

Comparación de diferentes sistemas de producción sobre crecimiento, rendimiento y calidad postcosecha de fresa Cv. San Andreas

ALVARADO, Yessica†*, MENDOZA, Rosalinda, SANDOVAL, Alberto y JUÁREZ, Antonio

Recibido 11 de Agosto, 2016; Aceptado 18 de Noviembre, 2016

Resumen

Según la FAO (2016), hasta el 2013 en México se cosecharon 379 mil toneladas de fresa, sembradas en casi 9 mil hectáreas, ubicándolo como el tercer productor mundial de fresa. El sabor de la fresa es uno de los principales atributos de calidad, sin embargo se ha puesto poco interés en mejorar o al menos conservar el sabor característico del cultivo. El objetivo de este estudio fue determinar la calidad de fresa CV. San Andreas en tres ambientes: Invernadero, malla sombra negra y campo abierto; con acolchado blanco y negro en cada uno de los ambientes. Se analizaron; rendimiento, desarrollo de la planta, color externo, firmeza, sólidos solubles totales y acidez titulable. El experimento se realizó en un diseño anidado, donde los acolchados se encontraron anidados en los ambientes. Se encontraron diferencias estadísticas significativas con la prueba de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) para la variable rendimiento, en el cual el mejor tratamiento fue la malla sombra con, 1511.78 g por m². En cuanto a calidad de fruto, no hubo diferencias estadísticas significativas entre tratamientos. El manejo del cultivo bajo malla sombra favoreció el rendimiento del cultivo, lo cual puede ser una elección viable a la producción de frutos de fresa.

Fresa (*Fragaria ananassa*), agricultura protegida, acolchados, calidad, postcosecha.

Abstract

According to the FAO (2016), until 2013 in Mexico 379 thousand tons of strawberry were harvested, planted in almost 9 thousand hectares, placing it as the third world producer of strawberry. The flavor of the strawberry is one of the main attributes of quality, however little interest has been put in improving or less conserving the characteristic flavor of the crop. The objective of this study was to determine the quality of milling CV. San Andreas in three environments: greenhouse, black shade and open field; With black and white padding in each room. Were analyzed; Yield, plant development, external color, firmness, total soluble solids and titratable acidity. The experiment was performed in a nested design, where the carriers were found in the environments. The statistically significant differences were found with Tukey's mean test ($p \leq 0.05$) for the variable yield, in which the best shadow shade treatment was 1511.78 g per m². Regarding fruit quality, there were no statistically significant differences between treatments. The management of the shade mesh crop favored crop yield, which may be a viable option for strawberry fruit production.

Strawberry (*Fragaria ananassa*), protected agriculture, quilts, quality, postharvest.

Citación: ALVARADO, Yessica, MENDOZA, Rosalinda, SANDOVAL, Alberto y JUÁREZ, Antonio. Comparación de diferentes sistemas de producción sobre crecimiento, rendimiento y calidad postcosecha de fresa Cv. San Andreas. Revista de Ciencias Naturales y Agropecuarias 2016, 3-9:26-35

† Investigador contribuyendo como primer autor

*Correspondencia al autor: (rosalindamendoza@hotmail.com)

