



**UNIVERSIDAD FEDERAL DE MATO GROSSO
INSTITUTO DE CIENCIAS AGRARIAS Y TECNOLÓGICA
Programa de Pos - Graduação em Engenharia Agrícola**

**PRODUCCIÓN DE FRESAS SEMI – HIDROPONICO EN DIFERENTES
SISTEMAS DE CULTIVO**

HAMILTON ABRAHAM WEIMAR CASTRO

**Rondonópolis - MT
2017**



**UNIVERSIDAD FEDERAL DE MATO GROSSO
INSTITUTO DE CIENCIAS AGRARIAS Y TECNOLOGICAS
Programa de Pos - Graduación en Ingeniería Agrícola**

**PRODUCCIÓN DE FRESAS SEMI – HIDROPONICO EN DIFERENTES
SISTEMAS DE CULTIVOS**

**HAMILTON ABRAHAM WEIMAR CASTRO
INGENIERO AGRONOMO**

Orientador: Prof Dr. Tonny José Araújo da Silva

Tesis presentada a la Universidad Federal de Mato Grosso, para la obtención del título de Magíster en Ingeniería Agrícola. Línea de investigación: Ingeniería de Sistemas Agrícolas.

**Rondonópolis - MT
2017**

Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.

W422p WEIMAR CASTRO, HAMILTON ABRAHAM.
PRODUCCIÓN DE FRESAS SEMI – HIDROPONICO EN
DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVOS / 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 DE EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
PRO-REITORIA DE DOCÊNCIA DE POS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE POS-GRADUAÇÃO EM INGENIERIA AGRÍCOLA
Rodovia Rondonópolis-Guiratinga, km 6 - Sagrada Família, - Cep: 78735-90 -Rondonópolis/MT
Tel : (66) 3410-4063 - Email : spgeagri@ufmt.br

HOJA DE APROVAÇÃO

TÍTULO : " PRODUCCIÓN DE FRESAS SEMI – HIDROPONICO EN DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVOS"

AUTOR : Hamilton Abraham Weimar Castro

Tesis defendida y aprobada el 27/02/2017.

Composición de la Banca Examinadora:

Presidente Banca / Doctor Tonny José Araújo da Silva
Institución : Universidad Federal de Mato Grosso

Examinador Interno Doctor Thiago Franco Duarte
Institución : Universidad Federal de Mato Grosso

Examinador Externo Doctor Jefferson Vieira José
Institución : Universidad Federal de Mato Grosso

Examinador Suplente Doctor Marcio Koetz
Institución : Universidad 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

A Dios todopoderoso, que me ayudó hasta aquí y me dió la fuerzas para concluir. A mis padres Jorge Lyn Weimar Suarez y Guillermina Castro Ruiz, por todo el apoyo y por todas las enseñanzas. A mi hermano Jorge Miguel Weimar Castro, por compartir los mejores momentos de mi vida con él. A mi querida esposa Danityelle Chaves de Freitas Weimar por su amor, cuidado, protección y consejos.

Agradecimientos

Agradezco a Dios primeramente por la vida, por la salud, agradezco por la sabiduría e inteligencia, agradezco por la oportunidad de estar concluyendo esta etapa con éxito.

Agradezco a mis padres Jorge Lyn Weimar Suarez y Guillermina Castro Ruiz, por haberme guiado hasta aquí, por todas las enseñanzas, consejos y apoyo en todas mis decisiones.

A mi hermano Jorge Miguel Weimar Castro por ser un compañero y amigo para mí, y por los momentos compartidos con él.

A mi esposa Danityelle Chaves de Freitas Weimar por los consejos y ayuda en esta etapa de mi vida.

A mis abuelitas Ernestina Suarez y Guillermina Ruiz por todos los cuidados y enseñanzas.

Agradezco a mi familia, 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 y todos aquellos que de alguna forma me ayudaron a realizar este sueño.

A la familia de mi esposa agradezco mucho, principalmente a sus abuelitos, suegra, padrastro, cuñada y tios.

A mi orientador, Prof. Dr. Tonny José Araújo da Silva por todos los conocimientos, ayuda y por toda la disponibilidad durante estos dos años. A los profesores Dra. Edna Maria Bonfim-Silva, y demás profesores del programa de Pós-Graduação en Ingenieria Agrícola por todos los conocimientos pasados durante las disciplinas y ayuda durante la realización de mi experimento.

A mis compañeros de clase que fueron de gran ayuda en esta etapa, William Lima Crisostomo, Adriano Bicioni Pacheco, Andressa Selestina Dalla Côt 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 y Prof. Dr. Alcindo.

Agradezco al Grupo de Prácticas en Agua y Suelo (GPAS) de la UFMT-Rondonópolis, por estar siempre dispuesto a trabajar conmigo.

Agradezco al Grupo Coimbra de Universidades Brasileiras (GCUB) por la oportunidad de hacer intercambio en este país. A la Coordinación de Mejoramiento personal de Nivel Superior (CAPES), por la concesión de la beca durante estos dos años.

A UFMT - Universidad Federal de Mato Grosso, y al Programa de Pos-Graduación en Ingeniería Agrícola (PGEAGRI).

En fin, agradezco a todos que directa o indirectamente han contribuido en este trabajo.

Dios los bendiga a todos los que están mencionados anteriormente, les deseo mucho éxito en todo.

Muchas Gracias!

PRODUCCIÓN DE FRESAS SEMI – HIDROPONICO EN DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVOS.

RESUMEN: La fresa es un cultivo de gran importancia económica en el sector de la horticultura a nivel nacional e internacional, debido a la alta absorción de mano de obra, generando puestos de trabajo y, en consecuencia, mejorando la calidad de vida de las familias. La zona de producción de fresa crece cada año y con eso surge la necesidad de desarrollar nuevas tecnologías de producción y variedades apropiadas para adaptarse a la región sur de Mato Grosso, con eso el objetivo fue evaluar el desarrollo, la producción y la calidad de la fresa utilizando tres cultivares en diferentes sistemas de cultivo en ambiente protegido. El experimento se realizó en la Universidad Federal de Mato Grosso, Campus Rondonópolis en invernadero. El diseño fue de bloques completamente al azar, en parcelas divididas, con tres sistemas de cultivo como parcela principal: bloques cerámicos (*Zeer pot*), vasos de plástico y sacos de plástico (*Slab*); y como subparcela tres cultivares de fresa: San Andreas, Oso Grande y Albión, con cuatro repeticiones, con un total de 36 subparcelas. Para la formación de sustrato se mezclaron suelo y sustrato comercial. El sistema de riego fue por goteo, utilizando goteadores autocompensantes (Naan). Una solución de nutriente se preparó de acuerdo a las etapas de desarrollo de la fresa. Fueron evaluadas características de rendimiento como número de hojas y flores, área foliar, peso seco de la parte aérea; también se evaluó la producción de las plantas y la calidad de los frutos. Los sistemas de cultivo influenciaron el desarrollo de las plantas de fresa en el ambiente protegido en la región de Rondonópolis-MT a excepción de las cualidades de las frutas que no fueron influenciados por los sistemas de cultivo. Los sistemas que proporcionaron un mejor desarrollo en las cultivares de fresa fueron los Vasos y *Slab*, respectivamente, mientras que el sistema de bloque cerámico dio el menor desarrollo en las plantas de fresa. Las variedades San Andreas y Albión tuvieron un mayor desarrollo de las plantas.

Palabras claves: *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 absorption 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.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. (A) Invernadero con panel de evaporación y (B) sistemas de extractores o ventiladores.....	28
Figura 2. Vista general del experimento con las parcelas subdivididas en bloques casualizados, donde AL representa la variedad (Albion), SA (San Andreas) y OG (Oso Grande).....	29
Figura 3. Sistema de bloques de cerámica apilados alternadamente y apoyado con tornillos y soportes de madera.	31
Figura 4. Sistema de mesa de madera para soporte de los vasos (A) y vasos plásticos de 8 dm ³ (B)	31
Figura 5. (A) Slab de plástico lleno de sustrato y (B) Slab listos para ser colocados en la mesa de madera.....	32
Figura 6. Suelo y sustrato en relación de 1:1 para ser mezclado y homogeneizado en la mezcladora.	33
Figura 7. (A) Preparación y separación de las bolsas para cada variedad y (B) el establecimiento de plántulas por bolsa.	34
Figura 8. (A) Malla de polipropileno cerrado en las horas más frescas del día y (B) malla abierta en las horas más calientes del día.....	35
Figura 9. (A) Sistema de línea principal y secundaria para cada unidad experimental (B) sistema de riego dirigido a Slab, (C) Sistema de riego dirigido a los vasos de plástico y (D) sistema de riego dirigida a bloque cerámico.	36
Figura 10. Evaluaciones para contabilizar el número de hojas y flores de la fresa. .	38
Figura 11. (A) Termómetro infrarrojo portátil y (b) medición de la temperatura de las hojas de la fresa.	38
Figura 12. Porómetro foliar SC1 Dacagon Device evaluando la conductancia estomática de las hojas de la fresa.	39
Figura 13. Maduración con más del 70% de color rojo listo para la cosecha.	39
Figura 14. Pesaje de los frutos comerciales de la fresa en balanza semi-analitica para la obtención de masa fresca.....	40
Figura 15. (A) Medición del diámetro de los frutos de la fresa con un calibrador digital y (B) clasificación del fruto comercial y no comercial.	40
Figura 16. Determinación del teor de sólidos solubles en los frutos de la fresa, con refractómetro portátil expresando los valores en °Brix.	41

Figura 17. (A) Titulación de la pulpa de los frutos con fenolftaleína y (B) solución de hidróxido de sodio a 0,1 M.	41
Figura 18. (A) Hojas de fresa siendo cortadas para evaluación de área foliar, (B) separación de hojas y pecíolos, (C) hojas listas para ser medidas en el equipo LI-3100 y (D) medición del área foliar.....	42
Figura 19. (A e B) Retirada de la parte aérea de las plantas de fresa y (C) estufa de circulación forzada.	43
Figura 20. (A) Preparo de las muestras de sustrato con agua destilada e (B) lectura de las muestras con ayuda de un conductivímetro.....	44
Figura 21. Número de hojas por planta ⁻¹ en los sistemas de cultivos a los 30, 60 y 90 DDT.....	45
Figura 22. Número de hojas por planta ⁻¹ en las variedades de fresas a los 30 DDT.	46
Figura 23. Área foliar en cm ² por planta ⁻¹ evaluados en los sistemas de cultivos. ...	47
Figura 24. Número de flores por planta ⁻¹ en las variedades de fresas a los 30 DDT.	48
Figura 25. Media de la conductancia estomática en las variedades de fresas a los 30 DDT	51
Figura 26. Producción de masa seca de la parte aérea de las variedades de fresas en los diferentes sistemas de cultivo.....	52
Figura 27. Conductividad Eléctrica evaluada en los sistemas de cultivos semi-hidroponico.....	53
Figura 28. Número de frutos comerciales de las cultivares en los sistemas de cultivos semi-hidroponico.	54
Figura 29. Masa fresca total de los frutos comerciales de las variedades Oso Grande, Albion y San Andreas en los sistemas de cultivos semi-hidroponico.	57
Figura 30. Ácidez Titulable Total de los frutos comerciales de las variedades de fresa en los sistemas de cultivos semi-hidroponico.....	60

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Datos de temperatura media, humedad relativa y radiación solar en el interior del invernadero para los meses de mayo a agosto del año 2017.	30
Tabla 2. Análisis químico y granulométrico del suelo Oxisol.	32
Tabla 3. Análisis químico y granulométrico del sustrato mezclado con suelo.....	33
Tabla 4. Pulverizaciones durante el experimento para el control de plagas y enfermedades.	35
Tabla 5. Nutrientes utilizados para la formulación de la solución nutritiva en el cultivo de fresas semi-hidroponico bajo condiciones controladas (EMBRAPA, 2006).....	37
Tabla 6. Temperatura de la hoja en diferentes sistemas de cultivos y variedades evaluados a los 30 DDT.	49
Tabla 7. Temperatura de la hoja en diferentes sistemas de cultivos y variedades evaluados a los 60 DDT.	50
Tabla 8. Temperatura de la hoja en diferentes sistemas de cultivos y variedades evaluados a los 90 DDT.	50
Tabla 9. Masa fresca por frutos en diferentes sistemas de cultivos y variedades.....	56
Tabla 10. Diámetro de los frutos en diferentes sistemas de cultivos y variedades. ...	58
Tabla 11. Teor de Sólidos Solubles total de los frutos de fresas en diferentes sistemas de cultivos y variedades.	59
Tabla 12. Relación de Sólidos solubles total y Ácidez titulable (SST/ATT) de los frutos de fresa en diferentes sistemas de cultivos y variedades.	61

ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN	16
2. REVISIÓN DE LITERATURA	18
2.1. La Fresa	18
2.2. Exigencias edafoclimáticas	19
2.3. Época de siembra	20
2.4. Cultivares	20
2.5. Irrigación de la Fresa.....	21
2.6. Cosecha	22
2.7. Características químicas de los frutos de la fresa	22
2.8. Sistemas de cultivo de la fresa en ambientes protegidos.....	23
2.9. Sistema de enfriamiento evaporativo	26
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	28
3.1. Ubicación y Diseño Experimental.....	28
3.2. Temperaturas medias, humedad relativa y radiación solar durante el experimento	29
3.3. Construcción de los sistemas.....	30
3.4. Sustrato.....	32
3.5. Conducción del experimento.....	33
3.6. Sistema de Irrigación y Solución Nutritiva	36
3.7. Variables analizadas	37
3.7.1. Número de hojas, Número de Flores, Conductancia Estomática y Temperatura de la planta.....	37
3.7.2. Número de Frutos comerciales, Masa Fresca Total de los Frutos Comerciales y Masa Fresca por Frutos	39
3.7.3. Diámetro de los frutos comerciales.....	
3.7.4. Teor de Sólidos Solubles Totales y acidez Titulable Total.....	41

3.7.5. Área Foliar	42
3.7.6. Masa seca de la parte aérea de la fresa	43
3.7.7. Conductividad eléctrica (CE) del sustrato	43
3.7.8. Análisis estadístico	44
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	45
4.1. Número de hojas y Área Foliar.....	45
4.2. Número de Flores.....	48
4.3. Temperatura de la hoja	49
4.4. Conductancia Estomática.....	51
4.5. Masa Seca Parte Aérea (MSPA).....	52
4.6. Conductividad Eléctrica del sustrato	53
4.7. Número de Frutos comerciales	54
4.8. Masa Fresca por frutos y Massa Fresca Total de los Frutos.....	55
4.9. Diámetro de los frutos Comerciales	57
4.10. Teor de Sólidos Solubles Total (SST).....	58
4.11. Acidez Titulável Total	59
4.12. Relación SST/ATT	60
5. CONCLUSIONES	63
6. BIBLIOGRAFÍA.....	64

1. INTRODUCCIÓN

La fresa es un cultivo de gran importancia económica en el sector hortícola a nivel mundial y nacional, es una importante alternativa para la diversificación agrícola ya que se cultiva en casi todas las regiones del mundo, como Brasil, donde la producción es mayor en climas templados. Se considera uno de los cultivos más importantes en el sector agrícola, principalmente para los productores de base familiar debido a la absorción de mano de obra, proporcionando mejoras en la generación de empleo e ingresos, y consecuentemente en la calidad de vida de las familias productoras.

