

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA**

DIVISION DE CARRERAS AGRONOMICAS



**PRODUCCIÓN DE TOMATE TIPO BOLA (*Lycopersicon
esculentum* Mill.) EN INVERNADERO CON SOLUCIONES
NUTRITIVAS INORGÁNICAS.**

POR:

EMILIA ALEJANDRA SANTANA DE AVILA

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL
TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO

Torreón, Coahuila México

Diciembre 2014

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

PRODUCCIÓN DE TOMATE TIPO BOLA (*Lycopersicon esculentum* Mill.) EN
INVERNADERO CON SOLUCIONES NUTRITIVAS INORGÁNICAS.

TESIS

POR:

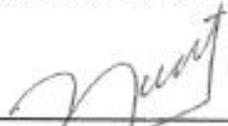
EMILIA ALEJANDRA SANTANA DE AVILA

QUE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ ASESOR, COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

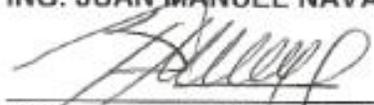
APROBADA POR

ASESOR PRINCIPAL:



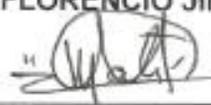
ING. JUAN MANUEL NAVA SANTOS

ASESOR:



Ph. D. FLORENCIO JIMENEZ DIAZ

ASESOR:

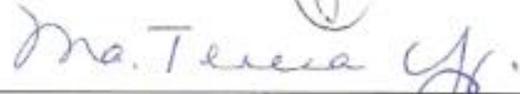


M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

ASESOR:



ING. ENRIQUE FLORES DIAZ



DRA. MA. TERESA VALDÉS PEREZGASGA
COORDINADORA INTERINA DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS
AGRONÓMICAS



Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México

Diciembre, 2014

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

PRODUCCIÓN DE TOMATE TIPO BOLA (*Lycopersicon esculentum* Mill.) EN
INVERNADERO CON SOLUCIONES NUTRITIVAS INORGÁNICAS.

TESIS

POR:

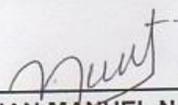
EMILIA ALEJANDRA SANTANA DE AVILA

QUE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

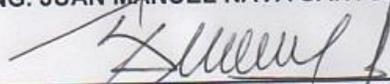
INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADA POR

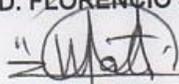
PRESIDENTE:


ING. JUAN MANUEL NAVA SANTOS

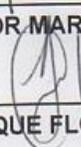
VOCAL:

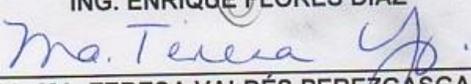

Ph. D. FLORENCIO JIMÉNEZ DÍAZ

VOCAL:


M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

VOCAL SUPLENTE:


ING. ENRIQUE FLORES DÍAZ


DRA. MA. TERESA VALDÉS PEREZGASGA
COORDINADORA INTERINA DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Torreón, Coahuila, México

Diciembre, 2014

Dedicatorias

Agradezco a mi Dios y a la Virgen María por darme la fuerza de voluntad y la dicha de terminar mis estudios satisfactoriamente, a lo largo de mi carrera de Ingeniero Agrónomo por levantarme y darme la fortaleza para seguir aun y cuando no quería seguir y por ayudarme a salir de mis problemas siempre y no soltarme nunca.

A mis hermosos padres Francisco Javier Santana Rodríguez y Patricia de Ávila Galván, por el maravilloso trabajo que han hecho, porque a ellos les debo mi vida y todo lo que soy, que se han sacrificado siempre por darnos lo mejor y que gracias a ellos he llegado hasta donde estoy, por la buena educación que me brindaron el apoyo y el amor inexplicable que me tienen por esto y muchos más Gracias y este logro es para ustedes. Los Adoro con toda mi Alma.

A mis Bellas Hermanas la Doctora Claudia Santana de Ávila y Cristina Carretero de Ávila por el apoyo y cariño que me han brindado siempre, por echarme la mano siempre de cualquier manera económicamente, sentimentalmente y en todos los aspectos de nuestra vida, Dios no se equivoco en mandármelas porque me mando a las mejores.

A mi abuelo Pedro Santana Rodríguez porque a pesar de que no está físicamente con nosotros, siempre estuvo hay apoyándome y cuidándome desde el cielo, porque cuando no podía mas siempre aparecía hay firme para obligarme a seguir y que siempre está en mi corazón. Gracias abuelo y te dedico mi logro hasta el cielo.

A mis sobrinos porque con su amor me han ayudado a salir adelante, porque con sus risas me es suficiente para seguir. ***A mis tíos, primos*** que han estado hay siguiendo mi carrera y me apoyan a seguir.

A mis grandes y queridos amigos, por su amistad incondicional por su apoyo, y su cariño. ***Nereida Salazar Pérez, María Trinidad Hernández Montes, Fernando Javier Pastrana, Aquilino Aquino Gómez***

A mi gran Amigo, ***José Antonio Gutiérrez Barreto,*** por su apoyo incondicional su cariño y su amistad. Te quiero amigo.

AGRADECIMIENTOS

A mi Alma Terra Mater por permitirme realizar mis estudios y brindarme su apoyo en mi formación como profesionista y hacerme una persona de bien.

En forma muy especial Agradezco al **Ing. Enrique Flores Díaz**, por su apoyo y paciencia para la realización de este proyecto, así como sus consejos y su gran amistad.

Al **Ing. Juan Manuel Nava Santos** por invitarme a formar parte de su proyecto de investigación, y ayudarme a terminar satisfactoriamente mi proyecto y titularme, por su paciencia y dedicación.

Al **Ing. Florencio Jiménez Díaz**, por su participación como colaborador de mi proyecto de tesis, por la paciencia y dedicación que mostro en mi proyecto.

Al **Ing. Víctor Martínez Cueto**, por su participación como colaborador de mi proyecto de tesis, por la paciencia y dedicación que mostro en mi proyecto.

A todos **Mis maestros** que formaron parte de mi formación profesional como estudiante, por compartir sus conocimientos y su amistad y por orientarnos hacia donde debemos seguir.

En especial **A mis Compañeras y amigas de trabajo Roxana Martínez y Clara Rodríguez, Karina Rodríguez**, por su gran amistad que me brindaron, por el apoyo incondicional en esos momentos difíciles, y por ayudarme a formarme como profesionista y lograr mis objetivos.

Al **Medico Rafael Rodríguez**, por estos años de amistad que me brindo, por el apoyo incondicional y por orientarme a lograr mis objetivos.

A **José Eduardo Domínguez Sánchez**, por ser una persona muy importante en mi vida, por su apoyo, su cariño y por todos los buenos momentos brindados por ayudarme a seguir y no darme por vencida, por ser el dueño de mi corazón.

Gracias y siempre los llevare en mi corazón.

INDICE

INDICE.....	III
I INTRODUCCION	1
1.1 Objetivos	3
1.2 Hipótesis.....	3
1.3 Metas.....	3
II REVISION DE LITERATURA	4
2.1 Generalidades del tomate.....	4
2.1.1 Origen.....	4
2.2 Clasificación taxonómica y morfología.....	4
2.3 CaracterísticasMorfológicas	5
2.3.1 Determinadas	5
2.3.2 Indeterminadas	6
2.3.3 Semilla	6
2.3.4 Raíz	7
2.3.5 Tallo	8
2.3.6 Hoja	9
2.3.7 Flor.....	9
2.3.8 Fruto	10
2.3.8.1 Amarre de fruto.....	10
2.3.8.2 Desarrollo del fruto	12
2.3.8.3 Velocidad del crecimiento inicial	13
2.3.9 Propiedades nutricionales.....	13
2.4 Requerimientos edafoclimaticos.....	14
2.4.1 Temperatura.....	15
2.4.2 Humedad	15
2.4.3 Luminosidad	15
2.4.4 Radiación en invernadero	16
2.4.5 Contenido de CO2 en el aire	17

2.5 Labores culturales	17
2.5.1 Aporcado y rehundido.....	17
2.5.2 Tutorado.....	18
2.5.3 Poda de formación	18
2.5.4 Podas de brotes axilares o destellos	19
2.5.5 Podas de hoja o deshojado	19
2.5.6 Poda de brote apical	19
2.5.7 Despunte de inflorescencias y aclareo de frutos	20
2.5.8 Polinización	20
2.6 Riegos	21
2.7 Fertirriego.....	22
2.8 Soluciones nutritivas	23
2.8.1 Elementos nutritivos	24
2.8.2 Nitrógeno (N).....	24
2.8.3 Fosforo (P)	25
2.8.4 Calcio (Ca).....	25
2.8.5 Magnesio (Mg)	25
2.8.6 Azufre (S)	26
2.8.7 Boro (B).....	26
2.8.8 Potasio (K)	26
III MATERIALES Y METODOS.....	27
3.1 Localización geográfica y clima de la Comarca Lagunera.....	27
3.2 Características del clima.....	27
3.3 Localización del experimento.....	28
3.4 Condiciones del invernadero.....	28
3.5 Preparación de Macetas.....	28
3.6 Material genético	28
3.7 Medios de crecimiento.....	29
3.8 Trasplante.....	29
3.9 Diseño experimental	29
3.10 Riegos	29
3.11 Fertilización inorgánica	30

3.12 Control de plagas y enfermedades	32
3.14 Manejo del cultivo.....	33
3.14.1 Tutorado.....	33
3.14.2 Destalle¿?	34
3.14.3 “Deshoje” ELIMINACION DE HOJAS	34
3.14.4 Polinización	34
3.14.5 Cosecha	35
3.15 Variables evaluadas.....	35
3.16 Fenología	35
3.16.1 Altura de la planta	35
3.16.2 Numero de lóculos	36
3.16.3 Peso por fruto.....	36
3.16.4 Diámetro polar	36
3.16.5 Diámetro de pulpa	36
3.16.7 Sólidos Solubles.....	37
3.16.8 Rendimiento total	37
3.16.9 Análisis Estadístico	37
IV RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	38
4.1 Variables de Crecimiento	38
4.1.1 Altura de la planta.....	38
4.1.2 Peso promedio por fruto.....	39
4.1.3 Peso promedios de racimos	40
4.1.5 Rendimiento promedio total.....	41
4.2 Características internas del fruto	42
4.2.1 Numero de lóculos	42
4.2.2 Grosor de pulpa.....	44
4.2.3 Grados Brix (Sólidos solubles)	46
4.3 Características externas del fruto	47
4.3.1 Diámetro ecuatorial	47
V CONCLUSIONES.....	49
VI LITERATURA CITADA	50

ÍNDICE DE CUADROS

- Cuadro 1.** Análisis del agua empleado en el cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero. UAAAN-UL 2013.
- Cuadro 2.** Solución nutritiva del tratamiento 1, (11Ca) empleada en el desarrollo del cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero. UAAAN-UL 2013.
- Cuadro 3.** Solución nutritiva del tratamiento 2, (7Ca) empleada en el desarrollo del cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero. UAAAN-UL 2013.
- Cuadro 4.** Solución nutritiva del tratamiento 3, (5 Ca) empleada en el desarrollo del cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero. UAAAN-UL 2013.
- Cuadro 5.** Solución nutritiva del tratamiento 4, (Testigo Steiner) empleada en el desarrollo del cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero. UAAAN-UL 2013.
- Cuadro 6.** Aplicación de productos agroquímicos en la producción de tomate tipo bola bajo cuatro tratamientos de fertilización inorgánica. UAAAN-UL 2013.
- Cuadro 7.** Variable altura de planta en los diferentes cortes de la variedad IL7046F1 en la producción de tomate tipo bola con cuatro tratamientos de fertilización inorgánica. UAAAN-UL 2013.
- Cuadro 8.** Variable numero de lóculos en los diferentes cortes de la variedad IL7046F1 en la producción de tomate tipo bola con cuatro tratamientos de fertilización inorgánica. UAAAN-UL 2013.
- Cuadro 9.** Variable grosor de pulpa en los diferentes cortes de la variedad IL7046F1 en la producción de tomate tipo bola con cuatro tratamientos de fertilización inorgánica. UAAAN-UL 2013.
- Cuadro 10.** Variable Grados Brix en los diferentes cortes de la variedad IL7046F1 en la producción de tomate tipo bola con cuatro tratamientos de fertilización inorgánica. UAAAN-UL 2013.
- Cuadro 11.** Variable diámetro ecuatorial en los diferentes cortes de la variedad IL7046F1 en la producción de tomate tipo bola con cuatro tratamientos de fertilización inorgánica. UAAAN-UL 2013.

