



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA



EVALUACIÓN DE TRES VARIEDADES DE JITOMATE SALADETTE
EN TRES SUSTRATOS BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO
EN SAN LUIS POTOSÍ

Por:

Eusebio Palomares Rodríguez

Tesis Profesional presentada como requisito parcial para obtener el título de
Ingeniero Agrónomo Fitotecnista

Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P.

Noviembre de 2013



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA



EVALUACIÓN DE TRES VARIEDADES DE JITOMATE SALADETTE
EN TRES SUSTRATOS BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO
EN SAN LUIS POTOSÍ

Por:

Eusebio Palomares Rodríguez

Tesis Profesional presentada como requisito parcial para obtener el título de
Ingeniero Agrónomo Fitotecnista

Asesores

M.C. Jesús Huerta Díaz
Dra. Catarina Loredó Osti
Dr. Federico Villarreal Guerrero

Co-Asesor

Dr. José Luis Lara Mireles

Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P.

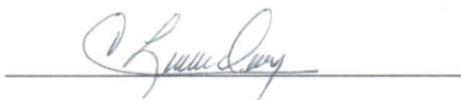
Noviembre de 2013

El trabajo titulado “**Evaluación de tres variedades de jitomate saladette en tres sustratos bajo condiciones de invernadero en San Luis Potosí**” fue realizado por: Eusebio Palomares Rodríguez como requisito parcial para obtener el título de Ingeniero Agrónomo Fitotecnista, fue revisado y aprobado por el suscrito Comité:

M.C. Jesús Huerta Díaz
Asesor



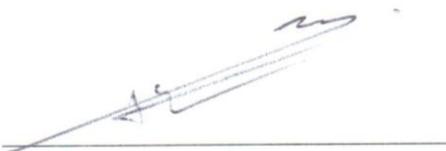
Dra. Catarina Loredo Osti
Asesor



Dr. Federico Villarreal Guerrero
Asesor



Dr. José Luis Lara Mireles
Co-asesor



En el Ejido Palma de la Cruz, municipio de Soledad de Graciano Sánchez S.L.P. a los 23 días del mes de octubre de 2013.

DEDICATORIA

A DIOS

Porque siempre ha caminado conmigo en los momentos de mayor apremio y a lo largo de mi vida.

A MIS PADRES

Por darme la vida, y por ser la parte fundamental al brindarme su apoyo incondicional, la confianza y su amor. Eternamente agradecido.

A MIS HERMANOS

Porque sin la ayuda de ustedes esto no habría sido posible, gracias por su soporte, consejos y amistad. Este logro es de todos ustedes.

A MIS ASESORES

Por ser las personas que nos llevan con su experiencia y sus consejos a alcanzar nuestros objetivos.

AGRADECIMIENTOS

A MI UNIVERSIDAD

Por la preparación brindada a lo largo de la carrera y darnos la oportunidad de alcanzar nuestros sueños de ser alguien en la vida.

A MIS ASESORES

Gracias por su tiempo y paciencia, por su vocación en la formación de profesionistas y su gran apoyo en este proyecto. Mención especial al M.C. Jesús Huerta Díaz por su estímulo en este proyecto.

AL INIFAP

Por facilitar sus instalaciones, en especial al Dr. Cesario Jasso Chaverría, por darme la oportunidad y las facilidades de colaborar en su proyecto.

A MIS MAESTROS

Por su tiempo, dedicación y por transmitirnos su experiencia a lo largo de la carrera, porque nos impulsan a sacar lo mejor de nosotros, brindando nuestro mayor esfuerzo.

A MIS TIAS Y PRIMOS

Gracias por sus buenos deseos.

A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS

Siempre lo he dicho y no me cansaré de decirlo, que es aquí donde como personas autónomas que somos se encuentra y forja el verdadero compañerismo, pero sobre de todo las verdaderas amistades. Sin orden alguno Juan Diego, Karim, Natanael, Matías, Israel, Brenda, Gladis, Silvia, Rodolfo, muchísimas gracias.

CONTENIDO

	Página
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
CONTENIDO	v
ÍNDICE DE CUADROS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
RESUMEN.....	xi
SUMMARY	xii
INTRODUCCIÓN	1
Objetivos	2
Hipótesis.....	2
REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
Producción Mundial de Tomate	3
Producción Nacional	4
Producción de Tomate Bajo Invernadero.....	4
Características Físicas y Químicas de los Sustratos.....	5
Propiedades físicas	5
Características de retención de agua de los sustratos.....	6
Propiedades físico-químicas y químicas	6
Características Físico Químicas de los Sustratos Utilizados.....	7
Perlita	7
Fibra de coco	8
Tezontle.....	8
Origen y Características Botánicas del Tomate	8
Morfología y taxonomía.....	8
Fisiología del crecimiento y fructificación	9
Desarrollo vegetativo	9
Importancia del material vegetal a evaluar	10
MATERIALES Y MÉTODOS	11
Localización	11

Climatología.....	11
Temperatura	11
Precipitación.....	11
Vegetación.....	11
Material Genético.....	11
Tipos de Sustratos	12
Características del Invernadero	12
Solución Nutritiva Utilizada	12
Fuentes de fertilización	13
Diseño Experimental.....	13
Desarrollo del Cultivo	13
Manejo del Cultivo.....	13
Control de Plagas y Prevención de Enfermedades.....	14
Sistema de Riego.....	16
Programación del riego	16
Cosecha	16
Evaluaciones	16
Análisis Estadístico	16
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	17
Rendimiento de Jitomate Calidad Súper Extra.....	17
Factor sustratos	17
Factor variedades	17
Factor interacción sustratos x variedades.....	19
Rendimiento de Jitomate Calidad Extra.....	19
Factor sustratos	19
Factor variedades	20
Factor interacción sustratos x variedades.....	21
Rendimiento de Jitomate Calidad Grande.....	21
Factor sustratos	22
Factor variedades	23
Factor interacción sustratos x variedades.....	24

Rendimiento de Jitomate Calidad Mediano.....	24
Factor sustratos	24
Factor variedades	24
Factor interacción sustratos x variedades.....	26
Rendimiento de Jitomate Calidad Chico.....	26
Factor sustratos	26
Factor variedades	27
Factor interacción sustratos x variedades.....	27
Rendimiento Total de Jitomate en el Ciclo.....	28
Factor sustratos	28
Factor variedades	29
Factor interacción sustratos x variedades.....	30
CONCLUSIONES	35
LITERATURA CITADA.....	36

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Solución nutritiva utilizada durante el desarrollo del experimento. ...	12
2	Calendario de actividades hasta la etapa de inicio de floración.....	14
3	Principales plagas del cultivo de jitomate transmisoras de virus y su control.	15
4	Principales enfermedades que afectan al cultivo de jitomate en invernadero y su control.....	15
5	Análisis de varianza del rendimiento de jitomate en kg por m ² calidad súper extra.....	18
6	Cuadro de doble entrada del rendimiento en kg por m ² calidad súper extra de cada uno de los tratamientos estudiados en el experimento..	18
7	Análisis de varianza del rendimiento de jitomate en kg por m ² calidad extra	20
8	Cuadro de doble entrada del rendimiento en kg por m ² calidad extra de cada uno de los tratamientos estudiados en el experimento	21
9	Análisis de varianza del rendimiento de jitomate en kg por m ² calidad grande	22
10	Cuadro de doble entrada del rendimiento en kg por m ² calidad grande de cada uno de los tratamientos estudiados en el experimento.....	23
11	Análisis de varianza del rendimiento de jitomate en kg por m ² calidad mediano	25
12	Cuadro de doble entrada del rendimiento en kg por m ² calidad mediano de cada uno de los tratamientos estudiados en el experimento.....	25
13	Análisis de varianza del rendimiento de jitomate en kg por m ² calidad chico.....	27
14	Cuadro de doble entrada del rendimiento en kg por m ² calidad chico de cada uno de los tratamientos estudiados en el experimento	28
15	Análisis de varianza del rendimiento total de jitomate en kg por m ² ..	29
16	Cuadro de doble entrada del rendimiento total en kg por m ² de cada uno de los tratamientos estudiados en el experimento	30

17	Producción de jitomate tipo saladette en los invernaderos del centro de producción de Santa Rita, Rioverde, S.L.P. en los últimos cuatro ciclos de producción (Información personal, 2011).....	31
----	---	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Rendimiento total calidad súper extra de los genotipos evaluados de acuerdo al tipo de sustrato utilizado en el experimento.	19
2	Rendimiento total calidad extra de los genotipos evaluados de acuerdo al tipo de sustrato utilizado en el experimento.	21
3	Rendimiento total calidad grande de los genotipos evaluados de acuerdo al tipo de sustrato utilizado en el experimento.	23
4	Rendimiento total calidad mediano de los genotipos evaluados de acuerdo al tipo de sustrato utilizado en el experimento.	26
5	Rendimiento total calidad chico de los genotipos de acuerdo al tipo de sustrato utilizado en el experimento.	28
6	Rendimiento total de los genotipos evaluados de acuerdo al tipo de sustrato utilizado en el experimento.	30
7	Porcentaje de producción de jitomate de acuerdo a cada una de las calidades evaluadas para el sustrato Fibra de coco.	32
8	Porcentaje de producción de jitomate de acuerdo a cada una de las calidades evaluadas para el sustrato Perlita.	33
9	Porcentaje de producción de jitomate de acuerdo a cada una de las calidades evaluadas para el sustrato Tezontle.	33
10	Porcentaje de producción de jitomate de acuerdo a cada una de las calidades evaluadas para la variedad Don Raúl.	34
11	Porcentaje de producción de jitomate de acuerdo a cada una de las calidades evaluadas para la variedad Realeza.	34
12	Porcentaje de producción de jitomate de acuerdo a cada una de las calidades evaluadas para la variedad Granadero.	35

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el potencial de rendimiento y calidad de fruto de tres híbridos de tomate saladette (Don Raúl, Realeza y Granadero), en tres sustratos (tezontle, fibra de coco y perlita), en condiciones de invernadero de mediana tecnología y condiciones semidesérticas del estado de San Luis Potosí. El experimento se llevó a cabo en el campo experimental San Luis del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Soledad de Graciano Sánchez, San Luis Potosí, México durante los años 2005 y 2006. La metodología consistió en el establecimiento y manejo eficiente de una vitrina tecnológica, dotada de mediana tecnología para producir hortalizas en condiciones de invernadero. El manejo cultural del cultivo (quitar hoja, liar y podar, quitar retoño, etc.), se realizó de manera semanal. La polinización se efectuó con abejorros polinizadores (*Bombus impatiens*). Las plagas se controlaron mediante el sistema de manejo integrado y en el caso de las enfermedades se realizaron aplicaciones periódicas preventivas de acuerdo al desarrollo del cultivo. El mejor rendimiento promedio alcanzado durante el presente experimento fue de 34.02 kg/m² para la variedad Don Raúl, seguida de la variedad Realeza con 28.24 kg/m² y Granadero con 24.155 kg/m², mientras que el mejor promedio de producción por sustrato fue para tezontle con 31.26 kg/m², en segundo lugar fibra de coco con 28.88 kg/m² y finalmente perlita con 26.27. La mejor combinación sustrato-variedad fue para Don Raúl-Tezontle con una producción de 34.954 kg/m². La selección adecuada de un híbrido en la producción de tomate en invernadero es una herramienta para incrementar la rentabilidad, debido a un incremento en el rendimiento, calidad del fruto y menor aparición de desórdenes fisiológicos.

SUMMARY

The aim of this study was to evaluate the potential yield and fruit quality of three of tomato saladette hybrids, grown in three substrates in a greenhouse with a medium technology level and under the semi-arid conditions of San Luis Potosi. The experiment was conducted at the research station of the National Institute of Agricultural and Livestock, Forestry Research, in Soledad de Graciano Sánchez, San Luis Potosí México during the years 2005 and 2006. The methodology consisted in the establishment and an efficient operation of a technological showcase, equipped with medium technology to produce vegetables under greenhouse conditions. The cultural practices on the crop (remove leaf, rolling and prune, remove shoots, etc.), was carried out on a weekly basis. Pollination was performed by bumblebees (*Bombus Impatiens*). Pests were controlled via an integrated management system and in the case of illnesses periodic preventive applications according to the development of the crop were conducted. The highest average yield reached during the present experiment corresponded to the variety of Don Raul with 34.015 kg/m², followed by the variety Realeza with 28.241 kg/m² and Granadero with 24.155 kg/m², while the highest average of production by substrate corresponded to Tezontle 31.263 kg/m², followed by coconut fiber with 28.876 kg/m² and finally by perlite with 26.272 kg/m². The best combination of substrate-variety was for Don Raul-tezontle with a production of 34.954 kg/m². An appropriate selection of a hybrid on tomato in greenhouse production is a tool to increase profitability, due to an increase in yield, fruit quality and lower occurrence of physiological disorders.