Las características que más atraen a los consumidores son el sabor, el aroma y su apariencia muy atractiva de color rojo intenso en las frutas. Las frutas tienen compuestos aromáticos que actúan sobre los nervios del olfato y del gusto., aumentando el apetito. Es una fruta que tiene beneficios para la salud, lo que facilita la digestión y mejora la función del hígado debido a su alto contenido de azúcar natural.

Actualmente América del Sur produce 318,686 toneladas de fresas en 11,884 hectáreas, con Brasil, Argentina y Chile que producen más. La superficie plantada de fresas en Brasil es actualmente de aproximadamente 4,000 hectáreas, se estima que la producción anual es de aproximadamente 105 toneladas de fresa, y Minas Gerais es el mayor productor nacional con cerca de 40,000 t/año, seguido por São Paulo con 29,000 t/año y luego Rio Grande del Sur, Santa Catarina, Paraná, Espírito Santo y Río de Janeiro, respectivamente (JUNIOR et al., 2014).

La productividad media de Brasil es de 30 t/ha, llegando a producir hasta 60 t/ha en lugares más tecnificados. El estado con la productividad media más alta es São Paulo con 34 t/h, seguido de Rio Grande del Sur, con 32 t/ha y Minas Gerais, con una productividad media de 25 t/ha (JUNIOR et al., 2014).

La zona de producción de fresa en Brasil está creciendo cada año, y con eso surge la necesidad de desarrollar nuevas tecnologías de producción y selección de cultivares adaptadas a expandirse en los climas tropicales típicos (invierno seco), con temperaturas superiores a 25 °C, proporcionando producción de fresas en el sur de Mato Grosso, para ser una alternativa de ingresos para los agricultores de diferente escala.

Teniendo en cuenta lo anterior, este estudio tuvo como objetivo evaluar el rendimiento, la producción y la calidad de los frutos de fresa en el sur de Mato Grosso, utilizando tres cultivares bajo diferentes sistemas de cultivo en ambiente protegido.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. LA FRESA

Existen registros de cultivo de fresa en ciudades indias de América precolombina, las especies fueron *Fragaria chiloenses* y *Fragaria virginiana*, que fueron llevadas a Europa para ser plantados con fines ornamentales y medicinales (RODAS, 2008).

El cultivo de la fresa (*Fragaria x ananassa*) se cultiva en casi todas las regiones del mundo, siendo China el mayor productor con más de 2 millones de toneladas, seguido de Estados Unidos, México y Brasil (FAOSTAT, 2013).

En Brasil es un cultivo relativamente nuevo sin un registro exacto del comienzo, pero poca información en la literatura afirma que el principio fue en 1950 en el estado de Rio Grande del Sur, introducido por la Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria (Embrapa) en colaboración con el Ministerio de Agricultura y el Instituto Agronómico de Campinas (IAC) expandiéndose al resto del país (RODAS, 2008; SANTOS, 2013).

La fresa pertenece a la división Magnoliophyta (angiospermas) Clase Magnoliopsida (Dicotiledóneas), subclase Rosidae, Orden Rosales, Familia Rosácea, género y especie *Fragaria ananassa* L., principalmente de Europa y América del Sur (GOMES, 2007).

Es una planta herbácea, de porte bajo formando pequeños grupos o coronas secundarias, considerado como un cultivo anual (CAMARGO et al.; 1974). El tallo de la fresa se reduce a un rizoma, la parte aérea de la planta se llama corona que es donde ocurre la formación de hojas trifoliadas y en sus axilas están los botones que dan origen a las rosetas de hojas y nuevos estolones (CAMARGO et al.; 1974; RODAS, 2008).

El sistema radicular está constituido por raíces laterales largas y fibrosas, donde el tejido secundario se desarrolla, la mayoría de las raíces se concentran en los primeros cinco centímetros de suelo (FILGUEIRA, 2000).

Cada planta produce un número diferente de estolones, que dará a la formación de nuevas plantas, que dependen del agua y la nutrición de la planta madre hasta que el sistema radicular se haya desarrollado, poco después de la emisión de las hojas (TEIXEIRA, 2011).

La parte comestible, carnosa y jugosa de color roja se denomina como falso fruto. Los verdaderos frutos son los aquenios, manchas negras, que contienen las semillas adheridas a la epidermis de color rojo, que cubre la pulpa de la fresa, y que se utilizan para el desarrollo de nuevas variedades y la producción de productos de belleza (SANTOS, 1993; RODAS, 2008).

2.2. EXIGENCIAS EDAFOCLIMÁTICAS

La planta de fresa se adapta a las diferentes condiciones edafoclimáticas, especialmente en la región sur de Minas Gerais a Rio Grande del Sur. Se puede plantar en regiones cálidas como el Cerrado y en áreas con alta precipitación, también se puede plantar al nivel del mar y en regiones de altitud por encima de los 3,000 m, aunque no es una planta rústica (SANTOS, 1993; DIAS et al, 2007).

Por poseer un rápido crecimiento, los factores edafoclimáticos comprometen el rendimiento de la planta (DIAS et al. 2007).

La fresa necesita de calor para que sus hojas tengan un buen desarrollo y el frío es esencial para la diferenciación de flores y frutos, la calidad del fruto está influenciada por la temperatura ambiente y el fotoperiodo. La incidencia de días largos estimula el desarrollo de las plantas y los días cortos para la formación del fruto (SANTOS, 1993).

Las temperaturas superiores a 25 °C durante el día y 15 °C durante la noche influyen en el contenido de carbohidratos en forma de amina en las raíces y el tamaño de la corona de la planta, siendo determinante en la productividad de frutas. (TEIXEIRA, 2011).

La planta no se desarrolla bien en suelos compactados, fríos y mal drenados. El suelo más adecuado para el establecimiento tiene que ser bien drenado, profundo, rico en materia orgánica y con un pH entre 5.8 y 6.5. La plantación debe hacerse en líneas en dirección Norte-Sur para tener una buena exposición al sol (DIAS et al. 2007).

Otros factores también influyen en la productividad de las fresas como la humedad y la intensidad de la luz, pero en menor grado de importancia (TEIXEIRA, 2011).

2.3. ÉPOCA DE SIEMBRA

Según (PEREIRA, 2009) el momento de la siembra depende de cada región, puede ir desde febrero hasta finales de abril. Filgueira (2000) afirma que la temporada más recomendable es de marzo a mayo, a principios de otoño. Ronque (1998) sugirió tres fechas de siembra de acuerdo a la altitud de cada región, y para las regiones con altitudes inferiores a 600 metros la plantación debe llevarse a cabo entre los meses de abril a mayo, en regiones con altitudes entre 600 y 700 la plantación va entre los meses de abril a mayo, y las zonas con altitudes superiores a los 700 m, la siembra es de febrero a marzo. Pereira (2009) afirma que en las regiones más cálidas la plantación debe retrasarse.

2.4. CULTIVARES

Las principales variedades en Brasil provienen de los programas de mejoramiento genético de la Universidad de California (Aromas, Camarosa, Diamante, Oso Grande, Albion, San Andreas e Portola) y de la Universidad de Florida (Dover, Sweet Charlie e Florida Festival) (SANTOS, 2013).

Al elegir un cultivar, se debe tener en cuenta la productividad, precocidad, conservación, sabor, tamaño del fruto, destino (fresco o industrial) y la resistencia a las plagas y enfermedades (DIAS et al. 2007). La elección de la variedad es uno de los puntos clave para tener una buena productividad y una mejor calidad de la fruta para la comercialización (TEIXEIRA, 2011).

De acuerdo con el inicio de la floración, las variedades de fresa se clasifican en dos grupos: variedades de días cortos y días neutros (DIAS et al. 2007). Las variedades de días cortos son los que comienzan la floración en condiciones de fotoperiodo corto (menos de 12 horas) y baja temperatura, que corresponde al otoño (EMBRAPA, 2006).

Las variedades de día neutro son las que dependen de la longitud del día para iniciar la floración, que se produce aún en el verano. Se han cultivado con éxito en la Sierra Gaucha, donde la producción se produce en el período de mejor precio de la fruta, siendo muy favorable económicamente para el productor (EMBRAPA, 2006).

2.5. IRRIGACIÓN DE LA FRESA

La planta de fresa es sensible al estrés hídrico. La mayor parte de la superficie del cultivo de la fresa en Brasil utilizan el riego por aspersión. Este sistema es más versátil y proporciona una mayor flexibilidad, sin embargo, tiene algunas desventajas, tales como la relación con la salud de las plantas, proporcionando un ambiente húmedo favoreciendo el desarrollo de patógenos (DIAS et al. 2007).

En cultivo protegido de la fresa semi-hidropónico, en sustrato, se utiliza el sistema de riego por goteo, que es el sistema más adecuado por tener la ventaja de mejorar el control fitosanitario, tener una aplicación de alta eficiencia, el ahorro de agua, energía y mano de obra. Este sistema aplica agua directamente en la zona de las raíces (EMBRAPA, 2006; DIAS et al. 2007).

Los períodos críticos de los requerimientos de agua se producen después del trasplante, la formación de brotes, floración y fructificación. El riego debe realizarse cada dos días durante el período de cosecha. El tiempo de riego, en el sistema de cultivo suele ser alrededor de 2 a 5 minutos, irrigando hasta 1 litro de agua por cada saco, según la época del año y las condiciones meteorológicas (EMBRAPA, 2006; DIAS et al. 2007).

Un factor muy importante en el riego es la calidad del agua. Cuando el proceso de filtración es inadecuada o insuficiente puede causar problemas de toxicidad en las plantas y la obstrucción de los goteros. En el sistema semi-hidropónico el riego puede ser de tres formas: a) tubos goteadores pasando por los sacos o vasos; b) con tubos e goteadores instalados a cada 0,10m; e c) con goteadores individuales para cada planta distribuidos con microtubos y estacas goteadores (EMBRAPA, 2006).

Este tipo de sistema permite la fertirrigación. Las soluciones se pueden adquirir ya listas en el mercado o de acuerdo con el análisis químico de sustrato. Es necesario el control de la conductividad eléctrica de la solución con el uso de conductímetro para evitar posibles problemas de salinidad (EMBRAPA, 2006).

2.6. COSECHA

Dependiendo de las condiciones agroecológicas y de la variedad, la cosecha puede hacerse en 60-80 días después de la siembra de las plántulas. El momento adecuado para la cosecha de las fresas es cuando la epidermis es de color rojo, alrededor de dos tercios o 70% de su superficie. Cultivos bien manejados pueden producir hasta 60 toneladas/ha (SANTOS, 1993).

Después de ser cosechado la fresa tiene un alto índice perecedero debido a su intensa actividad metabólica y alta susceptibilidad al ataque de patógenos causantes de podredumbres. Las bajas temperaturas son esenciales para el pre-enfriamiento, el almacenamiento, el transporte a largas distancias y comercialización de las fresas. Sin embargo, para un almacenamiento prolongado, sólo la reducción de la temperatura no es suficiente para mantener la calidad de la fruta siendo necesaria también de utilizar otras técnicas destinadas a la prolongación de la vida útil de los frutos (MALGARIM et al. 2006).

2.7. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE LOS FRUTOS DE LA FRESA

Cuando el mercado es consciente del efecto del consumo con el cuidado de la salud, se exigen frutas de mejor calidad, especialmente en el consumo en fresco. La apariencia de la fruta de la fresa es la primera característica de calidad considerada por el consumidor. El color, la forma y el tamaño son los parámetros elegidos para la compra de frutas (SILVA, 2010). Las calidades de los frutos se definen por criterios que incluyen propiedades nutricionales como (vitaminas, proteínas e hidratos de carbono) e higiénicas (condiciones microbiológicas) (MENEZES, 1996).

Los sólidos solubles totales (SST) es un indicativo de la cantidad de azúcar que tiene la fruta, el contenido aumenta conforme la fruta avanza en el estado de maduración debido a la degradación de los polisacáridos (PEREIRA, 2009). Los SST se mide por medio de refractómetro, obteniéndose los valores en grados Brix (°Brix) que indica el nivel total de azúcar en las frutas. Además de ser una característica genética de cada cultivar, el SST están influenciados por la fertilización, la temperatura y riego (FABBRI, 2009). Según Silva (2010) un jugo o pulpa que tiene

una concentración de 20 °Brix, tiene 20 g de SST por cada 100 ml. La concentración de SST varía de 5,8 a 10° Brix (CANTILLANO et al. 2008; ANTUNES et al. 2010).

Chitarra & Chitarra (2005) sostienen que el principal componente de la concentración de SST es el azúcar, hay otros compuestos tales como vitaminas, ácidos orgánicos, aminoácidos y algunas pectinas que varían según la variedad, la madurez y el clima.

Después de los azúcares, los ácidos orgánicos son los componentes más abundantes dentro de la SST. El método comúnmente usado para medir la acidez o sabor ácido de la fruta es la acidez titulable total (ATT), que se determina mediante la titulación, y los resultados se expresan en porcentaje del ácido predominante o mEq / 100 ml de jugo, el otro método es la concentración de ion hidrógeno o pH (AZEVEDO, 2007). Los valores medios citados por algunos autores fueron de 0,40 a la 0,98% (ANTUNES et al.; 2010; PORTELA et al., 2012).

Según Chitarra y Chitarra (2005) la acidez se pierde naturalmente con la maduración de la fruta. El ácido cítrico es el ácido de mayor concentración en las frutas maduras de fresa, y las proporciones más pequeñas son los ácidos málicos, isocítrico, succínico, oxalacético, glicérico y glicólico (AZEVEDO, 2007).

