



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DO SOLO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA: SOLOS E
NUTRIÇÃO DE PLANTAS

FRANCISCO SÉRGIO RIBEIRO DOS SANTOS

PRODUÇÃO E NUTRIÇÃO DE MORANGUEIRO EM CULTIVO
HIDROPÔNICO E NO SOLO

FORTALEZA

2014

FRANCISCO SÉRGIO RIBEIRO DOS SANTOS

**PRODUÇÃO E NUTRIÇÃO DE MORANGUEIRO EM CULTIVO
HIDROPÔNICO E NO SOLO**

Dissertação de Mestrado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia: Solos e Nutrição de Plantas, do Departamento de Ciências do Solo da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Agronomia. Área de concentração: Solos e Nutrição de Plantas.

Orientador: Prof. Dr. Ismail Soares
Coorientador: Dr. Fábio Rodrigues de Miranda

FORTALEZA

2014

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca de Ciências e Tecnologia

S233p

Santos, Francisco Sérgio Ribeiro dos.

Produção e nutrição de morangueiro em cultivo hidropônico e no solo / Francisco Sérgio Ribeiro dos Santos. – 2014.

67 f. : il. color., enc. ; 30 cm.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Ciências do Solo, Programa de Pós-Graduação em Agronomia: Solos e Nutrição de Plantas, Fortaleza, 2014.

Área de Concentração: Solos e Nutrição de Plantas.

Orientação: Prof. Dr. Ismail Soares.

Coorientação: Prof. Dr. Fábio Rodrigues de Miranda.

1. Fragaria x ananassa. 2. Morango - cultivar. 3. Sistema de cultivo. 4. Nutrientes. I. Título.

CDD 631.4

FRANCISCO SÉRGIO RIBEIRO DOS SANTOS

**PRODUÇÃO E NUTRIÇÃO DE MORANGUEIRO EM CULTIVO
HIDROPÔNICO E NO SOLO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia: Solos e Nutrição de Plantas, do Departamento de Ciências do Solo da Universidade Federal do Ceará, como requisito para obtenção do título de Mestre em Agronomia. Área de concentração: Solos e Nutrição de Plantas.

Orientador: Prof. Dr. Ismail Soares
Coorientador: Dr. Fábio Rodrigues de Miranda

Aprovado em ___/___/___

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Ismail Soares (Orientador)
Universidade Federal do Ceará – UFC

Dr. Fábio Rodrigues de Miranda (Coorientador)
Embrapa Agroindústria Tropical – CNPAT

Prof. Dr. Márcio Cleber de Medeiros Corrêa
Universidade Federal do Ceará – UFC

À minha amada mãe, Marilene Ribeiro dos Santos, ao meu amado pai, Antônio Luiz Pacífico dos Santos, aos meus irmãos, Meire, Madalena, Helena, Gerson, Anderson e Edson (Tom), demais familiares e a minha linda e amada noiva, Jôcassya. A eles agradeço, pelo amor, confiança e por tudo que sou e que tenho. Com amor e gratidão, eu os dedico.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela vida, fé, bênçãos a mim concedidas e pela Família maravilhosa que tenho. Obrigado Pai.

À Universidade Federal do Piauí, professores e Embrapa meio norte pelo aprendizado na graduação que me possibilitaram acesso ao mestrado.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia: Solos e Nutrição de Plantas da Universidade Federal do Ceará, e a todos os docentes, discentes e funcionários do Departamento de Ciências do Solo que contribuíram para meu aprendizado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao professor Ismail Soares, pela orientação, dedicação, paciência, incentivo, sinceridade, ensinamentos e amizade, que muito me fez avançar nessa caminhada profissional. Obrigado.

Ao pesquisador do Centro Nacional de Pesquisas da Agroindústria Tropical (CNPAT), Fábio Rodrigues de Miranda, pelo projeto, orientação, dedicação, incentivo, paciência, amizade, sinceridade, disponibilidade em sempre ajudar. Obrigado.

Ao Prof. Dr. Márcio Cleber de Medeiros Corrêa pela participação na banca de defesa da minha dissertação e pelas valiosas sugestões que ajudaram a enriquecer mais ainda o meu trabalho.

Ao CNPAT, pelo total apoio concedido para realização e condução do experimento em Ibiapina, Ceará.

Aos meus “irmãos” que convivo desde o período da graduação (2007), Diego Rolney Magalhães da Silva, Erivan Araújo Felipe, Gildean Portela Moraes, Darlan Leão Braga e Dônavan Nolêto, sem os quais não estaria aqui.

É ele quem te livrará do laço do caçador, e da peste perniciosa. Ele te cobrirá com suas plumas, sob suas asas encontrarás refúgio. Sua fidelidade te será um escudo de proteção. Tu não temerás os terrores noturnos, nem a flecha que voa à luz do dia, nem a peste que se propaga nas trevas, nem o mal que grassa ao meio-dia. Caiam mil homens à tua esquerda e dez mil à tua direita, tu não serás atingido.

(Salmo 91:3-7)

RESUMO

O cultivo do morangueiro no solo enfrenta atualmente alguns entraves, tanto pelo uso excessivo de defensivos, como pelas doenças causadas por fungos e outros patógenos e as dificuldades ergonômicas do cultivo no solo. O cultivo em sistemas sem solo combinado com ambiente protegido e o uso de substrato proporciona algumas vantagens como: eliminação do uso de produtos destinados à desinfecção do solo, antecipação do início das colheitas, aumento da produção, proteção da cultura às condições meteorológicas adversas, ataque de pragas e doenças e melhores condições de manejo da cultura. O experimento teve como objetivo avaliar a produção e nutrição de quatro cultivares de morango em três sistemas de cultivo na Serra da Ibiapaba – Ceará. O experimento foi conduzido em esquema fatorial 3 x 4, em blocos casualizados, sendo três sistemas de cultivo dispostos em faixa (solo, hidropônico em calhas e em sacolas), com quatro cultivares de morangueiro (Oso Grande, Albion, Camarosa e Festival), com cinco repetições. No sistema hidropônico foi utilizado como substrato fibra de coco. No período entre a sexta e trigésima oitava semana após o transplante, foi determinado o número e peso médio de frutos, produção por planta e produtividade. A partir do início do florescimento, foram coletadas a cada dois meses folhas para determinação dos teores de macro e micronutrientes. Os sistemas hidropônicos em calha e em sacolas aumentaram o número de frutos por planta, porém não aumentaram o peso médio de frutos. A produtividade do morangueiro cultivado no sistema hidropônico foi superior ao cultivo no solo. A cultivar Festival apresentou maior número de frutos em relação as demais cultivares nos sistemas hidropônicos. As cultivares Oso Grande e Festival destacaram-se quanto a peso médio de frutos e produtividade, respectivamente, sendo recomendadas para cultivo hidropônico para região da Serra da Ibiapaba. Com base nos teores de nutrientes na folha sugere-se ajustes nas concentrações de fósforo e magnésio na solução nutritiva utilizada no cultivo hidropônico do morangueiro.

Palavras-chaves: *Fragaria x ananassa*, cultivar, sistema de cultivo, nutrientes.

ABSTRACT

Traditional soil based strawberry production currently faces some obstacles, both by excessive use of pesticides, as the diseases caused by fungi and other pathogens and ergonomic difficulties of cultivating the soil. Strawberry soilless cultivation combined with greenhouse and the use of substrate promotes some advantages such as: eliminating the use of products for soil disinfection, precocity, increased yields, better crop management conditions and crop protection against adverse weather conditions, pest attacks and diseases.. The objective of the study was to evaluate yield and nutrition of four strawberry cultivars in three cropping systems in Serra da Ibiapaba – Ceará. The experiment was conducted in 3 x 4 factorial design, randomized blocks, with three cultivation systems arranged in strips (soil, hydroponic in gutters and bags), with four strawberry cultivars (Oso Grande, Albion, and Camarosa and Festival) and five replications. Coconut fiber was used as substrate in the hydroponic systems. In the period between the sixth and thirty-eighth week after transplanting, the number and average fruit weight, yield per plant and yield were determined. From the beginning of flowering, leaves were collected every two months to determine the levels of macro and micronutrients. Hydroponic gutter and bag systems increased the number of fruits per plant, but did not increase average fruit weight. The strawberry yield in hydroponic cultivation system was superior to soil cultivation. Cultivar Festival presented more fruits than the other cultivars in hydroponic systems. The Oso Grande and Festival cultivars stood out as the average fruit weight and yield, respectively, and may be recommended for hydroponic cultivation for the region of Serra da Ibiapaba. Based on the leaf nutrient contents, it is suggested adjustments in concentrations of phosphorus and magnesium in the nutrient solution used in hydroponic strawberry crop.

Keywords: *Fragaria x ananassa*, cultivar, nutrients, crop system,

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Atributos químicos do solo da área experimental na camada de 0-20 cm.....	28
Tabela 2 - Atributos físicos do solo da área experimental na camada de 0-20 cm.....	28
Tabela 3 - Quadrado médio da análise de variância de número de frutos por planta, peso médio de frutos (g), produção de frutos por planta (g) e produtividade (g m ⁻²) de quatro cultivares de morangueiro em três sistemas de cultivo. Período de julho de 2012 a fevereiro de 2013.....	31
Tabela 4 - Número de frutos por planta das cultivares de morangueiro em três sistemas de cultivo. Período de julho de 2012 a fevereiro de 2013.....	32
Tabela 5 - Peso médio de frutos de quatro cultivares de morangueiro em três sistemas de cultivo. Período de julho de 2012 a fevereiro de 2013.....	33
Tabela 6 - Produção de frutos de quatro cultivares de morangueiro em três sistemas de cultivo. Período de julho de 2012 a fevereiro de 2013.....	35
Tabela 7 - Produtividade de frutos de cultivares de morangueiro em três sistemas de cultivo. Período de julho de 2012 a fevereiro de 2013.....	36
Tabela 8 - Quadrado médio da análise de variância para teores de macronutrientes na folha de quatro cultivares de morangueiro em três sistemas de cultivo. Julho 2012.....	39
Tabela 9 - Quadrado médio da análise de variância para teores de macronutrientes na folha de quatro cultivares de morangueiro em três sistemas de cultivo. Setembro 2012.....	39
Tabela 10 - Quadrado médio da análise de variância para teores de macronutrientes na folha de quatro cultivares de morangueiro em três sistemas de cultivo. Novembro 2012.....	40
Tabela 11 - Quadrado médio da análise de variância para teores de micronutrientes na folha de cultivares de morangueiro em três sistemas de cultivo. Julho 2012.....	41
Tabela 12 - Quadrado médio da análise de variância para teores de micronutrientes na folha de quatro cultivares de morangueiro em três sistemas de cultivo. Setembro 2012.....	41
Tabela 13 - Quadrado médio da análise de variância para teores de micronutrientes na folha de	

quatro cultivares de morangueiro em três sistemas de cultivo. Novembro 2012.....	41
Tabela 14 Teores de nitrogênio (g kg^{-1}) nas folhas das cultivares de morangueiro em três sistemas de cultivo e em três épocas de amostragem.....	43
Tabela 15 Teores de Fósforo (g kg^{-1}) nas folhas das cultivares de morangueiro em três sistemas de cultivo e em três épocas de amostragem.....	45
Tabela 16 Teores de Potássio (g kg^{-1}) nas folhas das cultivares de morangueiro em três sistemas de cultivo e em três épocas de amostragem.....	47
Tabela 17 Teores de Cálcio (g kg^{-1}) nas folhas das cultivares de morangueiro em três sistemas de cultivo e em três épocas de amostragem.....	49
Tabela 18 Teores de Magnésio (g kg^{-1}) nas folhas das cultivares de morangueiro em três sistemas de cultivo e em três épocas de amostragem.....	50
Tabela 19 Teores Enxofre (g kg^{-1}) nas folhas das cultivares de morangueiro em três sistemas de cultivo e em três épocas de amostragem.....	52
Tabela 20 Teores Boro (mg kg^{-1}) nas folhas das cultivares de morangueiro em três sistemas de cultivo e em três épocas de amostragem.....	53
Tabela 21 Teores Cobre (mg kg^{-1}) nas folhas de cultivares das morangueiro em três sistemas de cultivo e em três épocas de amostragem.....	55
Tabela 22 Teores Ferro (mg kg^{-1}) nas folhas das cultivares de morangueiro em três sistemas de cultivo e em três épocas de amostragem.....	56
Tabela 23 Teores Manganês (mg kg^{-1}) nas folhas das cultivares de morangueiro em três sistemas de cultivo e em três épocas de amostragem.....	57
Tabela 24 Teores Zn (mg kg^{-1}) nas folhas das cultivares de morangueiro em três sistemas de cultivo e em três épocas de amostragem.....	59

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Bancadas com calhas e sacos sem (A) e com (B) túnel.....	25
Figura 2 - Sistema de cultivo hidropônico em calhas (A) e sacos (B).....	26
Figura 3 - Sistema de cultivo no solo	26
Figura 4 - Peso médio semanal de frutos de quatro cultivares de morangueiro no sistema hidropônico com substrato em calhas. Julho de 2012 a Fevereiro de 2013.....	34
Figura 5 - Peso médio semanal de frutos de quatro cultivares de morangueiro no sistema hidropônico em sacola. Julho de 2012 a Fevereiro de 2013.....	34
Figura 6 - Peso médio semanal de frutos de quatro cultivares de morangueiro cultivado no solo. Julho de 2012 a Fevereiro de 2013.....	34
Figura 7 - Produtividade semanal de frutos de quatro cultivares de morangueiro cultivado no sistema hidropônico com substrato em calhas. Período de julho de 2012 a fevereiro de 2013.....	37
Figura 8 - Produtividade semanal de frutos de quatro cultivares de morangueiro cultivado no sistema hidropônico com substrato em sacolas. Período de julho de 2012 a fevereiro de 2013.....	38
Figura 9 - Produtividade semanal de frutos de quatro cultivares de morangueiro cultivado no solo. Período de julho de 2012 a fevereiro de 2013.....	38
Figura 10 - Variação sazonal dos teores de nitrogênio nas folhas das cultivares de morangueiro em três sistemas de cultivo e em três épocas de amostragem.....	43
Figura 11 - Variação sazonal dos teores de Fósforo nas folhas das cultivares de morangueiro em três sistemas de cultivo e em três épocas de amostragem.....	45
Figura 12 - Variação sazonal dos teores de Potássio nas folhas das cultivares de morangueiro em três sistemas de cultivo e em três épocas de amostragem.....	47
Figura 13 - Variação sazonal dos teores de Cálcio nas folhas das cultivares de morangueiro em três sistemas de cultivo e em três épocas de amostragem.....	49
Figura 14 - Variação sazonal dos teores de Magnésio nas folhas das cultivares de morangueiro em três sistemas de cultivo e em três épocas de amostragem.....	51
Figura 15 - Variação sazonal dos teores de Enxofre nas folhas das cultivares de morangueiro em três sistemas de cultivo e em três épocas de amostragem.....	52
Figura 16 - Variação sazonal dos teores de Boro nas folhas das cultivares de morangueiro em três sistemas de cultivo e em três épocas de amostragem.....	54

Figura 17	Variação sazonal dos teores de Ferro nas folhas das cultivares de morangueiro em três sistemas de cultivo e em três épocas de amostragem.....	56
Figura 18	Teores Manganês (mg kg^{-1}) nas folhas das cultivares de morangueiro em três sistemas de cultivo e em três épocas de amostragem.....	58
Figura 19	Variação sazonal dos teores de Zinco nas folhas de cultivares de morangueiro em três sistemas de cultivo e em três épocas de amostragem.....	59

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1 Aspectos gerais sobre a cultura do morangueiro	16
2.2 Nutrição do morangueiro	17
2.3 Cultivares	18
2.3.1 Oso Grande	19
2.3.2 Camarosa	19
2.3.3 Albion	19
2.3.4 Festival	20
2.4 Sistemas de cultivo convencional e hidropônico	20
2.4.1 Sistema convencional	20
2.4.2 Sistema hidropônico	21
2.4.2.1 Sistema NFT	22
2.4.2.2 Sistema em substrato	23
2.5 Solução nutritiva	24
3. MATERIAL E MÉTODOS	26
3.1 Sistemas de cultivo	26
3.2 Delineamento experimental	28
3.3 Fertirrigação	28
3.4 Manejo do pH e da solução nutritiva	29
3.5 Caracterização química e física do solo no sistema convencional	29
3.6 Manejo fitossanitário e químico	30
3.7 Temperatura	30
3.8 Avaliações de produção de frutos	30
3.9 Análise química de folhas	30
3.10 Análises estatísticas	31
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
4.1 Componentes de produção de frutos	32
4.2 Teores de nutrientes na folha de morangueiro	40
6. CONCLUSÕES	62
7. REFERÊNCIAS	63

1. INTRODUÇÃO

A introdução do morango no Brasil deu-se na década de 50, na região da “Serra do Sudoeste”, Rio Grande do Sul, expandindo, ao final da década de 60, para outras áreas (OSÓRIO, 2003). Essa expansão deve-se a diversidade de cultivares disponíveis, novas técnicas de cultivo, pela maior oferta de mudas livres de enfermidades e ao melhoramento genético desenvolvido em todo o país (EMBRAPA, 2003; DIAS et al. 2007).

O morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) é uma cultura de grande expressão econômica para produtores brasileiros, tendo destaque nos estados de Minas Gerais, Rio Grande do Sul, São Paulo e Paraná. A produção nacional de morango é cerca de 100 mil toneladas, cultivadas em uma área de aproximadamente 3.500 hectares (CARVALHO, 2006).

Atualmente os Estados Unidos são o maior produtor mundial de morangos para consumo fresco (in natura) e na forma congelada. Em 2011, a produção americana foi de 1.312.990 toneladas, o que corresponde a 30,4% da produção mundial que foi de 4.319.046 toneladas (FAOSTAT, 2014). Apesar da produção brasileira de morangos ter crescido nos últimos anos, estimando-se uma produção anual de 100 mil toneladas em 3.500 ha (ANTUNES et al., 2010; COSTA et al., 2011), o Brasil ainda não aparece nas estatísticas entre os grandes produtores mundiais, mas começa a se destacar, devido às condições naturais favoráveis ao cultivo e a produção em quase todos os meses do ano (ANTUNES & REISSER JR, 2007).

O cultivo do morangueiro no solo enfrenta atualmente algumas limitações, no que diz respeito à incidência de moléstias, o uso em larga escala de defensivos agrícolas e às dificuldades ergonômicas em cultivar as plantas na superfície do solo, as quais vêm dificultando o recrutamento de mão-de-obra (GODOI et al., 2009).

O cultivo em sistemas sem solo abre algumas possibilidades no sentido de combinar ambiente protegido com a eliminação do uso de produtos destinados à desinfecção do solo (FERNANDES-JUNIOR et al., 2002), com uma série de vantagens, dentre as quais destacam-se a proteção da cultura em condições meteorológicas adversas, a maior proteção contra o ataque de pragas e doenças e melhores condições de manejo da cultura. Além disso, por meio dessa técnica, pode-se antecipar o início da colheita e, ainda, aumentar a produtividade.

O cultivo sem solo do morangueiro encontra-se bem difundido na Europa, tendo como destaques a Inglaterra, Bélgica e Holanda (LIETEN et al., 2004), onde predominam os

sistemas abertos, com drenagem perdida da solução nutritiva e plantas colocadas em recipientes contendo diferentes tipos de substratos.

No Brasil, o cultivo sem solo do morango é ainda incipiente, devido principalmente à falta de informações de pesquisas que permitam a adaptação dos sistemas nas diferentes regiões produtoras do país e a nível de nordeste existem poucos estudos sobre o comportamento dessa cultura em sistemas hidropônicos.

O sistema de produção do morangueiro sem solo com uso de substrato promove melhorias nas condições ergonômicas de trabalho, pois o trabalhador atua de pé e não agachado, bem como aumenta a produção, a qualidade e o tamanho dos frutos. Os nutrientes são melhor aproveitados, uma vez que são fornecidos para as plantas de forma mais equilibrada e no momento adequado. O uso de substratos melhora a aeração, retenção de água e nutrientes e a sustentação para as plantas.

Diante do exposto, o objetivo com o trabalho foi avaliar a produção e a nutrição do morangueiro em três sistemas de cultivo na Serra da Ibiapaba–Ceará.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Aspectos gerais sobre a cultura do morangueiro

O morangueiro é uma planta herbácea, rasteira e perene, porém cultivada como anual, pertencente a divisão Magnoliophyta, classe Magnoliopsida (Dicotiledonea), subclasse Rosidae, ordem Rosales, Família Rosaceae e ao gênero *Fragaria L.* e espécie *Fragaria x ananassa* Duch. Ex Rozier, que é um híbrido resultante do cruzamento entre as espécies *F. chiloenses* e *F. virginiana*, nas proximidades de Brest, na França, possivelmente por volta de 1750 (SILVA; DIAS; MARO, 2007).

