

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



Evaluación de la Calidad de Tomate (*Solanum lycopersicum* Mill.) Aplicando Fertilizante Orgánico en Invernadero

Por:

WILBER IZETH RAMÍREZ GENOVEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Saltillo, Coahuila, México
Febrero del 2014

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Evaluación de la Calidad de Tomate (*Solanum lycopersicum* Mill.) Aplicando
Fertilizante Orgánico en Invernadero

Por:

WILBER IZETH RAMÍREZ GENOVEZ


TESIS


Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

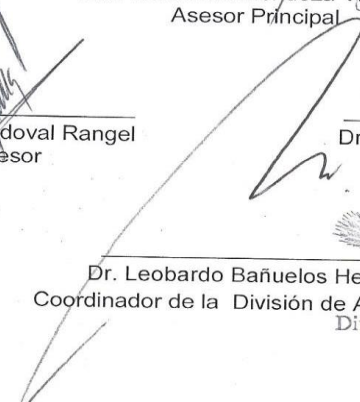
INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Aprobada


Dra. Rosalinda Mendoza Villarreal
Asesor Principal


Dr. Alberto Sandoval Rangel
Coasesor


Dra. Francisca Ramirez Godina
Coasesor


Dr. Leobardo Bañuelos Herrera
Coordinador de la División de Agronomía
División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México
Febrero del 2014

DEDICATORIAS

A Dios: Por darme las bendiciones para llegar finalmente a este día, y le pido que con su luz me guie y me acompañe a lo largo de mi vida, gracias por darme la oportunidad de vivir, por no dejarme solo cuando más lo necesito, por terminar satisfactoriamente mis estudios profesionales y por darme fuerzas para seguir adelante, gracias por darme el mejor de los regalos mis padres.

A mis padres: Manuel Esaú Ramírez Montoya y Aidé Genovez Velasco

Gracias por la confianza que han depositado en mí, por haberme dado las herramientas para construir este sueño, que representa para mí, la mejor de mis herencias. Gracias por vivirlo conmigo alentándome, corrigiéndome, comprendiéndome, apoyándome incondicionalmente y compartiendo logros y tropiezos, alegrías y tristezas, por sus esfuerzos y sacrificios que me han permitido crecer como persona y superarme cada día. Por tener en ustedes a mis mejores amigos, por todo el ayer les dedico todo mí mañana.

A mis abuelos: Cleofás (+), Julia (+), Oscar, Eloina

Por sus bendiciones, amor y cariño que me tuvieron en todo momento, y aunque algunos de ellos ya no los tengo físicamente, sus recuerdos y buenos ejemplos vivirán por siempre. Para ellos con amor.

A mis tíos: Macrino Ocaña Naturi e Isabel González Ramírez

Con cariño y respeto, gracias por brindarme su amistad y el apoyo incondicional que siempre tuve, por ser como unos padres para mí, por darme siempre consejos y enseñarme valores para ser una persona de bien.

A mis primos: Fermín Antonio Guillen González y María Adriana Hernández López

Con cariño y respeto, gracias por la amistad y el apoyo brindado durante todos estos años, por darme siempre consejos para seguir adelante.

A mi familia en general

Gracias por esos sabios consejos que siempre me hicieron salir adelante inspirándome cada día, de verdad los quiero y los estimo porque nunca dejaron de confiar en mí.

A mi novia

Dora Anabel Morales Morales, por todo ese amor y apoyo que me ha brindado, por su comprensión, por entenderme y por esos bellos momentos que hemos compartidos juntos, además de ser una inspiración para el logro de mis sueños y de impulsarme a ser cada día mejor.

AGRADECIMIENTOS

A mi alma mater

Por existir como institución, por darme la oportunidad de formar parte de ti, por darme la oportunidad de concluir la licenciatura. A todas aquellas personas que directa e indirectamente integran y hacen posible a la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”.

A la Dra. Rosalinda Mendoza Villarreal

Mis más grandes y sinceros agradecimientos por haberme brindado su amistad y dado la oportunidad de realizar la presente investigación bajo su asesoría, y su buena disponibilidad de tiempo y paciencia a lo largo del desarrollo de la misma ¡Gracias!

Al Dr. Rubén López Cervantes

Por permitirme realizar el presente trabajo de investigación en el invernadero del departamento de ciencias del suelo, por el apoyo brindado. Gracias.

Al Dr. Alberto Sandoval Rangel

Por su colaboración en la revisión y redacción del trabajo, por sus conocimientos y paciencia brindados durante el mismo.

A la Dra. Francisca Ramírez Godina

Por su gran ayuda, tiempo, conocimientos, paciencia y consejos que me brindo en la revisión y corrección durante este trabajo de tesis.

A mis amigos

Ing. José Alexander, Ing. Alexander Pérez, Ing. Alexander Sandoval, Ing. Rommel, Ing. Otoniel, Ing. Cleyber, Ing. Benito, Ing. Jorge Luis, Ing. Antonia, Ing. Brenda. Alonso, Eray, Víctor, Juan Carlos, Luis Alberto, Luis Alberto González,

A todo el personal que forma parte del departamento de Fitomejoramiento, gracias. Por hacer posible este maravilloso departamento y todos los conocimientos que nos imparten. A mis maestros, que me dieron clases durante toda mi carrera, gracias por compartir sus conocimientos con todos nosotros.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIAS.....	iii
AGRADECIMIENTOS	v
ÍNDICE GENERAL.....	vii
ÍNDICE DE CUADROS	ix
RESUMEN.....	xi
INTRODUCCIÓN	1
Objetivo.....	3
Hipótesis	3
REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
Generalidades del Cultivo del Tomate.....	4
Origen.....	4
Clasificación taxonómica.....	5
Morfología.....	5
Crecimiento determinado	5
Tallo.....	5
Flor.....	6
Hojas	6
Raíz	7
Fruto	7
Semilla	7
Fertilización	8
Fertilización Orgánica.....	8
Importancia del Uso de Fertilizante Orgánico.....	9
Ventajas de la Producción Orgánica.....	10
Fertilizante orgánico Organolid®	10
Sustrato.....	13
Perlita	14
Solución Steiner	14
Calidad de fruto de tomate	15
Peso fresco del fruto.....	16
Peso seco del fruto	17
Diámetro polar y ecuatorial del fruto	18

Firmeza	18
pH	19
Sólidos solubles (Grados °Brix)	20
MATERIALES Y MÉTODOS	22
Ubicación del área experimental	22
Tipo de invernadero	22
Tipo de sustrato	22
Material Vegetativo	23
Descripción de tratamientos	23
Establecimiento del experimento	23
Producción de plántulas	23
Trasplante	24
Fertilización	24
Riego	24
Manejo del cultivo	25
Poda	25
Tutoreo	26
Control de plagas	26
Control de enfermedades	26
Cosecha	27
Variables evaluadas	27
Peso fresco del fruto	27
Peso seco del fruto	27
Firmeza	28
Sólidos solubles	29
pH	29
Diámetro polar y ecuatorial del fruto	30
Análisis de datos	30
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
CONCLUSIÓN	38
RECOMENDACIÓN	38
LITERATURA CITADA	39
CITAS EN INTERNET	43

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Nutrientes y elementos que aporta el organolid®.	12
2. Cultivos con dosis de aplicación de Organolid®.	13
3. Descripción de los tratamientos.	23
4. Las sales que deben usar y las cantidades de cada sal se mencionan a continuación para 100L de agua.	25
5. Cuadrados medios del análisis de varianza de la variable de calidad de peso fresco y peso seco del fruto de tomate de la variedad Rio Grande en dos cortes. Invernadero de la UAAAN. Ciclo 2012.	32
6. Prueba de comparación de medias de Tukey ($P \leq 0.05$) para peso fresco y peso seco del fruto de tomate variedad Rio Grande, en dos cortes. Invernadero de la UAAAN. Ciclo 2012.	32
7. Cuadrados medios del análisis de varianza de la variable de calidad de firmeza y sólidos solubles ($^{\circ}$ Brix) de tomate de la variedad Rio Grande en dos cortes. Invernadero de la UAAAN. Ciclo 2012.	34

