UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
INSTITUTO DE CIENCIAS AGRARIAS E TECNOLOGICA
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola

PRODUÇÃO DA CULTURA DO MORANGO SEMI - HIDROPÔNICO EM DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO

HAMILTON ABRAHAM WEIMAR CASTRO

Rondonópolis - MT
2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLOGICAS
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola

PRODUÇÃO DA CULTURA DO MORANGO SEMI - HIDROPÔNICO EM DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO

HAMILTON ABRAHAM WEIMAR CASTRO
ENGENHEIRO AGRONOMO

Orientador: Prof. Dr. Tonny José Araújo da Silva

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Mato Grosso, para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola. Linha de pesquisa: Engenharia de Sistemas Agrícolas.

Rondonópolis - MT
2017

Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.

W422p WEIMAR CASTRO, HAMILTON ABRAHAM.
PRODUÇÃO DA CULTURA DO MORANGO SEMI - HIDROPÔNICO EM DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO / HAMILTON ABRAHAM WEIMAR CASTRO. -- 2017
68 f. : il. color. ; 30 cm.

Orientador: TONNY JOSÉ ARAÚJO DA SILVA.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências Agrárias e Tecnológicas, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Rondonópolis, 2017.
Inclui bibliografia.

1. Fragaria ananassa. 2. Zeer Pot. 3. Slab. I. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA
Rodovia Rondonópolis-Guiratinga, km 6 - Sagrada Família, - Cep: 78735-90 -Rondonópolis/MT
Tel: (66) 3410-4063 - Email: spgeagri@ufmt.br

FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO: "PRODUÇÃO DA CULTURA DO MORANGO SEMI-HIDROPÔNICO EM DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO"

AUTOR: Mestrando Hamilton Abraham Weimar Castro

Dissertação defendida e aprovada em 27/02/2017.

Composição da Banca Examinadora:

Presidente Banca / Orientador Doutor Tonny José Araújo da Silva
Instituição: Universidade Federal de Mato Grosso

Examinador Interno Doutor Thiago Franco Duarte
Instituição: Universidade Federal de Mato Grosso

Examinador Externo Doutor Jefferson Vieira José
Instituição: Universidade Federal de Mato Grosso

Examinador Suplente Doutor Marcio Koetz
Instituição: Universidade Federal de Mato Grosso

RONDONÓPOLIS, 27/02/2017.

Acuérdate de tu Creador en los días de tu juventud, antes que vengan los días malos, y lleguen los años de los cuales digas: No tengo en ellos contentamiento;

Antes que se oscurezca el sol, y la luz, y la luna y las estrellas, y vuelvan las nubes tras la lluvia;

Cuando temblarán los guardas de la casa, y se encorvarán los hombres fuertes, y cesarán las muelas porque han disminuido, y se oscurecerán los que miran por las ventanas;

Y las puertas de afuera se cerrarán, por lo bajo del ruido de la muela; cuando se levantará a la voz del ave, y todas las hijas del canto serán abatidas;

Cuando también temerán de lo que es alto, y habrá terrores en el camino; y florecerá el almendro, y la langosta será una carga, y se perderá el apetito; porque el hombre va a su morada eterna, y los endechadores andarán alrededor por las calles;

Antes que la cadena de plata se quiebre, y se rompa el cuenco de oro, y el cántaro se quiebre junto a la fuente, y la rueda sea rota sobre el pozo;

Y el polvo vuelva a la tierra, como era, y el espíritu vuelva a Dios que lo dio.

Vanidad de vanidades, dijo el Predicador, todo es vanidad.

Eclesiastés 12: 1-8

Dedico

Ao Deus todo-poderoso, que me ajudou até aqui e me deu força para terminar. Aos meus pais Jorge Lyn Weimar Suarez e Guillermina Castro Ruiz, por todo o apoio e por todos os ensinamentos. A meu irmão Jorge Miguel Weimar Castro, por compartilhar os melhores momentos da minha vida com ele. A minha querida esposa Danityelle Chaves de Freitas Weimar por seu amor, cuidado, proteção e conselhos.

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus pela minha vida, minha saúde, agradeço pela sabedoria e inteligência, agradeço pela oportunidade de estar concluindo esta etapa com sucesso.

Agradeço ao meus pais Jorge Lyn Weimar Suarez e Guillermina Castro Ruiz, por terem me guiado até aqui, pelos ensinamentos, conselhos e apoio em todas minhas decisões.

A meu irmão Jorge Miguel Weimar Castro por ser um companheiro e um amigo para mim, e pelos momentos compartilhados com ele.

A minha esposa Danityelle Chaves de Freitas Weimar pelos conselhos e ajuda nesta etapa da minha vida.

A minhas avós Ernestina Suarez e Guillermina Ruiz por todos os cuidados e ensinamentos.

A família da minha esposa agradeço muito, principalmente os avós, minha sogra e padrasto da minha esposa

Agradeço a minha família, Ingrid Weimar Suarez, Mabel Weimar, Maria Edith Weimar, Miguel Arnesto, Dora Weimar, Victor Ramon Cantarero, Johanna Weimar, Silvio Weimar, Andy Arnesto, Jackeline Arnesto, Luis Angel Ruiz e todos aqueles que de alguma forma me ajudaram a realizar este sonho.

A meu orientador, Prof. Dr. Tonny José Araújo da Silva por todos os conhecimentos, ajuda e por toda a disponibilidade durante estes dois anos. A professora Dra. Edna Maria Bonfim-Silva e demais professores do programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola por todos os conhecimentos passados durante as disciplinas e ajuda durante a realização do meu experimento.

Aos meus amigos que foram de grande ajuda nesta etapa, William Lima Crisostomo, Adriano Bicioni Pacheco, Andressa Selestina Dalla Côrt São Miguel, Marcos Aurélio de Oliveira Santos, Pablo Franco de Rezende, Carina Sthefanie Lemes Lima, Camila Menezes Rodrigues da Silva, Zieglenristen Calabria, Milly Siqueira Cardinal, Ellen Souza do Espirito Santo , Eder Rodrigues Batista, Vinicius Melo da Silva, William Fenner, Thiago Castañon, Maria Debora Loiola, Alessana Schlichting, Pamela Palhano, Mauricio Apolonio, Jaime Osmar Orozco, Guilherme Souza, Guilherme Garcia Gardini e Prof. Dr. Alcindo.

Agradeço ao Grupo de Práticas em Água e Solo (GPAS) da UFMT-Rondonópolis, por sempre estar disposto a trabalhar comigo.

Agradeço ao Grupo Coimbra de Universidades Brasileiras (GCUB) pela oportunidade de fazer intercambio neste país. A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsa durante esses dois anos de curso.

À UFMT - Universidade Federal de Mato Grosso, e ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola (PGEAGRI).

Em fim agradeço a todos que direta ou indiretamente contribuíram para realização deste trabalho.

Deus abençoe a todos os mencionados neste texto, desejo-lhes muito sucesso em tudo.

Muito obrigado!

PRODUÇÃO DA CULTURA DO MORANGO SEMI- HIDROPÔNICO EM DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO

RESUMO: O morango é uma cultura de grande importância econômica no setor hortícola a nível nacional e internacional, devido à grande demanda de mão de obra, gerando empregos e consequentemente, melhorando a qualidade de vida das famílias. A área de produção de morango cresce a cada ano e com isso surge a necessidade de desenvolver novas tecnologias de produção e escolhas de cultivares apropriadas para se adaptar a região Sul do Mato Grosso. Assim, objetivou-se avaliar o desempenho, produção e qualidade de frutos de morango utilizando três cultivares submetidos a diferentes sistemas de cultivo em ambiente protegido. O experimento foi conduzido na Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Universitário de Rondonópolis, em casa de vegetação. O delineamento foi em blocos casualizados, em parcelas subdivididas, utilizando três sistemas de cultivo como parcela principal: Blocos de cerâmica (*Zeer pot*), Vasos plásticos e *Slab* (sacos plásticos); e as subparcelas com três cultivares de morango: San Andrea, Oso Grande e Albion, com quatro repetições, totalizando 36 subparcelas. Para a formação do substrato foram misturados solo e substrato comercial. O sistema de irrigação foi por gotejamento, utilizando gotejadores autocompensantes (Naan). Foi preparada uma solução nutritiva de acordo as fases de desenvolvimento do morango. Foram avaliadas características de desempenho como número de folhas e flores, área foliar, massa seca da parte aérea; também se avaliou a parte produtiva das plantas e a qualidade dos frutos. Os sistemas de cultivos influenciaram o desempenho das plantas de morango no ambiente protegido na região de Rondonópolis-MT, exceto para as qualidades dos frutos que não foram influenciados pelos sistemas de cultivos. Os sistemas que proporcionaram melhor desenvolvimento das cultivares de morango foram os Vasos e *Slab*, respectivamente, enquanto o sistema de blocos de cerâmica proporcionou o menor desenvolvimento das plantas de morango. As variedades San Andreas e Albion tiveram os maiores desenvolvimentos das plantas.

Palavras-chaves: *Fragaria ananassa*, *Zeer Pot*, *Slab*.

PRODUCTION OF SEMI-HYDROPONIC STRAWBERRY CULTURE IN DIFFERENT CROP SYSTEMS

ABSTRACT: Strawberry is a crop of great economic importance in the horticultural sector at national and international level, due to the high demand of labor, generating jobs and consequently improving the quality of life of families. The area of strawberry production grows every year and with this arises the need to develop new production technologies and choices of cultivars appropriate to adapt to the southern region of Mato Grosso. The objective was to evaluate the performance, production and quality of strawberry fruits using three cultivars submitted to different cultivation systems in protected environment. The experiment was conducted at the Federal University of Mato Grosso, *Campus* of Rondonópolis, under greenhouse conditions. The design was in randomized blocks, in subdivided plots, using three cropping systems as main plot: Zeer pot (ceramic blocks), plastic pots and Slab (plastic bags), and the subplots with three strawberry cultivars: San Andreas, Oso Grande and Albion, with four repetitions, totaling 36 subplots. For the formation of the substrate were mixed soil and commercial substrate. The irrigation system was drip irrigation, using self-compensating drippers (Naan). A nutrient solution was prepared according to the stages of development of the strawberry. Performance characteristics were evaluated as leaf and flower numbers, leaf area, shoot dry mass; the productive part of the plants and the quality of the fruits were also evaluated. The crops systems influenced the performance of strawberry plants in the protected environment in the region of Rondonópolis-MT, except for the fruit qualities that were not influenced by cropping systems. The systems that provided better development of the strawberry cultivars were the plastic pots and *Slab*, respectively, while the ceramic block system provided the least development of the strawberry plants. The San Andreas and Albion varieties had the greatest plant development

Keywords: *Fragaria ananassa, Zeer Pot*, *Slab*.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. (A) Casa de Vegetação com painel evaporativo e (B) sistemas de exaustores. 29
Figura 2. Croqui geral das parcelas subdivididas em blocos casualizados, onde AL representa (Albion), SA (San Andreas) e OG (Oso Grande). 30
Figura 3. Sistema de blocos de cerâmica sobrepostos alternadamente apoiados com parafusos fixados em suportes de madeira. 32
Figura 4. Sistema de bancada de madeira para suporte dos vasos (A) e vasos plásticos de 8 dm^3 (B). 32
Figura 5. (A) Slab de plásticos preenchidos de substratos e (B) Slab confeccionados prontos sobre a bancada. 33
Figura 6. Solo e substrato na proporção 1:1 para ser misturado e homogeneizado na betoneira. 34
Figura 7. (A) Preparação e separação dos saquinhos para cada variedade e (B) estabelecimento das mudas por saco. 35
Figura 8. (A) Tela de polipropileno fechada nas horas mais frescas do dia e (B) tela aberta nas horas mais quente do dia. 36
Figura 9. (A) Sistema de linha principal e secundaria para cada unidade experimental, (B) Sistema de irrigação direcionado para SLAB, (C) Sistema de irrigação direcionado para Vasos plásticos e (D) Sistema de irrigação direcionado para Bloco de Cerâmica. 38
Figura 10. Avaliações para contabilizar os números de folhas e flores de morango 40
Figura 11. (A) Termômetro infravermelho portátil e (B) medição da temperatura das folhas de morango. 40
Figura 12. Porômetro folhar SC1 Dacagon Device avaliando a condutância estomática das folhas de morango. 41
Figura 13. Estado de maturação com mais de 70% de cor vermelha pronto para colheita. 41
Figura 14. Pesagem dos frutos comerciais de morango para obtenção da massa fresca 42
Figura 15. (A) Medição de diâmetro dos frutos de morango com paquímetro digital e (B) classificação dos frutos comerciais e não comerciais. 42

Figura 16. Determinação do teor de sólidos solúvel nos frutos de morango, com refratômetro portátil expressado em ºBrix. 43
Figura 17. (A) Titulação da polpa dos frutos de morango com fenolftaleína e (B) solução de hidróxido de sódio 0,1 M. 43
Figura 18. (A) Folhas de morango sendo cortadas para avaliação de área foliar, (B) separação das folhas e pecíolos, (C) folhas prontas para se medidas no aparelho e (D) medição da área foliar. 44
Figura 19. (A e B) Retirada da parte aérea das plantas de morango e (C) estufa de circulação forçada. 45
Figura 20. (A) Preparo das amostras de substrato com água destilada e (B) Leitura das amostras com condutivímetro. 46
Figura 21. Número de folhas por planta^{-1} nos sistemas de cultivos aos 30, 60 e 90 dias de avaliação. 47
Figura 22. Número de folhas por planta^{-1} nas variedades de morango aos 30 dias de avaliação. 48
Figura 23. Área foliar em cm^2 por planta^{-1} avaliados nos sistemas de cultivos. 49
Figura 24. Número de flores por planta^{-1} nas variedades de morango aos 30 dias de avaliação. 51
Figura 25. Média da condutância estomática nas variedades de morango aos 30 dias após o transplantio 53
Figura 26. Produção de massa seca da parte aérea das variedades de morango nos diferentes sistemas de cultivo. 55
Figura 27. Condutividade Elétrica avaliada nos sistemas de cultivo semi-hidropônico. 56
Figura 28. Número de frutos comerciais das cultivares nos sistemas de cultivos semi-hidropônico. 57
Figura 29. Massa fresca total dos frutos comerciais das variedades Oso Grande, Albion e San Andreas nos sistemas de cultivos semi-hidropônico. 60
Figura 30. Acidez Titulável Total dos frutos comerciais das variedades de morango nos sistemas de cultivos semi-hidropônico. 63

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Dados de temperatura média, umidade relativa e radiação solar no interior da estufa para os meses de Maio a Agosto do ano 2017. 31
Tabela 2. Análise química e granulométrica do Latossolo Vermelho.....34
Tabela 3. Análise química e granulométrico do substrato misturado com solo. 34
Tabela 4. Pulverizações durante a condução do experimento para o controle de pragas e doenças.....37
Tabela 5. Nutrientes utilizados para a formulação da solução nutritiva na cultura do morango semi-hidropônico sob condições controladas (EMBRAPA, 2006).....38
Tabela 6. Temperatura da folha em diferente sistema de cultivos e variedades avaliados aos 30 dias após o transplantio (DAT). 51
Tabela 7. Temperatura da folha nos diferentes sistemas de cultivos e variedades avaliados aos 60 dias após o transplantio (DAT). 52
Tabela 8. Temperatura da folha em diferente sistema de cultivos e variedades avaliados aos 90 dias após o transplantio (DAT). 52
Tabela 9. Massa fresca por frutos em diferentes sistemas de cultivos e variedades. 58
Tabela 10. Diâmetro dos frutos em diferentes sistemas de cultivos e variedades....61
Tabela 11. Teor de Sólidos Solúveis total dos frutos de morango em diferentes sistemas de cultivos e variedades.....62
Tabela 12. Relação Sólidos solúveis total e Acidez titulável (SST/ATT) dos frutos de morango em diferentes sistemas de cultivos e variedades. 64

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 17
2. REVISÃO DE LITERATURA 19
2.1. A cultura do Morango 19
2.2. Exigências edafoclimáticas 20
2.3. Época de plantio 21
2.4. Cultivares 21
2.4. Irrigação do Morangueiro 22
2.6. Colheita 23
2.7. Características químicas dos frutos do morango 23
2.8. Sistemas de cultivo do morango em ambientes protegidos. 24
2.9. Sistema de esfriamento evaporativo 27
3. MATERIAL E MÉTODOS 29
3.1. Localização e Delineamento Experimental 29
3.2. Construção dos sistemas 32
3.3. Substrato 33
3.4. Condução do experimento 35
3.5. Sistema de Irrigação e Solução Nutritiva 37
3.6. Variáveis analisadas 39
3.6.1. Número de Folhas, Número de Flores, Condutância Estomática e Temperatura da planta. 39
3.6.2. Número de Frutos comerciais, Massa Fresca Total de Frutos Comerciais e Massa Fresca por Frutos 41
3.6.3. Diâmetro dos frutos comerciais 42
3.6.4. Teor de Sólidos Solúveis Total e Acidez Titulável Total 43
3.6.5. Área Foliar 44

3.6.6. Massa seca da parte aérea do morango 45
3.6.7. Condutividade elétrica (CE) do substrato.....45
3.6.8. Análise estatística 46
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....47
4.1. Número de Folhas e Área Foliar 47
4.2. Número de Flores.....50
4.3. Temperatura da folha 51
4.4. Condutância Estomática 53
4.5. Massa Seca Parte Aérea (MSPA).....54
4.6. Condutividade Elétrica 55
4.7. Número de Frutos comerciais 56
4.8. Massa Fresca por frutos e Massa Fresca Total dos Frutos 58
4.9. Diâmetro dos frutos Comerciais 60
4.10. Teor de Sólidos Solúveis Total (SST) 61
4.11. Acidez Titulável Total 62
4.12. Relação SST/ATT 64
5. CONCLUSÕES.....66
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 67

1. INTRODUÇÃO

O morango (*Fragaria x ananassa*) é uma cultura de grande importância econômica no setor hortícola a nível mundial e nacional, é uma importante alternativa de diversificação agrícola sendo cultivado em quase todas as regiões do mundo, incluindo o Brasil, onde a produção é maior em regiões de clima ameno.