Durante as transformações que a planta passa em seu ciclo, existem várias diferenças entre as fases de desenvolvimento vegetativo e reprodutivo. A fase vegetativa é verificada logo após o transplante das mudas. Nesta etapa, os meristemas apicais, pela atividade mitótica e processos de alongação e diferenciação celular, determinam os pontos de crescimento vegetativo, formando os diferentes tecidos e órgãos da planta (SILVA; DIAS; MARO, 2007).

A planta do morango possui sistema radicular do tipo fasciculado, herbáceo e superficial, sendo que a parte que sobressai da terra, denominada coroa, origina o eixo caulinar. É uma espécie de clima temperado, propagada de forma vegetativa, por meio de estolhos. Para a produção de frutos, em geral, a cultura dependendo do sistema de manejo é renovada anualmente por questões sanitárias e fisiológicas (SILVA e COZZOLINO, 2007).

As flores são agrupadas em inflorescências do tipo cimeira, com o cálice na maioria das vezes pentâmero, sendo que o processo de florescimento é extremamente dependente dos fatores ambientais como: temperatura, fotoperíodo e suas inter-relações (SILVA; DIAS; MARO, 2007). Os morangos são frutos falsos, sobre os quais se encontram os aquênios, que são os frutos verdadeiros, os quais são conhecidos pelos leigos como sementes.

Os frutos do morangueiro são do tipo não climatéricos, dessa forma após a colheita não ocorre amadurecimento e suas características organolépticas não melhoram, entretanto há aumento na atividade respiratória. Colhido verde, permanecerá como tal, sem que aconteça a melhoria de sua qualidade comestível (CHITARRA e CHITARRA, 2005; CANTILLANO, 2006).

2.2 Nutrição do morangueiro

A nutrição mineral é um dos principais itens que define a produtividade da cultura do morangueiro, e se bem manejada, através do monitoramento da fertilidade do solo e do estado nutricional das plantas, tem reflexos significativos na produtividade. Para estabelecer equilíbrios nutricionais adequados, aumentando assim a produtividade de frutos do morangueiro e a lucratividade da atividade, torna-se necessário entender a diagnose foliar do morangueiro, os níveis críticos nutricionais no solo ou na solução nutritiva e na planta, a marcha de absorção de nutrientes durante o desenvolvimento da planta, a quantidades de nutrientes exportados com a produção, as doses de fertilizantes recomendados, a épocas e parcelamentos da adubações etc. (PACHECO et al., 2007).

O conhecimento da necessidade nutricional do morangueiro é essencial para o planejamento e gestão de nutrientes que atendam às necessidades das plantas para produção de frutos com alta qualidade e a seleção de cultivares eficientes no uso de nutrientes pode ser uma opção viável (LI et al., 2006 *apud* HONG et al., 2010).

O morangueiro necessita de um manejo nutricional bem equilibrado, o que ajudará a diminuir os distúrbios fisiológicos, como a produção de frutos de forma irregular e formação de frutos pequenos, o que tem sido observado com frequência e mudas ou plantas inadequadamente adubadas (OLIVEIRA et al., 2006).

Níveis adequados de nitrogênio, fósforo e potássio elevam significativamente a produtividade do morangueiro, principalmente em solos férteis favorecendo o aprimoramento na qualidade do morango, melhorando o sabor, o aroma, a coloração e a consistência (FIGUEIRA, 2003)

Para nutrição mineral de macronutrientes do morangueiro: a deficiência de N se manifesta em plantas com folhas de tonalidade verde-amarela, num sintoma generalizado por toda planta. Por outro lado se a cultura for submetida a uma elevada disponibilidade de N há uma maior produção de folhas e de estolhos em detrimento da produção de frutos. O morangueiro deficiente em P apresenta uma intensificação de tonalidade verde-escura nas folhas, além de cessar o crescimento vegetativo, emissão de estolhos e produção de flores e frutos, sendo que uma correta nutrição de P, aumenta o tamanho do fruto, a consistência e a resistência às doenças. A deficiência de K no morangueiro se manifesta com clorose seguida de necrose nas folhas mais velhas, porém, uma correta nutrição potássica acentua o aroma, o sabor e resistência do fruto, além de uma longevidade da planta (PACHECO et al., 2007).

Os mesmos autores observaram também que a deficiência de Ca no morangueiro se manifesta através de uma coloração verde-pálida das folhas demonstrando falta do nutriente na planta e que uma boa nutrição desse elemento define a firmeza do fruto, porém em excesso compromete a absorção de micronutrientes.

Assim como para maioria das culturas, os sintomas de deficiência de Mg no morangueiro se manifestam através de uma clorose internerval nas folhas mais velhas (PACHECO et al., 2006).

As quantidades de macronutrientes extraídas e exportadas durante o cultivo do morangueiro são bastantes apreciáveis. Para uma produção de 42 t/ha de morangos extrai-se e exporta-se respectivamente, 241 e 82 kg/ha de N, 54 e 10 kg/ha de P, 281 e 76 kg/ha de K, 110 e 15 de kg/ha Ca, 45 e 9 kg/ha de Mg e 31 e 8 kg/ha de S (GRASSI FILHO et al., 1999 *apud* PACHECO et al., 2007).

Os teores de macro e micronutrientes contidos na folha do morangueiro são fortes indicadores do seu estado nutricional. As faixas adequadas de macro e micronutrientes em folhas de morangueiro estabelecidas por RAIJ et al. (1996), são: 15 a 25, 2 a 4, 20 a 40, 10 a 25, 6 a 10 e 1 a 5 g kg⁻¹ de matéria seca, respectivamente para N, P, K, Ca, Mg e S, e 35 a 100, 5 a 20, 50 a 300, 30 a 300 e 20 a 50 mg kg⁻¹ de matéria seca, respectivamente para B, Cu, Fe, Mn e Zn.

Estudos relacionados aos teores de nutrientes nas folhas de morangueiro e suas relações com a produtividade, número e peso médio de frutos são escassos na literatura brasileira e mundial.

2.3 Cultivares

A introdução de cultivares de morangueiro sem avaliação prévia das condições ecológicas é um dos grandes entraves na obtenção de produtividade elevada e na qualidade do produto final (DUARTE FILHO, 2006). A escolha da cultivar adequada é um dos pontos-chaves para se obter sucesso no cultivo do morangueiro, pois associada ao manejo adotado, serão determinantes para a produtividade e a qualidade dos morangos, com forte influência na comercialização, devido as preferências de mercado (ANTUNES et al., 2010). Cultivares mais adaptadas a região em que serão cultivadas podem alcançar melhores produtividades e qualidade dos frutos com benefícios econômicos para os agricultores.

As principais cultivares de morangueiro plantadas no Brasil estão divididas em dois grupos, segundo as finalidades de indústria ou para consumo *in natura*. Para a indústria, as

principais cultivares são: Santa Clara, Burlkley, Dover. Para o consumo *in natura*, as principais cultivares são: Tangi, Campinas, Oso Grande, Camarosa, Selva, Tudla e Seascape (EMBRPA,2005). Existem também cultivares recém-introduzidas no Brasil, que atualmente estão passando por testes de adaptação e produção como as cultivares Festival e Albion.

Apresenta-se a seguir as cultivares estudadas neste trabalho com suas principais características.

2.3.1 Oso Grande

Foi lançada em 1987 pela Universidade da Califórnia, a partir do cruzamento entre ‘Parker’ e o clone ‘Cal 77.3-603’ (‘Tioga’ X ‘Pajaro’) (SILVA, 2007). Cultivar de dias curtos e de grande adaptabilidade; planta vigorosa, com folhas grandes e de coloração verde escura, frutos de tamanho grande e sabor e aroma agradáveis, com coloração vermelho brilhante externamente e mais clara internamente, poupa de textura firme no início da produção e mediana no final da colheita, próprio para o consumo “in natura” tolerante ao mofo cinzento (*Botrytis cinérea*) e susceptível à mancha de micosferela (*micosphaerella fragariae*) e à antracnose (*colletotrichum fragariae* e *colletotrichum acutatum*) (EMBRAPA, 2005; DUARTE FILHO, 2006).

2.3.2 Camarosa

Obtida em 1992 na Universidade da Califórnia, cultivar de dias curtos; planta vigorosa com folhas grandes e coloração verde escura e ótimo rendimento; ciclo precoce e com alta capacidade de produção. Produz Frutos de tamanho grande e por períodos prolongados; 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).

2.3.3 Albion

Cultivar de dia neutro, desenvolvida pela Universidade da Califórnia, produz frutos no formato cônico com coloração vermelha tanto na parte interna como externa. Seus frutos são firmes e de sabor diferenciado, associado a uma boa durabilidade pós-colheita. Tem aumentado bastante sua procura para comercialização *in natura* e independe do comprimento do dia para iniciar a floração. Dependendo da temperatura, sua frutificação se dá em

temperaturas suficientemente altas para manter o crescimento vegetativo. Possuem alta capacidade de produção de frutos com tamanhos variáveis (EMBRAPA, 2005; ANTONIOLLI et al., 2007). Estudos na literatura sobre essa cultivar de morango são escassos.

2.3.4 Festival

Foi desenvolvida pela Universidade da Flórida, que se originou do cruzamento entre as cultivares Rosa Linda e Oso Grande, a primeira pelo seu elevado potencial de rendimento no início do cultivo e possuir frutos com formato desejável e a segunda pela capacidade de produzir frutos grandes e firmes (CHANDLER et al., 2000). Inicia o florescimento em condições de fotoperíodo curto, com duração menor que 12 horas e temperatura baixa, o que corresponde ao outono e inverno (ANTONIOLLI et al., 2007). É uma cultivar vigorosa e seus frutos apresentam formato cônico, tamanho médio, coloração vermelha uniforme, textura firme e excelente aroma e sabor, porém é uma cultivar susceptível à antracnose, e apresenta relativa tolerância ao mofo cinzento (OLIVEIRA et al., 2006).

2.4 Sistemas de cultivo convencional e hidropônico

2.4.1 Sistema convencional

Em geral as plantas são cultivadas em canteiros, feitos com o intuito de facilitar a drenagem, principalmente no período chuvoso e que devem estar localizados em terrenos levemente inclinados, com boa exposição solar e adequada drenagem. Recomenda-se o uso de estufas e túneis baixos, porque permitem a produção de frutos de melhor qualidade, reduzindo as perdas por geadas ou excesso de chuvas e rotação de cultura para diminuir o risco de patógenos nos plantios futuros (EMBRAPA, 2005).

Com base na análise do solo, realizada no mínimo 120 dias antes do transplântio das mudas, corrige-se a acidez com a aplicação de calcário e realiza-se uma adubação de pré-plantio à base de fósforo e potássio. Dependendo do nível de matéria orgânica existente no solo, recomenda-se uma adubação orgânica, pois ela é considerada base fundamental para o sucesso da cultura do morangueiro, proporcionando maiores índices de produtividade, sendo dificilmente substituída totalmente pela adubação inorgânica. É uma prática largamente utilizada na cultura do morangueiro no Brasil e em outros países produtores (EMBRAPA, 2005).

O emprego de coberturas plásticas sobre os canteiros foi outra evolução do sistema de cultivo do morangueiro em campo. O objetivo dessas coberturas, estruturadas em túneis

baixos ou estufas, é proteger as plantas da insolação, das chuvas e geadas. Outras vantagens são observadas, como reduzir a ocorrência de doenças, favorecer o desenvolvimento da cultura e facilitar o manejo fitossanitário (EMBRAPA, 2005).

O morango produzido no Brasil e no mundo é em grande parte proveniente de cultivo em sistema convencional, que é caracterizado pelo emprego exagerado de insumos externos, de fora da propriedade ou da região, geralmente de alto custo e que causam a dependência financeira, tecnológica e biológica do produtor. Há ainda que se considerar o impacto ambiental que o uso inadequado das técnicas agrônômicas pode causar, como problemas de erosão, baixa produtividade das terras e culturas, produção de dejetos, efluentes ou resíduos que são considerados lixo, e são depositados diretamente na natureza (SAMINÊZ, 2000; DAROLT, 2003).

Além dos defensivos, os adubos solúveis também levam a vários problemas ambientais e são diversas as recomendações de adubação para a cultura, muitas baseadas em resultados experimentais (MELO; CARVALHO; GUIMARÃES, 2005), ou de acordo com o conhecimento do histórico da gleba, das necessidades da planta e das condições do solo (RONQUE, 1998).

Atualmente o cultivo convencional do morangueiro enfrenta problemas relacionados ao controle fitossanitário e à saúde dos trabalhadores (ergonômicos). Os primeiros referem-se à contaminação dos solos por patógenos causadores de moléstias. A questão ergonômica evidencia-se pela elevada frequência das colheitas rente ao solo o que vem dificultando a disponibilidade de mão-de-obra para esse tipo de cultivo (GIMENÉZ; ANDRIOLO; GODOI, 2008).

2.4.2 Sistema hidropônico

A hidroponia é uma técnica alternativa de cultivo em ambiente protegido, na qual o solo é substituído pela solução nutritiva, onde estão contidos todos os nutrientes essenciais ao desenvolvimento das plantas, podendo ser com ou sem substrato, sendo também conhecida como cultivo sem solo. Esta técnica de cultivo se desenvolveu rapidamente, devido ao elevado custos da terra, da produção e das exigências de mercado, sendo que as maiores vantagens desse sistema se encontram no bom desenvolvimento das plantas, em menor tempo, com melhor qualidade e com maior retorno econômico (COSTA, 2001; CARMO JR, 2000).

O sistema hidropônico é muito utilizado na Europa (BORTOLOZZO et al., 2007), pois possibilita uma melhor utilização do espaço na pequena propriedade e possui algumas

vantagens frente ao cultivo convencional, tais como: O produtor não precisa fazer rotação na área de produção, o manejo da cultura pode ser feito em pé, o que favorece a contratação de mão-de-obra, menor incidência de podridões na cultura, substituição de defensivos agrícolas por práticas culturais, produção de frutos com maior qualidade e menores perdas por podridão, o período da colheita pode ser estendido em pelo menos dois meses e o sistema facilita a adoção de princípios de segurança dos alimentos, possibilitando a maior aceitação dos morangos pelo consumidor.

O sistema hidropônico pode ser do tipo NFT (técnica do fluxo de nutrientes) ou em substrato. No cultivo em substrato predominam os sistemas abertos e no NFT os sistemas fechados. Nos sistemas abertos não ocorre o reaproveitamento da solução nutritiva, sendo a mesma descartada após a aplicação, o que acarreta aumentos nos usos de fertilizantes e água. Nos sistemas fechados a solução é reaproveitada por meio de um sistema recirculante, promovendo uma economia de fertilizantes e água.

2.4.2.1 Sistema NFT

Foi criado por volta de 1970, passando em seguida por forte expansão na Inglaterra, Bélgica e Holanda na década de 1980 (LIETEN, 1993). Pode ser fechado ou aberto e permite grande variedade de adaptações, podendo ser realizado em tubos rígidos ou flexíveis de diferentes secções diâmetros e comprimentos (MARTINEZ, 2005). Nesse sistema, as plantas, depois de transplantadas, desenvolvem seu sistema radicular apoiados em canais de cultivo por onde escoam um filme de solução nutritiva.

Esse sistema requer alto custo de instalação e conhecimentos técnicos na área, porém proporcionam bons resultados comerciais. Assim como para os demais sistemas hidropônicos esse sistema permite o controle da acidez e da concentração de nutrientes da solução nutritiva com a medição do pH e da condutividade elétrica da solução (COSTA, 2004).

O cultivo de morango por hidroponia em ambiente protegido possibilitou o cultivo em épocas e regiões menos favoráveis a cultura, com produtividade semelhante à das tradicionais regiões produtoras (GUSMÃO, 2001).

Trabalhando em Santa Maria-RS, comparando dois sistemas de produção de morango sem solo, um constituído por telhas de fibrocimento e o outro com perfis hidropônicos de polietileno, Boncarrère (2002) obteve maior produtividade para a cultivar Oso Grande ($327 \text{ g planta}^{-1}$) em relação a cultivar Dover ($173 \text{ g planta}^{-1}$) no período de julho a setembro.

Estudando duas formas de manejo de mudas de morangueiro em sistema hidropônico NFT (piscina e berçário) e duas formas de manejo das plantas nas bancadas de produção (telhas de fibrocimento com pedra britada e perfil hidropônico-canais) para duas cultivares (Dover e Oso Grande), Boncarrère, (2002), observou que não houve diferença significativa entre as formas de manejo de mudas, no entanto, o perfil hidropônico apresentou melhor desempenho que a telha fibrocimento.

Avaliando o efeito da concentração de nutrientes no crescimento, produtividade e qualidade de morangos para cultivar Camarosa em hidroponia em sistema NFT com telhas de fibrocimento impermeabilizadas com polietileno preto, Portela et al., (2012), observaram em dois anos de avaliação, maior produtividade no primeiro ano de 2,3 kg m⁻² com a CE de 1,5 dS m⁻¹ e no segundo ano de 5,7 kg m⁻² com a CE de 1,2 dS m⁻¹.

2.4.2.2 Sistema em substrato

O uso de substratos contribui para sustentação das plantas e maior fixação das raízes melhorando a absorção e disponibilização dos nutrientes para as demais partes da planta, sendo que o fornecimento de água e nutrientes pode ser mais bem ajustado às necessidades da planta, reduzindo-se as perdas por excessos. O substrato deve ter elevada capacidade de retenção de água, distribuição das partículas de tal modo que consiga manter a aeração, decomposição lenta, disponibilidade no mercado e baixo custo (MELO; CARVALHO; GUIMARÃES, 2005).

Vários substratos podem ser usados em cultivos hidropônicos, tanto na produção de mudas quanto em sistema de gotejamento, sendo que o sucesso da aplicação de substratos em hidroponia depende não só das características físicas, químicas e físico-químicas do meio empregado, como também da forma como cada sistema é manejado, pois cada substrato possui características próprias que devem ser conhecidas, avaliando-se, em cada caso, sua adequação ao sistema e à cultura que se deseja produzir (MARTINEZ, 2005). A escolha de um determinado substrato deve considerar ainda, seu custo, a disponibilidade, estabilidade ao longo do tempo, possibilidade de uso continuado em vários ciclos de produção e isenção de toxinas ou patógenos.

A utilização de fibra de coco como substrato, em produções sem solo, promove um excelente desenvolvimento das plantas, principalmente por reter grande quantidade de umidade e propiciar bom desenvolvimento do sistema radicular (NUNES, 2000, *apud* CARRIJO et al., 2004).

Avaliando a produtividade da cultivar Dover em sistema hidropônico, com a utilização de sacolas plásticas com substrato orgânico Plantmax, fertirrigado semanalmente com um solução nutritiva, Andriolo et al., (2002), obtiveram uma produtividade equivalente a 4 kg m^{-2} , entre os meses de abril e novembro no ano de 1999.

Uma nova proposta de cultivo hidropônico do morangueiro, através da utilização de sacolas longas de polietileno de aproximadamente 2 m de comprimento e 0,2 m de diâmetro e volume de substrato em torno de 63 L, penduradas verticalmente e conhecida como hidroponia vertical, foi proposto por Furlani e Fernandes-Junior (2004), testando os seguintes substratos: casca de arroz carbonizada, mistura de casca de pinus e vermiculita e mistura de fibra de coco, casca de arroz não-carbonizada e vermiculita ou fibra de coco. Em cada sacola através de orifícios laterais foram plantadas 28 plantas da cultivar “Campinas”, com densidade de 23 plantas m^{-2} . A casca de arroz carbonizada se destacou pela baixa densidade aparente, baixo custo e produtividade de frutas de $8,7 \text{ kg m}^{-2}$, entre os meses de setembro a dezembro de 2001. No entanto os autores encontraram dificuldades na sustentação das sacolas, na uniformidade de distribuição da solução nutritiva na coluna de substrato, bem como da radiação solar, aspectos estes importantes a serem considerados neste sistema de produção.

Avaliando a produção e qualidade do morangueiro da cultivar Arazá, em sistemas fechados de cultivo sem solo com telhas de fibrocimento, sacolas de polietileno e leito de cultivo com emprego de substratos de areia na categoria inerte e o Plantmax PXT, Godoi et al., (2009) observaram maiores produções ($0,45 \text{ kg planta}^{-1}$) no sistema de calhas com substrato de areia.