8. Prueba de comparación de medias de Tukey ($P \leq 0.05$) para firmeza (FR) y sólidos solubles totales ($^{\circ}$ Brix) del fruto de tomate variedad Rio Grande en dos cortes. Invernadero en la UAAAN. Ciclo 2012.....	34
9. Cuadrados medios del análisis de varianza de la variable de calidad diámetro polar y ecuatorial del fruto de tomate de la variedad Rio Grande en dos cortes. Invernadero de la UAAAN. Ciclo 2012.....	36
10. Prueba de comparación de medias de Tukey ($P \leq 0.05$) para diámetro polar (DP) y diámetro ecuatorial (DE) del fruto de tomate variedad Rio Grande en dos cortes. Invernadero en la UAAAN. Ciclo 2012.....	36
11. Cuadrados medios del análisis de varianza de la variable de calidad de (pH) potencial hidrogeno del fruto de tomate de la variedad Rio Grande en dos cortes. Invernadero de la UAAAN. Ciclo 2012.....	37
12. Prueba de comparación de medias de Tukey ($P \leq 0.05$) para potencial hidrogeno (pH) del fruto de tomate variedad Rio Grande en dos cortes. Invernadero en la UAAAN. Ciclo 2012.	37

RESUMEN

Una de las alternativas de la agricultura moderna para la obtención de una mayor productividad, calidad en tomate (*Solanum lycopersicum* Mill.) y solución a los problemas ecológicos se encuentra en la agricultura orgánica y uso de fuentes alternativas de fertilizantes orgánicos por ello el objetivo del presente estudio fue, evaluar la aplicación de diferentes dosis de fertilización orgánica utilizando organolid®, sobre los caracteres de calidad del fruto de tomate, en invernadero. Se evaluaron 4 tratamientos, T1). Testigo químico, T2). 1 Ton/ha (organolid®), T3). 2 Ton/ha (organolid®), y T4). 3 Ton/ha (organolid®), aplicadas en el sustrato bajo invernadero. Para evaluar la calidad se determinó firmeza, sólidos solubles, pH, diámetro polar y ecuatorial, peso fresco y seco del fruto. Se utilizó un diseño bloques al azar con arreglo de 4 tratamientos, 3 repeticiones y 3 plantas por repetición, en dos cortes. Los resultados muestran que aplicando de la dosis 1 Ton/ha (organolid®), induce una mayor firmeza y los sólidos solubles, mientras tanto para las variables de pH, diámetro polar y ecuatorial, peso fresco y seco del fruto, no presentaron diferencias estadísticas. Siendo el fertilizante (organolid®), una alternativa para la producción orgánica en el cultivo de tomate.

Palabras Clave: Fertilización orgánica, calidad, tomate, organolid®.

INTRODUCCIÓN

México está considerado a nivel mundial, como el centro más importante de domesticación del tomate rojo o también, conocido como jitomate. La palabra jitomate, proviene del dialecto náhuatl “tomatl”; en 1554 fue llevado a Europa, empezando a comercializarse en Estados Unidos en 1835 (Valadez, 2001). El tomate, es la aportación vegetal de México más extendida mundialmente. La aceptación que tiene en las diversas culturas del mundo, se evidencia por ser el segundo producto hortícola en el consumo mundial. Así mismo, es una fuente importante generadora de divisas y de empleo para nuestro país.

El cultivo de tomate en condiciones de sustrato bajo invernadero es capaz de producir frutos de excelente calidad además de cumplir con los estándares de inocuidad alimentaria. Por otra parte, en años recientes, la demanda de productos desarrollados orgánicamente se ha incrementado, debido a que los abonos orgánicos permiten como medios de crecimiento mejorar las características cualitativas de los vegetales consumidos por el hombre (Tourat, 2000). Por lo antes citado, es de gran importancia incrementar el conocimiento acerca de los componentes que conforman los sistemas de producción orgánicos bajo condiciones protegidas, como son: cambios en el sistema de producción, uso y dosificación de diferentes abonos orgánicos, normatividad y cultivos (Salazar *et al.*, 2003).

Las cualidades organolépticas están relacionadas con la composición química, Aguayo y Artes (2004), consideran que para tener un aroma y un sabor óptimos, los tomates deben tener un contenido en sólidos solubles totales (SST) de entre 4 y 6 °brix y un pH entre 4 y 5. Baldwin *et al.* (1998) consideran que la relación entre el SS y la acidez es un buen indicador para el sabor y el aroma de los tomates.

La calidad debe definirse en función del uso al que va a ser destinado el producto. En el caso del tomate fresco deben considerarse todas las características valoradas por los consumidores, incluyendo el sabor, el aroma y la textura (Jarén, 2005).

La producción orgánica de alimentos es una alternativa para los consumidores que prefieran alimentos libres de agroquímicos, y con alto valor nutricional, en especial aquellos que son consumidos en fresco como el cultivo del tomate. La producción orgánica ha representado una opción para la generación de este tipo de alimentos, ya que es un método agrícola que no utiliza fertilizantes ni plaguicidas sintéticos (Márquez y Cano, 2006).

Una de las alternativas de la agricultura moderna para la obtención de una mayor productividad y solución a los problemas ecológicos se encuentra en la agricultura orgánica y uso de fuentes alternativas de fertilizantes. Ante esta situación, la agricultura intensiva debe reducir el uso de fertilizantes químicos y complementar la nutrición de las plantas mediante;

biofertilizantes, fertilizantes líquidos fermentados con energía equilibrada y en armonía mineral; así como con abonos orgánicos, que ofrecen ventajas para mejorar la fertilidad del suelo y sus características físicas de las mismas y disminuir el riesgo de contaminación ambiental.

La presente investigación se llevó a cabo con la finalidad de probar diferentes dosis de fertilizante orgánico (Organolid®), para conocer la dosis que incremente la calidad del fruto, para disminuir el grado de contaminación y el uso de fertilizantes químicos en los alimentos y el ambiente, para el ser humano.

Objetivo

Determinar la concentración de fertilizante orgánico (Organolid®) que mejore la calidad del tomate.

Hipótesis

Con alguna dosis de Organolid® (fertilizante orgánico) se mejora la calidad del fruto de tomate.

Con la aplicación del fertilizante orgánico será posible reducir la aplicación de fertilizantes químicos manteniendo o incrementando la calidad en el cultivo de tomate.

REVISIÓN DE LITERATURA

Generalidades del Cultivo del Tomate

Origen

La planta de tomate es una planta nativa de América tropical, cuyo origen se encuentra en la región de los Andes (Chile, Colombia, Ecuador, Bolivia y Perú) y son los lugares en donde se encuentra la mayor variabilidad genética y abundancia de tipos silvestres (Valadez, 2001).

El tomate, después de haber llegado a Inglaterra, fue llevado a los Estados Unidos alrededor del año 1711, donde también fue cultivado como ornamental. El consumo de tomate como fuente de alimento, ocurrió aproximadamente en 1850 en los Estados Unidos, y sólo a partir de esta fecha, comenzó a tener un poco de interés científico y agronómico.

A partir del siglo XIX, adquirió gran importancia económica mundial, hasta llegar a ser junto con la papa, la hortaliza más difundida y predominante del mundo.

En 1900 surgió la primera variedad mejorada, denominada ponderosa, a partir de la cual, se obtuvo la mayoría de las variedades americanas actuales, junto con los materiales colectados en la región de origen durante las décadas de los veinte y los treinta (Jaramillo, 2007).

Clasificación taxonómica

El jitomate (*Solanum lycopersicum* L. = *Lycopersicon esculentum* Mill.) es una planta dicotiledónea perteneciente a la familia de las solanáceas; la taxonomía generalmente aceptada es (Esquinas-Alcázar y Nuez, 1995; Peralta *et al* 2005 y 2007).

Morfología

El tomate es una planta perenne de porte arbustivo que se cultiva como anual, puede desarrollarse de forma rastrera, semi-erecta o erecta, y su crecimiento es determinado e indeterminado (Jaramillo, 2007).

Crecimiento determinado

Son plantas arbustivas, con un tamaño de planta definido, donde en cada extremo del crecimiento aparece una yema floral, tienen períodos restringidos de floración y cuajado. El tamaño de la planta varía según el cultivar, ya que podemos encontrar plantas compactas, medianas y largas, en donde para las dos últimas clasificaciones, necesitamos poner tutores (Nuño *et al.*, 2007).

Tallo

Consta de un eje con un grosor que oscila entre 2-4 cm en su base, sobre el cual se van desarrollando hojas, tallos secundarios e inflorescencias. Su estructura, de fuera hacia dentro, consta de: epidermis,

de la que parten hacia el exterior los pelos glandulares, cuyas células más externas son fotosintéticas y las más internas son colenquimáticas, cilindro vascular y tejido medular. En la parte distal se encuentra el meristemo apical, donde se inician los nuevos primordios foliares y florales (Toledo, 2003).

Flor

Está formada por un pedúnculo corto, el cáliz es gamosépalo, es decir, con los sépalos soldados entre si y la corola gamopétala. El androceo tiene 5 o más estambres adheridos a la corola, con las anteras que forman un tubo. El gineceo presenta de 2 a 30 carpelos que al desarrollarse darán lugar a los lóculos por celdas del fruto (Ortiz y Gómez, 2010).