Introducción

En México la exportación de frutos de fresa (fragaria ananassa) es una fuente importante de divisas, durante el período de 2005 a 2015, México tuvo un incremento en su producción siendo éste de 162,627 a 379, 464 toneladas sembradas en casi 9 mil hectáreas, ubicándolo como el tercer productor mundial de fresa y como el cuarto exportador a nivel mundial con un total de 226, 657 toneladas (FAO, 2015). En los últimos años, los cultivos hortícolas han presentado una tendencia hacia la obtención de productos de manera anticipada o fuera de estación, lo cual se realiza en condiciones diferentes a las de campo abierto, en las cuales se utilizan diferentes cubiertas y materiales para realizarlo mediante agricultura protegida modificando las condiciones del ambiente, hasta el 2010 en México, los invernaderos constituían el 44 % y las mallas sombra el 51% de la superficie total sembrada. (Juárez, et al, 2011). En cuanto al uso de plásticos en la agricultura, se han realizado modificaciones en la tendencia de uso para la producción de frutos, hortalizas y ornamentales (Hallidri, 2001), los cuáles se utilizan para incrementar la eficiencia en el uso de agua de riego y fertilizantes, con el propósito de incrementar el rendimiento de los cultivos, mejorar la calidad de los frutos y aumentar la precocidad de las cosechas (Fan, et al., 2005), siendo el acolchado un sistema que incrementa la producción por la conservación del agua en el suelo y el control de malezas en el cultivo (Albrechts y Chandler, 1993), Moreno et al (2011) mencionan que la agricultura protegida se utiliza como sistema de producción, realizándolo bajo diversas estructuras para proteger los cultivos de fenómenos climáticos o limitaciones de agua y/o superficie, generando mayores ingresos a los productores(FAO-SAGARPA, 2007).

La calidad en postcosecha no puede ser mejorada, sin embargo puede conservarse, obteniendo la mejor calidad cuando el fruto se cosecha en el estado de madurez apropiado (Gossiger, 2009). Una fresa cosechada en plena maduración y almacenado a temperatura ambiente se deteriora en un 80% en solo cuestión de horas (Harris, 2010). La calidad de fresa depende principalmente de la apariencia (tamaño, color, forma y ausencia de defectos), firmeza la cual se determina por la concentración de N, Ca y K, al no suministrarlos de manera adecuada se producen frutos blandos que se dañan fácilmente en la cosecha y postcosecha, además del sabor que se determina por el contenido de azúcares y ácidos orgánicos (Chow et al., 2004, Hanson et al., 1994, Hancock, 1999), siendo uno de los principales atributos de calidad, sin embargo se ha puesto poco interés en mejorar o al menos preservar el sabor característico del cultivo, Mellado et al (2012), encontraron que frutos de mango tratados bajo producción forzada presentaban valores de potasio de 14 mg mientras que su contenido normal es de 168mg (USDA data, 2014), además los frutos tienen períodos cortos de vida de anaquel (Yahia e Higuera, 1992), por lo tanto, la calidad de fresa es resultado del manejo del cultivo durante el desarrollo, en el cual intervienen la variedad, nutrición del cultivo y condiciones del ambiente (Mitcham, 1996), siendo la temperatura el factor principal que afecta el desarrollo de la planta (Hatfield and Prueger, 2015), de acuerdo con lo reportado por Taylor (2002), quien realizó experimentos en los que midió el efecto de la temperatura sobre la iniciación floral y encontró que altas temperaturas durante el período de floración (mayores a 30 °C) inhiben la floración, de igual manera las bajas temperaturas (menores a 10 °C) impiden y reducen la floración.

En la cosecha, interviene el estado de desarrollo del fruto y la hora de cosecha; y en postcosecha el manejo en refrigeración, humedad relativa y el almacenamiento, los cuales influyen en la conservación de la calidad del fruto, la cual está dada principalmente por la apariencia, firmeza, sabor (Kader, 1991), brillo, frutos sin daños y el grado de madurez (Mitcham, 1996). El objetivo de este estudio fue evaluar caracteres biométricos del cultivo, rendimiento y calidad postcosecha de los frutos obtenidos de los diferentes tratamientos.

Materiales y métodos

El experimento se llevó a cabo en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicada en Saltillo, Coahuila. Se utilizaron plantas de la variedad San Andreas, adquiridas de una distribuidora de Irapuato, Guanajuato. Las cuales se establecieron bajo tres ambientes de producción: Invernadero, campo abierto y malla sombra (negra), y a su vez en cada ambiente se establecieron camas de 1.45 x .70m, en las cuáles se realizaron dos surcos por cama de 21cm de ancho por 21cm de profundidad, de acuerdo con la metodología realizando el trasplante en una mezcla de peat moss: perlita (70:30), con acolchado blanco y negro. El trasplante se realizó el 13 de Septiembre de 2015, estableciendo a doble hilera, a 30cm de distancia entre planta con un total de 8 plantas por cama. El riego se realizó mediante goteo utilizando solución Steiner (Steiner, 1961) con una conductividad eléctrica de 1 500 $\mu\text{S cm}^{-1}$, con pulsos de riego de 5 min a las 8:00, 12:00 y 18:00h en cada tratamiento. Los tratamientos fueron las interacciones entre ambientes y acolchados, quedando de la siguiente manera: t1) Invernadero, acolchado blanco; t2) invernadero, acolchado negro t3) Campo abierto, acolchado blanco; t4) campo abierto, acolchado negro; t5) Malla sombra, acolchado blanco y t6) Malla sombra, acolchado negro.