El consumidor exige frutas de calidad, y el aroma de la fresa es un aspecto importante en la calidad, que está condicionado por el equilibrio o la relación de SST/ATT (CARVALHO, 2013). La relación entre SST/ATT muestra un equilibrio entre la concentración de azúcares y ácidos presentes en las frutas (CHITARRA & CHITARRA, 2005). La relación SST/ATT es bastante variable, pues depende de la concentración de azúcares y ácidos, y las diferencias entre las variedades (CARVALHO, 2013, FRANÇOSO, 2008).

2.8. SISTEMAS DE CULTIVO DE LA FRESA EN AMBIENTES PROTEGIDOS.

La hidroponía es el resultado de la investigación y mejoras en la agricultura, son principios administrativos que buscan la producción intensiva, control de calidad y cantidad de los insumos, la estandarización y mejora de la calidad del producto (ALVES, 2006).

La hidroponía (Hydro= agua y Ponus= trabajo) es una técnica para producir plantas sin contacto con el suelo usando únicamente una solución de nutrientes y agua. La semi-hidroponía es una técnica pasiva de la hidroponía, donde se colocan las raíces en un sustrato que sirve de soporte, en ese sustrato se aplica la solución de agua con los nutrientes necesarios para la planta (ALVES, 2006 e MORAIS, 2007).

En 1929, William Frederick Gericke, profesor de la Universidad de California en Berkeley, fue el primero en sugerir el uso de cultivos en soluciones fuera del suelo. El cultivaba tomates en el fondo de su jardín utilizando sustratos, llamando mucha atención a la presentación de los tomates de calidad y por encima de tamaño medio (ALVES, 2006). Hoagland y Arnon en 1938 desarrollaron varias fórmulas para las soluciones de nutrientes minerales, conocidas como soluciones de Hoagland que se utilizan hoy en día en el uso de sistemas semi-hidropónicos (ALVES, 2006).

La hidroponía horizontal es un sistema de cultivo sin suelo en invernadero utilizando canaletas o canales colgantes, en Brasil es ampliamente utilizado para diferentes tipos de verduras, plantas ornamentales y frutas como las fresas (EMBRAPA, 2004). Este sistema es conocido como NFT (técnica de lámina de nutrientes, siglas en inglés), que consiste básicamente en un tanque que contiene la solución de nutrientes y un sistema de bombeo cuyo principio básico es la continua circulación de la lámina de nutrientes (FURLANI et al. 2009).

Las plantas se mantienen en los canales de cemento de amianto o tubos de PVC, donde la solución de nutrientes se bombea a los canales que forman una capa delgada de solución irrigando las raíces (EMBRAPA, 2004; FURLANI et al. 2009). La técnica NFT es la forma más eficaz para controlar la temperatura de las raíces, independientemente de la temperatura del follaje de la planta (JUNIOR et al, 2004).

El sistema DFT (técnica de lámina profunda, siglas en inglés) o cultivo en el agua, se caracteriza por las raíces de las plantas estar sumergidas en la solución de nutrientes que forman una lámina de 5 a 20 cm. Este sistema tiene una mesa plana en la que la solución fluye a través de un sistema de entrada y drenaje (MORAIS, 2007).

En los sistemas con sustrato son utilizados canales o vasos llenos de materiales tales como arena, grava, espuma, vermiculita, cáscara de arroz, turba o humus, la solución de nutrientes se filtra a través de este material y se drena regresando al tanque de la solución, el sustrato sirve como un apoyo para que las plantas fijen sus raíces (EMBRAPA, 2004; MORAIS, 2007).

Los ambientes protegidos son los que proporcionan a la fresa un microclima agradable o próximo de lo ideal para el desarrollo, los invernaderos son ambientes protegidos donde se crea un microclima controlado y cerca del ideal para las plantas (ALVES, 2006; EMBRAPA, 2006). Es una opción que permite aumentar la producción durante todo el año y conseguir plántulas con alta calidad. El objetivo del ambiente protegido es producir alimentos de forma sostenible, aumentando la productividad y la calidad de la fruta y reducir el riesgo del área agrícola en relación con el medio ambiente (TEIXEIRA, 2011).

Para evitar el aumento de las enfermedades causadas por hongos y bacterias, los productores hacen uso de agrodefensivos y rotación de cultivos, como una alternativa para evitar este problema es producir fresas en un ambiente protegido, donde las plagas y enfermedades son limitados, en este caso la fresa es cosechado en sistema semi-hidropónico, para prevenir lluvias y las heladas en las plantas (EMBRAPA, 2006).

En Brasil, la fresa se cultiva generalmente en diferentes sistemas: a campo abierto y sin protección, utilizando las camas cubiertas con plástico negro o blanco, con el fin de proteger el cultivo de la lluvia, las bajas temperaturas, y reducir la incidencia de enfermedades en frutas (TEIXEIRA, 2011). El espaciamiento varía según la región y el tipo de clima, pero puede estar entre 30 x 30 cm y 30 x 35 cm resultando 65 - 80 mil plantas/ha y un sistema de riego realizado con aspersores (EMBRAPA (EMBRAPA, 2004; EMBRAPA, 2006; ANTUNES et al. 2007).

Otra forma de cultivo son los túneles que se desarrollan de acuerdo a la altura de cada cultivo, habiendo dos tipos de túneles conforme a la altura del suelo, los micro túneles con una altura mínima de 60 cm, y túneles altos con una altura de 3 - 3.5 m del nivel del suelo. Los túneles para el cultivo de la fresa proporcionan el correcto desarrollo y una mejor calidad de la fruta además de reducir el impacto de la lluvia, el granizo y la sequía (TEIXEIRA, 2011).

Los invernaderos se construyen con diferentes formas y materiales, utilizando madera, policloruro de vinilo (PVC) y acero galvanizado. Estos marcos están totalmente cubiertos con plástico para evitar la entrada de animales e insectos que son atraídos por el olor de la fruta (EMBRAPA, 2006).

Los sistemas de cultivo dentro de los invernaderos son variados, en algunas regiones se cultiva la fresa en sistemas horizontales usando estantes o bancos con diversos niveles de altura, construidas a 1 m por encima del suelo, lo que facilita la

manipulación del sistema. Estos bancos o estantes son los que apoyan las bolsas de sustrato y el sistema de riego, teniendo un espacio para realizar las labores culturales y la recolección de frutos (EMBRAPA, 2006).

El sistema en columnas verticales se desarrolló con el fin de minimizar y aprovechar el espacio del ambiente protegido, aumentando el número de plantas por área, lo que significa un aumento de 4 a 5 veces en comparación con los sistemas tradicionales (BENTES et al. 1996). Los recipientes más utilizados son bolsas de polietileno blanco de forma tubular anti-UV, la longitud puede ser de 2,30 m de diámetro, con 0,39 m, las plantas están distribuidas en posiciones predeterminadas en la columna vertical (CALVETE et al. 2007).

2.9. SISTEMA DE ENFRIAMIENTO EVAPORATIVO

El ambiente protegido a pesar de tener ventajas en el cultivo, puede experimentar un aumento en el punto de vista térmico, especialmente en el verano. Las temperaturas difícilmente se pueden reducir con ventilación natural, y por lo tanto afectan el crecimiento y desarrollo de los cultivos. El propósito del ambiente protegido es proporcionar un clima agradable para las plantas y para ello es necesario utilizar sistemas de enfriamiento por evaporación para reducir las temperaturas (OLIVEIRA et al. 2011).

El propósito de los sistemas de enfriamiento por evaporación es cambiar el estado del aire con mayor humedad y temperaturas más bajas, haciendo que el aire entre en contacto con una superficie húmeda, o con la pulverización de agua, para la evaporación del agua (WIERSMA & SHORT, 1983). El agua al pasar del estado líquido a gaseoso, elimina del ambiente aproximadamente 584 calorías por gramo de agua evaporada (CAMPOS et al. 2002).

En el noreste de Afganistán, Pakistán y noroeste de la India elaboraron a mano vasijas de barro grandes con el fin de refrigerar los alimentos, conocido como ollas *Zeer pots*. Esta tecnología fue introducida en Nigeria como *Desert refrigerator* por su gran eficacia en climas cálidos y conservar los alimentos en 20 días (MATSON, 2014).

El *Zeer pots* se construye colocando una pequeña olla de barro en otra olla más grande, colocando arena dentro de la olla más grande y los alimentos en la olla más pequeña. La arena es mojada produciendo una evaporación a través de la superficie exterior de la olla de barro y de toda la superficie de la arena mojada expuesta a la radiación solar, produciendo una liberación de calor y una disminución de la temperatura (MATSON, 2014).

El sistema de enfriamiento evaporativo es promovido por varios procesos: ventilación natural, ventilación forzada, enfriamiento por evaporación del aire y enfriamiento mecánico (CHURCH, 1981). Pero el proceso más utilizado es el método evaporativo (SCARANARI et al.; 2008). Este sistema tiene un panel compuesto por un medio poroso de un lado y extractores o ventiladores en el lado opuesto, el agua se aplica a este panel y es extraída por los extractores (SCARANARI et al.; 2008).

El enfriamiento por evaporación es un proceso adiabático, es decir, no tiene pérdida de calor, la energía necesaria para evaporar el agua se compensa con el aire humedecido (ABREU et al.; 1999). Mediante la reducción de la energía también reduce la emisión de CO₂ (CAMARGO, 2004).

La eficiencia del sistema dependerá de la depresión psicométrica usando la temperatura del bulbo húmedo y seco (SCARANARI et al.; 2008).

Las temperaturas de bulbo seco se obtienen por medio del termómetro común, y en referencia a la temperatura del aire y la temperatura de bulbo húmedo, el termómetro está cubierto con un paño de algodón húmedo, siendo esta de temperatura más baja que la de bulbo seco (ABREU et al.; 1999).

Silva (1998) citado por Campos et al. (2002) describe que la eficiencia del sistema de enfriamiento por evaporación (SEE) es mayor en climas cálidos y secos.

El aire del sistema de enfriamiento tiene una influencia directa sobre las plantas ya que regulan la tasa de transpiración, también reduce la propagación y diseminación de agentes patógenos por no ocasionar exceso de humedad sobre las plantas (NETO & ZOLNIER, 2010).

Para el control de microclima en el ambiente protegido se hacen los registros de temperatura del aire (Tar) y humedad relativa (HR%) utilizándose estaciones meteorológicas automáticas ubicadas en el área de experimento (OLIVEIRA et al.; 2011).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN Y DISEÑO EXPERIMENTAL

El experimento se llevó a cabo en la Universidad Federal de Mato Grosso, Campus de Rondonópolis, en invernadero con coordenadas geográficas latitud 16°27'50,8 "S, longitud 54°34'49,9" W y 230 metros sobre el nivel del mar. Según la clasificación climática de Köppen, el clima de la región se considera de tipo Aw, con invierno seco. El invernadero tiene una estructura metálica, cubierta con una película de polietileno y un sistema de enfriamiento adiabático (Figura 1) (SILVA, 2012).



Figura 1. (A) Invernadero con panel de evaporación y (B) sistemas de extractores o ventiladores.

El diseño fue en bloques completamente al azar, en parcelas divididas, con tres sistemas de cultivo como parcela principal: bloques cerámicos (*Zeer pot*), vasos de plástico y sacos de plástico (*Slab*); y como subparcela tres cultivares de fresa: San Andreas, Oso Grande y Albión, con cuatro repeticiones, con un total de 36 subparcelas (Figura 2). Fue considerado como área útil las cuatro plantas centrales de cada variedad da subparcela

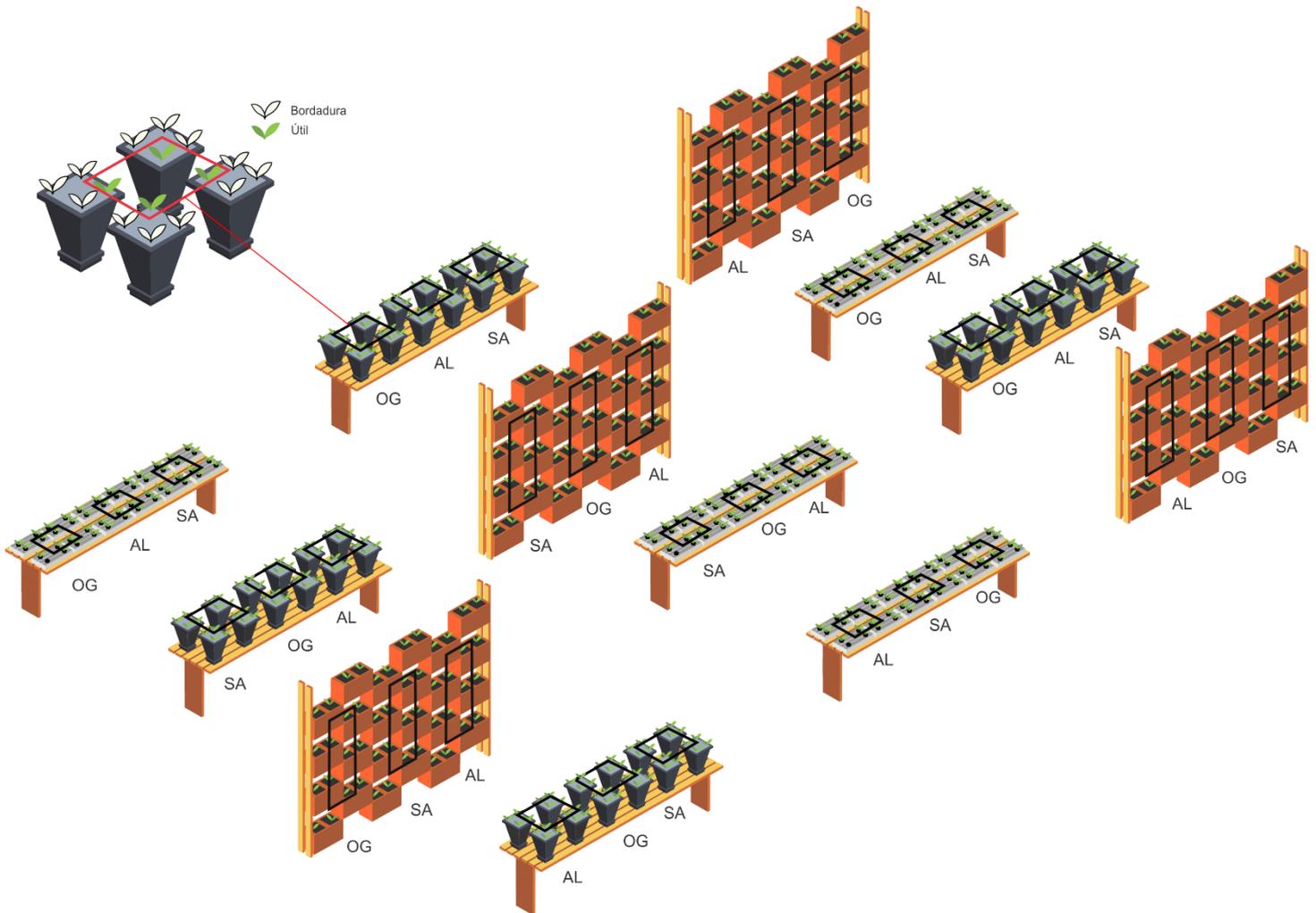


Figura 2. Vista general del experimento con las parcelas subdivididas en bloques casualizados, donde AL representa la variedad (Albion), SA (San Andreas) y OG (Oso Grande).