2.5 Solução nutritiva

Pode-se dizer que não existe uma formulação de solução nutritiva que seja única e melhor para uma determinada espécie vegetal, uma vez que, a absorção de nutrientes varia com espécies, variedades e cultivares, estágio de desenvolvimento, fotoperíodo, intensidades luminosa, temperatura e outros fatores, a composição da solução nutritiva também pode variar de acordo com o crescimento da planta e a amplitude de variação depende da relação entre o seu crescimento e o volume de solução empregado, sendo que, o crescimento das plantas não causa apenas decréscimo nas quantidades de sais disponíveis para as raízes, mas também, alterações qualitativas na solução, uma vez que nem todos os elementos são absorvidos nas mesmas proporções (MARTINEZ, 1997).

Antes do preparo da solução nutritiva deve-se verificar a qualidade da água que será utilizada (MARTINEZ, 2005). Pode-se empregar água de poço artesiano, fonte natural, ou água tratada para consumo humano, verificando-se a condutividade elétrica, que deve ser inferior a $0,75 \text{ mS cm}^{-1}$.

Nos sistemas hidropônicos é a solução nutritiva que determina a composição do meio radicular, destacando três parâmetros principais que caracterizam uma solução: o pH, a concentração salina e o equilíbrio iônico, dando destaque ao pH, que deve estar na faixa entre 6,0 e 6,5 para um melhor desenvolvimento vegetal, sendo que valores fora dessa faixa pode acarretar crescimento reduzido, ao mesmo tempo que a variação de pH do meio pode produzir precipitações na solução, retirando elementos essenciais da solução (CASTELLANE e ARAÚJO, 1995; ANDRIOLO, 1999).

O preparo e o manejo da solução nutritiva são realizados de forma semelhante nos sistemas horizontal e vertical de hidroponia. Inicialmente são preparadas três soluções concentradas (A, B e C), dissolvendo-se em água diferentes sais ou fertilizantes, sendo que durante uma safra, usando-se soluções concentradas, são preparadas duas soluções iniciais, uma delas no momento do transplante das mudas de morangueiro nas sacolas (fase vegetativa) e, a segunda, no início da frutificação (fase de frutificação), com condutividade elétrica em torno de $1,4- 1,5 \text{ mS cm}^{-1}$ (FURLANI e FERNANDES-JÚNIOR, 2008).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido entre maio de 2012 e fevereiro de 2013, na propriedade da microempresa Morangos Ibiapaba Ltda., localizada no município de Ibiapina-CE (latitude 3°58'S, longitude 40°52'O e altitude de 920 m). O clima da região é classificado como Aw' (KÖPPEN, 1948), ou seja, predominantemente quente e subúmido, com estação chuvosa concentrada nos meses de fevereiro a maio, temperaturas mínimas em torno de 15 °C e máximas de 32 °C.

3.1 Sistemas de cultivo

O sistema de cultivo hidropônico foi instalado sobre cavaletes de madeira de 1,0 m de largura, 0,8 m de altura, espaçados de 0,8 m entre si, sob túnel com estrutura tubular em aço galvanizado, coberta com filme plástico leitoso de 150 µm, com 3 m de largura e 2,5 m de altura (Figura 1)

Figura 1. Bancadas com calhas e sacos sem (A) e com (B) túnel



Foto: Fábio R. Miranda



Foto: Fábio R. Miranda

No sistema de cultivo hidropônico em calha, foram utilizadas calhas do modelo Hidrogood auto compensadoras, dispostas em três linhas de 24 m de comprimento, com 6 calhas por linha, com dimensões de 4,0 m de comprimento, 0,22 m de profundidade e 0,17 m de largura, preenchidas com 26 L de substrato de fibra de coco (Figura 2A).

No sistema de cultivo hidropônico em sacola, foram utilizadas sacolas de polietileno dupla face (preto/branco) dispostas em duas linhas de 24 m de comprimento, com 8 mudas por sacola com dimensões de 1,2 m de comprimento, 0,22 m de largura e 0,12 m, contendo substrato de fibra de coco (Figura 2B).

Figura 2. Sistema de cultivo hidropônico em calhas (A) e sacos (B)



Foto: Fábio R. Miranda



Foto: Fábio R. Miranda

No sistema de cultivo no solo, o plantio foi realizado em canteiro de 1,2 m de largura e 24 m de comprimento e sua superfície foi coberta com mulch plástico dupla face (preto/branco) (Figura 3).

Figura 3. Sistema de cultivo no solo.



Foto: Fábio R. Miranda

As cultivares de morangueiro utilizadas foram: Albion, Oso Grande, Camarosa e Festival. Foram utilizadas mudas de raiz nua, produzidas em substrato e adquiridas de um produtor de mudas da região de Pouso Alegre-MG. O transplante foi realizado no dia 23 de maio de 2012.

3.2 Delineamento experimental

O experimento foi composto por quatro cultivares (Albion, Oso Grande, Camarosa e Festival) e três sistemas de cultivo: no solo ou convencional (cada parcela constituída por 16 plantas espaçadas com 0,3 m entre plantas, 0,3 m entre linhas e 1,2 m de comprimento), hidropônico em calha, (cada parcela constituída por 12 plantas espaçadas com 0,30 m entre plantas, 0,33 m entre linhas e 1,2 m de comprimento) e em sacola de cultivo ou “grow bag” (cada parcela constituída por 16 plantas com espaçamento de 0,15 m entre linhas, 0,3 m entre plantas na linha, em forma triângulo e 1,2 m de comprimento), distribuídos em esquema fatorial, em blocos casualizados, com cinco repetições. Os sistemas de cultivo foram dispostos em faixas e as cultivares de morangueiro foram dispostas nas parcelas.

3.3 Fertirrigação

No sistema de cultivo no solo, inicialmente, foi realizada uma adubação de fundação no canteiro com 180 g m^{-2} de superfosfato simples ($\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O} \cdot \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) (18% de P_2O_5). Até a segunda semana após o transplântio, as plantas foram irrigadas diariamente por microaspersão. Após a instalação do mulch plástico na segunda semana após o transplântio, as plantas foram irrigadas por gotejamento. A partir do início da produção de frutos, na sexta semana após o transplântio, iniciaram-se as fertirrigações (cinco vezes por semana) com sulfato de potássio (K_2SO_4) e nitrato de cálcio ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$), na taxa de 2 g m^{-2} cada, que se estenderam até o fim do experimento.

No sistema de cultivo hidropônico (em calha e em sacola) as plantas foram fertirrigadas diariamente utilizando a solução nutritiva recomendada por Furlani e Fernandes (2004), com composição em g m^{-3} de: 218 g de fosfato monopotássico (22,7% P; 28,2% K), 520 g de nitrato de cálcio (15,5% N, 19,3% Ca), 313 g de nitrato de potássio (13% N, 38,2% K), 87 g de sulfato de potássio (41,5% K, 18% S), 354 g de sulfato de magnésio (9,5% Mg, 13% S) e 45 g de Ferromix (9,3% Fe, 2% Mn, 0,15% Cu, 0,2% Zn, 0,4% B, 0,1% Mo). Periodicamente ajustou-se a condutividade elétrica (CE) da solução nutritiva para $1,5 \text{ dS m}^{-1}$ e o pH para 6,5.

A aplicação da solução nutritiva foi realizada por meio de um sistema com circulação da solução nutritiva, composto por um controlador de irrigação da marca Galcon, programado para aplicar a solução nutritiva no momento desejado, a partir de um reservatório de fibra de vidro com 5 m^3 de capacidade. Para cada planta foi utilizado um gotejador com estaca e vazão de 2 L h^{-1} . A solução nutritiva excedente à capacidade de retenção do substrato foi coletada por meio de tubos de PVC e retornou para dois reservatórios secundários, de

onde era conduzida por gravidade de volta para o reservatório principal para ser novamente utilizada.

Foram aplicados pulsos diários de irrigação com duração de 5 min e volume de 0,17 L por palanta em cada pulso. O número de pulsos diários variou de um por dia nos primeiros dias após o transplante das mudas, até no máximo seis pulsos por dia no período de máxima demanda hídrica da cultura.

3.4 Manejo do pH e da solução nutritiva

Foram medidos diariamente o pH e a condutividade elétrica da solução nutritiva fornecida e drenada nas calhas e nos sacos, os quais foram ajustados sempre que necessário. Os valores do pH e da CE da solução nutritiva variaram entre 5,0 e 6,5 e 1,2 e 1,8 mS cm⁻¹, respectivamente. Os valores do pH e CE da solução drenada variaram entre 5,1 e 6,7 e 1,0 e 2,2 mS cm⁻¹, respectivamente. No cultivo hidropônico, Furlani e Fernandes Júnior (2008) recomendam para um bom desenvolvimento da cultura uma CE em torno de 1,4 a 1,5 mS cm⁻¹ e Andriolo (1999) recomenda uma variação de pH entre 6,0 e 6,5.

3.5 Caracterização química e física do solo no sistema convencional

Antes da adubação de fundação foram coletadas amostras de solo no canteiro para a determinação dos atributos químicos (Tabela 2) e físicos (Tabela 3). As análises foram realizadas nas dependências da Embrapa Agroindústria Tropical e da Universidade Federal do Ceará (Figura 1 e 2).

Tabela 1. Atributos químicos do solo da área experimental na camada de 0-20 cm.

pH	M.O.	P	Na ⁺	Al ³⁺	H ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SB	CTC	V%
	g kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	-----			mmol _c kg ⁻¹			-----		
5,4	12,6	49,8	1,1	1,4	38,0	1,3	22	6,1	30,5	70	43,6

Tabela 2. Atributos físicos da do solo da área experimental na camada de 0-20 cm.

Areia grossa	Areia fina	Argila	Silte	Textura do solo
----- g kg ⁻¹ -----				
665	278	47	10	Areia

3.6 Manejo fitossanitário e químico

Uma vez por semana foi realizada a retirada das folhas velhas ou doentes e de ervas daninhas, esse material foi levado para um lugar afastado e queimado, no intuito de reduzir a disseminação de doenças e pragas dentro do experimento.

Durante o experimento foi observada a incidência de ácaro rajado (*Tetranychus urticae* Koch), bem como a ocorrência de doenças como: antracnose do tipo vermelho ou chocolate causado por *Colletotrichum fragariae* e a Mancha-de-Micosferela causada por *Mycosphaerella fragariae*, em determinados períodos de cultivo da cultura.

A infestação de ácaro foi controlada com aplicações semanais de dois acaricidas alternadamente: Vertimec e Ortus. Para o controle das doenças foram feitas aplicações sempre que necessário do Rovral (Fungicida de contato do grupo dicarboximida).

Em determinados períodos de cultivo observou-se ataques severos de ácaros, onde nem sempre foi possível controlá-lo, ao mesmo tempo registrou-se muitas perdas de plantas e de frutos em virtude principalmente da incidência da antracnose.

3.7 Temperatura

Foram registrados os dados horários de temperatura e umidade relativa do ar em uma estação meteorológica instalada na área experimental. As temperaturas máximas diárias no local variaram de 26 °C a 32 °C, enquanto as temperaturas mínimas diárias variaram de 15 °C a 20 °C.

3.8 Avaliações de produção de frutos

Nas avaliações de produção de frutos, as colheitas foram realizadas duas vezes por semana, com frutos na fase de maturação completa, com a epiderme totalmente vermelha, contando-os e pesando-os para determinação da produtividade e do peso médio individual.

3.9 Análise química de folhas

A partir do início do florescimento, foram coletadas a cada dois meses a 3ª ou 4ª folha totalmente aberta de cada planta da parcela, para determinação dos teores de macro e micronutrientes.

As folhas foram secas em estufa de circulação forçada a 65 °C, durante 48 a 72 h e a seguir foram trituradas em moinho tipo Willey, contendo peneira de malha de 1,0 mm de abertura. O material vegetal foi submetido às análises químicas para a determinação dos teores totais dos nutrientes minerais, conforme procedimentos descritos por Miyazawa et al.

(2009). Inicialmente o material vegetal foi mineralizado por digestão sulfúrica e nítrica-perclórica. No extrato de digestão sulfúrica foi determinado o N por meio de destilação-titulação (Kjeldahl). No extrato nítrico-perclórico foi determinado o P e o B por espectrofotometria com azul-de-molibdênio e solução de azometina-H respectivamente, o S por turbidimetria, o K por fotometria de chama e o Ca, Mg, Cu, Fe, Zn e Mn por espectrofotometria de absorção atômica

3.10 Análises estatísticas

Os dados de produção e teores de nutrientes nas folhas foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, utilizando o software Sisvar versão 5.3 (FERREIRA, 2011).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Componentes de produção de frutos

O número de frutos por planta, peso médio de frutos, a produção de frutos por planta e a produtividade foram significativamente influenciados pelos sistemas de cultivos, pelos cultivares de morangueiro e pela interação sistemas de cultivo e cultivares (Tabela 3).

Tabela 3. Quadrado médio da análise de variância de número de frutos por planta, peso médio de frutos (g), produção de frutos por planta (g) e produtividade (g m⁻²) de quatro cultivares de morangueiro em três sistemas de cultivo. Período de julho de 2012 a fevereiro de 2013.

Fontes de Variação	GL	Nº de frutos	Peso médio de fruto	Produção	Produtividade
Bloco	4	284,3*	0,308ns	34866,0ns	1506494,1ns
Sistema(A)	2	8876,2*	1,29*	861960,6*	35874728,2*
Cultivar (B)	3	877,6*	43,69*	593738,7*	23490466,1*
AxB	6	833,7*	0,63*	99035,5*	1417726,9*
Resíduo	44	93,97	0,14	10048,2	400377,9
C.V		12,75	3,78	13,38	13,44

* e ns, significativo e não-significativo, respectivamente, a 5% de probabilidade pelo teste F

O número de frutos por planta produzidos pela cultivar Festival foi superior às demais cultivares nos sistemas hidropônicos com substratos em calha (Tabela 4). Ao ser cultivado no solo, a cultivar Festival apresentou maior número de frutos, porém, não diferiu das cultivares Camarosa e Oso Grande.

A maior produção de frutos pela cultivar Festival pode ser atribuída a sua melhor adaptação à região, em função do maior desenvolvimento vegetativo observado da cultivar em relação as demais, o que favoreceu maior captação de luz e maior produção de fotoassimilados com reflexo na produção de frutos pela referida cultivar.

Esses resultados diferem dos encontrados por Cecatto et al. (2013), ao trabalharem com sistemas de cultivo na produção e na qualidade de cultivares de morango em substrato, que observaram menor número de frutos por planta na cultivar Festival, em relação às cultivares Camarosa, Camino Real, San Andreas, Monterey, Portola e Ventana.

O numero médio de frutos produzidos pela cultivar Oso grande cultivada em calha (86,4), sacola (70,0) e no solo (53,3), foram superiores aos observados por Sousa et al. (2014) com a mesma cultivar, que obtiveram 9,5 frutos por planta cultivadas em vasos com substrato.

Tabela 4. Número de frutos por planta das cultivares de morangueiro em três sistemas de cultivo. Período de julho de 2012 a fevereiro de 2013.

Sistemas	Oso Grande	Albion	Camarosa	Festival	Média
----- Frutos planta ⁻¹ -----					
Calha	86,4 aB	60,3 aC	95,0 aB	145,9 aA	96,9
Sacola	70,0 bB	47,1 aC	88,3 aA	100,0 bA	76,3
Solo	53,3 cA	32,0 bB	67,4 bA	66,4 cA	54,8
Média	69,9	46,5	83,6	104,1	

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As cultivares Oso Grande e Albion apresentaram maiores valores de peso médio de frutos para os três sistemas estudados, sendo que, a cultivar Oso Grande foi superior às demais cultivares no sistema hidropônico em sacolas (Tabela 5). Frutos grandes da cultivar Oso grande já haviam sido relatados por Resende et al. (2010).

A cultivar Festival apresentou o segundo menor peso médio de fruto para os sistemas estudados (Tabela 5), e considerando que para fruto de morango o peso de frutos tem relação direta com o tamanho (VAIALATE e SALLES, 2010), pode-se concluir que essa cultivar produz grande quantidade de frutos, porém frutos pequenos, o que a torna menos aceitável no mercado nas condições da região da serra da Ibiapaba, já que os consumidores preferem frutos grandes. Tal fato dificulta sua recomendação para produção destinada ao consumo *in natura* na região, porém, pode ser uma boa alternativa para produtores de morango para industrialização.

Comparando-se os três sistemas de cultivo estudados, observa-se que neste trabalho os sistemas de cultivo hidropônico em calha e em sacola não aumentaram o peso médio ou tamanho dos frutos em relação ao sistema de cultivo no solo, pelo contrário, para cultivar camarosa, os sistemas hidropônicos resultaram em frutos menores (Tabela 5), semelhante aos resultados encontrados por Cecatto et al. (2013).

Tabela 5. Peso médio de frutos de quatro cultivares de morangueiro em três sistemas de cultivo. Período de julho de 2012 a fevereiro de 2013.

Sistemas	Oso Grande	Albion	Camarosa	Festival	Média
----- g -----					
Calha	12,0 aA	11,4 aA	7,6 bC	9,64 aB	10,2
Sacola	11,5 aA	10,8 bB	7,7 bD	9,35 aC	9,8
Solo	11,6 aA	11,7 aA	8,7 aC	9,39 aB	10,3
Média	11,7	11,3	8,0	9,46	

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Observa-se que para o sistemas de cultivo em calha e no solo, as cultivares Oso Grande e Albion alcançaram maior peso médio de frutos por volta da 11^a e 15^a semana após o transplântio no sistema de cultivo em calha (Figura 4) e por volta da 13^a e 22^a semanas após o transplântio no sistema de cultivo no solo (Figura 6). No sistema de cultivo em sacola, a cultivar Oso Grande apresentou maior peso médio de frutos em relação às demais cultivares estudadas (Tabela 5), com destaque na 11^a semana após o transplântio (Figura 5).

O peso médio de frutos reduziu a partir da 11^a semana para as quatro cultivares nos sistemas de cultivo em calha e em sacola (Figuras 4 e 5). Redução no peso médio de frutos durante as colheitas também foi relatado por Fernandes Jr. et al. (2002). Tal fato pode ser explicado pelo aumento da temperatura, visto que a cultura tem seu comportamento vegetativo e reprodutivo alterado, com redução na floração e aumento da produção de estolhos e folhas em detrimento da produção de frutos (ALMEIDA et al. 2009), e pela incidência mais severa de pragas e doenças, principalmente de ácaro rajado, de xanthomonas e de antracnose, observados nesse período de condução do experimento nos sistemas hidropônicos em calhas e em sacolas, reduzindo a capacidade fotossintética da planta e diminuindo a produção de frutos. A incidência de ácaros foi menor no sistema de cultivo no solo.

Figura 4. Peso médio semanal de frutos de quatro cultivares de morangueiro no sistema hidropônico com substrato em calhas. Julho de 2012 a Fevereiro de 2013.

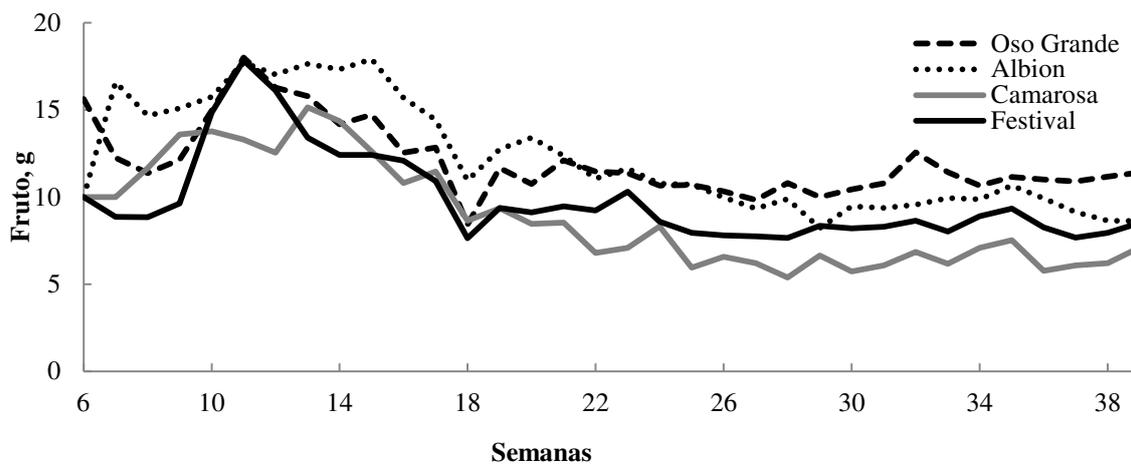


Figura 5. Peso médio semanal de frutos de quatro cultivares de morangueiro no sistema hidropônico em sacola. Julho de 2012 a Fevereiro de 2013.