É considerada uma das culturas mais importantes no setor agrícola, principalmente para produtores de base familiar, devido à grande demanda de mão de obra proporcionando melhorias na geração de empregos e renda, e consequentemente, na qualidade de vida das famílias produtoras.

Dentre as características dos frutos que mais atraem o consumidor estão o sabor, o aroma e a aparência, muito atrativa de cor vermelha intensa. Os frutos apresentam compostos aromáticos que atuam nos nervos do olfato e do paladar, aumentando o apetite. É uma fruta que apresenta benefícios para a saúde, facilitando a digestão e melhorando o funcionamento do fígado pelo seu elevado teor de açúcares naturais.

Atualmente América do Sul produz 318.686 toneladas de morango em 11.884 hectares, sendo o Brasil, Argentina e Chile os que mais produzem. A área plantada de morango no Brasil atualmente é de 4 mil hectares aproximadamente, estima-se que a produção anual seja em torno de 105 mil toneladas de morango. Minas Gerais é o maior produtor nacional, com aproximadamente 40 mil T/ano, seguido por São Paulo com 29 mil T/ano, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, Espirito Santo e Rio de Janeiro, respectivamente (JUNIOR et al., 2014).

A produtividade média do Brasil é de 30 T/ha, chegado a produzir até 60 T/ha em locais mais tecnificados. O Estado com maior produtividade média é São Paulo com 34 T/ha, seguido de Rio Grande do Sul com 32 T/ha e Minas Gerais com uma produtividade média de 25 T/ha (JUNIOR et al., 2014).

A área de produção de morango no Brasil cresce a cada ano, e com isso surge a necessidade de desenvolver novas tecnologias de produção e escolha de cultivares adaptadas para expansão em regiões de clima tropical típico (inverno seco), com temperaturas acima de 25ºC, proporcionando a produção de morango na região Sul do Mato Grosso, por ser uma alternativa de renda para os produtores rurais em diferente escala.

Diante do exposto, objetivou-se avaliar o desempenho, a produção e a qualidade de frutos de morango na região Sul de Mato Grosso, utilizando três cultivares submetidas a diferentes sistemas de cultivo em ambiente protegido.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. A CULTURA DO MORANGO

Há registros do cultivo do morango em cidades indígenas da América Pré-Colombiana, as espécies foram a *Fragaria chiloenses* e a *Fragaria virginiana*, que foram levadas para Europa para serem cultivadas com finalidade ornamental e medicinal (RODAS, 2008).

A cultura do morango é cultivada em quase todas as regiões do mundo, sendo a China o maior produtor com mais de 2 milhões de toneladas, seguido por Estados Unidos, México e Brasil (FAOSTAT, 2013).

No Brasil é uma cultura relativamente nova, sem um registro exato de seu início, mas as poucas informações da literatura afirmam que o início foi no ano de 1950 no Estado do Rio Grande do Sul, introduzido pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) em parceria com Ministério da Agricultura e pelo Instituto Agronômico de Campinas (IAC) expandindo-se para o resto do país (RODAS, 2008; SANTOS, 2013).

O morangueiro pertence à Divisão Magnoliophyta (Angiospermae), Classe Magnoliopsida (Dicotiledoneae), Subclasse Rosidae, Ordem Rosales, Família Rosácea, Gênero *Fragaria* L. e Espécie *ananassa Duch*, em sua maior parte originária da Europa e da América meridional (GOMES, 2007).

É uma planta herbácea, rasteira, de porte baixo que forma pequenas touceiras, considerada uma cultura anual (CAMARGO et al., 1974). O caule do morango é reduzido a um rizoma curto, a parte aérea da planta é denominada de coroa onde ocorre a formação de folhas trifoliadas e em suas axilas se encontram os botões que darão origem as rosetas de folhas e aos estolões (CAMARGO et al.,1974; RODAS, 2008).

O sistema radicular é constituído por raízes laterais longas e fibrosas, onde o tecido secundário é desenvolvido, a maior parte das raízes se concentram nos primeiros cinco centímetros de solo (FILGUEIRA, 2000).

Cada planta produz diferentes números de estolões, que darão a formação de novas plantas, a qual dependem de água e da nutrição da planta matriz até que o próprio sistema radicular seja desenvolvido, após a emissão das folhas (TEIXEIRA, 2011).

A parte comestível, suculenta e carnosa de coloração vermelha é denominada como pseudofruto. Os verdadeiros frutos são os aquênios, pontos pretos que contém a sementes aderidos á epiderme vermelha, que cobrem a polpa do morango e que são utilizados para o desenvolvimento de novas cultivares e fabricação de produtos de beleza (SANTOS, 1993; RODAS, 2008).

2.2. EXIGÊNCIAS EDAFOCLIMÁTICAS

O morangueiro é adaptado as mais diversas condições edafoclimáticas, principalmente da região do Sul de Minas Gerais até o Rio Grande do Sul. Pode ser cultivado em regiões quentes como o Cerrado e em áreas com altas pluviosidades. Também pode ser estabelecida ao nível do mar e em regiões com altitude acima dos 3.000 m, apesar de não ser uma planta rústica (SANTOS, 1993; DIAS et al, 2007).

Por possuir um rápido crescimento os fatores edafoclimáticos comprometem o rendimento da cultura (DIAS et al. 2007).

O morango necessita de calor para que suas folhas tenham um bom desenvolvimento e o frio é essencial para a diferenciação de flores e frutos, a qualidade dos frutos é influenciada pela temperatura ambiente e pelo fotoperíodo. A ocorrência de dias longos estimula o desenvolvimento vegetativo da planta e os dias curtos a formação de frutos (SANTOS, 1993).

Temperaturas acima de 25 °C durante o dia e 15 °C durante a noite influenciam no teor de carboidratos em forma de amina sobre as raízes e no tamanho da coroa da planta, sendo determinante na produtividade de frutos. (TEIXEIRA, 2011).

A planta não se desenvolve bem em solos compactados, frios e mal drenados. O solo mais adequado para o estabelecimento tem que ser bem drenado, profundo, rico em matéria orgânica e com pH entre 5,8 e 6,5. O plantio deve ser realizado em linhas no sentido Norte-Sul para ter uma boa exposição solar (DIAS et al. 2007).

Outros fatores também exercem influência sobre a produtividade do morango, tais como a umidade do ar e a intensidade da luz, em menor grau de importância (TEIXEIRA, 2011).

2.3. ÉPOCA DE PLANTIO

Segundo (PEREIRA, 2009) a época de plantio depende de cada região, pode ir desde fevereiro até o final de abril. Filgueira (2000) afirma que a época mais recomendável é de março a maio, no início de outono. Ronque (1998) sugeriu três épocas de plantio de acordo com a altitude de cada região, sendo que para regiões com altitudes menores que 600m o plantio deve ser realizado entre os meses de abril a maio, em regiões com altitudes entre 600 e 700 m o plantio ocorre entre os meses de abril a maio, e para regiões com altitude acima dos 700 m, o período de plantio é de fevereiro a março. Pereira (2009) afirma que em regiões mais quentes o plantio deve ser mais tardio.

2.4. CULTIVARES

As principais cultivares no Brasil provêm dos programas de melhoramento genético da Universidade da Califórnia (Aromas, Camarosa, Diamante, Oso Grande, Albion, San Andreas e Portola) e da Universidade da Flórida (Dover, Sweet Charlie e Florida Festival) (SANTOS, 2013).

Ao escolher uma cultivar, deve-se levar em consideração a produtividade, a precocidade, a conservação, o sabor, o tamanho do fruto, a destinação (*in natura* ou industrial) e a resistência a pragas e doenças (DIAS et al. 2007). A escolha da cultivar é um dos pontos chave para ter uma boa produtividade e melhor qualidade dos frutos do morango para sua comercialização (TEIXEIRA, 2011).

De acordo com o início do florescimento, as cultivares de morangueiro são classificadas em dois grupos: cultivares de dias curtos e de dias neutros (DIAS et al. 2007). As variedades de dias curtos são aquelas que iniciam o florescimento em condições de fotoperíodo curto (menor do que 12 horas) e temperatura baixa, o que corresponde ao outono (EMBRAPA, 2006).

As variedades de dias neutros são aquelas que independem do comprimento do dia para iniciar a floração, que ocorre inclusive no verão. Têm sido cultivadas com sucesso na Serra Gaúcha, onde a produção ocorre no período de melhor preço da fruta, sendo muito vantajosa economicamente para o produtor (EMBRAPA, 2006).

2.5. IRRIGAÇÃO DO MORANGUEIRO

A planta de morango é sensível ao estresse hídrico. A maior parte da área cultivada com morango no Brasil utiliza a irrigação por aspersão. Este sistema é mais versátil e possibilita maior flexibilidade, no entanto, possui algumas desvantagens, como a relação com a sanidade das plantas, por propiciar um ambiente úmido favorecendo ao desenvolvimento de patógenos (DIAS et al. 2007).

No cultivo protegido do morangueiro semi-hidropônico, em substrato, se utiliza a irrigação por gotejamento, que é o sistema mais indicado por possuir a vantagem de potencializar o controle fitossanitário, ter uma alta eficiência de aplicação, economia de água, energia e mão de obra. Este sistema aplica água diretamente na região das raízes (EMBRAPA, 2006; DIAS et al. 2007).

Os períodos críticos de necessidade hídrica ocorrem logo após o transplante das mudas, nas formações dos botões, na floração e na frutificação. A irrigação deve ser feita a cada dois dias durante o período de colheita. O tempo de irrigação, no sistema, normalmente é em torno de 2 a 5 minutos, sendo ministrado até 1 L de água por saco, dependendo da época do ano e da condição climática (EMBRAPA, 2006; DIAS et al. 2007).

Um fator muito importante na irrigação é a qualidade da água. Quando o processo de filtragem é inadequado ou insuficiente pode ocasionar problemas de toxidez nas plantas e entupimento dos gotejadores. No sistema semi-hidropônico o sistema de irrigação pode ser de três maneiras: a) tubos gotejadores que atravessam as sacolas ou vasos; b) com tubos e gotejadores instalados a cada 0,10m; e c) com gotejadores individuais para cada planta distribuídos com microtubos e estacas gotejadoras (EMBRAPA, 2006).

Esse tipo de sistema permite a fertirrigação. As soluções podem ser adquiridas prontas no mercado ou formular de acordo com a análise química do substrato. É necessário o monitoramento da condutividade elétrica da solução com uso de condutivímetro para evitar possíveis problemas de salinidade (EMBRAPA, 2006).

2.6. COLHEITA

Dependendo das condições agroecológicas e cultivar, a colheita pode ser realizada aos 60-80 dias após o plantio das mudas. O momento certo para colher os morangos é quando a epiderme se encontra de cor vermelha cerca de dois terços da sua superfície. Culturas bem manejadas chegam a produzir até 60 T/ha (SANTOS, 1993).

Após ser colhido, o morango apresenta elevada perecibilidade, devido a sua intensa atividade metabólica e grande suscetibilidade ao ataque de agentes patogênicos causadores de podridões. As baixas temperaturas são essenciais para o pré-resfriamento, armazenamento, transporte a longas distâncias e comercialização de morangos. Contudo, para o armazenamento prolongado, apenas a redução da temperatura não é suficiente para manter a qualidade, sendo necessário usar também outras técnicas visando a prolongar a vida útil dos frutos (MALGARIM et al. 2006).

2.7. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DOS FRUTOS DO MORANGO

Quando o mercado tem consciência sobre o efeito do consumo com o cuidado da saúde, se exigem frutos de melhor qualidade, especialmente no consumo *in natura*. A aparência dos frutos de morango é a primeira característica de qualidade considerada pelo consumidor. A cor, a forma e o tamanho são os parâmetros escolhidos para a compra (SILVA, 2010). A qualidade dos frutos é definida por critérios que incluem propriedades nutricionais, tais como, vitaminas, proteínas e carboidratos e higiênicas, condições microbiológicas (MENEZES, 1996).

O teor de sólidos solúveis totais (SST) é um indicativo sobre a quantidade de açúcar que os frutos possuem. O teor de SST aumenta à medida que avança a maturação, devido a degradação de polissacarídeos (PEREIRA, 2009). Os teores de SST são medidos por refratometria, obtendo-se os valores em grau Brix (ºBrix) indicando o nível de açúcar total nos frutos. Além de ser uma característica genética de cada cultivar, os teores de SST são influenciados pela adubação, temperatura e irrigação (FABBRI, 2009). Segundo Silva (2010), um suco ou polpa que tenha uma concentração de 20 ºBrix, tem 20g de SST por cada 100ml. O teor de SST varia de 5,8 a 10 ºBrix (CANTILLANO et al. 2008; ANTUNES et al. 2010).

Chitarra & Chitarra (2005) afirmam que o teor de SST é composto principalmente por açúcar, e também outros compostos como vitaminas, ácidos orgânicos, algumas pectinas e aminoácidos que variam de acordo com a cultivar, estágio de maturação e clima.

Depois dos açúcares, os ácidos orgânicos são os componentes que mais contribuem para os teores de SST. O método comumente utilizado para medir acidez ou sabor azedo dos frutos é acidez titulável total (ATT), que é determinada por titulometria e os resultados são expressos em porcentagem do ácido predominante ou mEq/100mL de suco. Outro método é a concentração de íon hidrogênio ou pH (AZEVEDO, 2007). Os valores médios citados por alguns autores foram de 0,40 a 0,98% (ANTUNES et al.; 2010; PORTELA et al., 2012).

Segundo Chitarra & Chitarra (2005) a acidez se perde naturalmente com o amadurecimento dos frutos. O ácido cítrico é o ácido de maior concentração nos frutos de morango maduros, e em menores proporções o ácido málico, isocítrico, succínico, oxalacético, glicérico e glicólico (AZEVEDO, 2007).

O consumidor exige frutos de qualidade, e no morango o sabor é um aspecto de qualidade importante, que é condicionado pelo balanço ou relação de SST/ATT (CARVALHO, 2013). A relação SST/ATT demonstra um equilíbrio no teor de açúcares e ácidos presentes no morango (CHITARRA & CHITARRA, 2005). A relação SST/ATT é bastante variável, pois depende do teor de açúcares e ácidos, e a características que variam entre cultivares (CARVALHO, 2013, FRANÇOSO, 2008).

2.8. SISTEMAS DE CULTIVO DE MORANGO EM AMBIENTES PROTEGIDOS.

A hidroponia resultou das pesquisas e melhoramentos na área agrícola, são princípios administrativos que buscam uma produção intensiva, controle de qualidade e quantidade dos insumos, padronização e melhoria da qualidade do produto (ALVES, 2006).

A hidroponia (*Hydro*= água e *Ponus*= trabalho) é uma técnica para produzir plantas sem contato com o solo, utilizando somente uma solução de nutrientes e água. A semi-hidroponia é uma técnica proveniente da hidroponia, na qual as raízes

são colocadas em substrato que serve como suporte, nesse substrato é aplicada a solução de água com os nutrientes necessários para a planta (ALVES, 2006 e MORAIS, 2007).

Em 1929, William Frederick Gericke, professor da Universidade da Califórnia em Berkeley, foi o primeiro em sugerir o uso do cultivo em soluções fora do solo. Ele cultivou tomates no jardim do fundo de sua casa utilizando substratos, chamando muita atenção ao apresentar tomates de qualidade e tamanhos acima da média (ALVES, 2006). Hoagland e Arnon em 1938, desenvolveram várias fórmulas de soluções minerais de nutrientes, conhecidas como soluções Hoagland, as quais são usadas até hoje em sistemas semi-hidropônicos (ALVES, 2006).

A hidroponia horizontal é um sistema de cultivo sem solo em casas de vegetação utilizando canteiros suspensos. No Brasil, é muito utilizada para diferentes espécies de hortaliças, plantas ornamentais e frutíferas como o morango (EMBRAPA, 2004). Esse sistema é conhecido por NFT (técnica de fluxo laminar de nutrientes, siglas em inglês), composto basicamente por um tanque contendo a solução nutritiva e um sistema de bombeamento e retorno da solução ao tanque (FURLANI et al. 2009).

As plantas são mantidas em canais de cimento amianto (telhas) ou tubos de PVC, onde a solução nutritiva é bombeada aos canais formando uma fina lâmina de solução que irriga as raízes (EMBRAPA, 2004; FURLANI et al. 2009). A técnica do NFT é a maneira mais eficiente de controlar a temperatura das raízes, independentemente da temperatura da parte aérea das plantas (JUNIOR et al, 2004).