3.2. TEMPERATURAS MEDIAS, HUMEDAD RELATIVA Y RADIACIÓN SOLAR DURANTE EL EXPERIMENTO

Para obtener la temperatura media, la humedad del aire y la radiación solar, se utilizó un sistema de adquisición (datalogger) Modelo Campbell Scientific (CR-1000), los datos de temperatura y humedad se obtuvieron por medio de psicrómetros y la radiación solar utilizando un piranómetro solar SR05 (Tabla 1 A, B, C, D).

Tabla 1. Datos de temperatura media, humedad relativa y radiación solar en el interior del invernadero para los meses de mayo a agosto del año 2017.

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

3.3. CONSTRUCCIÓN DE LOS SISTEMAS

Para la formación del sistema de bloque de cerámica, se utilizaron bloques de cerámica hidráulicos utilizados en el área de la construcción, cada bloque tiene un tamaño de 19 cm de altura, 29 cm de largo y 14 cm de ancho.

Para la composición de las parcelas se utilizaron 24 bloques, siendo apilados alternativamente formando una pared de 1,52 m de altura y 1,74 m de largo, las extremidades fueron fijadas con soportes de madera y tornillos para evitar la caída de la pared (Figura 3).

Los fondos de los bloques fueron tapados con cemento para cerámica y para cada bloque se formaron dos volúmenes de 2 dm³, para un total de 4 dm³ por bloque. Se trasplantó una planta para cada volumen totalizando 48 plantas por bloco.

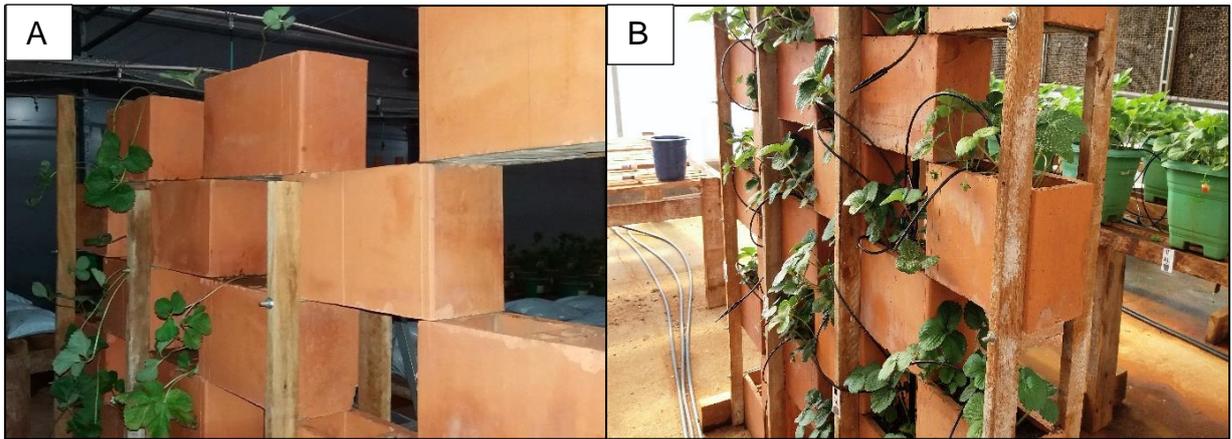


Figura 3. Sistema de bloques de cerámica apilados alternadamente y apoyado con tornillos y soportes de madera.

Para la construcción del sistema de vasos de plástico, se utilizaron mesas de madera con dimensiones de 2.40 m de largura, 0.70 m de ancho y 0.85 m de altura. Fueron utilizados 12 vasos de 8 dm³ por parcela, y se trasplantaron 4 plantas por vaso con un total de 48 plantas (Figura 4).



Figura 4. Sistema de mesa de madera para soporte de los vasos (A) y vasos plásticos de 8 dm³ (B)

En el sistema *Slab* se hicieron bolsas de plástico, 40 cm de largo y 35 cm de ancho, con un volumen de 8 dm³, donde se colocaron 12 *Slab* en mesas de madera con el mismo dimensionamiento del sistema de vasos. En la parte superior de cada *Slab* se hicieron agujeros para el trasplante de 4 plantas, con un total de 48 plantas por parcela (Figura 5). Para todos los sistemas se hicieron agujeros en la parte inferior para el drenaje de agua proveniente del sistema de riego.



Figura 5. (A) *Slab* de plástico lleno de sustrato y (B) *Slab* listos para ser colocados en la mesa de madera.

3.4. SUSTRATO

Para la formación del sustrato se mezclaron suelo y sustrato comercial. El suelo se clasifica como Oxisol (EMBRAPA, 2004) colectado en el área de Cerrado de la Universidad Federal de Mato Grosso - Campus de Rondonópolis, a una profundidad de 0-20 cm, posteriormente fue tamizado en malla de 4 mm para análisis química y granulométrica (Tabla 2), elevando la saturación de bases a 80%.

Tabla 2. Análisis químico y granulométrico del suelo Oxisol.

pH	P	K	Ca+Mg	Ca	Mg	Al	H	M.O	Areia	Silte	Argila	
H ₂ O	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

El sustrato comercial TECHNOMAX® utilizado fue elegido porque es ideal para la producción de fresa semi-hidropónico, con la presencia de materiales orgánicos (vermiculita expandida, corteza de pino y eucalipto, fibra de coco y fibra de papel recuperada).

El suelo y el sustrato se homogeneizaron en una proporción de 1: 1 y se mezclaron en una mezcladora de cemento (Figura 6), después, se recogieron muestras para el análisis químico (Tabla 3), y la posterior recomendación de la fertilización.



Figura 6. Suelo y sustrato en relación de 1:1 para ser mezclado y homogeneizado en la mezcladora.

Tabla 3. Análisis químico y granulométrico del sustrato mezclado con suelo.

pH	P	K	Ca+Mg	Ca	Mg	Al	H	M.O	Areia	Silte	Argila	
H ₂ O	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. CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO

Las variedades escogidas fueron recomendadas por el investigador Francisco Antonio Passos del Instituto Agronómico de Campinas (IAC), especialista en cultivos de fresa en Brasil. Las variedades fueron seleccionadas por presentar las siguientes características: La variedad Oso Grande fue desarrollada por la Universidad de California en 1977, variedad de día corto, vigorosa y de gran adaptabilidad, con alta capacidad productiva (SILVA et al., 2013). Las variedades San Andreas y Albion son de días neutros, también desarrolladas por la Universidad de California en 2008 y 2004, respectivamente, estas variedades tienen altas concentraciones de sólidos solubles y acidez total, con frutos grandes y de buenos formatos, con un buen sabor (FAGHERAZZI, 2013).

Las plántulas fueron adquiridas en el vivero de los hermanos Baptistella, en el municipio de Jundiá, San Paulo.

Para la adaptación de las plántulas de fresa antes de que se trasplantaran a los sistemas de cultivo, fueron separados 200 plantas de cada variedad. Después, fueron preparadas 600 bolsas de plástico con 200 g de sustrato, con una planta por bolsa irrigándose manualmente (Figura 7).



Figura 7. (A) Preparación y separación de las bolsas para cada variedad y (B) el establecimiento de plántulas por bolsa.

A los 7 días después del establecimiento de las plántulas se realizó una eliminación de las hojas viejas, con síntomas de hongos, y la eliminación de los estolones.

El 12 de abril, del año 2016 se trasplantaron las plántulas para los sistemas de cultivo, a los 5 días después del trasplante (DDT), se realizó un segundo desbaste con el mismo propósito de la primera, se utilizó este procedimiento como un método preventivo para controlar y prevenir la propagación de plagas y enfermedades. A los 28 DDT el riego se realizó manualmente cada dos días o cuando hubo necesidad. Después de los 28 DDT el sistema de riego por goteo fue activado en todos los sistemas de cultivo.

Sobre los sistemas de cultivos se colocó una malla de polipropileno reflectora de luz con 50% de sombra, abriéndose y cerrándose entre las horas más calurosas del día, a partir de las 9:00 am y 4:00 pm, respectivamente (Figura 8)

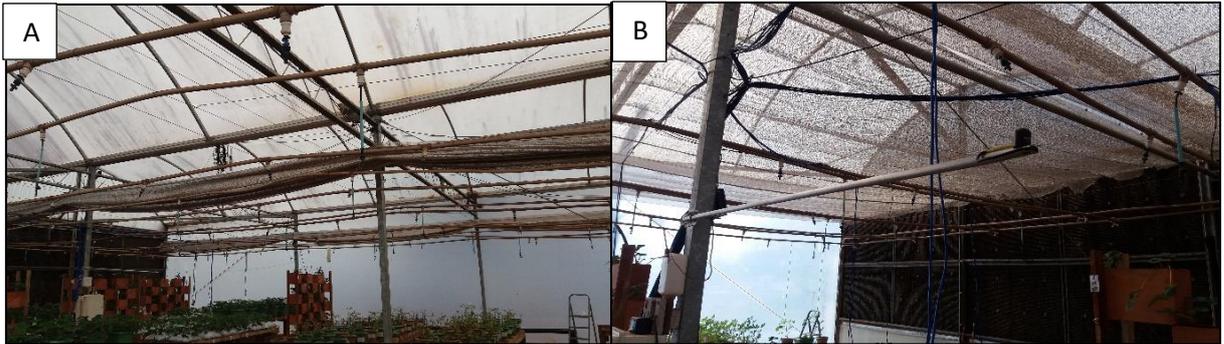


Figura 8. (A) Malla de polipropileno cerrado en las horas más frescas del día y (B) malla abierta en las horas más calientes del día.

Para el control de plagas y enfermedades se llevó a cabo el manejo preventivo, además del manejo cultural y la eliminación de las hojas con presencia de síntomas de enfermedades. También hubo control químico utilizando fungicidas e insecticidas de contacto y sistémicos (Tabla 4).

Tabla 4. Pulverizaciones durante el experimento para el control de plagas y enfermedades.

Fecha	Producto	Dosis	Observaciones
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 y Acaricida
27/04/2016	Recop	5 g L ⁻¹	Fungicida (Quelato Cobre)
02/05/2016	Marshal 400 sc	0,5 ml L ⁻¹	Insecticida
06/05/2016	Score	0,4 ml L ⁻¹	Fungicida
09/05/2016	Decis 25 EC	0,4 ml L ⁻¹	Insecticida
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	Insecticida
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	Insecticida
16/07/2016	Score	1 ml L ⁻¹	Fungicida

3.6. SISTEMA DE IRRIGACIÓN Y SOLUCIÓN NUTRITIVA

Se utilizó un sistema que compuesto por una caja de agua de 1,000 dm³ y una bomba centrífuga modelo: ECSB-50M monofásico, tubería de PVC de 32 mm como línea principal, mangueras de polietileno de 16 mm como líneas secundarias para cada parcela experimental. Cada línea se elevó desde el suelo hasta la parte superior de las mesas, extendiéndose a lo largo de la misma, donde se perforaron para instalar los goteadores autocompensantes Naan con caudal de 4 l/h.

Después de instalar los goteadores se colocaron conexiones del tipo de cruz marca Naan de 4 salidas de 5x4 mm y 4 microtubos de 5 mm, enterradas de forma individual a cada planta con la ayuda de estacas goteadoras (Figura 9). La irrigación fue realizada diariamente, el tiempo de riego en todas las parcelas se determinó mediante el drenaje del agua, cuando el agua comenzaba a drenar la irrigación finalizaba. La solución nutritiva utilizada fue formulada de acuerdo con EMBRAPA, 2006 (Tabla 5).

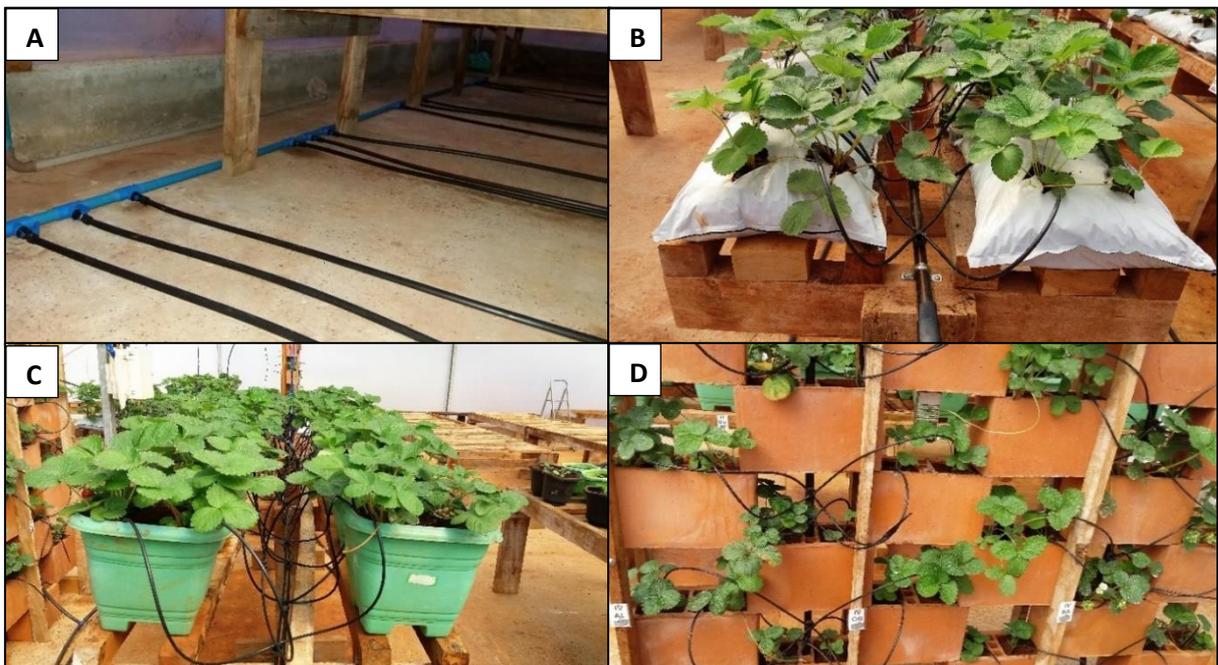


Figura 9. (A) Sistema de línea principal y secundaria para cada unidad experimental (B) sistema de riego dirigido a *Slab*, (C) Sistema de riego dirigido a los vasos de plástico y (D) sistema de riego dirigida a bloque cerámico.