Hojas

Compuesta e imparipinnada, con foliolos peciolados, lobulados y con borde dentado, en número de 7 a 9 y recubiertos de pelos glandulares. Las hojas se disponen de forma alternativa sobre el tallo. El mesófilo o tejido parenquimático está recubierto por una epidermis superior e inferior, ambas sin cloroplastos. La epidermis inferior presenta un alto número de estomas. Dentro del parénquima, la zona superior o zona en empalizada, es rica en cloroplastos. Los haces vasculares son prominentes, sobre todo en el envés, y constan de un nervio principal (Comisión Veracruzana, 2010).

Raíz

El sistema radicular del tomate está constituido por la raíz principal, las raíces secundarias y las adventicias. Generalmente se extiende superficialmente sobre un diámetro de 1.5 m y alcanza más de 0.5 m de profundidad; sin embargo, el 70% de las raíces se localizan a menos de 0.20 m de la superficie (Casaca, 2005).

Fruto

Baya biplurilocular o plurilocular que puede alcanzar un peso que oscila entre unos pocos miligramos a 600 gramos. Está constituido por el pericarpio, el tejido placentario y las semillas. El fruto puede recolectarse separándolo por la zona de abscisión del pedicelo, como ocurre en las variedades industriales, en las que es indeseable la presencia de parte del pecíolo, o bien puede separarse por la zona peduncular de unión al fruto (Toledo, 2003).

Semilla

La semilla del tomate es pequeña, con dimensiones aproximadas de 5 x 4 x 2 mm, éstas pueden ser de forma globular, ovalada, achatada, casi redonda, ligeramente alongada, plana, arriñonada, triangular con la base puntiaguda. La semilla está constituida por el embrión, el endospermo y la testa o cubierta seminal, la cual está recubierta de pelos. Las semillas dentro

del lóculo, en sus últimas etapas de desarrollo, aparecen inmersas en una sustancia gelatinosa (Jaramillo, 2007).

Fertilización

Hay situaciones en las cuales el suelo presenta bajas condiciones de fertilidad natural y es incapaz de proporcionarle a los cultivos los nutrientes suficientes para lograr que los cultivos expresen su máximo rendimiento, es entonces donde se hace necesario la utilización de fertilizantes químicos con la finalidad de suministrar al suelo los suplementos nutritivos para contrarrestar la deficiencias presentes en el suelo.

Los fertilizantes químicos son productos industriales elaborados de diversas formas expresando el contenido de nutrientes en base a porcentaje existente en un porcentaje de la cantidad total, siendo esta quien determina la calidad de un fertilizante (Castillo, 2009).

Fertilización Orgánica

Los beneficios de los abonos orgánicos son evidentes. La vermicomposta se utiliza como mejorador de suelo en cultivos hortícolas y como sustrato para cultivos en invernadero que no contamina el ambiente (Urrestarazu *et al.*, 2001). La vermicomposta contiene sustancias activas que actúan como reguladores de crecimiento, elevan la capacidad de intercambio catiónico (CIC), tiene alto contenido de ácidos húmicos, y aumenta la

capacidad de retención de humedad y la porosidad lo que facilita la aireación, drenaje del suelo y los medios de crecimiento (Ndegwa *et al.*, 2000; Hashemimajd *et al.*, 2004). Según Raviv *et al.* (2004, 2005), las compostas se usan como sustrato debido a su bajo costo, sustituyen al musgo y suprimen varias enfermedades presentes en el suelo.

Importancia del Uso de Fertilizante Orgánico

El desarrollo de la agricultura ecológica en México ha sido sorprendente; surgió desde la década de los años ochenta en solo algunos lugares y en pocos años se ha extendido a muchos otros, multiplicando su superficie e incursionando cada vez más en nuevos productos, constituyéndose en una opción económicamente viable para miles de productores campesinos e indígenas de escasos recursos. La agricultura orgánica en México representa ya un lugar muy importante ya que cubre más de 50,000 hectáreas certificadas bajo un esquema de producción sustentable y genera más de 47 millones de dólares en divisas, propiciando la revalorización de la agricultura tradicional, la generación de empleos y mayores ingresos, principalmente para la producción de hortalizas orgánicas (Moreno *et al.*, 2009).

Ventajas de la Producción Orgánica

- 1.- Mayores precios por sus productos.
- 2.- Conserva y mejora el recurso agua y suelo.
- 3.- Produce alimentos sanos para el mercado.
- 4.- Se trabaja en un ambiente sano sin peligro de intoxicaciones y enfermedades ocasionadas por agroquímicos.

Fertilizante orgánico Organolid®

Es un producto resultado de un proceso biológico dinámico en el cual al descomponerse la materia orgánica se tiene la seguridad de contar con el abono libre de bacterias, hongos y nematodos fitopatógenos; además de no contener insectos, plaga y semilla de maleza.

Organolid® es un producto resultado de un proceso biológico dinámico en el cual al descomponerse la materia orgánica se tiene con la seguridad de contar con el abono libre de bacterias, hongos y nematodos fitopatógenos.

Beneficios

- Provee materia orgánica, humus y microorganismos benéficos al suelo.
- Proporciona y aumenta la disponibilidad de nitrógeno, fósforo y potasio.
- Hace accesibles y solubles los elementos menores o micronutrientes.
- Aumenta la calidad del suelo, vitalizándolo y haciéndolo fértil y productivo.
- Mejora las condiciones físicas del suelo:
 - Modifica su estructura.
 - Aumenta los niveles de aireación.
 - Aumenta la porosidad.
 - Aumenta la capacidad de retención de agua.
 - Aumenta la penetración de agua
- Actúa como agente amortiguador (buffer), contrarrestando los cambios abruptos de pH del suelo cuando se aplican materiales ácidos o alcalinos.

Organolid® aporta nutrientes directamente asimilables para que sean absorbidos por las raíces y mejora el ambiente bioquímico del suelo (cuadro1).

Cuadro 1. Nutrientes y elementos que aporta el organolid®.

Contenido	%
Materia Orgánica	58.30
Ácido húmico	6.13
Ácido fúlvico	4.80
Elementos Nutritivos	
Nitrógeno total (N)	3.06
Nitrato soluble (NO ₃)	0.14
Fósforo total (P)	0.57
Fosfato total (P ₂ O ₅)	1.31
Fosfato soluble (PO ₄)	0.67
Potasio (K)	3.12
Potasa (K ₂ O)	3.76
Sodio (Na)	0.94
Calcio (Ca)	5.83
Magnesio(Mg)	1.22
Zinc (Zn)	361 ppm
Fierro (Fe)	3600 ppm
Manganeso (Mn)	200 ppm
Cobre (Cu)	72 ppm
Boro (B)	58 ppm
Azufre (S)	307 ppm

Forma de aplicación y dosis de Organolid® para diferentes cultivos que se describen en el cuadro 2.

Cuadro 2. Cultivos con dosis de aplicación de Organolid®.

CULTIVO	DOSIS	FORMA DE APLICACIÓN
Cucurbitáceas	2-3 ton/ha	Aplicar al surco en presiembra o durante la siembra.
Gramíneas	3-5 ton/ha	
Solanáceas	2.5-3 ton/ha	Adicionar al surco antes o después del trasplante.
Frutales	1 L/pulgada de diámetro de tallo	Suministrar en el área de goteo.
Ornamentales	1 L/pulgada de diámetro de tallo	
Arbustos	0.5 L/pulgada de diámetro de tallo	
Plantas herbáceas	100 mL/planta	Agregar a 20 cm de distancia de la planta.
Césped	3 L/m ²	En fertilización: esparcir al voleo.
	15 L/m ²	En arroke: dispersar al voleo una lámina de aproximadamente 1.5 cm de espesor.

Sustrato

Un sustrato es todo material sólido distinto del suelo, natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, que, colocado en un contenedor, en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radicular de la planta,

desempeñando, por tanto, un papel de soporte para la planta. El sustrato puede intervenir o no en el complejo proceso de la nutrición mineral de la planta (INFOAGRO 2014).

Perlita

Material obtenido como consecuencia de un tratamiento térmico a unos 1.000-1.200 °C de una roca silíceo volcánica del grupo de las riolitas. Se presenta en partículas blancas cuyas dimensiones varían entre 1,5 y 6 mm, con una densidad baja, en general inferior a los 100 kg/m³. Posee una capacidad de retención de agua de hasta cinco veces su peso y una elevada porosidad; su C.I.C. es prácticamente nula (1,5-2,5 meq/100 g); su durabilidad está limitada al tipo de cultivo, pudiendo llegar a los 5-6 años. Su pH está cercano a la neutralidad (7-7,5) y se utiliza a veces, mezclada con otros sustratos como turba, arena, etc. (INFOAGRO 2014).

