

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



**Aplicación foliar de aminoácidos y su efecto en la producción y calidad en
tomate (*Solanum lycopersicum* L.), en invernadero.**

Por

ANTONY VILLALOBOS BARRAZA

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL TÍTULO DE**

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Torreón, Coahuila, México
Junio, 2019

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

**Aplicación foliar de aminoácidos y su efecto en la producción y calidad en
tomate (*Solanum lycopersicum* L.), en invernadero.**

Por

ANTONY VILLALOBOS BARRAZA

TESIS

Que se somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito
parcial para obtener el título de

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Aprobada por



DR. ESTEBAN FAVELA CHÁVEZ

Presidente



Dr. LUCIO LEOS ESCOBEDO

Vocal



M.Sc. EMILIO DUARTE AYALA

Vocal



Dr. PABLO PRECIADO RANGEL

Vocal Suplente



M.E. JAVIER LÓPEZ HERNÁNDEZ

Coordinador de la División de Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México
Junio, 2019



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

**Aplicación foliar de aminoácidos y su efecto en la producción y calidad en
tomate (*Solanum lycopersicum* L.), en invernadero.**

Por

ANTONY VILLALOBOS BARRAZA

TESIS


Que se somete a la consideración del Comité de Asesoría como requisito parcial
para obtener el título de

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA


Aprobada por



DR. ESTEBAN FAVELA CHÁVEZ
Asesor Principal



DR. LUCIO LEOS ESCOBEDO
Coasesor



M.Sc. EMILIO DUARTE AYALA
Coasesor



M.E. JAVIER LÓPEZ HERNÁNDEZ
Coordinador de la División de Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México
Junio, 2019



AGRADECIMIENTOS

A **Dios** por estar siempre a mi lado cuidando de mí, dándome vida y salud para poder lograr mis metas.

A mi **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna** por darme la oportunidad de estudiar la carrera que más me gusta, dándome facilidades para llegar hacer lo que hoy soy.

A mis padres **Armando Villalobos Flores** y **Josefina Barraza Rodríguez** por haberme dado la vida y por estar a mi lado en las buenas y en las malas, por darme consejos que me sirvieron para formar lo que hoy soy.

A mi **familia** por siempre estar a mi lado incondicionalmente dándome consejos y apoyándome en mis decisiones.

A mis asesores y profesores **Dr. Esteban Favela Chávez** y el **Dr. Lucio Leos Escobedo** por sus atenciones y su apoyo incondicional en el transcurso de mi carrera y en la elaboración de este proyecto de investigación.

Al **M.Sc. Emilio Duarte Ayala** y **Dr. Pablo Preciado Rangel** por su ayuda y amabilidad en la elaboración de este proyecto.

A mis amigos y compañeros **Carlos Alberto González Romo**, **José Angel Salas Núñez**, **Abimael Velázquez Pérez** y **Jesús Vázquez Contreras** por estar a mi lado apoyándome durante mi carrera y estando en todo momento cuando más lo necesitaba.

DEDICATORIAS

Le dedico primeramente a **Dios** por darme la fuerza y el aliento de seguir adelante en cada paso de mi vida y siempre guiarme por el camino correcto para conseguir mis metas.

A mi padre **Armando Villalobos Flores** por ser el mejor padre del mundo siempre apoyándome con sacrificio durante mi carrera hasta llegar a cumplir mi meta profesional, por darme consejos sobre esta bonita vida que él me dio.

A mi madre **Josefina Barraza Rodríguez** por ser la mejor madre del mundo y siempre cuidar de mí, apoyándome en mis decisiones y por estar conmigo siempre a mi lado

A mis hermanos **Natalia Villalobos Barraza** y **José Angel Villalobos Barraza** por siempre estar conmigo apoyándome en todo momento.

A mis todos mis profesores de mi **ALMA TERRA MATER** por enseñarme lo bonito que es la agricultura, Orientándome hacia el camino correcto.