INTRODUCCIÓN

El Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) es la hortaliza más importante en diferentes países y en la actualidad este cultivo ha adquirido importancia económica en todo el mundo, al ser la hortaliza más cultivada tanto en campo abierto, como en sistemas hidropónicos en el mundo (Nuez, 1999). Es un cultivo de alto valor comercial por la aceptación y su utilización en forma muy variada, además de sus excelentes cualidades organolépticas, y un alto valor nutricional (Berenguer, 2001).

Los principales productores de tomate bajo invernadero cultivan más de 20 mil hectáreas con una producción anual de 5 millones de toneladas, lo cual significa más o menos un 6% del volumen mundial (Berenguer, 2001). El crecimiento de la industria ha sido tal, que en dos décadas México pasó de tener 800 hectáreas de agricultura protegida a 20,000 ha. Los estados que vieron mayor migración tecnológica de campo abierto a producción protegida fueron Sinaloa, Sonora, Baja California, Coahuila y Jalisco, siendo el tomate el principal cultivo que se exportan a Estados Unidos y Canadá. En México, la agricultura bajo invernadero se ha venido desarrollando de manera importante comenzando en la década de los 70, siendo el mayor desarrollo en Sinaloa, Sonora, San Luis Potosí, Jalisco Baja California sur, Zacatecas, Puebla, Querétaro, Colima y Morelos que en el año 2008 contaban con una superficie de 2980, 890, 240, 970, 170, 150, 140, 115, 50 y 45 ha en ese orden, proyectando un incremento en la superficie protegida para el 2014 de 5100, 1600, 500, 2200, 400, 400, 400, 400, 200 y 200 respectivamente (Lyneida-Meléndez, 2012).

El tomate sigue siendo la hortaliza estrella para el mercado estadounidense. Según la Secretaria de Economía se han triplicado las exportaciones pasando de 580 a 1880 millones de dólares solo en 2011. Este éxito se debe a la tecnología y la inversión que utilizan los productores para producir tomates de excelente calidad (Uribe, 2012).

El cultivo de tomate en condiciones de cultivo sin suelo y alta tecnología en invernadero es capaz de producir frutos de excelente calidad en más de 300-500 ton ha año, además de cumplir con los estándares de calidad e inocuidad alimentaria que exigen los mercados internacionales. Durante el siglo pasado, la población mundial se triplicó y se estima que para el año 2100, la población de nuevo se duplicara, de ahí la necesidad

de una mayor producción por unidad de tiempo y superficie (Berenguer, 2001). En México el cultivo del tomate tiene una trascendencia social y económica muy importante, puesto que una parte considerable de la población económicamente activa se encuentra relacionada directa o indirectamente con esta solanácea. Es una gran fuente de empleo, para un gran número de familias en el territorio nacional. Además, es la hortaliza más destacada en numerosos países, su popularidad aumenta constantemente cada año (Gómez, 2012).

La globalización representada en todo su esplendor por el TLC, es inminente competencia entre los mercados y por ende mayores exigencias por los consumidores que demandan calidad a buen precio. Por ello, el desarrollo de la industria de invernadero es una estrategia a seguir y desde el punto de vista de la competencia internacional, México está considerado como un importante centro de producción de jitomate debido a su importancia económica y alto potencial de rentabilidad. La agricultura nacional está pasando por una de sus peores crisis y la horticultura protegida es una opción (Castellanos y Muñoz, 2003).

Objetivos

Evaluar el rendimiento y calidad de tres diferentes genotipos de jitomate *Lycopersicon esculentum* Mill., con diferentes sustratos en un sistema de producción en invernadero.

Hipótesis

Los genotipos de jitomate muestran diferente comportamiento al evaluar la calidad y rendimiento de fruto.

Los diferentes sustratos presentan diferente respuesta al evaluar la calidad y rendimiento de fruto de las variedades de jitomate.

El rendimiento y calidad de fruto de jitomate obedece al efecto conjunto de los genotipos y de los sustratos.

REVISIÓN DE LITERATURA

El jitomate o "tomate rojo" es una de las especies hortícolas más importantes de nuestro país debido al valor de su producción y a la demanda de mano de obra que genera. Es el principal producto hortícola de exportación, ya que representa el 37% del valor total de las exportaciones de legumbres y hortalizas y el 16% del valor total de las exportaciones agropecuarias, solo superado por el ganado vacuno.

Producción Mundial de Tomate

En los últimos años, la producción mundial de tomate se ha mantenido estable, con un nivel promedio anual de 86 millones de toneladas. México es el décimo mayor productor de tomate en el mundo, después de China, Estados Unidos, India, Turquía, Egipto, Italia, Irán, Brasil y España. El consumo nacional de tomate fluctúa en las 500,000 toneladas al año. La exportación de tomate, representa para nuestro país una fuente importante de divisas, al ser ubicado como el tercer país exportador de este producto en el mundo (Gómez, 2012).

El mismo autor señala que esta solanácea representa el 41% del total de las exportaciones agrícolas, las cuales, el 22% son exclusivamente tomate. La exportación de tomate (de enero a abril de 2010) le genero al país divisas por un monto de 834 millones de dólares en 2010, con una alza anualizada de 44.7%. El país lidera holgadamente el ranking de proveedores de tomates frescos para Estados Unidos con un 80.19% de participación en su estructura importadora, en segundo lugar se ubica la producción canadiense con un 18.2% de participación. La importaciones de Estados Unidos de tomate fresco llego a casi 1.5 millones de toneladas en 2010. México y Canadá, en ese orden, fueron las principales fuentes. La participación de México en las importaciones de tomate de Estados Unidos ha aumentado rápidamente desde el 2000, debido a su bajo costo. Los tomates mexicanos son menos costosos para los compradores estadounidenses que sus homólogos holandeses y canadienses, debido a la tasa de mano de obra barata, menores costos de transporte, y sus modernos sistemas de cultivo y empaque.

Producción Nacional

El tomate por su superficie cultivada, volumen en el mercado nacional y divisas que genera por exportación, es la principal hortaliza que se cultiva en México. La superficie cultivada en México, en 1980 y 1990 fue de 88,286 y 105,124 hectáreas, aportando 1.5 y 2.2 millones de toneladas. Posteriormente en 1997, 1998 y 1999 la superficie tiende a decrecer de 102'872,79'140 y 71'900 hectáreas, manteniendo el mismo nivel de producción de 2.3 millones de toneladas, lo cual se debió a la mejora en los sistemas de riego y utilización de híbridos con mayor potencial de rendimiento (Berenguer, 2001).

Producción de Tomate Bajo Invernadero

En los países desarrollados la producción de tomate bajo condiciones de invernadero representa desde un 12 a un 17% del mercado en fresco. Bajo este sistema se garantiza un abastecimiento continuo de productos frescos con una calidad homogénea. Los principales productores son Canadá, USA, México, Chile, Argentina, España, Italia, Holanda , Israel, con una superficie de 450, 440, 2100, 2200, 7200, 6900, 1200, 300 y 21,100 has respectivamente y una producción de 125, 180, 75, 212, 1275, 770, 510, 100 y 35,800 miles de toneladas (Berenguer, 2001).

En México, la superficie cosechada de hortalizas en 1999 fue de 640,000 hectáreas (3.8% de la superficie agrícola). En el año 2002, se estimaron 1,200 hectáreas de invernadero en producción y 365 hectáreas en construcción; es decir un 30% de crecimiento anual. La proyección al 2005 es alcanzar las 3,000 hectáreas (Castellanos y Muñoz, 2003).

En los últimos años la agricultura nacional ha perdido gran parte de sus integrantes. Se considera que solo 2-3% de nuestra población se dedica al campo. Una de las causas del abandono del campo son las condiciones climáticas actuales. Estos factores provocan serios problemas de alimentación en gran parte de los países del mundo (Samperio, 1999).

El uso de invernaderos para la producción de hortalizas es un área en la que México se ha venido desarrollando de manera importante durante los últimos años. Las ventajas en la adopción de este tipo de tecnología es que permiten un mejor manejo del control climático, (humedad relativa, la T°, intensidad lumínica, concentración de CO₂,

disponibilidad de agua del medio de cultivo, así como los factores nutricionales de la irrigación) (Castellanos, 2009). Así, el objetivo de construir un invernadero es conseguir un crecimiento más rápido, saludable en los cultivos; así como de evitar plagas y lograr cosechas redituables fuera de temporada (William, 1998; Samperio, 1999).

Las técnicas del cultivo de tomate han experimentado cambios rápidos y notables durante las últimas 4 décadas. La utilización de invernadero, se ha difundido rápidamente concretamente con el fin de incrementar la productividad y calidad del fruto. Unido a estos cambios tecnológicos, se viene produciendo una sustitución gradual del cultivo tradicional del suelo por el cultivo en sustrato (Alpi y Tognoni, 1999; Nuez, 1999).

Urrestarazu (2000) y Castellanos (2003) señalan que las principales razones por las cuales se ha venido dando esta reemplazo son: la necesidad de transportar las plantas de un lugar a otro, la existencia de factores limitantes como la salinización, enfermedades, y el agotamiento de suelos agrícolas, así como una fuerte intensificación cultural que facilita el cultivo sin suelo.

Características Físicas y Químicas de los Sustratos

El término sustrato se aplica en horticultura a todo material sólido distinto del suelo in situ, natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, que, colocado en un contenedor, permite el anclaje del sistema radicular, desempeñando así, el papel de soporte de la planta. Estos pueden ser químicamente inertes (arena granítica o silicia, grava, perlita, lana de roca, etc.), o químicamente activos (turbas rubias y negras, corteza de pino, vermiculita, materiales lignocelulosicos, etc.) (Urrestarazu, 2000; Maroto, 2000).

Propiedades físicas

Características granulométricas. Es recomendable que el sustrato tenga una muestra de partículas que van de 0.2 a 2.5 mm de diámetro, ya que en este rango se retiene suficiente agua fácilmente disponible y presenta, además, una adecuada aireación.

Densidad aparente.- La densidad aparente de los sustratos que se usan para la horticultura van desde 0.04 hasta 0.75 g/cm³ las más bajas densidades son para los sustratos orgánicos.

Densidad real. Los valores de densidad real de los sustratos inorgánicos van de 0.2 a 1.4 g cm⁻³, el primero para la lana de roca el último para la arena de río; mientras que en los sustratos orgánicos esta va de 0.03 a 0.1 g cm⁻³.

Espacio poroso total. El nivel óptimo de esta variable en los sustratos se ubica por encima del 85% (Castellanos, 2009).

Características de retención de agua de los sustratos

Capacidad de aireación. Es la proporción del volumen del sustrato ocupado por el aire, el nivel óptimo oscila entre el 20% y el 30% en base volumen.

Agua fácilmente disponible. Es la diferencia entre el volumen de agua retenida por el sustrato después de haber sido saturado y dejado drenar a 10cm de tensión matricial. El valor óptimo de agua fácilmente disponible oscila de 20-30% del volumen del sustrato.

Agua de reserva. Es la cantidad de agua en volumen, que libera un sustrato al pasar de una tensión de 50 a 100cm de carga de agua. El nivel óptimo se sitúa de 4-10% en volumen.

Agua total disponible. Es el volumen de agua que queda retenida por el sustrato a una tensión de 100 cm de carga de agua, utilizada por la planta en condiciones de estrés hídrico.

Capacidad de retención de agua. Es el contenido máximo de agua que puede retener un sustrato una vez que este se ha saturado y ha cesado el drenaje. La capacidad de retención de agua, depende de las características físicas del sustrato y de la altura del contenedor.

Mojabilidad. Se define como el tiempo (en minutos) necesario para que una muestra de sustrato seco a 40°C absorba 10 ml de agua destilada. El nivel óptimo es inferior a 5 minutos (Castellanos, 2009).

Propiedades físico-químicas y químicas

pH . Bajo condiciones de cultivo intensivo, se recomienda mantener un pH (pasta saturada) entre 5.5 y 6.5. Cuando el pH es menor a 5.0 pueden presentarse deficiencias de K, Ca, Mg y B, mientras que por encima de 6.5 puede disminuir la disponibilidad de Fe, Mn, Zn y Cu. La fibra de coco y el tezontle, presentan un pH dentro del rango óptimo.

Salinidad. Algunos sustratos contienen una salinidad muy elevada, como es el caso de la fibra de coco la cual ha pasado por un proceso de lavado hasta reducir su salinidad a menos de 2 dS/m.

Capacidad de intercambio catiónico. En el caso de materiales orgánicos la CIC puede ir de 50 a 100 meq/100 g, mientras que en los materiales inorgánicos esta puede ir de 0 a 10 meq/100 g de sustrato (Castellanos, 2000).