El diseño experimental fue anidado, en el cual los acolchados se encontraban anidados en los ambientes; con cuatro repeticiones por tratamiento, siendo la unidad experimental 8 plantas. Durante el desarrollo del cultivo como caracteres biométricos se evaluaron altura de planta; medida con una regla desde la base del tallo hasta el ápice terminal de la planta, número de hojas por planta y el diámetro de corona, para lo cual se tomaron lecturas en la parte basal de la corona utilizando un vernier digital (Autotec Caliper 150mm).

Iniciado el período de producción, se cosecharon frutos coloreados en $\frac{3}{4}$ rojo, de cada uno de los tratamientos a los cuales se evaluó rendimiento, pesando cada uno de los frutos. Dentro de los atributos de calidad postcosecha se evaluó color externo en la parte ecuatorial de dos lados del fruto, utilizando un colorímetro Konica Minolta® CR-400 obteniendo directamente los valores L, a y b, con los cuáles se calculó el ángulo de matiz ($^{\circ}\text{Hue}$) y el índice de saturación (Croma), de acuerdo con las siguientes ecuaciones: $\text{Ángulo Hue} = \text{Arco tangente } (b/a)$ e $\text{índice de saturación} = \sqrt{a^2 + b^2}$, utilizando tres repeticiones para cada tratamiento.

La firmeza se determinó por penetración utilizando un texturómetro EXTECH® Fruit Hardness tester modelo FTH200 con puntal plano de 2mm, realizando la lectura en la parte ecuatorial de dos puntos del fruto, reportando los datos obtenidos en Newtons (N).

Para sólidos solubles totales se utilizó un refractómetro digital ATAGO Pal-1 con un rango de lectura de 0-53 $^{\circ}\text{brix}$, en el cual se colocaron unas gotas de jugo de cada fruto y se tomó la lectura, reportando el resultado como $^{\circ}\text{brix}$, utilizando tres repeticiones por tratamiento.

Acidez titulable se determinó por el método volumétrico de la AOAC (1990) en el cual 20g de pulpa se maceraron en mortero con 100mL de agua destilada, posteriormente la mezcla se filtró y se tomaron 5mL de alícuota los cuales se titularon con NaOH (0.1N), utilizando como indicador 2 gotas de fenolftaleína en solución alcohólica al 1%, utilizando tres repeticiones por tratamiento, expresando el resultado como % de ácido cítrico, el cual se encuentra en mayor proporción (Hancock, 1999) en fresa.

Resultados y discusión

Ambiente	Máxima promedio	Mínima promedio
Invernadero	47.56a	5.09b
Campo abierto	21.80b	8.78ab
Malla sombra	25.20b	12.41a
Valores con letras diferentes en cada columna indican diferencia significativa según la prueba de Tukey ($p < 0.05$)		

Tabla 1 Comportamiento de la temperatura de los ambientes (Promedios de máximas y mínimas) durante el ciclo de producción (Septiembre- Abril)

Número de hojas y altura de planta

Los resultados de las características biométricas se obtuvieron a los 30, 90, 150 y 220 días después de trasplante (DDT), de plantas con dos hojas al trasplante. Con el número de hojas se determinó el crecimiento vegetal, lecturas que se llevaron hasta 220 DDT, mostrando un aumento en el número de hojas por tratamiento, el análisis de varianza mostró diferencias estadísticas significativas (Cuadro 2), conforme transcurrió el tiempo aumentó el número de hojas mostrando el mayor aumento entre los 30 y 90 DDT, alcanzando un número máximo de 17 hojas siendo el mejor en todos los muestreos las plantas de la malla sombra con acolchado blanco.