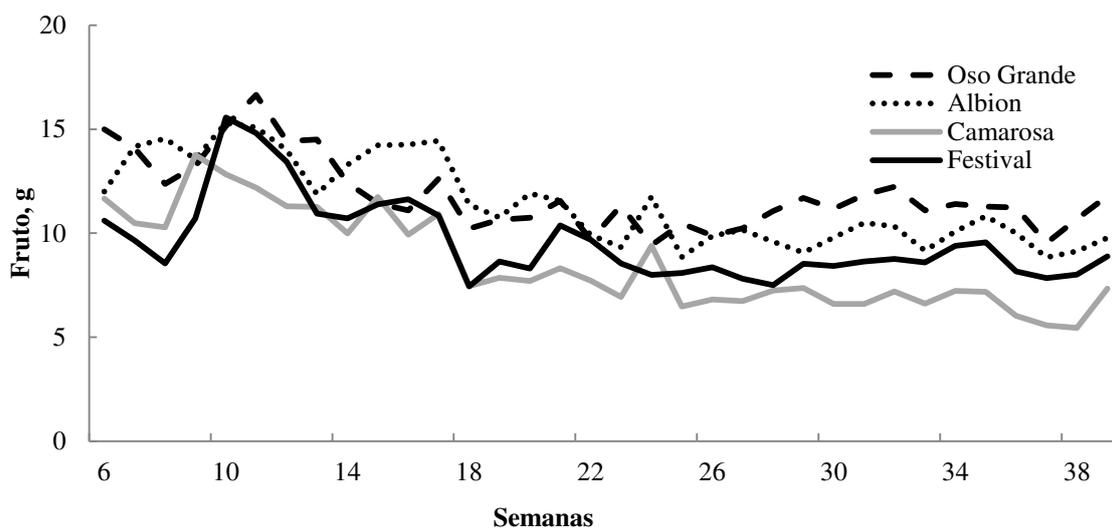
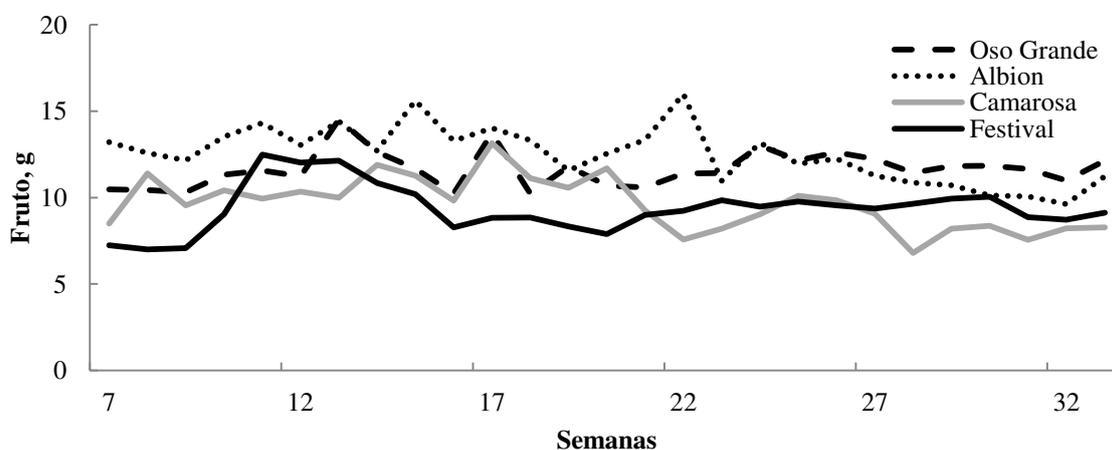


Figura 6. Peso médio semanal de frutos de quatro cultivares de morangueiro cultivado no solo. Julho de 2012 a Fevereiro de 2013.



De modo geral, as plantas cultivadas no sistema hidropônico em calha apresentaram maiores produções médias de frutos por planta em relação as cultivadas em saco e em sacola.

As cultivares Oso Grande, Camarosa e Festival apresentaram maiores produções de frutos no sistema de cultivo no solo, demonstrando boa adaptabilidade dessas cultivares a região de Ibiapina, diferente da cultivar Albion que apresentou menor produção de frutos em todos os sistemas avaliados (Tabela 6).

A cultivar Festival apresentou maior produção de frutos em relação às demais quando cultivada em sistema hidropônico com substrato em calha e em saco, semelhante ao encontrado por Godoi et al., (2009), com a cultivar Arazá (998,7 g planta⁻¹), em sistema hidropônico com emprego dos substratos plantmax e areia. Quando cultivada no solo, a cultivar Festival apresentou produção de frutos inferior aos encontrados por Antunes et al., (2010), de 771g planta⁻¹ para essa mesma cultivar no Rio Grande do Sul.

Tabela 6. Produção de frutos de quatro cultivares de morangueiro em três sistemas de cultivo. Período de julho de 2012 a fevereiro de 2013.

Sistemas	Oso Grande	Albion	Camarosa	Festival	Média
	-----g planta ⁻¹ -----				
Calha	1034,6 aB	684,4 aC	730,4 aC	1407,0 aA	964,1
Sacola	809,8 bAB	509,6 bC	679,6 aB	936,0 bA	733,7
Solo	619,6 cA	374,8 bB	591,9 aA	612,1 cA	549,6
Média	821,3	522,9	667,3	985,0	

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As plantas cultivadas nos sistemas hidropônicos com substrato em calha e saco apresentaram maior produtividade às cultivadas no solo (Tabela 7). O que provavelmente aconteceu em virtude da maior disponibilidade de nutrientes e melhor desenvolvimento observado em campo das plantas no sistema hidropônico.

De modo geral, para os três sistemas de cultivo, as cultivares Festival e Oso Grande foram mais produtivas do que Albion e Camarosa, sendo que, na calha, a Festival também foi superior a Oso Grande (Tabela 7).

A cultivar Albion apresentou menor produtividade nos três sistemas de cultivos utilizados, isso se deve provavelmente a menor adaptação dessa cultivar à região de Ibiapina.

O sistema de cultivo em calha apresentou maior produtividade para a cultivar Festival seguida da cultivar Oso Grande (Tabela 7). Resultados semelhantes foram encontrados por Godoi (2009), com a cultivar Arazá em sistema em calhas de fibrocimento e

sacolas de polietileno, observando maior produtividade para o sistema de calhas com areia como substrato.

Tabela 7. Produtividade de frutos de cultivares de morangueiro em três sistemas de cultivo. Período de julho de 2012 a fevereiro de 2013.

Sistemas	Oso Grande	Albion	Camarosa	Festival	Média
----- g m ⁻² -----					
Calha	5444,4 aB	3600,4 aC	3844,4 aC	7405,0 aA	5073,6
Sacola	5681,6 aA	3576,0 aB	4466,4 aB	6568,4 bA	5073,1
Solo	4589,9 bA	2776,8 bB	3667,5 bAB	4533,7 cA	3892,0
Média	5286,0	3334,9	4061,3	6143,5	

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O sistema de cultivo hidropônico aumentou a produtividade de todas as cultivares estudadas em relação ao sistema de cultivo no solo, com maiores valores para cultivar Festival e Oso Grande (Tabela 7). Nos sistemas de cultivo no solo e hidropônico em sacolas, as cultivares Festival e Oso Grande apresentaram produtividades semelhantes e superiores às demais.

A cultivar Festival apresentou maiores produtividades durante o período de cultivo no sistema hidropônico em calha, com picos de produção na 17^a e 25^a semanas após o transplântio, seguida pela cultivar Oso Grande (Figura 7). No sistema de cultivo hidropônico em sacola as cultivares Festival e Oso Grande apresentaram maiores produtividades, com picos de produção na 17^a e 26^a semanas após transplântio, para cultivar Festival (Figura 8), enquanto que cultivar Oso Grande apresentou picos de produção na 19^a e 25^a semanas após o transplântio.

No sistema de cultivo no solo, a cultivar Festival foi mais produtiva entre a 11^a a 17^a semana após transplântio, sendo superada pela Oso Grande entre a 17^a a 20^a semana (Figura 9). Entre a 27^a a 32^a semana após transplântio, período em que as cultivares apresentaram picos de alta produtividade, as cultivares Oso Grande e Camarosa foram mais produtivas do que a Festival e Albion. Resultado semelhante foi encontrado por Cecatto et al. (2013), para a cultivar Camarosa que alcançou pico de produtividade por volta da 24^a semana após o transplântio no sistema de cultivo no solo.

O atraso em alcançar o pico de produção de frutos das plantas cultivadas no solo em relação às cultivadas por hidroponia (Figuras 7, 8 e 9), se deve provavelmente à necessidade das plantas cultivadas no solo, inicialmente direcionar mais fotoassimilados para crescimento do sistema radicular, aumentando a absorção de nutrientes e água e posteriormente

disponibilizar mais fotoassimilados para crescimento vegetativo e produção de frutos, diferentemente das plantas cultivadas por hidroponia, que não há inicialmente necessidade de disponibilizar mais fotoassimilados para crescimento do sistema radicular, visto que, dispõem de nutrientes em quantidades suficientes durante todo ciclo da planta, portanto, disponibilizam mais fotoassimilados para crescimento vegetativo e produção de frutos. Resultado semelhante foi encontrado por Francescangeli et al. (2006), trabalhando com sistemas hidropônicos com substrato em calha e sacola.

Observou-se precocidade na produção de frutos, iniciando as colheitas na 6ª semana após o transplântio das mudas em relação ao sistema de cultivo no solo, que iniciou a produção de frutos a partir da 7ª semana após o transplântio. Tal fato é uma vantagem para a região da serra da Ibiapaba em relação às regiões Sul e Sudeste que são tradicionais no cultivo do morangueiro no Brasil, e a colheita de frutos inicia-se entre a 8ª e 12ª semana após o transplântio das mudas no campo (EMBRAPA, 2005).

Figura 7. Produtividade semanal de frutos de quatro cultivares de morangueiro cultivado no sistema hidropônico com substrato em calhas. Período de julho de 2012 a fevereiro de 2013.

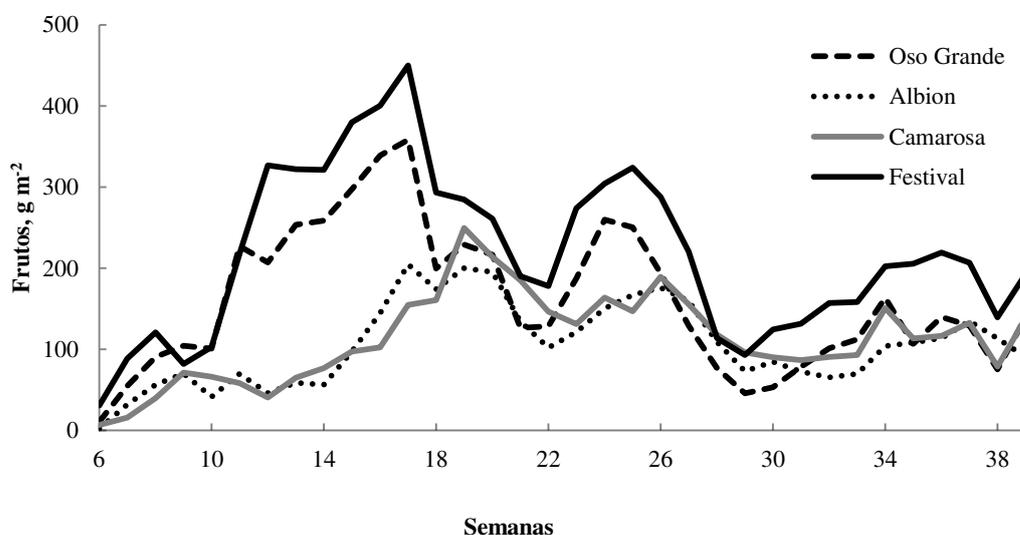


Figura 8. Produtividade semanal de frutos de quatro cultivares de morangueiro cultivado no sistema hidropônico com substrato em sacolas. Período de julho de 2012 a fevereiro de 2013.

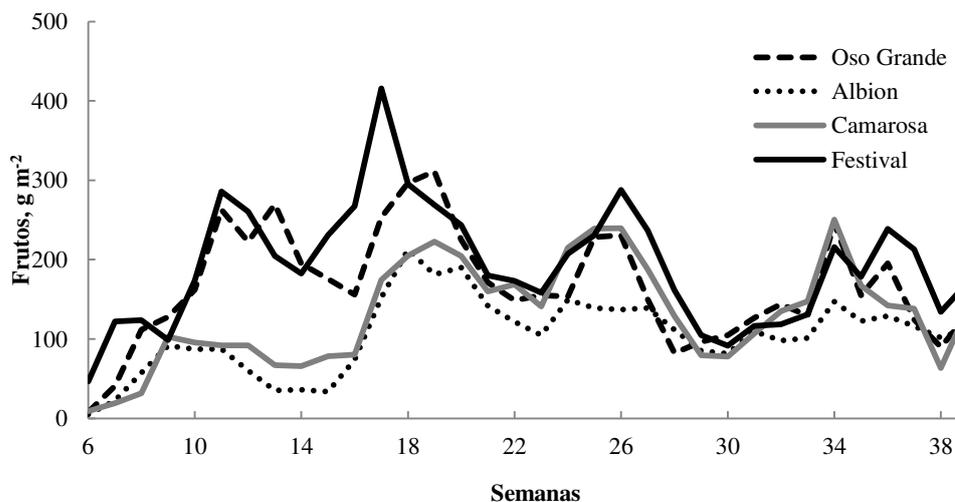
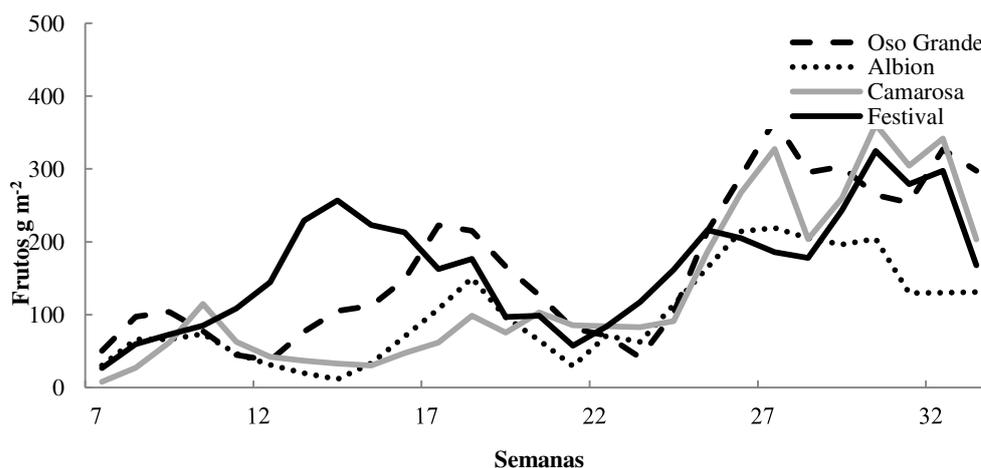


Figura 9. Produtividade semanal de frutos de quatro cultivares de morangueiro cultivado no solo. Período de julho de 2012 a fevereiro de 2013.



A cultivar Oso Grande é a mais produzida na região da serra da Ibiapaba e os dados principalmente de peso médio de frutos apresentados para essa cultivar nos três sistemas de cultivo estudados, comprovam o motivo pelo qual ela é mais aceita tanto pelos produtores quanto pelos consumidores. Mesmo não apresentando maior número de frutos por planta e produtividade, a cultivar Oso Grande foi a que mais se aproximou da cultivar Festival, além de ser a cultivar com maior peso médio de frutos, o que a coloca como mais viável economicamente para produção e comercialização de frutos *in natura* podendo ser recomendada para produção na região da serra da Ibiapaba, porém, torna-se necessário uma prévia avaliação econômica de custo benefício principalmente para escolha do sistema a ser utilizado.

4.2 Teores de nutrientes na folha de morangueiro

Os efeitos dos sistemas de cultivo, das cultivares e da interação sistema e cultivar sobre os teores de macronutrientes na folha do morangueiro apresentaram variações com as épocas de amostragem de folhas (Tabelas 8, 9 e 10). De maneira geral, os teores dos macronutrientes nas folhas foram significativamente influenciados pelos sistemas de cultivo, exceto para Mg e S, nas folhas coletadas no mês de novembro. O efeito das cultivares sobre os teores dos macronutrientes foi significativo nas três épocas de amostragem de folhas somente para P e Ca. Quanto ao efeito da interação sistema de cultivo e cultivar sobre os teores dos macronutrientes, o teor de Ca foi significativamente influenciado quando as folhas foram amostradas nos meses de julho e setembro, enquanto, o teor de S foi significativamente influenciado quando as folhas foram amostradas nos meses de setembro e novembro.

Ao realizar o teste de médias, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey, desdobrando a interação sistema de cultivo e cultivares, observou efeitos significativos dos sistemas de cultivo e cultivares sobre os teores dos macronutrientes que a análise de variância não detectou (Tabelas 14, 15 e 16), evidenciando assim que o teste de Tukey é mais sensível em detectar efeitos significativos do que a análise de variância.

Tabela 8. Quadrado médio da análise de variância para teores de macronutrientes na folha de quatro cultivares de morangueiro em três sistemas de cultivo. Julho 2012.

Fontes de variação	GL	N	P	K	Ca	Mg	S
Bloco	4	2,46ns	0,240ns	13,91ns	2,38ns	0,34ns	0,42ns
Sistema(A)	2	240,8*	11,73*	1037,3*	50,42*	7,65*	12,98*
Cultivar (B)	3	36,19ns	2,56*	64,57ns	10,65*	0,06ns	0,62ns
AxB	6	20,84ns	0,624ns	13,97ns	5,10*	0,30ns	0,20ns
Resíduo	44	7,68	0,23	13,72	1,25	0,18	0,27
C.V		7,03	13,09	15,48	13,23	12,44	35,01

* e ns, significativo e não-significativo, respectivamente, a 5% de probabilidade pelo teste F

Tabela 9. Quadrado médio da análise de variância para teores de macronutrientes na folha de quatro cultivares de morangueiro em três sistemas de cultivo. Setembro 2012.

Fontes de variação	GL	N	P	K	Ca	Mg	S
Bloco	4	19,22ns	1,28ns	6,20ns	1,24ns	0,86ns	0,24ns
Sistema(A)	2	383,45*	137,50*	2934,80*	362,60*	42,38*	0,61*
Cultivar (B)	3	8,41ns	6,99*	47,65*	28,78*	1,60ns	0,03ns
AxB	6	3,81ns	1,47ns	13,17ns	4,77*	0,52ns	0,23*
Resíduo	44	6,47	0,84	11,23	1,90	0,70	0,067
C.V		11,92	18,16	14,13	12,44	19,43	16,03

* e ns, significativo e não-significativo, respectivamente, a 5% de probabilidade pelo teste F

Tabela 10. Quadrado médio da análise de variância para teores de macronutrientes na folha de quatro cultivares de morangueiro em três sistemas de cultivo. Novembro 2012.

Fontes variação	GI	N	P	K	Ca	Mg	S
Bloco	4	3,40ns	4,40ns	6,24ns	1,36ns	0,52ns	0,013ns
Sistema(A)	2	20,48*	67,66*	893,2*	11,43*	0,36ns	0,013ns
Cultivar (B)	3	7,02*	2,84*	5,98ns	25,34*	0,37ns	0,020ns
AxB	6	0,34ns	2,07ns	2,18ns	3,95ns	0,54*	0,26*
Resíduo	44	1,44	0,96	4,95	3,23	0,15	0,052
C.V		6,47	19,82	11,25	13,74	8,68	12,89

* e ns, significativo e não-significativo, respectivamente, a 5% de probabilidade pelo teste F

Os efeitos dos sistemas de cultivo, das cultivares e da interação sistema e cultivar sobre os teores dos micronutrientes na folha do morangueiro apresentaram variações entre as épocas de amostragem de folhas (Tabelas 11, 12 e 13). De maneira geral, os teores dos micronutrientes nas folhas foram significativamente influenciados pelos sistemas de cultivo, exceto para Cu no mês de julho e Fe no mês de novembro. O efeito das cultivares sobre os teores dos micronutrientes foi significativo nas três épocas de amostragem de folhas somente para Fe e Zn. Quanto ao efeito da interação sistema de cultivo e cultivar, de maneira geral, os teores dos micronutrientes foram significativamente influenciados nas três épocas de amostragem de folhas com exceção para o Fe, na amostragem realizada em julho, B e Zn na amostragem realizada em setembro e para o Mn na amostragem realizada em novembro. Ao realizar o teste de médias, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey, desdobrando a interação sistema de cultivo e cultivares, observou efeitos significativos dos sistemas de cultivo e cultivares sobre os teores dos micronutrientes que a análise de variância não detectou (Tabela 11, 12 e 13), evidenciando novamente que o teste de Tukey é mais sensível em detectar efeitos significativos do que a análise de variância.