O sistema DFT (*Deep film technique*) ou cultivo na água é caracterizado pelas raízes das plantas ficarem submersas em solução nutritiva que forma uma lamina de 5 a 20 cm. Esse sistema possui uma mesa plana em que a solução circula por um sistema de entrada e drenagem (MORAIS, 2007).

Nos sistemas com substrato são utilizados canaletas ou vasos cheios de materiais como areia, brita, vermiculita, espuma, casca de arroz, turfa ou húmus, a solução nutritiva é percolada através desse material e drenada, retornando ao tanque de solução, o substrato serve de suporte para que as plantas fixem suas raízes (EMBRAPA, 2004; MORAIS, 2007).

Os ambientes protegidos são aqueles que propiciam ao morango um microclima ameno ou próximo ao ideal para o desenvolvimento, as casas de

vegetação são ambientes protegidos onde se criam um microclima controlado e próximo ao ideal para as plantas (ALVES, 2006; EMBRAPA, 2006). É uma opção que permite aumentar a produção durante o ano todo e a obtenção de mudas com alta qualidade. O objetivo do ambiente protegido é produzir alimentos de maneira sustentável, aumentando a produtividade e qualidades dos frutos, aumentando a rentabilidade e diminuindo os riscos da área agrícola em relação com o meio ambiente (TEIXEIRA, 2011).

Para evitar o aumento de doenças causadas por fungos e bactérias os produtores fazem o uso de agroquímicos e rotação de culturas. Uma alternativa a esse sistema é produzir morangos em ambiente protegido, onde os ataques de pragas e doenças são limitados. Neste caso o morango é cultivado em sistema semi-hidropônico, evitando também a ocorrências de chuvas e geadas sobre as plantas (EMBRAPA, 2006).

No Brasil, o morango normalmente é cultivado em diversos sistemas: a campo aberto e sem proteção, utilizando canteiros cobertos com plástico preto ou branco, com o objetivo de proteger a cultura das chuvas, baixas temperaturas, e reduzir a incidência de doenças nos frutos (TEIXEIRA, 2011). O espaçamento varia de acordo a região e o tipo climático, mas pode ficar entre 30x30 cm e 30x35 cm resultando em 65 a 80 mil plantas/ha e com sistema de irrigação por aspersão (EMBRAPA, 2004; EMBRAPA, 2006; ANTUNES et al. 2007).

Outra forma de cultivo são os túneis, os quais são desenvolvidos de acordo com altura de cada cultura, havendo dois tipos de túneis conforme a altura do solo. Os micros túneis com altura mínima de 60 cm, e os tuneis altos com altura de 3 a 3,5m do nível do solo. Os túneis para o cultivo de morango propiciam o bom desenvolvimento e melhor qualidade dos frutos, além de reduzir os impactos das chuvas, granizos e períodos de seca (TEIXEIRA, 2011).

As estufas ou casas de vegetação são construídas com diferentes formas e materiais, utilizando madeira, cloreto de polivinil flexível (PVC) e com aço galvanizado. Essas armações são totalmente cobertas com plásticos com o objetivo de proteger contra a entrada de animais e insetos que são atraídos pelo cheiro dos frutos (EMBRAPA, 2006).

Os sistemas de cultivos dentro das estufas são variados, em algumas regiões o morango é cultivado em sistema horizontal utilizando prateleiras ou bancadas com diferentes níveis de altura, construídas a 1m de altura acima do solo, facilitando o

manejo do sistema. Estas bancadas ou prateleiras são as que sustentam as embalagens com o substrato e sistema de irrigação, havendo um espaço para a realização de tratos culturais e colheita dos frutos (EMBRAPA, 2006).

O sistema em colunas verticais foi desenvolvido com o objetivo de minimizar e aproveitar o espaço da área dos ambientes protegidos, aumentando o número de plantas por área, o que significa um aumento de 4 a 5 vezes mais em comparação com os sistemas tradicionais (BENTES et al. 1996). Os recipientes mais utilizados são os sacos brancos de polietileno anti UV em forma tubular, o comprimento pode ser de 2,30m com 0,39m de diâmetro e as plantas são arranjadas em posições predeterminadas na coluna vertical (CALVETE et al. 2007).

2.9. SISTEMA DE ESFRIAMENTO EVAPORATIVO

O ambiente protegido mesmo apresentando vantagens no cultivo, podem apresentar um aumento no ponto de vista térmico principalmente no verão. As temperaturas dificilmente podem ser diminuídas com a ventilação natural e consequentemente, afetam o crescimento e desenvolvimento da cultura. A finalidade dos ambientes protegidos é propiciar um clima ameno para as plantas e para isso é necessário utilizar sistemas de resfriamento evaporativo para reduzir à temperatura (OLIVEIRA et al. 2011).

O objetivo dos sistemas de resfriamento evaporativo é mudar o estado do ar com maior umidade e menor temperatura, colocando o ar em contato com uma superfície umedecida, ou com água pulverizada, para a evaporação do ar (WIERSMA & SHORT, 1983). A água ao passar do estado líquido ao gasoso, retira do ambiente aproximadamente 584 calorias por cada grama de água evaporada (CAMPOS et al. 2002).

No Nordeste do Afeganistão, Paquistão e Noroeste da Índia confeccionaram-se grandes potes de barro com objetivo de refrigerar os alimentos, denominados de *Zeer pots.* Esta tecnologia foi introduzida na Nigéria como *Desert Refrigerator* por sua alta eficiência em climas quentes e por preservar os alimentos por até 20 dias (MATSON, 2014).

O *Zeer pot* é construído colocando uma pequena panela de barro em outra panela maior, colocando-se areia no interior da panela maior e os alimentos na panela menor. A areia é molhada produzindo uma evaporação através da superfície

exterior da panela de barro e de toda a superfície da areia molhada exposta à radiação solar, liberando calor e uma diminuição de temperatura (MATSON, 2014).

O sistema de resfriamento evaporativo pode ser realizado de diferentes maneiras, como por exemplo, por ventilação natural, ventilação forçada, resfriamento evaporativo do ar e resfriamento mecânico (CHURCH,1981). No entanto, o método mais utilizado é o do tipo evaporativo (SCARANARI et al.; 2008). Este sistema possui um painel composto por um meio poroso de um lado e de exaustores no lado oposto, no qual a água é aplicada nesse painel e o ar é succionado pelos exaustores (SCARANARI et al.; 2008).

O resfriamento evaporativo é um processo adiabático, ou seja, não tem uma perda de calor, a energia requerida para evaporar a água é compensada pelo ar umedecido (ABREU et al.; 1999). Por reduzir energia também reduz a emissão de CO_2 (CAMARGO, 2004).

A eficiência do sistema vai depender da depressão psicrométrica utilizando as temperaturas do bulbo úmido e seco (SCARANARI et al.; 2008).

As temperaturas de bulbo seco são obtidas pelo termômetro comum, referindo-se à temperatura do ar e a temperatura do bulbo úmido, o termômetro é coberto por um tecido de algodão úmido, sendo esta de menor temperatura que a do bulbo seco (ABREU et al.; 1999).

Silva (1998) citado por Campos et al. (2002) descreve que a eficiência do sistema de resfriamento evaporativo (SRE) é maior em climas quentes e secos.

O sistema de resfriamento do ar tem uma influência direta sobre as plantas regulando a taxa de transpiração, também reduz as propagações e disseminação de patógenos por não ocasionar molhamento sobre as folhas (NETO & ZOLNIER, 2010).

Para o monitoramento do microclima no ambiente protegido se realizam registros da temperatura do ar (Tar) e Umidade relativa (UR%) utilizando estações meteorológicas automáticas localizadas na área do experimento (OLIVEIRA et al.; 2011).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. LOCALIZAÇÃO E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O experimento foi conduzido na Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Universitário de Rondonópolis, em casa de vegetação com coordenadas geográficas latitude 16º27’50,8”S, longitude 54º34’49,9”W e 230 metros de altitude. Segundo a classificação climática de Köppen, o clima da região é considerado do tipo Aw, com inverno seco. A casa de vegetação possui uma estrutura metálica, coberta com filme de polietileno e com sistema de resfriamento adiabático (Figura 1) (SILVA, 2012).

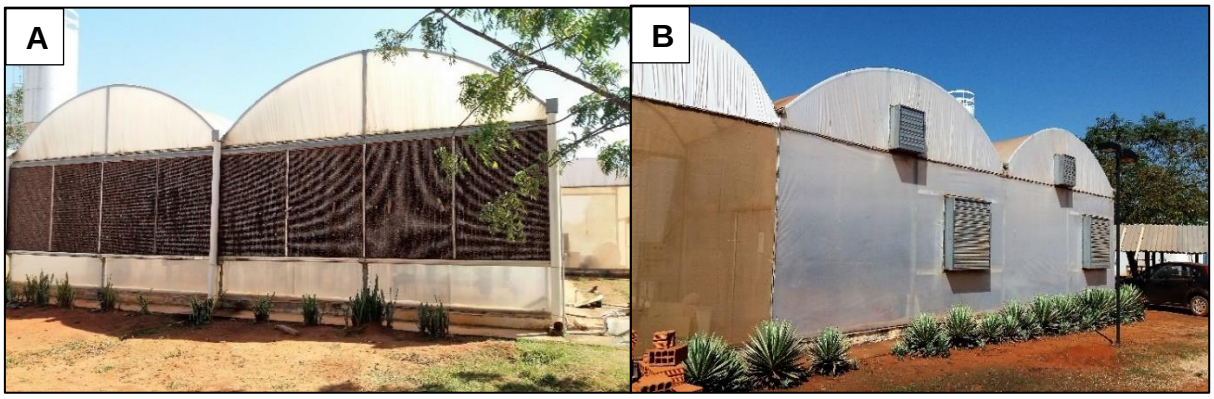


Figura 1. (A) Casa de vegetação com painel evaporativo e (B) sistemas de exaustores.

O delineamento foi em blocos casualizados, em parcelas subdivididas, onde as parcelas principais foram três sistemas de cultivos: Blocos de Cerâmica (adaptação do princípio do sistema *Zeer pot*), Vasos Plásticos e *SLAB*; e as subparcelas foram três cultivares de morango (San Andreas, Albion e Oso Grande), com quatro repetições, totalizando 36 subparcelas. Foi considerado como área útil as quatro plantas centrais de cada variedade de cada subparcela (Figura 2).

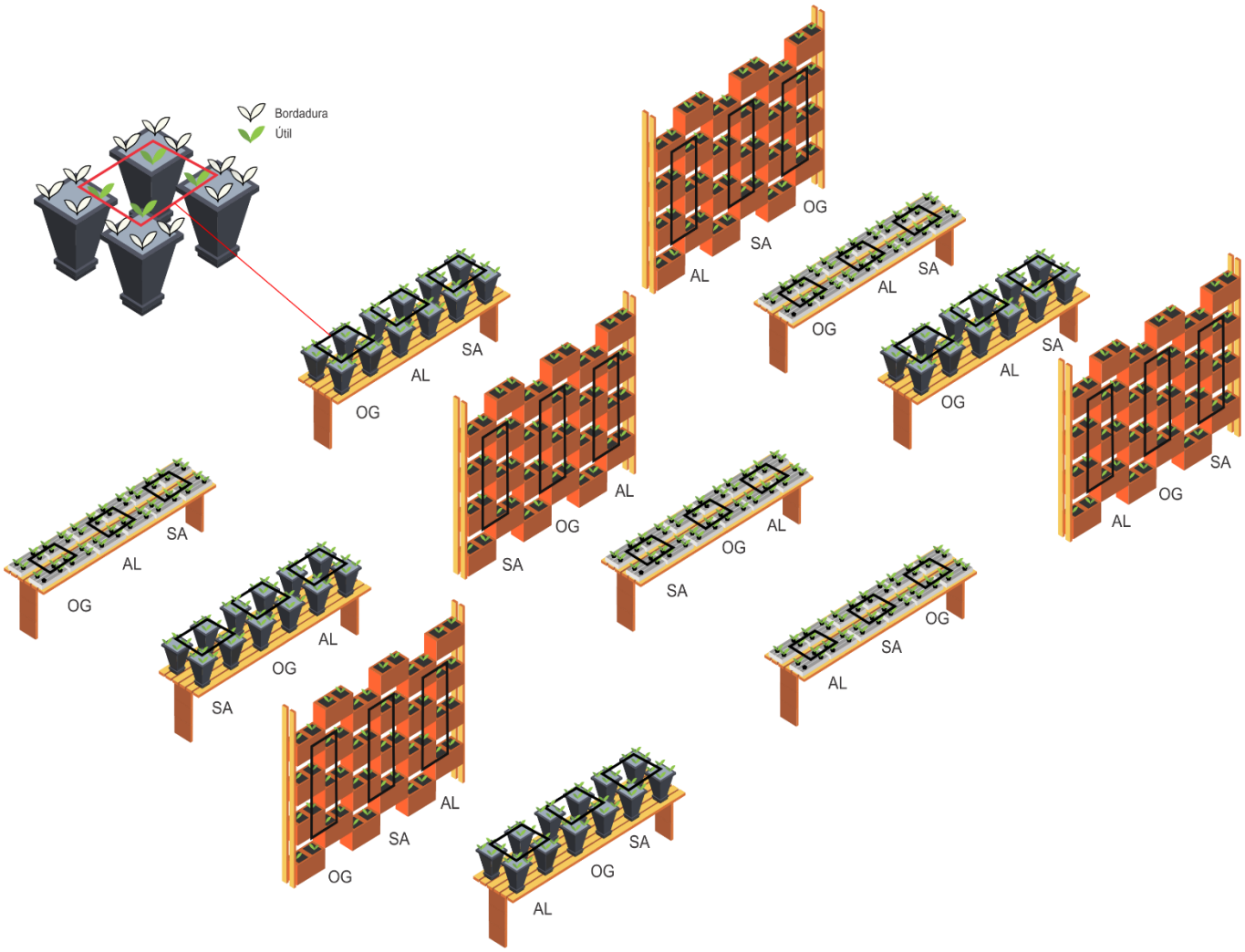


Figura 2. Croqui geral das parcelas subdivididas em blocos casualizados, onde AL representa (Albion), SA (San Andreas) e OG (Oso Grande).

3.2. MÉDIAS DAS TEMPERATURAS, UMIDADE RELATIVA E RADIAÇÃO SOLAR DURANTE A CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

Para a obtenção de médias de temperatura, umidade do ar e radiação solar, foi utilizado um sistema de aquisição de dados (Datalogger) modelo Campbell Scientific (CR-1000). Os dados de temperatura e umidade do ar foram obtidos por meio de psicrômetros e a radiação solar utilizando um Piranômetro SR05 (Tabela 1 A, B, C, D).

Tabela 1. Dados de temperatura média, umidade relativa e radiação solar no interior da estufa para os meses de Maio a Agosto do ano 2017.

MAIO	1ª Semana	2ª Semana	3ª Semana	4ª Semana
Temperaturas medias (^{0}C)	29,16	31,30	29,55	28,26
Umidade Relativa (%)	94,77	93,42	94,90	95,46
Radiação Solar (MJ m^2)	5,16	4,22	4,50	3,78
JUNHO				
Temperaturas medias (^{0}C)	29,16	27,54	26,38	27,61
Umidade Relativa (%)	93,49	94,35	96,41	95,93
Radiação Solar (MJ m^2)	3,49	3,67	5,81	4,54
JULHO				
Temperaturas medias (^{0}C)	26,66	26,92	29,62	26,31
Umidade Relativa (%)	97,55	91,14	90,11	26,31
Radiação Solar (MJ m^2)	7,17	7,44	7,23	7,61
AGOSTO				
Temperaturas medias (^{0}C)	29,42	27,97	28,06	23,03
Umidade Relativa (%)	95,45	93,88	91,66	94,00
Radiação Solar (MJ m^2)	7,67	7,41	6,12	8,55

3.3. CONSTRUÇÃO DOS SISTEMAS

Para a constituição do sistema blocos de cerâmica, foram utilizados blocos de cerâmica hidráulico utilizados na área da construção civil. Cada bloco possui uma dimensão de 19 cm de altura, 29 cm de comprimento e 14 cm de largura.

Para composição das parcelas foram utilizados 24 blocos, onde foram sobrepostos alternadamente formando uma parede de 1,52 m de altura e 1,74 m de comprimento, sendo as extremidades apoiadas por parafusos fixados em suportes de madeira para evitar o tombamento (Figura 3).

Os fundos dos blocos foram tampados com argamassa e para cada bloco formaram-se dois volumes recipientes de 2 dm^3, totalizando 4 dm^3 por bloco. Foram transplantadas uma planta para cada volume totalizando 48 plantas por bloco.

Figura 3. Sistema de blocos de cerâmica sobrepostos alternadamente apoiados com parafusos fixados em suportes de madeira.

Para a construção do sistema de Vasos plásticos foram montadas bancadas de madeira com dimensões de 2,40 m de comprimento, 0,70 m de largura e 0,85 m de altura. Foram utilizados 12 vasos de 8 dm^3 por parcela, e foram transplantadas 4 plantas por vasos com total de 48 plantas (Figura 4).