La mayor altura de planta, se presentó en las cultivadas en invernadero siendo el promedio de éstas de 17.74 y 17.54cm para el plástico blanco y negro respectivamente, seguidas de las producidas bajo la malla sombra, con 17.47 y 16.65 cm para el plástico negro y blanco respectivamente, siendo las de menor tamaño las producidas en campo abierto.

Con respecto a los resultados obtenidos, Oguchi et al (2003), han encontrado que las plantas desarrolladas bajo mallas sombra tienen mayor número de hojas, hojas más grandes, de mayor espesor y fotosintéticamente activas, además dicho resultado podría deberse a las diferencias y variaciones de temperatura entre ambientes (Cuadro 1), lo que disminuye el número de hojas, para lo cual Shioy y Camp (2000) reportan que las temperaturas óptimas para el desarrollo y crecimiento de la planta son entre 25 y 12°C.

Tratamiento	Número de hojas a diferentes días después de trasplante			
	30	90	150	220
Inv. blanco	5.7b	8.7a	11.3bc	12.7b
Inv. negro	5.4b	10.0ab	10.5c	13.3b
CA blanco	6.3ab	11.7ab	13.9abc	15.3ab
CA negro	6.9ab	11.0ab	14.3abc	15.0ab
Malla blanco	8.0a	13.7a	16.3a	17.7a
Malla negro	7.7a	12.8ab	14.8ab	16.9ab
Valores con letras diferentes en cada columna indican diferencia significativa según la prueba de Tukey ($p < 0.05$)				

Tabla 2 Número de hojas a diferentes días después de trasplante de plantas producidas bajo diferentes sistemas.

Tratamiento	Altura de planta a diferentes días después de trasplante (cm)			
	30	90	150	220
Inv. blanco	11.33a	14.20a	16.34a	17.74a
Inv. negro	11.42a	14.08a	16.14ab	17.54ab
CA blanco	10.95a	12.98a	14.89ab	16.29ab
CA negro	10.41a	12.71a	14.57b	15.97b
Malla blanco	10.93a	13.31a	15.25ab	16.65ab
Malla negro	12.00a	14.15a	16.07ab	17.47ab
Valores con letras diferentes en cada columna indican diferencia significativa según la prueba de Tukey (p<0.05)				

Tabla 3 Altura de planta a diferentes días después de trasplante de plantas producidas bajo diferentes sistemas

Diámetro de corona

Para la variable diámetro de corona Palencia et al. (2010) establecieron una correlación positiva entre el diámetro de corona y el crecimiento vegetativo de la planta de fresa. Siendo las plantas de mayor diámetro de corona, las que tengan la mayor capacidad de absorber nutrientes y mejorar la capacidad de la planta para producir fotosintatos, in embargo, Cocco et al. (2010) determinaron en plantas de fresas trasplantadas que el diámetro de corona no es un descriptor eficiente de la calidad. Por lo que señalan que este parámetro debe ser estudiado junto a otras variables como el número de hojas, tamaño de la planta, °brix, y otras. Dichos resultados coinciden con lo encontrado en esta investigación (Cuadro 4) en la cual las plantas producidas bajo malla sombra en acolchado blanco, presentaron los mayores valores de diámetro de corona en todos los muestreos así como el mayor número de hojas, lo que demuestra lo reportado por Palencia et al. (2010) y Cocco et al (2010), mostrando el mayor aumento entre 30 y 90 DDT.