Características Físico-Químicas de los Sustratos Utilizados

Perlita

Es básicamente un silicato de aluminio de origen volcánico. En su tratamiento industrial, este material se fragmenta en partículas de pequeño tamaño (hornos a 760-1000°C), con una densidad aproximada de 80-125 kg m⁻³. La perlita conforma una estructura celular cerrada, debido a lo cual, el agua es retenida solo en la superficie de las partículas o en los poros existentes entre dichas partículas. Esta condición determina que la perlita se utilice ampliamente como componente de aireación en los sustratos de cultivo (Urrestarazu, 2000). La perlita absorbe de tres a cuatro veces su peso en agua, siendo esencialmente neutra con un pH de 6.0 a 8.0, sin capacidad tampón; no tiene capacidad de intercambio catiónico y no contiene nutrientes (Resh, 2001). La perlita es un material inerte, y no se descompone biológicamente ni químicamente. Está compuesta básicamente por Si O₂ (73-75%) y Al₂ O₃ (11-13%) (Urrestarazu, 2000). El tipo de perlita más utilizado actualmente para el cultivo comercial de hortalizas es la granulometría comprendida entre los 0 y 5 mm.

Fibra de coco

Este residuo, se está utilizando desde hace varios años en países como Holanda, España, Inglaterra, Francia, EE.UU., Japón, etc. Lo que conocemos como fibra de coco o como sustrato hortícola verdaderamente no es fibra de coco sino una mezcla de fibras cortadas y polvo de coco. Las características físicas de la fibra de coco son baja densidad aparente (0.072g cm^{-3}), una buena retención de las fases líquidas y gaseosas a 10 cm de tensión, un nivel de materia orgánica y una relación C/N elevada (significa que la mineralización del sustrato es lenta y consecuentemente las características físico-químicas se mantendrán a lo largo del ciclo del cultivo), agua fácilmente disponible (22% del volumen), agua de reserva (4% del volumen), capacidad de aireación (58% del volumen). Respecto a las propiedades químicas y físico-químicas podemos decir que la capacidad de intercambio catiónico de la fibra de coco es de $98\text{ meq}/100\text{g}^{-1}$, el pH (extracto saturado) de la fibra de coco se sitúa alrededor de 5.5, la C.E del ladrillo del COCOPEAT está comprendida entre 0.7 y 1.5 dS/m (Urrestarazu, 2000; Maroto, 2000).

Tezontle

Es un material procedente de las erupciones volcánicas y esta constituido de silicato de aluminio, formado por fragmentos de lava porosa, redondos e irregulares. Es uno de los sustratos más usados en México en los cultivos sin suelo (Castellanos, 2009).

En general presenta buen drenaje, la densidad aparente va de media a alta; con poco aporte de nutrientes, baja capacidad amortiguadora de cambios de pH, contenido de sales variable, baja capacidad de intercambio catiónico, porosidad del 65 al 70%, con alta porosidad interna, pH de neutro a alcalino; de 7.5 a 8.6, aunque también existe con pH ácido, generalmente libre de sustancias tóxicas (Bautista *et al.*, 2008).

Origen y Características Botánicas del Tomate

Morfología y taxonomía

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), es una solanácea originaria de la región andina en Sudamérica (Perú, Chile, Ecuador, Colombia y Bolivia), el sistema radical del tomate consta de una raíz principal y una gran cantidad de ramificaciones secundarias.

La planta de tomate es una herbácea, perenne de vida corta, cultivada como anual, es ramificada de tallos sarmentosos pubescentes, semileñosos, con un crecimiento indeterminado o determinado por racimo floral, predominando el primero, el diámetro puede ser de 2-4cm y el porte puede ser de crecimiento determinado e indeterminado; las hojas son sencillas, pecioladas de limbo muy hendido, parecen compuestas sin serlo, de foliolos lobulados, ovales y acuminados, con bordes dentados, sobre los tallos las hojas surgen de modo alterno; las flores aparecen en racimos, son pequeñas, pedunculadas de color amarillo, formando corimbos axilares: el cáliz tiene 5 pétalos, los 5 estambres están soldados en estilo único que a veces sobresale de los estambres, el ovario contiene muchos óvulos (Castellanos, 2009).

El número de flores depende del tipo de tomate. En tomates de grueso calibre (bola) el ramillete tiene de 4-7 flores; en tomates de calibre mediano (saladette) aumenta de 10-12 flores por ramillete y en los tomates tipo cereza o Cherry no es extraño que se desarrollen hasta 100 flores por racimo, la semilla del tomate es de forma lenticulada con dimensiones aproximadas de 5x4x2 mm y está constituida por el embrión, el endospermo y la testa o cubierta de seminal. Los frutos del tomate son bayas carnosas con diferencias en forma (lisos, asurcados, aperado, etc.) e intensidad de coloración rojiza, con cavidades o lóculos internos variables, en donde se desarrollan las semillas de forma reniforme y aplastada (León, 2006).

Fisiología del crecimiento y fructificación

El óptimo térmico para el desarrollo del tomate es de 23-25°C y de 15-17°C durante el día y la noche respectivamente y una humedad relativa del 70%. Las temperaturas por debajo de 8°C y por encima de 30°C alteran el desarrollo (deficiente fructificación por deficiencias en el desarrollo de los frutos) del tomate y a 0°C se hiela.

Desarrollo vegetativo

En un sentido estricto la fase vegetativa es muy corta, ya que la transición floral ocurre en la mayoría de las variedades cuando la tercera hoja es expandida, en el tomate de crecimiento indeterminado, el crecimiento vegetativo y el desarrollo reproductivo se acompaña una a otra durante la mayor parte de la vida de la planta. Mediante el manejo

hay que alcanzar un equilibrio entre la fase vegetativa y reproductiva, la fructificación, si las condiciones de temperatura y humedad son ideales para el cuaje de los frutos, desde la fecundación del ovario hasta la maduración del fruto transcurren 7 a 9 semanas, depende de la variedad y de las condiciones ambientales (Nuez, 1999).

Importancia del material vegetal a evaluar

En primer lugar debe de ser tomate que se demande en el mercado. Además, debe ser productiva tanto cuantitativa como cualitativamente en las condiciones del clima, suelo, sistema de cultivo e infraestructura y medios de que se disponga. En México, el 80% de la producción de tomate se destina al consumo interno y principalmente los tomates son del tipo Saladette; mientras que para exportación, los tomates bola o tipo beef (grandes y carnosos) son los que demanda el consumidor norteamericano y que representa el principal mercado externo. Dado que las condiciones ambientales de los invernaderos con diferente grado de tecnificación son muy variables, por ello no es confiable extrapolar los resultados cuando las condiciones son muy contrastadas, por lo que es aconsejable un pequeño ensayo de dos o tres nuevos materiales con características prometedoras (Castellanos, 2009) antes de decidir el material genético idóneo para un sistema de producción comercial.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

Esta investigación se desarrolló en el Campo Experimental San Luis del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), el cual se encuentra ubicado en carretera, San Luis Potosí – Matehuala km. 24.5, ejido Palma de la Cruz, del municipio de Soledad de Graciano Sánchez, S. L. P., localizado a 22° 14' 03'' LN 100° 53' 11'' LW 1835 msnm, la diferencia entre el día más largo y el más corto es de 2.72 hrs (20 de junio y 20 de diciembre).

Climatología

Clima seco estepario frío Bs Kw (wi) según la clasificación de Köppen modificado por Enriqueta García (1973).

Temperatura

Temperatura media anual de 17.6°C con una mínima de 7.5°C y máxima de 35°C.

Precipitación

La precipitación pluvial anual es de 362 mm.

Vegetación

Vegetación tipo arbustivo con matorral desértico micrófilo, conformada por chamiso (*Atriplex canescens*), Encinos y charrasquillos (*Quercus spp.*), Engordacabra (*Dalia bicolor*), Guajillo (*Acacia berlandieri*), Maguey (*Agave spp.*), Mezquite (*Prosopis laevigata*), Palmas (*Yucca camerosana*), Pinacate (*Seena wislizenii*), Pinos (*Pinus spp.*), Sotol (*Dasylyrion cedrosanum*) y Cactáceas (*Opuntia spp.*).

Material Genético

Se usaron 3 cultivares de tomate de hábito indeterminado, de la variedad Saladette (Don Raúl, Realeza y Granadero).

Tipos de Sustratos

La plantación se realizó en tres sustratos diferentes: Fibra de coco, Perlita y Tezontle.

Características del Invernadero

Se utilizó un invernadero de 16 m de ancho por 36 m de longitud, con altura a la cumbre de 5.5 m, de características reforzadas, canaletas hidropónicas, sistema de calefacción de raíz, calefacción por aire caliente, ventilación lateral y cenital, malla antiáfidos, recirculadores de aire, pantalla térmica, un sistema de enfriamiento (cool fog system) y el sistema de riego automatizado.

Solución Nutritiva Utilizada

La solución nutritiva se dividió en 5 etapas las cuales se señalan en el cuadro 1.

Cuadro 1. Solución nutritiva utilizada durante el desarrollo del experimento.

Nutriente	Etapa fenológica				
	1	2	3	4	5
	Transplante al 1° racimo	1° al 2° racimo	2° al 3° racimo	3° al 5° racimo	5° racimo al final
N	70	80	100	120	150
P	50	50	50	50	50
K	120	120	150	150	200
Ca	150	150	150	150	150
Mg	40	40	40	50	50
S	50	50	50	60	60
Fe	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8
Cu	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Mn	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
Zn	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
B	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
Mo	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
C.E	0.7	0.9	1.3	1.5	1.8

Fuentes de fertilización

Las fuentes de fertilizantes utilizadas para la elaboración de la solución nutritiva fueron $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, CaCl_2 , $\text{NH}_4 \text{NO}_3$, KNO_3 , $\text{K}_2 \text{SO}_4$, KCl , MgSO_4 , $\text{KH}_2 \text{PO}_4$, $\text{H}_3 \text{PO}_4$ más los micronutrientes $\text{H}_3 \text{BO}_4$, MnSO_4 , ZnSO_4 , CuSO_4 , $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, Fe-EDTA (Fe-330 quelatado) y una mezcla soluble de elementos menores 1.35% B, 7.5% Fe, 8.8% Mn, 0.04% Mo, 4.5% Zn y 3.2% Cu.

Diseño Experimental

Se utilizó un arreglo en parcelas divididas (AxB) con distribución en bloques al azar con cuatro repeticiones. Como factor "A" se usaron tres diferentes sustratos: A₁. Fibra de coco, A₂. Perlita y A₃. Tezontle; como factor "B" se usaron tres diferentes variedades de jitomate tipo Saladette, siendo éstas: B₁. Don Raúl, B₂. Realeza y B₃. Granadero. Se establecieron hileras dobles a una separación de 2.0 m de centro a centro de las hileras dobles, con longitud de 34 m. La distancia entre plantas fue de 0.20 m.

Desarrollo del Cultivo

En el cuadro 2 se indica el programa de las actividades realizadas hasta la etapa de inicio de floración del cultivo.

Manejo del Cultivo

La metodología consistió en el establecimiento y manejo eficiente de una vitrina tecnológica, dotada de mediana tecnología para producir hortalizas en condiciones de invernadero. El manejo cultural del cultivo (quitar hoja, liar y podar, quitar retoño, etc.), se realizó de manera semanal. La polinización se realizó con abejorros polinizadores (*Bombus Impatiens*). Las plagas se controlaron mediante el sistema de manejo integrado y en el caso de las enfermedades se realizaron aplicaciones periódicas preventivas de acuerdo al desarrollo del cultivo.

Las actividades que se enumeran en el Cuadro 2, tienen como propósito principal, sirvan de base para validar, demostrar y difundir alta tecnología para la producción de tomate cultivados en condiciones de invernadero, que permita a los productores ser competitivos en el mercado nacional y de exportación.

Cuadro 2. Calendario de Actividades hasta la etapa de inicio de floración.

ACTIVIDAD	FECHA
Siembra de cultivares en charolas de 200 cavidades, utilizando Peat moss como sustrato	07 de septiembre de 2005
Limpieza de Invernadero y Acondicionamiento de Sistema de riego	03 de octubre de 2005
Llenado de bolsas con Tezontle	05-11 de octubre de 2005
Colocación de sustrato Tezontle, Perlita y Fibra de coco	12-13 de octubre de 2005
Prueba Sistema de Riego	14 de octubre de 2005
Limpieza y desinfección de malla Ground Cover	17 de octubre de 2005
Saturación y lavado de sustrato	18 de octubre de 2005
Aplicación de solución de Confidor + Captan, a dosis de 1.0 + 0.5 ml/lit., de agua a plántula	18 de octubre de 2005
Trasplante	19 de octubre de 2005
Inicio de riegos, tres al día (9:00, 12:00 y 15:30 h).	20 de octubre de 2005
Tutorio de cultivo	02 de noviembre de 2005
Aplicación preventiva de Confidor + captan a razón de 1.0 + 3 ml/lit. de agua al cuello de planta	04 de noviembre de 2005
Inicio Floración	19-20 de noviembre de 2005

Control de Plagas y Prevención de Enfermedades

Principales plagas trasmisoras de virus que afectan al cultivo de jitomate en Invernadero y su control se indican en el cuadro 3. En el cuadro 4 se indican las principales enfermedades del cultivos y sus estrategias de control.