No sistema *Slab* foram confeccionados sacos plásticos, de 40 cm de comprimento e 35 cm de largura com volume de 8 dm^3, onde foram colocados em bancadas com mesmo dimensionamento do sistema II. Na parte superior de cada *Slab* foram feitos furos para o transplantio de 4 plantas, perfazendo 48 plantas por parcela (Figura 5). Para todos os sistemas utilizados foram feitos furos para a drenagem da água proveniente do sistema de irrigação.

Figura 5. (A) *Slab* de plásticos preenchidos de substratos e (B) *Slab* confeccionados prontos sobre a bancada.

3.4. SUBSTRATO

Para a formação do substrato foram misturados solo e substrato comercial. O solo utilizado é classificado como Latossolo Vermelho distrófico (EMBRAPA, 2004) coletado em área de Cerrado da Universidade Federal de Mato Grosso - Campus de Rondonópolis, na camada de 0-20 cm de profundidade. Posteriormente o solo foi peneirado em malha de 4 mm para análises química e granulométrica (Tabela 2) e em seguida realizado a calagem, elevando a saturação de bases a 80%.

Tabela 2. Análise química e granulométrica do Latossolo Vermelho

pH		P	K	Ca+Mg	Ca	Mg	Al	H	M.O	Areia	Silte	Argila
H_2O	$CaCl_2$	mg dm^{-3}			$cmol_c$ dm^{-3}				g dm^{-3}		g Kg^{-1}	
4,8	4,0	1,4	23	0,6	0,4	0,2	0,8	5,4	10,7	423	133	444

O substrato comercial TECHNOMAX® utilizado foi escolhido por ser ideal para produção de morango em semi-hidroponia, com presença de material orgânico (Vermiculita expandida, casca de pinus e Eucalipto, Fibra de coco e Fibra de papel recuperada).

O solo e o substrato foram homogeneizados na proporção de 1:1 e misturados em uma betoneira (Figura 6) após, foram coletadas amostras para análise química (Tabela 3), e posterior recomendação da adubação.

Figura 6. Solo e substrato na proporção 1:1 para ser misturado e homogeneizado na betoneira.

Tabela 3. Análise química e granulométrico do substrato misturado com solo.

pH		P	K	Ca+Mg	Ca	Mg	Al	H	M.O	Areia	Silte	Argila
H_2O	$CaCl_2$	mg dm^{-3}			$cmol_c$ dm^{-3}				g dm^{-3}		g Kg^{-1}	

6,1	5,2	35,4	189,6	5,39	3,9	1,49	0,0	6,53	52,6	456	134	410

3.5. CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

As variedades escolhidas foram recomendadas pelo pesquisador Francisco Antônio Passos do Instituto Agronômico de Campinas (IAC), especialista da cultura do morango no Brasil. As variedades foram selecionadas por apresentar as seguintes características: A variedade Oso Grande foi desenvolvida pela Universidade da Califórnia, em 1977, de dias curtos, vigorosa e de grande adaptabilidade, com alta capacidade produtiva (SILVA et al., 2013). As variedades San Andreas e Albion são de dias neutros, também desenvolvidas pela Universidade da Califórnia em 2008 e 2004, respectivamente. Essas variedades têm alto teor de sólidos solúveis e acidez total, com frutos grandes e de bom formato e sabor (FAGHERAZZI, 2013).

As mudas foram adquiridas no viveiro Irmãos Baptistella, do município de Jundiaí, Campinas.

Para adaptação das mudas do morango antes de serem transplantadas para os sistemas de cultivos, foram separadas 200 mudas de cada variedade. Após, foram preparados 600 saquinhos plásticos com 200 g de substrato, com uma muda por saco e irrigadas manualmente (Figura 7).

Figura 7. (A) Preparação e separação dos saquinhos para cada variedade e (B) estabelecimento das mudas por saco.

Aos 7 dias após o estabelecimento das mudas, foi realizado um desbaste para a retirada das folhas velhas, com sintomas de fungos, e eliminação de estolões.

No dia 12 de abril de 2016 foram transplantadas as mudas para os sistemas de cultivos, aos 5 DAT, realizou-se um segundo desbaste com a mesma finalidade do primeiro, esse procedimento foi utilizado como método preventivo para controlar e evitar a propagação das pragas e doenças. Nos 28 DAT a irrigação foi realizada manualmente a cada dois dias ou sempre que houvesse a necessidade. Após os 28 DAT o sistema de irrigação por gotejamento foi ativado em todos os sistemas de cultivo.

Sobre os sistemas de cultivos foram colocadas uma tela de polipropileno refletora de luz com 50% de sombreamento, a abertura e fechamento da tela ocorreu entre as horas mais quente do dia, a partir das 9:00 am e 4:00 pm, respectivamente (Figura 8).

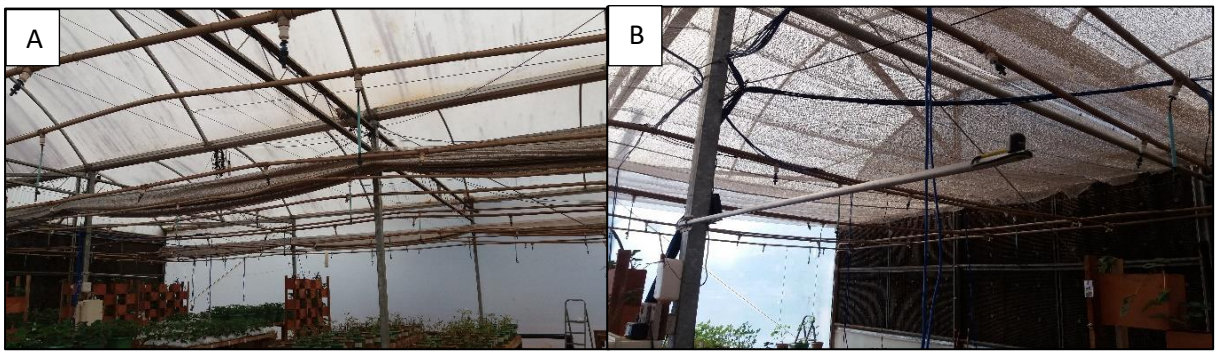


Figura 8. (A) Tela de polipropileno fechada nas horas mais frescas do dia e (B) tela aberta nas horas mais quente do dia.

Para o controle de pragas e doenças, foi realizado o manejo preventivo, além do manejo cultural como eliminação de folhas com presença de sintomas de doenças. Também houve o controle utilizando fungicidas e inseticidas de contato e sistêmicos (Tabela 4).

Tabela 4. Pulverizações durante a condução do experimento para o controle de pragas e doenças.

Data	Produto	Doses	Observações
06/04/2016	Score	1 ml L^{-1}	Fungicida
14/04/2016	Ridomil Gold	3 g L^{-1}	Fungicida
25/04/2016	Kumulus DF	5 g L^{-1}	Fungicida e Acaricida
27/04/2016	Recop	5 g L^{-1}	Fungicida (Quelato Cobre)
02/05/2016	Marshal 400 sc	0,5 ml L^{-1}	Inseticida
06/05/2016	Score	0,4 ml L^{-1}	Fungicida
09/05/2016	Decis 25 EC	0,4 ml L^{-1}	Inseticida
11/05/2016	Ridomil Gold	3 g L^{-1}	Fungicida
12/05/2016	Talstar 100 EC	2 ml L^{-1}	Acaricida
14/05/2016	Polo 500 sc	2 ml L^{-1}	Acaricida
16/05/2016	Polo 500 sc	4 ml L^{-1}	Acaricida
20/05/2016	Cercomil	2g L^{-1}	Fungicida
27/05/2016	Strong	1 ml L^{-1}	Inseticida
07/06/2016	Score	1 ml L^{-1}	Fungicida
08/06/2016	Talstar 100 EC	4 ml L^{-1}	Acaricida
16/06/2016	Recop	5 g L^{-1}	Fungicida (Quelato Cobre)
21/06/2016	Kumulus DF	5 g L^{-1}	Fungicida e Acaricida
10/07/2016	Tiger 100	3 ml L^{-1}	Inseticida
16/07/2016	Score	1 ml L^{-1}	Fungicida

3.6. SISTEMA DE IRRIGAÇÃO E SOLUÇÃO NUTRITIVA

Utilizou-se um sistema composto por uma caixa de 1000 dm^3 e uma motobomba centrifuga Modelo: ECSB-50M Monofásico, tubo PVC de 32 mm como linha principal, mangueiras de polietileno de 16 mm nas linhas secundarias para cada parcela experimental. Cada linha foi elevada do solo para o topo das bancadas, se estendendo ao longo da mesma, onde foram furadas para a instalação dos gotejadores autocompensantes Naan com uma vazão de 4 L/h.

Após a instalação dos gotejadores foram colocadas as conexões tipo cruzetas marca Naan de 4 saídas de 5 por 4 mm e 4 microtubos de 5 mm, os quais foram cravadas individualmente a cada planta com ajuda de estacas gotejadoras (Figura 9). A irrigação foi realizada diariamente, em que o tempo de irrigação em todas as parcelas foi determinado pela drenagem da água, quando a água começa a ser

drenada a irrigação era desligada. A solução nutritiva utilizada foi formulada segundo (EMBRAPA, 2006) (Tabela 5).

Fertilizante	Solução concentrada (g L^{-1})		
	A	B	C
Nitrato de cálcio	160	0	0
Nitrato de potássio	0	100	100

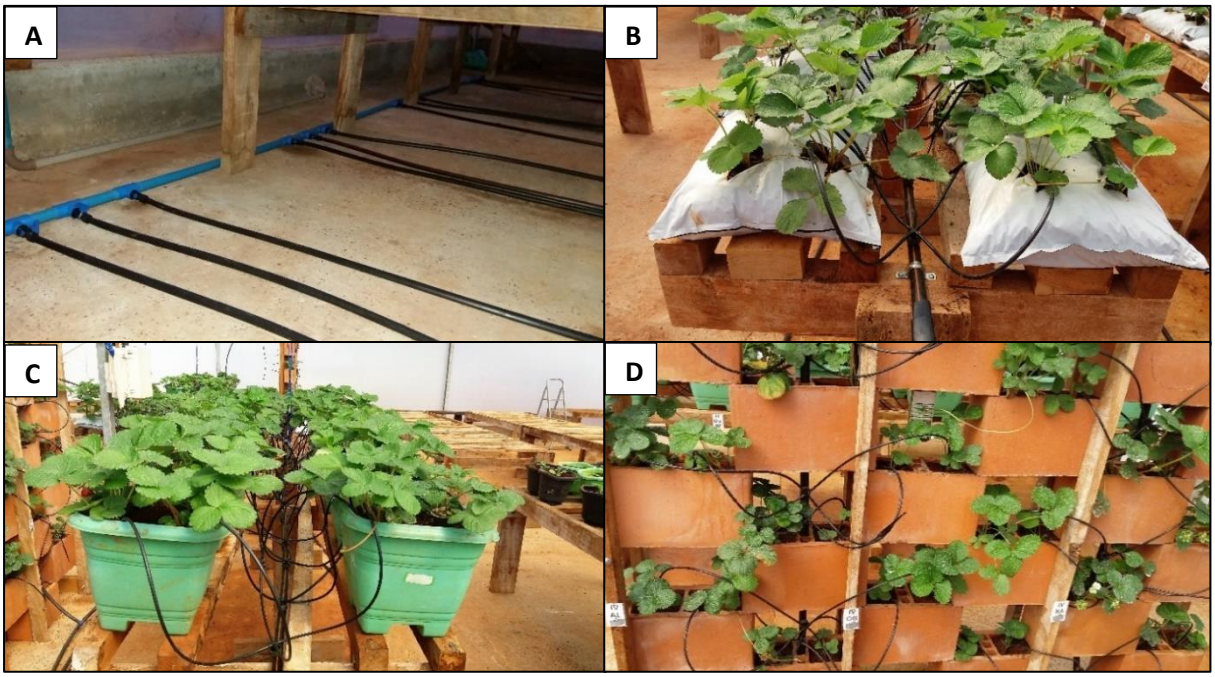


Figura 9. (A) Sistema de linha principal e secundaria para cada unidade experimental, (B) Sistema de irrigação direcionado para SLAB, (C) Sistema de irrigação direcionado para Vasos plásticos e (D) Sistema de irrigação direcionado para Bloco de Cerâmica.

Tabela 5. Nutrientes utilizados para a formulação da solução nutritiva na cultura do morango semi-hidropônico sob condições controladas (EMBRAPA, 2006).

Fosfato de monoatômico	0	30	0
Fosfato monopotássico	0	36	72
Sulfato de magnésio	0	120	120
Ácido bórico	0,6	0	0
Sulfato de cobre	0,06	0	0
Sulfato de manganês	0,4	0	0
Sulfato de zinco	0,2	0	0
Molibdato de sódio	0,06	0	0
Tenso ferro	12	0	0

Foram preparadas as soluções concentradas (soluções A, B e C), e armazenadas separadamente em recipientes de 1 L. As soluções A e B foram utilizadas na fase vegetativa da cultura, e as soluções A e C na fase produtiva.

No momento da adubação foi utilizado 100 ml de cada solução para 30 L de água e foi utilizado um condutivímetro portátil WT-3000 iCEL® para medir a condutividade elétrica da solução, obtendo-se um valor de 1,462 ms/cm, valor ideal para ser utilizado evitando a salinidade do substrato, e assim foram aplicados 50 ml para cada planta.

3.7. VARIÁVEIS ANALISADAS

3.7.1. NÚMERO DE FOLHAS, NÚMERO DE FLORES, CONDUTÂNCIA ESTOMÁTICA E TEMPERATURA DA PLANTA.

Para avaliação de número de folhas, número de flores, condutância estomática e temperatura da folha foram avaliadas as quatro plantas centrais de cada variedade da subparcela, sendo as avaliações aos 30, 60 e 90 dias após transplantio (DAT). Para a obtenção do número de folhas foram contadas todas as folhas compostas.

Todas as flores presentes nas plantas foram contadas para obtenção do número de flores (Figura 10 A e B).

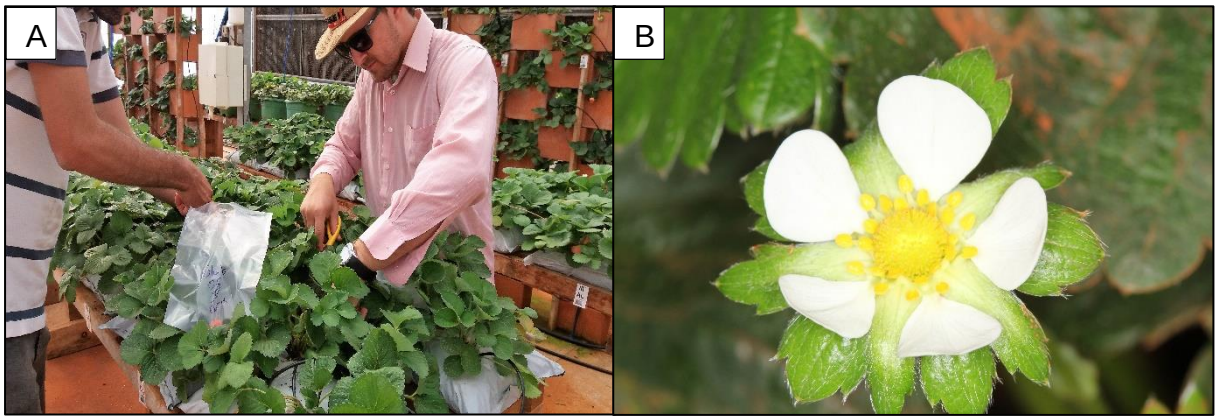


Figura 10. Avaliações para contabilizar os números de folhas e flores de morango

Para o monitoramento da temperatura da folha utilizou-se um termômetro infravermelho portátil MT-395 com mira laser (Figura 11), as medições da temperatura das folhas foram realizadas na hora mais quente do dia (por volta das 13:00 horas) e para a condutância estomática foi utilizado um porômetro folhar SC1 Dacagon Device (Figura 12).

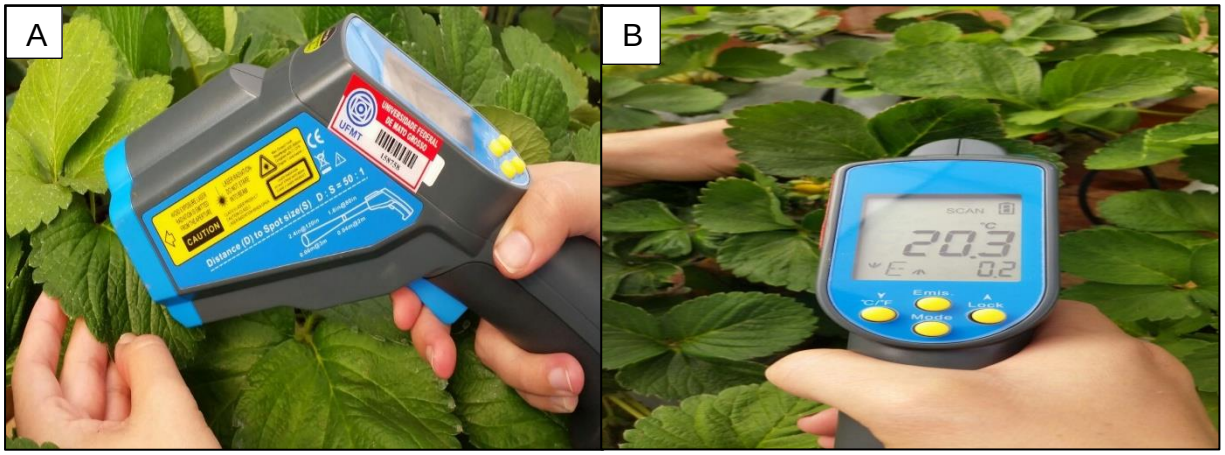


Figura 11. (A) Termômetro infravermelho portátil e (B) medição da temperatura das folhas de morango.

