8	A (>0,5)

B - Baixo; M - Médio; MA - Muito alto; A - Alto; C3 - Classe de solo com teor de argila entre 21 e 40%;  
<sup>1</sup> Bissani et al. (2008)

Em primeiro lugar, em relação aos nutrientes no solo, destacam-se o elevado teor de potássio e o elevado porcentual da saturação da CTC<sub>pH7</sub> por potássio, que era de 6,46 antes da implantação do experimento, e de 5,95 após o término do

ensaio (tab. 25), valores muito acima da saturação referida como adequada pela literatura (Alta  $>2,0$ , segundo BISSANI et al., 2008).

Da mesma forma como observado para o potássio, a saturação por magnésio também ficou acima da categoria Alta (valores  $>15,0$ ) (tab. 25). No entanto, observa-se que na relação entre os cátions trocáveis no solo, a relação Mg/K apresenta valor próximo ao limite inferior (3,62) da faixa considerada adequada (3 a 7); porém, é a relação Ca/K a que apresenta os maiores problemas com valores abaixo da ampla faixa considerada adequada (de 10 a 30). Assim, deduz-se que o elevado teor do potássio no solo é o responsável pelo desequilíbrio na fertilidade do mesmo (relações de desequilíbrio entre cátions) e na nutrição das plantas (item que será abordado na seqüência), já que para os demais nutrientes, os teores encontram-se na faixa adequada (tab. 25).

Além do potássio, o manganês também apresentava teores elevados no solo. No entanto, em ambas as cultivares, tal concentração não foi acompanhada pela absorção do tecido foliar (fig. 11), em ambas as cultivares, indicando a presença de algum mecanismo de proteção a teores tóxicos deste elemento. De acordo com Childers (2003), o morangueiro é relativamente tolerante a altos teores de manganês no solo. Este dado será abordado no item a seguir referente à nutrição de plantas.

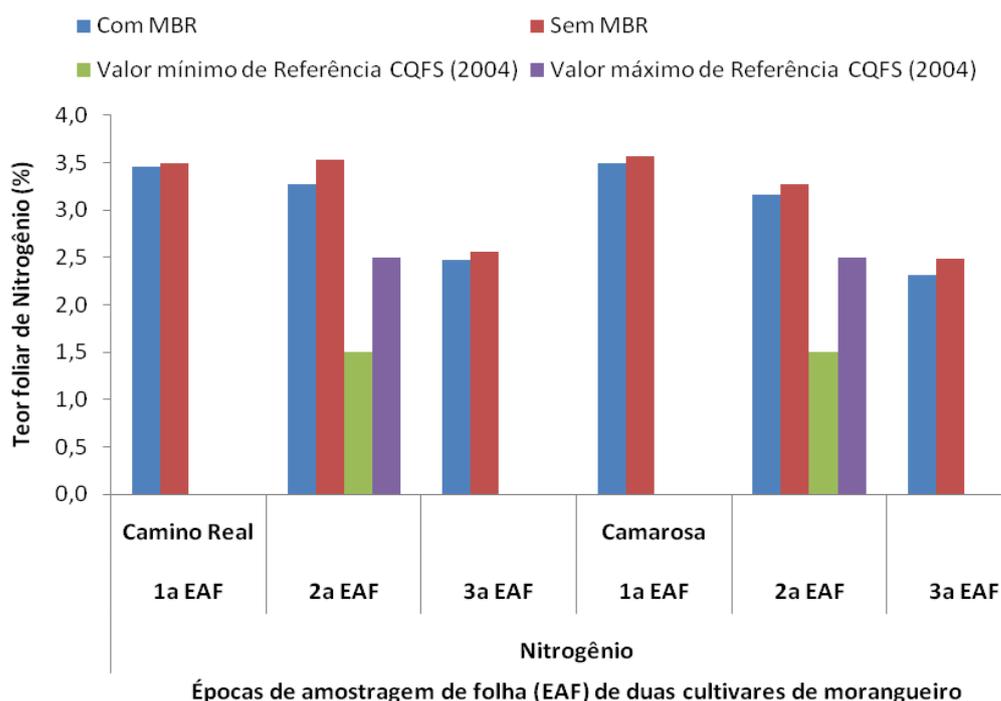
Observa-se de modo geral que a maioria dos nutrientes encontra-se acima dos valores ou das faixas adequadas. Provavelmente, tal fato deve-se ao manejo adotado na área, baseado em cultivo protegido, super-intensivo e em adubação via fertirrigação com insumos altamente solúveis aplicados além das quantidades exportadas via produção de frutos.

#### **4.6 Teores de nutrientes nas folhas**

Para estas variáveis não foi possível proceder a análise de variância nem o teste de comparações de médias, pois a amostra de tecido foliar foi coletada após a homogeneização das quatro repetições de cada tratamento. Assim, havia apenas uma informação para cada tratamento. Portanto, os gráficos apresentados a seguir tem como objetivo a descrição do nível nutricional das plantas das duas cultivares de morangueiro submetidas aos tratamentos e compará-los com os teores de referência, segundo a CQFS (2004).

Para efeito de comparação com as tabelas de referência (CQFS, 2004), será considerada a época de amostragem foliar denominada 2ª EAF (realizada em 22/10/2009, após transcorrido praticamente a metade do período de produção de frutos (44,6%) – conforme resumo das atividades apresentadas na tab. 4 e fig. 1) como sendo a época de referência para a amostragem e diagnóstico do nível nutricional da cultura.

Na fig. 8, observa-se que tanto para o experimento com a cultivar Camarosa quanto para o experimento com a cultivar Camino Real, nas três épocas de avaliação, os teores foliares de N apresentavam-se acima do valor máximo de referência, indicando que o fornecimento deste nutriente via torta de mamona foi eficiente para suprir a necessidade das cultivares, já que o solo apresentava baixo teor de matéria orgânica (2,26%) (tab. 25).



**Figura 8** - Teor foliar médio de Nitrogênio ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) em morangueiro das cultivares Camino Real e Camarosa, com e sem adição de MBR34, em três épocas de amostragem de folhas: setembro (1ª EAF), outubro (2ª EAF) e dezembro (3ª EAF). Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPEL, Pelotas, 2011.

Destaca-se que até a data da 1ª EAF havia sido realizada apenas uma fertilização foliar a base de nitrato de cálcio, o que poderia ter contribuído para

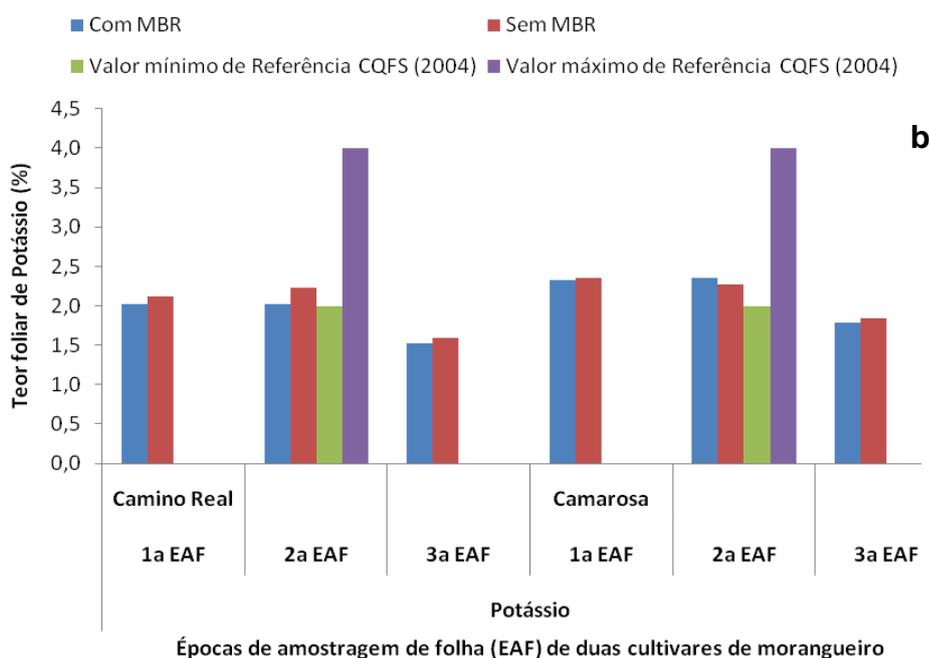
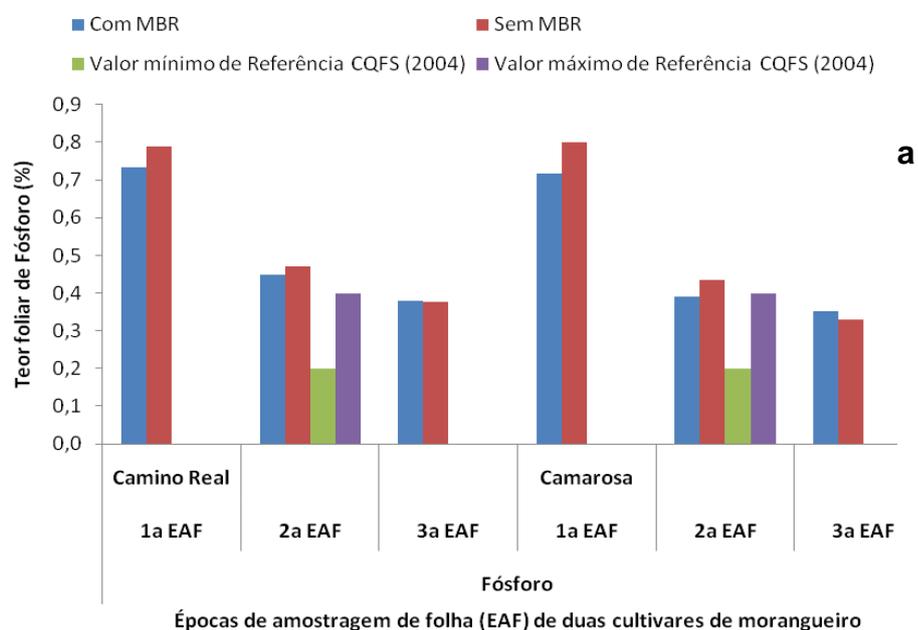
e elevar os teores foliares de N (fig. 1). Porém, mesmo o tratamento testemunha (sem fertilização foliar) apresentou valores de N foliar superiores ao valor máximo de referência (2,5%), indicando que a torta de mamona (contendo 5% de N), na dose de 2.400 kg ha<sup>-1</sup> (fornecendo 120 kg ha<sup>-1</sup> de N) promoveu a liberação gradual e o fornecimento contínuo de N para as plantas. Por outro lado, Ristow et al. (2007) testando doses de N em duas cultivares de morangueiro, oriundas do Brasil e do Chile, não observaram diferença no teor foliar deste nutriente, sendo que Camarosa apresentou valor de 3,07% (plantas originadas do Brasil) e 2,72% (plantas originadas do Chile), e Aromas de 3,19% e 2,84%, para plantas do Brasil e do Chile, respectivamente. Todas as amostras apresentaram valores acima do máximo da faixa adequada.

Assim como observado para o N, os teores de fósforo apresentavam-se acima do valor máximo de referência (0,4%), com exceção da última amostragem (3<sup>a</sup> EAF), na qual os valores permaneceram dentro da faixa adequada (0,2 a 0,4%), para ambas as cultivares (fig. 9). Provavelmente o elevado teor inicial de P no solo (tab. 1) tenha proporcionado absorção elevada deste nutriente nas épocas 1<sup>a</sup> EAF e 2<sup>a</sup> EAF e adequada na 3<sup>a</sup> EAF, para as duas cultivares.

Ristow et al. (2007) observaram valores de P entre 0,40 e 0,42% para Camarosa e entre 0,46 e 0,49% para Aromas, valores acima do valor máximo da faixa adequada.