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1.** Altura de la planta de la variedad IL7046F1 en la producción de tomate tipo bola bajo cuatro tratamientos de fertilización inorgánica. UAAAN-UL 2013.
- Figura 2.** Peso de fruto de la variedad IL7046F1 en la producción de tomate tipo bola bajo cuatro tratamientos de fertilización inorgánica. UAAAN-UL 2013.
- Figura 3.** Peso promedio por racimode la variedad IL7046F1 en la producción de tomate tipo bola bajo cuatro tratamientos de fertilización inorgánica. UAAAN-UL 2013.
- Figura 4.** Rendimiento total de la variedad IL7046F1 en la producción de tomate tipo bola bajo cuatro tratamientos de fertilización inorgánica. UAAAN-UL 2013.
- Figura 5.** Numero de lóculos de la variedad IL7046F1 en la producción de tomate tipo bola bajo cuatro tratamientos de fertilización inorgánica. UAAAN-UL 2013.
- Figura 6.** Grosor de pulpa de la variedad IL7046F1 en la producción de tomate tipo bola bajo cuatro tratamientos de fertilización inorgánica. UAAAN-UL 2013.
- Figura 7.** Grados Brix de la variedad IL7046F1 en la producción de tomate tipo bola bajo cuatro tratamientos de fertilización inorgánica. UAAAN-UL 2013.
- Figura 8.** Diámetro ecuatorial de la variedad IL7046F1 en la producción de tomate tipo bola bajo cuatro tratamientos de fertilización inorgánica. UAAAN-UL 2013.

RESUMEN

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) es una de las especies hortícolas más importantes para el consumo humano a nivel mundial, genera cuantiosos ingresos, empleos y un alto valor nutritivo para la dieta. Además es la hortaliza que ocupa la mayor superficie sembrada en todo el mundo, con alrededor de 3, 593, 490 ha con una producción 53, 857, 000 ton. En México se siembran alrededor de 80,000 ha con un rendimiento promedio de 287 ton/ha, por lo que es la segunda hortaliza más importante por la superficie sembrada que ocupa, la más trascendente por su volumen en el mercado nacional y la primera por su valor de producción.

En este experimento se evaluaron 4 tratamientos en concentraciones de calcio, tratamiento 1 (11Ca), tratamiento 2 (7Ca), tratamiento 3 (5Ca) y tratamiento 4 Solución Steiner a base de soluciones nutritivas inorgánicas, utilizando como sustrato arena de río al 90% y perlita al 10% en macetas de 20kg.

El objetivo del presente trabajo fue conocer la producción y calidad de tomate tipo bola utilizando diferentes fertilizaciones. El híbrido utilizado fue IL7046 F1 (HARRIS MORAN), tomate bola indeterminado.

Los resultados que se obtuvieron en este experimento fueron los siguientes: En rendimiento total el mejor tratamiento fue el 2, con 54,548.64 ton/ha. En segundo lugar sigue el tratamiento 4 (testigo solución Steiner), con 54,472ton/ha, en tercero el tratamiento 1 con 54,427.43ton/ha y en último lugar el tratamiento 4 con 53,634.22ton/ha.

Palabras Claves: Hidroponía, Rendimiento, Soluciones, fertilización inorgánica, Calidad del fruto de invernadero.

I INTRODUCCION

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) es una de las especies hortícolas más importantes para el consumo humano a nivel mundial, genera cuantiosos ingresos, empleos y un alto valor nutritivo para la dieta. Además es la hortaliza que ocupa la mayor superficie sembrada en todo el mundo, con alrededor de 3, 593, 490 ha con una producción 53, 857, 000 ton. En México se siembran alrededor de 80,000 ha con un rendimiento promedio de 287 ton/ha, por lo que es la segunda hortaliza más importante por la superficie sembrada que ocupa, la más trascendente por su volumen en el mercado nacional y la primera por su valor de producción (Anderlini, 1996).

Además su cultivo requiere de una gran cantidad de mano de obra remunerando el beneficio social. A esta hortaliza de fruto se le encuentra en el mercado durante todo el año, su fruto se consume tanto en fresco procesado y en una fuente muy rica en vitaminas. A pesar de cultivarse en 27 estados de México, solo en 5 entidades: Sinaloa, Baja california, san Luis potosí, Jalisco, Nayarit se encuentra en promedio el 74.2% de la producción, aunque Sinaloa es el principal productor, tanto para abastecer el mercado nacional como el de exportación (Sagarpa, 2000).

La superficie empleada para cultivos en invernaderos en México haciende a 4,900ha y presenta una tasa de crecimiento anual del 25% de esta superficie

3,450 ha se destinan a la producción de tomate (Fonseca, 2006). Los sistemas de producción varían en cuanto a variedades, sustrato de crecimiento, dosis de nutrimentos, manejo integrado de plagas y enfermedades, entre otros factores.

La solución nutritiva es el conjunto de elementos nutritivos requerido por las plantas, disueltos en agua. En los sistemas hidropónicos a excepción del carbono, oxígeno e hidrógeno, todos los elementos esenciales son suministrados a través de soluciones nutritivas y en forma asimilables por las raíces de las plantas, por lo que se considera un prerrequisito la solubilidad de los iones esenciales en el agua. Se debe ajustar el pH de la solución de acuerdo a la necesidad de la especie a cultivar (Sánchez y Escalante, 2001).

La producción mundial de tomate basada en las estadísticas anuales de la Producción de la FAO indican que entre Canadá, Estados Unidos, México, Brasil, Chile, Argentina en 1980 y 1990 se cultivaron 2.4 y 2.8 millones de hectáreas con un volumen de producción de 52.6 y 76.0 millones de toneladas, respectivamente. Se cultivan bajo invernadero más de 20 mil hectáreas con una producción anual de cinco millones de toneladas de tomate, que significa un 6% del volumen mundial (Biringas, 1999).

Los elementos químicos que se encuentran en las células vegetales pueden ser muchísimos pero el hecho de encontrar un elemento en alguna planta no es suficiente para concluir que sea esencial para la vida de ella ya que los minerales son absorbidos principalmente por intercambio iónico del medio, de acuerdo a las

leyes físicas y no a la importancia que tengan en el metabolismo (Berenguer, 2003).

Los elementos de mayor importancia para la nutrición de esta son: Nitrógeno, Fosforo, Potasio, Calcio, azufre, Boro (Biringas, 1999).

1.1 Objetivos

Conocer la producción y calidad de tomate tipo bola con soluciones nutritivas inorgánicas.

1.2 Hipótesis

La fertilización inorgánica afecta la producción y calidad de tomate.

1.3 Metas

Obtener los datos de las mejores soluciones, para sembrar y producir tomate bajo condiciones de invernadero en la comarca lagunera.

II REVISION DE LITERATURA

2.1 Generalidades del tomate

2.1.1 Origen

El origen del género *Lycopersicon* se localiza en la región andina que se extiende desde el sur de Colombia al norte de Chile, fue en México donde se domesticó, quizá porque crecería como mala hierba entre los huertos (Calderón, 2002).

Durante el siglo XVI se consumían en México tomates de distintas formas y tamaños e incluso rojos y amarillos, pero por entonces ya habían sido traídos a España y servían como alimento en España e Italia. En otros países europeos sólo se utilizaban en farmacia y así se mantuvieron en Alemania hasta comienzos del siglo XIX. Los españoles y portugueses difundieron el tomate a Oriente Medio y África, de allí a otros países asiáticos y a Europa, también se difundió a Estados Unidos y Canadá (Namesny, 2004).

2.2 Clasificación taxonómica y morfología

La clasificación taxonómica del tomate según Pérez (2001), es la siguiente:

Nombre común: tomate o Jitomate

Reino: Vegetal

División: espermatofita

Subdivisión: Angiospermas

Clase: Dicotiledóneas

Orden: Solanaceae

Subfamilia: Solanoideae

Tribu: Solaneae

Género: *Lycopersicon*

Especie: *esculentum* Mill.

2.3 Características Morfológicas

Las plantas de tomate de invernadero requieren de un manejo intensivo, las decisiones a tomar se relacionan con la fenología y la respuesta fisiológica a las variables ambientales.

2.3.1 Determinadas. Las plantas determinadas son de tipo arbustivo, de porte bajo, pequeño y precoz. Se caracteriza por la información de inflorescencias en el extremo del ápice.

2.3.2 Indeterminadas. La planta de tipo indeterminada crece hasta alturas de 2 metros o más, según élen tutorado que se aplique. El crecimiento vegetativo es continuo. Unas seis semanas después de la siembra inicia su comportamiento generativo produciendo flores en forma continua y de acuerdo a la velocidad de su desarrollo. La inflorescencia no es apical si no lateral. Este tipo de planta tiene tallos axilares de gran desarrollo (Van Haeff, 1983).

2.3.3 Semilla

La semilla del tomate tiene forma lenticular, con unas dimensiones de 5x4x2 mm y está constituida por el embrión, endospermo y la testa o cubierta seminal (Nuez, 1995).

El embrión está constituido por la yema apical, dos cotiledones, hipocotíleo y radícula. El endospermo contiene los elementos nutritivos necesarios para el desarrollo inicial del embrión. La testa o cubierta seminal está constituida por un tejido duro e impermeable, recubierto de pelos que envuelve al Embrión del endospermo. En la germinación de la semilla de tomate se distingue 3 etapas. La primera que dura 12 horas, se produce una rápida absorción de H₂O por la semilla, le sigue un período de reposo de unas 40 horas durante el cual no se observa ningún cambio en la anatomía, ni en la actividad metabólica de la misma y posteriormente la semilla comienza a absorber H₂O de nuevo, iniciándose la etapa de crecimiento asociado con la emergencia de la radícula (Nuez,1995).

La elección de una buena semilla para la siembra constituye el éxito de toda explotación hortícola, porque no cabe esperar resultados positivos de una semilla por buena que sea si esta no cae en tierra propicia y en manos expertas guiadas por técnicas modernas. El proceso de germinación está muy influenciado por la temperatura; el rango óptimo se encuentra entre 18 y 29.5° C, la temperatura mínima está entre 8 y 11°C y la máxima es de 35°C Jones, 1999. Sin embargo Kemp (1968), menciona que de acuerdo a la variedad de tomate estos valores pueden cambiar considerablemente.

2.3.4 Raíz

El sistema radicular del tomate está constituido por la raíz principal, las raíces secundarias y las adventicias. Este sistema es de tipo fibroso y robusto consta de una raíz principal que puede alcanzar hasta 60 cm de profundidad, aunque puede alcanzar hasta 1.8 m de profundidad, sin embargo cuando la planta se propaga mediante trasplante, la raíz se ve parcialmente detenida en su crecimiento en consecuencia se favorece el crecimiento de raíces secundarias laterales las que, principalmente se desenvuelven entre los 5 y 70 cm de la capa del suelo (Garza, 1995; Valdez, 1990).

Las plantas jóvenes desarrollan una raíz pivotante y un sistema subordinado de ramificaciones laterales. Durante el trasplante la raíz pivotante se destruye, las laterales se hacen gruesas y bien desarrolladas. En las plantas

adultas, tanto las raíces laterales como las adventicias se extienden horizontalmente a una distancia de 0.90 a 1.50m, con esta actividad el tomate desarrolla un sistema radical extenso (Edmon y Andrew, 1984).

2.3.5 Tallo

El tallo típico tiene 2-4cm de diámetro en la base y está cubierto por pelos glandulares y no glandulares que salen en la epidermis se encuentra el córtex o corteza cuyas células más externas tiene clorofila y son fotosintéticas, mientras las más internas son de tipo colenquimático y ayudan a soportar el tallo (Nuez, 1995).