Tratamiento	Diámetro de corona a diferentes días después de trasplante (mm)			
	30	90	150	220
Inv. blanco	10.61ab	19.15a	20.88b	22.69b
Inv. negro	9.98b	20.87a	22.91ab	24.71ab
CA blanco	10.78ab	22.63a	24.53ab	26.33ab
CA negro	12.19ab	22.72a	24.65ab	26.45ab
Malla blanco	13.10a	23.32a	25.61a	27.41a
Malla negro	12.78 ab	22.85a	24.94ab	26.74ab
Valores con letras diferentes en cada columna indican diferencia significativa según la prueba de Tukey (p<0.05)				

Tabla 4 Diámetro de corona a diferentes días después de trasplante de plantas producidas bajo diferentes sistemas

Rendimiento

La cosecha de los frutos se llevó a cabo en el período noviembre 2015- abril 2016, tiempo en el cual el rendimiento, medido en peso fresco Presentó diferencias estadísticas significativas para los sistemas de producción (Figura 1), presentando mayor rendimiento (1511.78 g planta⁻¹) las plantas que crecieron en malla sombra con acolchado blanco, seguido por las que crecieron en malla sombra con acolchado negro 1282.14 g planta⁻¹), presentando los valores más bajos las producidas en campo abierto con acolchado blanco (425.06 g planta⁻¹), en relación a los resultados obtenidos, Moroto y Galarza (1988) reportan que a temperaturas mayores de 28°C, se reduce la floración en plantas de fresa, lo que reduce significativamente el rendimiento, Por otra parte Andino y Motsenbocker (2004), reportan mayor rendimiento en plantas de Citrullus lanatus expuestas a acolchados blanco, negro, plateado y amarillo, comparadas con un suelo sin cobertura. Al respecto, Gonzalez (2013), menciona que las grandes variaciones de temperatura afecta negativamente el crecimiento de las plantas de fresa, las relaciones hídricas, rendimiento y calidad del fruto.

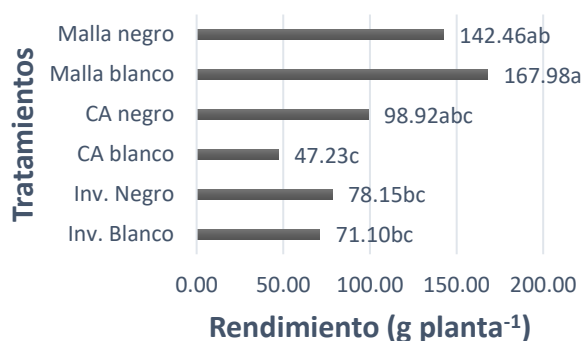


Gráfico 1 Rendimiento de los tratamientos producidos bajo diferentes sistemas

Valores con letras diferentes en cada barra indican diferencia significativa según la prueba de Tukey ($p < 0.05$)

Calidad postcosecha

Se realizaron tres muestreos en diferentes fechas de cosecha, los cuales se realizaron a los 80, 100 y 220 DDT, en los cuáles se analizaron variables cualitativas. Debido a las variaciones y a las altas temperaturas que se presentaron en el invernadero (Cuadro 1), no se logró obtener la tercer cosecha para los tratamientos 1 (Invernadero acolchado blanco) y 2 (Invernadero acolchado negro).

Acidez titulable

No se encontraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos en ninguno de los muestreos (Cuadros 5, 6 y 7), encontrando valores entre 0.17 y 0.45% de ácido cítrico, valores similares fueron reportados por Juárez-Rosete et al 2007. Quienes compararon tres sistemas de producción de fresa en invernadero encontrando valores entre 0.51 hasta 0.70% de ácido cítrico, dichos valores se encontraron en el intervalo aceptable de acuerdo con lo reportado por Pérez de Camacaro et al. (2005).

Sólidos solubles totales

Los frutos obtenidos de las plantas producidas en malla sombra con acolchado blanco fueron los que presentaron los valores más altos en °brix reportando incremento en los valores desde 8.03, 9.58 y 10.63°brix a 80, 100 y 220 DDT respectivamente (Cuadros 5, 6 y 7), sin embargo no existieron diferencias estadísticas significativas por efecto de los sistemas de producción, el intervalo de los frutos evaluados se encontró dentro del rango reportado por Roudelliac y Trajkovski (2004), quienes reportaron 7 como mínimo y 12 como máximo. Montero et al. (1996) mencionaron que valores altos de SST en frutos, les confiere una mayor calidad.