Além disso, segundo Marshall e Bowen (1973), para um nutriente tão móvel quanto o fósforo, a sua remobilização é determinada pelo movimento e demanda de carboidratos dentro da planta e não pelos requerimentos de fósforo dos órgãos drenos. Assim, os elevados teores de fósforo observados em folhas de ambas as cultivares de morangueiro, nas 1<sup>a</sup> EAF e 2<sup>a</sup> EAF, coincidem, de fato, com o início (8,8% da PAF) e metade (44,6%) da fase reprodutiva (tab. 4), respectivamente, demandando grande quantidade de energia pelas plantas. Por outro lado, os teores foliares de P na 3<sup>a</sup> EAF (realizada após o término da colheita, 100% da PAF) apresentavam-se na faixa adequada, devido ao intenso processo de translocação de nutrientes dos tecidos vegetativos para os órgãos reprodutivos acarretando, desta forma, um decréscimo no teor de nutrientes nas folhas. Além disso, pode ter havido remobilização do nutriente das folhas, em início de senescência, para o sistema radicular ainda ativo, já que, de acordo com Calvete et al. (2002), o morangueiro é

uma espécie com características de cultura perene, ainda que seja cultivada como cultura anual.



**Figura 9** - Teores foliares dos nutrientes Fósforo (a) e Potássio (b) ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) em morangueiro das cultivares Camino Real e Camarosa, com e sem adição de MBR34, em três épocas de amostragem de folhas: setembro (1ª EAF), outubro (2ª EAF) e dezembro (3ª EAF). Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2011.

Não menos importante é a relação sinérgica entre o fósforo e o nitrogênio, sendo que o P exerce participação essencial no metabolismo do N. Segundo

Machado (2000), aumentos no fornecimento de P para plantas de milho promoveram incrementos no conteúdo total de N, assim como na eficiência de utilização deste nutriente.

Além disso, a presença de silício na MBR34 (52,7%, na forma de  $\text{SiO}_2$ , sendo menos de 0,05% solúvel (ácido monossilícico –  $\text{H}_4\text{SiO}_4$ ) pode ter auxiliado a dessorção do fósforo, mantendo este último na solução do solo prontamente assimilável pelas plantas.

De acordo com Baldeon (1995) o uso de termofosfato magnésiano (contendo 11% de Si na forma de  $\text{MgSiO}_3$ ) provocou o aumento da absorção de fósforo por plantas de arroz, devido à combinação do poder alcalinizante do silício e a competição Si x P pelos mesmos sítios de adsorção, especificamente das argilas e dos óxidos de ferro. Segundo Hingston et al. (1972), a similaridade química das formas aniônicas dos dois elementos,  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  e  $\text{H}_3\text{SiO}_4^-$ , é o motivo principal de tal competição.

No entanto, o baixo teor de argila do solo do presente estudo (na categoria C3 – teor de argila entre 21,0 e 40,0% e sendo classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico típico) aliado ao teor muito alto de fósforo no solo, não permite concluir se houve ou não dessorção de fósforo por silício. O mais provável é que o elevado teor deste elemento na solução do solo tenha sido o responsável pelos elevados teores absorvidos por ambas as cultivares. Além disso, não foi realizada a quantificação dos teores de silício tanto no solo quanto nas folhas de ambas as cultivares de morangueiro.

Em relação ao potássio, apesar de o teor inicial no solo apresentar valor acima da categoria “Muito alto” (tab. 1), os teores foliares nas épocas 1ª EAF e 2ª EAF, para as duas cultivares, apresentavam-se dentro da faixa adequada (2,0 a 4,0%), ainda que próximos ao limite inferior. Aliado a isso, a porcentagem da saturação da  $\text{CTC}_{\text{pH}7}$  por potássio era de 6,46, antes da implantação do experimento, e de 5,95 após o término do experimento (tab. 24), valores muito acima da saturação referida como adequada (valores  $>2,0\%$ , são considerados Altos, segundo Bissani et al., (2008)).

A cultura do morangueiro demanda grandes quantidades de potássio, sendo o elemento, juntamente com o nitrogênio, presente em maiores concentrações no tecido foliar (CQFS, 2004). No entanto, ainda que a oferta seja muito grande (tanto em termos de quantidade, isto é, teor no solo, como de saturação da  $\text{CTC}_{\text{pH}7}$ ), a

espécie, no caso do presente estudo, representada por ambas as cultivares, foi capaz de regular a absorção deste elemento, de forma que os níveis absorvidos permaneceram dentro da faixa considerada adequada. Desta forma, parece que a espécie morangueiro não tem a capacidade de absorver quantidades de K superiores às suas necessidades, comum em outras espécies, fato comumente denominado “consumo de luxo” (MEURER, 2004).

Segundo Taiz e Zaiger (2004), em plantas tolerantes a ambientes salinos, principalmente em relação ao NaCl, as estrias de Caspary atuam restringindo o movimento de íons para o xilema fazendo com que ao desviarem-se desta estrutura, os íons necessitam se mover do apoplasto (espaço intercelular) para a rota simplástica (intracelular, célula a célula, via plasmodesmas), tendo que atravessar as membranas celulares. Assim, tal alteração de rota permite às plantas excluir parcialmente íons prejudiciais, impedindo sua translocação para as partes em ativo crescimento, tais como meristemas, brotações e folhas novas ou ainda, tais plantas podem acumular os íons prejudiciais no vacúolo. Isso poderia explicar os baixos teores de K observados em tecido foliar na primeira e segunda épocas de amostragem nas duas cultivares.

Além disso, uma parte do K poderia estar sendo direcionado para os frutos, já que estes órgãos demandam grandes quantidades de K (aproximadamente 1,81 g kg<sup>-1</sup>, segundo Grassi Filho et al., 1999), o que resultaria na exportação de aproximadamente 50,1 e 54,6 kg de K (ou o equivalente a 60,4 e 65,8 kg de K<sub>2</sub>O, respectivamente), considerando as produtividades médias obtidas para as cultivares Camino Real e Camarosa (27,7 e 30,2 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente).

Corroborando os dados observados no presente trabalho, Ristow et al. (2007) observaram valores de K entre 1,95 e 2,13% para Camarosa e entre 2,17 e 2,36% para Aromas. Com exceção de plantas da cultivar Camarosa oriundas do Chile (valor de K de 1,95%), os demais encontravam-se dentro da faixa adequada (fig. 9B).

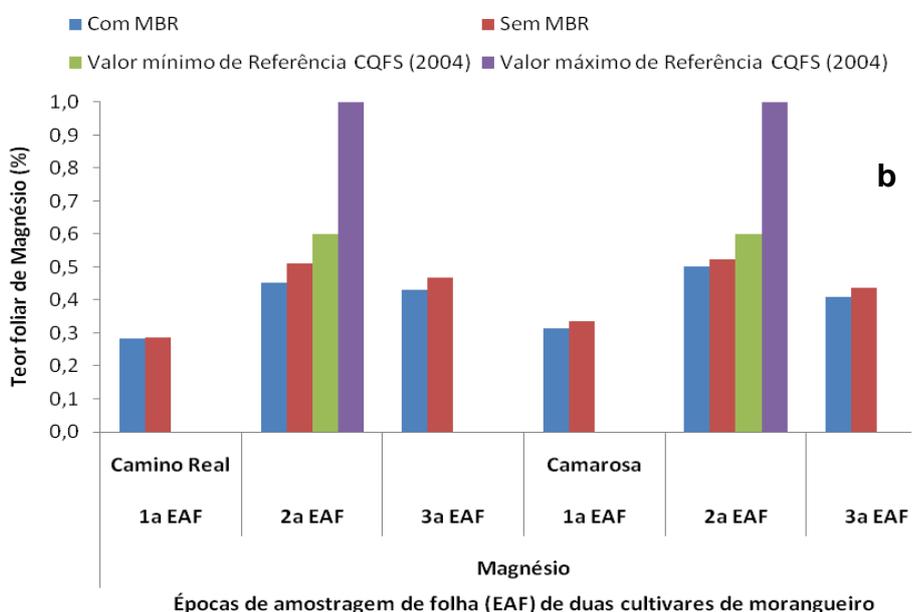
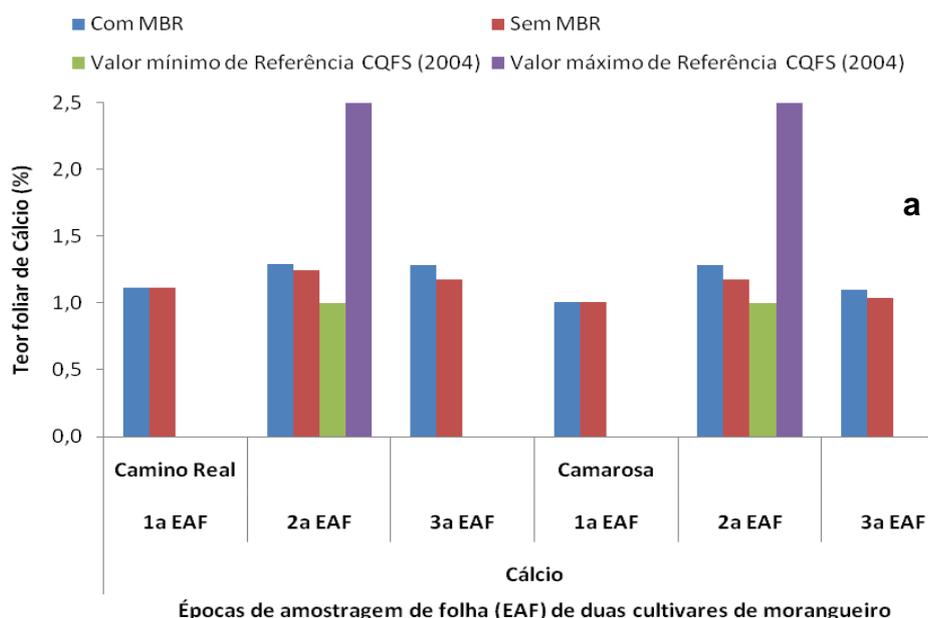
Segundo Bissani et al. (2008), geralmente plantas que apresentam sistema radicular bem desenvolvido com abundância de raízes finas e de pêlos absorventes são mais eficientes em absorver potássio. No entanto, espécies e mesmo genótipos/cultivares dentro da espécie, podem apresentar diferenças acentuadas na morfologia do sistema radicular e na capacidade de absorção de nutrientes do solo.

Nesse sentido, a cultura do morangueiro apesar de apresentar sistema radicular muito superficial com a maior parte das raízes concentrada nos primeiros cinco centímetros de solo (FILGUEIRA, 2003), tem sido intensamente cultivada em sistemas de produção em ambiente protegido (túneis baixos e filme plásticos sobre os canteiros, o que impede a lixiviação dos sais e o seu conseqüente acúmulo) e com elevado suprimento de adubos solúveis, principalmente quando do uso de fertirrigação, o que pode ter proporcionado à espécie boa adaptação a situações de estresses salinos ou por acúmulo de metais, nestes casos, representadas pela elevada saturação de K na CTC<sub>pH7</sub> e pelos elevados teores de manganês no solo, respectivamente (tab. 24). Além disso, o potássio é um elemento altamente móvel na planta, sendo acompanhado de um ânion (geralmente um ácido orgânico), tanto no xilema quanto no floema; tal mobilidade é conhecida como o fenômeno da recirculação do potássio entre raiz/parte aérea/raiz (FERNANDES; SOUZA, 2006). Assim, teores elevados de potássio poderiam estar presentes nas raízes de ambas as cultivares visto que plantas em período de início de senescência, remobilizam os nutrientes para outras partes (FERNANDES; SOUZA, 2006). Isso explicaria, em parte, os baixos teores foliares observados na 3ª EAF. Segundo Himmelblau e Amasino (2001) ocorreu remobilização de 80% de N, P e K em folhas de *Arabidopsis* durante a senescência.

Segundo Filgueira (2003), o potássio para a cultura do morangueiro está relacionado à qualidade do fruto, melhorando o sabor, o aroma, a coloração e a consistência, bem como o teor de vitamina C. Além disso, este elemento, apesar de não fazer parte de compostos específicos envolvidos na estrutura da planta, tem papel importante na ativação enzimática e na manutenção da turgidez celular (RAIJ, 1991).