Solución Steiner

La SN consiste en agua con oxígeno y los nutrimentos esenciales en forma iónica. Algunos compuestos orgánicos como los quelatos de hierro forman parte de la SN (Steiner, 1968). Para que la SN tenga disponibles los nutrimentos que contiene, debe ser una solución verdadera, todos los iones se deben encontrar disueltos. La pérdida por precipitación de una o varias formas iónicas de los nutrimentos puede ocasionar su deficiencia en la

planta. Además, de este problema se genera un desbalance en la relación mutua entre los iones (Steiner, 1961).

Calidad de fruto de tomate

En el ámbito hortofrutícola el concepto de calidad, en general, es muy importante, amplio, complejo y subjetivo. Desde un punto de vista práctico o comercial podemos entender a la calidad como “Un conjunto de propiedades y características de un producto, bien o servicio, que le confiere la aptitud para satisfacer necesidades declaradas de los usuarios” (Corrales, 2005).

La calidad de los productos hortofrutícolas consideran, entre otros atributos, necesidades implícitas (salud, valor nutritivo, inocuidad y la información básica al consumidor) y explícitas (relacionadas a la satisfacción: a qué huele, a qué sabe, entre otros) dentro del contexto de satisfacer necesidades de alimentos. Y por otro lado en la comodidad, facilidad y economía de tiempo que se tiene al consumir determinado producto (Corrales, 2005).

La calidad del tomate fresco es un aspecto importante en la comercialización, característica que se conjuga con la cantidad y el servicio. Para el consumidor, la calidad del tomate viene determinada por los atributos como su apariencia externa, el sabor y características nutritivas (González *et al.*, 2004).

Peso fresco del fruto

Arancon *et al.* (2004b), quienes aplicaron vermicompost a un campo de fresas y se aumentó significativamente el contenido de citocininas, las cuales junto con las auxinas presentes en semillas inmaduras de frutos jóvenes, influyen en la regulación de la división y alargamiento celular, y por lo tanto inductores del crecimiento y peso del fruto.

Mientras tanto, Gordillo, (2006) evaluando genotipos de *Physalis ixocarpa* Brot, encontró diferencias altamente significativas entre genotipos, en el cual, la comparación de medias encontró que el genotipo 7 (Sel-20) fue estadísticamente superior (con 41 g) de peso de fruto al resto de los genotipos, y que el genotipo que presentó el peso más bajo que fue el 11 (Sel-Cerro Gordo).

Por otro lado, Chesney *et al.* (2000), estudió el comportamiento agronómico del tomate (*Lycopersicon esculentum*) en un sistema agroforestal con soportes vivos de *Erythrina poeppigiana* y *Gliricidia sepium* en Turrialba, Costa Rica. Con el soporte vivo de *E. poeppigiana*, la biomasa aérea de tomate (31 g MS /planta), el rendimiento de frutos (332 g MF/ planta), la concentración de N total en la materia seca del pecíolo (3.6%) y la concentración de nutrientes en la materia seca del fruto [K(4.3%), P(0.4%), N(2.9%)] fueron superiores a los valores obtenidos con *G. sepium* o el control (soporte muerto). Con soportes de *G. sepium*, el ataque de *Pseudomonas solanacearum* causó 13% de mortalidad y 10% de pérdida de rendimiento de

frutos. Con soportes *E. poeppigiana*, la enfermedad más importante fue *Phytophthora infestans*, que causó un 16% de pérdida en el rendimiento de frutos. Se concluye que el soporte de *E. poeppigiana* tiene mayor potencial para la producción de tomate en un sistema que no incluye agroquímicos.

El peso del fruto es un parámetro básico de calidad del fruto y es utilizado para evaluar la pérdida de peso durante el almacenamiento (Ladaniya, 2008).

Peso seco del fruto

Campos (2007) en su trabajo de investigación de Efecto del secado parcial de la raíz en el crecimiento, intercambio de gases y rendimiento del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Reporta para una biomasa seca de fruto en cuatro tratamientos (Testigo, SPR 90-30, SPR 70-30 y SPR 50-30) valores de 153.7, 114.2, 110.7 y 114.6 g m² en comparación con riego convencional, en términos de intercambio de gases, relaciones hídricas, crecimiento, ajuste osmótico, rendimiento, calidad del fruto.

Por lo tanto De Koning (1989) Marcelis (1992) y Challa & Heuvelink (1993) citan que el peso acumulado de todos los frutos parece mantener una relación lineal con el peso total de la planta; sin embargo, la distribución

momentánea del incremento de la materia seca entre los frutos y las partes vegetativas pueden cambiar de manera cíclica.

Diámetro polar y ecuatorial del fruto

El diámetro ecuatorial y polar es un factor importante, ya que refleja el tamaño y calidad del fruto y entre los factores que contribuyen significativamente al incremento en volumen de los frutos se encuentran los reguladores de crecimiento como las giberelinas, responsables de la expansión celular (García *et al.*, 1997).

Márquez (2008) en su trabajo de investigación no presentó diferencia significativa para las siguientes variables: diámetro polar y ecuatorial, sólidos solubles y número de lóculos, con medias, respectivamente de 5.40 y 6.62 cm, 4.04 °Brix y 4 lóculos.

Firmeza

Casierra (2010) al realizar un trabajo evaluando diferentes genotipos de tomate al determinar la firmeza encontró valores desde 4.1 N/mm (JCPRV-70) hasta 7.7 N/mm en el híbrido comercial de tomate tipo cherry (H-790). El genotipo nativo con mayor resistencia a la penetración (JCPRV-05) presentó 6.23 N/mm lo que significó 19.5 % menos firmeza que H-790. Batu (2004) señaló que los frutos de tomate deben tener 1.45 N/mm como mínimo de firmeza para ser comercializados.

La firmeza de los frutos de tomate es uno de los componentes importantes para el procesamiento y empaquetado de frutos frescos. Es afectada de manera importante por diversos factores ambientales como la nutrición y exceso de nitratos, la interacción entre la cantidad de agua y el contenido de calcio en el fruto (Taylor *et al.*, 2002).

La reducción de la firmeza en los frutos de tomate es una consecuencia de la actividad de la enzima poligalacturonasa sobre las pectinas y paredes celulares, ocasionando cambios en los tejidos que provocan el ablandamiento del fruto. Esta enzima aparece progresivamente en el proceso de maduración mientras que en los frutos verdes no existe (Riquelme, 1995; González *et al.*, 2004). La firmeza del fruto de tomate también se ve afectada por la transpiración, la cual ocasiona que éste pierda agua y al no tener una fuente de suministro (planta madre) pierde turgencia y firmeza (Arias *et al.*, 2000; Villarreal *et al.*, 2002).

Cantwel (2004) menciona que la mayor resistencia que ha puesto el tomate es de 1.8 kg·cm².

pH

Es la medida de acidez o alcalinidad de un fruto y se mide con un potenciómetro. Al respecto Artes (2004) considera que para tener un aroma y

un sabor óptimo, los tomates deben tener un pH de 4 a 5, además Baldwin *et al.* (1998) consideran que la relación entre el SST (sólidos solubles totales) y la acidez es un buen indicador para el sabor y el aroma de los tomates.

Existe una correlación lineal y negativa entre el pH y el contenido de ácidos en el fruto de tomate, ésta puede observarse al analizar los ácidos constituyentes de varios tipos de tomate y tejidos del fruto (Rezende *et al.*, 2000). Esto significa que cuando los ácidos orgánicos decrecen hasta un 25 %, el valor de pH aumenta, lo que pone de manifiesto esta correlación inversa con la acidez titulable. Por otra parte, el incremento en la salinidad y el amonio disminuye el pH en el jugo de tomate (Flores *et al.*, 2003).

Sólidos solubles (Grados °Brix)

Se le conoce como grados °Brix, a las sustancias solubles en agua que reflejan un alto porcentaje de la calidad de sólidos totales que contienen los frutos; un valor mayor o igual a 4,0 en tomate se considera bueno. Además existe una correlación directa entre sólidos solubles y firmeza, a mayor concentración de éstos es mayor la firmeza.

Se refiere al contenido de sólidos solubles, al respecto Aguayo y Artés (2004) consideran que para tener un aroma y un sabor óptimos, los tomates deben tener un contenido en sólidos solubles (SS) de entre 4 y 6 °Brix, ya que es una característica química que representa el contenido de azúcar

determinado en el jugo de la fruta. Por otro lado Casierra-Posada *et al.*, (2010) afirman que los frutos expuestos relativamente a una iluminación intensa tienden a ser más dulces, que los frutos que crecen a la sombra. Mientras tanto Alemán (2010) reporto un valor ligeramente mayor o igual 4 °brix en tomate lo cual es considerado como adecuado.