En la parte distal se encuentra el meristemo apical, donde se inician los nuevos primordios foliares y florales (Chamarro, 2001). En cada axila de las hojas del tallo principal suele brotar un tallo hijo a su vez, en las axilas de las hojas de estos tallos hijos brotan otros tallos nietos y así sucesivamente hasta que se detiene el desarrollo vegetativo, por tal motivo cuando el cultivo se establece bajo condiciones de invernadero es necesario controlar estas ramificaciones mediante podas (Serrano, 1979).

La ramificación del tallo principal da lugar a dos grupos de plantas que son determinados e indeterminados (Garza, 1985).

2.3.6 Hoja

Las hojas son compuestas e imparipinadas, 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 alternada sobre el tallo (Nuño, 2007).

Los foliolos son peciolados, lobulados y con borde dentado, y recubiertos de pelos glandulares. El meso filo o tejido parenquimático está recubierto por una epidermis superior e inferior, ambos sin cloroplastos. La epidermis inferior presenta un alto número de estomas dentro del parénquima, la zona superior o zona empalizada, es rica en cloroplastos. Los haces vasculares son prominentes sobre todo en el envés y constan de un nervio principal (Chamarro, 2001).

2.3.7 Flor

Las flores se agrupan en inflorescencias de tipo racimoso (dicasio), generalmente en número de 3-10. Las inflorescencias se desarrollan cada 2-3 hojas en las axilas (Nuño 2007). La primera flor se forma en la yema apical y las demás se disponen lateralmente por debajo de la primera, alrededor del eje principal.

La flor se une al eje floral por medio de un pedicelo articulado que contiene la zona de abscisión, que se distingue por un engrosamiento con un pequeño surco originado por una reducción del espesor del corte (Chamarro, 2001).

La flor es perfecta, regular e hipógina y consta de 5 o más sépalos, de igual número de pétalos de color amarillo y racimos de forma helicoidal a intervalos de 35° de igual número de estambres soldados que se alternan con los pétalos y forman un cono estaminal que envuelve al gineceo y de un ovario bi o plurilocular (Valàdez, 1990).

2.3.8 Fruto

Es una baya bi o plurilocular que puede alcanzar un peso que oscila de unos pocos miligramos hasta 600g. 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 peciolo, o bien puede separarse por la zona pedúnculo de unión al fruto (Chamarro, 2001).

El fruto del tomate pertenece a los frutos simples, carnosos, indehiscentes y polispermos, y por lo tanto es una verdadera baya. Su forma y tamaño son variables, su superficie es lisa y está formado por un epicarpio delgado pero resistente y brillante al exterior antes de la maduración. Su olor es aromático y característico, y de sabor agridulce (Tiscornia, 1989).

2.3.8.1 Amarre de fruto

Esta actividad es particularmente crítica en invierno y durante largos periodos húmedos y nublados ya que el polen tiende a estar pegajoso y a segregarse. La ausencia del movimiento de la flor genera una mala polinización. Otra causa de una mala o nula polinización es crecimiento del estigma más allá del cono de las anteras. La longitud del estilo está determinada genéticamente y se incrementa con la baja luminosidad, alta temperatura, alta disponibilidad de nitrógeno y tratamientos con giberelinas (Casseres, 1984).

Esta etapa crítica también es muy afectada por factores ambientales, aun cuando la polinización es facilitada por la estructura floral, usualmente se requiere del movimiento del racimo mediante la vibración que hace el abejorro, por viento por actividades culturales o por otros medios artificiales. Las flores abren en la mañana y el estigma receptivo durante el transcurso de los 6 días después de la antesis. La receptividad del estigma es dañada por las altas temperaturas, y un periodo de 4 horas a 40°C entre las 24 y 96 horas después de la polinización, causan degradación del endospermo y daños al pre-embrión (Castellanos, 2009).

Los ovarios fecundados pueden dejar de hincharse rápidamente debido a la baja radiación, alta temperatura o la interacción entre otros factores. El número de frutos por racimo está relacionado positivamente con la radiación solar, sobre todo, a partir de la antesis inicial. Una baja luminosidad durante las dos semanas siguientes a la antesis de la primera flor de la inflorescencia, impide el crecimiento de los frutos; los cuales se mantiene en la estructura reproductiva, pero un mes

después de la antesis pueden seguir con un diámetro menor a 25mm (Castellanos, 2009).

2.3.8.2 Desarrollo del fruto

El crecimiento del fruto puede dividirse en tres periodos: 1) Crecimiento lento, que dura de 2 a 3 semanas y cuando termina, el peso del fruto es inferior al 10% del peso final; 2) crecimiento rápido, dura de 3 a 5 semanas y se prolonga hasta el inicio de la maduración (hacia la mitad de este periodo, unos 20 a 25 días después de la antesis, la velocidad de crecimiento es máxima y, al final del mismo, el fruto ha alcanzado prácticamente su máximo desarrollo. 3) Crecimiento lento, que dura 2 semanas, en el que el aumento en el peso del fruto es pequeño pero se producen los cambios metabólicos característicos de la maduración. La importación de asimilados por el fruto termina unos 10 días después del inicio del cambio de color, ya avanzado el proceso de maduración. El número de semillas varía, típicamente entre 50 y 200; cantidad que está estrechamente correlacionada con el tamaño final del fruto (a mayor número de semillas mayor tamaño del fruto). Otros parámetros relacionados con el tamaño del tomate son: el número de lóculos, la posición del fruto en el racimo, (entre más cercano al tallo mayor será el tamaño del fruto), número de frutos por racimo (a menor número de frutos mayor será el tamaño del fruto) la etapa de desarrollo de la planta (frutos más grandes en las etapas iniciales de la planta) la posición del racimo en la planta (los primeros racimos tendrán frutos más grandes) y la actividad fotosintética (Castellanos, 2009).

2.3.8.3 Velocidad del crecimiento inicial

El tiempo aproximado desde el trasplante hasta la madurez comercial del primer racimo de frutos depende principalmente de la precocidad de la variedad y el clima. Con temperaturas muy cálidas tiene duración aproximada de 60 días, y con temperaturas frescas llega a durar hasta 95 días. Para las condiciones de México este rango se mueve alrededor de 70 días para las plantaciones de primavera en zonas cálidas y 90 días para las variedades tardías y plantaciones de otoño (Castellanos, 2009).

2.3.9 Propiedades nutricionales

El perfil nutricional del tomate se basa en una combinación equilibrada de antioxidantes (vitamina C, Carotenoides y Flavonoides) minerales (altos niveles de potasio y zinc. Alto contenido de ácido fólico y un bajo nivel de grasa. La cualidad más importante es su poder antioxidante, y que posee licopeno, que junto con las vitaminas y minerales reduce el riesgo de contraer cáncer.

Es poco energético (un tomate mediano aporta unas 11 calorías), un 94% de su peso es agua y un 4% hidratos de carbono, es diurético, recomendado para dietas de adelgazamiento y control de peso. Comparados con otros vegetales los frutos de tomate son los menos perecederos y más resistentes a daños de transporte. Se utiliza tanto a través de su consumo fresco, industrializado, zumos concentrados y salsas entre otros (Buso, 2000).

Se puede apreciar la composición nutricional del fruto de tomate. USDA (2000).

En 48 gr de parte comestible	Contenido
• Calorías	35
• Proteínas	1gr
• Grasa total	5gr
• Carbohidratos totales	7gr
• Fibra dietética	1gr
• Cenizas	0.6
• Calcio	13gr
• Fosforo	27mg
• Hierro	40mg
• El PH del jugo	4.0-4-5
• Vitamina A (alfa y beta caroteno)	1700IU
• Ácido ascórbico (Vitamina C)	20.0

2.4 Requerimientos edafoclimaticos

El manejo racional de los factores climáticos de forma conjunta es fundamental para el funcionamiento adecuado del cultivo, ya que todos se encuentran estrechamente relacionados y la actuación sobre uno de estos incide sobre el resto (Infoagro, 2004.)

2.4.1 Temperatura

Es menos exigente en temperatura que la berenjena y el pimiento. La temperatura óptima de desarrollo oscila entre 20 y 30 ° C durante el día y entre 13 y 17 durante la noche; temperaturas superiores a los 30-35°C afectan la fructificación, por el mal desarrollo de óvulos y al desarrollo de la planta en general y el sistema radicular en particular. Temperaturas inferiores a los 12-15°C también ocasionan problemas en el desarrollo de la planta. La maduración del fruto está muy influida por la temperatura en lo referente tanto a la precocidad como a la coloración, de forma que los valores cercanos a los 10°C así como superiores a los 30°C originan tonalidades amarillentas (Infoagro, 2014).

2.4.2 Humedad

La humedad relativa óptima oscila entre un 60% y un 80%. Humedades relativas muy elevadas favorecen el desarrollo de enfermedades aéreas y el agrietamiento del fruto y dificultan la fecundación, debido a que el polen se compacta abortando parte de las flores. El rajado del fruto igualmente puede tener su origen en un exceso de humedad edáfica o riego abundante tras un periodo de estrés hídrico. También una humedad relativa baja dificulta la fijación del polen al estigma de la flor (Lesur, 2006)

2.4.3 Luminosidad

Valores reducidos de luminosidad pueden incidir de forma negativa sobre los procesos de floración, fecundación así como el desarrollo vegetativo de la planta. En los momentos críticos durante el periodo vegetativo resulta crucial la interrelación existente entre la temperatura diurna y nocturna y la luminosidad (Lesur, 2006).

2.4.4 Radiación en invernadero

Bouzo y Garinglio (2002) Mencionan que la intensidad de la radiación, el fotoperiodo y la nubosidad son los factores naturales que determinan la radiación diaria. La orientación del invernadero, la forma de techumbre y la pendiente de la cubierta pueden modificar la luminosidad en su interior, además de la influencia que pueden tener los materiales de cubierta elegidos.

La radiación del cultivo del tomate; Howard (1995) señaló, que el tomate es insensible al fotoperiodo. Una iluminación limitada puede inducir en forma negativa sobre los procesos de floración, fecundación y desarrollo vegetativo. La densidad de plantación, el sistema de poda y el tutorado deben optimizar la intercepción de radiación por el cultivo, especialmente en época invernal cuando la radiación es más limitante, porque la reducción implica una reducción lineal de la cosecha, (Cockshull, 1988; Kinet 1977).

2.4.5 Contenido de CO2 en el aire

En condiciones de invernadero, el aire generalmente está más seco y en algunos casos la circulación no es correcta, así que las plantas en invernaderos requieren más de CO₂; de manera que a medida que se incrementa la luz, también se incrementa la demanda de CO₂. Al recibir CO₂ en una cantidad extra, las plantas responden sorprendentemente rápido en beneficio de la cosecha. La recomendación de CO₂ en el uso invernadero va de 800 a 1000ppm en el ambiente. El dióxido de carbono es el factor de producción que más limitaciones impone en los invernaderos. Es posible añadirlo gratuitamente a las plantas a partir del humo del calentador (Samperio, 1999).

2.5 Labores culturales

2.5.1 Aporcado y rehundido

Practica que realiza en suelos enarenados tras la poda de formación, con el fin de favorecer la formación de un mayor número de raíces, y que consiste en cubrir la parte inferior de la planta con arena. El rehundido es una variante del aporcado que se lleva acabo doblando la planta, tras haber sido ligeramente escarbada, hasta que entre en contacto con la tierra, cubriéndola ligeramente con arena, dejando fuera la yema terminal y un par de hojas, esta práctica se lleva a cabo en campo e invernadero (Pérez y Castro, 1999).

2.5.2 Tutorado

Es una práctica imprescindible para mantener la planta erguida y evitar que las hojas y sobre todo los frutos toque en el suelo, mejorando así la aireación de la planta y favoreciendo el aprovechamiento de la radiación y la realización de las labores culturales (destallado, recolección). Todo ello repercutirá en la producción final, calidad del fruto y control de las enfermedades (Castellanos, 2003).