Geralmente, a elevada absorção de potássio pelas plantas aumenta a absorção de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) e inibe a absorção de outros cátions tais como cálcio e magnésio (MARSCHNER, 1995). No caso do presente estudo, apenas o magnésio, ainda que o teor no solo estivesse alto, apresentou valores abaixo da faixa adequada provavelmente devido ao efeito do elevado teor de potássio no solo (tab. 24). De acordo com Fonseca e Meurer (1997), este é um tipo de antagonismo clássico, onde o incremento na concentração de K na solução tem efeito depressivo na absorção de Mg, enquanto que o inverso não ocorre.

Em relação ao cálcio, os teores foliares apresentaram-se dentro da faixa adequada nas três épocas de amostragem (fig. 10), para as duas cultivares, com tendência de aumento dos valores nas épocas 2ª EAF e 3ª EAF, em relação à época 1ª EAF.



**Figura 10** - Teores foliares dos nutrientes Cálcio (a) e Magnésio (b) (%) em morangueiro das cultivares Camino Real e Camarosa, com e sem adição de MBR34, em três épocas de amostragem de folhas: setembro (1ª EAF), outubro (2ª EAF) e dezembro (3ª EAF). Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2011.

A partir da segunda época de amostragem foliar (2ª EAF – 22/10), observa-se aumento dos teores foliares de cálcio, para ambas as cultivares, o que indica a efetividade da única fertilização foliar realizada até aquele momento (1ª APF – 16/10). Os menores teores de Ca e Mg, principalmente deste último, observados na primeira amostragem (1ª EAF) indicam que as plantas não estavam absorvendo adequadamente estes elementos da solução do solo, apesar de os mesmos encontrarem-se em teores adequados na saturação da CTC<sub>pH7</sub> (tab. 24). Como discutido anteriormente, a elevada saturação da CTC<sub>pH7</sub> por potássio pode ter sido responsável por esse efeito. Diante disso, constata-se que as aplicações foliares poderiam ter sido realizadas antecipadamente visando corrigir os desequilíbrios observados e elevar os teores foliares de Ca e Mg a níveis adequados.

Por outro lado, observa-se que a MBR34, contendo em sua constituição 8,7% de CaO, forneceu cálcio via raízes, apesar de ter sido baixa a dose utilizada (500 kg ha<sup>-1</sup>).

O magnésio apresentou comportamento semelhante àquele observado para o cálcio, no entanto, para as três épocas de amostragem, para ambas as cultivares, os teores foliares ficaram abaixo do limite inferior da faixa adequada (0,6 a 1,0%).

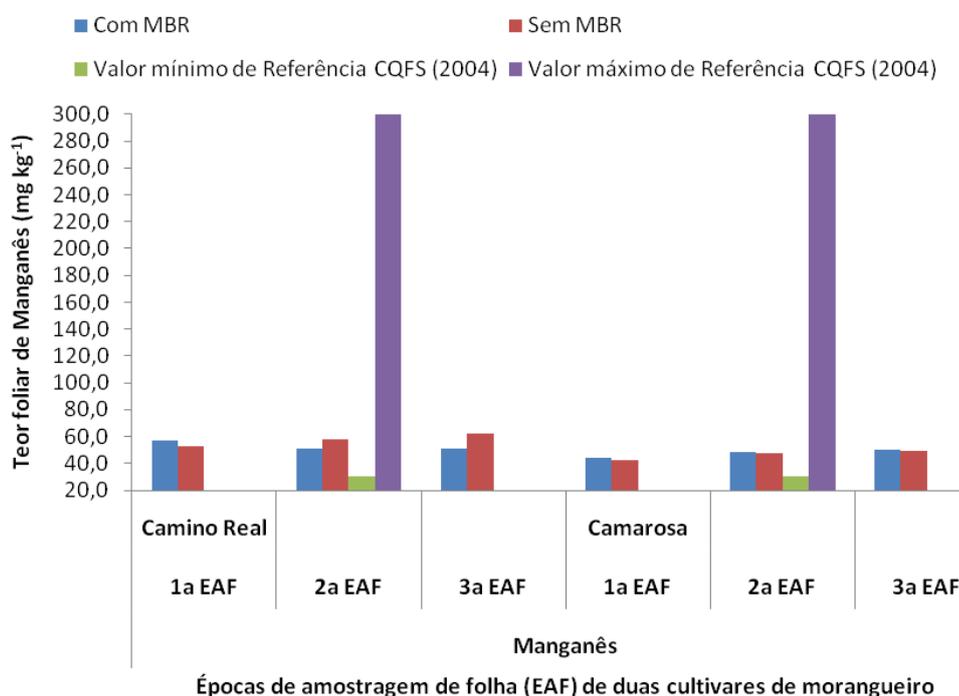
Segundo Le Bot et al. (1990), teores elevados de manganês no solo, como os observados no presente trabalho (tab. 24), em muitos casos podem induzir a deficiência de magnésio nas plantas devido ao bloqueio dos sítios específicos de absorção radicular, o que poderia explicar os baixos teores foliares de magnésio observados no presente trabalho.

O magnésio, além de ser ativador de diversas enzimas, principalmente as fosforilativas, é o elemento central da molécula de clorofila, pois na presença do magnésio a absorção de fósforo é máxima (MALAVOLTA, 2006). No caso do presente estudo, os teores foliares de fósforo foram muito altos (acima do valor máximo de referência), mesmo sob baixos teores foliares de magnésio, indicando que a elevada absorção de fósforo não dependeu unicamente da presença do magnésio, mas provavelmente devido aos elevados teores presentes no solo.

Ao contrário do ocorrido com o cálcio, a MBR34 não foi eficiente em fornecer magnésio para as cultivares de morangueiro, ainda que contenha em torno de 2,8% de MgO.

Em relação ao teor de manganês nas folhas das duas cultivares de morangueiro, observa-se na fig. 11 que em todas as épocas de amostragem de

folha, os teores mantiveram-se dentro da faixa adequada, apesar de o teor presente no solo ser considerado muito superior à categoria Alto (tab. 24).



**Figura 11** - Teores foliares do nutriente Manganês ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) em morangueiro das cultivares Camino Real e Camarosa, com e sem adição de MBR34, em três épocas de amostragem de folhas: setembro (1ª EAF), outubro (2ª EAF) e dezembro (3ª EAF). Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2011.

No entanto, conforme destacado anteriormente, tal concentração parece não ter afetado o desempenho da cultivar Camino Real, visto a boa produtividade obtida. Aliado a isso, observou-se correlação positiva entre o teor de Mn no solo com todas as parâmetros de produção (tab. 25). Provavelmente, esta cultivar apresenta algum mecanismo na morfologia do sistema radicular que impede a absorção deste elemento em doses tóxicas de tal forma que teores elevados ainda lhe foram benéficos. Além disso, Marschner (1995) destaca o papel do silício no aumento da tolerância de tecidos novos a teores tóxicos de manganês, enfatizando, no entanto, que tal efeito dependerá do tipo de fonte e da solubilidade do silício. Da mesma forma, Ma et al. (2001) afirmam que o silício presente na rizosfera pode amenizar os estresse por excesso de Mn e quando depositado nas folhas modifica a distribuição deste elemento, não formando pontos localizados altamente concentrados, reduzindo assim, sua toxidez. Já Ma e Takahashi (1990ab) afirmam que o Si

aumenta a tolerância do Mn por diminuir sua absorção. Nesse sentido, estudos de Sattelmacher (2001) demonstraram que os nutrientes podem ser adsorvidos ou fixados na parede celular com implicações diretas em sua absorção, o que pode conferir tolerância a metais (alumínio e manganês, principalmente) em algumas espécies de plantas.

De acordo com Zonta et al. (2006), as plantas absorvem do solo inúmeros íons e substâncias, mesmo desnecessários ou tóxicos, que podem se movimentar até o cilindro central, ser assimilados ou ficar retidos nas cargas da superfície radicular (CTC radicular).

De acordo com Childers (2003), o morangueiro é uma espécie relativamente tolerante a teores elevados de manganês no solo. Porém, considerando-se os resultados com as duas cultivares testadas, na presença de MBR34, Camino Real apresentou correlação positiva de Mn no solo com as variáveis de produção, conforme afirmado anteriormente, enquanto que Camarosa apresentou correlação negativa para duas variáveis de produção (frutos por planta e produção por planta) (tab. 25). Sendo assim, para esta cultivar, o provável efeito benéfico do Si (presente na MBR34 e na água de xisto) na tolerância ao excesso de Mn no solo não foi evidenciado. Observa-se que Camarosa é mais sensível a teores elevados de Mn no solo do que Camino Real.

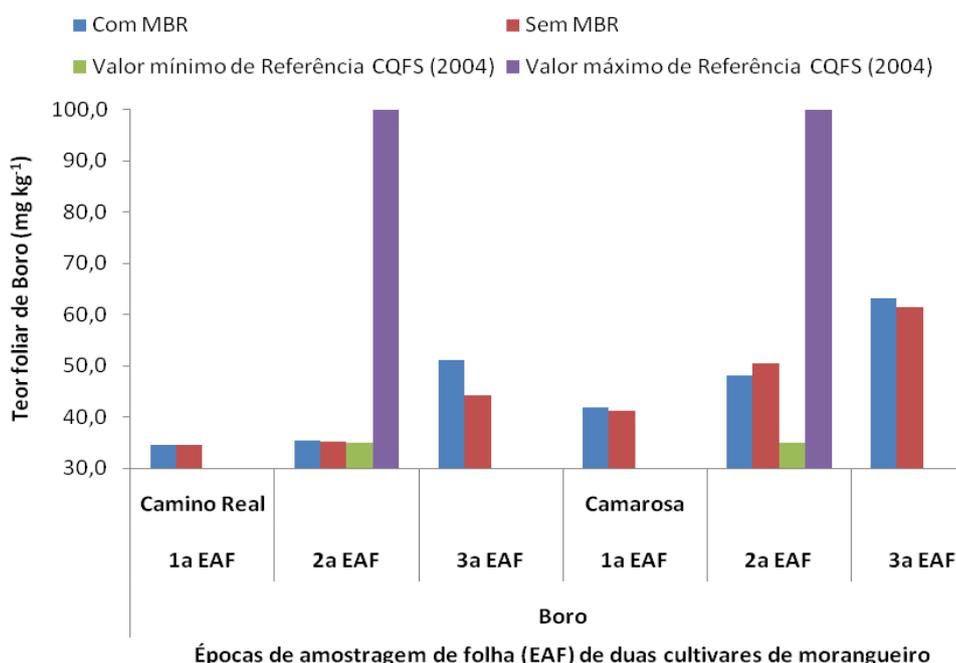
Por outro lado, o manganês ( $Mn_2^+$ ) ativa várias enzimas nas células vegetais, principalmente as descarboxilases e desidrogenases envolvidas no ciclo dos ácidos tricarbóxicos (ciclo de Krebs) (TAIZ e ZEIGER, 2004).

Em relação ao boro, os teores foliares apresentaram-se abaixo da faixa adequada nas duas primeiras épocas de amostragem para a cultivar Camino Real, já na última amostragem (3ª EAF) os teores ficaram dentro da faixa (fig. 12). Apesar do aumento dos teores foliares de boro, a cultivar Camino Real, não apresentou responsividade imediata para o boro após a única aplicação foliar realizada antes da 2ª EAF. O aumento nos teores deste elemento foi adequado apenas na amostragem foliar realizada após o término das colheitas (3ª EAF). É possível que os teores estivessem adequados após a 2ª EAF quando foram realizadas outras aplicações foliares semanais. Porém, assim como observado para o cálcio, as aplicações foliares poderiam ter sido realizadas antecipadamente visando corrigir as deficiências observadas nesta cultivar.

O boro é considerado imóvel via floema, ainda que em estudo realizado por Davis et al. (2003) com aplicação de boro no solo e nas folhas de tomateiro, foram observadas respostas semelhantes para os dois tipos de aplicação sugerindo que o boro foi translocado das folhas para os frutos, juntamente com o potássio.