Figura 12. Porômetro folhar SC1 Dacagon Device avaliando a condutância estomática das folhas de morango.

3.7.2. NÚMERO DE FRUTOS COMERCIAIS, MASSA FRESCA TOTAL DE FRUTOS COMERCIAIS E MASSA FRESCA POR FRUTOS

A colheita dos frutos foi determinada de acordo com o estádio de maturação (70% de cor vermelha) (Figura 13). Assim, com o início das colheitas, foram avaliadas as características de números de frutos comerciais (NFC) e massa de frutos comerciais (MFC). Para o número de frutos foram contabilizados todos os frutos da subparcela e para massa os frutos foram pesados em balança semi-analítica, sendo os valores expressados em gramas (Figura 14).

Figura 13. Estádio de maturação com mais de 70% de cor vermelha pronto para colheita.

Figura 14. Pesagem dos frutos comerciais de morango para obtenção da massa fresca

3.7.3. DIÂMETRO DOS FRUTOS COMERCIAIS

Para a seleção dos frutos comerciais foram realizados com base no diâmetro do fruto utilizando-se um paquímetro digital (Figura 15), sendo que aqueles frutos que apresentaram diâmetros superiores aos 15 mm e sem deformações foram considerados como frutos comerciais (ALVARENGA, 2006).

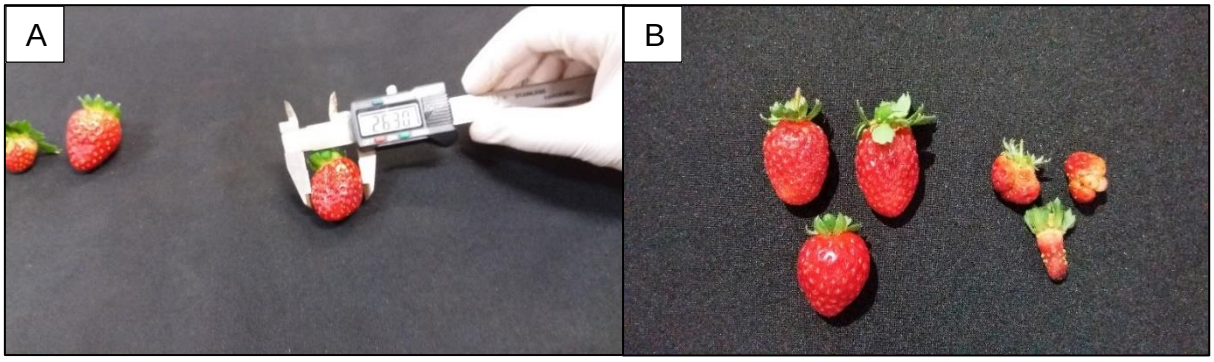


Figura 15. (A) Medição de diâmetro dos frutos de morango com paquímetro digital e (B) classificação dos frutos comerciais e não comerciais.

3.7.4. TEOR DE SÓLIDOS SOLÚVEIS TOTAL E ACIDEZ TITULÁVEL TOTAL.

A qualidade dos frutos foi avaliada pelo teor de sólidos solúvel total (SST), com amostras da polpa dos frutos e com ajuda de um refratômetro, obtendo-se os valores em ºBrix (Figura 16) (IAL, 2005).

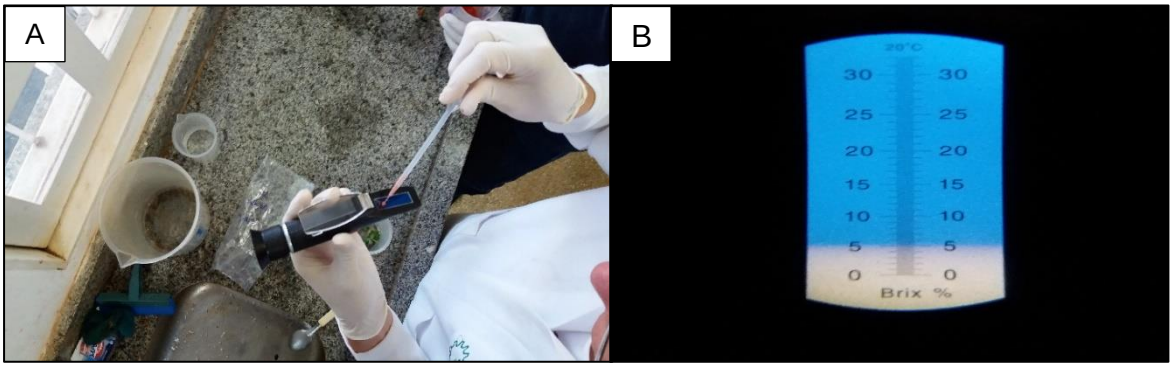


Figura 16. Determinação do teor de sólidos solúvel nos frutos de morango, com refratômetro portátil expressado em ºBrix.

Para avaliar a Acidez Titulável Total (ATT) foram pesados de 5-10g de polpa homogeneizada com 100 ml de água destilada, adicionando-se 3 gotas de solução de fenolftaleína e titulada com solução de hidróxido de sódio 0,1 M, agitando-se com ajuda de agitador magnético até a solução encontra-se de coloração rósea (Figura 17) (IAL, 2005). Para ter um balanço entre o teor de açucar e acidez dos frutos, foi avaliado a relação entre SST e ATT (SST/ATT).

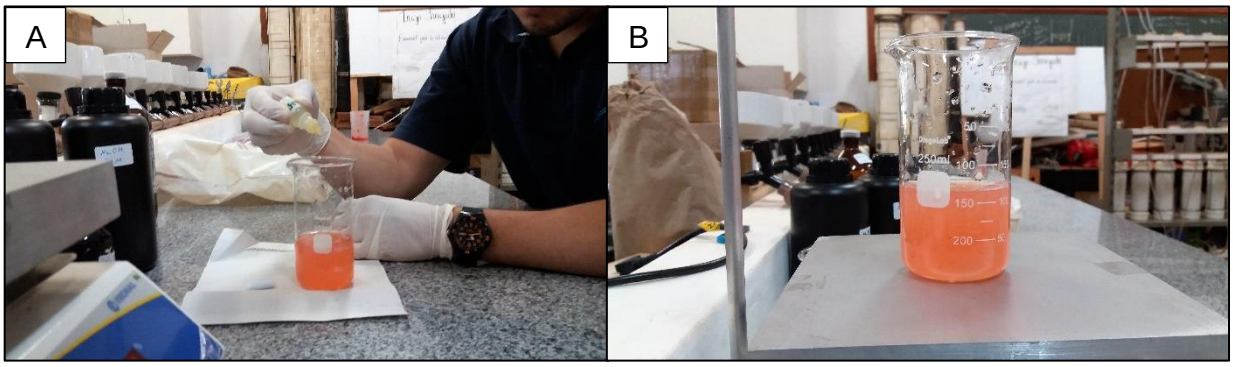


Figura 17. (A) Titulação da polpa dos frutos de morango com fenolftaleína e (B) solução de hidróxido de sódio 0,1 M.

3.7.5. ÁREA FOLIAR

O experimento foi encerrado 28 de agosto de 2016 aos 133 (DAT). A área foliar foi determinada por meio de método destrutivo, no qual as folhas foram retiradas das plantas, logo após serem cortadas e separadas as folhas dos pecíolos. As folhas foram colocadas no equipamento apropriado (LI 3100) para serem medidas em cm^2 (Figura 18). O LI-3100 é um medidor de área foliar que funciona em tempo real, ou seja, a área é retornada no momento em que a folha passa pelo sensor. Seu visor apresenta medidas de no mínimo 1 mm^2, com resolução de até 0,1 mm^2. É um aparelho integrador de área, cuja teoria operacional baseia-se na simulação de células de grade, de área conhecida, na superfície foliar (LI-COR, 1996).

Figura 18. (A) Folhas de morango sendo cortadas para avaliação de área foliar, (B) separação das folhas e pecíolos, (C) folhas prontas para se medidas no aparelho e (D) medição da área foliar.

3.7.6. MASSA SECA DA PARTE AÉREA DO MORANGO

Após o encerramento do experimento foi retirada a parte aérea das plantas de morango rente ao solo, sendo os pecíolos e as folhas das plantas. Após o término das avaliações de área foliar, as folhas foram colocadas juntamente com os pecíolos dentro de sacos de papel para imediatamente serem inseridos em estufa de circulação forçada a 65ºC por 24 horas até a obtenção de massa seca em gramas (g) e posteriormente pesada em balança (Figura 19).

Figura 19. (A e B) Retirada da parte aérea das plantas de morango e (C) estufa de circulação forçada.

3.7.7. CONDUTIVIDADE ELÉTRICA (CE) DO SUBSTRATO

Foram retiradas amostras de substrato de cada subparcela (área útil) em copos de aproximadamente 50 ml para análise química. As amostras de substrato foram secadas ao ar por 36 horas aproximadamente. Sequencialmente foram peneiradas em malha de 0,5 mm e submetidas a determinação da CE (a 25ºC) com 10 g de

substrato + 10 ml de água destilada. As amostras foram deixadas em repouso por uma hora e a leitura realizada após cinco minutos de agitação com auxílio de um condutivímetro de bancada modelo mCA150 Tecnal® (Figura 20).

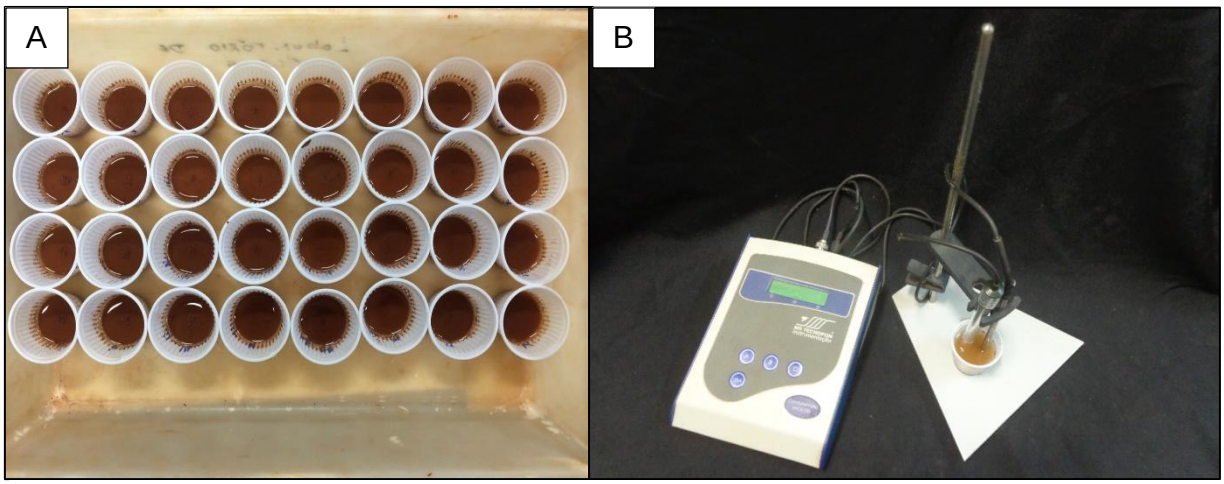


Figura 20. (A) Preparo das amostras de substrato com água destilada e (B) Leitura das amostras com condutivímetro.

3.7.8. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados das análises foram submetidos a análise de variância na significância do teste F de até 5% de probabilidade e se significativo ao teste de Tukey. Todas as análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do aplicativo SISVAR (FERREIRA, 2011).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. NÚMERO DE FOLHAS E ÁREA FOLIAR

Quanto ao número de folhas, houve diferença significativa isolada para os sistemas de cultivos e as variedades, sendo que os sistemas de cultivos tiveram diferença significativas nas três avaliações e as variedades só foram significativos na primeira avaliação.

Aos 30 (DAT) o sistema que mais proporcionou folhas foi o Vaso (24,25 folhas planta^{-1}) seguido do sistema *Slab* (21,67 folhas planta^{-1}) e por último o sistema Bloco de Cerâmica (15,33 folhas planta^{-1}). Aos 60 e 90 (DAT) os melhores resultados foram obtidos nos sistemas Vasos e *Slab* (35,66 e 57,16 folhas planta^{-1}) e (31,16 e 56,33 folhas planta^{-1}) respectivamente, sendo Bloco de cerâmica o mais inferior (22,16 e 39,58 folhas planta^{-1}), respectivamente (Figura 21).

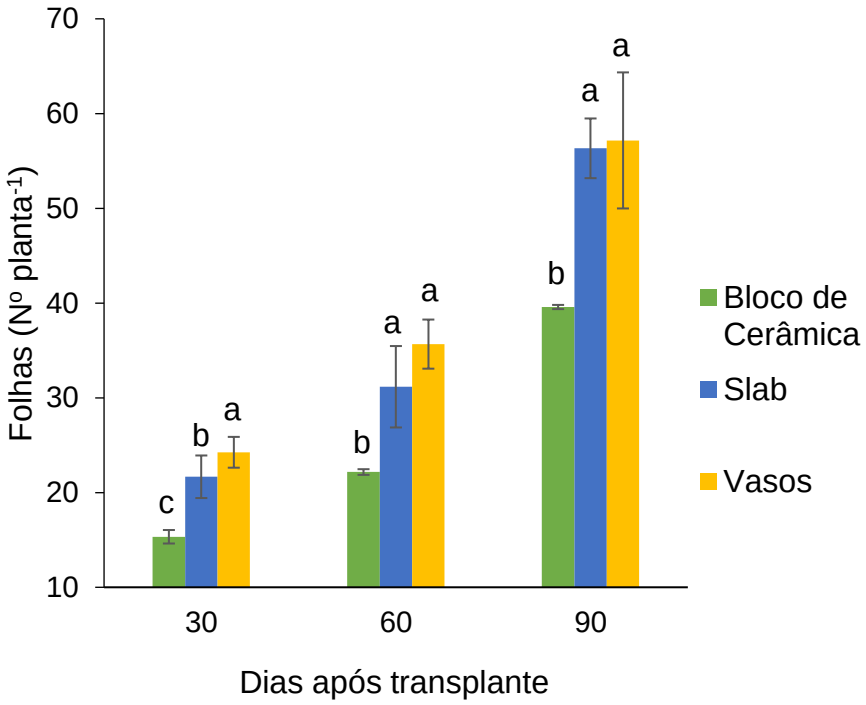
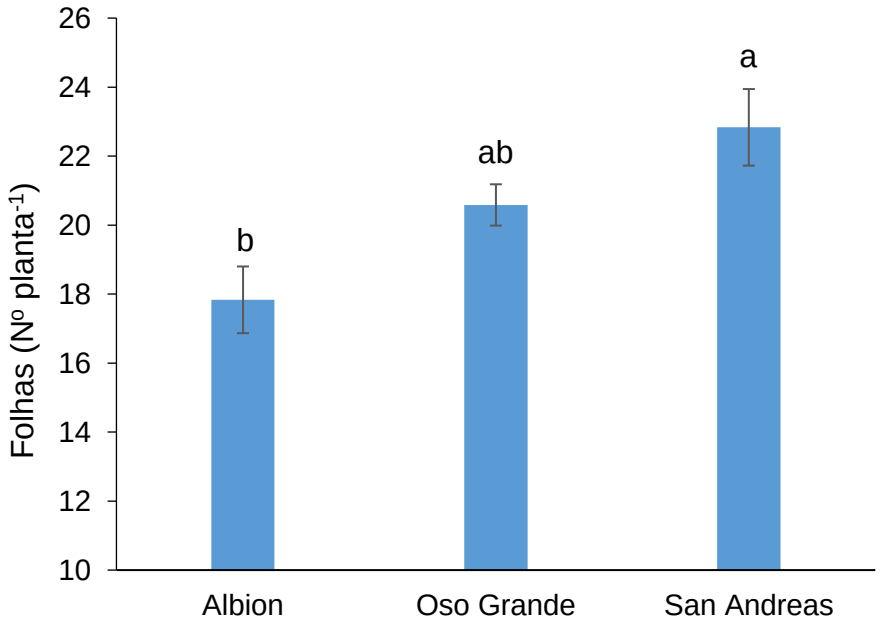


Figura 21. Número de folhas por planta^{-1} nos sistemas de cultivos aos 30, 60 e 90 dias de avaliação.

Aos 30 (DAT) as variedades que mais proporcionaram folhas foram San Andreas e Oso Grande (22,53 e 20,58 folhas planta^{-1}), seguidas pela variedade Albion (17,83 folhas planta^{-1}) (Figura 22).

Figura 22. Número de folhas por planta^{-1} nas variedades de morango aos 30 dias de avaliação.