Terry (2005) al realizar un trabajo experimental en el cultivo de tomate al combinar diferentes microorganismos obtuvo los siguientes resultado respecto al porcentaje de grados brix *G. clarum-A. brasilense* + 90 kg N.ha-1+Biostan (IF) 5.17 % (T3) 5.12 % (T4) 5.21 % mientras que en el testigo fue de 2.29% en las característica bromatológica del cultivo de tomate.

Acosta (2003), quien evaluando tomate en invernadero no encontró diferencia significativa entre los tratamientos y determinó con valor de 4 grados Brix° en todos los tratamientos.

Zarate (2002), evaluó tomate en invernadero con vermicomposta y encontró diferencias altamente significativas, el tratamiento con más grados Brix° fue el T4 (50% vermicomposta de estiércol de cabra con paja de alfalfa + Zacate chino) con 5.6 grados Brix°.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del área experimental

El presente trabajo se llevó en el invernadero del Departamento de Ciencias de Suelo de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), ubicada en Buenavista, al sur de Saltillo, Estado de Coahuila, México. Situada entre las coordenadas 25° 23' 42" de la latitud norte y 100° 50' 75" de longitud oeste, así también a una altitud de 1742 msnm.

Tipo de invernadero

El tipo de invernadero es semicircular, con estructura metálica, cubierto con plástico transparente, tiene un ventilador eléctrico como sistema de enfriamiento, así mismo se colocó 2 calentadores eléctricos como sistema de calentamiento.

Tipo de sustrato

El sustrato que se utilizó en este trabajo de investigación desde la siembra hasta su trasplante fue peat Most® y perlita (1:1) que fue colocado dentro de macetas de 20 L de capacidad.

Material Vegetativo

El material utilizado en esta investigación fue jitomate tipo saladette de crecimiento determinado, variedad Rio Grande.

Descripción de tratamientos

Se evaluaron 4 tratamientos, con 3 repeticiones y 3 plantas para cada repetición. Los cuales se describen en el cuadro 3, bajo un diseño de bloques completos al azar.

Cuadro 3. Descripción de los tratamientos.

Tratamientos	Material	Dosis (Ton /ha)
T1	TESTIGO	0
T2	ORGANOLID®	1
T3	ORGANOLID®	2
T4	ORGANOLID®	3

Establecimiento del experimento

Los tratamientos fueron establecidos en macetas de plásticos, teniendo un total de 108 macetas.

Producción de plántulas

La siembra se realizó el 16 de julio del 2012 en charolas de poliestireno de 200 cavidades, se utilizó peat Most® y perlita (1:1) como sustrato.

Trasplante

El trasplante de plántulas se realizó en bolsas de plástico de color negro el día 30 de agosto del 2012, se realizó de forma manual colocando una plántula en cada bolsa ,cubriendo hasta el cepellón, el sustrato que se utilizó fue una mezcla de peat Most® y perlita (1:1).

Fertilización

La fertilización se hizo manualmente utilizando las dosis recomendadas del fertilizante orgánico Organolid® (cuadro 3), se incorporó al momento de realizar el trasplante, solo se realizó una aplicación. Al realizar el trasplante se aplicó una fertilización foliar, y se aplicó el producto FertiPlus® al comienzo de la floración se aplicó FertiDrip® 12-45-12 ambos productos fueron de aspersión foliar.

Riego

La primer semana de trasplante se realizó un riego pesado, posteriormente se regaba a cada 2 días. Cabe mencionar que no se realizó análisis de agua para contabilizar los nutrientes solubles en la misma. Así mismo la segunda semana de trasplante se empezó aplicar la solución STEINER (cuadro 4) a diferentes concentraciones que fueron al 25 %, 50 % y 100 %, los riegos eran manualmente de 3 a 4 riegos según el requerimiento por semana.

Cuadro 4. Las sales que deben usar y las cantidades de cada sal se mencionan a continuación para 100L de agua.

Sales	Gramos en 100 litros de agua
Nitrato de Calcio	98.918
Sulfato de Magnesio (Sal de Epsom)	49.494
Nitrato de Potasio	9.126
Dihidrógeno Fosfato de Potasio (KH ₂ PO ₄)	13.608
Sulfato de Potasio	45.132
Quelato de hierro (EDTA)	3.0
Sulfato de Manganeso	0.19
Ácido Bórico en polvo	0.251
Sulfato de zinc	0.0300
Sulfato de cobre	0.0070
Molibdato de Sodio	0.0012

Steiner, A.A. 1961. A universal method for preparing nutrient solutions of a certain desired composition. Plant Soil. 15:134-154.

Manejo del cultivo

Poda

Para este trabajo de investigación se realizaron los siguientes tipos de podas:

- La poda aun tallo (eliminando los brotes laterales) se realizó cuando estos tenían de 3 a 5 cm.

- Deshoje, se eliminaron las hojas inferiores senescentes y/o enfermas por debajo del último racimo que se van cosechando.
- En invierno la baja luminosidad es un factor que limita el rendimiento. La práctica de deshoje puede maximizar la captación de luz, mejorando la cantidad y calidad de la fruta.

Tutoreo

Se utilizó rafia, anillos colocados cada 30 cm.

Control de plagas

Las plagas que se presentaron fueron la mosquita blanca (*Bemisia tabaci*) y paratrioza (*Bactericera cockerelli*); para controlar estas plagas se utilizaron los siguientes productos que fueron agromet y pounce.

Control de enfermedades

En este trabajo experimental la enfermedad que se presentó fue *clavibacter michiganensis* la cual apareció en una etapa tardía, el producto que se aplicó para su control fue Agrimiq, la aplicación fue foliar con la ayuda de un atomizador de capacidad de 2 litros.

Cosecha

La cosecha se llevó a cabo en el mes de diciembre se cosecho cada semana, se realizaron 2 cortes, la cosecha se realizó cuando el fruto presentaba cambio de color verde a rojo. Los frutos cosechados eran colocados en bolsas de plástico previamente etiquetado con el número de tratamiento y número de repetición para evaluar posteriormente las variables de calidad. Las cosechas fueron realizadas en las mañanas.

Variables evaluadas

Las variables evaluadas fueron las siguientes:

Peso fresco del fruto

De cada repetición se tomaron 4 frutos de tomate y se pesaron en la balanza analítica marca AND HR-200, el peso se registraban en la libreta para hacer los cálculos correspondientes.

Peso seco del fruto

En esta variable se tomó un tomate por cada tratamiento y repetición y se procedió a cortarlo en pequeños trozos, las muestras se colocaron en papel estraza, para que se pudieran secar, y se colocó en la estufa a 60°C

durante 1 día, después la muestra seca se pesó en la balanza analítica marca AND HR-200, los pesos se registraban en una libreta.

Firmeza

Para este variable se utilizó un penetrómetro Modelo EFFEGI marca (Frut Pressure Tester) equipado con un manómetro de fuerza de 0 a 13 Kg FT-327, y puntilla de 8 mm de diámetro, para esto se retiró la cutícula de cada fruto en dos puntos opuestos de la parte del ecuador del fruto, se introdujo la puntilla de un solo impulso para medir la fuerza necesaria para penetrar 1 cm del tejido de la pulpa del fruto de tomate, se tomaron dos lecturas por fruto y se reportaron en (Kg/cm²). La estimación de la firmeza es importante en la evaluación de la susceptibilidad de la fruta a daños físicos o mecánicos o manejo de poscosecha.

$$\text{Área de la puntilla} = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{(3.1416)(0.8\text{cm})^2}{4} = 0.502656 \text{ cm}^2$$

$$\text{Área de 1 cm} = \frac{(1 \text{ cm})(0.502656 \text{ cm}^2)}{0.8\text{cm}} = 0.62832 \text{ cm}^2$$

$$\text{Firmeza de fruto en Kg/cm}^2 = \frac{(\text{ACM})(\text{LP})}{(\text{AP})}$$

Dónde:

ACM= Área de 1cm

LP= Lectura del Penetrómetro directo

AP= Área de la puntilla

Sólidos solubles

Para la determinación de esta variable se utilizó un refractómetro Atago y expresada en (°Brix), se tomaron tres frutos al azar de cada planta, de cada tratamiento y en cada una de las tres repeticiones. Se cortó el fruto a la mitad y se colocó una gota sobre la superficie del prisma, se cerró la cubierta del prisma y se apuntó el refractómetro hacia una fuente de luz, se observa un campo circular a través de una mirilla que tiene una escala vertical, con el líquido en el prisma, el campo se divide en dos porciones: clara y oscura. El punto, en el cual la línea de marcación entre estas dos porciones cruza la escala vertical, da la lectura de °Brix o el porcentaje (%) estimado de SST.

pH

Para medir esta variable se cortaron los tomates en pequeñas partes y se colocaron 10 g en un vaso de precipitado que contenía 20 ml de agua destilada, posteriormente se llevó para un agitador de marca LABE-LINE 3520, por un tiempo de 1 hora para que la muestra se homogenizara, cuando la muestra se encontraba lista se realizó la lectura con el potenciómetro Modelo Corning pH meter 320 y se registraron los datos obtenidos.