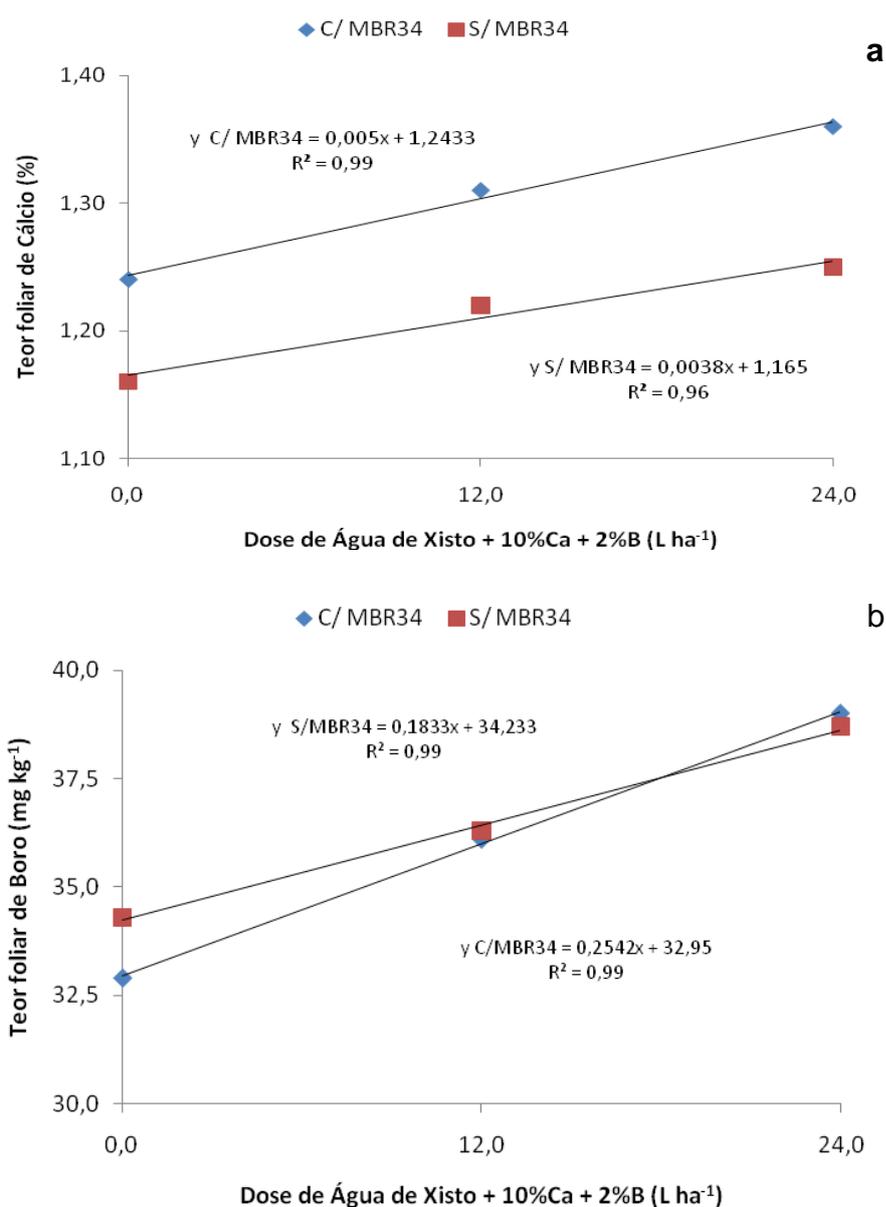
O suprimento adequado de boro aumenta a fecundação das flores, através do rápido crescimento do tubo polínico, promovendo maior pegamento de fruto (MARSCHNER, 1995). Porém, o papel deste elemento ainda é bastante discutido na fisiologia vegetal, sendo atribuídas ao boro funções tais como estruturação da parede celular, envolvimento na fotossíntese e no metabolismo e transporte de carboidratos.

Para a cultivar Camarosa, os teores foliares de boro apresentaram-se dentro da faixa adequada desde a primeira época de amostragem, com tendência de aumento até a terceira amostragem foliar (3ª EAF), confirmando assim, as diferenças entre as cultivares em relação a absorção deste nutriente.



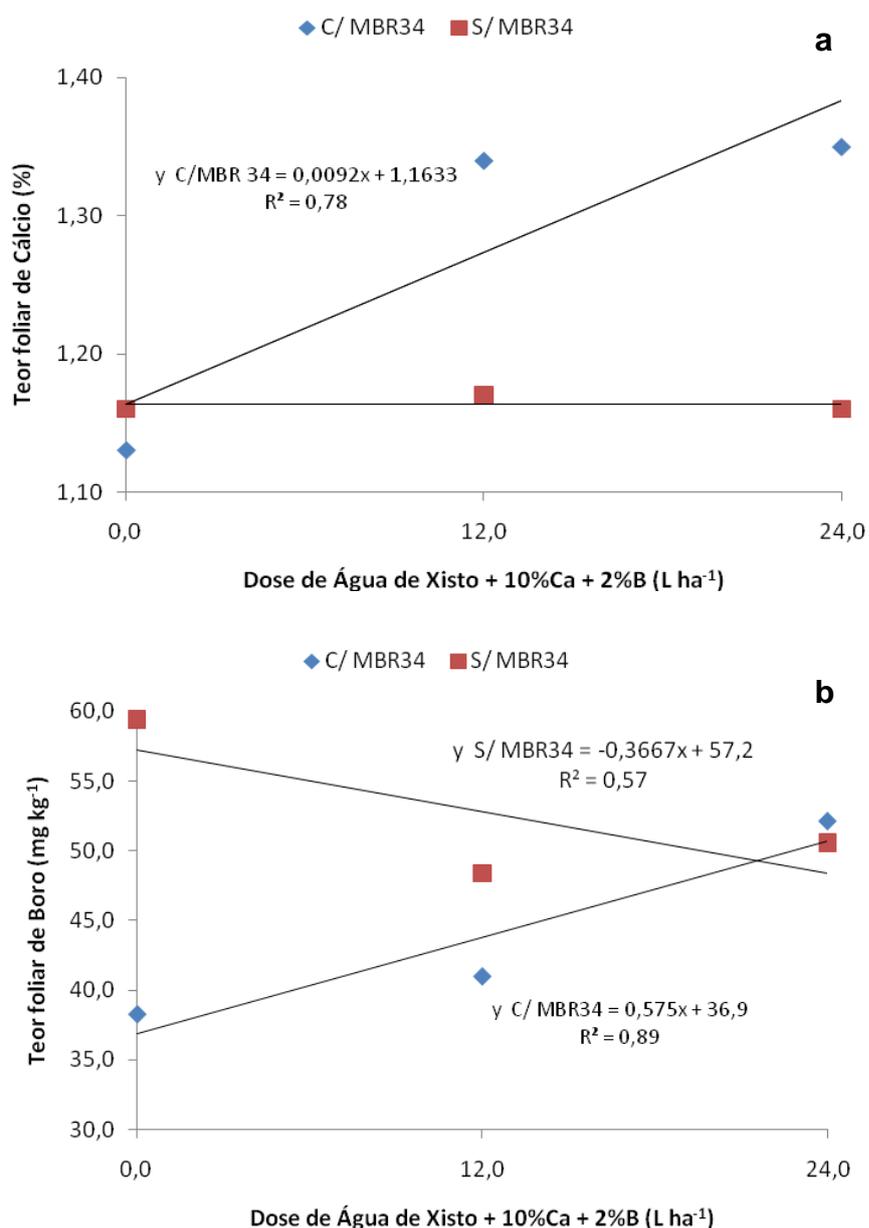
**Figura 12** - Teores foliares do nutriente Boro (mg kg<sup>-1</sup>) em morangueiro das cultivares Camino Real e Camarosa, com e sem adição de MBR34, em três épocas de amostragem de folhas: setembro (1ª EAF), outubro (2ª EAF) e dezembro (3ª EAF). Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2011.

O comportamento das cultivares em relação ao aumento das doses de fertilizante foliar à base de água de xisto é apresentado a seguir. Na fig. 13A, observa-se que houve aumento linear no teor foliar de cálcio em função do aumento das doses de água de xisto + 10% Ca + 2% B, com e sem a MBR34. Os valores foram maiores na presença da MBR34, indicando sinergismo entre as matrizes fertilizantes aplicadas no solo e via foliar. O mesmo comportamento foi observado para o boro (fig. 13B).



**Figura 13** - Teores foliares dos nutrientes Cálcio (%) (a) e Boro (mg kg<sup>-1</sup>) (b) em morangueiro da cultivar Camino Real, em amostragem realizada no mês de outubro (2<sup>a</sup> EAF). Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2011.

Provavelmente, a constituição química da MBR34, que apresenta em torno de 8,7% de CaO, 2,8% de MgO, 52,7% de SiO<sub>2</sub>, 7,6% de S, 0,83% K<sub>2</sub>O, 901,3 mg kg<sup>-1</sup> de Mn e 54 mg kg<sup>-1</sup> de B, pode ter contribuído nos resultados observados, ainda que a dose da MBR34 tenha sido baixa (500 kg ha<sup>-1</sup>).



**Figura 14** - Teores foliares dos nutrientes Cálcio (%) (a) e Boro (mg kg<sup>-1</sup>) (b) em morangueiro da cultivar Camarosa, em amostragem realizada no mês de outubro (2<sup>a</sup> EAF). Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2011.

Para a cultivar Camarosa (fig. 14A), observa-se que houve aumento linear no teor foliar de cálcio em função do aumento das doses de água de xisto + 10% Ca +

2% B, apenas na presença da MBR34, indicando sinergismo entre esta matriz fertilizante usada na adubação de base e a aplicação foliar. Por outro lado, na ausência da MBR34, não foi observado efeito das doses do fertilizante foliar.

Em relação ao boro, foi observado o mesmo comportamento do cálcio quando na presença da MBR34. Já quando na ausência da MBR34, houve tendência de diminuição dos teores foliares de boro.

#### **4.7 Análise de correlações**

Na tab. 26 estão apresentados os valores dos coeficientes de correlação entre nutrientes do solo e variáveis de produção, para as cultivares Camarosa e Camino Real, na presença e na ausência da MBR34. Observa-se para a cultivar Camarosa que apenas três correlações foram significativas, todas na presença da MBR34. Por outro lado, para a cultivar Camino Real, várias correlações tiveram significância na presença da MBR34, com destaque para as correlações dos nutrientes P, Mn, Mg e Cu com todas as variáveis de produção. Na ausência da MBR34, apenas três correlações foram significativas, uma para Ca (Ca x MF) e duas para o Mg (Mg x NF e Mg x PF).

**Tabela 26** - Coeficientes de correlação de Pearson (r) entre teores de nutrientes no solo e variáveis de produção para as cultivares Camarosa e Camino Real e resultado do teste de significância desses valores. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2011.