Tabela 11. Quadrado médio da análise de variância para teores de micronutrientes na folha de cultivares de morangueiro em três sistemas de cultivo. Julho 2012.

Fontes de variação	GL	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Bloco	4	108,8ns	3,34ns	2666,4ns	3378,9ns	42,17ns
Sistema(A)	2	9463,9*	6,08ns	81033,7*	362771,7*	1935,7*
Cultivar (B)	3	1234,3*	3,03ns	7519,3*	3479,1ns	219,8*
AxB	6	1251,2*	7,90*	957,8ns	8305,2*	50,48*
Resíduo	44	142,3	2,67	1414,5	3008,6	20,84
C.V		19,34	30,39	23,18	2,92	15,25

* e ns, significativo e não-significativo, respectivamente, a 5% de probabilidade pelo teste F

Tabela 12. Quadrado médio da análise de variância para teores de micronutrientes na folha de quatro cultivares de morangueiro em três sistemas de cultivo. Setembro 2012.

Fontes variação	GI	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Bloco	4	704,3ns	2,01ns	27366,0ns	1214,8ns	12,66ns
Sistema(A)	2	3630,4*	13,85*	346863,8*	408168,2*	126,6*
Cultivar (B)	3	385,67ns	5,93ns	30294,4*	16110,8*	156,1*
AxB	6	326,13ns	10,05*	24284,8*	11081,8*	34,00ns
Resíduo	44	160,5	2,31	4504,9	2300,2	26,74
C.V		14,56	30,73	20,07	23,25	21,08

* e ns, significativo e não-significativo, respectivamente, a 5% de probabilidade pelo teste F

Tabela 13. Quadrado médio da análise de variância para teores de micronutrientes na folha de quatro cultivares de morangueiro em três sistemas de cultivo. Novembro 2012.

Fontes variação	GL	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Bloco	4	31,41ns	0,75ns	2091,8ns	121,9ns	7,89ns
Sistema(A)	2	11098,5*	11,79*	1346,7ns	104929,2*	266,6*
Cultivar (B)	3	401,9*	8,02*	6560,8*	2237,8*	35,74*
AxB	6	360,8*	19,96*	4648,7*	643,0ns	31,27*
Resíduo	44	86,02	1,64	1753,1	495,8	4,81
C.V		9,15	23,49	21,58	21,76	21,66

* e ns, significativo e não-significativo, respectivamente, a 5% de probabilidade pelo teste F

O morangueiro cultivado nos sistemas hidropônicos em calha e sacola, de modo geral, apresentaram maiores teores de N na folha para todas as cultivares estudadas (Tabela 14), com exceção no sistema de cultivo em solo, nas folhas amostradas no mês de julho e novembro, para as cultivares Camarosa e Oso Grande, respectivamente. BENINNI; TAKAHASHI; NEVES (2007), também observaram maiores teores de N em alface cultivada em sistema hidropônico em relação ao cultivo em solo. Maiores teores de N nas plantas cultivadas em sistema hidropônico em relação as cultivadas no solo, pode ser atribuída a maior disponibilidade do N para as plantas cultivadas no sistema hidropônico.

Em cada época de amostragem de folhas, não foram observadas diferenças significativas entre as cultivares quanto aos teores de N, com exceção a cultivar Camarosa, que apresentou maior teor em relação as demais, no sistema de cultivo no solo nas folhas amostradas em julho (Tabela 14).

As reduções nos teores de N com as épocas de amostragens das folhas (Figura 10), podem ser atribuídas ao estado fenológico das plantas em cada época, em julho as plantas estavam em pleno florescimento, e nos meses de setembro e novembro, as plantas estavam em fase de florescimento e frutificação, desta forma, ocorrendo o efeito de diluição do N na parte aérea da planta, em função do transporte do mesmo para os frutos (DEMIRSOY et al. 2010), aliado a alta incidência de ácaro rajado nas plantas nessa fase do experimento, refletindo diretamente na variável produtividade. Ribeiro et al. (2012), observaram relações diretas entre a população de ácaro rajado e os teores de N, estudando o efeito da adubação química na infestação do ácaro rajado e na produção do morangueiro.

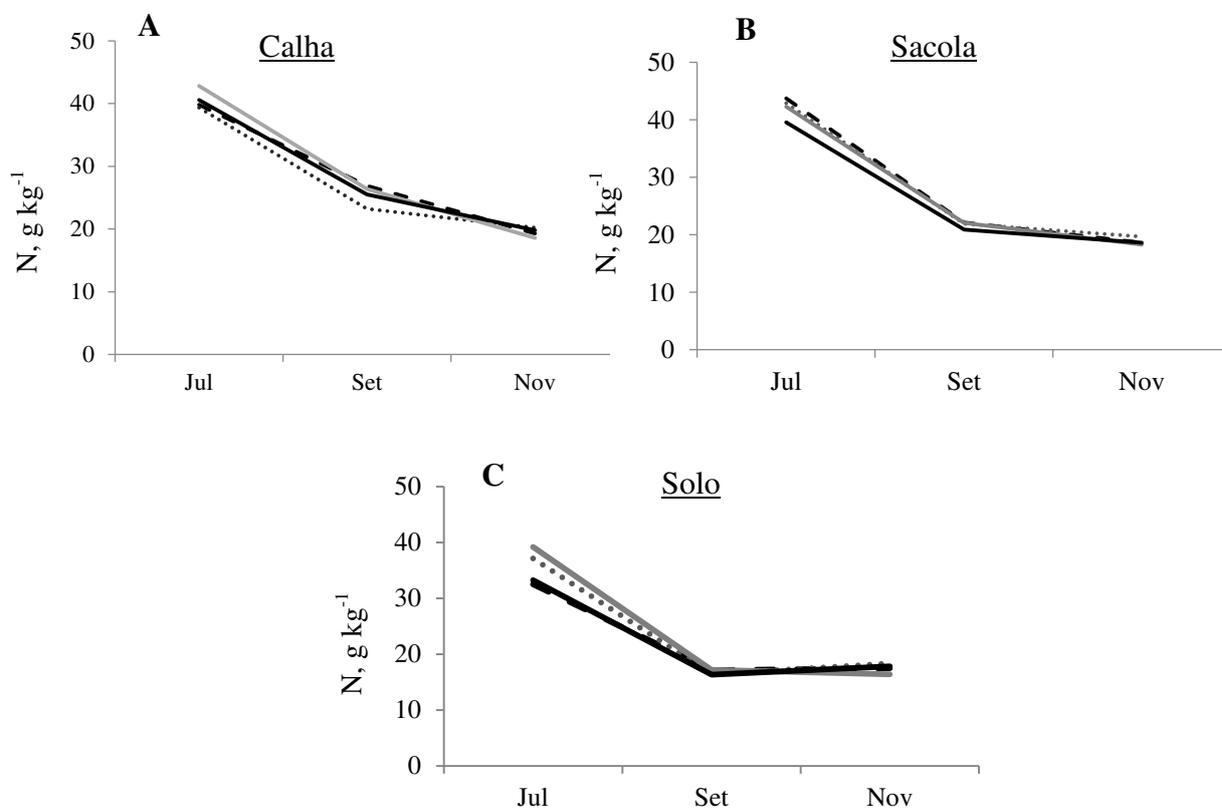
Embora os teores de N apresentaram redução durante o desenvolvimento das plantas (Figura 10), não atingiram teores abaixo da faixa de suficiência, visto que os teores encontram-se dentro da faixa considerada adequada para a cultura do morangueiro por Raij et al. (1996), de 15 a 25 g kg⁻¹ de N. Em julho, os teores médios de N entre as cultivares de morangueiro foi de 39,4 g kg⁻¹ (Tabela 14), embora acima da faixa de suficiência, não representa toxidez de N, visto que as plantas estavam na fase de florescimento, acumulando nutrientes para posterior translocação para os frutos.

Tabela 14. Teores de nitrogênio (g kg^{-1}) nas folhas das cultivares de morangueiro em três sistemas de cultivo e em três épocas de amostragem.

Sistemas	Oso Grande	Albion	Camarosa	Festival	Média
----- Julho -----					
Calha	40,1 aA	39,3 abA	42,8 aA	40,6 aA	40,7
Sacola	43,7 aA	42,9 aA	42,3 aA	39,5 aA	42,1
Solo	32,5 bB	37,1 bAB	39,2 aA	33,2 bB	35,5
Média	38,7	39,8	41,4	37,8	
----- Setembro -----					
Calha	26,9 aA	23,2 aA	26,3 aA	25,5 aA	25,5
Sacola	22,1 bA	21,9 aA	22,0 bA	20,9 bA	21,7
Solo	17,1 cA	16,4 bA	17,2 cA	16,3 cA	16,7
Média	22,0	20,5	21,9	20,9	
----- Novembro -----					
Calha	19,3 aA	20,2 aA	18,5 aA	19,8 aA	19,4
Sacola	18,6 aA	19,6 abA	18,2 aA	18,5 abA	18,7
Solo	17,4 aA	18,3 bA	16,3 bA	17,8 bA	17,4
Média	18,4	19,4	17,7	18,7	

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Figura 10. Variação sazonal dos teores de nitrogênio nas folhas das cultivares de morangueiro em três sistemas de cultivo e em três épocas de amostragem.



Legenda: - - - Oso Grande Albion — Camarosa — Festival

No sistema de cultivo em calha os teores de P na folha do morangueiro, de modo geral, foram superiores aos demais sistemas de cultivo (Tabela 15), exceto nas folhas amostradas em novembro, que os teores de P nos sistemas de cultivo em calha e sacola foram similares. No mês de novembro, as plantas cultivadas no solo apresentaram menor teor de P na folha em relação as cultivadas nos sistemas hidropônicos. BENINNI; TAKAHASHI; NEVES (2007), também observaram menores teores de P em alface cultivada no solo em relação ao sistema hidropônico.

A cultivar Festival apresentou maiores teores de P nas folhas no sistema de cultivo em calha no mês de julho em relação as demais cultivares (Tabela 15), enquanto nas folhas amostradas em setembro a cultivar Albion e no mês de novembro as cultivares Oso Grande e Festival apresentaram maiores teores de P em relação as demais cultivares no sistema de cultivo em sacola.

Os teores de P nas folhas do morangueiro cultivado nas calhas aumentaram em setembro e reduziram em novembro (Figura 11A), enquanto no sistema de cultivo em sacola (Figura 11B), os teores de P nas folhas aumentaram com as épocas de amostragens, com exceção a cultivar Albion que apresentou comportamento semelhante às plantas cultivadas nas calhas, e no sistema de cultivo no solo (Figura 11C), os teores de P nas folhas decresceram com as épocas de amostragens.

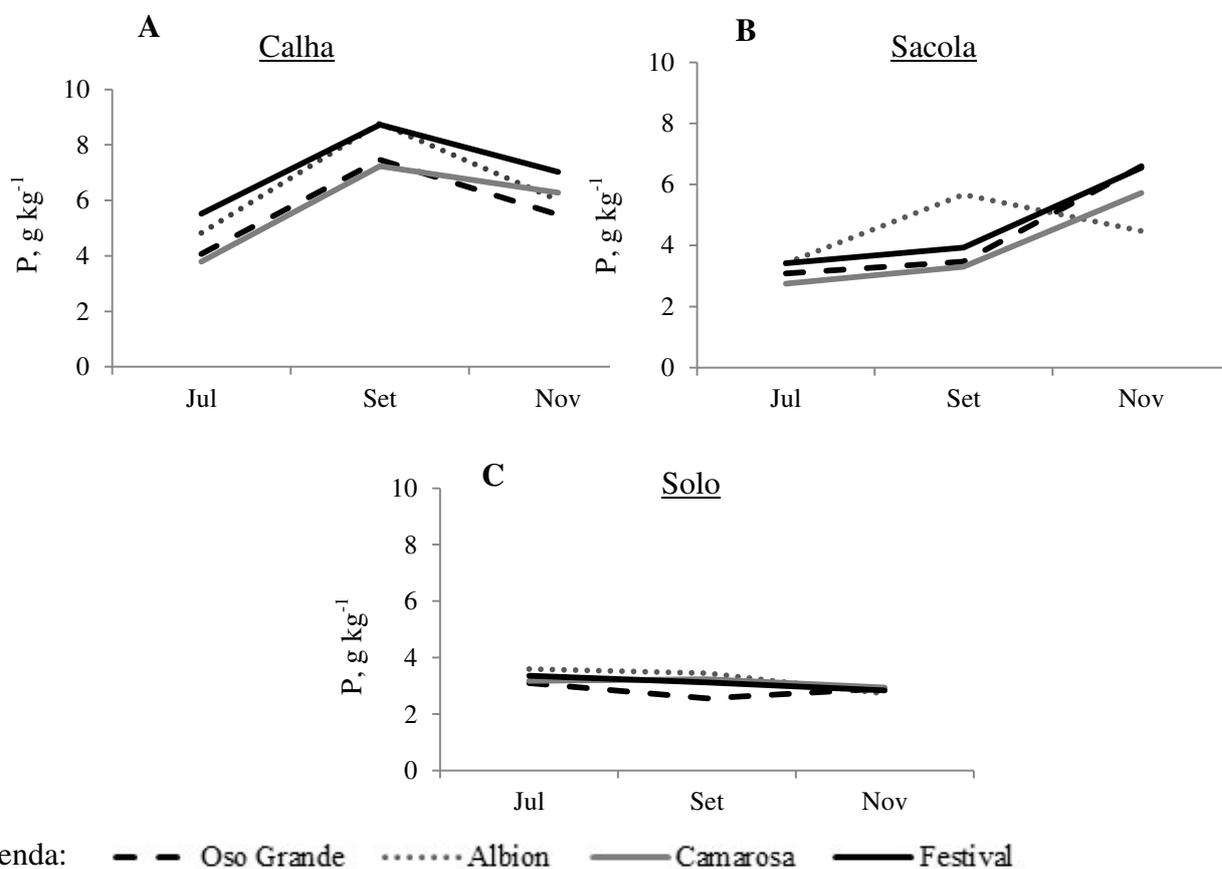
Os teores de P nas folhas do morangueiro no sistema de cultivo em calha nas três épocas de amostragem (Tabela 15), encontram-se acima da faixa de suficiência estabelecida Raij et al. (1996), de 2 a 4 g kg⁻¹ de P, enquanto, as plantas cultivadas no sistema em sacola, os teores de P nas folhas foram superiores a faixa de suficiência apenas em novembro, e as plantas cultivadas no solo, os teores de P nas folhas encontram-se dentro da faixa de suficiência. Desta forma, sugere reduzir a concentração de P na solução nutritiva utilizada no cultivo das plantas no sistema hidropônico.

Tabela 15. Teores de Fósforo (g kg^{-1}) nas folhas das cultivares de morangueiro em três sistemas de cultivo e em três épocas de amostragem.

Sistemas	Oso Grande	Albion	Camarosa	Festival	Média
----- Julho -----					
Calha	4,0 aBC	4,8 aAB	3,8 aB	5,5 aA	4,5
Sacola	3,0 bA	3,4 bA	2,7 bA	3,4 bA	3,1
Solo	3,1 bA	3,5 bA	3,2 abA	3,3 bA	3,3
Média	3,4	3,9	3,2	4,1	
----- Setembro -----					
Calha	7,4 aA	8,8 aA	7,2 aA	8,7 aA	8,0
Sacola	3,5 bB	5,6 bA	3,3 bB	3,9 bB	4,1
Solo	2,5 bA	3,4 cA	3,2 bA	3,1 bA	3,1
Média	4,5	5,9	4,6	5,2	
----- Novembro -----					
Calha	5,5 aA	6,0 aA	6,3 aA	7,0 aA	6,2
Sacola	6,6 aA	4,5 bB	5,7 aAB	6,5 aA	5,8
Solo	3,0 bA	2,7 cA	3,0 bA	2,8 bA	2,8
Média	5,0	4,4	5,0	5,4	

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Figura 11. Variação sazonal dos teores de Fósforo nas folhas das cultivares de morangueiro em três sistemas de cultivo e em três épocas de amostragem.



As plantas cultivadas no solo apresentaram maiores teores de K nas folhas amostradas em julho e novembro (Tabela 16), enquanto as plantas cultivadas nas calhas apresentaram maiores teores de K em setembro em relação aos demais sistemas de cultivo.

A cultivar Oso grande apresentou maiores teores de K nas folhas amostradas em julho e setembro nos sistemas de cultivo no solo e em calha, respectivamente (Tabela 16). Em novembro as cultivares não apresentaram diferenças significativas nos teores de K nas folhas.

Os teores de K nas folhas do morangueiro cultivados nas calhas aumentaram em setembro e reduziram em novembro (Figura 12A), enquanto no sistema de cultivo em sacola ocorreu redução menos acentuada (Figura 12B), e no sistema de cultivo no solo (Figura 12C), os teores de K reduziram nas folhas amostradas em setembro e aumentaram em novembro. A redução dos teores de K em novembro nos sistemas de cultivo em calha e sacola, pode ser atribuído a interação competitiva na absorção entre K, Ca e Mg. As plantas cultivadas no solo não apresentaram redução nos teores de K nas folhas amostradas em novembro em virtude de não ter ocorrido interação competitiva na absorção entre K, Ca e Mg. A existência de antagonismo entre esses cátions é de natureza fisiológica e ocorre durante os processos de absorção pelas raízes e translocação para parte aérea (FENANDES, 2000).

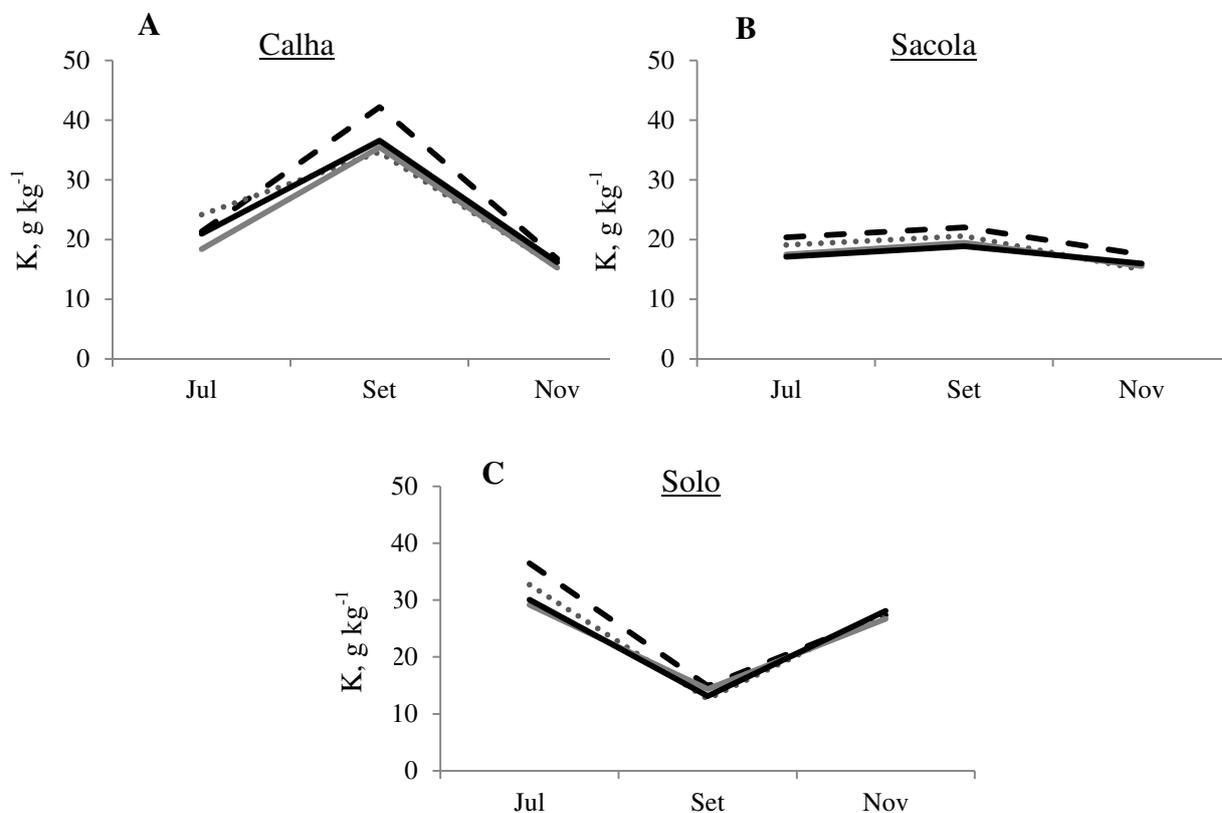
Os teores de K nas folhas amostradas em novembro nos sistemas de cultivo em calha e sacola e em setembro no solo (Tabela 16), estão abaixo da faixa de suficiência estabelecida para a cultura do morangueiro por Raij et al. (1996), de 20 a 40 g kg⁻¹ de K.