Tabla 5. Nutrientes utilizados para la formulación de la solución nutritiva en el cultivo de fresas semi-hidroponico bajo condiciones controladas (EMBRAPA, 2006).

Fertilizante	Solución concentrada (g L ⁻¹)		
	A	B	C
Nitrato de calcio	160	0	0
Nitrato de potasio	0	100	100
Fosfato de monoamonio	0	30	0
Fosfato monopotasico	0	36	72
Sulfato de magnesio	0	120	120
Ácido bórico	0,6	0	0
Sulfato de cobre	0,06	0	0
Sulfato de manganeso	0,4	0	0
Sulfato de zinc	0,2	0	0
Molibdato de sódio	0,06	0	0
Tenso hierro	12	0	0

Se prepararon las soluciones concentradas (soluciones A, B y C) y se almacenaron por separado en recipientes de 1 litro. Las soluciones A y B se utilizaron para la etapa vegetativa del cultivo, y las soluciones A y C en la fase de producción.

En el momento de la fertilización se utilizó 100 ml de cada solución en 30 L de agua y fue utilizado un medidor de conductividad portátil WT-3000 iCEL® para medir la conductividad eléctrica de la solución, el valor fue de 1.462 ms/ cm, valor ideal para ser usado para evitar la salinidad del sustrato, y por lo tanto de esta solución se aplicó 50 ml a cada planta.

3.7. VARIABLES ANALIZADAS

3.7.1. NÚMERO DE HOJAS, NÚMERO DE FLORES, CONDUCTANCIA ESTOMÁTICA Y TEMPERATURA DE LA PLANTA.

Para la evaluación del número de hojas, número de flores, la conductancia estomática y la temperatura foliar se evaluaron las cuatro plantas centrales de cada variedad dentro de la subparcela, siendo las evaluaciones a los 30, 60 y 90 días después del trasplante (DDT). Para obtener el número de hojas se contaron todas las

hojas compuestas. Todas las flores presentes en las plantas fueron contabilizadas para obtener el número de flores (Figura 10 A e B).

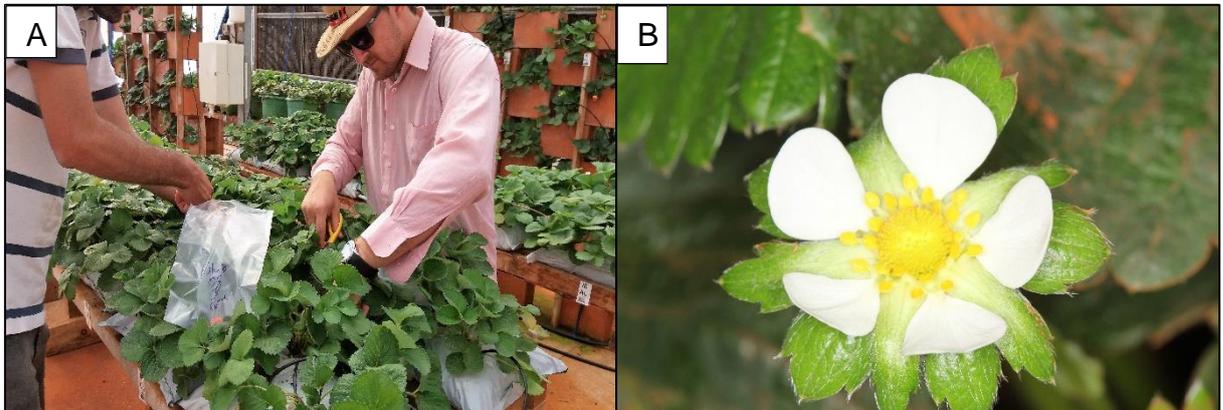


Figura 10. Evaluaciones para contabilizar el número de hojas y flores de la fresa.

Para el control de la temperatura de la hoja se utilizó un termómetro infrarrojo portátil MT-395 con mira láser (Figura 11), las mediciones de la temperatura de la hoja se realizaron a la hora más caliente del día (13:00 horas) y para la conductancia estomática fue utilizado un porómetro foliar SC1 Dacagon Device (Figura 12).

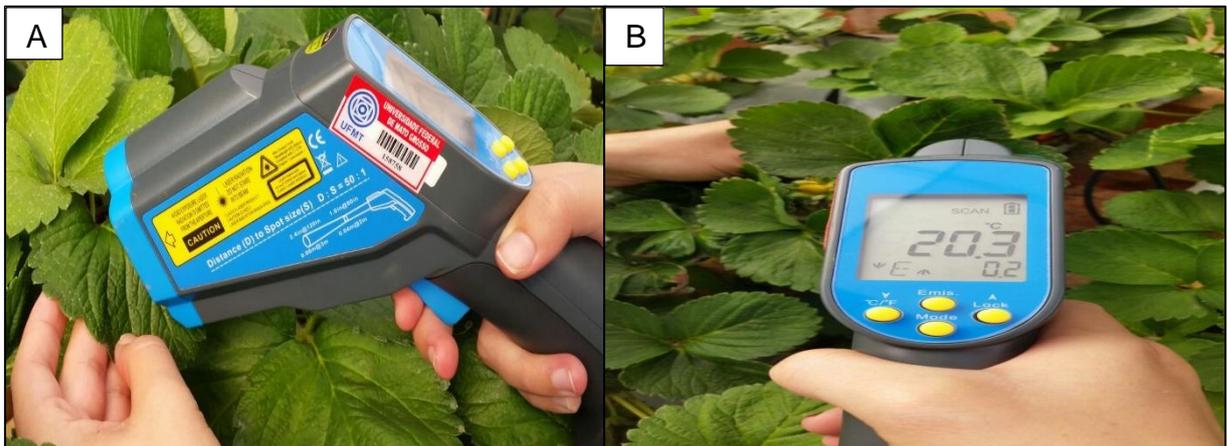


Figura 11. (A) Termómetro infrarrojo portátil y (b) medición de la temperatura de las hojas de la fresa.



Figura 12. Porómetro foliar SC1 Dacagon Device evaluando la conductancia estomática de las hojas de la fresa.

3.7.2. NÚMERO DE FRUTOS COMERCIALES, MASA FRESCA TOTAL DE LOS FRUTOS COMERCIALES Y MASA FRESCA POR FRUTOS

La cosecha de los frutos se determinó de acuerdo a la etapa de madurez (70% de color rojo) (Figura 13). Así que con el inicio de las cosechas se evaluaron las características de los números de frutas comerciales (NFC) y masa de los frutos comerciales (MFC). Para el número de frutos se contabilizaron todos los frutos de la subparcela y para la obtención de masa, los mismos frutos fueron pesados en una balanza semi-analítica obteniéndose los valores expresados en gramos (Figura 14).



Figura 13. Maduración con más del 70% de color rojo listo para la cosecha.



Figura 14. Pesaje de los frutos comerciales de la fresa en balanza semi-analitica para la obtención de masa fresca.

3.7.3. DIÁMETRO DE LOS FRUTOS COMERCIALES

La selección de los frutos comerciales fue realizada con base al diámetro del fruto, utilizandose un calibrador digital (Figura 15), siendo que aquellos frutos que presentaron diámetros superiores a los 15mm y sin deformaciones fueron considerados como frutos comerciales (Alvarenga, 2006).

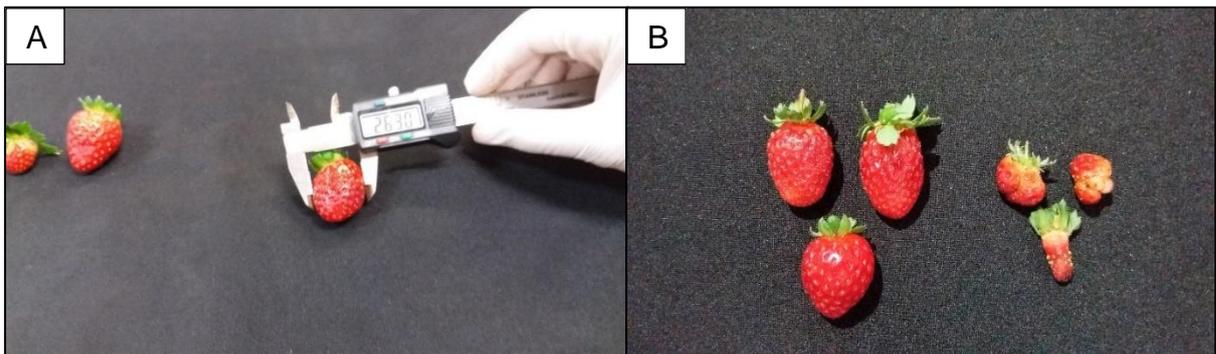


Figura 15. (A) Medición del diámetro de los frutos de la fresa con un calibrador digital y (B) clasificación del fruto comercial y no comercial.

3.7.4. TEOR DE SÓLIDOS SOLUBLES TOTALES Y ACIDEZ TITULABLE TOTAL.

La calidad de los frutos fue evaluada por el teor de sólidos solubles totales (SST), con muestras de pulpa de fruta y con la ayuda de un refractómetro, obteniéndose los valores en °Brix. (Figura 16) (IAL, 2005).



Figura 16. Determinación del teor de sólidos solubles en los frutos de la fresa, con refractómetro portátil expresando los valores en °Brix.

Para evaluar la acidez titulable total (ATT) se pesaron de 5-10 g de pulpa homogeneizada con 100 ml de agua destilada, añadiendo 3 gotas de solución de fenolftaleína y titulada con solución de hidróxido de sodio a 0,1 M, agitándose con la ayuda de un agitador magnético hasta que la solución se tornase de color rosada (Figura 17) (IAL, 2005). Para tener un equilibrio entre el contenido de azúcar y la acidez de la fruta se evaluó la relación entre la SST e ATT (SST/ATT).

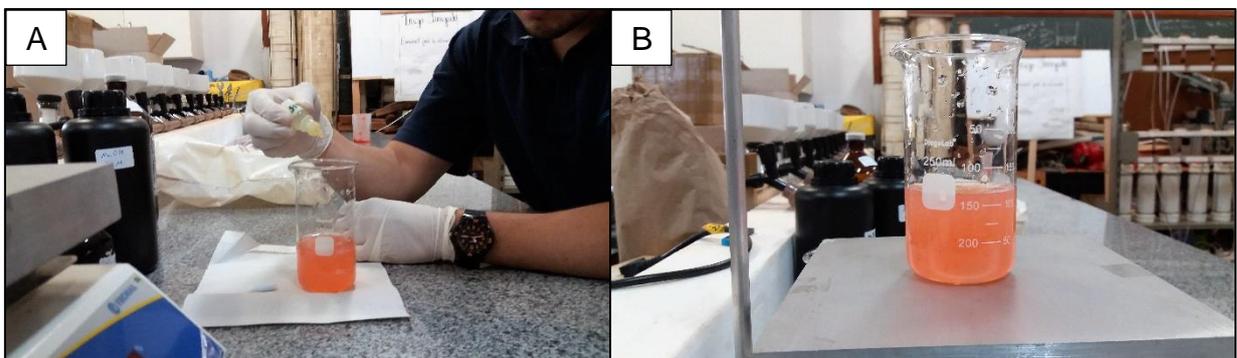


Figura 17. (A) Titulación de la pulpa de los frutos con fenolftaleína y (B) solución de hidróxido de sodio a 0,1 M.

3.7.5. ÁREA FOLIAR

El experimento fue finalizado el 28 de agosto de 2016 a los 133 (DDT). El área foliar se determinó por medio del método destructivo donde las hojas se retiraron de las plantas, tras haber sido cortadas, separándose los pecíolos de las hojas; y colocándose en un equipo apropiado (LI 3100) para ser medida en cm^2 (Figura 18). El LI-3100 es un medidor de área foliar que funciona en tiempo real, es decir, el área de la hoja es determinada en el momento en que la hoja pasa por el sensor. La pantalla muestra las mediciones de al menos 1 mm^2 , con una resolución de hasta $0,1 \text{ mm}^2$. Se trata de una unidad de área integrador, cuya teoría operativa se basa en la simulación de la cuadrícula de celdas de área conocida sobre la superficie de las hojas (LI-COR, 1996).



Figura 18. (A) Hojas de fresa siendo cortadas para evaluación de área foliar, (B) separación de hojas y pecíolos, (C) hojas listas para ser medidas en el equipo LI-3100 y (D) medición del área foliar.

3.7.6. MASA SECA DE LA PARTE AÉREA DE LA FRESA

Tras el experimento haber terminado se cortó la parte aérea de las plantas de la fresa bien próximo del suelo, siendo los pecíolos y hojas de las plantas. Después de que se completó la evaluación del área foliar, las hojas se colocaron junto con los pecíolos en bolsas de papel para inmediatamente ser colocadas en estufa de circulación forzada a 65 °C durante 24 horas para obtener masa seca en gramos (g) y posteriormente ser pesado en balanza (Figura 19).



Figura 19. (A e B) Retirada de la parte aérea de las plantas de fresa y (C) estufa de circulación forzada.

3.7.7. CONDUTIVIDAD ELÉCTRICA (CE) DEL SUSTRATO

Fueron retiradas muestras de sustrato de cada subparcela (área útil) en vasos de aproximadamente 50 ml para el análisis químico. Las muestras de sustrato se secaron al aire durante 36 horas aproximadamente, luego se tamizaron a través de

una malla de 0,5 mm y se sometieron a determinación de la CE (a 25 °C) con 10 g de sustrato + 10 ml de agua destilada. Las muestras se dejaron en reposo durante una hora y la lectura se hizo después de cinco minutos de agitación, con la ayuda de un conductivimetro de mesa modelo mCA150 Tecnal® (Figura 20).