Correlação entre variáveis	Cv. Camarosa				Cv. Camino Real			
	Com MBR34		Sem MBR34		Com MBR34		Sem MBR34	
	r	Prob. > t	r	Prob. > t	r	Prob. > t	r	Prob. > t
P x NF	0,17	0,53	-0,09	0,74	0,91	<b>&lt; 0,0001</b>	0,44	0,09
P x PF	0,21	0,43	-0,16	0,55	0,87	<b>&lt; 0,0001</b>	-0,47	0,07
P x MF	0,17	0,52	-0,36	0,17	0,53	<b>0,0346</b>	-0,29	0,27
K x NF	0,14	0,61	-0,16	0,54	0,13	0,64	0,05	0,86
K x PF	0,13	0,63	-0,22	0,42	-0,13	0,63	0,08	0,77
K x MF	-0,14	0,59	-0,38	0,15	0,01	0,96	0,08	0,77
Mn x NF	-0,48	<b>0,059</b>	-0,18	0,50	0,86	<b>&lt; 0,0000</b>	-0,21	0,42
Mn x PF	-0,53	<b>0,035</b>	-0,18	0,50	0,85	<b>&lt; 0,0000</b>	-0,07	0,81
Mn x MF	-0,25	0,36	-0,19	0,47	0,61	<b>0,012</b>	0,23	0,39
Ca x NF	-0,07	0,80	-0,10	0,72	0,70	<b>0,002</b>	0,07	0,79
Ca x PF	-0,16	0,55	-0,12	0,66	0,78	<b>0,0003</b>	-0,18	0,51
Ca x MF	-0,36	0,17	-0,23	0,40	0,70	<b>0,003</b>	-0,55	<b>0,028</b>
Mg x NF	0,25	0,36	-0,01	0,98	0,77	<b>0,0004</b>	0,67	<b>0,005</b>
Mg x PF	0,31	0,24	0,00	0,99	0,71	<b>0,002</b>	0,67	<b>0,005</b>
Mg x MF	0,47	<b>0,067</b>	-0,01	0,96	0,37	0,16	0,23	0,39
Zn x NF	0,21	0,45	-0,01	0,97	0,46	0,07	-0,22	0,41
Zn x PF	0,07	0,80	-0,01	0,96	0,52	<b>0,037</b>	-0,15	0,57
Zn x MF	-0,18	0,51	-0,20	0,46	0,47	0,064	0,07	0,79
Cu x NF	-0,11	0,70	0,42	0,10	0,80	<b>0,0002</b>	-0,01	0,97
Cu x PF	-0,08	0,77	0,29	0,27	0,83	<b>0,0001</b>	-0,07	0,80
Cu x MF	0,11	0,69	-0,05	0,86	0,60	<b>0,0137</b>	-0,20	0,47

NF - número de frutos por planta; PF - Produção de frutos por planta (g); MF - Massa de fruto (g)

Das três correlações significativas para Camarosa, uma foi positiva,  $r = 0,47$ , para Mg x MF, e duas foram negativas,  $r = -0,48$  para Mn x NF e  $r = -0,53$  para Mn x PF. No caso das duas últimas, provavelmente, devam-se aos elevados teores de Mn originalmente presentes no solo (tab. 25) aliados a aplicação da MBR34 (contendo  $901,3 \text{ mg kg}^{-1}$  de Mn). Assim, Camarosa mostrou-se sensível a teores elevados deste elemento no solo.

Por outro lado, na correlação positiva entre Mg x MF, destaca-se o papel do Mg como sendo um elemento central na molécula de clorofila, a qual está diretamente ligada à eficiência fotossintética; sendo assim, é possível que o Mg

tenha promovido maior atividade da clorofila e proporcionado a translocação de fotoassimilados para os frutos, aumentando assim a sua massa.

Em relação a cultivar Camino Real, os elementos P, Mn, Ca, Mg, Zn e Cu, presentes na solução do solo, na presença da MBR34, correlacionaram-se positivamente com a maioria das variáveis de produção.

Diferentemente do observado para Camarosa, houve correlação positiva entre o teor de Mn no solo e as variáveis de produção, com valores do coeficiente de Pearson surpreendentemente altos, o que permite deduzir que a cultivar Camino Real é tolerante a teores elevados de Mn no solo, sendo inclusive beneficiada nesta condição. Como observou Childers (2003), a espécie morangueiro é relativamente tolerante a teores elevados de Mn no solo. Porém, tal afirmação refere-se ao comportamento geral da espécie, e não das cultivares em si. No presente trabalho, observou-se comportamentos opostos das cultivares em relação a essa condição específica.

As demais correlações observadas para Camino Real, indicam que a cultivar é responsiva aos elementos P, Ca, Mg e Cu, apresentando correlações altamente significativas com os parâmetros de produção, porém, é possível que Camino Real seja menos eficiente no uso de nutrientes do que outras cultivares mais rústicas e vigorosas (como Camarosa, por exemplo), visto que tal comportamento não se refletiu em aumentos significativos de produtividade.

Por outro lado, de acordo com Oliveira et al. (2008), em trabalho cuja população foi igual a 48.980 plantas por  $\text{ha}^{-1}$ , Camino Real apresentou produção de frutos semelhante ou pouco superior a Camarosa, tanto em número quanto em massa por fruto.

As correlações positivas observadas para Ca e Mg no solo com as variáveis de produção, na presença da MBR34, estão condizentes com a constituição química desta matriz, que apresenta em torno de 8,7% de CaO e 2,8% de MgO. Assim, mesmo com uma dose baixa da MBR34 ( $500 \text{ kg ha}^{-1}$ ), os efeitos foram positivos sobre a relação solo-planta. Por outro lado, na ausência da MBR34, observou-se correlação negativa significativa para Ca x MF, fato que encontra explicação na elevada saturação de K na CTC  $\text{pH } 7,0$  e na baixa relação Ca/K (tab. 25), o que proporcionou menores teores de absorção de Ca pelas plantas da cultivar Camino Real, conforme dados apresentados na fig. 10A.

## 5. Conclusões

Com base nos resultados obtidos pode-se concluir que, nas condições deste experimento:

### **Para morangueiro, cultivar Camarosa,**

- a) o uso de água de xisto como adubação foliar e da matriz fertilizante MBR34 como adubação sólida não incrementam a produção de frutos;
- b) os teores de clorofila na folha não foram afetados com uso de adubação foliar e sólida;
- c) altos teores de manganês no solo correlacionaram-se negativamente com as variáveis de produção;
- d) a adubação foliar e adubação sólida não influenciaram a atividade antioxidante, os teores de compostos fenólicos e antocianinas;
- e) o teor de sólidos solúveis totais foi superior na presença da adubação sólida, enquanto que a acidez titulável desta cultivar não foi influenciada pelos tratamentos.

### **Para morangueiro, cultivar Camino Real,**

- a) o aumento da dose de água de xisto, em média, promove um incremento da massa por fruto;
- b) os teores de clorofila na folha não foram afetados com uso de adubação foliar e sólida;
- c) altos teores de manganês no solo correlacionaram-se positivamente com as variáveis de produção;
- d) os nutrientes P, Mn, Ca, Mg, Zn e Cu, correlacionam-se de maneira positiva em relação às variáveis de produção;

- e) os nutrientes potássio e manganês, ainda que em teores elevados no solo, mantiveram os níveis foliares dentro da faixa adequada, indicando algum mecanismo de controle da absorção desses nutrientes;
- f) a amostragem de solo indicou que em áreas de produção com elevada fertilidade construída, o desequilíbrio nutricional constatado pode limitar a capacidade produtiva de cultivares de morangueiro, principalmente da relação Ca/K;
- g) a adubação foliar e a adubação sólida não influenciaram a atividade antioxidante, os teores de compostos fenólicos e antocianinas;
- h) o uso de adubação sólida quando combinada com adubação foliar eleva o teor de sólidos solúveis;
- i) a acidez total dos frutos não foi alterada com uso de adubação foliar ou adubação sólida.

## 6. Considerações finais

O experimento realizado não permitiu obter conclusões definitivas quanto ao efeito dos tratamentos à base de subprodutos de xisto, devido aos elevados teores de nutrientes presentes no solo. Provavelmente, tal fato deve-se ao manejo adotado na área utilizada para esta pesquisa, baseado em cultivo protegido, super-intensivo e em adubação via fertirrigação com insumos altamente solúveis aplicados além das quantidades exportadas via produção de frutos.

Outro fator que pode ter contribuído para ausência de algumas diferenças significativas nas variáveis analisadas, em relação à adubação sólida pode ter sido a baixa dose utilizada da matriz fertilizante (MBR 34). Provavelmente a aplicação de calcário calcítico poderia equilibrar a relação Ca/K, relação esta que apresentou-se mais desequilibrada.

Analisando o croqui, detectou-se algumas manchas em reboleira com sintomas do fungo de solo *Rhizoctonia* que podem ter afetado negativamente o desenvolvimento e a produção das plantas.

Outro fator importante é a necessidade de racionalização do uso de fertilizantes químicos por parte dos produtores de morangueiro, pois tornou-se evidente a utilização excessiva de adubação mesmo em solos considerados altamente férteis, o que implica em maior custo de produção, além de um risco ambiental devido a salinização do solo.

No presente experimento, não foi realizada análise de massa seca e caracterização química de tecido radicular, assim como a caracterização química dos frutos, de tal forma que estes dados auxiliariam no cálculo do balanço nutricional (entrada e saída de nutrientes).

É necessário considerar a exportação de nutrientes via produção de frutos assim como a de fitomassa (parte aérea e radicular das plantas), já que as mesmas

são retiradas após o término das colheitas e com isso não há ciclagem de nutrientes. Para tanto há a necessidade, em estudos posteriores, de realizar a caracterização química de todas as partes da planta de morangueiro (raiz, folha e estolões).

Vale ressaltar também, a dificuldade na comparação de dados com outros trabalhos científicos onde os dados para o cálculo da população final de plantas não são informados, o que pode incorrer em erros quando se compara o desempenho de uma cultivar.

Na área do atual estudo, posteriormente ao cultivo do morangueiro, foram realizados experimentos com melão, alface e aveia, com o objetivo de constatar a importância da sucessão de culturas, principalmente porque se supõem que as referidas fontes de nutrientes utilizadas neste experimento sejam de liberação lenta havendo, portanto, efeito residual.

Há poucas pesquisas referentes à adubação do morangueiro no Brasil. Em consequência disto se fazem necessárias mais informações básicas para utilizar como apoio para estudos que irão beneficiar o produtor. Sugere-se que hajam estudos relacionados à adaptação das cultivares as condições locais e que haja estudos ao longo de vários ciclos consecutivos de produção.

## 7. Referências

AABY, K.; SKREDE, G.; WROLSTAD, R.E. Phenolic composition and antioxidant activities in flesh and achenes of strawberries (*Fragaria ananassa*). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 53, n. 10, p. 4032-404, 2005.

ADATIA, M.H.; BESFORD, A.T. The effects of silicon on cucumber plants grown in recirculating nutrient solution. **Annals of Botany**, London, v.58, n.3, p343-351, 1986.

ANGHINONI, I.; BISSANI, C. A. Fósforo e Adubos Fosfatados. In: BISSANI, C. A.; GIANELLO, C.; TEDESCO, M. J.; CAMARGO, F. A. O. (Ed.) Fertilidade dos solos e manejo da adubação de culturas. p. 117-139, 2004.

ANTUNES, L. E. C.; REISSER JUNIOR, C. Produção integrada de morango: oportunidade de mercado. In: Simpósio Nacional do Morango, 4.; Encontro de Pequenas Frutas e Frutas Nativas do Mercosul, 3., 2008, Pelotas, RS. **Anais... Pelotas**, p. 15-20, 2008.

ANTUNES, L.E.C.; RISTOW, N.C.; KROLOW, A.C.R.; CARPENEDO, S.; REISSER JÚNIOR C. Yield and quality of strawberry cultivars. **Horticultura Brasileira**, v. 28: p.222-226. 2010.

ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA. Gazeta – Grupo de Comunicações. p. 94, 2005.

BALDEON, J.R.M. **Efeito da ação alcalinizante e da competição entre silicato e fosfato na eficiência do termofosfato magnésiano em solos ácidos**. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1995. 88 p. Tese de Doutorado.

BISSANI, C.A.; GIANELLO, C.; CAMARGO, F.A.O.; TEDESCO, M.J. **Fertilidade dos solos e manejo da adubação de culturas**. 2ª edição. Porto Alegre, Metrópole, 2008. 344p.

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

BRAZANTI, E. C. *La fresa*. Madri: Mundi-Prensa, 1989.

CALVETE, E.O.; MARIANI, F.; WESP, C. de L.; NIENOW, A. A.; CASTILHOS, T.; CECCHETTI, D. Fenologia, produção e teor de antocianinas de cultivares de morangueiro em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.30 n.2, 2008.

CALVETE, E.O.; AZEVEDO, M.; BORDIGNON, M.H.; SUZIN, M. Análises anatômicas e da biomassa em plantas de morangueiro cultivadas in vitro e ex vitro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 4, p.649-653. 2002.

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.

CASTELLANE, P.D.; CRUZ, M.C.P. (ed.). **Nutrição e adubação de hortaliças**. São Paulo: Potafos. 1993. p. 361-279.