Quanto a área foliar, houve diferença significativa apenas para os sistemas de cultivos, Vasos e *Slab*, que apresentaram maior produção de área foliar (1019.41 e 1058.18 cm^2 $planta^{-1}$) respectivamente, e o sistema Bloco de Cerâmica produziu menor área foliar (665,30 cm^2 área $planta^{-1}$) (Figura 23).

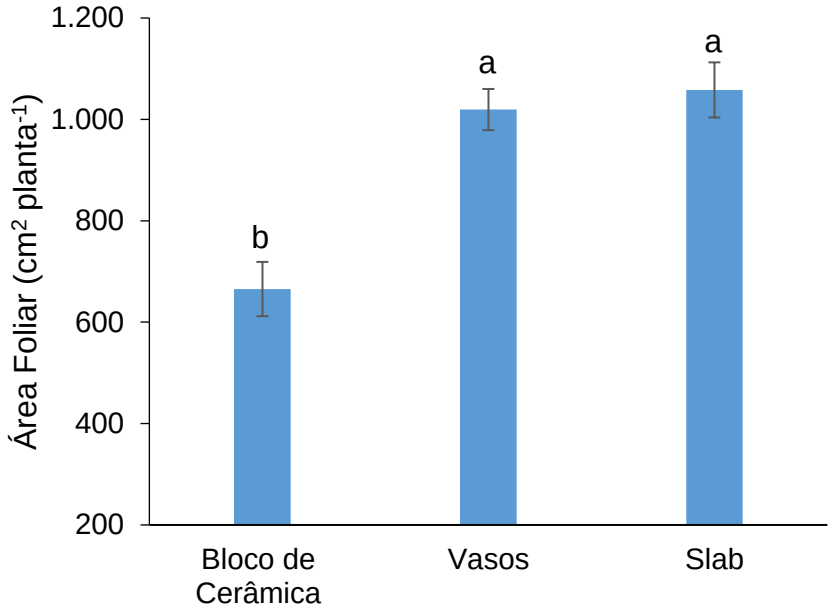


Figura 23. Área foliar em cm^2 por $planta^{-1}$ avaliados nos sistemas de cultivos.

O sistema Bloco de Cerâmica foi constituído de forma vertical, colocando-se os blocos alternadamente. Assim, as plantas não receberam a mesma quantidade de luminosidade. A diferença dos sistemas Vasos e *Slab* para o Bloco de Cerâmica ocorreu devido ao fato de que estes foram dispostos de forma horizontal, no qual todas as plantas receberam a mesma quantidade de radiação solar durante o dia todo. Por outro lado, a percolação de água no sistema Bloco de Cerâmica foi mais rápida que os demais sistemas, ocasionando pouca retenção de umidade no solo, provocando um maior estresse às plantas.

A produção da área foliar tem uma relação com o número de folhas produzidas. Quanto maior a produção de folhas, maior será a área foliar. Assim, na variável número de folhas os sistemas Vasos e *Slab* foram os que proporcionaram maior número de folhas e, por consequência, maior área foliar, diferindo do sistema Bloco de Cerâmica que produziu menor número de folhas.

Furlani e Fernandes-Junior (2004), trabalharam com sacolas compridas de polietileno penduradas verticalmente e com substrato, eles encontraram problemas na distribuição da radiação solar nas plantas de morango ao longo do dia, aspecto que consideraram importante para ser melhorado neste sistema. Fernandez-Junior et al (2002) avaliou a produção de frutos e estolões do morangueiro em diferentes sistemas de cultivo em ambiente protegido, encontrando uma diminuição do desenvolvimento e produção no tratamento vertical em comparação com tratamento horizontal (NFT), afirmando que essa diminuição é devido à disposição das plantas na parte inferior das sacolas, onde a incidência da radiação solar foi 50% menor que as plantas da parte superior. Exceto isto, os autores afirmam que há possibilidades de um melhor aproveitamento da área dentro da estufa, com melhor facilidade de manejo da cultura e com melhores rendimentos.

4.2. NÚMERO DE FLORES

Entre a três avaliações realizadas (30, 60 e 90 dias), somente houve diferença significativa aos 30 dias para as variedades de morango, sendo que San Andreas e Albion não diferiram entre si com 3 e 2,25 flores por planta^{-1}, enquanto que para a variedade Oso Grande a média foi de 0,41 flores por planta^{-1}(Figura 24). A pouca produção de flores pode ser a uma adaptação das plantas a região Sul de Mato Grosso, produzindo mais folhas e estolões que flores. Bueno et al. (2002) afirmam que a temperatura afeta diretamente a produção de flores, devido aos processos internos de transportes de seiva. Segundo Resende (2001) as temperaturas altas proporcionam um maior desenvolvimento vegetativo. O autor afirma que a melhores condições para se produzir menos flores e mais mudas é esta, temperatura alta durante o dia.

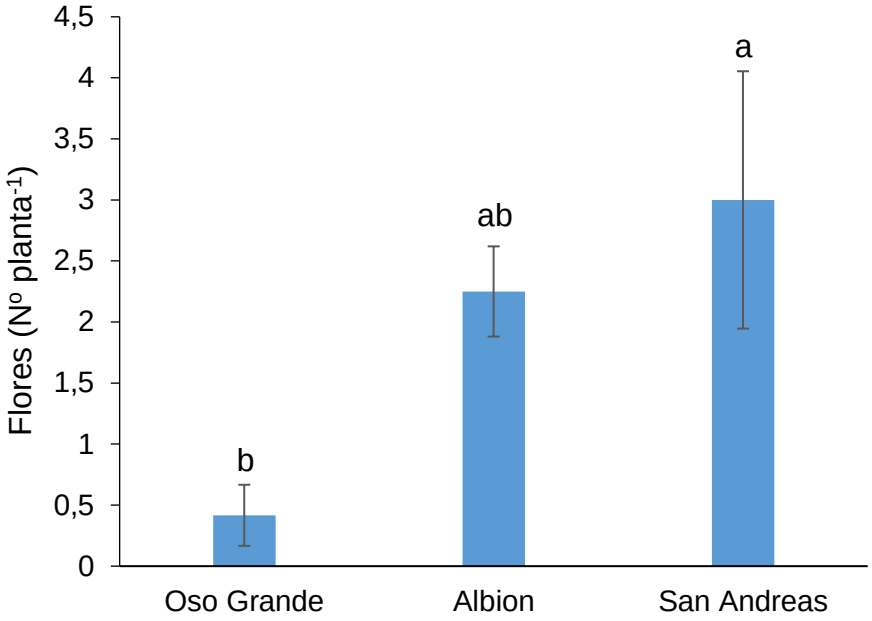


Figura 24. Número de flores por planta^{-1} nas variedades de morango aos 30 dias de avaliação.

Para temperatura das folhas aos 30, 60 e 90 DAT, não houve diferença significativa entre os tratamentos e cultivares (Tabelas 6, 7 e 8). No entanto, observa-se que as plantas tiveram uma redução de temperatura após os 60 DAT, o que se pode concluir que as plantas tiveram uma maior disponibilidade de umidade, em que o Bloco de Cerâmica foi o sistema que apresentou a menor temperatura para as três avaliações. Por outro lado, a semelhança de temperatura aos 60 e 90 DAT pode ser devido às condições ideais de umidade no solo, ocasionando uma redução da temperatura, sendo esta inferior a temperatura do ar. Segundo Garcia-Tejero et al. (2011) o estresse hídrico faz com que as plantas fechem os estômatos, provocando uma diminuição da transpiração e, por consequência, aumentando a temperatura da folha.

Tabela 6. Temperatura da folha em diferentes sistemas de cultivos e variedades avaliados aos 30 dias após o transplantio (DAT).

Sistema	Temperatura da Folha
Vasos	25.41 a
Bloco de Cerâmica	25.51 a
Slab	26.41 a

Variedade	
Oso Grande	25.65 a
Albion	25.79 a
San Andrea	25.89 a
CV (%) Sistema	6.28
CV (%) Variedade	2.53

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 7. Temperatura da folha nos diferentes sistemas de cultivos e variedades avaliados aos 60 dias após o transplantio (DAT).

Sistema	Temperatura da Folha
Bloco de Cerâmica	19.44 a
Vasos	22.55 a
Slab	23.25 a
Variedade	
Oso Grande	21.27 a
Albion	21.77 a
San Andrea	22.20 a
CV (%) Sistema	12.37
CV (%) Variedade	7.50

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Tabela 8. Temperatura da folha em diferentes sistemas de cultivo e variedades avaliados aos 90 dias após o transplantio (DAT).

Sistema	Temperatura da Folha
Bloco de Cerâmica	20.35 a
Slab	21.29 ab
Vasos	22.62 b

Variedade	
San Andreas	21.23 a
Oso Grande	21.30 a
Albion	21.73 a
CV (%) Sistema	8.32
CV (%) Variedade	5.50

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

4.4. CONDUTÂNCIA ESTOMÁTICA

Constatou-se resposta significativa somente para a variedade aos 30 DAT. Entre as variedades estudadas, Albion apresentou valores superiores (267.7 mmol m^2s), seguidas por Oso Grande (186.05 mmol m^2s) e San Andreas (156.58 mmol m^2s) (Figura 25).

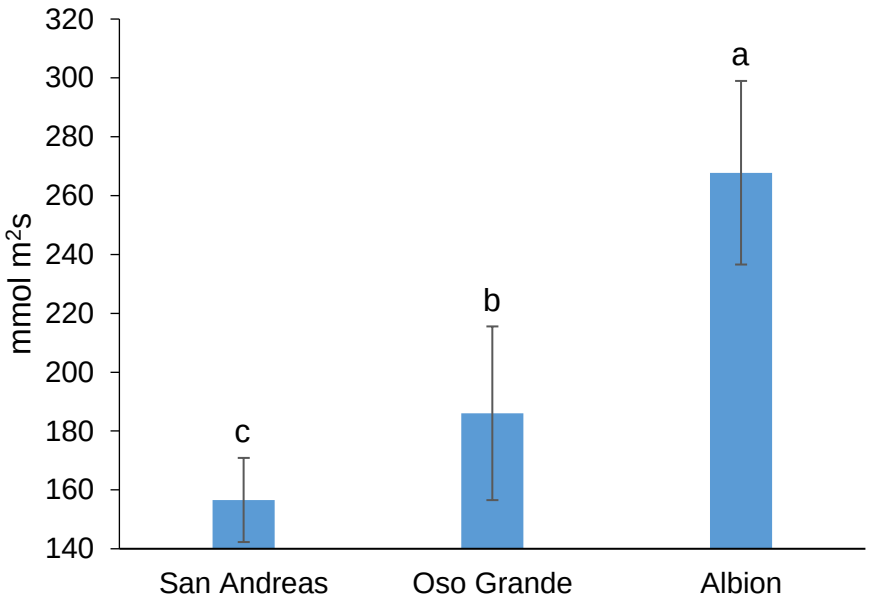


Figura 25. Média da condutância estomática nas variedades de morango aos 30 dias após o transplantio.

A condutância estomática é um indicativo do déficit hídrico das plantas, relacionado com a temperatura da folha, podendo-se dizer que a variedade San Andreas apresentou menores valores de condutância estomática por ter maiores valores de temperaturas nas folhas. Outro fator poderia ser as características de cada variedade de morango, como o tamanho das folhas, e a distribuição dos estômatos.

Messinger et al. (2006) afirmam que a condutância estomática é uma propriedade fisiológica das plantas para controlar a transpiração. Costa (2012) avaliou a condutância estomática da variedade Albion em horários diferentes, as 8:00, 12:00 e 16:00 horas, nos primeiros dois horários encontrou valores semelhantes a este trabalho, com 130 e 180 mmol m^2s e de 180 e 290 mmol m^2s, respectivamente. Lima (2014) avaliou a condutância da variedade Oso Grande com diferentes lâminas de irrigação, verificando que com o aumento da lâmina de irrigação houve um aumento da condutância estomática, encontrando valores de 610 mmol m^2s para 33,3% da evaporação do tanque classe A e 730 mmol m^2s com 166,6%.

4.5. MASSA SECA PARTE AÉREA (MSPA)

Para massa seca da parte aérea (MSPA) foi observada diferença significativa apenas para os sistemas de cultivos. Na Figura 26 se observa que os sistemas que mais produziram massa seca foram *Slab* e Vasos (47,7 e 44,4 g planta^{-1}), respectivamente, seguidos pelo Bloco de Cerâmica (23,84 g planta^{-1}).

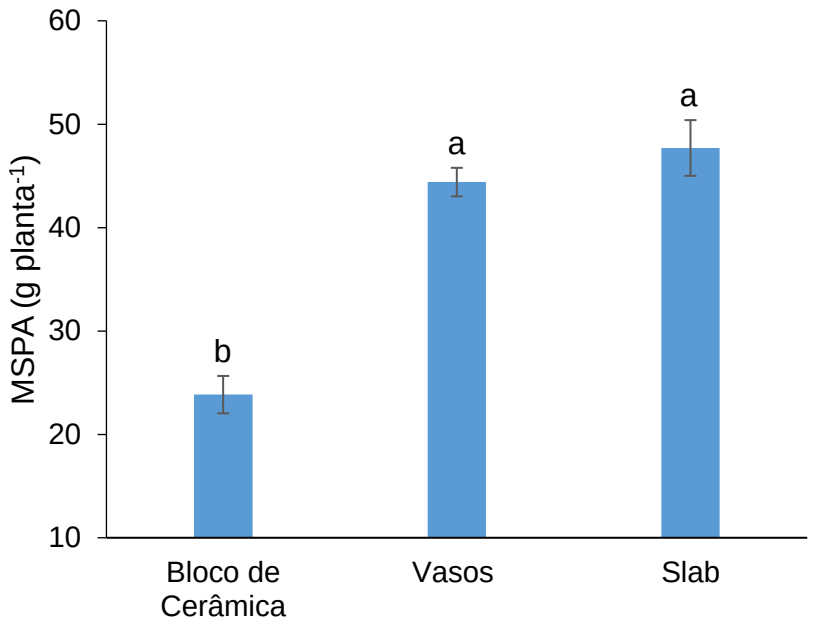


Figura 26. Produção de massa seca da parte aérea das variedades de morango nos diferentes sistemas de cultivo.

Em termos de produção, os sistemas Slab e Vasos foram os que produziram maior massa seca, devido a sua alta produção de número de folhas, maior produção na área foliar e por uma melhor capacidade fotossintética das plantas dentro do sistema.

4.6. CONDUTIVIDADE ELÉTRICA

Houve diferença significativa na variável condutividade elétrica (CE) apenas para os sistemas de cultivos, o sistema Vasos proporcionou o maior valor de condutividade (0,99 dS m^{-1}), seguido por *Slab* (0,30 dS m^{-1}), e o Bloco de Cerâmica (0,16 dS m^{-1}) (Figura 27). Este resultado pode ser devido ao fato de que o nível de condutividade elétrica foi proporcional a quantidade de água e fertilizante utilizado. Todos os sistemas receberam a mesma quantidade de água e nutrientes, porém, a diferença é que o Bloco de Cerâmica drenava muito mais rápido em comparação com os demais sistemas, considerando isto, pode ter um efeito negativo nas

concentrações de nutrientes para as plantas e, como consequência, um menor desenvolvimento e redução na produção de frutos.

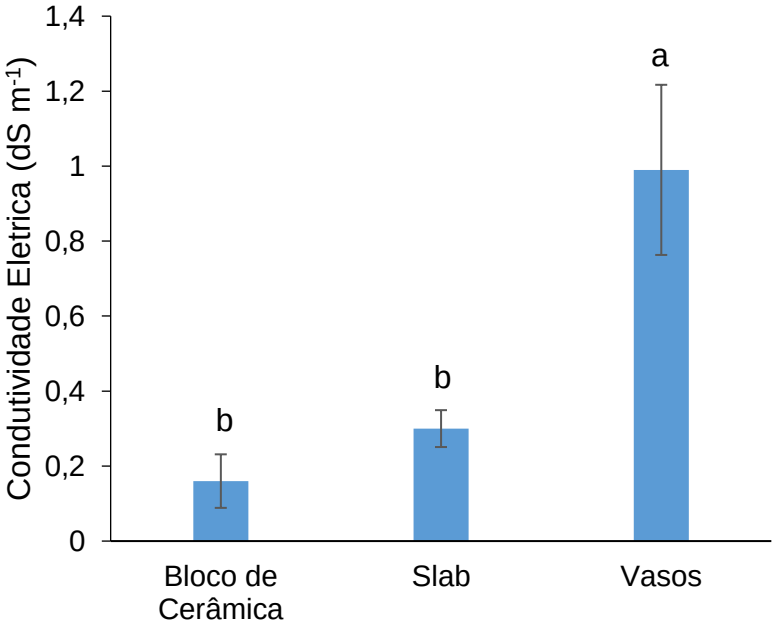


Figura 27. Condutividade Elétrica avaliada nos sistemas de cultivo semi-hidropônico.

Os valores obtidos de CE nos sistemas Vasos e *Slab* são inferiores aos valores indicados para uma boa produção e um bom desenvolvimento. Segundo GIMÉNEZ et al. (2008), os valores indicados são de 1,4 a 1,8 dS m^{-1}. Outras pesquisas indicam que esses valores são menores (ANDRIOLO et al., 2009), que trabalharam com três métodos de fertirrigação em sistemas fechados para avaliar o crescimento e produtividade de frutos de dois clones de morango, encontraram valores médios de 1,5 a 1,6 dS m^{-1}.