Diámetro polar y ecuatorial del fruto

Para esta variable se midió la longitud y diámetro con un vernier digital marca CALIPER DIGITAL 150 mm 6 Pulgadas, se utilizaron tres tomates al azar de cada muestra registrada por tratamiento, esto se realizó en cada una de las cosecha.

Análisis de datos

Los datos se analizaron con el modelo de bloques completos al azar, en el software estadístico de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, versión 25.

El modelo estadístico lineal fue:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \epsilon_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = variable respuesta de la j-esima repetición del i-esimo tratamiento

μ = Efecto de la media

T_i = Efecto del i-ésimo tratamiento

ϵ_{ij} = Efecto del i-ésimo tratamiento y la j-ésima repetición del error experimental

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el análisis de varianza (ANVA) para peso fresco del fruto, se encontró diferencia significativa ($P \leq 0.05$) entre los tratamientos (cuadro 5). Mientras tanto al realizar el análisis de comparación de medias de los tratamientos de peso fresco del fruto, se encontró que el tratamiento 1, 2 y 3 son estadísticamente iguales, aunque el tratamiento 2 (1 Ton/ha) y el testigo químico (Cuadro 6) produjeron el mismo peso fresco (41.35 y 41.01 g). Mientras tanto, Gordillo, (2006) evaluando genotipos de *Physalis ixocarpa* Brot, encontró medias del genotipo 7 (Sel-20) que fue estadísticamente superior (con 41 g) de peso de fruto al resto de los genotipos, donde se observa que coincide con el experimento realizado ya que tenemos medias de 41.35 g de peso de fruto. La tendencia según Chesney *et al.* (2000) es el incremento de masa fresca de frutos/planta al estudiar el comportamiento agronómico del tomate (*Lycopersicon esculentum*) en un sistema agroforestal con soportes vivos de *Erythrina poeppigiana* y *Gliricidia*. Ladaniya, (2008), menciona que el peso del fruto es un parámetro básico de calidad del fruto y es utilizado para evaluar la pérdida de peso durante el almacenamiento.

Para la variable de peso seco del fruto se encontró diferencia altamente significativa ($P \leq 0.01$) entre los tratamientos, (Cuadro 5). En la prueba de comparación de medias del cuadro 6, se puede observar que el tratamiento 2 (1 Ton/ha) obtuvo un valor de 3.61 g, mientras que el testigo un valor 3.32 g, aunque son estadísticamente iguales ambos tratamientos. Sin

embargo el tratamiento 3 (2 Ton/ha) y 4 (3 Ton/ha), presentaron el menor peso seco del fruto, aunque Campos (2007) reporta para una biomasa seca de fruto en cuatro tratamientos (Testigo, SPR 90-30, SPR 70-30 y SPR 50-30) valores de 153.7, 114.2, 110.7 y 114.6 g m⁻². y al calcular los resultados en las mismas unidades en el experimento, sería mayor a los resultados que el obtuvo, Campos. Mientras tanto De Koning (1989) Marcelis (1992) y Challa & Heuvelink (1993) citan que el peso acumulado de todos los frutos parece mantener una relación lineal con el peso total de la planta.

Cuadro 5. Cuadrados medios del análisis de varianza de la variable de calidad de peso fresco y peso seco del fruto de tomate de la variedad Rio Grande en dos cortes. Invernadero de la UAAAN. Ciclo 2012.

FV	GL	PFFR		PSFR	
		CM	FC	CM	FC
Tratamientos	3	18.52	6.06*	0.31	13.53**
Bloques	2	3.14	1.03NS	0.03	1.5NS
Error	6	3.05		0.02	
CV (%)	11				

*=Significativo ($P \leq 0.05$); **=Altamente Significativo ($P \leq 0.01$); NS=No Significativo ($P > 0.05$); FV=Fuente de Variación; GL= Grados de Libertad; CV= Coeficiente de Variación; FC =F calculada; PFFR=Peso Fresco del Fruto; PSFR= Peso Seco del Fruto.

Cuadro 6. Prueba de comparación de medias de Tukey ($P \leq 0.05$) para peso fresco y peso seco del fruto de tomate variedad Rio Grande, en dos cortes. Invernadero de la UAAAN. Ciclo 2012.

Tratamientos	PFFR (g)	PSFR (g)
1	41.01 a	3.32 ab
2	41.35 a	3.64 a
3	39.90 ab	3.06 b
4	35.94 b	2.90 b

Medias con las mismas letra en las columnas, son estadísticamente iguales; PFFR=Peso Fresco del Fruto; PSFR= Peso Seco del Fruto.

En el análisis de varianza (ANVA) para firmeza, se observa que existe una diferencia altamente significativa ($P \leq 0.01$) entre los tratamientos, (cuadro 7). En la prueba de comparación de medias (cuadro 8), para la variable de firmeza se observa que el tratamiento 4 (3Ton/ha), 3 (2 Ton/ha) y 2 (1 Ton/ha) son estadísticamente iguales superando en 33.81 %, 30.34 % y 10.69 % respectivamente en relación al testigo, Según Cantwel (2004) dice que la mayor resistencia que ha puesto el tomate es de $1.8 \text{ kg}\cdot\text{cm}^2$. Por lo que se observa que los tratamientos se encuentran en un rango muy superior a lo normal esto pudo deberse a que los tomates evaluados tenían un tamaño menor. Ya que la firmeza de los frutos de tomate es uno de los componentes importantes para el procesamiento y empaqueo de frutos frescos. (Taylor *et al.*, 2002).

En cuanto para la variable de °Brix del fruto se encontró diferencia altamente significativa ($P \leq 0.01$) entre los tratamientos, (Cuadro 7). Mientras tanto para la comparación de medias de la variable de sólidos solubles (cuadro 8), se observa que el tratamiento que presentó mayor cantidad de sólidos solubles fue el tratamiento 4 (3 Ton/ha) con una media de 6.91 mientras que el testigo presentó 6.15, aunque estos son estadísticamente iguales, sin embargo Aguayo y Artés (2004) consideran que para tener un aroma y un sabor óptimos, los tomates deben tener un contenido en sólidos solubles (SS) de entre 4 y 6 °Brix, ya que es una característica química que representa el contenido de azúcar determinado en el jugo de la fruta, entonces podemos decir que según el trabajo que realizó Aguayo y Artes

(2004), se puede mencionar que los tratamientos orgánicos con las dosis 2 (1 Ton/ha) y 3 (2 Ton/ha) generaron frutos de mejor calidad en cuanto a contenido de sólidos solubles ya que se obtuvo valores de 5.43 y 5.63 °Brix. Por otro lado Casierra-Posada *et al.*, (2010) afirman que los frutos expuestos relativamente a una iluminación intensa tienden a ser más dulces, que los frutos que crecen a la sombra.

Cuadro 7. Cuadrados medios del análisis de varianza de la variable de calidad de firmeza y sólidos solubles (°Brix) de tomate de la variedad Rio Grande en dos cortes. Invernadero de la UAAAN. Ciclo 2012.

FV	GL	FR		°Brix	
		CM	FC	CM	FC
Tratamientos	3	0.92	9.94**	1.31	17.24**
Bloques	2	0.01	0.17NS	0.15	2.01NS
Error	6	0.09		0.07	
CV (%)	11				

*=Significativo ($P \leq 0.05$); **=Altamente Significativo ($P \leq 0.01$); NS=No Significativo ($P > 0.05$); FV=Fuente de Variación; GL= Grados de Libertad; CV= Coeficiente de Variación; FC =F calculada; FR=Firmeza; °Brix= Sólidos Solubles.

Cuadro 8. Prueba de comparación de medias de Tukey ($P \leq 0.05$) para firmeza (FR) y sólidos solubles totales (°Brix) del fruto de tomate variedad Rio Grande en dos cortes. Invernadero en la UAAAN. Ciclo 2012.