CASTRO, R.L.; CASALI, V.W.D.; BARRELLA, T.P.; SANTOS, R.H.S.; CRUZ, C.D. Produtividade de cultivares de morangueiro em sistema de cultivo orgânico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 2, p. 227-230, 2003.

CHILDERS, N. **The strawberry: A book for growers, others**. Modern production techniques. Gainesville, Florida, 2003. 246 p.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL/FAEPE, 2005. 735p.

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, 2004. 394 p.

CORDENUNSI, B. R. et al. Influence of cultivar on quality parameters and chemical composition of strawberry fruits grown in Brazil. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 50, n. 9, p. 2581-2586, 2002.

DAROLT, M.R. As Dimensões da Sustentabilidade: Um estudo da agricultura orgânica na região metropolitana de Curitiba-PR. Curitiba, 2000. **Tese de Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento**, Universidade Federal do Paraná/ParisVII. 310 p.

DAVIS, J.M.; SANDERS, D.C.; NELSON, P.V.; LENGNICK, L.; SPERRY, W.J. Boron Improves Growth, Yield, Quality, and Nutrient Content of Tomato. **American Society for Horticultural Science**, v.128, p.441-446, 2003.

DUARTE FILHO, J.; ANTUNES, L. E. C.; PÁDUA, J. G. Cultivares. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 28, n.236, p. 20-23, 2007.

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

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Disponível em: [www.embrapa.br](http://www.embrapa.br). Acesso em: 19 de Agosto, 2009.

FERNANDES, M.S.; SOUZA, S.R. Absorção de nutrientes. p.115-152 In: **Nutrição Mineral de Plantas**. Eds. Fernandes, M.S. Viçosa, MG, SBCS, 432p, 2006.

FILGUEIRA, F.A.R. Rosáceas – Morango: um frutinho rasteiro. In: **Novo Manual de Olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 2ª edição. Viçosa, MG: UFV, 2003. p.378-385.

FONSECA, J.A.; MEURER, E.J. Inibição da absorção de magnésio pelo potássio em plântulas de milho em solução nutritiva. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.21, p.47-50. 1997.

Food and Agriculture Organization - FAO. Statistical of strawberry production in world. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/340/default.aspx>.> Acesso em: 20 de Abril, 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.

GRASSI FILHO H.; SANTOS, C.H.; CRESTE, J.E. Nutrição e adubação de morangueiro. **Informe Agropecuário**. Morango: tecnologia inovadora, Belo Horizonte, v.20, n.198, p.36-40, 1999.

GROPPO, G. A.; Tessarioli N. J.; Blanco, M. C. S. G. A cultura do morangueiro. 2. ed. Campinas: CATI, 27 p, 1997.

HAKALA, M.; LAPVETELAINEN, A.; HUOPALAHTI. R.; KALLIO, H.; TAHVONEN, R. Effects of varieties and cultivation conditions on the composition of strawberries. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.16, p. 67–80, 2003.

HASSIMOTTO, N. M. A; GENOVESE, M. I.; LAJOLO, M. F. Antioxidant activity of dietary fruits, vegetables, and commercial frozen fruit pulps. **J. Agric. Food Chem.**, Columbus, v. 53, p. 2928-2935, 2005.

HENRIQUE, C.M.; CEREDA, M. P.Utilização de biofilmes na conservação pós-colheita de morango (*Fragaria Ananassa Duch*) cv IAC Campinas. **Ciência e Tecnologia em Alimentos**, Campinas, v.19, n.2, p.270-276, 1999.

HIMMELBLAU, E.; AMASINO, R.M. Nutrients mobilized from leaves of *Arabidopsis thaliana* during leaf senescence. **J. Plant Physiol.**, v.158, p. 1317-1323. 2001.

HINGSTON, F.J.; POSNER, A.M.; QUIRK, J.P. Anion adsorption by goethite and gibbsite. I. The role of the próton in determining adsorption envelopes. **Journal of Soil Science**, Oxford, v.23, p.177-192, 1972.

HOROWITZ, N.; MEURER, E. J. Oxidação do enxofre elementar em solos tropicais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, p.822-828, 2006.

KAUR, C.; KAPOOR, H.C. Anti-oxidant activity and total phenolic content of some Asian vegetables. **Journal of Food Science & Technology**, Oxford, v.37, p.153-161, 2002.

KORNDORFER, G.H.; PEREIRA, H.S.; CAMARGO, M.S. Silicatos de cálcio e magnésio na agricultura. Uberlândia: UFU/ICIAG, 2004. **Boletim Técnico** 01 – 3ª edição.

KROLOW, A.C.; SCHWENGBER, J. Avaliações físicas e químicas de morango cv. Aromas produzidos em sistema orgânico e convencional. Revista Brasileira de Agroecologia, Porto Alegre, v. 2, n. 2. 2007.

KUSKOSKI, E. M.; ASUERO, A. G.; MORALES, M. T.; FETT, R. Frutos tropicais silvestres e polpas de frutas congeladas: atividade antioxidante, polifenóis e antocianinas. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 36, p.1283-1287, 2006.

LE BOT, J., KIRKBY, E. A.; VAN BEUSICHEM, M. L. Manganese toxicity in tomato plants: effects on cation uptake and distribution. **Plant Nutrition**, v.13, p.513-525. 1990.

LEITE, M.A.V.; MOURA, A.D. de; SILVA JÚNIOR, A. G.; PIACENTI, C.A.; SILVA, M.A.P. da. Análise de viabilidade da produção de morango na Região Norte de Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, v. 28, n. 236, p. 98-106, 2007.

MA, J.; MIYAKE, Y.; TAKAHASHI, E. Silicon as a beneficial element for crop plants. In: DATINOFF, L.E.; SNYDER, G.H.; KORNDORFER, G.H. Silicon in Agriculture. The Netherlands, Elsevier Science, Cap. 2, p.17-39, 2001.

MA, J.; TAKAHASHI, E. Effect of silicic acid on rice in P-deficient soil. **Plant Soil**, v.126,p.121, 125, 1990 a.

MA, J.; TAKAHASHI, E. Effect of silicon on growth and phosphorus uptake of rice. **PlantSoil**, v. 126, p. 115-119, 1990 b.

MACHADO, A.A.; CONCEIÇÃO, A.R. **WinStat - Sistema de Análise Estatística para Windows**. Versão Beta. Universidade Federal de Pelotas, 2005.

MACHADO, C.T.T. **Caracterização de genótipos de milho quanto a parâmetros morfológicos, fisiológicos e microbiológicos associados à eficiência de absorção e uso de fósforo.** Seropédica, Universidade federal Rural do Rio de Janeiro. 2000. 365p. Tese de Doutorado.

MADAIL, J.C.M., ANTUNES, L. E., BELARMINO, L.C., SILVA, B. A., GARDIN, J.A., Avaliação Econômica dos Sistemas de Produção de Morango: Convencional, Integrado e Orgânico (**Comunicado Técnico, 181**). Pelotas, 2007.

MADAIL, J. C. M. Sistema de produção de morango desenvolvido na Serra Gaúca, município de Caxias do Sul, transição para a produção integrada. In: Simpósio Nacional do Morango, 4. Encontro Sobre Pequenas Frutas e Frutas Nativas do Mercosul, 3. **Palestras...** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, p. 23-28. 2008.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas.** Piracicaba: Editora Agronômica Ceres, 638 p, 2006.

MANGNABOSCO, M. C.; GODOY, W. I.; MAZZARO, S.; CITADIN, I.; FARINACIO, D.; BORSATTI, F.; BORSATI, F. Avaliação das características químicas de seis cultivares de morangueiro na região sudoeste do Paraná. Horticultura Brasileira, Brasília, v.26, n.2, p.5456-5461, 2008.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants.** 2ª Ed. London, Academic Press, 1995. 889p.

MARTINS, D.S.; STRASSBURGER, A.S.; SILVA, J.B.; SCHWENGBER, J.E. Comportamento quanto a distribuição da produção de frutas de sete cultivares de morangueiro em sistema de produção de base ecológica. **Anais do XIX CIC e XII ENPOS, I Mostra Científica, 2010.**

MEURER, E. J.; INDA JR., A. V. Potássio e adubos potássicos. In: BISSANI, C. A.; GIANELLO, C.; TEDESCO, M. J. , CAMARGO, F. A. de O. **Fertilidade dos solos e maneja da adubação de culturas.** Porto Alegre: Gênese, p.139-151, 2004.

MILLS, H. A.; BENTON-JONES, J. Plant analysis handbook. Athens, Georgia, USA: Micromacro Publishing, 1996. v.2, 422p.

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

MOURA, G. C., FINKENAUER, D., VIZZOTTO, M., ANTUNES, L. E. C. Compostos bioativos e atividade antioxidante em mirtilos submetidos a doses de nitrogênio. In: V Simpósio Nacional do Morango; IV Encontro de Pequenas Frutas e Frutas Nativas do Mercosul, Pelotas, RS, **Anais...** Pelotas: 2010. 216p.

NESI, C. N.; VERONA, L. A. F.; GROSSI, R. A produção de morangos em Santa Catarina no ano de 2006. In: IV Simpósio Nacional do Morango; III Encontro de Pequenas Frutas e Frutas Nativas do Mercosul, Pelotas, RS, **Anais...** Pelotas: 2008. 100p.

OLIVEIRA, R.P., SCIVITTARO, W. B.; CASTRO; Luis A. S. Novas Cultivares de Morangueiro para a Região de Pelotas. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento** 55. 2007.

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

OTTO R. F.; MORAKAMI R. K.; REGHIN M. Y.; CAIRES E. F. Cultivares de morango de dia neutro: produção em função de doses de nitrogênio durante o verão. **Horticultura Brasileira**, v. 27, p. 217-221, 2009.

PACHECO, D.D.; DIAS, M.S.C.; ANTUNES, P.D.; RIBEIRO, D.P.; SILVA, J.J.C.; PINHO, D.B. Nutrição mineral e adubação do morangueiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.28, n.236, p.40-49. 2007.

PACHECO, D. D.; RIBEIRO, D. P.; DIAS, M. S. C.; ANTUNES, P. D.; LIMA, L. M. S.; PINHO, D. B.; RUAS, L. O.; MOREIRA, S. A. F.; SOUZA, F. V.; ALMEIDA JÚNIOR, A. B.; SOUZA, R. P. D. Sintomas visuais de deficiências minerais em morangueiro cultivado no norte de Minas Gerais. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 19, 2006, Cabo Frio. Palestras e resumos... Frutas do Brasil: saúde para o mundo. Cabo Frio: SBF, 2006.

PAGOT, E.; HOFFMANN, A. Produção de pequenas frutas no Brasil. In: Seminário Brasileiro Sobre Pequenas Frutas, 2003. **Anais...** Vacaria: Embrapa Uva e Vinho, p.9-17.

PEREIRA, A.J.; 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, p. 428-431, setembro 2002.

PETROBRAS. SIX: Unidade de Negócio da Industrialização do Xisto. Disponível em: [www.petrobras.com.br/minisite/refinarias/petrosix/index.asp](http://www.petrobras.com.br/minisite/refinarias/petrosix/index.asp). Acesso em: 12 out. 2010.

PINTO, M. S.; LAJOLO, F. M.; GENOVESE, M. I. Bioactive compounds and quantification of total ellagic acid in strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch). **Food Chem.** Oxford, v. 107, p. 1629 -1635, 2008.

QUINATO, E. E.; DEGÁSPARI, C. H.; VILELA, R. M. Aspectos Nutricionais e Funcionais do Morango, **Visão Acadêmica**, Curitiba, v.8, n.1, 2007.

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba, Ceres/ POTAFOS, 1991.

RESENDE JTV; MORALES RGF; FARIA MV; RISSINI ALL; CAMARGO LKP; CAMARGO CK. Produtividade e teor de sólidos solúveis de frutos de cultivares de morangueiro em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v.28, p. 185-189, 2010.