4.7. NÚMERO DE FRUTOS COMERCIAIS

Com relação ao número de frutos comerciais (NFC), foram contabilizados os frutos das cinco colheitas feitas no período de abril a agosto de 2016, encontrando-se diferença significativa de maneira isolada somente para as variedades de morango, em que a cultivar San Andreas e Albion apresentaram os maiores

números de frutos comerciais, com 6,3 e 3,83 (nº planta^{-1}) respectivamente, diferindo da variedade Oso grande que apresentou média de produção de 1 fruto planta^{-1} (Figura 28).

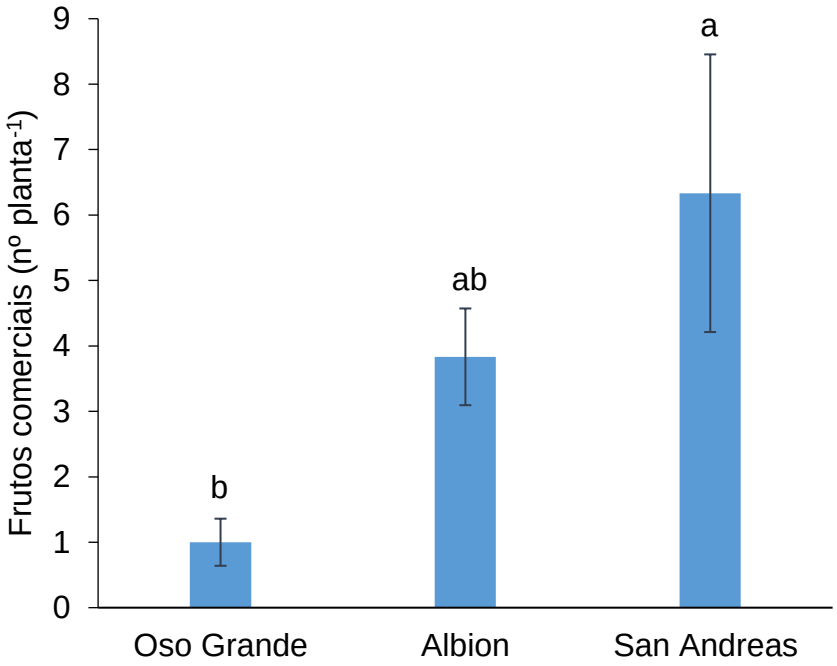


Figura 28. Número de frutos comerciais das cultivares nos sistemas de cultivos semi-hidropônico.

Para todas as avaliações, observou-se uma baixa produção de frutos por planta quando comparada a outras pesquisas. A baixa produção de frutos da variedade Oso Grande foi devido a que não se adaptou as condições climáticas da região, as mudas foram afetadas desde a chegada, causando a morte em algumas plantas. O que se pode dizer é que provavelmente as variedades de morango de dias curtos, não se adaptam as condições climáticas da região do Sul do Mato Grosso.

Por outro lado, a baixa produção de frutos foi devido à pouca emissão de flores, isto possivelmente, ocasionado por altas temperaturas durante o dia, causando produções altas de estolões corroborando com os resultados encontrados por Calvete et al. (2008), que encerraram o experimento devido ao aumento da temperatura na região durante o dia, causando uma redução de flores e frutos e um

incremento acelerado na emissão de estolões e altas produções de frutos deformados e pequenos.

Segundo Stapleton et al. (2001) as produções de morango estão certamente vinculadas a quantidade de horas frio que recebem as mudas nas estufas. Höhn et al. (2013) estudou o comportamento produtivo de cultivares de dias neutros em clima temperado em Pelotas-RS, obtendo resultados diferentes quanto a produção de frutos, onde a variedade San Andreas produziu em média de 11,16 frutos planta^{-1}.

Costa (2012) também encontrou resultados diferentes, avaliando o desempenho da cultivar Albion quanto à produção e qualidade de frutos, conduzida em diferentes substratos, sob ambiente protegido na Universidade de Passo Fundo em Rio Grande do Sul, obtendo resultados de 37 (frutos planta^{-1}). Gomes (2013) obteve uma produção de 136 (frutos planta^{-1}) com a variedade Oso Grande em função das lâminas de irrigação.

Oliveira e Scivittaro (2009) avaliaram a produção de frutos de morango utilizando a variedade Camarosa, utilizando sistema de produção sob túnel, com vernalização e sem vernalização. Os autores observaram que houve um incremento de número de frutos de 67% com as mudas que foram vernalizadas e uma produção de 57,9 frutos planta^{-1}.

4.8. MASSA FRESCA POR FRUTOS E MASSA FRESCA TOTAL DOS FRUTOS

Não houve diferença significativa para massa fresca por frutos entre os tratamentos e as variedades estudadas. Podemos observar que entre as variedades de morango, Albion apresentou maior massa fresca (6,59 g fruto^{-1}), San Andreas (5,70 g frutos^{-1}) e por último Oso Grande (2,25 g frutos^{-1}). Já para os sistemas, Vasos obteve o melhor desempenho em produção (6,61 g frutos^{-1}) seguido de Slab e Bloco de Cerâmica (4,03 e 3,90 g frutos^{-1}), respectivamente (Tabela 9).

Tabela 9. Massa fresca por frutos em diferentes sistemas de cultivos e variedades.

Sistema	Massa Fresca (g frutos^{-1})

Bloco de Cerâmica	3.90 a
Slab	4.03 a
Vasos	6.61 a
Variedade	
Oso Grande	2.25 a
San Andreas	5.70 a
Albion	6.59 a
CV (%) Sistema	30.63
CV (%) Variedade	46.26

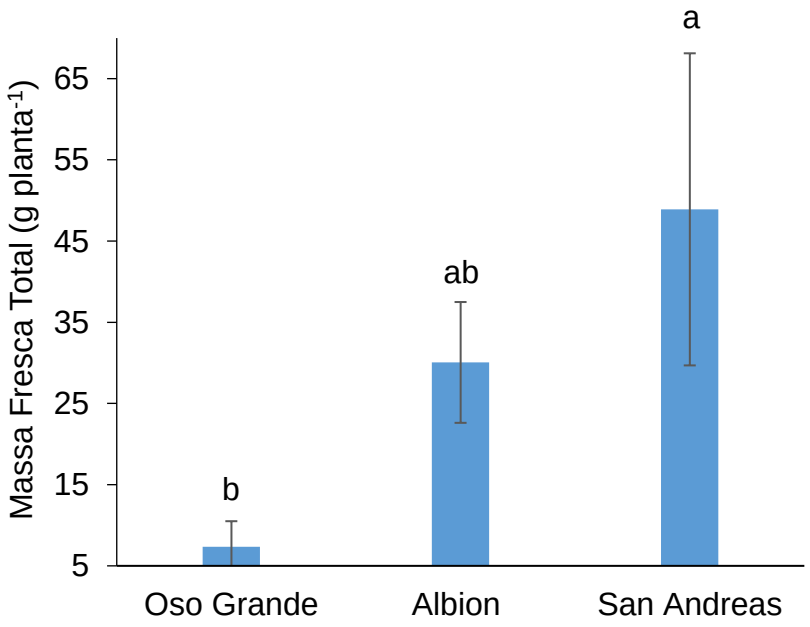
Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Com relação a massa fresca total dos frutos, houve diferença significativa apenas para as variedades de morango, destacou-se as variedades San Andreas e Albion com valores de 48,90 e 30,5 g planta^{-1} respectivamente, sendo a variedade Oso Grande inferior com valor de 7,3 g planta^{-1} (Figura 29).

Santos (2013) avaliou a qualidade de morangos produzidos sob sistemas convencional e orgânico, afirmando que a variedade San Andreas foi superior as demais variedades estudadas, encontrando valores de 20,96 g para massa fresca dos frutos. Costa (2012) encontrou resultados diferentes com a produção de massa fresca dos frutos, trabalhando com a variedade Albion em diferentes combinações de substrato, obtendo uma produção de 342 g planta^{-1}.

Calvete et al. (2008) estudaram diferentes cultivares de morango para ver qual se adaptava melhor ao cultivo protegido na região do Planalto Médio do Rio Grande do Sul, os autores encontraram que as variedades Camarosa, cv. Dover e Oso Grande, tiveram os melhores resultados quanto a produção de massa fresca de frutos, no qual a variedade Camarosa obteve a produção de 607 g planta^{-1}, valor muito diferente em comparação com os resultados encontrados nesta pesquisa.

Figura 29. Massa fresca total dos frutos comerciais das variedades Oso Grande, Albion e San Andreas nos sistemas de cultivos semi-hidropônico.



4.9. DIÂMETRO DOS FRUTOS COMERCIAIS

Não houve diferença significativa para o diâmetro dos frutos entre os sistemas de cultivos e as variedades de morango. Observando-se a Tabela 10, podemos observar que o sistema Vasos obteve o maior diâmetro de frutos (16,98mm frutos^{-1}) seguido de *Slab* (14,27mm frutos^{-1}) e Bloco de Cerâmica (12,62mm frutos^{-1}). Entre

as variedades, Albion obteve o maior valor (18,82mm frutos^{-1}) seguido das variedades San Andreas e Oso Grande (16,99 e 8,06mm frutos^{-1}), respectivamente.

Tabela 10. Diâmetro dos frutos em diferentes sistemas de cultivos e variedades.

Sistema	**Diâmetro (mm frutos^{-1})**
Bloco de Cerâmica	12.62 a
Slab	14.27 a
Vasos	16.98 a
Variedade	
Oso Grande	8.06 a
San Andreas	16.99 a
Albion	18.82 a
CV (%) Sistema	46.18
CV (%) Variedade	52.77

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Mendonça (2011) testou o desenvolvimento e produção de diferentes cultivares de morango, não encontrando diferença significativa entre as cultivares, mas obtendo diâmetros superiores a este trabalho, com médias de 33,2 mm. Calvete et al. (2008) encontrou diâmetros superiores aos 27,6 mm em sacolas horizontais.

4.10. TEOR DE SÓLIDOS SOLÚVEIS TOTAL (SST)

Não foi observada diferença significativa para os tratamentos avaliados, embora a variedade Albion ter apresentado o maior valor (3,36 ºBrix). Considerando os sistemas de cultivos, Vasos foi quem proporcionou a maior influência no aumento do teor de sólidos solúveis (3,21 ºBrix), seguido de *Slab* e Bloco de Cerâmica (Tabela 11), sendo valores muitos baixos em comparação com outras pesquisas.

Segundo Anttonen et al. (2006) os acúmulos de teor de sólidos solúveis variam entre as variedades e as condições ambientais (exposição a altas temperaturas e radiação ultravioleta), e por último a deficiência nutricionais. Então, a pouca produção de sólidos solúveis nos frutos pode ser possivelmente pelo clima desta região, quanto a temperatura, radiação e altitude.

Tabela 11. Teor de Sólidos Solúveis total dos frutos de morango em diferentes sistemas de cultivos e variedades.

Sistema	**SST (ºBrix)**
Bloco de Cerâmica	2,00 a
Slab	2,95 a
Vasos	3,21 a
Variedade	
Oso Grande	1,65 a
San Andreas	3,14 a
Albion	3,36 a
CV (%) Sistema	35.54
CV (%) Variedade	38.73

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Guimarães et al. (2013) avaliaram as características químicas de 6 variedades de morango a uma altura de 1.231 m no município de Datas-MG, encontrando valores superiores em relação a este trabalho. Os autores observaram que a variedade Oso Grande apresentou um valor de 6,17 ºBrix. Resende et al. (2010) avaliaram a influência de três sistemas de cultivos (túnel alto, túnel baixo e a campo) na produtividade e no teor de sólidos solúveis dos frutos utilizando as cultivares Dove, Camarosa, Sweet Charlie e Oso Grande, e encontraram que na variedade Oso Grande o teor de sólidos solúveis foi de 5,88 ºBrix no sistema de túnel alto e a campo.

4.11. ACIDEZ TITULÁVEL TOTAL

Observou-se diferença significativa apenas para as variedades de morango na acidez titulável total, onde os maiores valores obtidos foram para as variedades San Andreas e Albion (0.70 e 0.68 mg.100 g^{-1} polpa), respectivamente, seguido da variedade Oso Grande (0.26 mg.100 g^{-1} polpa) (Figura 30). As variedades San Andreas e Albion são as que apresentaram menor sabor azedo em comparação com a variedade Oso Grande, indicando que acidez titulável diminuiu em função da maturação dos frutos, representando um atributo importante de qualidade dos frutos.

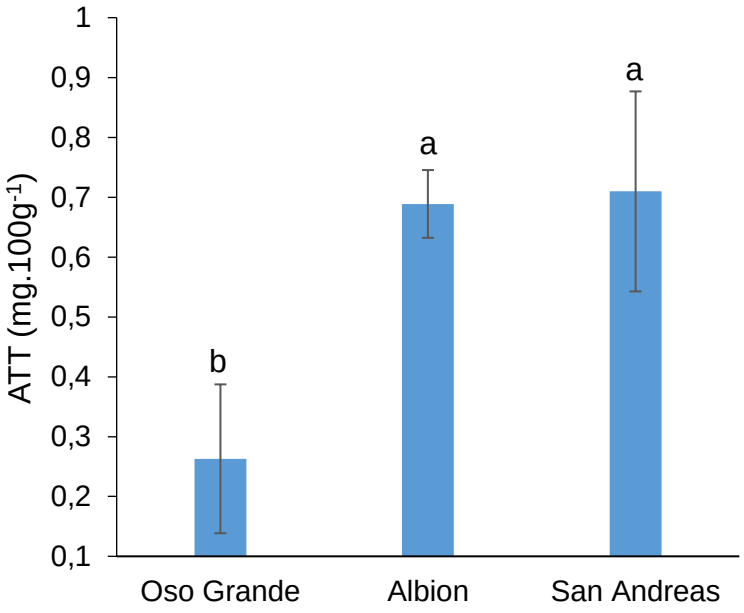


Figura 30. Acidez Titulável Total dos frutos comerciais das variedades de morango nos sistemas de cultivos semi-hidropônico.

Françoso et al. (2008) avaliaram as alterações físico-químicas em morangos irradiados utilizando a variedade Sweet Charlie, encontrando valores na acidez titulável entre 1,14 e 1,68 mg.100^{-1} polpa, valores superiores aos encontrados neste estudo. Podemos dizer que a discrepância pode ser devido a diferença entre variedades. Silva (2010) estudou a qualidade de morango da variedade Oso Grande em temperatura ambiente e refrigerada, encontrando valores de 0,49 mg.100^{-1} polpa. Costa (2012) avaliou o desempenho produtivo e qualitativo da cultivar Albion em diferentes substratos em ambiente protegido encontrando valores 0,97 mg 100^{-1} polpa. Antunes (2013) avaliou a qualidade pós-colheita de seis cultivares de morango desenvolvidas pela Universidade da Califórnia: Albion, Camino Real,

Palomar, Monterey, Portola e San Andreas, encontrando que a acidez de todas as cultivares foi maior do que 0,8%. O autor concluiu que a elevada acidez dos frutos pode ser atribuída a perda de vigor da planta.

4.12. RELAÇÃO SST/ATT

Quanto a relação SST/ATT, não houve diferença significativa entre os tratamentos sistemas de cultivos e variedades. Entretanto, podemos observar que os maiores valores encontrados foram para o sistema Vasos (5,10) e para a variedade Albion (4,78) (Tabela 12). Os valores baixos da relação SST/ATT pode ser ocasionado provavelmente, pelos baixos valores apresentados na acidez titulável, uma vez que, segundo Mendonça (2011) os valores baixos da relação SST/ATT foram devido aos valores baixos de acidez titulável.

Tabela 12. Relação Sólidos solúveis total e Acidez titulável (SST/ATT) dos frutos de morango em diferentes sistemas de cultivos e variedades.

Sistema	**SST/ATT**
Bloco de Cerâmica	2.22 a
Slab	3.03 a
Vasos	5.10 a
Variedade	
Oso Grande	2.20 a
San Andrea	3.36 a
Albion	4.78 a
CV (%) Sistema	36.18
CV (%) Variedade	46.95

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Brackmann et al. (2011) avaliaram a qualidade de cultivares e clones de morango, encontrando valores superiores (média de 9,78) comparados aos valores de esta pesquisa. Pereira (2009) afirma que a maior relação SST/ATT proporciona aos frutos um melhor equilíbrio entre o teor de sólidos solúveis e acidez titulável, e frutos com sabor mais agradável. O autor avaliou a qualidade de diferentes variedades de morango em diferentes épocas de plantio, encontrando valores médios de 6,55 SST/ATT.

Fagherazzi (2013) avaliou as características e o desempenho das plantas de morango Albion e San Andreas, encontrando valores para a relação SST/ATT de 10,43 e 9,40, respectivamente. Costa et al. (2010) avaliaram a produção e as características físico-química de cultivares de morangueiro utilizando as variedades Dover, Camino Real, Ventana, Camarosa, Seascape, Diamante, Aromas, Oso Grande e Tudla, na região Serrana do Espirito Santo, os autores não encontraram diferença significativa para a variável SST/ATT, mas eles encontraram o maior valor na variedade Oso Grande (10,58 SST/ATT), resultado diferente quando comparado com os resultados encontrados para a variedade Oso Grande nesta pesquisa.