Cuadro 3. Principales plagas del cultivo de jitomate transmisoras de virus y su control

Nombre	Nombre Científico	Control
1. Mosca blanca.	<i>Trialeurodes vaporariorum</i> .	Abamectina, Bifentrina, Piretrinas, Acetamiprid, Thiametoxam, Oxamil, Sales potásicas rasos de ácidos grasos.
2. Mosca blanca del tabaco	<i>Bemisia tabaci</i> .	
3. Trips de las flores.	<i>Frankliniella occidentalis</i> .	Abamectina, Acetamiprid, Bifentrina, Carbaryl, Clorpirifos, Dimetoato.
4. Araña Roja.	<i>Tetranychus urticae</i> .	Abamectina, Clorfenapir, Bifentrina, Fenpopatrin, Dimetoato, Azufre.

Cuadro 4. Principales enfermedades que afectan al cultivo de jitomate en invernadero y su control.

Enfermedad	Nombre Científico	Control
1. Damping-off	<i>Pythium sp., Rhizoctonia solani</i> Khûn	Captan, Dimetomorf, Propamocarb Clorhidratado, Fosetil Aluminio, Propamocarb+Fosetil, Metalaxil-M
2. Marchitez del Tomate	<i>Fusarium oxysporum f sp.lycopersici</i> .	Captan, Clorotalonil, Clorotalonil+Mancozeb
3. Pudrición de la Corona y Raíz	<i>Fusarium oxysporum f sp.radicis-lycopersici, Jaris y Schomaker</i>	Clorotalonil+Cimoxanil, Mancozeb, Zineb
4. Verticiliosis del Tomate	<i>Verticillium dahliae</i> Kleb, <i>Verticillium albo-atrum</i> Reinke & Berthold	Trichoderma harzianum, T. lignorum, T. viride, Gliocadium virens. Control químico no muestra buenos resultados.
5. Cenicilla del Tomate	<i>Leveillula taurica (Lev.) fase sexual y Oidiopsis taurica estado conidial</i> .	Clorotalonil, Captan, Folpet, Oxicloruro de cobre, Azufre GD, Azoxystrobin, Miclobutanil, Boscalid+Pyraclostrobin.
6. Tizón Tardío	<i>Phytophthora infestans</i> (Mont.) de Bary	Clorotalonil, Mancozeb, Captan, Dimetomorf, Mefenoxam+Clorotalonil, Cymoxanil.
7. Tizón Temprano	<i>Alternaria solani</i>	Mancozeb, Sulfato de cobre pentahidratado, Boscalid, Pirimetanil, Azoxystrobin
8. Moho Gris	<i>Botrytis cinérea</i> Pers.	Clorotalonil, Mancozeb, Sulfato de cobre pentahidratado, Boscalid, Pirimetanil, Pyraclostrobin.
9. Cáncer Bacteriano	<i>Clavibacter michiganensis</i> subsp.	Tratamiento térmico de semilla, Oxiclorur de cobre, Mancozeb, Estreptomycina, Hidróxido cúprico.

Sistema de Riego

Automático programable en ciclos de frecuencia y duración. Succión de solución nutritiva tipo Venturi para tres componentes. Tubería de distribución para 8 líneas de goteo por túnel, 16 líneas en total con válvula de paso individual. La lámina de lixiviado se mantuvo entre 15 y 35%, aproximadamente de 3-15 minutos por riego cada hora.

Programación del riego

El número de riegos así como la duración de los mismos se programó en base a la etapa fenológica del cultivo, con un máximo programable de riegos de nueve y una duración variable, aplicando riegos extra en la época de mayor demanda de agua del cultivo. Las válvulas de paso individuales se regularon para los tres distintos sustratos, buscando el control en la uniformidad del riego y drenajes.

Cosecha

La cosecha se realizó semanalmente por la mañana, con un total de cortes de 23, en cada recolección el tomate se colocaban en bolsas de papel identificadas para cada uno de los 3 tratamientos y cuatro repeticiones (cinco plantas por metro lineal).

Evaluaciones

En cada uno de los cortes y posterior a la recolección del fruto de cada tratamiento con sus respectivas repeticiones, se separaron por calidad comercial, súper extra, extra, grande, mediano, chico y rezaga, colocando el número de frutos así como el peso por calidad comercial y total.

Análisis Estadístico

Se realizaron las pruebas de hipótesis a través de ANOVA a una $P \leq 0.05$ y se realizaron seis juegos de comparaciones ortogonales para cada uno de los factores en estudio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La cosecha se realizó cada semana por la mañana, el total de cortes fue de 23. En cada recolección de fruto se colocaron en bolsas separadas para cada una de las unidades experimentales de los diferentes tratamientos para su posterior clasificación de acuerdo a su calidad comercial, obteniéndose el peso total por m², se sumaron los 23 cortes y se procedió a su análisis estadístico.

Rendimiento de Jitomate Calidad Súper Extra

Factor sustratos

Al realizar las pruebas de hipótesis a través del estadístico de Fisher, se encontró una respuesta del cultivo al ser evaluado en los tres sustratos cuadro 5. Para estudiar las diferencias entre estos, se procedió a realizar las comparaciones ortogonales de interés donde se tuvieron los siguientes resultados:

Las seis comparaciones resultaron con una diferencia significativa y las de mayor interés fueron al comparar Perlita contra Tezontle, correspondiendo al mayor promedio al sustrato Tezontle cuadro 6, así mismo, la comparación de Fibra de coco vs Tezontle y el mayor también fue para el sustrato de Tezontle, la siguiente comparación correspondió a Fibra de coco vs Perlita, y el mayor promedio fue para Fibra de coco.

Factor variedades

Al ser probadas las hipótesis a través del estadístico de Fisher, se encontró una respuesta significativa de las variedades de jitomate para la calidad súper extra (Cuadro 5).

Cuadro 5. Análisis de varianza del rendimiento de jitomate en kg por m² calidad súper extra.

F.V.	g.l	S.C	C.M	Estad Fisher	Val critico	prob.
Bloques	3	16.565002	5.521667			
Factor A (Sustratos)	2	289.749808	144.874904	103.492357	5.140000	0.00002236
C1 A2+A3 Vs A1	1	68.492198	68.492198	48.927860	5.987378	0.00042518
C2 A2 Vs A3 C1 A2 Vs A1+A3	1	221.257610	221.257610	158.056854	5.987378	0.00001550
C2 A1 Vs A3 C1 A1+ A2 Vs A3	1	76.455680	76.455680	54.616627	5.987378	0.00031503
C2 A1 Vs A2	1	213.294128	213.294128	152.368087	5.987378	0.00001724
Error A	6	8.399165	1.399861			
Parcela Gde	11	314.713976				
Factor B (Variedades)	2	478.777231	239.388616	53.725619	3.550000	0.00000003
C1 B2+B3 Vs B1	1	448.509237	448.509237	100.658238	4.413873	0.00000001
C2 B2 Vs B3	1	30.267994	30.267994	6.792999	4.413873	0.01785971
C1 B2 Vs B1+B3	1	235.732251	235.732251	52.905026	4.413873	0.00000092
C2 B1 Vs B3 C1 B1+ B2 Vs B3	1	243.044980	243.044980	54.546211	4.413873	0.00000075
C2 B1 Vs B2	1	33.924359	33.924359	7.613592	4.413873	0.01291417
Inter AXB	4	444.852872	444.852872	99.837645	4.413873	0.00000001
Error B	18	66.535122	16.633781	3.733094	2.930000	0.03454275
Total	35	80.203732	4.455763			
		940.230061				

Cuadro 6. Cuadro de doble entrada del rendimiento en kg por m² calidad súper extra de cada uno de los tratamientos estudiados en el experimento.

Sustrato/Genotipo	Don Raúl	Realeza	Granadero	Promedio
Fibra de coco	16.86375	6.97200	12.30285	12.04620
Perlita	17.94800	7.27275	10.58700	11.93592
Tezontle	22.15400	16.88925	14.98225	18.00850
Promedio	18.98858	10.37800	12.62403	

Para estudiar cual fue la mejor variedad, se procedió a realizar las comparaciones ortogonales de interés donde se tuvieron los siguientes resultados: las seis comparaciones resultaron con una diferencia significativa y las de mayor interés fueron: la variedad Realeza vs Granadero; la variedad de mayor rendimiento promedio por metro cuadrado fue la variedad Granadero con 12.624 kg m⁻² cuadro 6, así mismo cuando se comparó la variedad Don Raúl vs Realeza , la diferencia de 18.988 kg m² a

10.378 fue significativa, en la figura 1 se indican los rendimientos de cada genotipo y de acuerdo a cada sustrato.

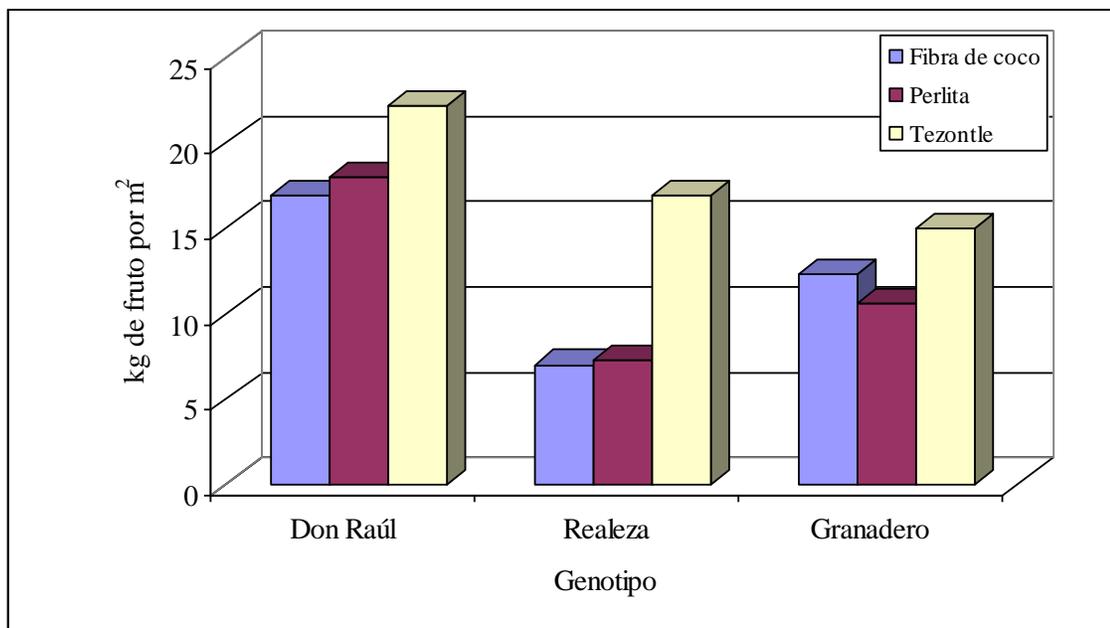


Figura 1. Rendimiento total calidad super extra de los genotipos evaluados de acuerdo al tipo de sustrato utilizado en el experimento.

Interacción sustratos x variedad

Para estudiar los efectos interactivos de ambos factores se llevó a cabo la prueba de hipótesis, donde se reportaron efectos multiplicativos correspondiendo a la variedad Don Raúl y al sustrato Tezontle la mayor expresión de la calidad de jitomate súper extra con 22.154 kg por m².

Rendimiento de Jitomate Calidad Extra

Factor sustratos

Las pruebas de hipótesis y el estadístico de Fisher, reportaron una respuesta no significativa del cultivo del jitomate al ser evaluado en los tres sustratos (probabilidad de α .08) cuadro 7. Se procedió a realizar las comparaciones ortogonales de interés donde se tuvieron los siguientes resultados: se encontraron tres comparaciones con diferencia significativa y tres donde su diferencia fue no significativa; la comparación de interés

fue, Fibra de coco vs Tezontle, donde la mayor respuesta la propició el sustrato Fibra de coco.

Cuadro 7. Análisis de varianza del rendimiento de jitomate en kg por m² calidad extra.