RESUMEN

El cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L.), participa de manera importante en la economía nacional e internacional. Una alternativa a implementar en este tipo de cultivo, son los bioestimulantes a base de aminoácidos. El presente trabajo de investigación se realizó en el ciclo otoño-invierno en los años 2017-2018, en el invernadero número 1, del Departamento de Horticultura en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna en Torreón, Coahuila. El material vegetal sexual utilizado fué semillas certificadas de un híbrido de tomate bola tipo semideterminado, cv DRD-8581. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con cuatro tratamientos de estudio y cinco repeticiones para un total de 20 unidades experimentales. Los tratamientos evaluados fueron, T1 (Solución Nutrimental + sin aplicaciones de aminoácidos), T2 (Solución Nutrimental + una aplicación de aminoácidos), T3 (Solución Nutrimental + dos aplicaciones de aminoácidos) y T4 (Solución Nutrimental + tres aplicaciones de aminoácidos). Las variables evaluadas fueron altura de la planta, numero de frutos por planta, peso total de frutos, peso medio de frutos, diámetro polar del fruto y diámetro ecuatorial del fruto, grosor interno del fruto, firmeza, pH del fruto, contenido de sólidos solubles, biomasa total, rendimiento comercial y rendimiento experimental. En los resultados obtenidos se encontró que en la altura de la planta el T2 (Solución Nutrimental + una aplicación de aminoácidos), presentó la mayor altura igual a 119.0 cm. En el número de frutos por planta, el T1 (Solución Nutrimental + Sin aplicaciones de aminoácidos), presentó el mayor valor con un total de 15.2 frutos. El mayor peso total del fruto, se encontró en el T4 (Solución Nutrimental + tres aplicaciones de aminoácidos) con un valor de 1891.8 gramos. En el peso medio de fruto nuevamente el T4, presentó el mayor valor con 149.9 gramos por fruto. Para el diámetro polar y el diámetro ecuatorial sobresalió el T4 (Solución Nutrimental + tres aplicaciones de aminoácidos) con los valores de 50.6 mm y 70.9 mm por fruto, respectivamente. En el grosor interno, el T3 (Solución Nutrimental + dos aplicaciones de aminoácidos) con 5.74 mm. Para la firmeza del fruto el T1 (Solución Nutrimental + Sin aplicaciones de aminoácidos), con el mayor valor igual 1.15 kg cm^{-2} en el fruto. En el pH, el T4 (Solución Nutrimental + tres aplicaciones de aminoácidos), con un valor de 4.11. En el contenido de solidos solubles (azúcares), se encontró que el mejor Tratamiento fue el 3 (Solución Nutrimental + dos aplicaciones de aminoácidos) con un valor de 6.3 de °brix. Finalmente en el rendimiento se encontró que el T4 (Solución Nutrimental + tres aplicaciones de aminoácidos), obtuvo la mayor producción con $57,994 \text{ kg ha}^{-1}$. El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de un bioproducto a base de aminoácidos libres, en la producción y la calidad de tomate bola tipo determinado, bajo condiciones de invernadero en un sistema hidropónico.

PALABRAS CLAVE: Agricultura protegida, Aminoácidos, Hidroponía, Fertilización foliar

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIAS	ii
RESUMEN	iii
ÍNDICE	iv
ÍNDICE DE CUADROS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	x
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivos.....	3
1.2. Hipótesis.....	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1. Generalidades del cultivo.....	4
2.1.1. Origen.....	4
2.1.2. Importancia del cultivo.....	4
2.2. Clasificación taxonómica.....	6
2.3. Descripción botánica.....	6
2.3.1. Raíz.....	6
2.3.2. Fruto.....	7
2.3.3. Tallo.....	7
2.3.4. Hoja.....	7
2.3.5. Flor.....	8
2.3.6. Semilla.....	8
2.4. Crecimiento de la planta de tomate.....	8
2.4.1. Crecimiento del tipo determinado.....	8
2.4.2. Crecimiento del tipo semideterminado.....	9
2.4.3. Crecimiento del tipo indeterminado.....	9
2.5. Manejo agronómico.....	9
2.5.1. Siembra.....	9

2.5.2. Trasplante.....	10
2.5.3. Tutorado.....	10
2.5.4. Podas.....	11
2.5.5. Polinización.....	11
2.5.6. Riegos.....	12
2.6. Necesidades edafoclimáticos.....	13
2.6.1. Temperaturas.....	13
2.6.2. Humedad relativa.....	13
2.6.3. Luminosidad.....	14
2.6.4. Vientos.....	14
2.6.5. Requerimientos de suelo.....	14
2.7. Principales plagas.....	15
2.7.1. Mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>).....	15
2.7.2. Trips (<i>Frankliniella occidentalis</i>).....	16
2.7.3. Pulgón del tomate (<i>Macrosiphum euphorbiae</i>).....	17
2.7.4. Ácaros (<i>Tetranychus sp.</i>).....	17
2.8. Principales enfermedades.....	18
3.8.1. Oidiopsis (<i>Leveillula taurica</i>).....	18
3.8.2. Podredumbre gris (<i>Botrytis cinerea</i>).....	19
3.8.3. Mildiu (<i>Phytophthora infestans</i>).....	19
3.8.4. Marchitez vascular (<i>Fusarium oxysporum</i>).....	20
2.9. Agricultura protegida.....	20
2.9.1. Invernaderos.....	20
2.9.1.1. Radiación solar en invernadero.....	21
2.9.1.2. Temperatura.....	21
2.9.1.3. Humedad relativa.....	21
2.9.1.4. Heladas.....	22
2.9.1.5. Vientos dentro del invernadero.....	22
2.9.1.6. Contenido de dióxido de carbono (CO ₂).....	23
2.9.2. Producción de tomate en invernadero.....	23
2.9.3. Producción de tomate en casa-sombra.....	24