Firmeza

Los frutos evaluados, mostraron valores desde 1.70 hasta 3.64N (Cuadros 5, 6 y 7), dichos valores no mostraron diferencias estadísticas significativas ente los tratamientos en ninguno de los muestreos, según Mitchell et al. (1996), frutos más firmes son más resistentes a daños durante el trayecto del campo a la mesa, más resistentes al ataque por patógenos y con mayor capacidad de conservación de su calidad (Paraskevopoulou y Vassilakakis, 1995).

Color externo

En el primer y segundo muestreo, los frutos de los seis tratamientos fueron estadísticamente iguales ($p > 0.05$) en los valores de saturación de color (croma), ángulo de tono (Hue) y luminosidad (L).

Los frutos obtenidos del invernadero presentaron el mayor índice de saturación, lo cual indica que fueron frutos más rojos (Cuadros 5 y 6), esto se atribuye a las altas temperaturas que se presentaron en el invernadero durante el ciclo de producción (Cuadro 1), Shioh y Wang (2000) observaron que cuando las temperaturas aumentaron de 25 a 30°C el fruto se volvió más oscuro (disminuyen los valores de L) y presentaron mayor intensidad del pigmento (cuando los valores de Cromina aumentaron).

En el tercer muestreo solamente se evaluaron frutos obtenidos de campo abierto y malla sombra presentando diferencia estadística entre tratamientos, presentando la mayor luminosidad (L), los frutos obtenidos de campo abierto en acolchado blanco. Sin embargo las principales normas de calidad para exportación de fresa (USDA, 2006; CCE, 2002), las cuales determinan el color de los frutos como un parámetro de calidad de los mismos, no especifican el grado de saturación o brillo necesario para establecer la calidad de fresa para su consumo en fresco.

Tratamiento	AT (%)	SST (°Bx)	F(N)	L	Hue	Cromina
Inv. blanco	0.26a	7.20a	2.94a	41.13a	0.99a	32.50a
Inv. negro	0.32a	7.20a	3.68a	41.05a	1.04a	31.06a
CA blanco	0.26a	7.47a	2.53a	38.61a	1.20a	30.54a
CA negro	0.26a	6.93a	2.23a	40.22a	1.27a	31.96a
Malla blanco	0.19a	8.03a	1.32a	36.38a	1.29a	26.68a
Malla negro	0.19a	7.10a	1.70a	36.63a	1.32a	27.70a

Valores con letras diferentes en cada columna indican diferencia significativa según la prueba de Tukey (p<0.05)

AT: acidez titulable, SST: sólidos solubles totales, F: firmeza, L: brillo, Hue: ángulo de tono, Cromina: índice de saturación.

Tabla 5 Características cualitativas de frutos obtenidos de los diferentes sistemas de producción a los 80 DDT (1^{er} muestreo)

Tratamiento	AT (%)	SST (°Bx)	F(N)	L	Hue	Croma
Inv. blanco	0.36a	9.40a	3.16a	43.26a	1.03a	34.94a
Inv. negro	0.36a	6.90a	3.02a	38.11a	1.00a	39.93a
CA blanco	0.47a	9.25a	3.01a	33.22a	1.22a	32.40a
CA negro	0.45a	8.97a	2.65a	33.45a	1.14a	28.13a
Malla blanco	0.47a	9.58a	3.12a	32.96a	1.21a	30.21a
Malla negro	0.36a	8.75a	3.09a	35.80a	1.15a	33.67a

Valores con letras diferentes en cada columna indican diferencia significativa según la prueba de Tukey (p<0.05)

AT: acidez titulable, SST: sólidos solubles totales, F: firmeza, L: brillo, Hue: ángulo de tono, Cromina: índice de saturación.