F.V.	g.l	S.C	C.M	Estad Fisher	Val critico	prob.
Bloques	3	0.949070	0.316357			
Factor A						
(Sustratos)	2	20.076787	10.038393	3.953772	5.140000	0.08029756
C1 A2+A3 Vs						
A1	1	15.953341	15.953341	6.283464	5.987378	0.04610951
C2 A2 Vs A3	1	4.123446	4.123446	1.624081	5.987378	0.24965386
C1 A2 Vs						
A1+A3	1	0.056886	0.056886	0.022405	5.987378	0.88591880
C2 A1 Vs A3	1	20.019901	20.019901	7.885140	5.987378	0.03083528
C1 A1+ A2 Vs						
A3	1	14.104954	14.104954	5.555449	5.987378	0.05651524
C2 A1 Vs A2	1	5.971833	5.971833	2.352096	5.987378	0.17600871
Error A	6	15.233644	2.538941			
Parcela Gde	11	36.259501				
Factor B						
(Variedades)	2	174.856671	87.428335	35.048353	3.550000	0.00000062
C1 B2+B3 Vs B1	1	6.491525	6.491525	2.602329	4.413873	0.12410084
C2 B2 Vs B3	1	168.365145	168.365145	67.494378	4.413873	0.00000017
C1 B2 Vs B1+B3	1	99.266164	99.266164	39.793913	4.413873	0.00000603
C2 B1 Vs B3	1	75.590507	75.590507	30.302794	4.413873	0.00003156
C1 B1+ B2 Vs						
B3	1	156.527317	156.527317	62.748818	4.413873	0.00000028
C2 B1 Vs B2	1	18.329353	18.329353	7.347888	4.413873	0.01432234
Inter AXB	4	14.402827	3.600707	1.443455	2.930000	0.50084051
Error B	18	44.901112	2.494506			
Total	35	270.420110				

Factor variedades

El estadístico de Fisher, reportó una respuesta significativa de las variedades de jitomate para la calidad extra cuadro 7. El interés de estudiar cual fue la mejor variedad, se cumplió con la a realización de las comparaciones ortogonales donde se tuvieron los siguientes resultados: de las seis comparaciones, cinco resultaron con una diferencia significativa y las de mayor interés fueron: la variedad realeza contra granadero, la variedad de mayor rendimiento promedio por metro cuadrado fue la variedad realeza con 14.665 kg cuadro 2, así mismo cuando se comparó la variedad Don Raúl (12.917 kg por m²) vs Granadero (9.368 kg por m²) la diferencia entre ellas fue significativa, en la comparación de la variedad Don Raúl vs Realeza, la diferencia de 1.7478 kg por m² a favor de la variedad Realeza es significativa cuadros 7 y 8.

Cuadro 8. Cuadro de doble entrada del rendimiento en kg por m² calidad extra de cada uno de los tratamientos estudiados en el experimento.

Sustrato/Genotipo	Don Raul	Realeza	Granadero	Promedio
Fibra de coco	14.9155	15.4175	9.4422	13.2584
Perlita	12.5888	14.2058	9.9878	12.2608
Tezontle	11.2483	14.3728	8.6743	11.4318
Promedio	12.9175	14.6653	9.3681	

Interacción sustratos x variedad

Para estudiar los efectos interactivos de ambos factores se llevó a cabo la prueba de hipótesis, donde se reportaron efectos aditivos, con respecto a la mejor combinación esta fue la variedad realeza y el sustrato fibra de coco con la mayor expresión de la calidad de jitomate extra.

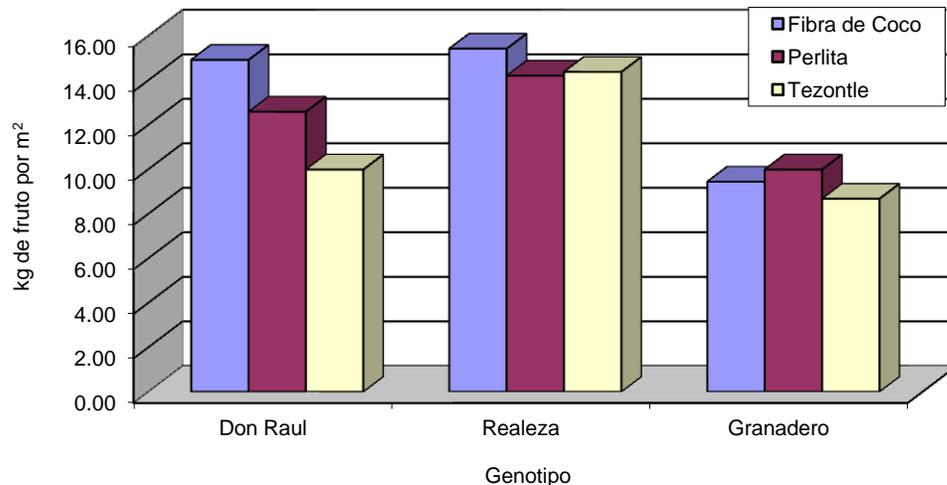


Figura 2. Rendimiento total calidad extra de los genotipos evaluados de acuerdo al tipo de sustrato utilizado en el experimento.

Rendimiento de Jitomate Calidad Grande

Factor sustratos

Con el estadístico Fisher y sus hipótesis, se encontró una respuesta significativa del cultivo al ser evaluado en los tres sustratos cuadro 9. Para estudiar las diferencias entre

estos, se procedió a realizar las comparaciones ortogonales donde se tuvieron los siguientes resultados: las seis comparaciones resultaron con una diferencia significativa y las de mayor interés fueron al comparar Perlita vs Tezontle, correspondiendo al mayor promedio al sustrato Perlita cuadro 10, así mismo la comparación de Fibra de coco vs Tezontle y el mayor rendimiento también fue para el sustrato Fibra de coco, la siguiente comparación correspondió a Fibra de coco vs Perlita, y el mayor promedio fue para Fibra de coco con 3.063 kg por m².

Cuadro 9. Análisis de varianza del rendimiento de jitomate en kg por m² calidad grande.

F.V.	G.L.	S.C	C.M	Estad Fisher	Val crítico	prob.
Bloques	3	0.76903533	0.256345111			
Factor A (Sustratos)	2	13.76517406	6.882587028	62.28935	5.140000	0.000097
C1 A2+A3 Vs A1	1	13.06030868	13.060308680	118.19946	5.987378	0.000036
C2 A2 Vs A3	1	0.70486537	0.704865375	6.37923	5.987378	0.044939
C1 A2 Vs A1+A3	1	1.16611901	1.166119014	10.55370	5.987378	0.017496
C2 A1 Vs A3	1	12.59905504	12.599055040	114.02499	5.987378	0.000040
C1 A1+ A2 Vs A3	1	6.42133339	6.4213333890	58.11487	5.987378	0.000266
C2 A1 Vs A2	1	7.34384067	7.3438406670	66.46382	5.987378	0.000183
Error A	6	0.66296283	0.1104938060			
Parcela Gde	11	15.19717222				
Factor B (Variedades)	2	7.005565056	3.502782528	14.97237	3.550000	0.000148
C1 B2+B3 Vs B1	1	1.189139014	1.189139014	5.08288	4.413873	0.036859
C2 B2 Vs B3	1	5.816426042	5.816426042	24.86186	4.413873	0.000096
C1 B2 Vs B1+B3	1	6.937191681	6.937191681	29.65248	4.413873	0.000036
C2 B1 Vs B3	1	0.068373375	0.068373375	0.29226	4.413873	0.595405
C1 B1+ B2 Vs B3	1	2.382016889	2.382016889	10.18174	4.413873	0.005063
C2 B1 Vs B2	1	4.623548167	4.623548167	19.76299	4.413873	0.000312
Inter AXB	4	1.359649778	0.339912444	1.45293	2.930000	0.495079
Error B	18	4.211095833	0.233949769			
Total	35	27.773482890				

Cuadro 10. Cuadro de doble entrada del rendimiento en kg por m² calidad grande de cada uno de los tratamientos estudiados en el experimento.

Sustrato/Genotipo	Don Raul	Realeza	Granadero	Promedio
Fibra de coco	2.8685	3.9135	2.4078	3.0633
Perlita	1.6343	2.6563	1.5803	1.9569
Tezontle	1.3605	1.9270	1.5550	1.6142
Promedio	1.9544	2.8323	1.8477	

Factor variedades

El estadístico de Fisher y sus pruebas de hipótesis reportaron una respuesta significativa de las variedades, para la calidad de jitomate grande cuadro 9 y 10. Para estudiar cual fue la mejor variedad, se hizo con las comparaciones ortogonales donde se tuvieron los siguientes resultados: de las seis comparaciones, cinco resultaron con una diferencia significativa y las de mayor interés fueron: la variedad Realeza vs Granadero, la variedad de mayor rendimiento promedio por m² fue la variedad Realeza con 2.832 kg m² cuadro 10, así mismo, cuando se comparó la variedad Don Raúl (1.954) vs Granadero (1.847) la diferencia entre ellas fue no significativa, en la comparación de la variedad Don Raúl vs Realeza la diferencia de 1.954 kg por m² a 2.832 de la variedad Realeza ,fue significativa cuadro 10 y figura 3.

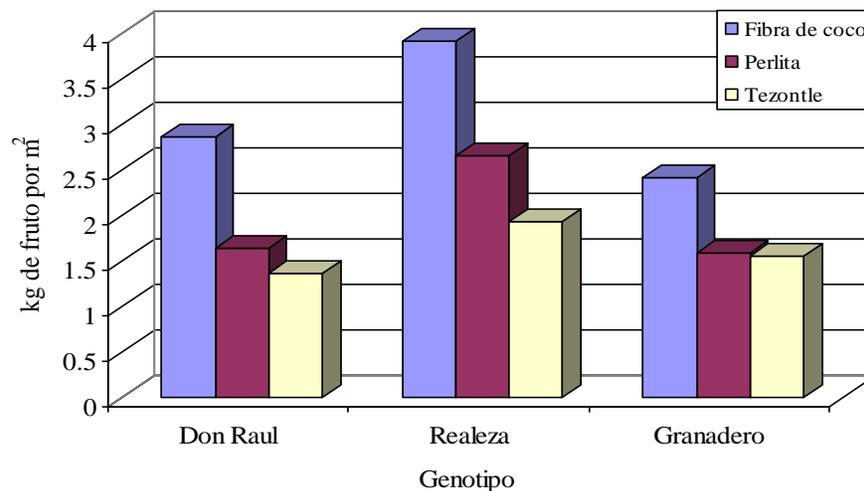


Figura 3. Rendimiento total calidad grande de los genotipos evaluados de acuerdo al tipo de sustrato utilizado en el experimento.

Interacción sustratos x variedad

Para estudiar los efectos interactivos de ambos factores se llevó a cabo la prueba de hipótesis, donde se reportaron efectos aditivos, con respecto a la mejor combinación esta fue la variedad Realeza y el sustrato Fibra de coco con 3.913 kg m^2 siendo con éste la mayor expresión de la calidad de jitomate grande (Figura 3 y Cuadro 10).

Rendimiento de Jitomate Calidad Mediano

Factor sustratos

Al estudiar la variación y las pruebas de hipótesis del cuadro 11, se encontró una diferencia significativa en la producción de tomate de calidad mediano con el uso de los tres sustratos. La pregunta acerca de cuál es el mejor sustrato se contestó con la prueba de hipótesis de las comparaciones ortogonales, donde se tuvieron los siguientes resultados (cuadros 11 y 12): de las seis comparaciones posibles, cuatro resultaron significativas y dos no significativas, donde sobresale Fibra de coco vs Tezontle con rendimientos significativos por m^2 de 0.350 kg y 0.192 kg respectivamente, así mismo la diferencia es significativa entre los sustratos Fibra de coco vs Perlita con rendimientos de calidad mediano de 0.350 kg m^2 y 0.113 kg m^2 respectivamente.

Factor variedades

El estadístico de Fisher y sus pruebas de hipótesis reportaron una respuesta significativa de las variedades para la calidad de jitomate mediano, cuadro 11 y 12.

Para estudiar cual fue la mejor variedad, se hicieron las comparaciones ortogonales con los siguientes resultados: de las seis comparaciones, tres resultaron con una diferencia significativa y tres con una diferencia no significativa, destacándose lo siguiente: al comparar la variedad Don Raúl vs la variedad Realeza y Don Raúl vs la variedad Granadero, en ambas comparaciones la diferencia en el rendimiento de calidad de fruto mediano, fue significativa.

Cuadro 11. Análisis de varianza del rendimiento de jitomate en kg por m² calidad mediano.