Tratamientos	FR (Kg/cm ²)	SST(°Brix)
1	3.46 b	6.15 ab
2	3.83 ab	5.43 b
3	4.51 a	5.63 b
4	4.63 a	6.91 a

Medias con las mismas letra en las columnas, son estadísticamente iguales; FR=Firmeza; °Brix= Solidos Solubles.

En el análisis de varianza (ANVA) diámetro polar, se observa que no existe una diferencia entre los tratamientos (cuadro 9). Al realizar la prueba de comparación de medias (cuadro 10), se observa que no hubo diferencia significativa. Mientras que el tratamiento 2 (1Ton/ha) registró el mayor diámetro polar obteniendo una media de 49.14 mm mientras que el testigo presentó 48.79 mm. Estos resultados coinciden con el que obtuvo Márquez (2008) quien utilizó el genotipo Bosky aplicando mezclas entre compostas, micorrizas y vermicomposta, a diferentes niveles, bajo condiciones de invernadero, donde no encontró diferencia significativa para diámetro polar, encontrando medias de 6.62 cm. Por lo tanto, los resultados obtenidos en este experimento y en el de Márquez son similares por que no influyen en esta variable.

Los cuadrados medios del ANVA para diámetro ecuatorial del fruto se encontró diferencia altamente significativa ($P \leq 0.01$) entre los tratamientos, (cuadro 9). En la prueba de comparación de medias, se puede observar en el cuadro 10, que el tratamiento 3 (2 Ton/ha), presentó el valor más alto con una media de 40.86 mm, con respecto al testigo obtuvo una media de 39.63 mm, aunque cabe mencionar que los tratamientos 1, 2 y 3 son estadísticamente iguales, mientras que el tratamiento 4(3 Ton/ha) obtuvo el menor valor presentando 34.89 mm, lo cual indica que esta dosis perjudica el diámetro ecuatorial. Estos resultados difieren con lo que obtuvo Márquez (2008) quien utilizó el genotipo Bosky aplicando mezclas entre compostas, micorrizas y vermicomposta, a diferentes niveles, bajo condiciones de

invernadero, y el no encontró diferencia significativa para diámetro ecuatorial, y alcanzaron un valor de 5.40 cm, mientras que en este trabajo de investigación se encontró diferencias altamente significativas, aunque los tomates obtenidos fueron de menor tamaño.

Cuadro 9. Cuadrados medios del análisis de varianza de la variable de calidad diámetro polar y ecuatorial del fruto de tomate de la variedad Rio Grande en dos cortes. Invernadero de la UAAAN. Ciclo 2012.

FV	GL	DPF		DEF	
		CM	FC	CM	FC
Tratamientos	3	6.38	2.24NS	19.90	12.19**
Bloques	2	0.07	0.02NS	0.55	0.33NS
Error	6	2.84		1.63	
CV (%)	11				

*=Significativo ($P \leq 0.05$); **=Altamente Significativo ($P \leq 0.01$); NS=No Significativo ($P > 0.05$); FV=Fuente de Variación; GL= Grados de Libertad; CV= Coeficiente de Variación; FC =F calculada; DPF=Diámetro Polar del Fruto; DEF= Diámetro Ecuatorial del Fruto.

Cuadro 10. Prueba de comparación de medias de Tukey ($P \leq 0.05$) para diámetro polar (DP) y diámetro ecuatorial (DE) del fruto de tomate variedad Rio Grande en dos cortes. Invernadero en la UAAAN. Ciclo 2012.

Tratamientos	DP (mm)	DE (mm)
1	48.79	39.63 a
2	49.14	38.28 ab
3	48.71	40.86 a
4	45.99	34.89 b

Medias con las mismas letra en las columnas, son estadísticamente iguales; DP=Diámetro Polar; DE= Diámetro Ecuatorial.

En el análisis de varianza (ANVA) para pH, se observa que existe una diferencia altamente significativa ($P \leq 0.01$) entre los tratamientos, (cuadro 11). En la prueba de comparación de medias (cuadro 12), para la variable de

pH se observa que el tratamiento 1 (Testigo) y 2 (1 Ton/ha) presentan el mayor pH obteniendo 4.58 y 4.48, cabe mencionar que son estadísticamente iguales, mientras tanto el tratamiento 3 (2 Ton/ha) presentó el menor valor obteniendo una media de 4.27, aunque los resultados se encuentran en el rango de calidad. Según Artes (2004) considera que para tener un aroma y un sabor óptimo, los tomates deben tener un pH de 4 a 5.

Cuadro 11. Cuadrados medios del análisis de varianza de la variable de calidad de (pH) potencial hidrogeno del fruto de tomate de la variedad Rio Grande en dos cortes. Invernadero de la UAAAN. Ciclo 2012.

FV	GL	pH	
		CM	FC
Tratamientos	3	0.050	16.26**
Bloques	2	0.008	2.61NS
Error	6	0.003	
CV (%)	11		

*=Significativo ($P \leq 0.05$); **=Altamente Significativo ($P \leq 0.01$); NS=No Significativo ($P > 0.05$); FV=Fuente de Variación; GL= Grados de Libertad; CV= Coeficiente de Variación; FC =F calculada; pH=Potencial Hidrogeno.

Cuadro 12. Prueba de comparación de medias de Tukey ($P \leq 0.05$) para potencial hidrogeno (pH) del fruto de tomate variedad Rio Grande en dos cortes. Invernadero en la UAAAN. Ciclo 2012.

Tratamientos	pH
1	4.58 a
2	4.27 c
3	4.48 ab
4	4.42 bc

Medias con las mismas letra en las columnas, son estadísticamente iguales; pH=Potencial Hidrogeno.

CONCLUSIÓN

La aplicación de organolid® a dosis de 1 Ton/ha en variables de calidad de tomate, aumentó la firmeza y sólidos solubles.

RECOMENDACIÓN

El organolid® es una fuente alternativa para la nutrición de cultivos hortícolas como una fertilización orgánica para el cultivo de tomate, ya que influye en las variables de calidad para incrementar la vida de anaquel y el contenido de azúcares.

LITERATURA CITADA

- Acosta, B. B. 2003. Producción orgánica de hortalizas con vermicomposta bajo condiciones de invernadero en la comarca lagunera. Tesis de Licenciatura. UAAAN-UL, Torreón, Coahuila, México.
- Aguayo, E., y A. F. 2004. Elaboración del tomate mínimamente procesado en fresco. Compendios de Horticultura, 15. 1ª Edición. Ediciones de Horticultura S.L. Reus (España). 9(1):59-65.
- Arancon, NQ., E. C. Bierman. P., Welch C, Metzger JD, 2004b. Influences of vermicomposts on field strawberries: 1. effects on growth and yields. Bioresource. Technol, 93: 145-153.
- Baldwin, E.A., J.W. Scott., T.M.M. Malundo., R.L. Shewfelt., y K.S. Tandom. 1998. Relationship between sensory and instrumental analysis for tomato flavor. J.Amer. Soc. Hort. Sci., 123 (5): 900-915.
- Alemán, B. M., Robledo, T. V., Benavides, M. A., Mendoza, V.R., Sandoval, R. 2010. Respuesta de la calidad de fruto de tomate a la aplicación de silicio. Memorias del XXII semana internacional de agronomía. Gómez Palacio, Durango, México.
- Arias, R., Lee, T. C., Specca, D., Janes, H. 2000. Quality comparison of hydroponic tomatoes (*Lycopersicon esculentum*) ripened on and off vine. Journal of Food Science 65(3):545-548.
- Campos, H. G. 2007. Efecto del secado parcial de la raíz en el crecimiento, intercambio de gases y rendimiento del tomate (*Lycopersicum esculentum Mill*). Montecillos, México 92 p.
- Cantwell, M. 2004. Fresh market tomato statewide uniform variety trial report field and postharvest evaluations south Joaquin Valley. UCCE.
- Casaca, D. 2005. Documento técnico. Guías tecnológicas de frutas y vegetales. P. 3.
- Casierra, P.F., Álvarez J.O., Luque S. N, 2010. Calidad de frutos en tomate (*Solanum lycopersicum L.*) producidos bajo coberturas reflectiva y plástica. Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas 4(1):67-80.
- Challa, H.; 1993. Heuvelink, E. Economic evaluation of crop photosynthesis. Acta Horticulturae, v.328, p.219-228, Challa, H.; Heuvelink, E.; Van Meeteren, U. Crop growth and development. Long-term responses. Crop growth. In: Bakker, J.C.; Bot, G.P.A.; Challa, H.