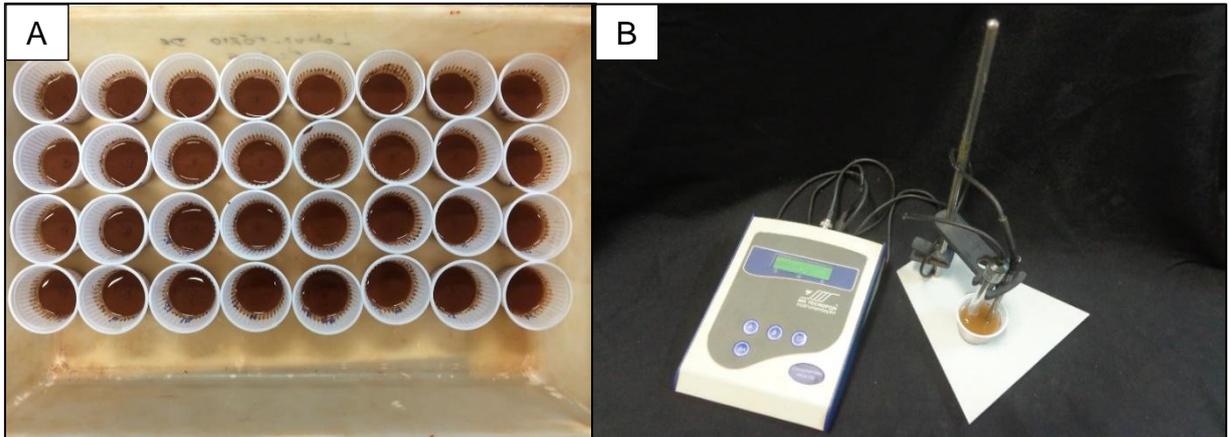


Figura 20. (A) Preparo de las muestras de sustrato con agua destilada e (B) lectura de las muestras con ayuda de un conductivimetro.

3.7.8. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los resultados de los análisis fueron sometidos a análisis de varianza y pruebas de comparación de medias con el metodo de Tukey a 5% de probabilidad. Todos los análisis estadísticos fueron realizados con ayuda del programa SISVAR (FERREIRA, 2011).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. NÚMERO DE HOJAS Y ÁREA FOLIAR

En cuanto al número de hojas, hubo una diferencia significativa de manera aislada en los sistemas de cultivo y variedades, siendo que los sistemas de cultivo tuvieron una diferencia significativa en las tres evaluaciones y las variedades fueron significativas sólo en la primera evaluación.

A los 30 (DDT) el sistema que más proporcionó hojas fue Vaso (24.25 hoja planta⁻¹) seguido del sistema *Slab* (21.67 hoja planta⁻¹) y por último el sistema Bloque de Ceramica (15.33 hoja planta⁻¹). A los 60 y 90 (DDT) los mejores resultados fueron obtenidos en los sistemas Vasos y *Slab* (35.66 y 57.16 hoja planta⁻¹) y (31.16 y 56.33 hoja planta⁻¹) respectivamente, siendo Bloque de ceramica el más inferior (22.16 y 39.58 hoja planta⁻¹) respectivamente (Figura 21).

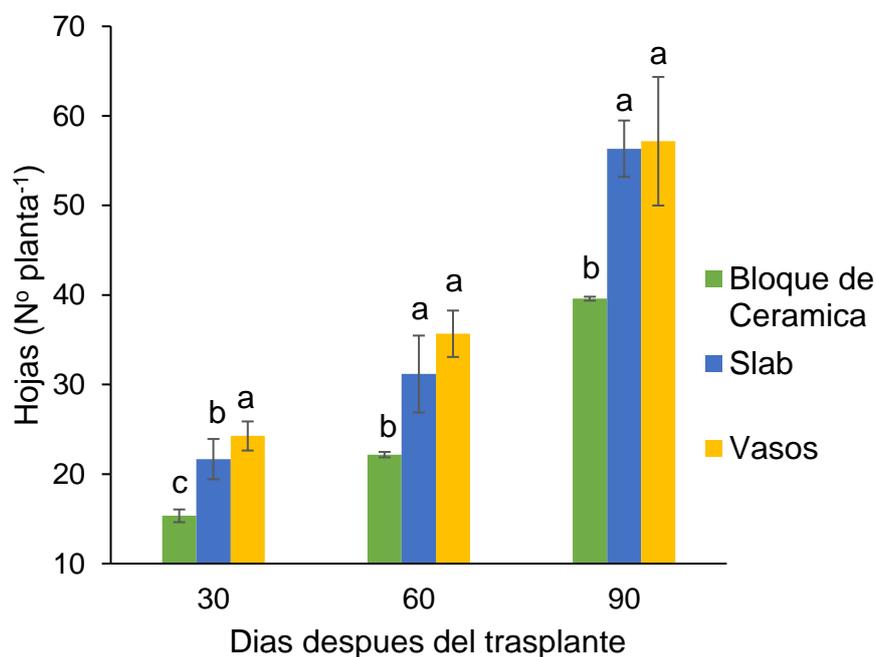


Figura 21. Número de hojas por planta⁻¹ en los sistemas de cultivos a los 30, 60 y 90 DDT.

A los 30 (DDT) las variedades que más proporcionaron hojas fueron San Andreas y Oso Grande (22.53 y 20.58 hoja planta⁻¹), seguido de la variedad Albion (17.83 hoja planta⁻¹) (Figura 22).

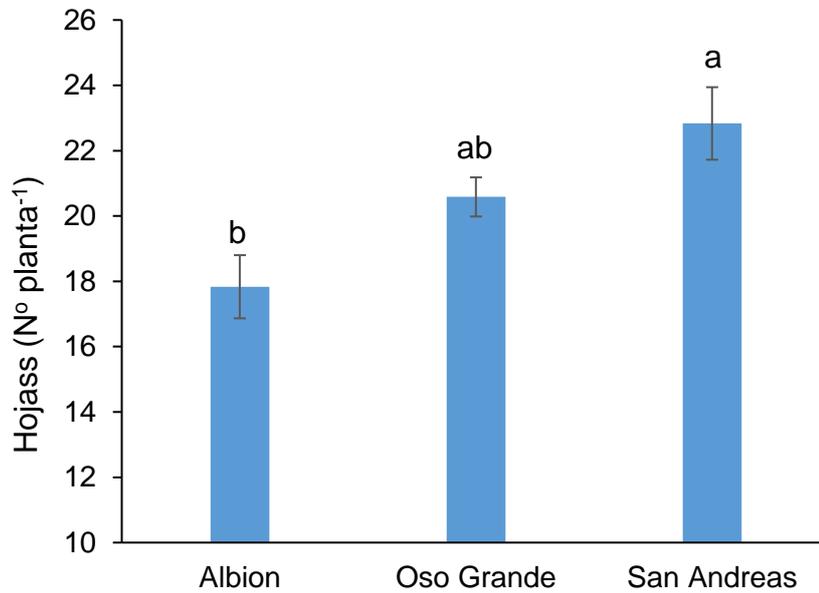


Figura 22. Número de hojas por planta⁻¹ en las variedades de fresas a los 30 DDT.

En cuanto a la producción de área foliar hubo diferencia significativa apenas para los sistemas de cultivos; Vasos y *Slab* presentaron la mayor producción de área foliar (1,019.41 y 1,058.18 cm² planta⁻¹) respectivamente, y el sistema Bloque de Ceramica tuvo la menor producción de área foliar (665.30 cm² área planta⁻¹) (Figura 23).

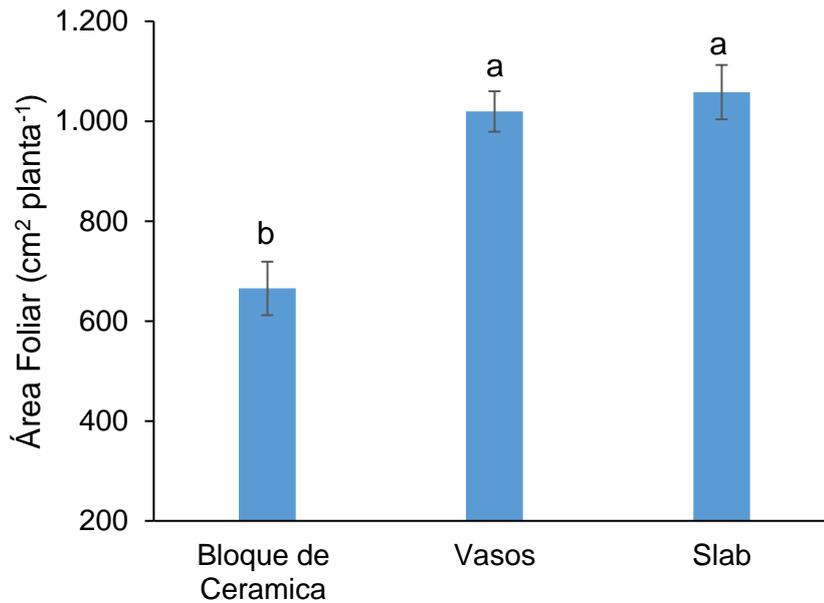


Figura 23. Área foliar en cm² por planta⁻¹ evaluados en los sistemas de cultivos.

El sistema de bloque cerámico se construyó de forma vertical, colocándose los bloques de forma alternada, por lo que no todas las plantas recibieron la misma cantidad de luz. A diferencia de los sistemas Vasos y *Slab* que se construyeron horizontalmente, donde todas las plantas recibieron la misma cantidad de radiación solar durante todo el día. Por otro lado, la infiltración de agua en el sistema bloque cerámico era más rápida que los otros sistemas, causando poca retención de la humedad en el suelo, causando mayor estrés a las plantas.

La producción del área foliar tiene una relación con el número de hojas producidas, cuanto mayor producción de hojas, mayor será el área foliar, entonces en la variable anterior de números de hojas los sistemas Vasos y *Slab* fueron los que proporcionaron mayor número de hojas y por consecuencia mayor número de área foliar, a diferencia del sistema Bloque de Ceramica que produjo menos número de hojas.

Furlani y Fernandes-Junior (2004), trabajaron con bolsas largas de polietileno colgadas verticalmente y con sustrato, ellos encontraron problemas en la distribución de la radiación solar en las plantas de fresas a lo largo del día, aspectos que los mismos autores consideraron de importante para ser estudiados en este sistema. Fernandez-Junior et al (2002) evaluaron la producción de frutos y estolones de fresas

en diferentes sistemas de cultivos en ambiente protegido, encontrando una disminución del desarrollo y producción del tratamiento vertical en comparación con el tratamiento horizontal (NFT), indicando que esta disminución se debe a la posición de las plantas en la parte inferior de las bolsas, donde la incidencia de la radiación solar fue 50% menor que las plantas de la parte superior, a pesar de esto, los autores dijeron que hay posibilidades para un mejor aprovechamiento del área dentro del invernadero con mejor facilidad de manejo de los cultivos y mejores rendimientos.

4.2. NÚMERO DE FLORES

De las tres evaluaciones hechas a los 30, 60 y 90 días, solamente hubo diferencia significativa a los 30 días para las variedades de fresas, siendo que San Andreas y Albion no difirieron entre si con (3 e 2.25 flores por planta⁻¹), mientras que la variedad Oso Grande tuvo un promedio de (0.41 flores por planta⁻¹) (Figura 24). La poca producción de flores puede ser a una adaptación de las plantas a la región Sur de Mato Grosso, produciendo mas hojas y estolones que flores. Bueno et al. (2002) afirma que la temperatura afecta directamente a la producción de flores debido a los procesos internos de transportes de la savia. Según Resende (2001) las temperaturas altas proporcionan un mayor desarrollo vegetativo y afirma que las mejores condiciones para producir menos flores y más estolones son las temperaturas altas durante el día.

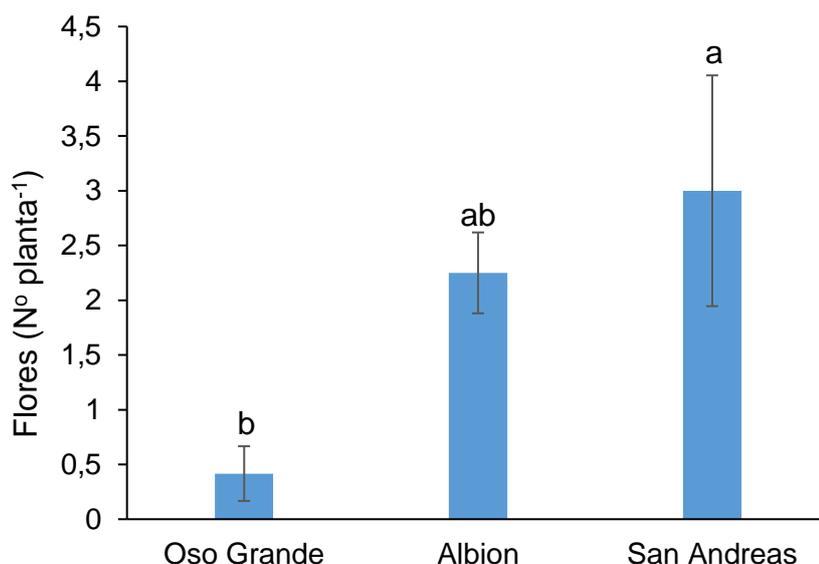


Figura 24. Número de flores por planta⁻¹ en las variedades de fresas a los 30 DDT.

4.3. TEMPERATURA DE LA HOJA

Para temperatura de las hojas a los 30, 60 y 90 DDT, no hubo diferencia significativa entre los sistemas de cultivos y las variedades (Tablas 6, 7 y 8). Más observase que las plantas tuvieron una reducción de temperatura después de los 60 DDT, lo que se puede concluir que las plantas tuvieron una mayor desponibilización de humedad, donde Bloque de Ceramica fue el sistema que presentó la menor temperatura para las tres evaluaciones. Por otra parte, la similitud de temperatura a los 60 y 90 DDT puede ser a las condiciones ideales de humedad en el suelo, ocasionando una reducción de la temperatura, siendo inferior a la temperatura del aire. Según Garcia-Tejero et al (2011) el estrés hídrico hace que las plantas cierren los estomas provocando una disminución de la transpiración y por consecuencia un aumento en la temperatura de las hojas.

Tabla 6. Temperatura de la hoja en diferentes sistemas de cultivos y variedades evaluados a los 30 DDT.