F.V.	g. 1	S.C	C.M	Estad Fisher	Val critico	Prob.
Bloques	3	0.0150700	0.0050233			
Factor A (Sustratos)	2	0.3492634	0.1746317	8.7746321	5.140000	0.0165395
C1 A2+A3 Vs A1	1	0.3126032	0.3126032	15.7072190	5.987378	0.0074242
C2 A2 Vs A3 C1 A2 Vs A1+A3	1	0.0366602	0.0366602	1.8420451	5.987378	0.2235420
C2 A1 Vs A3 C1 A1+ A2 Vs A3	1	0.1983555	0.1983555	9.9666703	5.987378	0.0196395
C2 A1 Vs A3 C1 A1+ A2 Vs A3	1	0.1509079	0.1509079	7.5825939	5.987378	0.0331312
C2 A1 Vs A2	1	0.0129364	0.0129364	0.6500069	5.987378	0.4508745
Error A	6	0.3363271	0.3363271	16.8992572	5.987378	0.0062802
Parcela Gde	11	0.1194113	0.0199019			
Factor B (Variedades)	2	0.4837447				
C1 B2+B3 Vs B1	1	0.1597950	0.0798975	4.4269517	3.550000	0.0273140
C2 B2 Vs B3 C1 B2 Vs B1+B3	1	0.1528216	0.1528216	8.4675192	4.413873	0.0093434
C2 B1 Vs B3 C1 B1+ B2 Vs B3	1	0.0069735	0.0069735	0.3863841	4.413873	0.5419995
C2 B1 Vs B3 C1 B1+ B2 Vs B3	1	0.0717068	0.0717068	3.9731245	4.413873	0.0616131
C2 B1 Vs B2	1	0.0880882	0.0880882	4.8807788	4.413873	0.0403573
Inter AXB	4	0.0151641	0.0151641	0.8402113	4.413873	0.3714548
Error B	18	0.1446309	0.1446309	8.0136920	4.413873	0.0110787
Total	35	0.4513038	0.1128260	6.2514471	2.930000	0.0031200
		0.3248635	0.0180480			
		1.4197071				

Cuadro 12. Cuadro de doble entrada del rendimiento en kg por m² calidad mediano de cada uno de los tratamientos estudiados en el experimento.

Sustrato/Genotipo	Don Raúl	Realeza	Granadero	Promedio
Fibra de coco	0.04800	0.57303	0.43075	0.35059
Perlita	0.14050	0.12150	0.07950	0.11383
Tezontle	0.19150	0.15125	0.23325	0.19200
Promedio	0.12667	0.28193	0.24783	

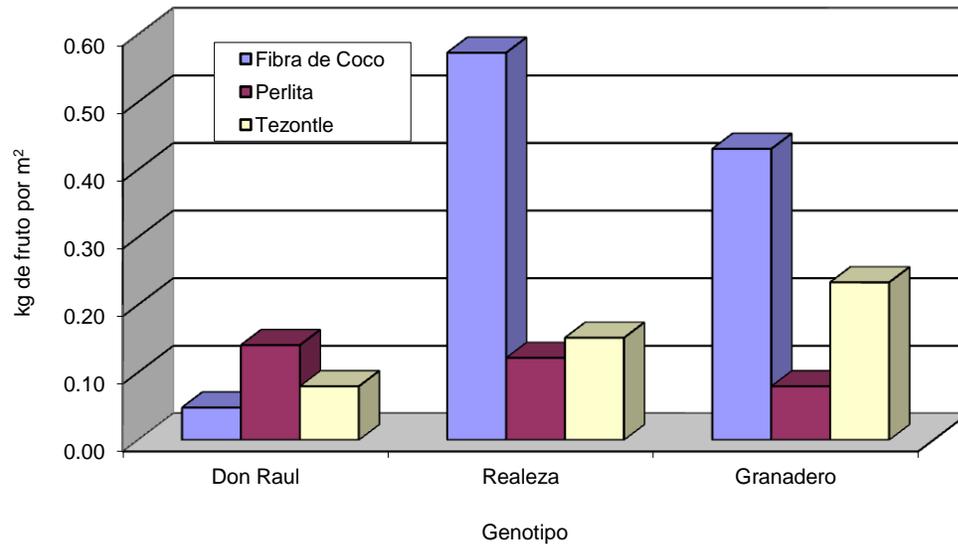


Figura 4. Rendimiento total calidad mediano de los genotipos evaluados de acuerdo al tipo de sustrato utilizado en el experimento.

Factor interacción sustratos x variedad

Para estudiar los efectos interactivos de ambos factores se llevó a cabo la prueba de hipótesis, donde se reportaron efectos multiplicativos correspondiendo a la variedad realeza y al sustrato fibra de coco, la mayor expresión de la calidad de jitomate mediano.

Rendimiento de Jitomate Calidad Chico

Factor sustratos

Las pruebas de hipótesis y el estadístico de Fisher, reportaron una respuesta no significativa del cultivo del jitomate al ser evaluado en los tres sustratos (probabilidad de $\alpha .053$) cuadro 13. Se procedió a realizar las comparaciones ortogonales de interés donde se tuvieron los siguientes resultados: se encontraron tres comparaciones con diferencia significativa y cuatro donde su diferencia fue no significativa; las comparaciones de interés fueron, fibra de coco contra Tezontle, donde la mayor respuesta la propició el sustrato fibra de coco. Así mismo al ser comparada con el sustrato perlita cuadro 14.

Cuadro 13. Análisis de varianza del rendimiento de jitomate en kg por m² calidad chico

F.V.	g.l	S.C	C.M	Estad Fisher	Val critico	prob.
Bloques	3	0.049555	0.016518			
Factor A (Sustratos)	2	0.175295	0.087648	4.955234	5.140000	0.05362964
C1 A2+A3 Vs A1	1	0.174345	0.174345	9.856757	5.987378	0.02007945
C2 A2 Vs A3 C1 A2 Vs A1+A3	1	0.000950	0.000950	0.053711	5.987378	0.82442840
C2 A1 Vs A3 C1 A1+ A2 Vs A3	1	0.055445	0.055445	3.134604	5.987378	0.12703935
C2 A1 Vs A3 C1 A1+ A2 Vs A3	1	0.119851	0.119851	6.775864	5.987378	0.04049625
C2 A1 Vs A2	1	0.033153	0.033153	1.874341	5.987378	0.22001490
C2 A1 Vs A2	1	0.142142	0.142142	8.036127	5.987378	0.02976924
Error A	6	0.106127	0.017688			
Parcela Gde	11	0.330977				
Factor B (variedades)	2	0.019841	0.009921	0.395465	3.550000	0.67907543
C1 B2+B3 Vs B1	1	0.018241	0.018241	0.727123	4.413873	0.40502138
C2 B2 Vs B3 C1 B2 Vs B1+B3	1	0.001601	0.001601	0.063808	4.413873	0.80343823
C2 B1 Vs B3 C1 B1+ B2 Vs B3	1	0.010440	0.010440	0.416176	4.413873	0.52698945
C2 B1 Vs B3 C1 B1+ B2 Vs B3	1	0.009401	0.009401	0.374755	4.413873	0.54807980
C2 B1 Vs B2	1	0.001081	0.001081	0.043097	4.413873	0.83787340
C2 B1 Vs B2	1	0.018760	0.018760	0.747833	4.413873	0.39854176
Inter AXB	4	0.030717	0.007679	0.306115	2.930000	1.74199262
Error B	18	0.451546	0.025086			
Total	35	0.833081				

Factor variedades

El estadístico de Fisher, encontró una respuesta no significativa de las variedades de jitomate para la calidad chico cuadro 13. El interés de estudiar cual fue la mejor variedad cuadro 14, se cumplió con la realización de las comparaciones ortogonales donde se tuvieron los siguientes resultados: de las seis comparaciones, no se encontró diferencia significativa en ninguna de ellas.

Factor interacción sustratos x variedad

Para estudiar los efectos interactivos de ambos factores se llevó a cabo la prueba de hipótesis, donde se reportaron efectos conjuntos de los factores en estudio; con respecto a la mejor combinación ésta fue la variedad Realeza y el sustrato fibra de coco con 0.2073 kg m² siendo la mayor expresión de la calidad de jitomate chico.

Cuadro 14. Cuadro de doble entrada del rendimiento en kg por m² calidad chico de cada uno de los tratamientos estudiados en el experimento.

Sustrato/Genotipo	Don Raul	Realeza	Granadero	Promedio
Fibra de coco	0.0710	0.2073	0.1958	0.1580
Perlita	0.0123	0.0000	0.0000	0.0041
Tezontle	0.0000	0.0438	0.0063	0.0167
Promedio	0.0278	0.0837	0.0673	

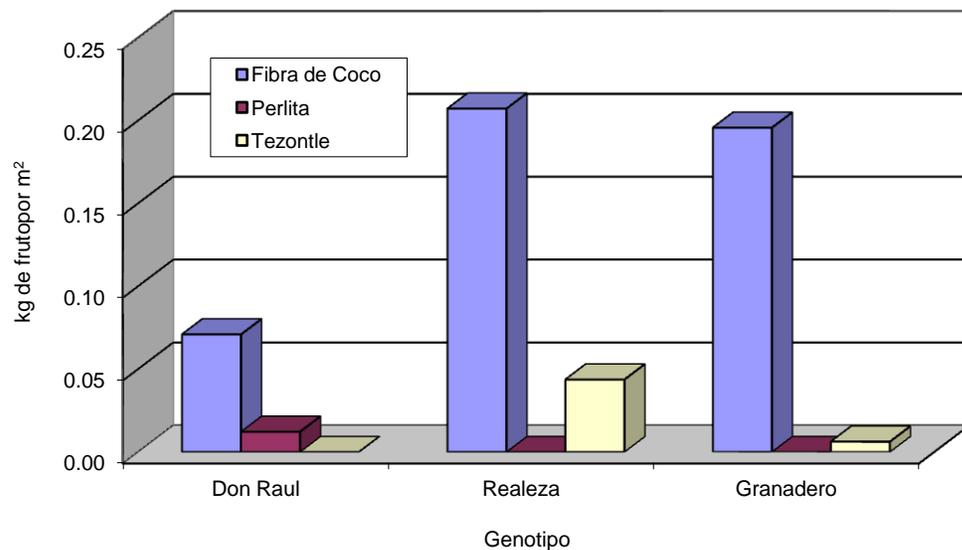


Figura 5. Rendimiento total calidad chico de los genotipos de acuerdo al tipo de sustrato utilizado en el experimento.

Rendimiento Total de Jitomate en el Ciclo

Factor sustratos

Al realizar las pruebas de hipótesis a través del estadístico de Fisher, se encontró una respuesta del cultivo al ser evaluado en los tres sustratos cuadro 15. Para estudiar las diferencias entre los sustratos, se procedió a realizar las comparaciones ortogonales de interés donde se tuvieron los siguientes resultados: cinco comparaciones resultaron con una diferencia significativa y las de mayor interés fueron al comparar Perlita contra Tezontle, correspondiendo al mayor promedio al sustrato Tezontle con 31.263 kg m⁻²

cuadro 16, así mismo la comparación de Fibra de coco vs Tezontle y el mayor también fue para el sustrato a base de Tezontle, la siguiente comparación correspondió a Fibra de coco vs Perlita, y el mayor promedio fue para Fibra de coco con 28.876 kg m².

Cuadro 15. Análisis de varianza del rendimiento total de jitomate en kg por m².

F.V.	g.l	S.C	C.M	Estad Fisher	Val critico	prob.
Bloques	3	22.949557	7.649852			
Factor A	2	149.590735	74.795367	16.002178	5.140000	0.00393508
C1 A2+A3 Vs A1	1	0.095310	0.095310	0.020391	5.987378	0.89112477
C2 A2 Vs A3	1	149.495425	149.495425	31.983964	5.987378	0.00131243
C1 A2 Vs A1+A3	1	115.414384	115.414384	24.692458	5.987378	0.00252900
C2 A1 Vs A3	1	34.176351	34.176351	7.311897	5.987378	0.03538478
C1 A1+ A2 Vs A3	1	108.876408	108.876408	23.293684	5.987378	0.00292109
C2 A1 Vs A2	1	40.714327	40.714327	8.710672	5.987378	0.02556699
Error A	6	28.044446	4.674074			
Parcela Gde	11	200.584738				
Factor B	2	589.010123	294.505062	37.133270	3.550000	0.00000041
C1 B2+B3 Vs B1	1	488.826715	488.826715	61.634711	4.413873	0.00000032
C2 B2 Vs B3	1	100.183409	100.183409	12.631829	4.413873	0.00226704
C1 B2 Vs B1+B3	1	5.695481	5.695481	0.718126	4.413873	0.40788623
C2 B1 Vs B3	1	583.314642	583.314642	73.548413	4.413873	0.00000009
C1 B1+ B2 Vs B3	1	388.992989	388.992989	49.046972	4.413873	0.00000154
C2 B1 Vs B2	1	200.017134	200.017134	25.219567	4.413873	0.00008854
Inter AXB	4	65.346984	16.336746	2.059852	2.930000	0.23592667
Error B	18	142.758533	7.931030			
Total	35	997.700378				

Factor variedades

Al ser probadas las hipótesis a través del estadístico de Fisher, se encontró una respuesta significativa de las variedades de jitomate para el rendimiento total del ciclo de cultivo del jitomate.