La sujeción suele realizarse con hilo de polipropeno (rafia) sujeto de un extremo a la zona basal de la planta (liado, anudado o sujeto mediante anillas) y de otro alambree situado a una determinada altura por encima de la planta. Conforme la planta va creciendo se va atando o sujetando el hilo tutor mediante anillas. Hasta que la planta llegue al emparrillado (Castellanos, 2003).

2.5.3 Poda de formación

Es una práctica imprescindible para las variedades de crecimiento indeterminado. Se realiza a los 15- 20 días del trasplante con la aparición de los primeros tallos laterales, que serán eliminados, al igual que las hojas más viejas, mejorando así la aireación del cuello y facilitando la realización del aporcado. Así mismo se determinara el número de brazos (tallos) a dejar por planta. Son frecuentes las podas a 1 o 2 brazos, aunque en tomates tipo de tipo sherry suelen dejarse 3 y hasta 4 tallos (Pérez y Castro 1999).

2.5.4 Podas de brotes axilares o destellos

Consiste en la eliminación de brotes axilares para mejorar el desarrollo de tallos principal. Debe realizarse con la mayor frecuencia posible (semanalmente en verano o otoño) y cada 10 y 15 días en invierno) para evitar la pérdida de biomasa fotosintéticamente activa y la realización de heridas. Los cortes deben de ser limpios para evitar la posible entrada de enfermedades. En épocas de riesgo es aconsejable realizar un tratamiento fitosanitario con algún fungicida-bactericida cicatrizante, como pueden ser los derivados del cobre (Pérez, Castro1999).

2.5.5 Podas de hoja o deshojado

Es recomendable tanto en las hojas senescentes, con objeto de facilitar la aireación y mejorar el color de los frutos, como en hojas enfermas que deben sacarse inmediatamente del invernadero, eliminando así la fuente de inóculo (Pérez, Castro1999).

2.5.6 Poda de brote apical

Los materiales de crecimiento indeterminado tienen una yema vegetativa en la parte apical del tallo principal que permite el crecimiento continuo de la planta por lo que el sistema de tutores no permite la conducción de la planta a más de diez racimos. Por tanto es necesario eliminar la yema apical y dejar dos o tres hojas arriba del último racimo floral (Pérez, Castro1999).

2.5.7 Despunte de inflorescencias y aclareo de frutos

Ambas prácticas están adquiriendo cierta importancia desde hace unos años, con la introducción del tomate en racimo, y se realizan con el fin de homogeneizar y aumentar el tamaño de los frutos restantes, así como su calidad. De forma general podemos distinguir dos tipos de aclareo: el aclareo sistemático es una intervención que tiene lugar sobre los racimos, dejando un número de frutos fijo eliminando los frutos inmaduros mal posicionados. El aclareo selectivo, tiene lugar sobre frutos que reúnen determinadas condiciones independientemente de su posición en el racimo: como pueden ser: frutos dañados por insectos, deformes y aquellos que tienen un reducido calibre (Lara,2000).

2.5.8 Polinización

En las variedades comerciales de jitomate a cielo abierto las plantas se auto polinizan y no necesitan de polinizadores, la polinización ocurre cuando la temperatura nocturna es entre 13-24°C y la diurna es de 15.5-32.2°C, temperaturas más altas o más bajas, particularmente en la noche provocan que las flores caigan sin tener fruto. En condiciones de invernadero la polinización se puede llevar a cabo con vibrador de mano; de otra manera también se puede realizar moviendo las rafias con las que se guían. La polinización ha tomado relevancia y consiste en liberar polinizadores desde la cuarta semana después del trasplante. La especie comercial que se utiliza son abejorros, a una densidad de población de cuatro colonias por hectárea (Miranda, 2000).

2.6 Riegos

La cantidad de agua a aplicar al cultivo de tomate dependerá de factores como: las condiciones climáticas del lugar, tipo de suelo, estado de desarrollo del cultivo y la pendiente del terreno. El primer riego se debe realizar, inmediatamente después de que se trasplantan las plántulas y luego realizar riegos periódicos, para mantener un adecuado nivel de humedad durante todo el ciclo de desarrollo de la planta. Los riegos no se deben realizar en las horas de la tarde, porque la evaporación del agua aumenta la humedad relativa dentro del invernadero en las horas de la noche y la madrugada, lo que conlleva a problemas de enfermedades en las plantas; lo ideal es regar el cultivo en las horas de la mañana (Jaramillo, 2006).

El exceso de agua provoca un crecimiento acelerado en las plantas retarda la maduración de los frutos, e incrementa la humedad relativa en el invernadero, lo cual favorece la caída de las flores, la aparición de disturbios fisiológicos en los frutos, y la presencia de enfermedades radiculares y del follaje (Jaramillo, 2006).

El cultivo de tomate bajo invernadero, lo ideal es implementar la tecnología de riego por goteo, la cual es más eficiente, hay menos pérdida de agua y se evita humedecer el follaje. Es importante implementar el uso de tensiómetros, para determinar el momento oportuno para regar el cultivo (Infoagro, 2001).

Durante todo el ciclo de cultivo, principalmente antes de la formación de frutos, el riego debe ser corto pero frecuente, con el objetivo de mantener la humedad del suelo; cuando la planta inicia el cuajado de frutos, el consumo de agua se incrementa, manteniéndose esta alta demanda de agua hasta la época de mayor carga de frutos, y poco a poco ir disminuyendo hasta el final del cultivo. La mayor necesidad de agua por parte del cultivo ocurre cuando la planta está en periodo de floración y continua hasta el llenado de los últimos racimos (Jaramillo, 2006).

2.7 Fertirriego

Gonzales, (1996). Reporta que el costo de la fertilización en tomate representa entre 4.5 a 5.6% del costo total del cultivo, lo que es bajo considerando su impacto en el rendimiento y también menciona algunos pasos para la fertilización adecuada en tomate como: a) fertilizar en base a rendimientos esperados y con un adecuado balance de nutrientes. Cuidar relaciones Ca/K, Ca/Mg y K/Mg; b) balance de nitrógenos; nítrico y amoniacal (ideal de 50% y 50% de nitrificación); c) aplicar fuentes de potasio solubles y libres de calcio; d) Fertilización completa con nutrimentos secundarios y micronutrientes; e) en su caso de hacer análisis foliar, y también parcializar la aplicación de nutrientes de acuerdo a su época en la planta.

El cultivo de especies en invernaderos sobre sustrato inerte requiere un especial y preciso control de fertirriego. Esto se debe a que la capacidad de

intercambio catiónico de estos medios de cultivos es muy baja. Esta situaciones potencializa aún más cuando se cultiva en recipiente o macetas donde las raíces están confinadas en un volumen limitado (Bautiza, Alvarado,(2006).

Otro aspecto de importancia es el monitoreo donde el uso de recipientes para el cultivo en invernadero permite la recolección de la solución nutritiva y su comparación con la solución nutritiva entrante. El monitoreo del volumen lixiviado, el pH, la conductividad eléctrica y la concentración de nutrimentos en la solución lixiviada permite detectar si están aplicando fertilizantes y el agua en exceso o en diferencia por lo tanto permite ir corrigiendo el régimen del fertirriego (Bautista y Alvarado, 2006).

2.8 Soluciones nutritivas

La solución nutritiva es el conjunto de elementos nutritivos requerido por las plantas, disueltos en agua. En los sistemas hidropónicos a excepción del carbono, oxígeno e hidrógeno, todos los elementos esenciales son suministrados a través de soluciones nutritivas y en forma asimilables por las raíces de las plantas, por lo que se considera un prerrequisito la solubilidad de los iones esenciales en el agua. Se debe ajustar el pH de las soluciones de acuerdo a la necesidad de la especie a cultivar (Sánchez y Escalante, 2001).

De acuerdo con Steiner (1961, 1966,1984), La composición química de una solución nutritiva está determinada por 1) Una relación catiónica mutua. 2) Una relación anionica mutua. 3) La concentración iónica total. 4) El PH.

2.8.1 Elementos nutritivos

Los elementos químicos que se encuentran en las células vegetales pueden ser muchísimos pero el hecho de encontrar un elemento en alguna planta no es suficiente para concluir que sea esencial para la vida de ella ya que los minerales son absorbidos principalmente por intercambio iónico del medio, de acuerdo a las leyes físicas y no a la importancia que tengan en el metabolismo. Los elementos de mayor importancia para la nutrición de esta, son las siguientes: (Rojas, 1982).

2.8.2 Nitrógeno (N)

Este elemento es absorbido mayoritariamente por las plantas en la forma de nitratos (NO_3^-), aunque también puede ser asimilado como amonio (NH_4^+), pero salvo situaciones puntuales muy especiales, nunca debe suministrarse en esta forma más allá del 10% del total de N en la solución nutritiva. Este elemento participa en numerosas funciones de la planta, destacando en la síntesis de proteínas. Un elemento fundamental en el crecimiento y producción del cultivo (Castellanos, 2009).

2.8.3 Fosforo (P)

Este elemento es absorbido por las plantas en la forma de fosfato monovalente (H_2PO_4^-), aunque en condiciones de pH superior a 7.2, puede ser asimilado en la forma de fosfato divalente (HPO_4^-). El fosforo es un constituyente de enzimas y proteínas y un componente esencial de los ácidos nucleicos. Juega un papel fundamental en las funciones reproductivas, tales como la floración, la precocidad, la madurez y la calidad del fruto. En las etapas tempranas de la planta está implicado en el crecimiento de la raíz. Participa prácticamente en todos los procesos metabólicos de la planta y juega un papel regulatorio en la formación y translocación de azúcares y almidones (Castellanos, 2009).

2.8.4 Calcio (Ca)

El calcio se presenta en la planta como pectato de calcio, componente de toda pared celular de las plantas. Está implicado en la elongación y división celular, en la permeabilidad y estabilidad de las membranas celulares y en su tolerancia a los patógenos. Su disponibilidad está muy asociada al pH de la solución nutritiva. Ante una caída severa de pH, el primer nutriente que se afectará será el calcio cuyos efectos se pueden apreciar rápidamente en el tejido meristemático de la parte aérea o de la raíz (Castellanos, 2009).

2.8.5 Magnesio (Mg)

El Magnesio forma parte esencial de la molécula de la clorofila. Participa en la formación de azúcares, aceites y grasas y es cofactor de una serie de enzimas (Castellanos, 2009).

2.8.6 Azufre (S)

Forma parte de las proteínas pues es constituyente de los aminoácidos, cistina, cisteína, metionina (Rojas, 1982).

2.8.7 Boro (B)

Está implicado en el metabolismo y transporte de azúcares, interactúa con auxinas, juega un papel importante en la división y elongación celular, en particular del tubo polínico (Castellanos, 2009).

2.8.8 Potasio (K)

La principal función del potasio se asocia con las relaciones hídricas y absorción de agua por planta. Mantiene el potencial osmótico de las células. Participa como activador de innumerables enzimas y juegan un papel importante en casi todos los procesos metabólicos de la planta. A menudo el potasio es descrito como elemento de la calidad debido a que las frutas y vegetales que se producen con adecuados niveles de dicho nutriente presentan mejor calidad post cosecha y mayores niveles de azúcar (Castellanos, 2009).

III MATERIALES Y METODOS

3.1 Localización geográfica y clima de la Comarca Lagunera

La Comarca Lagunera se encuentra comprendida entre los paralelos 24° 10´ y 26° 45´ de latitud norte y los meridianos 101° 40´ y 104° 45´ de longitud oeste de Greenwich, con una altura sobre el nivel del mar de 1100 metros. La región cuenta con una extensión montañosa y una superficie plana donde se localizan las áreas agrícolas. El clima de verano va de semi-frío a frío, mientras que los meses de lluvia son de mediados de junio a mediados de octubre citado por Santibáñez (1992), agrega que la precipitación promedio en la región es de 220mm con heladas de noviembre a marzo.

3.2 Características del clima

El clima es de tipo desértico con una escasa humedad atmosférica, precipitación pluvial promedio entre 200 y 300mm anuales en la mayor parte de la región y de 400 a 500mm en la zona montañosa oeste, con una evaporación anual 2600mm, una temperatura anual de 20°C en este último aspecto, el área de la llanura y gran parte de la zona montañosa, presenta dos periodos bien definidos: el periodo comprende 7 meses desde abril hasta octubre, en los que la temperatura media nula varía 13.6°C. Los meses más fríos son diciembre y enero registrándose en este último el promedio de temperatura más bajo, el cual es de 5.8°C aproximadamente (CNA, 2011).