- Chesney, P.E., Schlonvoigt, A. and Kass, D. 2000. Producción de tomate con soportes vivos en Turrialba, Costa Rica. *Agroforestería en las Américas (CATIE)*. 7(26): 57-60.
- Comisión Veracruzana, C, A. 2010. Monografía del Tomate. Estado de Veracruz. p. 4.
- Corrales, G., J. 2005. Calidad: concepto amplio, indicadores e importancia de su acreditación en la mundialización del comercio de productos hortofrutícolas. V Congreso Internacional. Red de Investigación Socioeconómica sobre Hortalizas, Frutas y Flores. Artículo en extenso. 17 p.
- De Koning, A.N.M. 1989 The effect of temperature on fruit growth and fruit load of tomato. *Acta Horticulturae*, v.248, p.329-336.
- Escalona, C., Alvarado V., Monardes M., C. Urbina Z., A. Martin B. 2009. Manual de cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) 3ª Edición. Publicación 3311. Universidad de California. p 580.
- Escalona, V., Alvarado P., Hernán M. M., C. Urbina Z., A. Martin. 2009. Manual de cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Nudo hortícola. vi región pp 8.
- Esquinas-Alcázar J. y Nuez F. 1995. Situación taxonómica, domesticación y difusión del tomate. En: Nuez V., F., Rodríguez Del R., A., Tello, J., Cuartero, J. y Segura. B. (eds.). *El cultivo del tomate*, pp 11-42. Nuez F. ed. Mundi-Prensa. Madrid.
- Flores, P., Navarro, J. M., Carvajal, M., Cerda, A. and Martínez, V. 2003. Tomato yield and quality as affected by nitrogen source and salinity. *Agronomie* 23: 249-256.
- García, M., J.L., and P. Hedden. 1997. Gibberellins and fruit development. En: Tomas-Barberan, F.A. y R.J. Robins. (Eds.). *Phytochemistry of fruit and vegetables*. Oxford Sci. Publications, Heidelberg. pp. 263-285.
- González, C. A., Salas S., M. C., Urrestarazu G, M. 2004. Producción y Calidad en el Cultivo de Tomate Cherry. *In: Tratado de cultivo sin suelo*. Urrestarazu G., M. (coord.) 3ª. Edición. Editorial Mundi-Prensa. Madrid, España. pp. 703-748.

- Gordillo, M.J.C. 2006. Evaluación de genotipos de tomate de cáscara (*Physalisixocarpa* Brot.). Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 36 p.
- Hashemimajd, K., M Kalbasi., A Golchin and H Shariatmandari .2004. Comparison of vermicompost and compost as potting media for growth of tomatoes. J. Plant Nutr. 27:1107-1123.
- Jaramillo, J., Rodríguez, V. P., Guzmán, M., Zapata. M., Rengifo, T. 2007. Manual Técnico: Buenas Prácticas Agrícolas en la Producción de tomate bajo condiciones protegidas.pp. 55-57.
- Jaren, C., Arazuri, S. García, M.J., Arnal, P. and Arana, J.I. 2005. White *Asparragus*, Harvest Date Discrimination Using NIRS Technology. International Journal of Infrared and Millimeter Waves, 2006 (en prensa).
- Ladaniya, M.S. 2008. Citrus fruits, Biology, Technology and Evaluation. Elsevier-Academic Press. USA. 558 p.
- Marcelis, L.F.M. 1992. The dynamic of growth and dry matter distribution in cucumber. Annual of Botany, v.69, p.487-492.
- Márquez, A F., Guridi J A., Pino A, López J., Menéndez L., y Cartaya O. 2006. Evaluación de las aplicaciones foliares de humus líquido en el cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) en condiciones de producción, cultivos tropicales, instituto nacional de ciencias agrarias (INCA27 (3)).pp. 183-189.
- Márquez. C.; Cano R, P. y Rodríguez D., N. 2008. Uso de sustratos orgánicos para la producción de tomate en invernadero. *Agric. Téc. Méx.*, vol.34, n.1, ISSN 0568-2517. pp. 69-74
- Moreno, D., Díaz C., y Gonzales R. 2009. Factibilidad Económica y Ambiental del Uso de Biofertilizante Micorrizicos, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas la Habana Cuba. 25(1):59-67.
- Ndegwa, P M., S A Thompson., K C Dass, 2000. Effects of stocking density and feeding rate on vermicomposting of biosolids. *Bioresource Technol.* 71:5-12.
- Nuño, M, R., Ponce, M., Hernández, Z., Machain, S. 2007. Manual de producción Tomate rojo bajo condiciones de invernadero para el valle de Mexicali, Baja California. p. 4.

- Ortiz, C, A., Gómez, D, M. 2010. Tesis de licenciatura. Producción orgánica e inorgánica de cuatro líneas de jitomate saladette (*Lycopersicum esculentum Mill*) en invernadero. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. pp. 16-25.
- Peralta, I. E. y Spooner, D. M. 2007. History, origin and early cultivation of tomato (Solanaceae). En: Genetic Improvement of Solanaceous Crops, Vol. 2: Tomato. M.K. Razdan y A.K. Mattoo (eds.) Science Publishers, Enfield, USA. Pp 1 – 27.
- Raviv, M O., S Medina., A Krasnovsky., and H Ziadna. 2004. Organic matter and nitrogen conservation in manure compost of organic agriculture. Compost Sci. Util. 12:6-10.
- Raviv, M O., J Katan., Y Hadar., A Yogev S Medina., A Krasnovsky., and H Ziadna 2005 High- Nitrogen compost as a médium for organic container grow crops. Biores. Technol. 96:419-427.
- Rezende, F., P. C., Arruda S., R., Luiz F., F. 2000. Fruit size, mineral composition and quality of trickle-irrigated tomatoes as affected by potassium rates. Pesq. Agropec. Bras. 35: 21-25.
- Riquelme, F. 1995. Poscosecha. *In*: El Cultivo del tomate. Nuez, F. (ed.) Edit. Mundi Prensa. Madrid, España. 793 p.
- Steiner, A.A. 1961. A universal method for preparing nutrient solutions of a certain desired composition. Plant Soil 15: 134-154.
- Steiner, A.A. 1968. Soilles culture. pp. 324-341. *In*: Proceedings of the 6th Colloquium of the International Potash Institute. Florence, Italy.
- Salazar, S., E., C. Vázquez V., H. I. Trejo E., y O. Rivera O. 2003. Aplicación, manejo y descomposición de estiércol de ganado bovino. pp. 27-29. *In*: Salazar S. E., Fortis H. M., Vázquez A. A., Vázquez V. C. (eds.) Agricultura orgánica. Abonos orgánicos y plasticultura. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo A. C. Facultad de Agronomía y Zootecnia de la UJED. Gómez Palacio, Durango, México.
- Taylor, M. D., Locascio, S. J., Alligood, M. R. 2002. Incidence of blossom-end rot and fruit firmness of tomato affected by irrigation quantity and calcium source. Proc. Fla. State Hort. Soc. 115: 211-214.
- Terry, E., y Diaz, A. 2005. Uso combinado de microorganismos benéficos y productos bioactivos como alternativa para la producción de tomate (*Lycopersicum esculentum Mill*), cultivos tropicales. Instituto Nacional de Ciencias Agrarias la Habana, Cuba. 26 (3):77-88.

- Tourat, A. P. 2000. Time for compost tea in the northwest. *BioCycle* 41: 74-77.
- Toledo, O, M. 2003. Efecto de Tres Fertilizantes comerciales en jitomate (*Lycopersicon esculentum Mill*) sobre el Rendimiento y calidad de fruto bajo Condiciones de Invernadero. Tesis de Licenciatura. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Pp. 156.
- Urrestarazu, M, M C Salas, M I Padilla, J Moreno, M A Elorrieta, G A Carrasco 2001. Evaluation of different composts from horticultural crop residues and their uses in greenhouse soilless cropping. *Acta Hort.* 549:147-152.
- Valadez, L, A. 2001. Libro Producción de hortalizas. Ed. Limusa. México. D. F. 298 p.
- Villarreal, R., M., García E., R. S., Osuna E., T., Armenta B., A. D. 2002. Efecto de dosis y fuente de nitrógeno en rendimiento y calidad postcosecha de tomate en fertirriego. México. D.F. *Terra* 20: pp. 311-320.
- Zarate, L., T. 2002. Respuesta Fisiológica del tomate (*Lycopersicon esculentum Mill*) en cuatro sustratos de vermicomposta en diferentes niveles. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Unidad Laguna. Torreón, Coahuila, México. 63p.

CITAS EN INTERNET

- Ramírez-Genovez, W.I., 2014. Tipos de sustratos de cultivo (1ª parte).
- Ramírez-Genovez, W.I., 2014. Tipos de sustratos de cultivo (2ª parte).