Para estudiar cual fue la mejor variedad, se procedió a realizar las comparaciones ortogonales de interés donde se tuvieron los siguientes resultados: cinco comparaciones resultaron con una diferencia significativa y las de mayor interés fueron: la variedad Realeza vs Granadero, la variedad de mayor rendimiento promedio por metro cuadrado fue la variedad Realeza con 28.241 kg m² cuadro 16, al comparar la variedad Don Raúl vs Granadero la diferencia entre ellas fue significativa, así mismo cuando se comparó la variedad Don Raúl vs Realeza, la diferencia de 5.774 kg m² y a favor de la variedad Don Raúl fue significativa (figura 6) variedad que se caracterizó por presentar la mayor producción en el ciclo de cultivo.

Cuadro 16. Cuadro de doble entrada del rendimiento total en kg por m² de cada uno de los tratamientos estudiados en el experimento.

Sustrato/genotipo	Don Raúl	Realeza	Granadero	Promedio
Fibra de coco	34.767	27.083	24.779	28.876
Perlita	32.324	24.256	22.235	26.272
Tezontle	34.954	33.384	25.451	31.263
Promedio	34.015	28.241	24.155	

Factor interacción sustratos x variedad

Para estudiar los efectos interactivos de ambos factores se llevó a cabo la prueba de hipótesis, donde se reportaron efectos aditivos, con respecto a la mejor combinación esta fue la variedad Don Raúl y el sustrato Tezontle con 34.954 kg m² siendo la mayor expresión del rendimiento total de jitomate durante el ciclo.

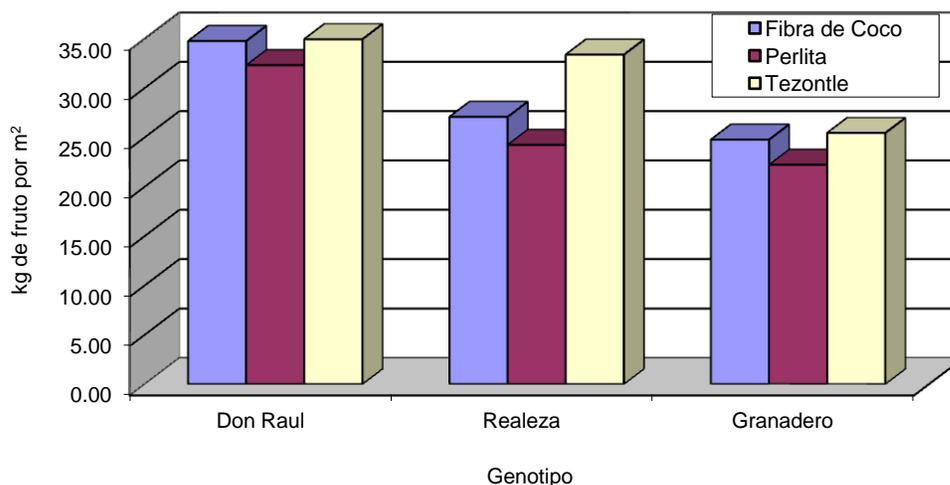


Figura 6. Rendimiento total de los genotipos evaluados de acuerdo al tipo de sustrato utilizado en el experimento.

De acuerdo a la producción total de fruto en los 23 cortes que duró el ciclo de cultivo, los rendimientos variaron desde 222.35 t ha⁻¹ (para la combinación del sustrato perlita con la variedad Granadero) hasta 349.54 t ha⁻¹ (para la combinación del sustrato

Tezontle con la variedad Don Raúl); los cuales, corresponden a un 73.52% y 115.58 % de la producción máxima obtenida en el centro de producción de Santa Rita, Rioverde S.L.P. en los últimos cuatro años (cuadro 17). Cabe destacar que de los nueve combinaciones estudiadas en el presente experimento cinco de ellas superaron la producción de 262.1 t por ha obtenida en el año de 2011 en el centro de producción Santa Rita; destacando la variedad Don Raúl, la cual, con cualquiera de los tres sustratos utilizados en el experimento los cuales superaron la producción de 302.4 t por ha, que corresponde a la máxima obtenida en dicho centro de producción.

Cuadro 17. Producción de jitomate tipo saladette en los invernaderos del centro de producción de Santa Rita, Rioverde, S.L.P. en los últimos cuatro ciclos de producción (Información personal, 2011).

Año de Producción	Toneladas por ha
2008	302.4 ^{&}
2009	284.3
2010	262.1
2011	271.1

[&]Todos los ciclos presentaron un porcentaje de producción de calidad exportación que oscila entre un 85 a 90%, tanto en forma de racimo como individual.

La calidad de la producción (super extra + extra) observada en los sustratos fue de 87%, 93% y 94% para los sustratos Fibra de coco, Perlita y Tezontle respectivamente, los cuales corresponden a calidad exportación (Figuras 7, 8 y 9).

Respecto a los genotipos la calidad de la producción (super extra + extra) observada fue de 94, 89% y 91% para Don Raúl, Realeza y Granadero respectivamente (Figuras 10, 11 y 12), porcentajes que superan el 85% observado como el menor porcentaje de calidad exportación obtenido en el centro de producción Santa Rita (Cuadro 17).

El rendimiento promedio de la variedad Don Raúl fue solamente 1.0 kg por m² que el rendimiento de jitomate referenciado por Vargas (2005) quien indica rendimientos de 35 kg por m² en planta sin injertar y desarrollada en condiciones de invernadero.

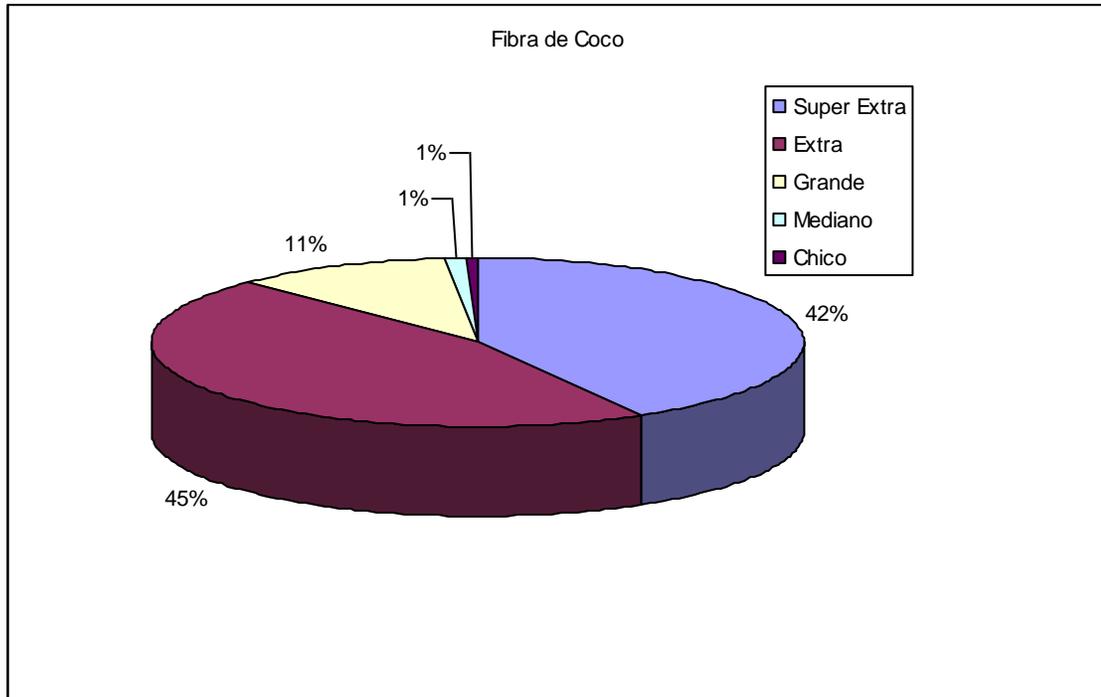


Figura 7. Porcentaje de producción de jitomate de acuerdo a cada una de las calidades evaluadas para el sustrato Fibra de coco.

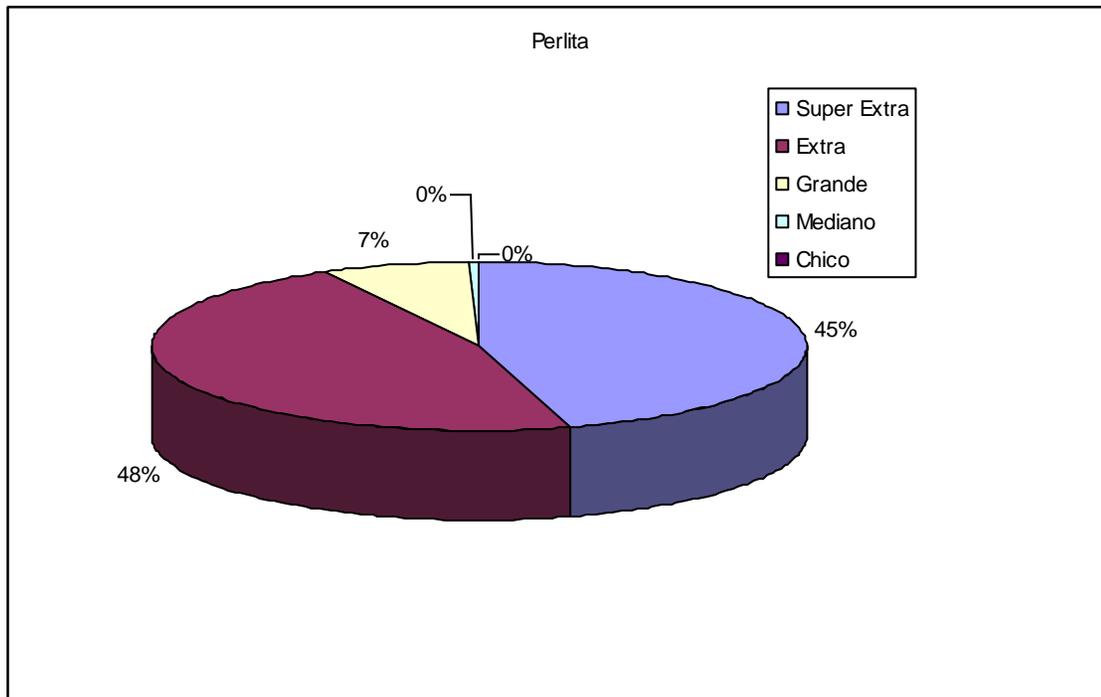


Figura 8. Porcentaje de producción de jitomate de acuerdo a cada una de las calidades evaluadas para el sustrato Perlita.

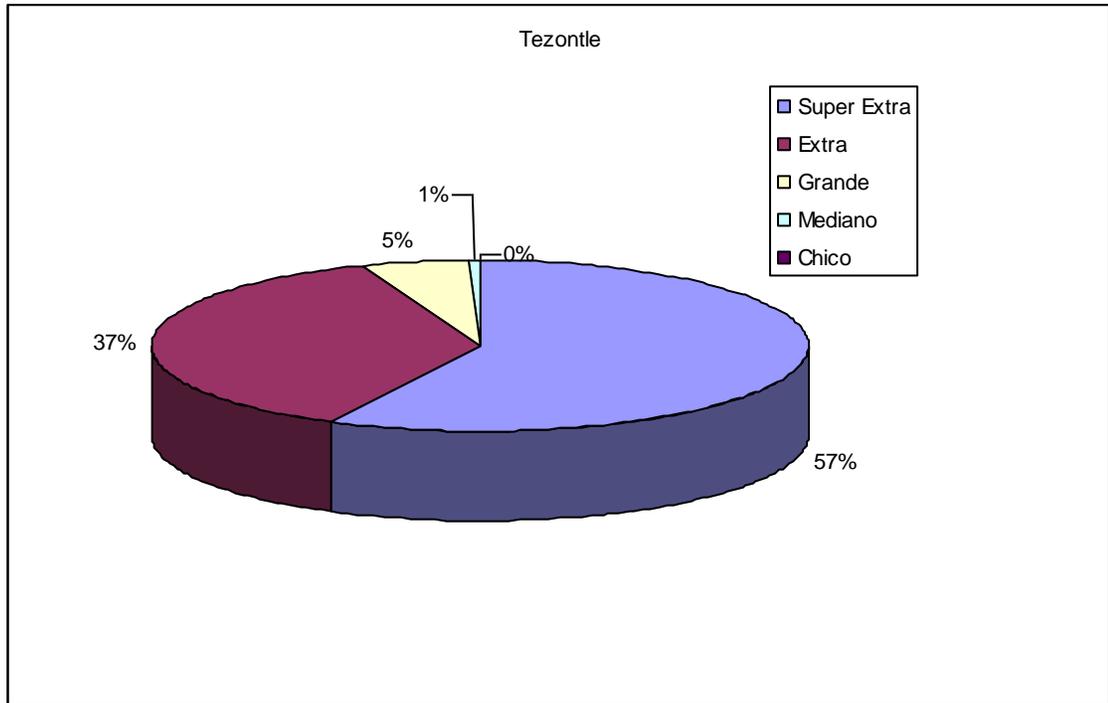


Figura 9. Porcentaje de producción de jitomate de acuerdo a cada una de las calidades evaluadas para el sustrato Tezontle.