RESENDE, J. T. V. DE; CAMARGO, L. K.P.; ARGANDOÑA, E. J.S; MARCHESE, A.; CAMARGO, C. K. Sensory analysis and chemical characterization of strawberry fruits. **Horticultura Brasileira**, Brasília. v.26 n.3, 2008.

RIEP- Relatório Interno Embrapa/Petrobras, Nº 3, 2009.

RISTOW, N.; CARPENEDO, S.; TREVISAN, T.; ANTUNES, L.E.C.; FREIRE, C.J.S. Resposta na produção de morangueiro a diferentes níveis de NPK. III Simpósio Nacional do Morango II Encontro sobre Pequenas Frutas e Frutas Nativas do Mercosul – **RESUMOS**, p. 124-127, 2007.

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 A.S. Tecnologia dos Produtos Hortícolas. DCPA-ESAPL, 2007.

RONQUE, E.R.V. Cultura do morangueiro; revisão e prática. Curitiba: Emater, 206p, 1998.

SANTOS, A.M. dos. Melhoramento genético do morangueiro. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.27, n.198, p.24-29, 1999.

SANTOS, A. M., MEDEIROS, A.R.M., **Morango Produção**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 81p., 2003..

SANTOS, A. M., MEDEIROS, A.R.M., **Sistema de Produção de Morango. Nutrição, Calagem e Adubação**. Embrapa Clima Temperado, 2005.

SANTOS, P.E.T. **Sistema de produção do morango**- Característica básicas das principais cultivares de morango plantadas no Brasil, 2005. Disponível em: [HTTP://sistemasdeprodução.cnptia.embrapa.br](http://sistemasdeprodução.cnptia.embrapa.br) Acesso em: fev. 2010.

SATTELMACHER, B. The apoplast and its significance for plant mineral nutrition. **New Phytol.**, v.149, p.167-192, 2001.

SEERAM, N.P.; ADAMS, L.S.; ZHANG, Y; LEE, R. SAND, D.; SCHEULLER, H.S.; HEBER, D. Blackberry, black raspberry, blueberry, cranberry, red raspberry, and strawberry extracts inhibit growth and stimulate apoptosis of human cancer cells in vitro. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 54, p. 9329-9339, 2006.

SEERAM, N. P, LEE, R., SCHEULLER, H. S., HEBER, D. Identification of phenolic compounds in strawberries by liquid chromatography electrospray ionization mass spectroscopy. **Food Chemistry**, v. 97, p.1–11, 2006.

SEVERINO, L. S.; FERREIRA, G. B. M.; CÁSSIA R. de A.; GONDIM, T. M. de S.; CARDOSO, G. D.; VIRIATO, J. R.; BELTRÃO, N. E. de M. Produtividade e

crescimento da mamoneira em resposta à adubação orgânica e mineral. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.5, p.879-882, 2006.

SILVA, A.F.; DIAS, M.S.C.; MARO, L.A.C. Botânica e fisiologia do morangueiro. **Informe Agropecuário**, v. 28, p. 7-13, 2007.

SIMIRGIOTIS, M. J.; THEODULOZ, C.; CALIGARIC, P. D. S; HIRSCHMANN, G. S. Comparison of phenolic composition and antioxidant properties of two native Chilean and one domestic strawberry genotypes. **Food Chemistry**, v.113, p. 377–385, 2009.

SHAW, D.; LARSON, K. The Camino Real strawberry cultivar. Disponível em: <[http://fruitsandnuts.ucdavis.edu/strawberry/Website\\_Camino\\_Real\\_description\\_final\\_2.pdf](http://fruitsandnuts.ucdavis.edu/strawberry/Website_Camino_Real_description_final_2.pdf)>. Acesso em: 5 maio 2010.

SILVA, P.A. Qualidade de morangos cultivados na região de Lavras-MG, armazenados em temperatura ambiente. 2006. 71 f. **Dissertação** (Mestrado em Agroquímica) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

SOUZA, S.R.; FERNANDES, M.S. Nitrogênio. p.215-252 In: **Nutrição Mineral de Plantas**. Eds. Fernandes, M.S. Viçosa, MG, SBCS, 432p, 2006.

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, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3ª edição. Porto Alegre: ArtMed Editora, 2004. 719p.

VIZZOTTO, M.; ANTUNES, P. L. ; BRACKMANN, A.; DALBOSCO, V. Aplicação de Cálcio em Pré-Colheita na Conservação de Pêssego [*Prunus Persica* (L.) Batsch.], Cv. Chiripá. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.8 n. 1, p. 31-35, 2002.

ZHANG, D.; YOON, H.G.; WONG, J. JMJD2A is a novel N-CoR-interacting protein and is involved in repression of the human transcription factor achaete scute-like homologue 2 (ASCL2/Hash2). **Molecular Cell Biology**. v. 25, p. 6404–6414, 2005.

ZONTA, E.; COSTA BRASIL, F.; GOI, S, R.; ROSA, M. M. T. O sistema radicular e suas interações com o ambiente edáfico. In: Fernandes, M. S. **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência de Solos, 432 p, 2006.

## APÊNDICE

**Apêndice A - Manejo fitossanitário realizado no experimento durante o ano de 2009.**

<b>Data</b>	<b>Produto</b>
10/06	Cercobin 700 WP
24/06	Ridomil Gold MZ
05/07	Cercobin 700 WP
22/07	Ridomil Gold MZ + Orthene <sup>®</sup> 750 BR
10/08	Cercobin 700 WP
27/08	Rovral SC
09/09	Rovral SC
22/09	Rovral SC
16/10	Derosal 500 SC
10/11	Sumilex 500 WP + Actara 250 WG

**Apêndice B** - Conjuntos de dados das variáveis teores de nutrientes das folhas do marangueiro das cultivares Camarosa e Camino Real.

**Tabela B1** - Teor de nutrientes nas folhas do morangueiro (em mg/Kg) da cultivar Camarosa, por tratamento, em três épocas: agosto de 2009 (E1), outubro de 2009 (E2) e dezembro de 2009 (E3). Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2011.

Nutriente	Época	Com MBR34				Sem MBR34			
		Test.	0	12	24	Test.	0	12	24
N	1	36,4	33,9	34,9	34,5	36,2	33,5	37,0	36,2
	2	33,1	29,4	32,0	32,0	27,0	34,8	34,8	34,2
	3	21,5	21,2	24,6	25,0	26,1	25,0	24,3	24,2
P	1	7,1	6,4	7,6	7,6	7,2	8,8	8,5	7,5
	2	4,4	2,6	4,2	4,4	4,1	4,6	4,5	4,2
	3	3,4	3,5	3,9	3,3	3,2	3,6	3,1	3,3
K	1	24,5	22,8	23,0	22,9	23,0	24,5	23,8	23,0
	2	24,8	21,6	23,8	23,8	22,5	23,6	23,1	21,7
	3	17,7	18,9	17,4	17,4	19,5	19,4	17,6	17,3
Ca	1	9,6	10,5	10,3	9,8	10,4	10,0	10,0	9,8
	2	13,3	11,3	13,4	13,5	12,3	11,6	11,7	11,6
	3	10,0	12,0	11,3	10,6	11,4	11,0	10,2	9,0
Mg	1	3,1	3,0	3,2	3,3	3,3	3,7	3,2	3,2
	2	5,2	4,5	5,1	5,2	4,6	5,6	5,6	5,1
	3	3,9	4,1	4,2	4,2	4,5	4,4	4,4	4,2
Fe	1	97,0	94,0	90,0	109,0	96,0	113,0	100,0	110,0
	2	195,9	163,5	171,7	188,1	154,4	184,3	159,4	149,5
	3	177,0	177,0	169,7	173,5	179,1	153,3	155,1	131,3
Mn	1	48,0	44,0	40,0	44,0	42,0	38,0	43,0	45,0
	2	53,3	43,8	49,5	46,7	42,4	48,0	51,9	48,9
	3	47,4	52,8	46,9	53,5	51,1	48,9	48,1	48,0
Zn	1	17,0	16,0	16,0	17,0	16,0	17,0	18,0	18,0
	2	22,7	18,2	22,5	22,4	21,2	23,8	24,1	22,5
	3	15,0	17,5	16,3	15,7	17,4	16,8	14,0	15,2
Cu	1	5,0	5,0	5,0	5,0	6,0	6,0	6,0	7,0
	2	4,9	4,7	4,6	4,7	4,6	5,4	5,5	5,3
	3	4,3	4,9	5,2	3,9	4,9	4,8	4,3	4,5
B	1	40,0	43,0	44,0	40,0	40,4	41,0	42,0	42,0
	2	61,3	38,3	41,0	52,1	43,5	59,4	48,4	50,6
	3	62,3	66,0	61,3	63,3	69,4	56,3	69,5	55,7

**Tabela B2** - Teor de nutrientes nas folhas do morangueiro (em mg/Kg) da cultivar Camino Real, por tratamento, em três épocas: agosto de 2009 (E1), outubro de 2009 (E2) e dezembro de 2009 (E3). Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2011.

Nutriente	Época	Com MBR34				Sem MBR34			
		Test.	0	12	24	Test.	0	12	24
N	1	33,6	36,3	32,4	36,1	35,1	34,7	34,8	35,0
	2	32,8	33,5	31,8	32,7	34,6	35,7	35,6	35,1
	3	24,5	22,0	25,5	26,7	24,6	26,9	26,4	24,4
P	1	7,1	7,2	7,4	7,6	8,2	7,5	7,6	8,2
	2	4,4	4,5	4,6	4,4	4,6	4,7	4,9	4,6
	3	3,9	3,5	4,1	3,7	3,7	3,8	3,7	3,9
K	1	20,4	20,0	20,0	20,5	21,3	21,6	20,7	20,9
	2	20,4	19,1	20,2	20,9	20,7	22,6	22,8	23,3
	3	15,6	13,9	15,7	15,9	15,4	16,9	15,8	15,8
Ca	1	10,6	11,4	11,0	11,5	11,2	11,2	11,2	11,0
	2	12,7	12,4	13,1	13,6	13,4	11,6	12,2	12,5
	3	12,9	12,1	13,0	13,4	12,9	11,7	11,3	11,2
Mg	1	2,9	2,8	2,8	2,8	2,9	2,7	3,0	2,8
	2	4,5	4,6	4,8	4,2	4,9	5,2	5,1	5,2
	3	4,1	4,0	4,5	4,6	4,4	5,0	4,7	4,5
Fe	1	99,0	122,0	125,0	97,0	95,0	75,0	82,0	108,0
	2	171,6	178,9	165,9	170,3	167,9	177,7	149,1	169,2
	3	185,0	190,9	169,8	172,8	187,0	190,7	154,8	151,8
Mn	1	53,0	60,0	61,0	53,0	54,0	55,0	50,0	52,0
	2	66,7	56,3	40,9	41,8	57,5	60,2	59,6	53,0
	3	41,0	63,1	40,7	59,2	69,6	66,2	58,2	55,9
Zn	1	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	19,0
	2	17,9	18,1	17,1	17,2	18,2	22,2	20,4	20,2
	3	15,1	14,4	16,5	18,4	15,7	18,0	16,9	15,6
Cu	1	8,0	7,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0
	2	3,0	3,5	3,1	3,0	3,2	4,1	4,1	4,7
	3	2,4	3,0	2,8	2,9	2,9	3,3	3,7	3,3
B	1	33,0	34,0	34,0	37,0	35,0	34,0	34,0	35,0
	2	33,3	32,9	36,1	39,0	31,1	34,3	36,3	38,7
	3	45,6	59,9	50,7	48,5	42,4	39,2	41,8	53,2

**Apêndice C** – Tabelas de análise de variância para variáveis de produção, funcionais, físico-químicas, clorofila e teores de nutrientes no solo, para as cultivares Camarosa e Camino Real.

**Tabela C1** - Análises da variância para as variáveis número de frutos por planta, massa de frutos por planta e massa por fruto da cultivar Camarosa. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPeI, Pelotas, 2011.