5. CONCLUSÕES

Os sistemas de cultivos influenciaram no desenvolvimento das plantas de morango cultivados em ambiente protegido na região de Rondonópolis-MT, exceto para a produção e qualidade dos frutos, que não foram influenciados pelos sistemas de cultivos.

Os sistemas que proporcionaram maior desenvolvimento das cultivares de morango foram os Vasos e *Slab*, respectivamente, enquanto o sistema Bloco de Cerâmica proporcionou o menor desenvolvimento das plantas de morango. As variedades San Andreas e Albion tiveram os maiores desenvolvimentos das plantas.

A Variedade San Andreas obteve a maior produção de frutos comerciais, sendo os frutos com os melhores índices de qualidade.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, P.G.; ABREU, V.M.N.; MAZZUCO, H. Uso do resfriamento evaporativo (adiabático) na criação de frangos de corte. Concórdia: EMBRAPA, CNPSA, 1999. 51p. (Documentos,59).

ALVARENGA, J. O. Classificação, embalagem e rotulagem do morango. In: CARVALHO SP (coord). Boletim de morango: cultivo convencional, segurança alimentar e cultivo orgânico. Belo Horizonte: FAEMG, p. 119-126. 2006

ALVES, M.O. Produção de morangos ecológicos: Estudos preliminares da semi-hidroponia. Florianópolis, SC, 2006. Monografia (Programa de graduação em Ciências da Administração da Universidade Federal de Santa Catarina).

ANDRIOLO, J.L.; JANISCH, D.I.; OLIVEIRA, C.S.; COCCO, C.; SCHMITT, O.J.; CARDOSO, F.L. Cultivo sem solo do morangueiro com três métodos de fertirrigação. Ciência Rural, Santa Maria, v.39, n.3, p.691-695, mai-jun, 2009.

ANTUNES, L. E. C.; RISTOW, N. C.; KROLOW, A. C. R.; CARPENEDO, S.; REISSER JÚNIOR, C. Yield and quality of strawberry cultivars. Horticultura Brasileira, Brasília, v. 28 n. 2. p. 222-226, 2010.

ANTUNES, M.C. Qualidade de frutos de seis cultivares de morangueiro. Dissertação (Mestrado) apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.p.38. 2013.

ANTTONEN, M.J.; HOPPULA, K.I.; NESTBY, R.; VERHEUL, M.J.; KARJALAINEN, R.O. Influence of fertilization, mulch color, early forcing, fruit order, planting date, shading, growing environment, and genotype on the contents of selected phenolics in strawberry (Fragaria x ananassa Duch.) fruits. Journal of Agricultural and Food Chemistry,Los Angeles, v.54, n.7, p.2614-2620, 2006.

AZEVEDO, S.M.C. Estudo de taxas de respiração e de fatores de qualidade na conservação de morango fresco (Fragaria x ananassa Duch.). Dissertação (Mestrado) apresentada na área de Ciências do Consumo Alimentar, Universidade Aberta, Portugal, p. 225. 2007.

BENTES, M.; MATTAS, K.; PAROUSSI, G. Employing soilless culture systems in strawberry production. *MEDIT (CIHEAM)*, 1996.

BUENO, S.C.S.; MAIA, A.H.N.; TESSARIOLI, N.J. Florescimento de 17 cultivares de morangueiro (Fragaria x ananassa Duch.), em São Bento do Sapucaí–SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 17. Anais... Belém: SBF (CD-ROM). 2002.

BRECKMANN, A.; PAVANELLO, E.P.; BOTH, V.; JANISCH, D.I.; SCHMITT, O.J.; GIMENEZ, G. Avaliação de genótipos de morangueiro quanto à qualidade e potencial de armazenamento. Rev. Ceres, Viçosa, v. 58, n.5, p. 542-547, set/out, 2011.

CAMARGO, L.S.; SCARANARI, H.J.; IGUE, T. Efeito do tipo de mudas na produção de morangueiro. Bragantia, Campinas, v.33, n.3, p.23-31, 1974.

CAMARGO, J.R. Resfriamento evaporativo: poupando a energia e o meio ambiente. Ver. Ciênc. Exatas, Taubaté, v. 9/10, p. 69-75, 2003/2004.

CAMPOS, A. T; KLOSOWSKI, E. S; GASPARINO, E; CAMPOS, A, T. Estudo do potencial de redução da temperatura do ar por meio do sistema de resfriamento adiabático evaporativo na região de Maringá, Estado do Paraná. Maringá, v. 24, n. 5, p. 1575-1581, 2002.

CANTILLANO, R.F.F.; CASTAÑEDA, L.M.F.; TREPTOW, R.O.; SCHUNEMANN, A.P.P. Qualidade físico-química e sensorial de cultivares de morango durante o armazenamento refrigerado. Pelotas, Embrapa Clima Temperado, p.29, 2008.

CALVETE, E. O.; NIENOW, A. A.; WESP, C. L.; CESTONARO, L.; MARIANI, F.; FIOREZE, I.; CECCHETTI, D.; CASTILHOS, T. Produção hidropônica de morangueiro em sistema de colunas verticais, sob cultivo protegido. Ver. Bras. Frutic., Jaboticabal-SP, v. 29, n. 3. p. 524-529, 2007.

CALVETE, E.O.; MARIANI, F.; WESP, C.L.; NIENOW, A.A.; CASTILHOS, T.; CECCHETTI, D. Fenologia, produção e teor de antocianinas de cultivares de morangueiro em ambiente protegido. Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal - SP, v. 30, n. 2, p. 396-401, junho 2008.

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

CARVALHO, S.F. Produção, qualidade e conservação pós-colheita de frutas de diferentes cultivares de morangueiro nas condições edafoclimáticas de Pelotas-RS. Dissertação (Mestrado) apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Pelotas. p.86. 2013.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio. 2. Ed. rev. e ampl. Lavras. Editora UFLA. p. 783. 2005.

CHURCH, G.A.; WATERS, W.F.; LAZIN, M.B. Application of ground water to greenhouse cooling systems. Chicago: American Society of Agricultural Engineers, p.15-18. 1981.

COSTA, R.C. Ecofisiologia, rendimento e qualidade de morangueiro de dias neutros cv. Albion em diferentes substratos. Tese (Doutorado) apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da UPF. p.146. 2012.

DIAS, M.S.C.; COSTA, J.J.; DOURADO, P.D.; NOGUEIRA, M.R.; ALVES, B.J.A.; Da SILVA, C.R. 101 culturas: Manual de tecnologias agrícolas. Belo Horizonte ISBN 85-99764-04-7.800 p. 2007.

EMBRAPA. Palestras do II Simpósio Nacional do Morango; I Encontro de Pequenas Frutas e Frutas Nativas do Mercosul, Pelotas, RS. ISSN 1516-8840. p.296. 2004.

EMBRAPA. Produção de Morangos no Sistema Semi-Hidropônico. ISSN 1678-8761. 2006. Disponivel em: https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br. 2006. Acesso em 01/12/2015.

FABBRI, A.D.T. Estudo da radiação ionizante em tomates (*Lycopersicum esculentum Mill*) in natura e no teor de licopeno do molho. Tese (Mestrado) apresentada na área de Tecnologia Nuclear São Paulo. p.77. 2009.

FAGHERAZZI, A.F. Avaliação de cultivares de morangueiro no planalto sul catarinense. Dissertação (Mestrado) apresentada ao curso de Pós-graduação em produção vegetal do Centro de Ciências Agroveterinarias da Universidade do Estado de Santa Catarina. p. 107. 2013.

FAOSTAT. Food and agriculture organization of the united nations statistics division, 2013. Disponivel em: http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E. Acesso em 01/12/2015.

FERNANDEZ-JUNIOR, 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, Campinas, v. 61, n. 1, 25-34, 2002.

FERREIRA, D. F. SISVAR: a computer statical analysis system. Ci. Agrotec. v. 6, p. 1039-1042, 2011.

FILGUEIRA, F.A.R. Novo Manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa: Ed UFV. 402 p 2000.

FURLANI, P. R.; FERNANDEZ JÚNIOR, F. Cultivo hidropônico de morango em ambiente protegido. In: Simpósio Nacional do Morango & encontro de Pequenas frutas nativas do Mercosul, Pelotas. Anais... pelotas: Corrêa Antunez, L. E.et al. (Eds.). EMBRAPA, P. 102-115. 2004.

FURLANI, P.R.; SILVEIRA, L.C.P.; BOLONHEZI, D.; FAQUIN, V. Cultivo Hidropônico de Plantas: Parte 1 - Conjunto hidráulico. 2009. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2009_1/hidroponiap1/index.htm>.Acesso em: 16/2/2016.

FURLAN, R.A. Avaliação da nebulização e abertura de cortinas na redução da temperatura do ar em ambiente protegido. Tese (Doutorado) apresentada a ESALQ, USP. Piracicaba. p.160. 2001.

FRANÇOSO, I.L.T.; COUTO, M.A.L.; CANNIATTI-BRAZACA, S.G.; ARTHUR, V. Alterações físico-químicas em morangos (Fragaria anassa Duch.) irradiados e armazenados. Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas, 28(3): 614-619, jul.-set. 2008.

GARCÍA-TEJERO, I.F., et al. Linking canopy temperature and trunk diameter fluctuations with other physiological water status tools for water stress management in citrus orchards. Functional Plant Biology, v. 38, p. 106–117, 2011.

GIMÉNEZ, G.; ANDRIOLO, J.L.; GODOI, R. Cultivo sem solo do morangueiro. Ciência Rural 38: 273-279. 2008.

GOMES, R.P. Fruticultura Brasileira. São Paulo, Nobel. ISBN 85-213-0126-X. 443 p. 2007.

GOMES, E.R. Eficiência no uso de água e de potássio no cultivo e na produção do morangueiro. Dissertação (Mestrado) apresentada a Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP-Campus de Botucatu. p.83. 2013.

GUIMARÃES, A.G.; VIEIRA, G.; BATISTA, A.G.; PINTO, N.A.V.D.; VIANA, D.J.S. Características físico-químicas e antioxidantes de cultivares de morangueiro no Vale do Jequitinhonha. Tecnol. & Ciên. Agropec., João Pessoa, v.7, n.2, p.35-40, jun. 2013.

HÖHN, D; GONÇALVES, M.A; COCCO, C; RUTZ, L; DE PAULA, G; ANTUNES, L.E.C. Comportamento produtivo de cultivares de dias neutros com plantio tardio. Congresso de Iniciação Científica. 12ª mostra de produção universitária. Pelotas-RS. 2013.

IAL - Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4.ed. Brasília: IAL. 1018p. 2005.

JUNIOR, L.V.E.V; ARAÚJO, J.A.C; FACTOR, T.L. Análise do resfriamento da solução nutritiva para cultivo hidropônico do morangueiro. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.24, p.338-346. 2004.

JUNIOR, C.R; ANTUNES, L.E.C; ALDRIGHI, M; VIGNOLO, G. Panorama do cultivo de morango no Brasil. Campo & Negócios, Hortifruti. ISSN 2176-1191. Dezembro. 2014

LI-COR. LI 3100. Área meter instruction manual. Lincoln: LICOR, 34p. 1996.

LIMA, F.A. Cultivo de morango em ambiente tipo telado, sob manejos diferenciados de irrigação e de fertilização orgânica, nas condições climáticas de Fortaleza, Ceará. Dissertação (Mestrado) apresentada ao programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Ceará. p 63. 2014.

MALGARIM, A.M; CANTILLANO, R.F.F; COUTINHO, E.F. Sistemas e condições de colheita e armazenamento na qualidade de morangos cv. Camarosa. Rev.Bras., Jaboticabal-SP, v.28, n.2, p.185-189. Agosto, 2006.

MATSON, S. Evaporation: The Zeer Pot. Electricity Free Refrigerator. Physis 1010. 5 p. 2014.

MENEZES, J.B. Qualidade pós- colheita de melão tipo galia durante a maturação e o armazenamento. Tese (Doutorado) Universidade Federal de Lavras. p.171. 1996.

MENDONÇA, H.F.C. Produção e qualidade de morangos em cultivo protegido consorciado com a figueira. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de pós-graduação em agronomia – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo-RS. 122 p. 2011.

MORAIS, R.S. Cultivo hidropônico de alface (Lactuca sativa L.) dos grupos crespa e americana, com três diferentes tipos de soluções nutritivas, no período de verão no município de Itapetinga-Ba. 2007. Dissertação (Programa de pôs graduação em agronomia) Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

NETO, A. J. S; ZOLNIER, S. Desempenho de um sistema de resfriamento evaporativo do ar em casa de vegetação. Irri, Botucatu, v. 15, n. 2, p. 140-150. 2010.

OLIVEIRA, R.P; SCIVITTARO, W.B. Produção de frutos de morango em função de diferentes períodos de vernalização das mudas. Horticultura Brasileira 27: 091-095. 2009.

OLIVEIRA, A. K. S; GOMES, R. J; SILVA, M.A; GUISELINE, C; PANDORFI, H; PEDROSA, E. M.R. Avaliação preliminar de um ambiente protegido para implantação de um sistema de resfriamento evaporativo. Apresentado no XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia. Centro de Turismo de Guarapari – ES. 2011.

ORTIGOZA, L. E. R. Comportamento de diferentes cultivares de morangueiro na produção de mudas de campo. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba - SP. p 43. 1999.

PEREIRA, W.R. Produtividade e qualidade de frutos de cultivares de morangueiro, em diferentes épocas de plantio. Tese (Doutorado) apresentada á Universidade Federal de Lavras, ao programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia. p. 46. 2009.

PORTELA, I.P.; PEIL, R.M.N.; RODRIGUES, S.; CARINI, F. Densidade de plantio, crescimento, produtividade e qualidade das frutas de morangueiro ‘Camino Real’ em hidroponia. Revista Brasileira de Fruticultura. v.34, n.3, p. 792-798, 2012.

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 28: 185-189. 2010.

RESENDE, S. R. Olericultura – A cultura do Morango. Belo Horizonte: Emater, Disponível em: http://www.emater.mg.gov.br/portal.cgi. pgn livraria virtual arquivos. Acesso em: 31 outubro 2016. 2001.

RODAS, C.L. Deficiências nutricionais no morangueiro: caracterização de sintomas visuais, produção e nutrição mineral. Dissertação (Mestrado) apresentada a Universidade Federal de Lavras ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Solo. p 86. 2008.

RONQUE, E.R.V. Cultura do morangueiro: revisão pratica. Curitiba: EMATER/PR. cap.1-2. p. 206. 1998.

SANTOS, L. D. S. Qualidade de morangos produzidos sob sistemas convencional e orgânico no Vale do Ipojuca-PE. TCC apresentada ao curso de Agronomia da Universidade Federal da Paraíba. p.45. 2013.

SANTOS, A.M. A cultura do morango. Empresa Brasileira de pesquisa agropecuária, Centro de pesquisa de clima temperado-Brasilia. ISBN 85-85007-12-5. p.35.1993

SCARANARI, C.; LEAL, P.A.M.; PELLEGRINO, G.Q. Estudo de simulações de microclimas em casas de vegetação visando à climatização de mudas micropropagadas de bananeira cv grande naine. Revista Bras. Frutic.; Jaboticabal-SP. N.4, p. 1001-1008. 2008.

SILVA, I.J.O. Climatização das instalações para bovino leiteiro. In: SILVA, I.J.O. (Ed.). Ambiência na produção de leite. Piracicaba: FEALQ, cap.6, p.114-145. 1998.

SILVA, P.A. Manutenção da qualidade de morangos submetidos ao 1-MCP e armazenados em temperatura ambiente e refrigerada. Tese (Doutorado) apresentada à Universidade Federal de Lavras. Programa de Pós-Graduação em Agroquímica. p 137. 2010.

SILVA, M.C.; Melão rendilhado em ambiente protegido submetido a doses de nitrogênio e potássio em Rondonópolis-MT. Dissertação (Mestrado) apresentada à Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências Agrarias e Tecnológicas, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Campus de Rondonópolis. p. 88. 2012.

SILVA, S.C.A.; JUNIOR, J.L.A.M.; PEREIRA, A.P.A.; SOUTO, P.C.; OLIVEIRA, V.P. Produção de morango em sistemas semi-hidropônico para o município de Garanhuns- PE. XIII Jornada de ensino, pesquisa e extensão. 2013.

STAPLETON SC; CHANDLER CK; LEGARD DE; PRICE JF; SUMLER JUNIOR JC. Transplant source affects fruiting performance and pests of ‘Sweet Charlie’ strawberry in Florida. Hort Technology 11:61-65. 2001.

TEIXEIRA, C.P. Produção de mudas e frutos de morangueiro em diferentes sistemas de cultivo. Teses (Doutorado) apresentada à Universidade Federal de Lavras. Programa de Pós- Graduação em Agronomia/ Fitotecnia. Lavras. p 74. 2011

WIERSMA, F.; SHORT, T.H. Evaporative cooling. In: Hellickson, M.A, Walker, J.N Ventilation of agricultural structures. ASAE. p. 103-118. 1983.