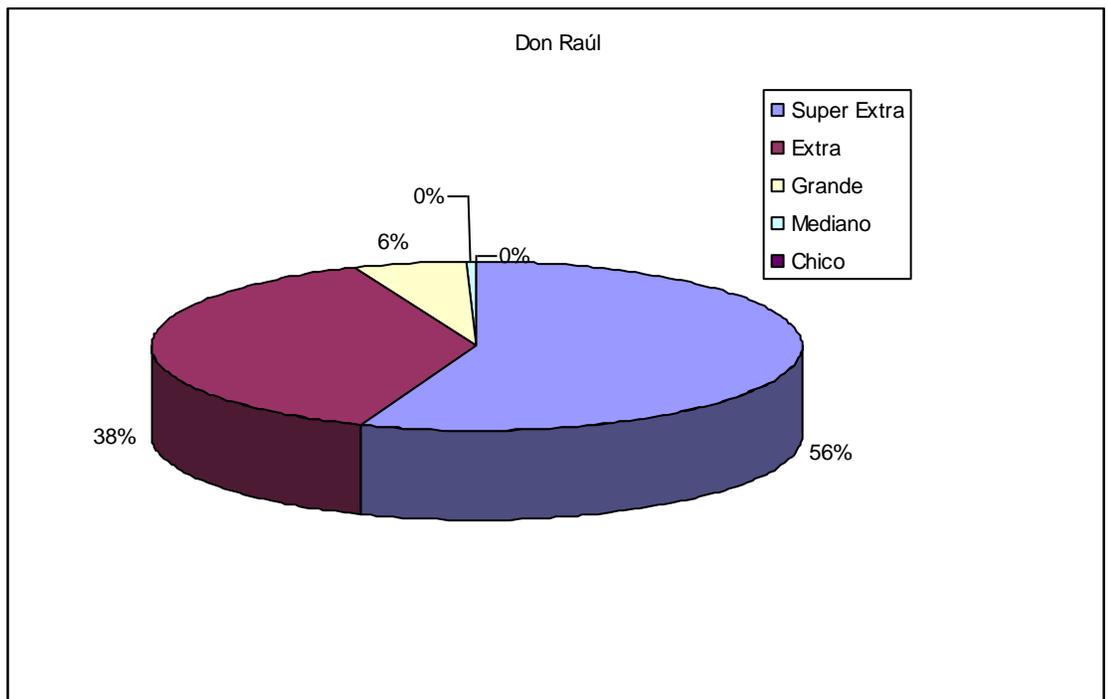


Figura 10. Porcentaje de producción de jitomate de acuerdo a cada una de las calidades evaluadas para la variedad Don Raúl.

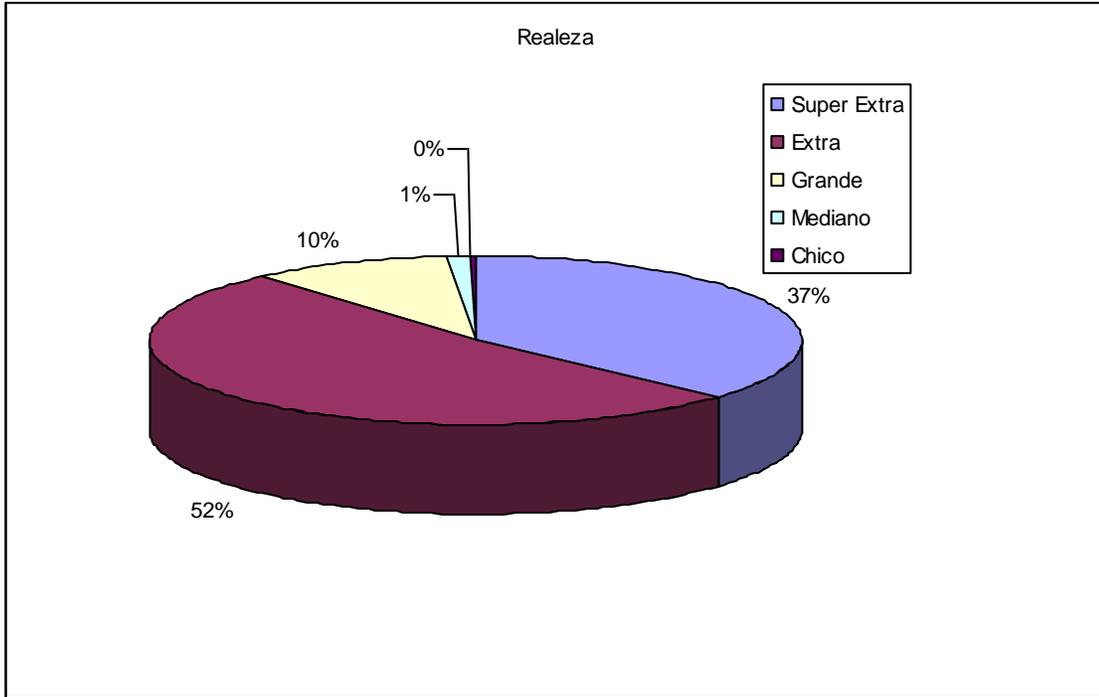


Figura 11. Porcentaje de producción de jitomate de acuerdo a cada una de las calidades evaluadas para la variedad Realeza.

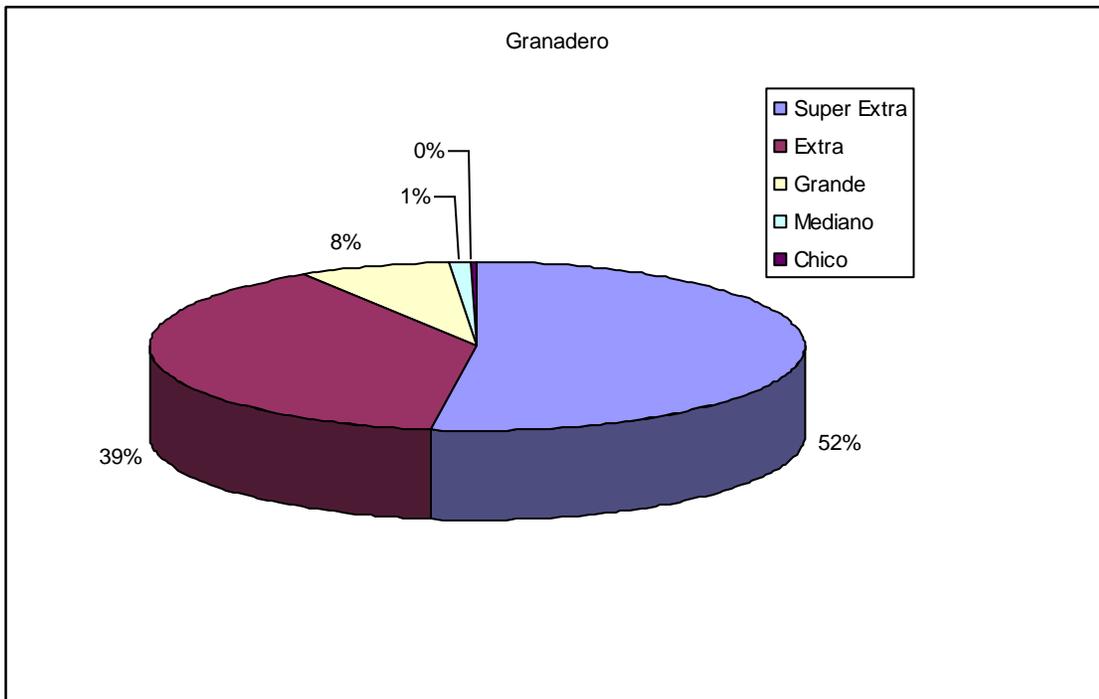


Figura 12. Porcentaje de producción de jitomate de acuerdo a cada una de las calidades evaluadas para la variedad Granadero.

CONCLUSIONES

De acuerdo a las pruebas de hipótesis realizadas a través del análisis de varianza y las comparaciones ortogonales se establecen las siguientes conclusiones:

1. El cultivo de jitomate respondió con una diferencia significativa al evaluar el rendimiento en los tres sustratos utilizados.
2. El sustrato tezontle reportó el mayor rendimiento del cultivo con 31.263 kg m^{-2} .
3. La diferencia en el rendimiento de jitomate de las tres variedades fue significativa.
4. El mayor rendimiento de jitomate se obtuvo con la variedad Don Raúl con 34.015 kg m^{-2} .
5. Se encontraron efectos aditivos de los dos factores en la expresión del rendimiento de jitomate; la mejor combinación la presentó la variedad Don Raúl con el sustrato tezontle con un rendimiento de 34.954 kg m^{-2}

LITERATURA CITADA

- Alpi A. y Tognoni F. 1999. Cultivo en Invernadero 3ra. Edición. Ed. Mundi Prensa Madrid- Barcelona-Mexico.
- Bautista Martínez N., Chavarín Palacio C. y Valenzuela Escoboza F. 2008. Jitomate Segunda Edición. Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Editores Néstor Bautista Martínez, Claudio Chavarín Palacio y Fernando Valenzuela Escobar. Estado de México.
- Berenger J.J. 2003. Manejo del Cultivo del Tomate en Invernadero, Memorias del Curso Producción de Hortalizas en Invernadero. Investigador en la Estación Experimental la ANCLA Motril, España. Editores Castellanos Ramos J.Z. y Muñoz Ramos J.J. 2003.
- Castellanos Ramos J.Z. 2003. Los sustratos en la producción hortícola bajo invernadero. Memorias del Curso Internacional de la Producción de Hortalizas en Invernadero. Editores, Castellanos Ramos J.Z. y Muñoz Ramos J.J.
- Castellanos Ramos J.Z. 2009. Manual de Producción de Tomate en Invernadero. Editor Javier Castellanos Ramos. Impreso en México.
- Castellanos Ramos J.Z. y Muñoz Ramos J.J. 2003. Memorias del Curso Internacional de Producción de Hortalizas en Invernadero. INIFAP. Celaya Guanajuato.
- Gómez B., J.G. 2012. El tomate, un éxito hortícola del país. Agricultura Moderna. Edición e Información Agrícola Especializada.
- León Gallegos H.M. 2006. Guía Para el Cultivo de Tomate en Invernadero. Segunda Edición. Impreso en México.
- Lyneida Meléndez Octubre 2012. Calidad de México. Revista Productores de Hortalizas. Editorial Agro síntesis México.
- Maroto Borrego J.V., .2000. Elementos de Horticultura General. Edición Mundi Prensa Madrid, España.
- Meléndez L. 2012. Calidad de México. Revista Productores de Hortalizas. Editorial Agro síntesis México.
- Nuez F.1999. El Cultivo del Tomate. Ediciones Mundi-Prensa. España, México
- Resh H. M. 2001. Cultivos Hidropónicos. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid-España.
- Samperio Ruiz G. 1999. Hidroponía Comercial. Editorial Diana México.

- Uribe F. 2012. Arriba la Exportación. Revista Productores de Hortalizas. Editorial Agro síntesis México.
- Urrestarazu Gavilán M. 2000. Manual de Cultivo Sin Suelo. Ed. Mundi-Prensa Libros S.A. Madrid-España.
- Vargas, E. 2005. Efecto del injerto y la variedad, sobre el rendimiento y calibre del fruto de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) bajo condiciones de invernadero. Tesis Profesional. Instituto Tecnológico Agropecuario No. 33. Celaya, Gto.
- William Jarvis R .1998. Control de Enfermedades en Cultivo de Invernadero. Ed. Mundi Prensa Madrid-Barcelona.
- Wittwer S.H. y Honma S.1979. Descripción de paquetes tecnológicos de producción comercial de jitomate en hidroponía bajo invernadero.