Fontes de variação	GL	Número de frutos		Produção por planta		Massa por fruto	
		QM	Prob.> F	QM	Prob.> F	QM	Prob.> F
Bloco	3	179,49	-	119.910,80	-	19,31	-
MBR34	1	25,33	0,2504	9.129,51	0,2751	0,532	0,2280
Erro MBR34	3	12,54	0,6209	5.147,91	-	0,233	-
AX	2	6,95	-	5.760,38	0,3655	1,777	0,2320
MBR34 x AX	2	10,57	0,4914	3.201,29	0,5599	0,180	0,8476
Resíduo	12	14,01	-	5.257,27	-	1,074	-
Média geral		32,30		504,45		15,50	
C.V. (%)		11,59		14,37		6,75	

**Tabela C2** - Análises da variância para as variáveis número de frutos por planta, massa de frutos por planta e massa por fruto da cultivar Camarosa, incluindo testemunhas. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPeI, Pelotas, 2011.

Fontes de variação	GL	Número de frutos		Produção por planta		Massa por fruto	
		QM	Prob.> F	QM	Prob.> F	QM	Prob.> F
Bloco	3	195,82	-	2.8521,50	-	23,12	-
MBR34	1	22,66	0,3903	8.462,04	0,4814	0,63	0,6030
Erro MBR34	3	22,59	-	13.166,83	-	1,90	-
AX	3	6,68	0,7874	5.239,17	0,6033	1,44	0,3872
MBR34 x AX	3	8,14	0,7337	2.470,57	0,8260	0,12	0,9645
Resíduo	18	18,93	-	8.276,46	-	1,35	-
Média geral		32,04		497,84		15,26	
C.V. (%)		13,58		18,27		7,61	

**Tabela C3** - Análises da variância para as variáveis número de frutos por planta, massa de frutos por planta e massa por fruto da cultivar Camino Real. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2011.

Fontes de variação	GL	Número de frutos		Produção por planta		Massa por fruto	
		QM	Prob.> F	QM	Prob.> F	QM	Prob.> F
Bloco	3	27,48	-	26.537,55	-	9,495	-
MBR34	1	118,15	0,0602	55.889,62	0,0584	5,789	0,3070
Erro MBR34	3	13,60	-	6.275,11	-	3,839	-
AX	2	12,67	0,2677	10.956,34	0,0868	4,598	0,0203
MBR34 x AX	2	2,250	0,7741	1.750,03	0,6291	1,146	0,2918
Resíduo	12	8,598	-	3.632,33	-	0,838	-
Média geral		24,75		440,49		17,63	
C.V. (%)		11,85		13,68		5,19	

**Tabela C4** - Análises da variância para as variáveis número de frutos por planta, massa de frutos por planta e massa por fruto da cultivar Camino Real, incluindo testemunhas. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2011.

Fontes de variação	GL	Número de frutos		Produção por planta		Massa por fruto	
		QM	Prob.> F	QM	Prob.> F	QM	Prob.> F
Bloco	3	47,22	-	43.169,56	-	13,668	-
MBR34	1	148,20	0,1098	65.615,31	0,0949	5,600	0,2908
Erro MBR34	3	29,25	-	11.282,18	-	3,422	-
AX	3	19,51	0,1252	16.052,93	0,0460	4,345	0,0321
MBR34 x AX	3	1,642	0,9060	1.449,86	0,8293	0,9336	0,5170
Resíduo	18	8,934	-	4.934,15	-	1,187	-
Média geral		25,33		457,02		17,82	
C.V. (%)		11,79		15,37		6,11	

**Tabela C5** - Análise da variância para as variáveis atividade antioxidante, antocianinas e compostos fenólicos da cultivar Camarosa, incluindo testemunhas. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2011.

Fontes de variação	GL	Atividade antioxidante		Antocianinas		Compostos fenólicos	
		QM	Prob.> F	QM	Prob.> F	QM	Prob.> F
Bloco	3		-		-		-
MBR34	1	595.308,3	0,1081	738,61	0,1081	305,7617	0,2251
Erro MBR34	3	76.499,4	-	94,91	-	3415,585	-
AX	3	341.767,2	0,0141	146,33	0,2952	6542,572	0,0125
MBR34 x AX	3	358.619,2	0,0121	95,86	0,4667	3415,585	0,0780
Resíduo	18	63.652,0	-	105,77	-	1173,112	-
Média geral		3.240,61		80,97		373,51	
C.V. (%)		7,79		12,70		9,17	

**Tabela C6** - Análise da variância para as variáveis atividade antioxidante, antocianinas e compostos fenólicos da cultivar Camino Real, incluindo testemunhas. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2011.

Fontes de variação	GL	Atividade antioxidante		Antocianinas		Compostos fenólicos	
		QM	Prob.> F	QM	Prob.> F	QM	Prob.> F
Bloco	3	-	-	-	-	-	-
MBR34	1	5.305.785	0,0016	2.471,10	0,0065	168.906,5	0,0009
Erro MBR34	3	8.502	-	16,33	-	147,67	-
AX	3	61.933	0,1368	910,93	0,0008	399,21	0,3040
MBR34 x AX	3	419.491	0,0002	1.053,69	0,0004	5732,37	< 0,0000
Resíduo	18	27.720	-	79,83	-	295,18	-
Média geral		3.549,51		88,00		381,47	
C.V. (%)		4,69		10,15		4,50	

**Tabela C7** - Análise da variância para as variáveis sólidos solúveis totais (expressos em °Brix) e acidez dos frutos de morangueiro da cultivar Camarosa, incluindo a testemunha. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2011.

Fontes de variação	GL	SST (°Brix)			Acidez		
		QM	F	Prob.>F	QM	F	Prob.>F
MBR	1	0,1751	4,580	0,04809	0,001032	0,07444	0,7885
AX	3	0,1057	2,764	0,07593	0,002806	0,20233	0,8933
MBR x AX	3	0,1062	2,778	0,07494	0,001379	0,09943	0,9592
Erro	16	0,0382	-	-	0,01387	-	-
Média geral		6,80			0,97		
C.V. (%)		2,87			12,14		

**Tabela C8** - Análise da variância para as variáveis sólidos solúveis totais (expressos em °Brix) e acidez dos frutos de morangueiro da cultivar Camino Real, incluindo a testemunha. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2011.

Fontes de variação	GL	SST (°Brix)			Acidez		
		QM	F	Prob.>F	QM	F	Prob.>F
MBR	1	1,0848	45,63	< 0,0001	0,000183	0,01979	0,8899
AX	3	0,1882	7,924	0,00184	0,001926	0,2088	0,8888
MBR x AX	3	0,2160	9,094	0,00095	0,003804	0,4125	0,7463
Erro	16	0,0238	-	-	0,009223	-	-
Média geral		6,24			0,8199		
C.V. (%)		2,47			11,71		

**Tabela C9** - Análise da variância para a variável teor de clorofila nas folhas da cultivar Camarosa. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2011.

Fontes de variação	GL	SQ	QM	F	Prob > F
Bloco	3	151,67	50,56	-	-
MBR34	1	0,8067	0,8067	0,1242	0,7478
Erro MBR34	3	19,48	6,494	-	-
Total da parcela	4				
Dose AX	2	0,6975	0,3488	0,2258	0,8012
MBR34 x Dose AX	2	1,651	0,8254	0,5345	0,5993
Resíduo	12	18,53	1,544	-	-
Total	23	192,84	-	-	-
Média geral		46,65			
C.V. (%)		2,66			

**Tabela C10** - Análise da variância para a variável teor de clorofila nas folhas da cultivar Camarosa, incluindo a testemunha. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2011.

Fontes de variação	GL	SQ	QM	F	Prob > F
Bloco	3	151,82	50,61	-	-
MBR34	1	1,015	1,015	0,2571	0,6471
Erro MBR34	3	11,85	3,949	-	-
Total da parcela					
Dose AX	3	0,6984	0,2328	0,09674	0,9608
MBR34 x Dose AX	3	1,6534	0,5511	0,2290	0,8750
Resíduo	18	43,32	2,407	-	-
Total	31	210,36	-	-	-
Média geral	46,65				
C.V. (%)	3,33				

**Tabela C11** - Análise da variância para a variável teor de clorofila nas folhas da cultivar Camino Real. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2011.

Fontes de variação	GL	SQ	QM	F	Prob > F
Bloco	3	48,39	16,13	-	-
MBR34	1	0,4538	0,4538	0,1547	0,7203
Erro MBR34	3	8,798	2,933	-	-
Total da parcela	4	-	-	-	-
Dose AX	2	2,691	1,345	0,6576	0,5358
MBR34 x Dose AX	2	6,773	3,386	1,655	0,2318
Resíduo	12	24,55	2,046	-	-
Total	23	91,66	-	-	-
Média geral	51,25				
C.V. (%)	2,79				

**Tabela C12** - Análise da variância para a variável teor de clorofila nas folhas da cultivar, Camino Real, incluindo a testemunha. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2011.

Fontes de variação	GL	SQ	QM	F	Prob > F
Bloco	3	57,12	19,04	-	-
MBR34	1	0,2113	0,2113	0,08001	0,7957
Erro MBR34	3	7,921	2,640	-	-
Total da parcela					
Dose AX	3	2,893	0,9642	0,4894	0,6940
MBR34 x Dose AX	3	7,076	2,359	1,1973	0,3390
Resíduo	18	35,46	1,970	-	-
Total	31	110,68	-	-	-
Média geral	51,30				
C.V. (%)	2,74				

**Tabela C13** – Resumo dos resultados das análises de variância para as variáveis teores de MO, P, K, Cu, Fe e Zn presentes no solo de cultivo do morangueiro. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2011.

Fonte de variação	GL	QM					
		MO	P	K	Cu	Fe	Zn
Bloco	3	19,04	2.102,44	0,1440	0,5955	12.188,86	9,104
MBR	1	<0,00 <sup>ns</sup>	2.198,20 <sup>ns</sup>	0,0462 <sup>ns</sup>	0,0100 <sup>ns</sup>	801,03 <sup>ns</sup>	0,004 <sup>ns</sup>
Erro MBR	3	16,83	430,51	0,0184	0,1971	3.089,56	6,976
AX	3	4,23 <sup>ns</sup>	484,83 <sup>ns</sup>	0,0017 <sup>ns</sup>	0,0094 <sup>ns</sup>	58,87 <sup>ns</sup>	1,795 <sup>ns</sup>
MBR x AX	3	7,71 <sup>ns</sup>	2.308,46 <sup>ns</sup>	0,0013 <sup>ns</sup>	0,0466 <sup>ns</sup>	471,00 <sup>ns</sup>	5,891 <sup>ns</sup>
Resíduo	50	12,41	2.018,62	0,0044	0,1570	1.017,40	10,65
Média geral		21,98	211,98	0,6006	1,473	108,52	8,628
C.V. (%)		16,02	21,19	11,06	26,90	29,39	37,83

ns: efeito não significativo

**Tabela C14** - Resumo dos resultados das análises de variância para as variáveis teores de Mn, Ca, Mg, índice SMP e pH do solo de cultivo do morangueiro. Embrapa Clima Temperado, FAEM/UFPel, Pelotas, 2011.

Fonte de variação	GL	QM				
		Mn	Ca	Mg	SMP	pH
Bloco	3	20.472,47	3,965	1,6765	0,1860	0,8702
MBR	1	98,65 <sup>ns</sup>	0,0723 <sup>ns</sup>	0,7098 <sup>ns</sup>	0,0689 <sup>ns</sup>	0,2025 <sup>ns</sup>
Erro MBR	3	1560,38	0,0880	0,1516	0,0789	0,0838
AX	3	138,98 <sup>ns</sup>	0,0419 <sup>ns</sup>	0,0515 <sup>ns</sup>	0,0064 <sup>ns</sup>	0,0144
MBR x AX	3	152,69 <sup>ns</sup>	0,0959 <sup>ns</sup>	0,0044 <sup>ns</sup>	0,0077 <sup>ns</sup>	0,0054 <sup>ns</sup>
Resíduo	50	188,54	0,1575	0,0622	0,0125	0,0198 <sup>ns</sup>
Média geral		107,00	4,515	2,171	6,798	5,691
C.V. (%)		12,83	8,79	11,49		

ns: efeito não significativo