Sistema	Temperatura de la Hoja
Vasos	25.41 ns
Bloco de Ceramica	25.51 ns
<i>Slab</i>	26.41 ns
Variedad	
Oso Grande	25.65 ns
Albion	25.79 ns
San Andrea	25.89 ns
CV (%) Sistema	6.28
CV (%) Variedad	2.53

Medias con letras distintas son estadísticamente diferentes (Tukey 5%), (ns) no significativo

Tabla 7. Temperatura de la hoja en diferentes sistemas de cultivos y variedades evaluados a los 60 DDT.

Sistema	Temperatura de la Hoja
Bloco de Ceramica	19.44 ns
Vasos	22.55 ns
<i>Slab</i>	23.25 ns
Variedad	
Oso Grande	21.27 ns
Albion	21.77 ns
San Andrea	22.20 ns
CV (%) Sistema	12.37
CV (%) Variedad	7.50

Medias con letras distintas son estadísticamente diferentes (Tukey 5%), (ns) no significativo

Tabla 8. Temperatura de la hoja en diferentes sistemas de cultivos y variedades evaluados a los 90 DDT.

Sistema	Temperatura de la Hoja
Bloco de Ceramica	20.35 ns
<i>Slab</i>	21.29 ns
Vasos	22.62 ns
Variedad	
San Andreas	21.23 ns
Oso Grande	21.30 ns
Albion	21.73 ns
CV (%) Sistema	8.32
CV (%) Variedad	5.50

Medias con letras distintas son estadísticamente diferentes (Tukey 5%), (ns) no significativo

4.4. CONDUCTANCIA ESTOMÁTICA

Se encontró respuesta significativa solamente para las variedades de fresas a los 30 DDT. Entre las variedades estudiadas, Albion presentó valores superiores (267.7 $\text{mmol m}^2\text{s}$), Oso Grande (186.05 $\text{mmol m}^2\text{s}$) y San Andreas (156.58 $\text{mmol m}^2\text{s}$) (Figura 25).

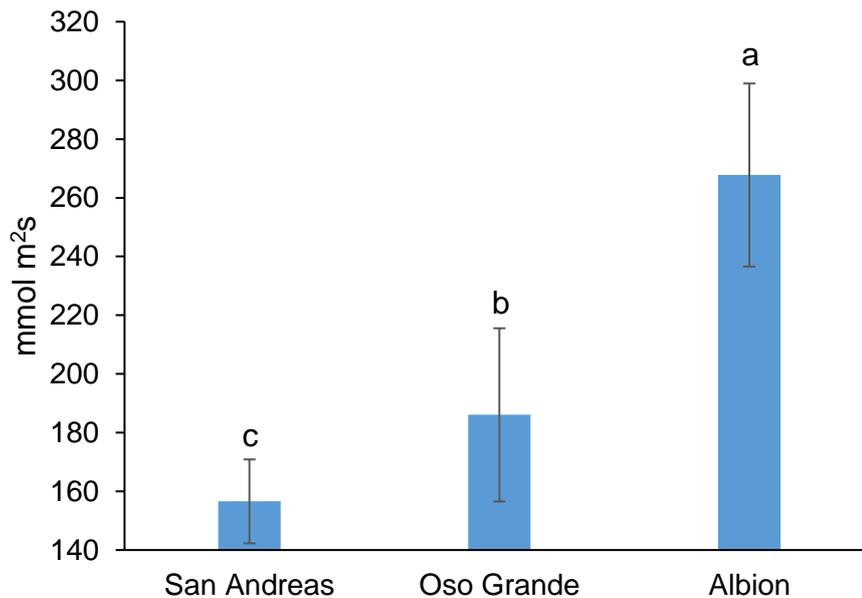


Figura 25. Media de la conductancia estomática en las variedades de fresas a los 30 DDT

La conductancia estomática es un indicativo del déficit hídrico de las plantas relacionado con la temperatura de las hojas, se podría decir que la variedad San Andreas mostró valores más bajos de la conductancia estomática por tener mayores valores de temperatura en las hojas. Otro factor podría ser las características de cada variedad de fresas, como el tamaño de las hojas, y la distribución de los estomas.

Messinger et al. (2006) afirma que la conductancia estomática es una propiedad fisiológica de las plantas para controlar la transpiración. Costa (2012) evaluó la conductancia estomática de la variedad Albion en horarios diferentes, a las 8:00, 12:00 y 16:00 horas, en los primeros dos horarios encontró valores semejantes a este trabajo, con 130 y 180 $\text{mmol m}^2\text{s}$ e de 180 e 290 $\text{mmol m}^2\text{s}$ respectivamente. Lima

(2014) evaluó la conductancia estomática de la variedad Oso Grande con diferentes láminas de irrigación, verificando que con el aumento de la lámina de irrigación hubo un aumento de la conductancia estomática, encontrando valores de 610 mmol m²s para 33,3% de la evaporación del tanque clase A y 730 mmol m²s con 166,6%.

4.5. MASA SECA PARTE AÉREA (MSPA)

Para masa seca de la parte aérea fue observada diferencia significativa apenas para los sistemas de cultivos, en la figura 26 se observa que los sistemas que más produjeron masa seca fueron los sistemas *Slab* y *Vasos* (47.7 y 44.4 g planta⁻¹) respectivamente y el sistema inferior fue Bloque de Ceramica (23.84 g planta⁻¹).

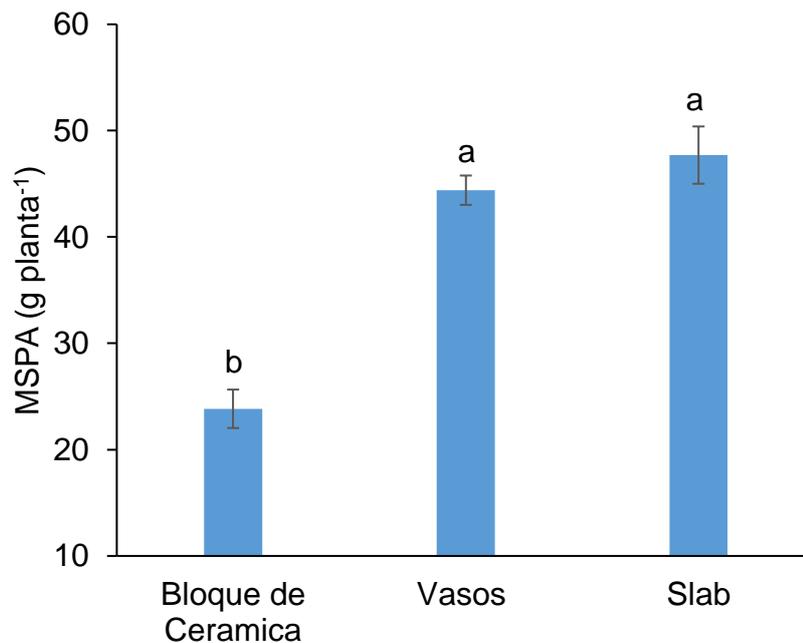


Figura 26. Producción de masa seca de la parte aérea de las variedades de fresas en los diferentes sistemas de cultivo.

En terminos de producción los sistemas *Slab* y *Vasos* fueron los que produjeron mayor masa seca, debido a su alta producción de número de hojas, mayor producción de área foliar y una mejor capacidad fotosintética de las plantas dentro del sistema.

4.6. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA DEL SUSTRATO

Hubo diferencia significativa de la variable conductividad eléctrica (CE) apenas para los sistemas de cultivos, el sistema Vasos proporcionó mayor valor de conductividad (0.99 dS m^{-1}), seguido por el sistema *Slab* (0.30 dS m^{-1}), el más inferior fue el sistema Bloque de Ceramica (0.16 dS m^{-1}) (Figura 27). Este resultado encontrado puede ser a que el nivel de conductividad eléctrica fue proporcional a la cantidad de agua y fertilizante utilizado, todos los sistemas recibieron la misma cantidad de agua y nutrientes, a diferencia que el sistema Bloques de Ceramica drenaba mucho más rápido en comparación con los demás sistemas, considerando esto, puede tener un efecto negativo en las concentraciones de nutrientes para las plantas y como consecuencia un menor desarrollo y baja producción de frutos.

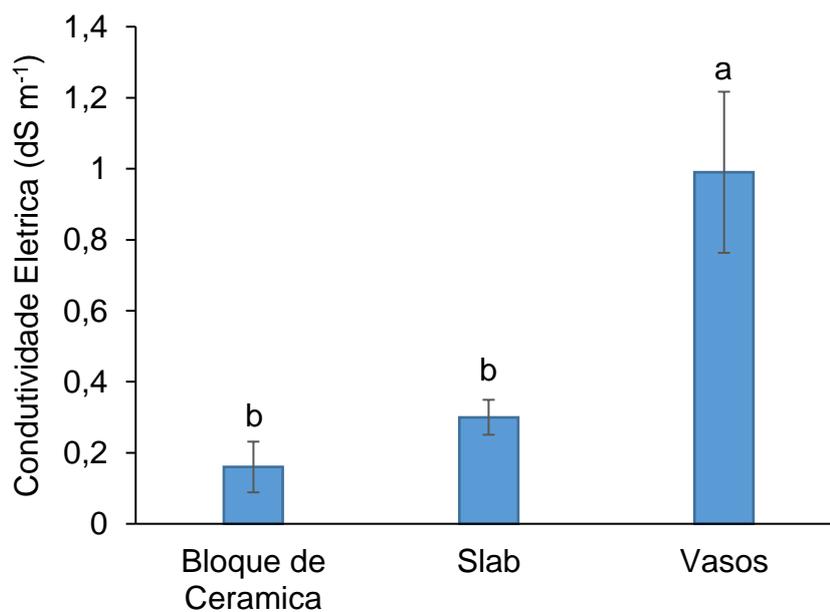


Figura 27. Conductividad Eléctrica evaluada en los sistemas de cultivos semi-hidroponico.

Los valores obtenidos de CE en los sistemas Vasos y *Slab* son inferiores a los valores indicados para una buena producción y un buen desarrollo, según (GIMÉNEZ et al.; 2008) los valores indicados son de 1.4 a 1.8 dS m^{-1} , y en comparación con otras investigaciones estos valores son menores, según (ANDRIOLO et al., 2009) que trabajaron con tres métodos de fertirrigación en sistemas cerrados para evaluar el

crecimiento y productividad de frutas de dos clones de fresas, encontraron valores medios de 1.5 hasta 1.6 dS m⁻¹.

4.7. NÚMERO DE FRUTOS COMERCIALES

Con relación al número de frutos comerciales (NFC), fueron contabilizados los frutos de las cinco cosechas hechas en el periodo de abril a agosto de 2016, encontrándose diferencia significativa de manera aislada solamente para las variedades de fresas, donde la cultivar San Andreas y Albion presentaron los mayores números de frutos comerciales, con 6.3 y 3.83 (n° planta⁻¹) respectivamente, diferente de la variedad Oso grande que fue inferior presentando medias de producción de 1 fruto planta⁻¹ (Figura 28).

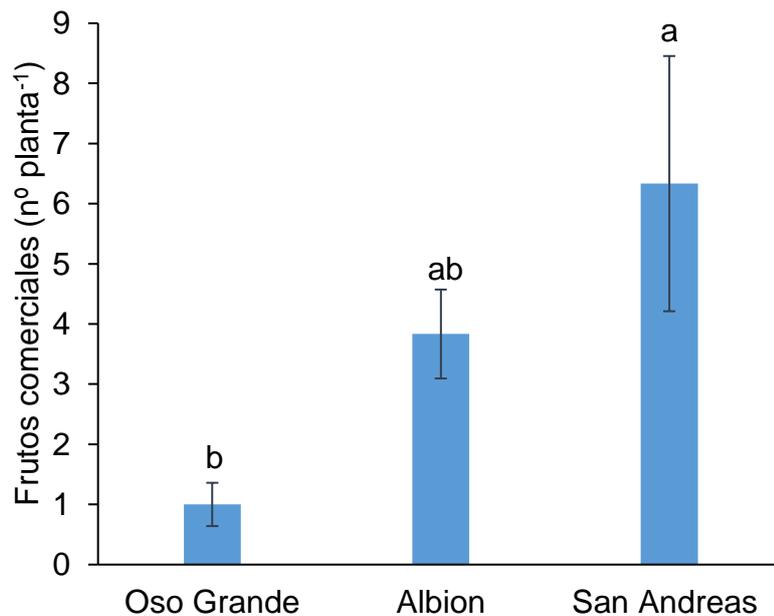


Figura 28. Número de frutos comerciales de las cultivares en los sistemas de cultivos semi-hidroponico.

Para todas las evaluaciones, se observó una baja producción de frutos por planta cuando se compara con otras investigaciones. La baja producción de frutos de la variedad Oso Grande fue debido a que no se adaptó a las condiciones climáticas de la región, las plántulas fueron afectadas desde la llegada a la región, causando muerte en algunas plantas. Lo que se puede decir es que probablemente las variedades de

días cortos, no se adaptan a las condiciones climáticas de la región Sur de Mato Grosso.

Por otra parte, la baja producción de frutos fue debido a poca emisión de flores, esto posiblemente por las altas temperaturas durante el día, causando producción alta de estolones colaborando con los resultados encontrados por Calvete et al. (2008) que finalizaron el experimento debido al aumento de la temperatura en la región durante el día, causando una reducción de flores y frutos, un incremento acelerado en la emisión de estolones y altas producciones de frutos deformados y pequeños.

Según Stapleton et al. (2001) las producciones de fresas están ciertamente vinculadas a la cantidad de horas frías que reciben las plantas en los invernaderos. Höhn et al. 2013 estudió el comportamiento productivo de cultivares de días neutros en climas templados en Pelotas- Rio Grande del Sur, obteniendo resultados diferentes en cuanto a la producción de frutos, donde la variedad San Andreas produjo en media de 11.6 (frutos planta⁻¹).

Costa (2012) también encontró resultados diferentes, evaluando el desempeño de la variedad Albion cuanto a producción y calidad de frutos, conducidos en diferentes sustratos, bajo ambiente protegido en la Universidad de Passo Fundo en Rio Grande del Sur, obteniendo resultados de 37 (frutos planta⁻¹). Gomes (2013) obtuvo una producción de 136 (frutos planta⁻¹) con la variedad Oso Grande en función de láminas de irrigación.

Oliveira y Scivittaro (2009) evaluaron la producción de frutas de fresas, con la variedad Camarosa, utilizando sistema de produção bajo túnel, con vernalización y sin vernalización, los autores observaron que hubo un incremento de número de frutos de 67% con las plantas que fueron vernalizadas y una producción de (57.9 frutos planta⁻¹).