3.3 Localización del experimento

Esta investigación se llevó a cabo durante el ciclo otoño-invierno 2013 en el invernadero número 3 del departamento de horticultura de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" U.L. ubicada en carretera periférico- Santa Fe km 1.5 en la ciudad de Torreón, Coahuila, México.

3.4 Condiciones del invernadero

El invernadero es semicircular con una superficie de 207m², en la parte frontal cubierto por policarbonato, con cubierta de polietileno de calibre 600 y con una malla sombra de 50% cuenta con una estructura metálica, pared húmeda, un par de extractores para el control climático, un termostato y el piso cubierto con una capa de grava.

3.5 Preparación de Macetas

En las macetas se utilizaron bolsas de plástico negro de 20kg color negro tipo vivero, calibre 600, las cuales fueron llenadas con base al volumen, 90% arena y perlita al 10%.

3.6 Material genético

El híbrido utilizado fue IL 7046 F1 (HARRIS MORAN) Tomate bola indeterminado.

3.7 Medios de crecimiento

Se utilizó 90 % arena de río mezclada con un 10 % de perlita y como contenedor bolsas de tipo vivero 20 kilogramos.

3.8 Trasplante

Se realizó 45 días después de la siembra que se puso en charolas con una altura de 20 cm colocando una planta por maceta. Identificada con su respectivo tratamiento.

3.9 Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue completamente al Azar, mediante el paquete estadístico de datos SAS, versión 9.3, empleando el procedimiento GLM el híbrido con 10 repeticiones cada uno.

3.10 Riegos

Antes del trasplante se aplicó un riego pesado. Se lavaron las sales por 3 días seguidos con 2 litros de agua (diarios). La primer semana después de que se lavaron las sales se dio un riego por la mañana y otro por la tarde con agua potable (1/2 litro en cada riego), dando un total de 1 litro por día. A los 10 días después del trasplante se les suministro los riegos de acuerdo a los tratamientos a

evaluar. Los cuales se les aplicaban al inicio ½ litro por la mañana y ½ litro por la tarde.

3.11 Fertilización inorgánica

Se realizó un Análisis de agua y posteriormente se procedió a balancear cationes y aniones, haciendo el cálculo para 200 litros de agua.

Cuadro 1. Análisis del agua empleada en el cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero. UAAAN- UL 2013.

Características del agua	Concentración Meq/lt
NO3	0.59
H2PO4	-
SO4	4.24
HCO3	1.79
Cl	3.64
K	0.01
Ca	6.86
Mg	0.16
NH4	-
Na	2.2

Cuadro 2. Solución nutritiva del Tratamiento 1 (11Ca) empleada en el desarrollo del cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero. UAAAN-UL 2013.

FORMULA	FERTILIZANTES	PESO	AGUA
KH ₂ PO ₄	Fosfato Monopotásico	28.395gr	200lts agua
CaNO ₃	Nitrato de calcio	84.138gr	200lts agua
KNO ₃	Nitrato de potasio	85.872gr	200lts agua
MgNO ₃	Nitrato de magnesio	81.630gr	200lts agua
MgSO ₄	Sulfato de magnesio	36.048gr	200lts agua
H ₂ SO ₄	Acido sulfúrico	24 ml	200lts agua

Cuadro 2. Solución nutritiva del tratamiento 2 (7 Ca) empleada en el desarrollo del cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero. UAAAN-UL 2013.

FORMULA	FERTILIZACIÓN	PESO	AGUA
CaNO ₃	Nitrato de calcio	11.136gr	200lts agua
MgNO ₃	Nitrato de Magnesio	80.90gr	200lts agua
KH ₂ PO ₄	Fosfato mono potásico	26.58gr	200lts agua
KNO ₃	Nitrato de Potasio	156.292gr	200lts agua
H ₂ SO ₄	Acido sulfúrico	14ml	200lts agua

Cuadro 3. Solución nutritiva tratamiento 3 (5 Ca) empleada en el desarrollo del cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero. UAAAN-UL 2013.

FORMULA	FERTILIZANTES	PESO	AGUA
KH ₂ PO ₄	Fosfato mono potásico	25.732gr	200lts agua
Ca(NO ₃)	Nitrato de calcio	46.36gr	200lts agua
KNO ₃	Nitrato de potasio	194.20gr	200lts agua
MgNO ₃	Nitrato de magnesio	42.164gr	200lts agua
MgSO ₄	Sulfato de magnesio	19.764gr	200lts agua
H ₂ SO ₄	Acido sulfúrico	20 ml	200lts agua

Cuadro 4. Solución nutritiva tratamiento 4 (Testigo Steiner) empleada en el desarrollo del cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero. UAAAN-UL 2013.

FORMULA	FERTILIZANTES	PESO	AGUA
KH ₂ PO ₄	Fosfato mono potásico	27.4gr	200lts agua
CaNO ₃	Nitrato de Calcio	43.12gr	200lts agua
Mg NO ₃	Nitrato de magnesio	78.68gr	200lts agua
KNO ₃	Nitrato de potasio	125.60gr	200lts agua
	Acido nítrico	3ml	200lts agua
H ₂ SO ₄	Acido sulfúrico	14ml	200lts agua

3.12 Control de plagas y enfermedades

El control químico de plagas y enfermedades durante el ciclo otoño e invierno, en la evaluación de soluciones nutritivas en tomate tipo bola (*Lycopersicon esculentum* Mill.) bajo condiciones de invernadero.

Cuadro 5. Aplicaciones de productos Agroquímicos en la producción de tomate tipo bola bajo cuatro tratamientos de fertilización inorgánica. UAAAN UL 2013.

APLICACION	PRODUCTO	DOSIS 2012	EPOCA DE APLICACION
3	Imidacron	20 gr en 30 litros de agua	En todo el ciclo del cultivo. (mosca blanca, trips)
4	linimicide (orgánico)		Mosca blanca
3	Endosulfan	1.5 ml 1 lto agua	Pulgón

3.14 Manejo del cultivo

3.14.1 Tutorado

Las plantas fueron guiadas a un solo tallo sosteniendo cada planta con rafia, cuando la planta alcanzo un altura de 40 cm se realizó una actividad la cual es poner unos palos de madera para mantenerla erguida después de 2 semanas se abrió planta para así que la planta se levantara sola al buscar la luz y se hicieran tallos más fuertes.

El amarre de planta se llevó a cabo con un amarre de la rafia a la base del tallo evitando el estrangulamiento conforme la planta iba creciendo se iba liando esta actividad se realizaba cada semana.

3.14.2 Podas (Destalle)

Las podas se llevan de acuerdo al desarrollo fenológico de las plantas; con el fin de mantener a la planta a una sola guía, controlar el número y tamaño de frutos y acelerar la madurez. Las guías secundarias se podaron en el segundo nudo eliminando el resto, para esto es necesario utilizar tijeras e hipoclorito de sodio al 5% para desinfectar las tijeras cada vez que sean utilizadas.

3.14.3 Eliminación de hojas

El deshoje se lleva a cabo de acuerdo al desarrollo fenológico de la planta para dar ventilación al fruto para dar iluminación, para acelerar la madurez del fruto con el fin de quitar hojas viejas para evitar enfermedades (Flores, 2014).

3.14.4 Polinización

Esta labor se realizó manualmente, procurando llevarla a cabo cuando las condiciones de humedad y temperatura fueran las óptimas. Se aplicó una hormona para el cuajado del fruto.

- ✓ Procarpil (giberelinas)
- ✓ Fengibl (ácido Giberelico, fenotiol).

3.14.5 Cosecha

Esta actividad se realizó una vez por semana, en la cual se cosecharon frutos al presentar una coloración al 30%.

Este índice de cosecha también es conocido como 1/3 y hasta 2/3 de coloración.

3.15 Variables evaluadas

Se evaluaron las siguientes variables: altura de la planta, peso por fruto, peso por racimos, diámetro ecuatorial, grosor de la pulpa, número de lóculos, sólidos solubles (°Brix) y rendimiento total.

3.16 Fenología

Desde el trasplante hasta inicio de cosecha, se fueron tomando datos para conocer el desarrollo de cultivos y observar las diferencias en los tratamientos.

Dentro de la fenología se evaluó la siguiente variable: altura de la planta, la cual se realizó con una cinta métrica de 2.5m de longitud.

3.16.1 Altura de la planta

Consistió en medir la altura de cada planta con una cinta métrica desde la base hasta el ápice, esto se realizó cada semana.

3.16.2 Numero de lóculos

Para obtener estos resultados se partió el fruto contando los números de los lóculos que en ellos había. Y al mismo tiempo observando los frutos que contaban con más número de lóculos y los que tenían menos ya que los que presentan mayor número no es un buen fruto para la comercialización. Siendo los de menor tamaño los mejores.

3.16.3 Peso por fruto

Cada tomate recolectado se registraba su peso en una báscula digital, reportándose su peso en gramos.

3.16.4 Diámetro polar

Para medir el diámetro polar se coloca el fruto en forma vertical sobre el vernier o pie de rey, tomando la distancia de polo a polo.

3.16.5 Diámetro de pulpa

Se determinó con la ayuda de un vernier o pie de rey tipo estándar, midiendo la parte inferior de la cascara, hasta donde inicia la cavidad.

3.16.7 Sólidos Solubles

Se utilizó para medir los sólidos solubles un refractómetro, en el cual se colocaban dos gotas de jugo del fruto sobre el cristal de lectura de refractómetro y se determinaron los sólidos solubles expresados en grados °Brix.

3.16.8 Rendimiento total

Para determinar esta variable, se tomó en cuenta en peso por planta y el promedio de 4 repeticiones de cada tratamiento, se consideró la distribución de las macetas para obtener el rendimiento por hectárea.

3.16.9 Análisis Estadístico

Los diseños experimentales se llevaron a cabo mediante el paquete de datos SAS, versión 9.3 empleando el procedimiento GLM con el diseño completamente al azar.

IV RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 Variables de Crecimiento

4.1.1 Altura de la planta

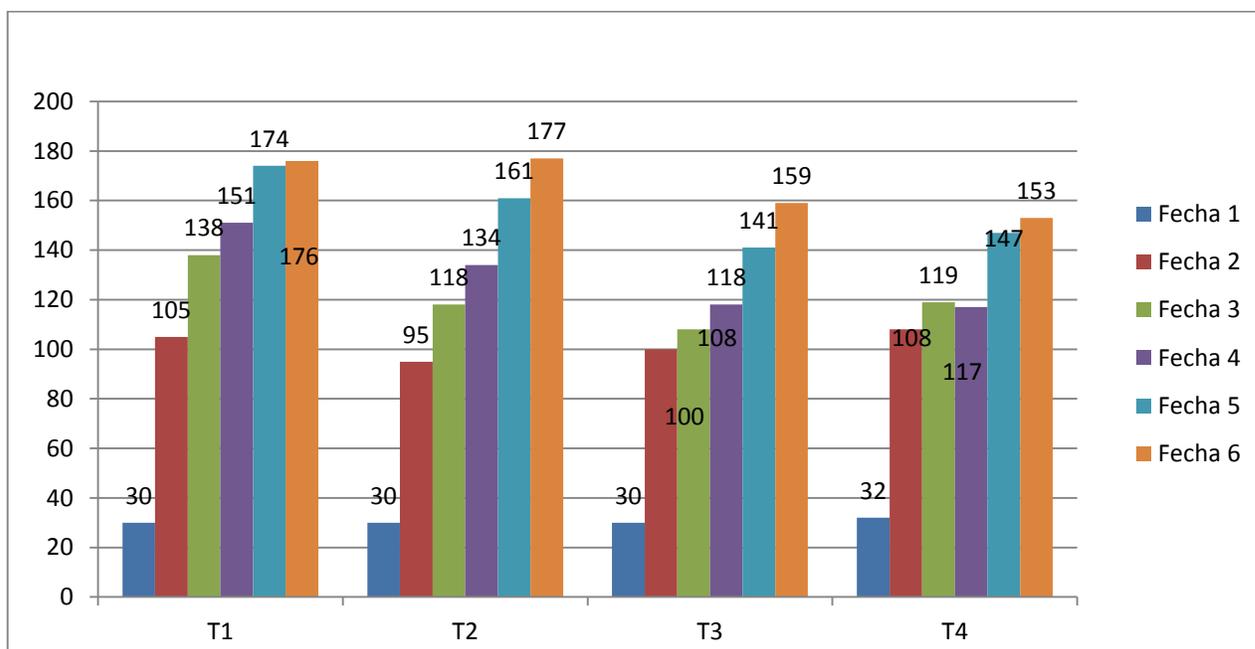


Figura 1. Altura de la planta (cm) de la variedad IL7046F1 en la producción de tomate tipo bola bajo cuatro tratamientos de fertilización inorgánica. UAAAN UL 2013.