Tabla 6 Características cualitativas de frutos obtenidos de los diferentes sistemas de producción a los 100 DDT (2^o muestreo)

Tratamiento	AT (%)	SST (°Bx)	F(N)	L	Hue	Croma
Inv. blanco	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Inv. negro	NE	NE	NE	NE	NE	NE
CA blanco	0.17a	10.00a	2.26a	37.92a	1.08a	30.24a
CA negro	0.21a	9.78a	2.49a	35.14b	1.16a	29.38a
Malla blanco	0.22a	10.63a	1.76a	33.17b	1.18a	33.87a
Malla negro	0.17a	8.75a	1.43a	33.223b	1.26a	31.15a

Valores con letras diferentes en cada columna indican diferencia significativa según la prueba de Tukey (p<0.05)

NE: variable no evaluada, AT: acidez titulable, SST: sólidos solubles totales, F: firmeza, L: brillo, Hue: ángulo de tono, Cromina: índice de saturación.

Tabla 7 Características cualitativas de frutos obtenidos de los diferentes sistemas de producción a los 220 DDT (3^{er} muestreo)

Conclusiones

Los sistemas de producción evaluados, favorecieron el desarrollo del cultivo (altura de planta, número de hojas y diámetro de tallo), así como el rendimiento, siendo el mejor tratamiento el de malla sombra y acolchado blanco.

La calidad de los frutos no mostró diferencias entre los sistemas de producción evaluados y los valores postcosecha están dentro de la norma oficial USDA 1997, los cuáles son adecuados para su consumo en fresco.

Se sugiere el control adecuado de las temperaturas de los sistemas de producción, para incrementar y/o mejorar los rendimientos y calidad de frutos, e invernadero se presentó una temperatura promedio máxima de 47.56°C y una mínima de 5.09°C, mientras que en campo abierto se presentó una máxima de 21.08°C y una mínima de 8.78°C, siendo para la malla sombra la máxima de 25.20°C y la mínima de 12.41°C

Referencias

- Albregts, E.E. and C.K. Chandler. 1993. Effect of polyethylene mulch color on the fruiting response of strawberry. *Soil and Crop Science Society of Florida* 52: 40-43.
- Alejo S. G. and Balois M. R. 2011. Estructuras utilizadas en la agricultura protegida. *Revista Fuente* 8: 21-27.
- Andino, J.R. and C.E. Motsenbocker. 2004. Colored plastic mulches influence cucumber beetle populations, vine growth, and yield of watermelon. *Hort. Science* 39(6): 1246-1249.
- Cocco, C., Andriolo J., Erpen L., Cardoso F. and Casagrande G. 2010. Development and fruit yield of strawberry plants as affected by crown diameter and plantlet growing period. *45: Pesq. Agropec. Bras.* 45: 730-736
- Chow, K. K., T. V. Price and B. C. Hanger. 2004. Effect of nitrogen, potassium, calcium concentrations and solution temperatures on the growth and yield of strawberry cv. Red gauntlet in a nutrient film (NFT) hydroponic system. *Acta Horticulturae* 633: 315-327.
- Fan, T., B.A. Stewart, W.A. Payne, Y. Wang, S. Song, J. Luo and C.A. Robinson. 2005. Supplemental irrigation and water- yield relationships for plasticulture crops in the loess plateau of China. *Agronomy Journal* 97(1): 177-188
- FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación 2016. FAOStat.fao.org. Fecha de consulta 2 de febrero de 2016.
- Gonzalez Fuentes, J. A. 2013. Plant And Substrate Based Factors Affecting Design And Management Of In-Field Soilless Strawberry Production Systems. University of California, Davis.
- Gossiger, M., S. Moritz, M. Hermes, S. Wedelin, H Scherbichier, H. Halbwirth, K. Stich and E. Berg Hofer. 2009. Effects of processing parameters on colour stability of strawberry nectar from puree. *Journal of Food Engineering* 90:171-178.
- Hallidri, M. 2001. Comparison of the different mulching materials on the growth, yield and quality of cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Acta Horticulturae (ISHI)* 559(2): 49-54.
- Hancock, J. F. 1999. Strawberries. CABI Publishing's. New York, NY, USA.
- Hanson, J. E., M. R. Beaudry and L. J. Beggs. 1994. Productivity and quality characteristics of strawberry cultivars under Michigan conditions. *Fruit Varieties J.* 48:27-32.
- Hatfield J.L. and Prueger J.H. 2015. Temperature extremes: Effect on plant growth and development. *Weather and Climate Extremes* (10): 4-10.
- Juárez L.P., Bugarín M. R., Castro B. R., Sánchez M. A. L., Cruz C. E., Juárez R. C.,