4.8. MASA FRESCA POR FRUTOS Y MASSA FRESCA TOTAL DE LOS FRUTOS

No hubo diferencia significativa para masa fresca por frutos entre los sistemas de cultivos y las variedades de fresas estudiadas. Más podemos observar que entre las variedades de fresas, Albion presentó mayor masa fresca con (6.59 g fruto⁻¹), San Andreas con (5.70 g frutos⁻¹) y por último Oso Grande (2.25 g frutos⁻¹). Ya para los

sistemas, Vasos obtuvo el mejor desempeño en producción (6.61 g frutos⁻¹) seguido de Slab y Bloque de Ceramica (4.03 y 3.90 g frutos⁻¹) respectivamente (Tabla 9).

Tabla 9. Masa fresca por frutos en diferentes sistemas de cultivos y variedades.

Sistema	Masa Fresca (g frutos⁻¹)
Bloque de Ceramica	3.90 ns
<i>Slab</i>	4.03 ns
Vasos	6.61 ns
Variedad	
Oso Grande	2.25 ns
San Andreas	5.70 ns
Albion	6.59 ns
CV (%) Sistema	30.63
CV (%) Variedad	46.26

Medias con letras distintas son estadísticamente diferentes (Tukey 5%), (ns) no significativo

Con relación a masa fresca total de los frutos, se observó diferencia significativa apenas para las variedades de fresas, destacándose las variedades San Andreas y Albion con valores de 48.90 y 30.5 g planta⁻¹ respectivamente, siendo la variedad Oso Grande inferior con valor de 7.3 g planta⁻¹ (Figura 29).

Santos (2013) evaluó la calidad de las fresas producidos bajo sistemas convencional y orgánico, afirmando que la variedad San Andreas fue superior a las demás estudiadas, encontrando valores de 20.96 g para masa fresca de los frutos. Costa (2012) encontró resultados diferentes con la producción de masa fresca de los frutos, trabajando con la variedad Albion en diferentes combinaciones de sustrato, obteniendo una producción de (342 g planta⁻¹).

Calvete et al. (2008) estudiaron diferentes cultivares de fresas para ver cual se adaptaba mejor al ambiente protegido en la región del Altiplano Medio de Rio Grande del Sur, los autores encontraron que las variedades Camarosa, cv. Dover y Oso Grande, tuvieron los mejores resultados en cuanto a producción de masa fresca de frutos, donde la variedad Camarosa obtuvo una producción de (607 g planta⁻¹), valor muy diferente en comparación con los resultados encontrados en esta investigación.

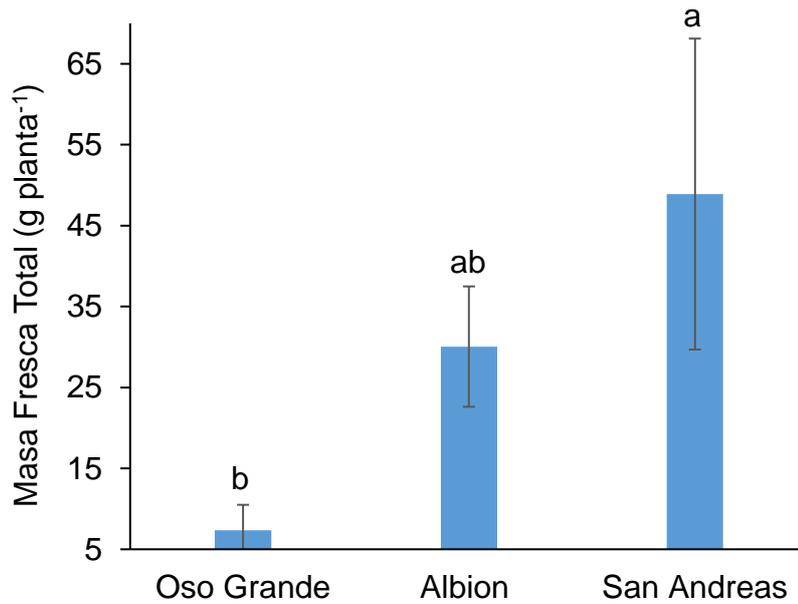


Figura 29. Masa fresca total de los frutos comerciales de las variedades Oso Grande, Albion y San Andreas en los sistemas de cultivos semi-hidroponico.

4.9. DIÁMETRO DE LOS FRUTOS COMERCIALES

No hubo diferencia significativa para la variable diámetro de los frutos entre los sistemas de cultivos y las variedades de fresas. Observandose la (Tabla 10), podemos ver que el sistema Vasos obtuvo el mayor diámetro de frutos (16.98mm frutos⁻¹) seguido de *Slab* (14.27mm frutos⁻¹) y Bloque de Ceramica (12.62mm frutos⁻¹). Entre las variedades, Albion obtuvo el mayor valor (18.82mm frutos⁻¹) seguido de las variedades San Andreas y Oso Grande (16.99 y 8.06mm frutos⁻¹) respectivamente.

Tabla 10. Diámetro de los frutos en diferentes sistemas de cultivos y variedades.

Sistema	Diámetro (mm frutos⁻¹)
Bloque de Cerámica	12.62 ns
<i>Slab</i>	14.27 ns
Vasos	16.98 ns
Variedad	
Oso Grande	8.06 ns
San Andreas	16.99 ns
Albion	18.82 ns
CV (%) Sistema	46.18
CV (%) Variedad	52.77

Medias con letras distintas son estadísticamente diferentes (Tukey 5%), (ns) no significativo

Mendonça (2011) experimentó el desarrollo y producción de diferentes cultivares de fresas, no encontrando diferencia significativa entre las cultivares, mas obteniendo diámetros superiores a este trabajo, con medias de 33.2mm. Calvete et al. (2008) encontró diámetros superiores a los 27.6mm en bolsas horizontales.

4.10. TEOR DE SÓLIDOS SOLUBLES TOTAL (SST)

No fue observada diferencia significativa para los tratamientos evaluados, aunque la variedad Albion presentó el mayor valor (3.36 °Brix). Considerando los sistemas de cultivos, Vasos fue quien proporcionó la mayor influencia en el aumento del teor de sólidos solubles (3.21 °Brix), seguido de *Slab* y Bloque de Cerámica (Tabla 11), siendo valores muy bajos en comparación con otros resultados. Según Anttonen et al. (2006) los acúmulos de teor de sólidos solubles varían entre las variedades y las condiciones ambientales (exposición a altas temperaturas y radiación ultravioleta), y por último a la deficiencia nutricional. Entonces posiblemente la poca producción de sólidos solubles en los frutos puede ser por el clima de esta región, cuanto a temperatura, radiación y altitud.

Tabla 11. Teor de Sólidos Solubles total de los frutos de fresas en diferentes sistemas de cultivos y variedades.

Sistema	SST (°Brix)
Bloque de Ceramica	2.00 ns
<i>Slab</i>	2.95 ns
Vasos	3.21 ns
Variedad	
Oso Grande	1.65 ns
San Andreas	3.14 ns
Albion	3.36 ns
CV (%) Sistema	35.54
CV (%) Variedad	38.73

Medias con letras distintas son estadísticamente diferentes (Tukey 5%), (ns) no significativo

Guimarães et al. (2013) evaluaron las características químicas de 6 variedades de fresas a una altura de 1,231m en el municipio de Datas- Minas Gerais, encontrando valores superiores en relación con este trabajo, los autores observaron que la variedad Oso Grande presentó un valor de (6.17 °Brix). Resende et al. (2010) evaluaron la influencia de tres sistemas de cultivos (túnel alto, túnel bajo y a campo abierto) en la productividad y teor de sólidos solubles de los frutos utilizando las cultivares Dove, Camarosa, Sweet Charlie y Oso Grande, los autores encontraron que la variedad Oso Grande el teor de sólidos solubles fue de 5.88 °Brix en el sistema de túnel alto y a campo abierto.

4.11. ACIDEZ TITULÁVEL TOTAL

Fue observada diferencia significativa apenas para las variedades de fresas, donde los mayores valores obtenidos fueron para las variedades San Andreas y Albion (0.70 y 0.68 mg.100 g⁻¹ pulpa) respectivamente, seguido de la variedad Oso Grande (0.26 mg.100 g⁻¹pulpa) (Figura 30). Las variedades San Andreas y Albion son las que presentaron menor sabor ácido en comparación con la variedad Oso Grande, indicando que la acidez titulable disminuyo en función de la maduración de los frutos, representando un atributo importante de calidad de los frutos.

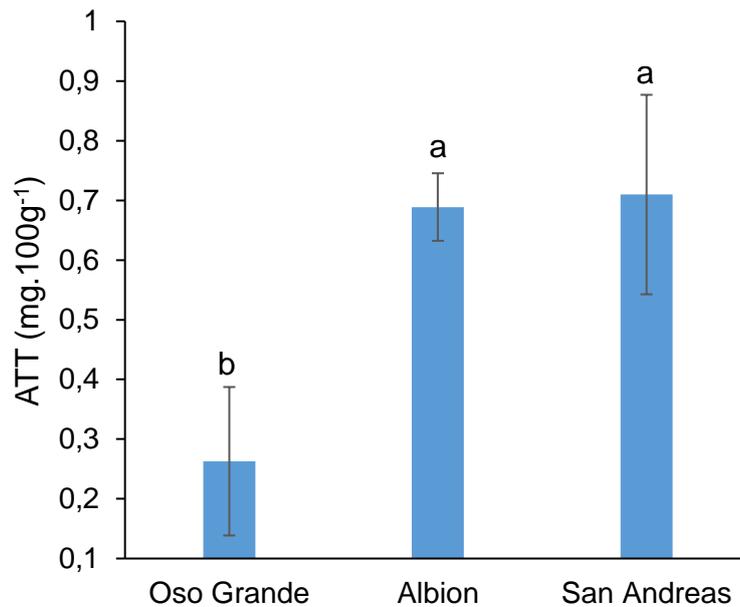


Figura 30. Ácidez Titulable Total de los frutos comerciales de las variedades de fresa en los sistemas de cultivos semi-hidroponico.

Françoso et al. (2008) evaluaron las alteraciones físico-químicas de las fresas irradiadas utilizando la variedad Sweet Charlie, encontrando valores en la ácida titulable entre (1.14 y 1.68 mg.100⁻¹ pulpa), valores superiores a los encontrados en este estudio, pero que podemos decir que la discrepancia puede ser por la diferencia entre variedades. Silva (2010) estudió la calidad de la variedad Oso Grande en temperatura ambiente y refrigerada, encontrando valores de (0.49 mg.100⁻¹ pulpa). Costa (2012) evaluó el desempeño productivo y cualitativo de la cultivar Albion en diferentes sustratos en ambiente protegido encontrando valores 0.97 mg.100⁻¹ pulpa. Antunes (2013) evaluó la calidad pos-cosecha de seis cultivares de fresas desarrolladas por la Universidad de California: Albion, Camino Real, Palomar, Monterey, Portola y San Andreas, encontrando que la ácida de todas las cultivares fue mayor de que 0.8%, el autor afirmó que la elevada ácida de los frutos puede ser atribuida a la pérdida de vigor de la planta.

4.12. RELACIÓN SST/ATT

La relación SST/ATT no difirieron entre si estadísticamente entre los tratamientos, pero podemos observar que los mayores valores encontrados fueron para los

sistemas Vasos (5.10) y para la variedad Albion (4.78) (Tabla 12). Los valores bajos de la relación SST/ATT puede ser probablemente a los valores bajos presentados en la acidez titulable, ya que según Mendonça (2011) los valores bajos de la relación SST/ATT fueron debido a los valores bajos de acidez titulable.

Tabla 12. Relación de Sólidos solubles total y Ácido titulable (SST/ATT) de los frutos de fresa en diferentes sistemas de cultivos y variedades.

Sistema	SST/ATT
Bloque de Ceramica	2.22 ns
<i>Slab</i>	3.03 ns
Vasos	5.10 ns
Variedad	
Oso Grande	2.20 ns
San Andrea	3.36 ns
Albion	4.78 ns
CV (%) Sistema	36.18
CV (%) Variedad	46.95

Medias con letras distintas son estadísticamente diferentes (Tukey 5%), (ns) no significativo

Brackmann et al. (2011) evaluaron la calidad de cultivares y clones de fresas, encontrando valores superiores (media 9.78) comparados a los valores de esta investigación. Pereira (2009) afirma que la maior relación SST/ATT da a los frutos un mejor equilibrio entre el teor de sólidos solubles y ácido titulable, y frutos con sabor más agradables. El autor evaluó la calidad de diferentes variedades de fresas en diferentes épocas de siembras, encontrando valores medios de (6.55 SST/ATT).

Fagherazzi (2013) evaluó las características y el desempeño de las plantas de las variedades Albion y San Andreas, encontrando valores para la relación SST/ATT de 10.43 y 9.40 respectivamente. Costa et al. (2010) evaluaron la producción y las características físico-química de las variedades Dover, Camino Real, Ventana, Camarosa, Seascape, Diamante, Aromas, Oso Grande y Tudla, en la región Serrana de Espírito Santo, los autores no encontraron diferencia significativa para la variable

SST/ATT, mas ellos encontraron el mayor valor en la variedad Oso Grande (10.58 SST/ATT) resultado diferente comparado con los resultados encontrados para la variedad Oso Grande en esta investigación.

5. CONCLUSIONES

Los sistemas de cultivos inflenciaron en el desarrollo de las plantas de fresas cultivados en ambiente protegido en la región de Rondonópolis-MT, excepto para producción y calidad de frutos que no fueron influenciados por los sistemas de cultivos.

Los sistemas que proporcionaron mayor desarrollo de las variedades de las fresas fueron los sistemas Vasos y *Slab*, respectivamente, en cuanto que el sistema de Bloques de Ceramica proporcionó el menor desarrollo de las plantas de fresas. Las variedades San Andreas y Albion tuvieron los mayores desarrollos de las plantas.

La variedad San Andreas obtuvo la mayor producción de frutos comerciales, siendo los frutos con los mejores índices de calidad.

6. BIBLIOGRAFIA

- 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 factores 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. Disponível 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 Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina. p. 107. 2013.

FAOSTAT. Food and agriculture organization of the united nations statistics division, 2013. Disponível 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.etal. (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 Agrônômicas 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 cressa e americana, com três diferentes tipos de soluções nutritivas, no período de verão no

município de Itapetinga-Ba. 2007. Dissertação (Programa de pós 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, 2001. Disponível em: <http://www.emater.mg.gov.br/portal.cgi>. pgn livraria virtual arquivos. Acesso em: 31 outubro 2016.

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-Brasília. 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 Agrárias 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.