Tabela 16. Teores de Potássio (g kg^{-1}) nas folhas das cultivares de morangueiro em três sistemas de cultivo e em três épocas de amostragem.

Sistemas	Oso Grande	Albion	Camarosa	Festival	Média
----- Julho -----					
Calha	21,3 bA	24,1 bA	18,3 bA	20,9 bA	21,2
Sacola	20,3 bA	19,0 bA	17,5 bA	17,1 bA	18,5
Solo	36,4 aA	32,7 aAB	29,2 aB	30,0 aB	32,1
Média	26,0	25,2	21,7	22,7	
----- Setembro -----					
Calha	42,2 aA	34,6 aB	35,4 aB	36,5 aAB	37,2
Sacola	22,0 bA	20,5 bA	19,4 bA	18,8 bA	20,2
Solo	14,9 cA	12,6 cA	14,3 bA	13,1 cA	13,7
Média	26,4	22,6	23,1	22,8	
----- Novembro -----					
Calha	16,8 bA	15,3 bA	15,2 bA	16,2 bA	15,9
Sacola	17,5 bA	14,9 bA	15,5 bA	15,9 bA	15,9
Solo	27,3 aA	27,8 aA	26,7 aA	28,1 aA	27,5
Média	20,5	19,4	19,1	20,1	

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Figura 12. Variação sazonal dos teores de Potássio nas folhas das cultivares de morangueiro em três sistemas de cultivo e em três épocas de amostragem.



Legenda: - - - Oso Grande Albion — Camarosa — Festival

As plantas cultivadas no solo, de modo geral, apresentaram maiores teores de Ca nas folhas amostradas em julho e setembro em relação aos demais sistemas (Tabela 17). BENINNI; TAKAHASHI; NEVES (2007), também observaram maiores teores de Ca em alface cultivada no solo em relação ao cultivo hidropônico.

A cultivar Albion apresentou maior teor de Ca nas folhas amostradas em julho e setembro nos sistemas de cultivo em calha e sacola, respectivamente (Tabela 17), e as cultivares Oso Grande, Albion e Festival apresentaram maiores teores de Ca nas folhas cultivadas no solo em julho e setembro, enquanto em novembro, a cultivar Camarosa apresentou maior teor nas folhas no sistema de cultivo em calha e no solo.

Os teores de Ca nas folhas do morangueiro cultivados nas calhas reduziram em setembro e aumentaram em novembro (Figura 13A), enquanto no sistema de cultivo em sacola (Figura 13B) e solo (Figura 13C), esses teores aumentaram com as amostragens, com exceção para as cultivares Oso Grande, Albion e Festival que reduziram em novembro cultivadas no solo. O aumento nos teores de Ca nas folhas amostradas em novembro provavelmente está relacionado com o aumento da temperatura e luminosidade nessa época, como observado por Dermisoy et al. (2010), na cultivar Sweet Charlie.

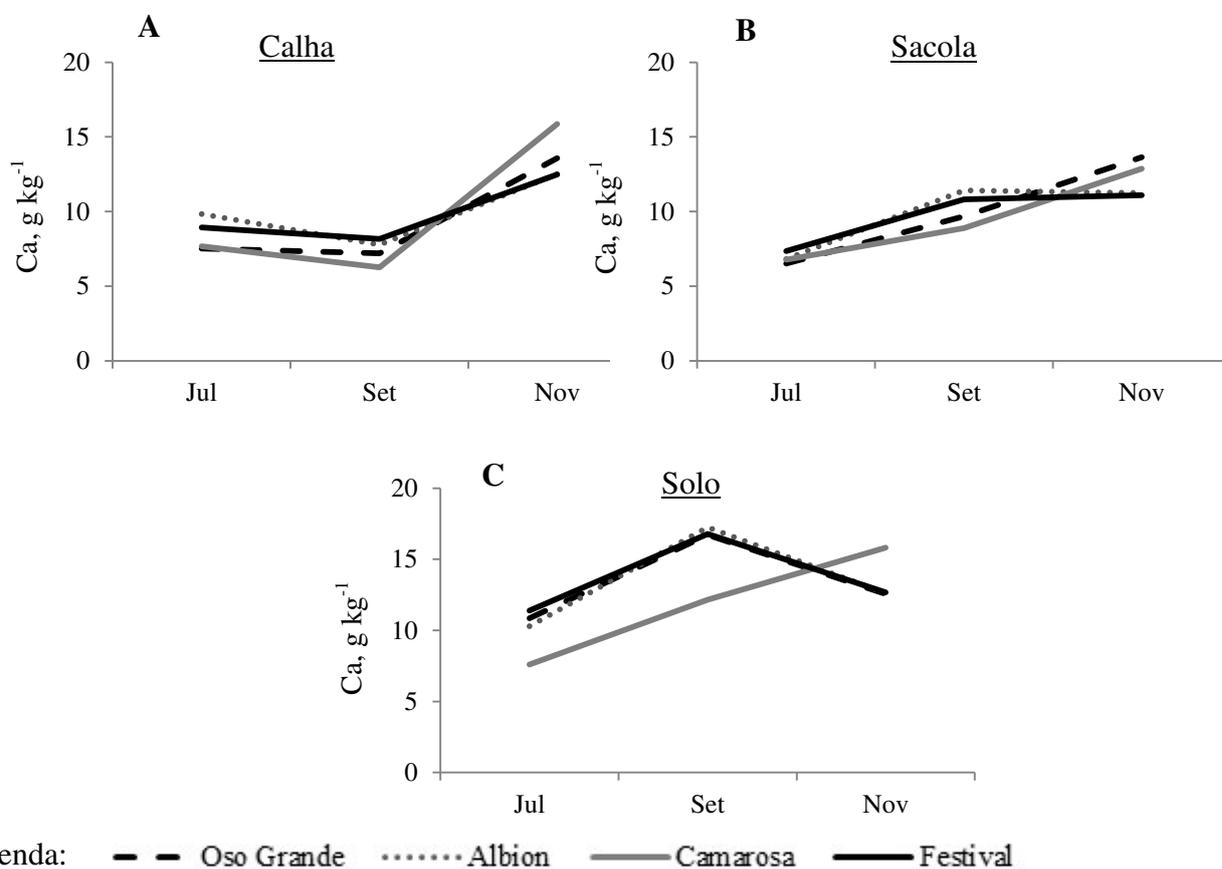
De modo geral, os teores de Ca nas folhas amostradas em julho e setembro nos sistemas de cultivo em calha e sacola (Tabela 17), estão abaixo da faixa de suficiência estabelecida para a cultura do morangueiro por Rajj et al. (1996), de 10 a 25 g kg⁻¹ de Ca.

Tabela 17. Teores de Cálcio (g kg^{-1}) nas folhas das cultivares de morangueiro em três sistemas de cultivo e em três épocas de amostragem.

Sistemas	Oso Grande	Albion	Camarosa	Festival	Média
----- Julho -----					
Calha	7,5 bB	9,8 aA	7,6 aB	8,9 bAB	8,5
Sacola	6,5 bA	6,8 bA	6,7 aA	7,3 bA	6,8
Solo	10,8 aA	10,3 aA	7,6 aB	11,3 aA	10,0
Média	8,3	9,0	7,3	9,2	
----- Setembro -----					
Calha	7,2 cA	7,8 cA	6,2 cA	8,2 cA	7,3
Sacola	9,7 bAB	11,4 bA	8,9 bB	10,8 bAB	10,2
Solo	16,7 aA	17,2 aA	12,1 aB	16,8 aA	15,7
Média	11,2	12,1	9,1	11,9	
----- Novembro -----					
Calha	13,5 aAB	12,5 aB	15,8 aA	12,5 aB	13,6
Sacola	13,6 aA	11,2 aA	12,8 bA	11,1 aA	12,2
Solo	12,5 aB	12,6 aB	15,8 aA	12,6 aB	13,4
Média	13,2	12,1	14,8	12,1	

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Figura 13. Variação sazonal dos teores de Cálcio nas folhas das cultivares de morangueiro em três sistemas de cultivo e em três épocas de amostragem.



As plantas cultivadas no solo apresentaram maiores teores de Mg nas folhas do morangueiro amostradas em julho e setembro, não diferindo das cultivadas em sacola no mês de setembro (Tabela 18). Os teores de Mg nas cultivares Albion, Camarosa e Festival foram superiores aos da Oso grande em novembro no cultivo na calha.

Os teores de Mg nas folhas do morangueiro, reduziram em setembro e aumentaram em novembro no sistema de cultivo em calha (Figura 14A), enquanto as plantas cultivadas nas sacolas e no solo (Figura 14B e C), os teores desse nutriente aumentaram nas folhas amostradas em setembro e reduziram em novembro.

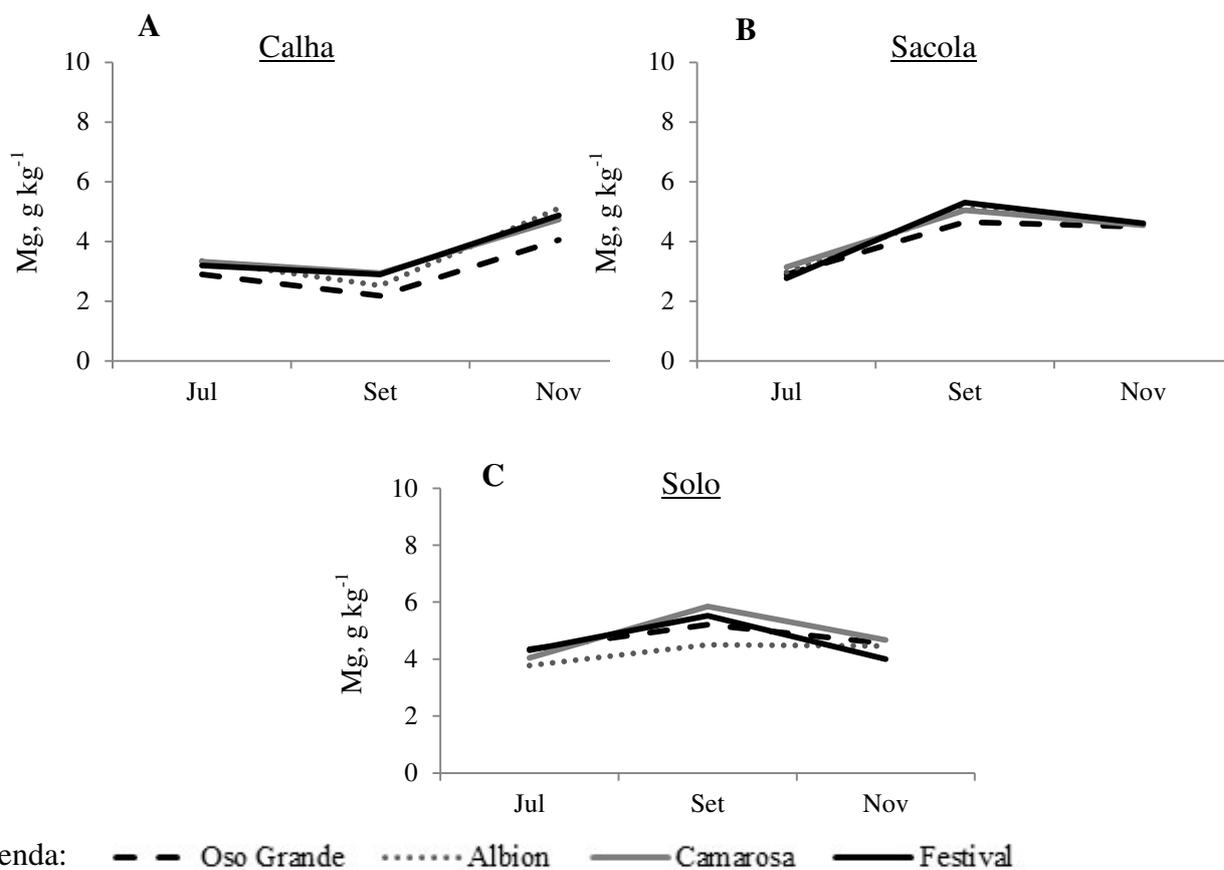
Os teores de Mg encontrados nas folhas das plantas cultivadas nos sistemas em calha, sacola e solo (Tabela 18), estão abaixo da faixa de suficiência estabelecida para a cultura do morangueiro por Raij et al. (1996), de 6 a 10 g kg⁻¹. Este fato pode ser atribuído a interação competitiva na absorção de K e Mg, em função da frequente adubação com K₂SO₄ realizada no solo, resultados semelhante foi observado por Lima et al. (2007), em aceroleira. Sugerindo ajustes na concentração de Mg na solução nutritiva das plantas cultivadas no sistema hidropônico.

Tabela 18. Teores de Magnésio (g kg⁻¹) nas folhas das cultivares de morangueiro em três sistemas de cultivo e em três épocas de amostragem.

Sistemas	Oso Grande	Albion	Camarosa	Festival	Média
----- Julho -----					
Calha	2,9 bA	3,3 abA	3,3 bA	3,2 bA	3,2
Sacola	2,9 bA	2,9 bA	3,1 bA	2,8 bA	2,9
Solo	4,3 aA	3,7 aA	4,0 aA	4,3 aA	4,1
Média	3,4	3,3	3,5	3,4	
----- Setembro -----					
Calha	2,2 bA	2,5 bA	2,9 bA	2,9 bA	2,6
Sacola	4,6 aA	5,1 aA	5,0 aA	5,3 aA	5,0
Solo	5,2 aA	4,5 aA	5,8 aA	5,5 aA	5,2
Média	4,0	4,0	4,6	4,5	
----- Novembro -----					
Calha	4,0 aB	5,1 aA	4,7 aA	4,9 aA	4,7
Sacola	4,5 aA	4,6 abA	4,5 aA	4,6 abA	4,5
Solo	4,5 aA	4,4 bA	4,6 aA	4,0 bA	4,4
Média	4,3	4,7	4,6	4,5	

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Figura 14. Variação sazonal dos teores de Magnésio nas folhas das cultivares de morangueiro em três sistemas de cultivo e em três épocas de amostragem.



Em julho, as plantas cultivadas em calha e no solo apresentaram maiores teores de S nas folhas, em relação ao cultivo na sacola (Tabela 19). O teor de S na cultivar Festival no solo foi superior as demais em setembro, e na Albion foi inferior quando cultivada na calha e superior quando cultivada no solo em relação as demais em novembro.

Os teores de S nas folhas das plantas cultivadas na calha apresentaram redução na amostragem em setembro e aumento na amostragem em novembro (Figura 15A), enquanto as plantas cultivadas na sacola apresentaram aumento acentuado em setembro (Figura 15B), e as plantas cultivadas no solo apresentaram redução nos teores de S com as amostragens, com exceção a cultivar Albion que apresentou aumento em novembro (Figura 15C).

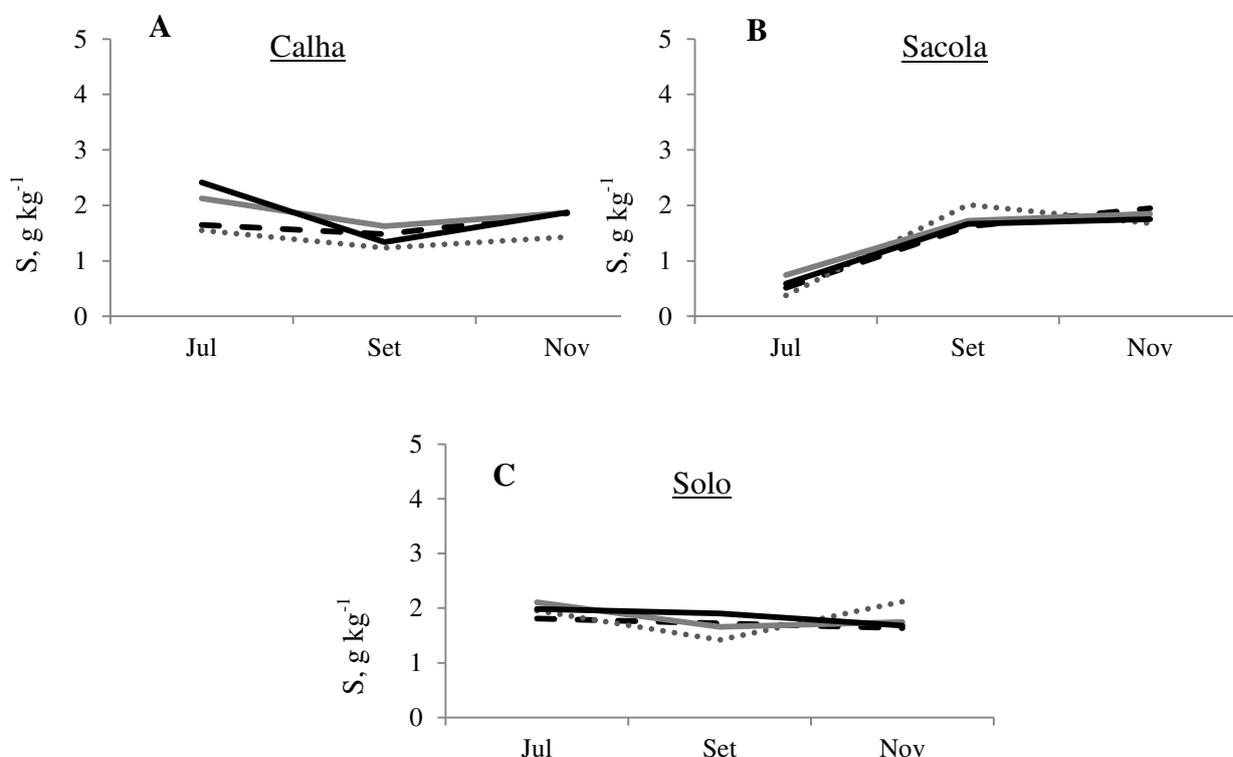
Os teores de S encontrados nas folhas amostradas em julho no sistema de cultivo em sacola, estão abaixo da faixa de suficiência estabelecida para a cultura do morangueiro por Rajj et al., (1996), de 1 a 5 g kg⁻¹ de S.

Tabela 19. Teores Enxofre (g kg^{-1}) nas folhas das cultivares de morangueiro em três sistemas de cultivo e em três épocas de amostragem.

Sistemas	Oso Grande	Albion	Camarosa	Festival	Média
----- Julho -----					
Calha	1,6 aA	1,5 aA	2,1 aA	2,4 aA	1,9
Sacola	0,5 bA	0,4 bA	0,7 bA	0,6 bA	0,5
Solo	1,8 aA	1,9 aA	2,1 aA	2,0 aA	2,0
Média	1,3	1,3	1,6	1,7	
----- Setembro -----					
Calha	1,5 aA	1,2 bA	1,6 aA	1,3 bA	1,4
Sacola	1,6 aA	2,0 aA	1,7 aA	1,6 abA	1,7
Solo	1,7 aAB	1,4 bB	1,6 aAB	1,9 aA	1,6
Média	1,6	1,5	1,6	1,6	
----- Novembro -----					
Calha	1,8 aA	1,4 bB	1,8 aA	1,9 aA	1,3
Sacola	1,9 aA	1,7 bA	1,8 aA	1,7 aA	1,8
Solo	1,6 aB	2,1 aA	1,7 aAB	1,7 aB	1,8
Média	1,8	1,7	1,8	1,8	

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Figura 15. Variação sazonal dos teores de Enxofre nas folhas das cultivares de morangueiro em três sistemas de cultivo e em três épocas de amostragem.