El análisis de varianza para la variable altura de planta, no se encontró diferencia estadística significativa entre tratamientos. Para las variables de altura de planta, no se obtuvo valores significativos porque las variaciones en las soluciones equilibradas presentan muy poca diferencia en relación con el testigo Steiner, son ajustes de 2 a 3 meq/Lto como rango máximo en los iones de la solución; así como la conductividad misma no varía mucho.

Cuadro 7. Datos de la variable altura de planta en los diferentes cortes de la variedad IL7046 F1 en la producción de tomate tipo bola con cuatro tratamientos de fertilización inorgánica. UAAAN-UL 2013.

	Fecha 1	Fecha 2	Fecha 3	Fecha 4	Fecha 5	Fecha 6
1	30.12	105.50	138.25	151.00	174.75	176.25
2	30.25	95.25	118.00	134.50	161.25	177.50
3	30.25	100.25	108.75	118.25	141.75	159.50
4	32.00	108.00	119.50	117.50	147.50	153.75
C.V	5.21	28.82	41.61	34.00	39.50	39.14

4.1.2 Peso promedio por fruto

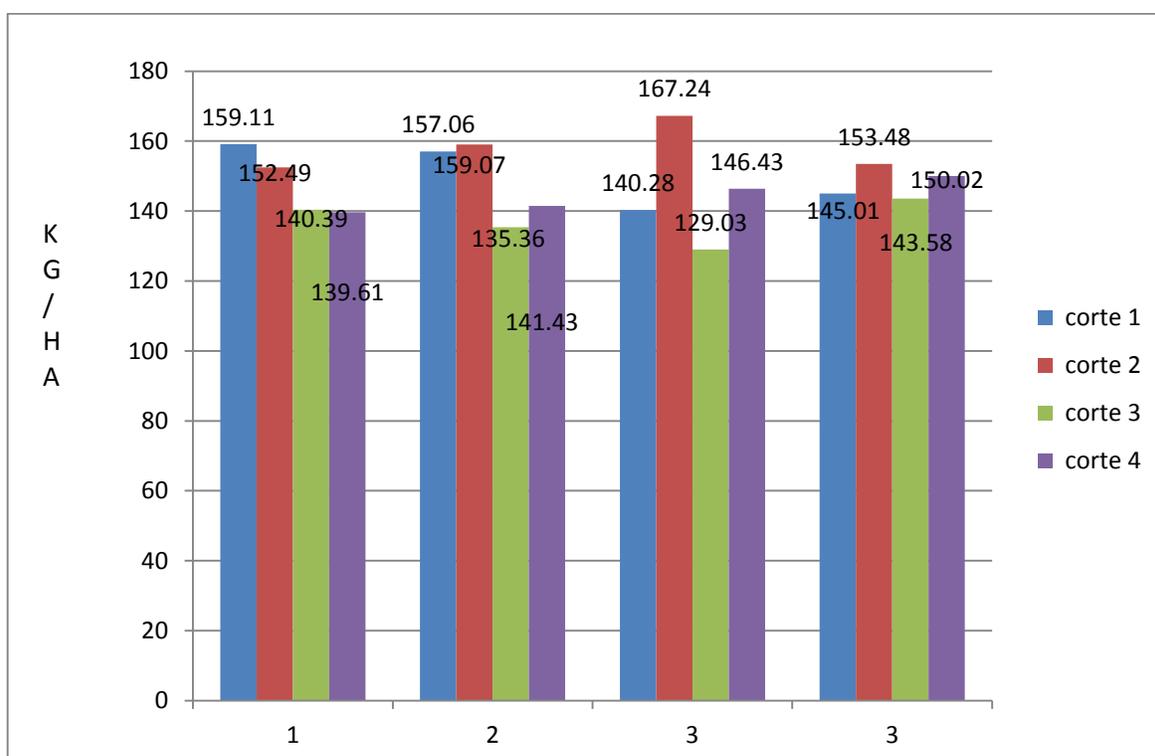


Figura 2. Peso de fruto (gr) de la variedad IL7046F1 en la producción de tomate tipo bola bajo cuatro tratamientos de fertilización inorgánica. UAAAN UL 2013.

El análisis de varianza para la variable peso por fruto no se encontró diferencia estadística significativa entre tratamientos. Porque la polinización del experimento se realizó con una hormona (procarpil) ya que desde ese momento las plantas tuvieron un comportamiento similar y esto nos conlleva a que no haya diferencia estadística entre tratamientos.

4.1.3 Peso promedios de racimos

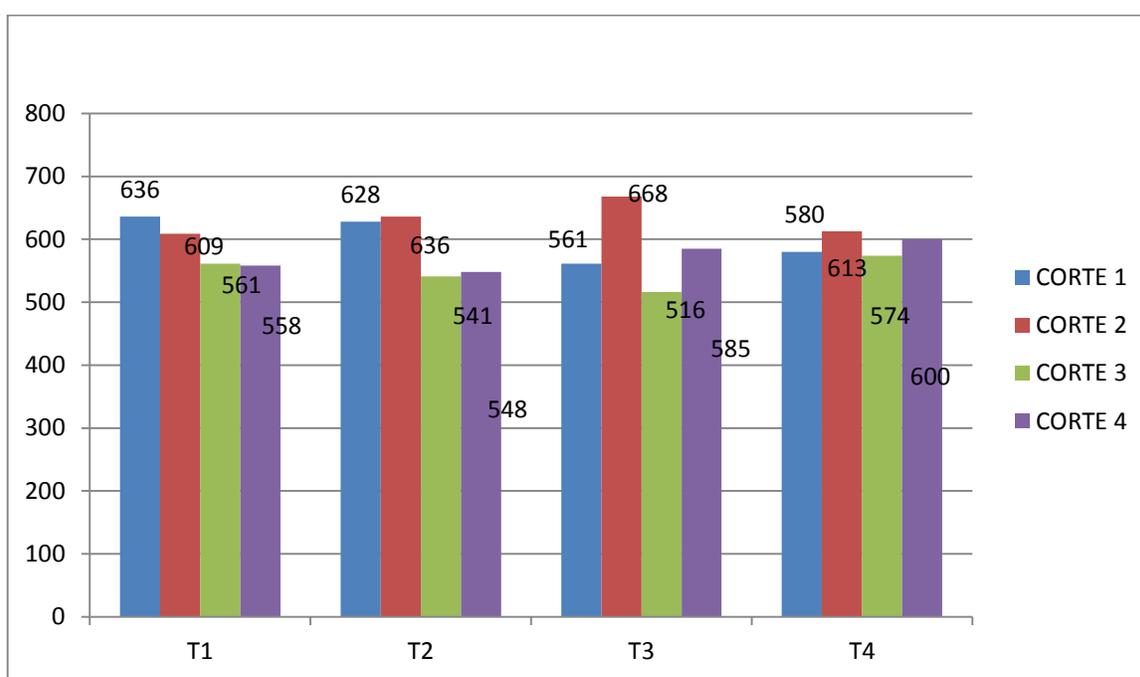


Figura 3. Peso promedio por racimo (kg) de la variedad IL7046F1 en la producción de tomate tipo bola bajo cuatro tratamientos de fertilización inorgánica. UAAAN UL 2013.

El análisis de varianza para la variable peso promedio por racimo no se encontró diferencia estadística significativa. No se obtuvo valores significativos porque las variaciones en las soluciones equilibradas presentan muy poca

diferencia en relación con el testigo Steiner, son ajustes de 2 a 3 meq/Lto como rango máximo en los iones de la solución; así como la conductividad misma no varía mucho.

4.1.5 Rendimiento promedio total

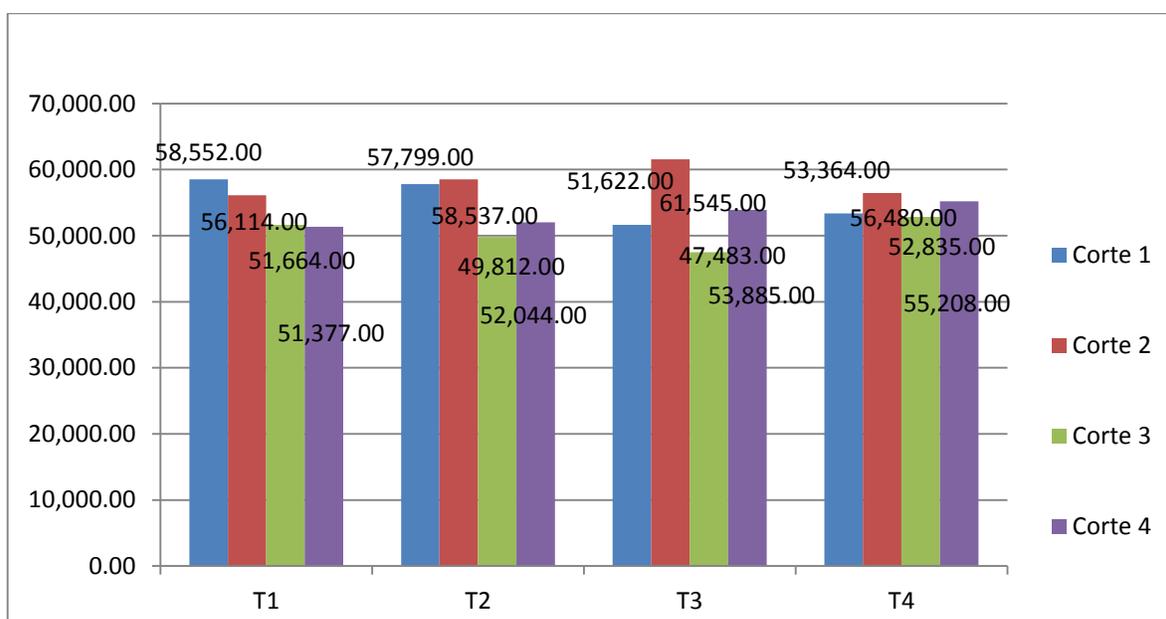


Figura 4. Rendimiento total (ton/ha) de la variedad IL7046F1 en la producción de tomate tipo bola bajo cuatro tratamientos de fertilización inorgánica. UAAAN UL 2013.

El análisis de varianza para la variable rendimiento total no se encontró diferencia estadística significativa. Una explicación es que no se alcanzaron los rendimientos comerciales que normalmente se obtienen porque para la polinización se utilizó una hormona de cuaje (procarpil) y esto conlleva a efectos

secundarios que hacen que el híbrido no tenga su mayor expresión genética en rendimiento.

Según castellanos, 2001 una polinización adecuada de manera convencional nos da un fruto con mayor cantidad de semillas y la formación de la pared y consistencia del fruto es decir el fruto tiene más rendimiento.