Juárez-Rosete, C. R.; Rodríguez-Mendoza, M. N.; Sandoval-Villa, M.; Muratalla-Lúa, A. 2007. Comparación de tres sistemas de producción de fresa en invernadero. *Terra Latinoamericana* 25 (1): 17-23

Kader, A. A. 1991. Quality and its maintenance in relation to the postharvest physiology of strawberry, pp. 145-151. In: *The strawberry into the 21st Century*. J.J. Luby; A. Dale (eds.). Timber Press. Portland, Oregon, USA. 288 p.

Martínez-Bolaños M, Nieto-Angel D., Téliz-Ortiz D., Rodríguez-Alcazar J., Martínez-Damian Ma. T., Vaquera-Huerta H., Carrillo Mendoza O. 2008. Comparación cualitativa de fresas (*Fragaria x ananassa* Duch.) de cultivares mexicanos y estadounidenses. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 14(2): 113-119.

Mellado-Vázquez A., Salazar-García S., Treviño-de la Fuente C.A., González-Durán I.J.L., López-Jiménez A. 2012. Composición y remoción nutrimental de frutos de mango "Haden" y "Tommy Atkins" bajo producción

Producción de hortalizas a cielo abierto y bajo condiciones protegidas. México. 33 pp. Palencia P., Martínez F., Ribeiro E., Pestana M., Gama F., Saavedra T., Varennes A., Correia P.J. 2010. Relationship between tip burn and leaf mineral composition in strawberry. *Scientia Horticulturae* 126: 242-246.

Paraskevopoulou, P. G. and Vassilakakis, C. D. M. 1995. Effects of temperature, duration of cold storage and package on postharvest quality of strawberry fruit. *Acta Horticulturae* 379: 337-344.

Pérez de Camacaro, M., Jiménez A., Terán Y. and Calderón L. 2005. Physical and chemical quality of strawberry fruits from three years old cultivation at high altitude. *Acta Horticulturae* 682: 763-766

forzada. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 3(1): 925- 941.

Montero, T. M., Mollá, E. M., Esteban, R. M. and Andréu, F.J. L. 1996. Quality attributes of strawberry during ripening. *Scientia Horticulturae* 65: 239-250.

Moreno R. A., Aguilar D. J., Luévano G. A. 2011. Características de la agricultura protegida y su entorno en México. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 29(15): 763-774.

Moroto, J. V. y Galarza L. 1988. Producción de fresas y fresones. Mundi-Prensa. Madrid, España.

Oguchi R., Hikosaka K. and Hirose T. 2003. Does the photosynthetic light-acclimation need change in leaf anatomy? *Plant Cell Environ* 26: 505-512.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación - Secretaria de Agricultura Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (FAO-SAGARPA). 2007.

Roudeillac, P. and K. Trajkovski. 2004. Breeding for fruit quality and nutrition in strawberries. *Acta Horticulturae*. 649: 55-59

Shiow Y. W. and Camp M.J. 2000. Temperatures after bloom affect plant growth and fruit quality of strawberry. *Scientia Horticulturae* 85(3): 183-199.

Steiner, B. 1961. A universal method for preparing nutrient solution of a certain desired composition. *Plant and Soil*. 16 (2):134- 154.

Taylor, D. R. 2002. The physiology of flowering in strawberry. *Acta Horticulturae*. 567: 245-251.

USDA (Department of Agriculture). 1997. United States standards for grades of strawberries. Washington, DC, USA.

USDA 2014 - Nutrient Database for Standard Reference. <https://ndb.nal.usda.gov/>. Fecha de consulta: 23 de marzo de 2016.

Yahia, E. M. e Higuera, C. I. 1992. Fisiología y Tecnología Postcosecha de Productos Hortícolas. Editorial Limusa. México. 303 p.