Legenda: - - - Oso Grande Albion — Camarosa — Festival

As plantas cultivadas no solo, de modo geral, apresentaram maiores teores de B nas folhas amostradas em julho, em relação aos demais sistemas de cultivo (Tabela 20), enquanto em novembro ocorreu o oposto, as plantas cultivadas em calhas e sacolas apresentaram maiores teores de B nas folhas em relação ao solo. Os teores de B nas cultivares Albion e Camarosa no solo foram superiores as demais nas folhas amostradas em julho, o mesmo aconteceu para o solo grande cultivada em sacola em setembro, enquanto, na Festival cultivada na calha, os teores foram superiores as demais nas folhas amostradas em julho e novembro, e na Albion cultivada na sacola em novembro.

Os teores de B nas folhas do morangueiro cultivado na calha e na sacola aumentaram com as épocas de amostragens (Figuras 16A e B), enquanto no solo os teores reduziram nas cultivares Albion e Camarosa (Figura 16C). Lemiska et al. (2014), considera como adequado ao morangueiro, cultivar Camarosa, para segunda florada teores de B entre 69 a 88 mg kg⁻¹.

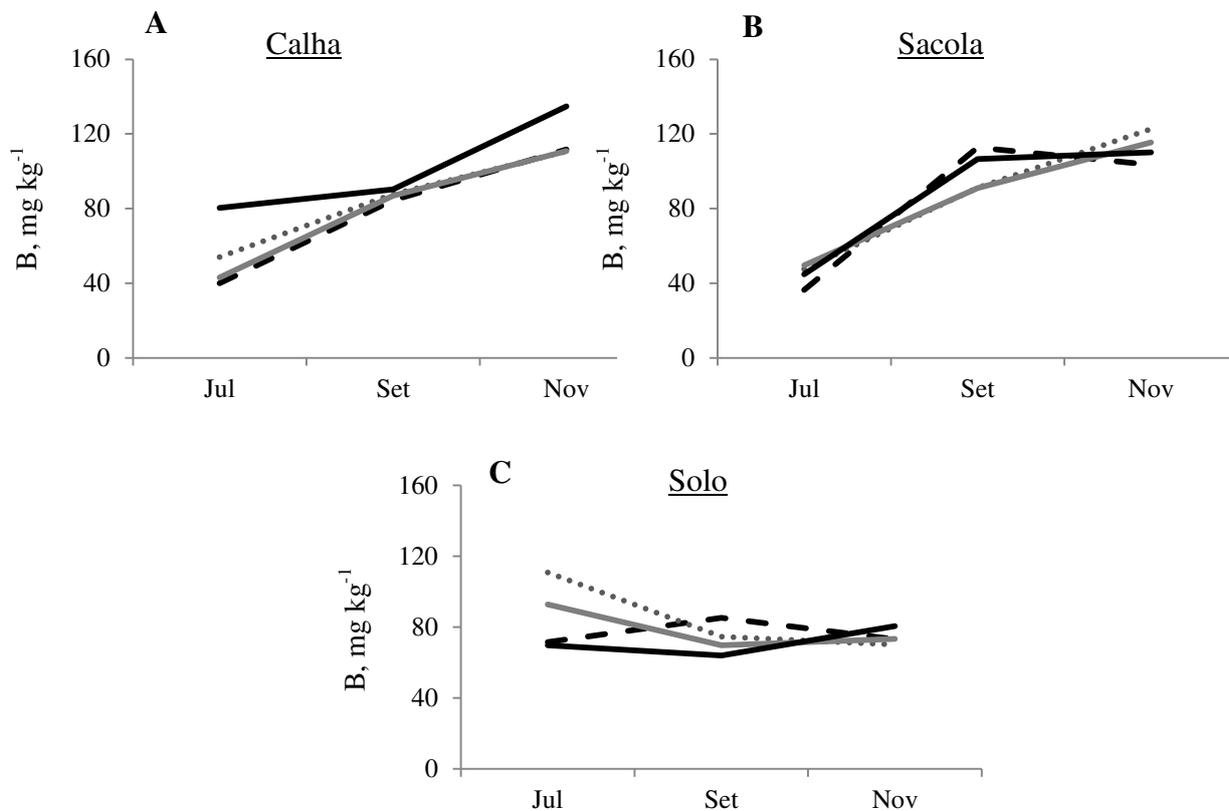
Os teores de B encontrados nas folhas das plantas cultivadas nas calhas e sacolas em novembro (Tabela 20), estão acima da faixa de suficiência estabelecida para a cultura do morangueiro por Raij et al. (1996), de 35 a 100 mg kg⁻¹.

Tabela 20. Teores Boro (mg kg⁻¹) nas folhas das cultivares de morangueiro em três sistemas de cultivo e em três épocas de amostragem.

Sistemas	Oso Grande	Albion	Camarosa	Festival	Média
----- Julho -----					
Calha	40,0 bB	54,0 bB	43,0 bB	80,3 aA	54,3
Sacola	36,3 bA	47,5 bA	49,6 bA	44,7 bA	44,5
Solo	71,5 aB	110,7 aA	92,7 aA	69,7 aB	86,1
Média	49,3	70,8	61,8	64,9	
----- Setembro -----					
Calha	84,5 bA	87,8 aA	86,8 abA	90,3 aA	87,3
Sacola	112,6 aA	91,1 aB	90,9 aB	106,5 aAB	100,3
Solo	85,1 bA	74,5 aA	69,7 bA	63,9 bA	73,3
Média	94,1	84,4	82,5	86,9	
----- Novembro -----					
Calha	111,6 aB	110,7 aB	110,8 aB	134,7 aA	116,9
Sacola	103,5 aB	122,5 aA	115,4 aAB	110,1 bAB	112,8
Solo	73,1 bA	70,1 bA	73,4 bA	80,5 cA	74,3
Média	96,0	101,1	99,9	108,4	

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Figura 16. Variação sazonal dos teores de Boro nas folhas das cultivares de morangueiro em três sistemas de cultivo e em três épocas de amostragem.



Legenda: - - Oso Grande Albion — Camarosa — Festival

A cultivar Festival apresentou menor teor de Cu quando cultivada na calha em relação aos demais sistemas na amostragem em julho (Tabela 21), enquanto em setembro, a cultivar Oso Grande apresentou os menores teores de Cu ao ser cultivada na calha e sacola, e a Camarosa cultivada na calha, e em novembro, a cultivar Oso grande apresentou os menores teores de Cu ao ser cultivada na calha, e Albion, Camarosa e Festival ao serem cultivadas nas sacolas. A cultivar Oso grande apresentou os maiores teores de Cu ao ser cultivada na calha e solo nas amostragens de julho e setembro, respectivamente, e ao ser cultivada na sacola e no solo em novembro.

Os teores de Cu encontrados nas folhas do morangueiro durante as amostragens, de modo geral, estão dentro da faixa de suficiência estabelecida para a cultura do morangueiro por Raij et al. (1996), de 5 a 20 mg kg⁻¹.

Tabela 21. Teores Cobre (mg kg^{-1}) nas folhas de cultivares das morangueiro em três sistemas de cultivo e em três épocas de amostragem.

Sistemas	Oso Grande	Albion	Camarosa	Festival	Média
----- Julho -----					
Calha	6,1 aA	4,7 aAB	5,5 aAB	3,0 bB	4,8
Sacola	5,0 aA	6,9 aA	4,8 aA	4,9 abA	5,4
Solo	6,7 aA	4,6 aA	5,7 aA	6,6 aA	5,9
Média	5,9	5,4	5,3	4,8	
----- Setembro -----					
Calha	4,9 bA	4,2 aA	3,0 bA	4,0 aA	4,0
Sacola	3,8 bA	5,4 aA	5,7 aA	5,5 aA	5,1
Solo	8,4 aA	4,8 aB	3,9 abB	5,5 aB	5,6
Média	5,7	4,8	4,2	5,0	
----- Novembro -----					
Calha	4,6 bC	5,6 aBC	8,2 aA	6,8 aAB	6,3
Sacola	7,1 aA	3,5 bB	4,5 bB	4,0 bB	4,8
Solo	7,3 aA	5,0 abB	2,4 cC	6,3 aAB	5,2
Média	6,3	4,7	5,0	5,7	

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As plantas cultivadas no solo, de modo geral, apresentaram maiores teores de Fe nas folhas amostradas em julho e setembro em relação aos demais sistemas (Tabela 22). Os teores de Fe nas folhas na cultivar Albion foram superiores as demais quando cultivada no solo em setembro e novembro, e o teor de Fe na cultivar Oso grande foi inferior as demais ao ser cultivada na calha em novembro.

Os teores de Fe nas do morangueiro aumentaram em setembro e reduziram em novembro para todos os sistemas de cultivo e cultivares (Figura 17A, B e C), com exceção para cultivar Albion que apresentou teores crescentes ao ser cultivada na calha.

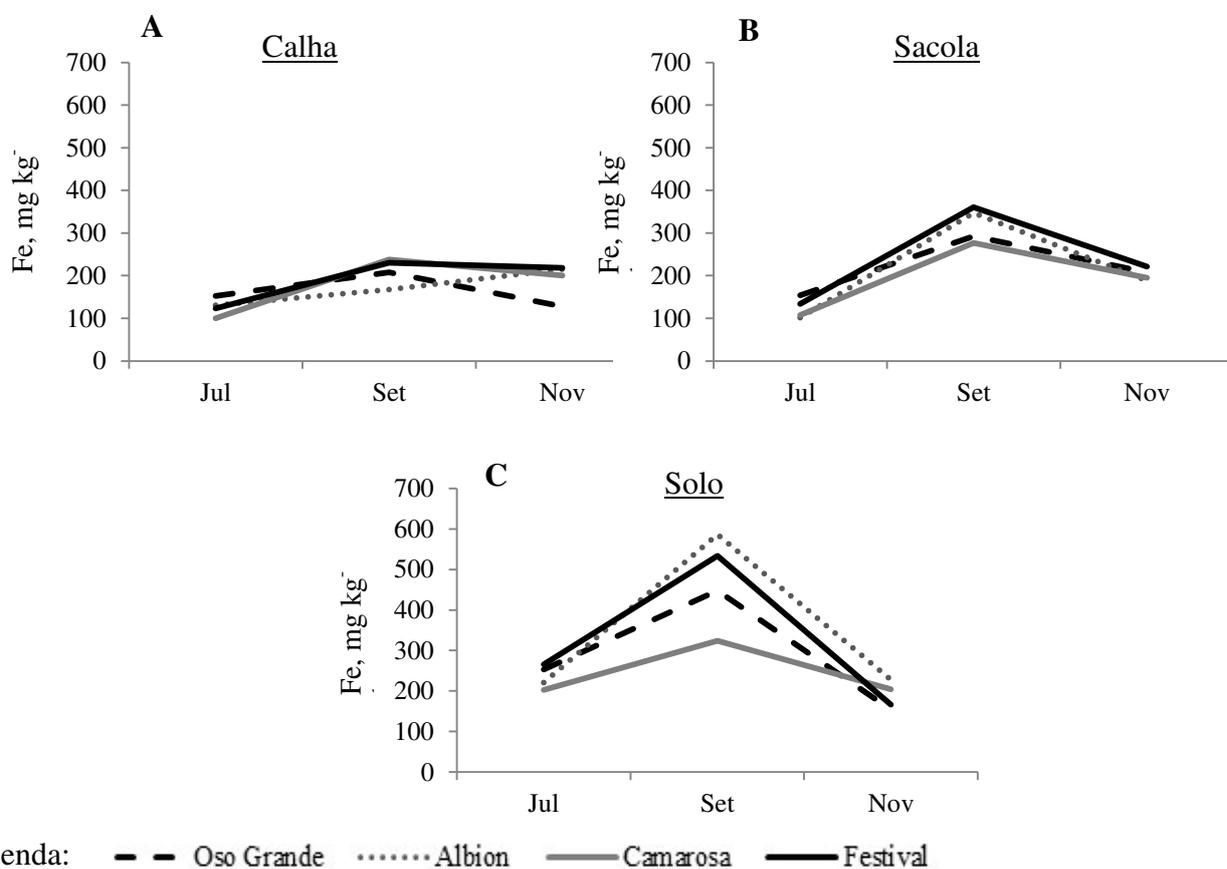
Os teores de Fe encontrados nas folhas das plantas cultivadas no solo em setembro (Tabela 22), estão acima da faixa de suficiência estabelecida para a cultura do morangueiro por Raij et al. (1996), de 50 a 300 mg kg^{-1} .

Tabela 22. Teores Ferro (mg kg^{-1}) nas folhas das cultivares de morangueiro em três sistemas de cultivo e em três épocas de amostragem.

Sistemas	Oso Grande	Albion	Camarosa	Festival	Média
----- Julho -----					
Calha	152,3 bA	130,9 bA	100,2 bA	123,3 bA	126,6
Sacola	154,1 bA	101,6 bA	107,5 bA	134,0 bA	124,3
Solo	253,3 aA	221,0 aA	203,0 aA	265,6 aA	235,6
Média	186,5	151,1	136,9	174,3	
----- Setembro -----					
Calha	207,9 bA	167,7 cA	237,5 aA	230,4 cA	210,8
Sacola	292,4 bA	347,1 bA	277,0 aA	360,9 bA	319,3
Solo	447,9 aB	586,2 aA	324,0 aC	533,7 aAB	472,9
Média	316,0	367,0	279,5	375,0	
----- Novembro -----					
Calha	127,9 bB	215,5 aA	200,3 aA	218,5 aA	190,5
Sacola	208,1 aA	188,6 aA	195,1 aA	221,6 aA	203,3
Solo	154,2abB	227,6 aA	204,1 aAB	166,2 aAB	188,0
Média	163,4	210,5	199,8	202,1	

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Figura 17. Variação sazonal dos teores de Ferro nas folhas das cultivares de morangueiro em três sistemas de cultivo e em três épocas de amostragem.



As plantas cultivadas no solo, de modo geral, apresentaram maiores teores de Mn nas folhas amostradas em julho, setembro e novembro (Tabela 23), sendo que, as plantas cultivadas na sacola apresentaram teores de Mn semelhantes às do solo em julho. O teor de Mn nas folhas da cultivar Festival foi superior às demais ao ser cultivada no solo em julho, e a Oso grande e Albion ao serem cultivadas na sacola em setembro, e a Albion cultivada no solo em setembro e novembro.

Os teores de Mn nas folhas das plantas cultivadas na calha reduziram em setembro e aumentaram em novembro para todas as cultivares, com exceção a cultivar Oso grande que reduziu (Figura 18A), enquanto as plantas cultivadas na sacola e no solo apresentaram reduções nos teores de Mn com as épocas de amostragens (Figuras 18B e C), com exceção as cultivares Albion e Camarosa que apresentaram aumento nos teores em setembro ao serem cultivadas no solo.

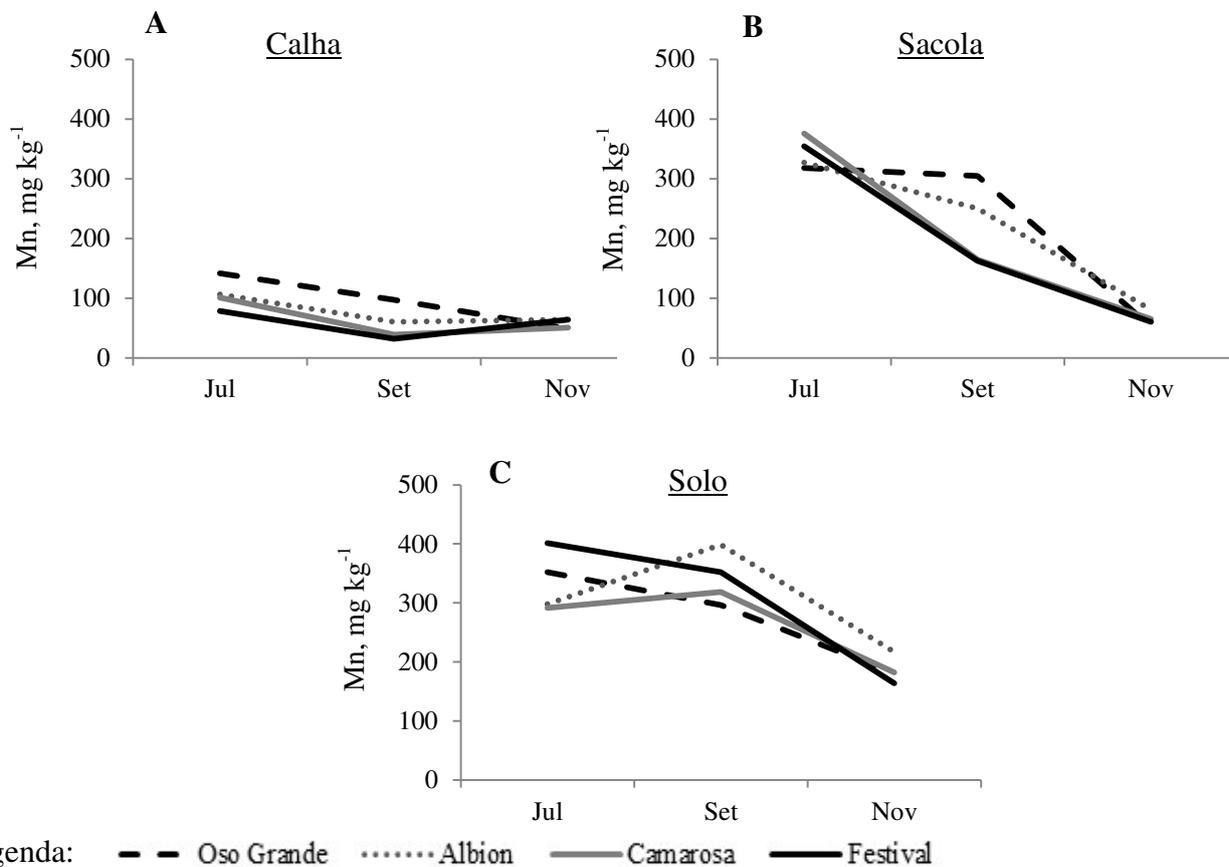
Os teores de Mn encontrados nas folhas das plantas cultivadas na sacola e no solo em julho, e no solo em setembro (Tabela 23), estão acima da faixa de suficiência estabelecida para a cultura do morangueiro por Raij et al. (1996), de 30 a 300 mg kg⁻¹.

Tabela 23. Teores Manganês (mg kg⁻¹) nas folhas das cultivares de morangueiro em três sistemas de cultivo e em três épocas de amostragem.

Sistemas	Oso Grande	Albion	Camarosa	Festival	Média
----- Julho -----					
Calha	141,4 bA	106,2 bA	100,7 bA	78,3 bA	106,6
Sacola	318,2 aA	327,2 aA	375,7 aA	354,2 aA	343,8
Solo	352,3 aAB	298,1 aB	291,7 aB	401,4 aA	335,8
Média	270,6	243,8	256,0	277,9	
----- Setembro -----					
Calha	96,9 bA	60,03 cA	38,7 cA	31,8 cA	56,8
Sacola	304,7 aA	250,2 bA	164,6 bB	162,3 bB	220,4
Solo	296,5 aB	398,6 aA	318,7 aAB	352,1 aAB	341,4
Média	232,6	236,2	174,0	182,1	
----- Novembro -----					
Calha	48,5 bA	63,7 bA	50,6 bA	63,9 bA	56,7
Sacola	52,4 bA	80,5 bA	64,8 bA	60,0 bA	64,4
Solo	180,6 aAB	216,7 aA	182,2 aAB	163,7 aB	185,8
Média	93,8	120,2	99,2	95,9	

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Figura 18. Variação sazonal dos teores de Manganês nas folhas das cultivares de morangueiro em três sistemas de cultivo e em três épocas de amostragem.



As plantas cultivadas no solo em julho e novembro, de modo geral, apresentaram maiores teores de Zn em relação aos demais sistemas (Tabela 24). Os teores de Zn na cultivar Camarosa foram superiores nos três sistemas de cultivo nas folhas amostradas em julho, e em setembro ao ser cultivada no solo, enquanto, o teor de Zn na cultivar Oso grande foi inferior aos demais ao ser cultivada no solo em novembro.

Os teores de Zn nas folhas do morangueiro cultivado nos três sistemas reduziram com as épocas de amostragens, com exceção a cultivar Festival que aumentou em setembro (Figura 19).