4.2 Características internas del fruto

4.2.1 Numero de lóculos

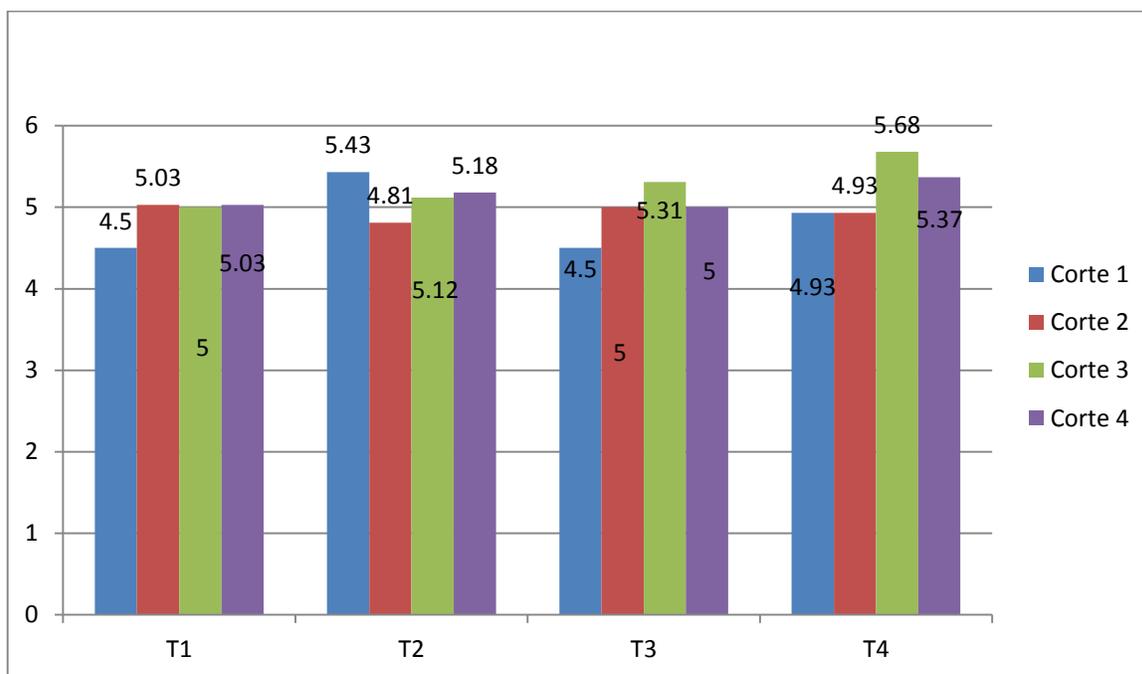


Figura 5. Numero de lóculos de la variedad IL7046F1 en la producción de tomate tipo bola bajo cuatro tratamientos de fertilización inorgánica. UAAAN UL 2013.

El análisis de varianza para la variable numero de lóculos se encontró diferencia estadística significativa, sobresaliendo el tratamiento 4(testigo) en el corte 3 con un promedio de 5.6 numero de lóculos.

Según Castellanos (2009), nos menciona en la literatura que el número de lóculos ideal para un tomate tipo bola es de 4, si existen 5 puede seguir considerándose como bueno. En los resultados sobresale el tratamiento 3 con un promedio de 4.95, siguiendo así el tratamiento 1 con 4.89, en tercer lugar quedaría el tratamiento 2 con un promedio de 5.14 lóculos como lo menciona la literatura y por último el tratamiento 4 con un promedio de 5.23 lóculos.

El tratamiento 4 (Steiner) fue el más bajo, cabe la probabilidad de que la solución nutritiva presentaba una alta Conductividad eléctrica que traía consigo una alta concentración de sales.

Estos resultados difieren a los obtenidos por Cano,(2003), donde obtuvo para la variable número de lóculos 5.47 quien evaluó soluciones orgánicas bajo invernadero. Demostrando que en soluciones nutritivas inorgánicas nos dio un mejor promedio de lóculos.

Cuadro 8. Datos de la variable número de lóculos en los diferentes cortes de la variedad IL7046 F1 en la producción de tomate tipo bola con cuatro tratamientos de fertilización inorgánica. UAAAN-UL 2013.

# Lóculos	Corte 1	Corte 2	Corte 3	Corte 4
1	4.50	5.03	5	5.03
2	5.43	4.81	5.12	5.18
3	4.50	5	5.31	5
4	4.93	5.93	5.68	5.37

C.V	14.60	15.57	31.15	13.36
-----	-------	-------	-------	-------

4.2.2 Grosor de pulpa

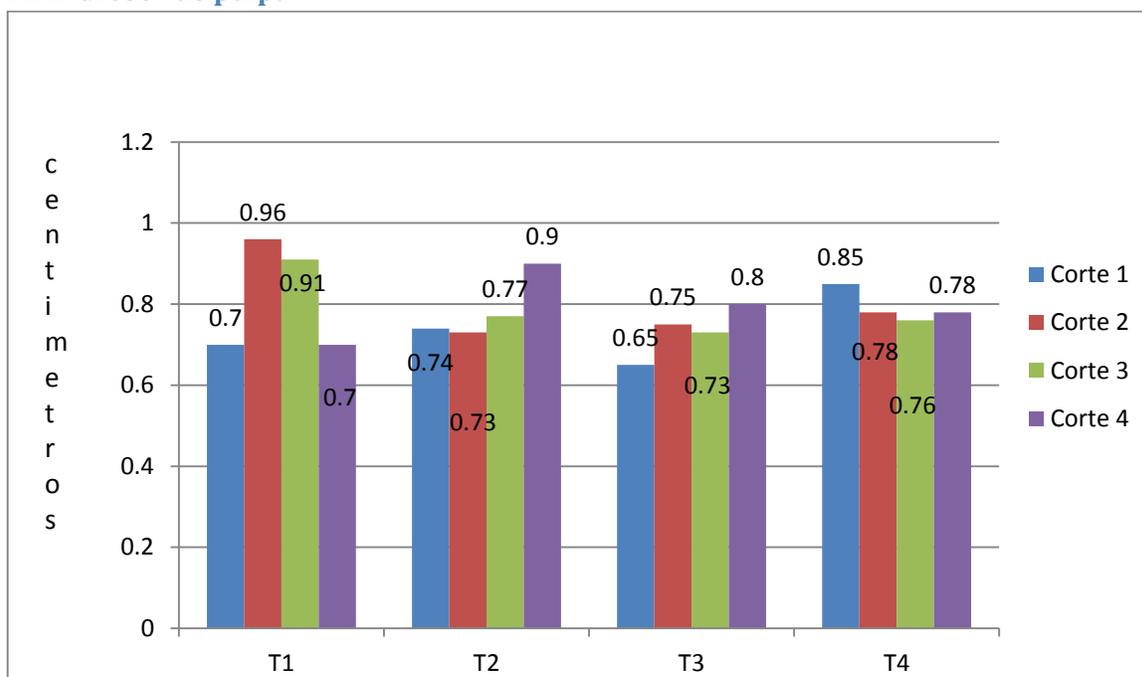


Figura 6. Grosor de pulpa(mm) de la variedad IL7046F1 en la producción de tomate tipo bola bajo cuatro tratamientos de fertilización inorgánica. UAAAN UL 2013.

El análisis de varianza para la variable Grosor de pulpa se encontró diferencia estadística significativa entre tratamientos, sobresaliendo el tratamiento 1 que alcanzo el mejor grosor de pulpa en el corte 2.

Sobresaliendo el tratamiento 1 con un promedio de 0.81mm como lo menciona Castellanos, (2009) en la literatura el grosor de pulpa ideal es de 1cm, quedando así en segundo lugar el tratamiento 4 (Steiner) con un promedio de

0.79mm, en tercer lugar queda 0.77mm y le sigue el tratamiento 3, con un promedio de 0.73mm.

La probabilidad de que la concentración del tratamiento 1 fue la mejor ya que influyo para el desarrollo y grosor de pulpa de los frutos.

Estos resultados tienen similitud a los obtenidos por Cano, (2003), donde obtuvo para la variable grosor de pulpa 0.77mm quien evaluó tomate con fertilización orgánica bajo invernadero, demostrando que en esta variable la fertilización orgánica e inorgánica son buenas.

Cuadro 9. Datos de la variable grosor de pulpa en los diferentes cortes de la variedad IL7046 F1 en la producción de tomate tipo bola con cuatro tratamientos de fertilización inorgánica. UAAAN-UL 2013.

Grosor	Corte 1	Corte 2	Corte 3	Corte 4
1	0.70	0.96	0.91	0.70
2	0.74	0.73	0.77	0.90
3	0.65	0.75	0.73	0.80
4	0.85	0.78	0.76	0.78
C.V	21.71	20.16	23.20	21.38

4.2.3 Grados Brix (Sólidos solubles)

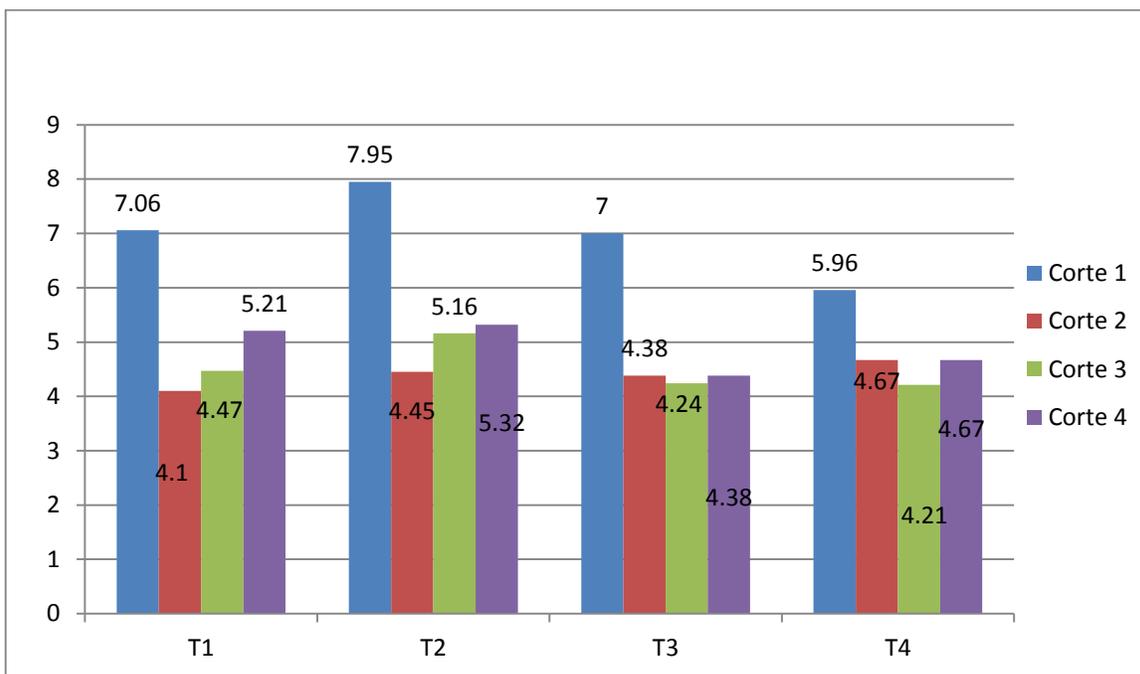


Figura 7. Grados Brix de la variedad IL7046F1 en la producción de tomate tipo bola bajo cuatro tratamientos de fertilización inorgánica. UAAAN UL 2013.

El análisis de varianza para la variable, Grados Brix se encontró diferencia estadística significativa entre tratamientos, sobresaliendo el tratamiento 2 en el corte 3 teniendo un promedio de sólidos solubles de 7.95 grados Brix.

Sobresaliendo el tratamiento 2 con un promedio de 5.72 grados Brix, siguiendo el tratamiento 1 con un promedio de 5.21 grados Brix, con un promedio de 5 grados Brix el tratamiento 3 y por último el tratamiento 4, con un promedio de 4.87 grados Brix.

La literatura menciona que los frutos con valores superiores a 4.5°Brix pertenecen a frutos que se catalogan con un buen sabor, mientras que contenidos por debajo de 4°Brix son relacionados con frutos de calidad no aceptable. A mayor conductividad eléctrica mas ° Brix.

Cuadro 9. Datos de la variable °Brix en los diferentes cortes de la variedad IL7046 F1 en la producción de tomate tipo bola con cuatro tratamientos de fertilización inorgánica. UAAAN-UL 2013.