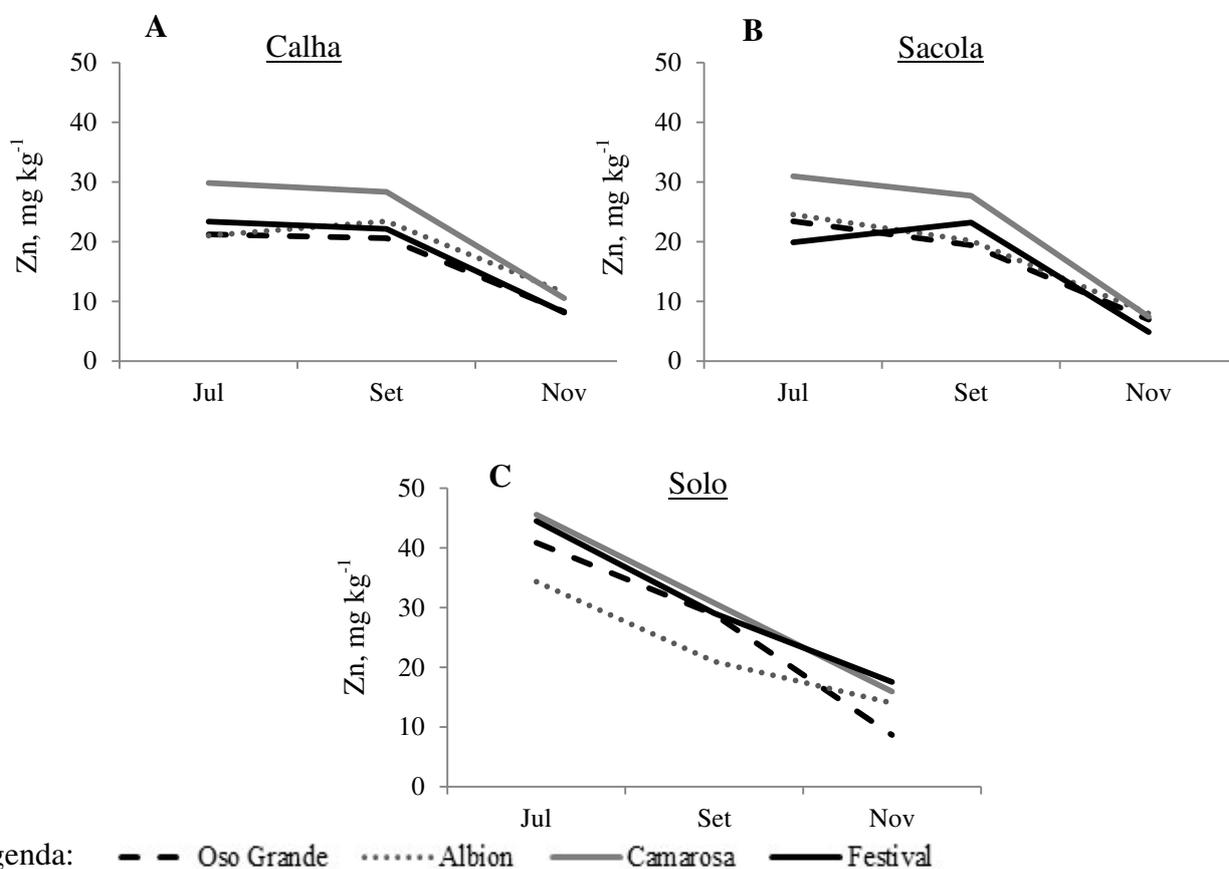
Os teores de Zn encontrados nas folhas amostradas em novembro (Tabela 20), estão abaixo da faixa de suficiência estabelecida para a cultura do morangueiro por Raij et al. (1996), de 20 a 50 mg kg⁻¹.

Tabela 24. Teores Zn (mg kg^{-1}) nas folhas das cultivares de morangueiro em três sistemas de cultivo e em três épocas de amostragem.

Sistemas	Oso Grande	Albion	Camarosa	Festival	Média
----- Julho -----					
Calha	21,2 bB	21,0 bB	29,8 bA	23,3 bAB	23,8
Sacola	23,4 bAB	24,5 bAB	30,9 bA	19,8 bB	24,6
Solo	40,8 aAB	34,3 aB	45,5 aA	44,4 aA	41,3
Média	28,5	26,6	35,4	29,2	
----- Setembro -----					
Calha	20,6 bA	23,4 aA	28,3 aA	22,1 aA	23,6
Sacola	19,3 bA	20,1 aA	27,7 aA	23,2 aA	22,6
Solo	28,8 aAB	20,9 aB	30,7 aA	29,0 aAB	27,3
Média	22,91	21,5	28,9	24,8	
----- Novembro -----					
Calha	8,2 aA	11,5 aA	10,5 bA	8,1 bA	9,6
Sacola	6,9 aA	8,0 bA	7,4 bA	4,8 bA	6,8
Solo	8,6 aB	14,0 aA	15,9 aA	17,5 aA	14,0
Média	7,9	11,1	11,2	10,1	

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Figura 19. Variação sazonal dos teores de Zinco nas folhas de cultivares de morangueiro em três sistemas de cultivo e em três épocas de amostragem.



Nas três épocas de amostragens observa-se em geral, que as plantas nos sistemas de cultivo em calha e no solo apresentaram maiores teores de nutrientes nas folhas .

Os teores de macro e micronutrientes encontrados nas folhas estão dentro da faixa de suficiência estabelecida para a cultura do morangueiro por Raij et al. (1996), exceto para o K nas três épocas de amostragens e em todos os sistemas de cultivo estudados, sugerindo ajustes na concentração desse nutriente na solução nutritiva para o cultivo do morangueiro em Ibiapina.

6. CONCLUSÕES

1. O sistema de cultivo hidropônico afetou a produção de frutos de morango por planta, mas não afetou o peso médio do fruto produzido.
2. A produtividade foi maior nos sistemas hidropônicos do que em cultivo no solo.
3. A cultivar Festival destacou-se quanto à produtividade de frutos nos sistemas de cultivo em calhas e em sacolas.
4. A cultivar Oso grande destacou-se quanto ao peso médio de frutos no sistema de cultivo hidropônico em calhas.
5. Há necessidade de ajustes na concentração de fósforo e magnésio na solução nutritiva para produção hidropônica de morangueiro.

7. REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, I. R. ANTUNES, L. E. C.; JUNIOR, C. R.; STEINMETZ, S.; CARVALHO, F. L. C. **Potenciais regiões produtoras de morango durante a primavera e verão e riscos de ocorrência de geada na produção de inverno no estado do Rio Grande do Sul**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 5 p. (Embrapa Clima Temperado. Comunicado Técnico, 229). 2009.
- ANDRIOLO, J. L. **Fisiologia das culturas protegidas**. Santa Maria: Editorada UFSM, 142p. 1999.
- ANDRIOLO, J. L.; BONINI, J. V.; BOEMO, M. P. Acumulação de matéria seca e rendimento de frutas de morangueiro cultivado em substrato com diferentes soluções nutritivas. **Horticultura Brasileira**, v.20, n.1, p. 24-27, 2002.
- ANTONIOLLI, L. R.; MELO, G. W. **Boas práticas na cultura do morangueiro**. Porto Alegre: SEBRAE/RS, 2007.
- ANTUNES, L. E. C.; REISSER JUNIOR, R. C. **Produção de morangos**. *Jornal da Fruta*, v.191, p.22-24, 2007.
- ANTUNES, L. E. C.; RISTOW, N. C.; KROLOW, A. C. R.; CAPENEDO, S.; REISSER JÚNIOR, R. N. C.; Yield and quality of strawberry cultivars. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.28, n.2, p.222-226, 2010.
- BENINNI, E. R. Y.; TAKAHASHI, H. W.; NEVES, C. S. V. J. Concentração e acúmulo de macronutrientes em alface cultivada em sistemas hidropônico e convencional. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 26, n. 3, p. 273-282, 2005.
- BONNECARRÈRE, R. A. G. **Soluções nutritivas e formas de manejo do morangueiro em hidropônica**. 2002. 88p. Dissertação (mestrado em agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, 2002.
- BORTOLOZZO, A. R.; SANHUEZA, R. M. V.; MELO, G. W. B., BERNARDI, J. KOVALESKI, A.; HOFFMANN, A.; BOTTON, M.; FREIRE, J. M.; BRAGHINI, L. C.; VARGAS, L.; CALEGARIO, F. F.; FERLA, N. J.; PINENT, S. M. J. **Produção de morangos no sistema semi-hidropônico**. Circular Técnica, 62. Bento Gonçalves: Embrapa, 24 p. 2007.
- CANTILLANO, R. F. F. **Fisiologia e manejo na colheita e pós-colheita de morangos**. In. CARVALHO, S. P de (Coord.). **Boletim do morango: cultivo convencional, segurança alimentar, cultivo orgânico**. Belo Horizonte: p.97-105. FAEMG, 2006.
- CARMO Jr, R. R. **Produção de alface (Lactuca sativa L.) em cultivo hidropônico utilizando atmosfera modificada no interior da estufa**. Dissertação de Mestrado, FEAGRI, UNICAMP, Campinas, 2000.
- CARRIJO, O. A. et al. Tomato crop production under different substrates and greenhouses models. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 1, p.5-9, 2004.

CASTELLANE, P. D.; ARAÚJO, J. A. C. **Cultivos em solo - Hidroponia**, FCAV, Jaboticabal, FUNEP, 43p. 1995.

CECATTO, A. P.; CALVETE, E. O.; NIENOW, A. A.; COSTA, R. C.; MENDONÇA, H. F. C.; PAZZINATO, A. C. Culture systems in the production and quality of strawberry cultivars *Acta scientiarum Agronomy*. v. 35 n. 4, 2013.

CHANDLER, C. K.; LEGARD, D. E.; DUNIGAN, D. D.; CROCKER, T. E.; SIMS, C. A. Strawberry Festival Strawberry. *Hortscience* 35(7) : 1366–1367. 2000.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2 ed. Lavras: UFLA, 785p. 2005.

COSTA, E. **Avaliação da produção de alface em função dos parâmetros climáticos em casas de vegetação com sistema hidropônico nos períodos de outono e inverno**. Dissertação de Mestrado (Construções Rurais e Ambiente). Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas-Campinas, 144p São Paulo, 2001.

COSTA, E. **Avaliação de produção de morangueiro em sistemas hidropônicos, utilizando casas de vegetação com diferentes níveis tecnológicos**. Tese de doutorado. Editora costa, Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas,-Campinas, SP, 143p. 2004.

COSTA, R. C.; CALVETE, E. O.; REGINATTO, F. H.; CECCHETTI, D.; LOSS, J. T.; RAMBO, A.; TESSARO, F. Telas de sombreamento na produção de morangueiro em ambiente protegido. *Horticultura Brasileira* v. 29 n. 1 p. 98-102, 2011.

DAROLT, M. R. **Comparação da qualidade do alimento orgânico com o convencional**. In: STRIGHETA, P. C.; MUNIZ, J. N. (Ed.). Alimentos Orgânicos: produção, tecnologia e certificação. Viçosa: p. 289-312, 2003.

DEMIRSOY, L.; DEMIRSOY, H.; ERSOY, B.; BALCI, G.; KIZILKAYA, R. Seasonal variation of N,P,K and Ca content of leaf, crown and root of “Sweet Charlie” strawberry under different irradiation. *Zemdirbyste Agriculture*. V. 97 p. 23-32, 2010.

DIAS, M. S. C.; SILVA, J. J. C.; PACHECO, D. D.; RIOS, S. A.; LANZA, F. E. **Produção de morangos em regiões não tradicionais**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 28, n. 236, p. 24-33, 2007.

DUARTE FILHO, J. **Cultivares de morango**. In: CARVALHO, S. P. de(Coord.). **Boletim do morango: cultivo convencional, segurança alimentar, cultivo orgânico**. Belo Horizonte: p. 15-22. FAEMG, 2006.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema de Produção do Morango: Cultivo Protegido**, 2005. Disponível em:<
<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Morango/SistemaProducaoMorango/index.htm>>. Acesso em: 13.02. 2014.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema de Produção de Morango para mesa na região da serra gaúcha e encosta superior do nordeste: Preparo**

da área para plantio, 2003. Disponível em <http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/sprod/MesaSerraGaucha/preparo.htm>. Acesso em: 25.02. 2014.

FAOSTAT – FAO - **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. disponível em <http://faostat.fao.org/>, citado por: TOP 5 OF ANYTHING, **Agricultura e estatísticas agropecuárias**. 2014. disponível em: <http://top5ofanything.com/index.php?h=35769269>. Acesso em: 20.04.2014.

FERNANDES JÚNIOR, F.; FURLANI, P. R.; RIBEIRO, I. J. A.; CARVALHO, C. R. L. Produção de frutos e estolhos do morangueiro em diferentes sistemas de cultivo em ambiente protegido. **Bragantia**, v.61, p.25-34, 2002.

FERNANDES, A. R. **Nutrição mineral e crescimento de mudas de pupunheira (*Bactris gasipases* H. B. K.), em solução nutritiva, em função do balanço de nutrientes e níveis de salinidade**. Tese (Doutorado em Agronomia/ Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras. p. 145. 2000.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciênc. Agrotec.**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FILGUEIRA, F. A. R. Rosáceas – morango: um frutinho rasteiro. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 2. Ed. Viçosa, MG: UFV, p. 378-385. 2003.

FRANCESCANGELI, N.; SANGIACOMO, M. A.; MARTI, H. Effects of plant density in broccoli on yield and radiation use efficiency. **Scientia Horticulturae**, v.110, p.135-143, 2006.

FURLANI, P. R.; FERNANDES, F. Produção **de morango usando a técnica da hidroponia vertical**. 2008. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2008_3/MorangoVertical/index.htm>. Acesso em: 9/4/2013.

FURLANI, P. R.; FERNANDES JÚNIOR, F. **Cultivo hidropônico de morango em ambiente protegido**. In: SIMPÓSIO NACIONAL DO MORANGO & ENCONTRO DE PEQUENAS E FRUTAS NATIVAS DO MERCOSUL, Pelotas. **Anais... pelotas: Corrêa Antunez, L. E.etal., (Eds.). EMBRAPA, P. 102-115. (Documentos 124).** 2004.

GIMENÉZ, G.; ANDRIOLO, J. L.; GODOI, R. S. Cultivos sem solo do morangueiro. **Ciência Rural**, vol.38, n. 1, p. 273-279. 2008.

GODOI, R. S. **Produtividade e qualidade do morangueiro em sistemas fechados de cultivo sem solo**. Dissertação de mestrado, UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA, RS, BRASIL, 2008.

GODOI, R. S.; ANDRIOLO, J. L.; FRANQUÉZ, G. G.; JANISCH, D. I.; ARDOSO, F. L.; VAZ, M. A. B. Produção e qualidade do morangueiro em sistemas fechados de cultivo sem solo com emprego de substratos. **Ciência Rural**. v. 39, n. 4, p. 1039-1044, 2009.

GUSMÃO, M. T. A.; ARAÚJO, J. A. C.; GUSMÃO, S. A. L.; VILLELA JÚNIOR, L. V. E. **Avaliação do desenvolvimento do morangueiro em relação às variáveis climáticas, em Jaboticabal – SP.** Congresso Brasileiro de Olericultura. Brasília, DF, 2001.

HONG, L.; RUIPING, H.; TIANGXIAN, L.; KELIN, H. **Ability of nitrogen and phosphorus assimilation of seven strawberry cultivars in a northern Atlantic coastal soil.** World Congress of Soil Science, Soil Solutions for a Changing World. Australia, 2010.

KÖPPEN, W. **Climatologia: com un estudio de los climas de la tierra.** Mexico: Fondo de Cultura Economica, 478p. 1948.

LEMISKA, A.; PAULETTI, V.; CUQUEL, F. L.; ZAWADNEAK, M. A. C. Produção e qualidade da fruta do morangueiro sob influência da aplicação de boro. **Ciência Rural**, v.44, n.4, p. 622-62. 2014.

LIETEN, F. Methods and strategies of strawberry forcing in europe. Historical perspectives and recent developments. **Acta Horticulturae**, v.348, p. 158-170, 1993.

LIETEN, P.; LONGUESSERRE, J.; BARUZZI, G.; LOPEZ-MEDINA, J.; NAVATEL, J. C. Recent situation of strawberry substrate culture in Europe. **ISHS Acta Horticulturae** v. 649, p. 193-196, 2004.

LIMA, R. L. S.; SIQUEIRA, D. L.; CAZETTA, J. O.; FERREIRA, G. B.; WEBER, O. B. Variação sazonal da concentração de macronutrientes em folhas de diferentes genótipos de aceroleira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 3, p. 652-656, 2007.

MARTINEZ, E. P. **Formulações de soluções nutritivas para cultivos hidropônicos comerciais.** Editora Afiliada, FCAV, UNESP, 1997.

MARTINEZ, H. E. P. **Manual Prático de Hidroponia.** Aprenda Fácil Editora: Viçosa, M.G, 271 p. 2005.

MELLO, M. S.; CARVALHO, A. M.; GUIMARÃES, J. C. **Nutrição, irrigação e fertirrigação do morangueiro.** In: Cultivo convencional, segurança alimentar, cultivo orgânico. Boletim do Morango: Belo Horizonte, 2005.

MIYAZAWA, M.; PAVAN, M. A.; MURAOKA, T.; CARMO, C. A. F. S. do.; MELO, W. J. Análise química de tecido vegetal. In: SILVA, F. C. de. (Ed). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes.** Brasília, DF: Embrapa informação Tecnologia, 2. ed. p. 191-234. 2009.

OLIVEIRA, P. R.; BRAHM, R. U.; SCIVITTARO, W. B. **Ventana** (nova cultivar de morangueiro recomendada para o rio grande do sul). Comunicado técnico. UCPel, 4p. Pelotas 2006.

OSÓRIO, V. A.; FORTES, J. F. **Morango: Fitossanidade.** Embrapa Clima temperado (Pelotas, RS). Brasília: Embrapa, 36 p. 2003.

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 JUNIOR, A.B.; SOUZA, R.P.D. **Sintomas visuais de deficiências minerais em morangueiro cultivado no norte de minas gerais**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, Cabo Frio. **Palestras e recursos**. Frutas do mundo. Cabo Frio: SBF, 2006.

PORTELA, I. P.; PEIL R. M. N.; ROMBALDI C. V. Efeito da concentração de nutrientes no crescimento, produtividade e qualidade de morangos em hidroponia. **Horticultura Brasileira**. v. 30, n. 2, p. 266-273, 2012.

RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. (Boletim técnico, 100), 2.ed. Campinas: IAC, 285p. 1996.

RESENDE J. T. V; MORALES R. G. F; FARIA M. V; RISSINI A. L. L; CAMARGO L. K. P; CAMARGO C. K. Produtividade e teor de sólidos solúveis de frutos de cultivares de morangueiro em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**. v. 28 n. 2 p. 185-189. 2010.

RIBEIRO, M. G. P. M.; MICHEREFF FILHO, M.; GUEDES, I. M. R.; JUNQUEIRA, A. M. R.; LIZ, R. S. Efeito da adubação química na infestação do ácaro rajado e na produção do morangueiro. **Horticultura Brasileira** v. 30, n. 4 . 2012.

RONQUE, E. R. V. **A cultura do morangueiro: Revisão e prática**. Curitiba: EMATER–Paraná, 206p. 1998.

SAMINÊZ, T. C. O. Agricultura orgânica: mercado em expansão. **Revista Brasileira Agropecuária**. ano. 1, n. 9, p. 43, 2000.

SANTOS, P. E. T. **Sistema de Produção de Morango**. Pelotas, EMBRAPA Clima Temperado–RS, 2005. Disponível em <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Morango/SistemaProducaoMorango/cap02.htm>. acesso em 20 de Janeiro de 2014.

SILVA, A. F.; DIAS, M. S. C.; MARO, L. A. C. **Botânica e fisiologia do morangueiro**. Informe agropecuário, Morango: Conquistando Novas Fronteiras. Belo Horizonte. v. 28, n. 236, p. 7-13. 2007.

SILVA, V. L.; COZZOLINO, S. M. F. **Biodisponibilidade de Micronutrientes- Vitamina C (ácido ascórbico)**. In: COZZOLINO, S. M. F. Bio disponibilidade de nutrientes 2. ed. Barueri: Manole, p. 305-324. 2007.

SOUZA, G. G.; VIANA, T. V. A.; PEREIRA, E. D.; ALBUQUERQUE, A. H. P.; MARINHO, A. B.; AZEVEDO, B. M. Fertirrigação potássica na cultura do morango no litoral cearense. **Bragantia**. v. 73, n. 1, p. 39-44, 2014.

VAILATI, T.; SALLES, R. F. M. Rendimento e qualidade de frutos de morangueiro sob diferentes coberturas de solo. **Revista Acadêmica Ciências Agrárias e Ambientais**. Curitiba, v. 8, n. 1, p. 29-37, 2010.