° Brix	Corte 1	Corte 2	Corte 3	Corte 4
1	7.06	4.10	4.47	5.21
2	7.95	4.45	5.16	5.32
3	7	4.38	4.24	4.38
4	5.96	4.67	4.21	4.67
C.V	16.59	11.62	10.56	14.26

4.3 Características externas del fruto

4.3.1 Diámetro ecuatorial

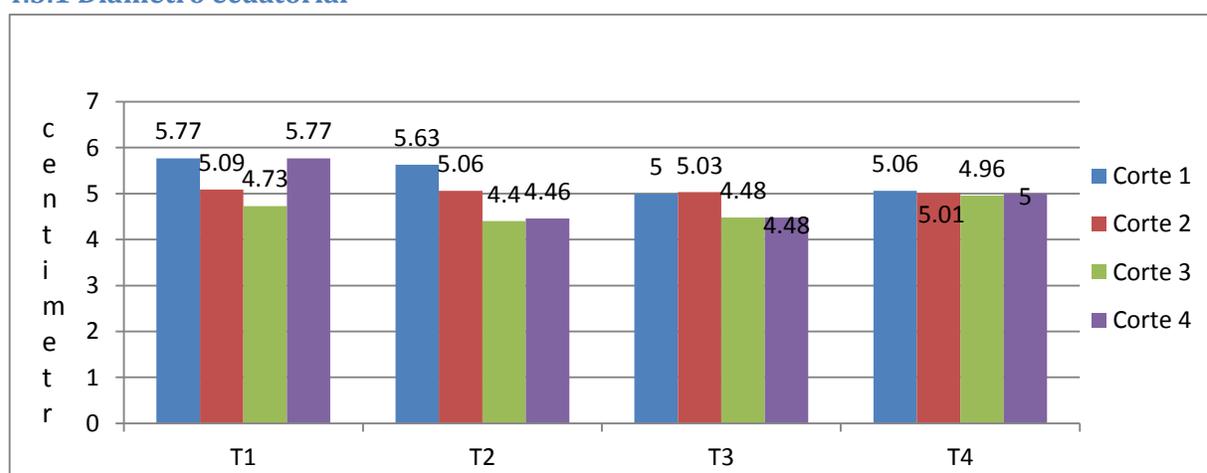


Figura 8. Diámetro ecuatorial (cm) de la variedad IL7046F1 en la producción de tomate tipo bola bajo cuatro tratamientos de fertilización inorgánica. UAAAN UL 2013.

El análisis de varianza para la variable diámetro ecuatorial se encontró diferencia estadística significativa entre tratamientos, sobresaliendo el tratamiento 1, en el corte 1 y el corte 4.

Sobresaliendo el tratamiento 1 con un diámetro ecuatorial de 5.34mm, siguiendo el tratamiento 4 con un diámetro ecuatorial de 5mm, el tratamiento 2 con un diámetro ecuatorial de 4.88 en tercer lugar y por último el tratamiento 3 con 4.74mm. Cabe la probabilidad de que influyo la concentración de sales para que los frutos no se desarrollaran en lo que se refiere a diámetro ecuatorial.

Cuadro 11. Datos de la variable número de lóculos en los diferentes cortes de la variedad IL7046 F1 en la producción de tomate tipo bola con cuatro tratamientos de fertilización inorgánica. UAAAN-UL 2013.

Diámetro	Corte 1	Corte 2	Corte 3	Corte 4
1	5.77	5.09	4.73	5.77
2	5.63	5.06	4.40	4.46
3	5	5.03	4.48	4.48
4	5.06	5.01	4.96	5
C.V	15.68	11.76	16.42	14.47

V CONCLUSIONES

Para la variable número de lóculos, sobresale el tratamiento 3 manejando el número de lóculos ideal para la comercialización.

Para la variable grosor de pulpa sobresale el tratamiento 1, acercándose más al grosor de pulpa ideal que es de 1cm. La probabilidad de que la concentración del tratamiento 1 fue la mejor ya que influyo para el desarrollo y grosor de pulpa de los frutos.

Para la variable Grados Brix sobresale el tratamiento 2, que tubo nitratos altos, Calcio alto y bajo potasio.

Demostrando que las soluciones inorgánicas evaluadas son muy parecidas a la solución de Steiner convencional, por ello no hubo diferencia estadística en las variables más importantes.

VI LITERATURA CITADA

- Anderlini, R 1996. El cultivo de tomate. Tercera. Ed. Ediciones Mundiprensa. Madrid España.
- Bautista, N. y Alvarado, J. 2006. Producción de jitomate en invernadero. Tesis colegio de postgraduados. Texcoco Edo. De México. pp. 3-16, 103-233.
- Berenguer, J. J. 2003. Manejo del cultivo de tomate en invernadero. En: curso internacional de producción de hortalizas de invernadero. Editores. Castellanos, J. Z; Muñoz, R.J.J. Celaya, Guanajuato, México. Pp 147-174.
- Biringas, L.1999. Cifras y datos de la producción de invernaderos. 14-16. In: productores e hortalizas. Nov. 1999.
- Bouzo C.A. y F. Garinglio N. 2002. Invernaderos. Aspectos Generales a tener en cuenta. Universidad Nacional del Litoral. Facultad de Ciencias Agrarias. Cultivos intensivos. Kreder 2805. (3080). Esperanza, Santa Fe, Argentina.
- Buso, G. 2000. Tecnología de invernaderos para la producción de jitomate. Memoria de experiencia profesional para la licenciatura. U. A. Chapingo. Mexico. pp. 1-8; 51-73.
- Calderón, S. F. 2002. Requerimientos nutricionales de un cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero en la Sabana de Bogotá. Dr. Calderón Laboratorios Ltda Avda. 13 No. 87-81.

- Cano, R. P., tratamientos evaluados en la producción de tomate orgánico bajo invernadero. CELALA- INIFAP, 2003. En línea. <http://www.monografias.com/trabajos16/tomate-organico/tomateorganico.shtml#result> (fecha de consulta 05 junio 2014).
- Casseres E. 1984. Producción de hortalizas. Tercera edición. Instituto interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José, Costa Rica. Pp 71-105.
- Castellanos, J.Z. 2003. La calidad del agua. Pp. 61-73, En: J.J. Muñoz- Ramos y J.Z. Castellanos (Eds). Manual de producción hortícola en invernadero. INICAPA, México.
- Castellanos, J. 2009. Manual de producción de tomate de invernadero. 20 de Noviembre. Celaya, Guanajuato, México.
- Chamarro, L. J. 2001. Anatomía y fisiología de la planta, pp 43-87. En F. Nuez (Ed.) el Cultivo del tomate. Editorial Mundi-Prensa México.
- CNA, 2002. Gerencia Regional. Cuencas Centrales del Norte, subgerencia Regional Técnica Programas de Hortaliza y Administrativa del Agua. Torreón Coahuila.
- Cockshull, K. E. 1988. The integration of plants physiology with physical changes in the greenhouse climate Acta Hort. 229. Pp. 113-123.
- Flores, E. D. (2014).
- Fonseca, E. 2000. Costos de la producción hidropónica de tomate. pp. Ingeniería, manejo y operación de invernaderos para la producción intensiva de hortalizas. Instituto de la capacitación para la productividad agrícola. Guadalajara, Jalisco, México. pp. 399.

Garza L. J. 1985. Las hortalizas cultivadas en México, características botánicas.
Departamento de Fitotecnia, UACH. Chapingo, México.

Gonzales, F 1996. Fertilización. éxito agronómico. Éxito económico. En revista
hortalizas, frutas y flores. Mexico. Julio pp. 17-20.

Horward, W. 1995. Tomate de invernadero y producción de pimiento en malla
sombra en Israel. Pp. 163-171. Wener.

Infoagro, 2004. El cultivo de tomate. En línea.

http://www.infoagro.com/hortlizas/tomate_raf.htm. (fecha de consulta 20 de
noviembre 2013).

Jaramillo, N, J. Rodríguez V. P. Guzmán A. M., Zapata, M. A. 2006. Investigación
en la producción de hortalizas bajo condiciones protegidas (Proyecto
Piloto). Informe Final Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. La selva.
54p. Rio Negro. Antioquia.

Jones, Jr. J. B. 1999. Tomato plant cultura. Ed. CRC Press. Florida, USA. 199pp.

Kemp, G. A. 1968. Low temperature growth responses of the tomato. Canadian
journal of plant Science 48: 281-286.

Kinet, J. M. 1977. Efect of light conditions on the development of the inflorescence
in tomato Sci. Hort. 6:15-26.

Lara H. A. 2000. Manejo de la solución nutritiva en la producción de tomate
hidroponía Terra. 17(3). Pp221-229.

Lesur L. 2006. Manual del cultivo de tomate. Una guía pasó a paso. Editorial trillas.
Pp. 23-20.

- Miranda, I. G. 2000. Efecto de tres volúmenes de agua en la productividad y calidad del tomate bola. Bajo condiciones de invernadero.
<http://www.biocrecia.uson.mx/revista/articulos/7art%202.pdf> (fecha de consulta 24 de octubre 2014).
- Nuez, F, 1995. El cultivo del tomate. Ediciones Mundi-Prensa, Barcelona España, pp. 15-776.
- Nuño, R. 2007. Manual de la producción de tomate rojo bajo condiciones de invernadero para el valle de Mexicali, baja california. (En línea)
<http://www.sfa.gob.mx/DESCARGAS/TomateInvernaderoMXL.pdf>. (fecha de consulta 18 de septiembre 2014).
- Pérez, M. y Castro, B. 1999. Guía para la producción intensiva de jitomate en invernadero. Boletín de divulgación 3. Departamento de fitotecnia, U. A. Chapingo.
- Pérez, M. D. 2001. Evaluación de micronutrientes aplicados en la solución nutritiva y foliarmente para la producción de tomate, bajo condiciones de hidroponía. Tesis de licenciatura U.A.A Antonio Narro UL. Torreón Coahuila México. Pp 35.
- Preciado, R. P., Fortis, H. M., García, H. J.L. 2011. Evaluación de soluciones nutritivas orgánicas en la producción de tomate en invernadero. Instituto Tecnológico de Torreón, México.
- Rojas, M. 1982. Fisiología vegetal aplicada. Segunda edición. Edit. McGraw-Hill Mexico D. f. pp. 108-118.
- Rodríguez, del R. A. 2001. Manejo del cultivo extensivo para industria, p. 255-309. En: F. Nuez (Ed.) El cultivo del Tomate. Editorial Mundi-prensa México.

- Sagarpa, 2002. Resumen Agrícola Región Lagunera. Delegación en la Región Lagunera. Sub-delegación de Planeación y Desarrollo Rural. Torreón, Coahuila.
- Samperio, R. G. 1999. Hidroponía básica. El cultivo fácil y rentable de las plantas sin tierra. Pp. 35, 38 y 45.
- Sánchez C.F y Escalante R.E.R. 2001. Hidroponía, Principio y métodos de cultivos. UACH, 3ra Edición. Imprenta UACH. PP 194.
- Santibáñez, E. 1992. La Comarca Lagunera, ensayo monográfico, tipográfica Reza, S.A. Torreón Coahuila México. pp.31-92.
- Serrano, C. Z. 1979. Cultivo de hortalizas en invernadero. Editorial Aedos. Imprenta Juvenil S.A. Barcelona, España.
- Steiner A.A 1961. A universal Method for preparing nutrient solutions of certain desired composition. Plant soil. 15: 134-154.
- Steiner A.A. 1984. The Universal Nutrient Solution. En proc 6th Int. cong. Soilles Cult. Pp. 633-649.
- Steiner A.A. 1996. The influence of the chemical composition of a nutrient solution on the production of tomato plants. Plantsoil. 24: 434-466.
- Tiscornia J. R. 1989. Hortalizas de fruto. Tomate, pimiento, pepino y otras. Editorial Albatros, Buenos Aires Argentina. Pp 7-9.
- Valadez L. A. 1990. Producción de hortalizas. Editorial Limusa, México D.F. Pp 198-22.
- Van Haeff, J. M. 1983. Manual para la educación agropecuaria. Tomate. Tercera impresión. Editorial trillas, México, D.F. pp. 11-16.