2.9.4. Producción de tomate en hidroponía.....	24
2.10. Calidad de tomate.....	24
2.11. Fertilización al cultivo de tomate.....	25
2.11.1. Fertirrigación.....	25
2.11.1.1. Soluciones nutritivas Steiner.....	26
2.11.2. Fertilización Foliar.....	27
2.12. Aminoácidos libres.....	27
2.12.1 Productos a base de aminoácidos.....	27
2.11.2.. Fertilización foliar a base de aminoácidos.....	28
2.12.3. Efecto de los aminoácidos.....	28
III.MATERIALES Y MÉTODOS.....	30
3.1. Localización del área de estudio.....	30
3.2. Localización del sitio de estudio.....	31
3.3. Localización del sitio experimental.....	31
3.4. Clima de la región.....	32
3.4.1. Temperaturas.....	32
3.4.2. Precipitación pluvial.....	32
3.4.3. Humedad relativa.....	32
3.4.4. Vientos.....	33
3.4.5. Heladas.....	33
3.4.6. Granizos.....	33
3.5. Acondicionamiento del área del invernadero.....	33
3.6. Obtención de sustratos.....	33
3.6.1. Arena de río.....	34
3.6.2 Cribado de la arena de río.....	34
3.7. Llenado de macetas.....	34
3.8. Distribución de macetas en el invernadero.....	34
3.8.1. Etiquetado.....	34
3.9. Siembra en semillero.....	34
3.10 Trasplante.....	35
3.11. Material vegetal.....	35

3.12. Diseño experimental.....	35
3.13. Tratamientos de estudio.....	35
3.14. Solución nutritiva como riego.....	35
3.15. Tutorado.....	36
3.16. Podas.....	36
3.16.1. Poda sanitaria.....	36
3.16.2. Poda de brotes axilares.....	36
3.17. Polinización.....	36
3.18. Plagas en el cultivo.....	37
3.19. Enfermedades en el cultivo.....	37
3.20. Variables evaluadas.....	37
3.20.1. Etapa vegetativa.....	37
3.20.1.1. Altura de planta.....	37
3.20.2. Etapa productiva.....	38
3.20.2.1. Número de frutos por planta.....	38
3.20.2.2. Peso medio de fruto.....	38
3.20.2.3 Cosecha.....	38
3.20.2.4. Rendimiento experimental (kg m^{-2}).....	38
3.20.2.5. Rendimiento comercial (t ha^{-1}).....	38
3.20.3. Calidad del fruto.....	39
3.20.3.1. Diámetro polar.....	39
3.20.3.2. Diámetro ecuatorial.....	39
3.20.3.3. Grosor interno del fruto.....	39
3.20.3.4. Firmeza.....	39
3.20.3.5. pH del fruto.....	39
3.20.3.6. Contenido de sólidos solubles ($^{\circ}\text{brix}$).....	39
3.23. Análisis estadístico.....	39
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	40
4.1. Etapa vegetativa.....	40
4.1.1. Altura de planta.....	40
4.2. Etapa productiva.....	42

4.2.1. Número de frutos por planta.....	42
4.2.2. Peso total de frutos.....	43
4.2.3. Peso medio de fruto.....	44
4.3. Calidad del fruto.....	45
4.3.1. Diámetro polar.....	45
4.3.2. Diámetro ecuatorial.....	46
4.3.3. Grosor interno del fruto.....	47
4.3.4. Firmeza del fruto.....	48
4.3.5. pH del fruto.....	49
4.3.6. Contenido de sólidos solubles (°brix).....	50
4.4. Biomasa total (kg ha ⁻¹).....	51
4.4 Rendimiento experimental (kg m ²⁻¹).....	52
4.5. Rendimiento comercial (t ha ⁻¹).....	52
V. CONCLUSIONES.....	53
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	54
VI. ANEXOS.....	66

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 2.1	Valores nutritivos en 100 g de porción de tomate.....	5
Cuadro 3.1	Solución nutritiva Steiner. UAAAN UL, 2019.....	36
Cuadro 3.2	Insecticidas y fungicidas utilizados en el cultivo de tomate bola tipo determinado. UAAAN UL, 2019.....	37
Cuadro 4.1	Medias obtenidas para la variable altura de la planta, expresado en centímetros, a los 20, 28, 36, 51, 67 y 80 DDT, en los tratamientos de estudio. UAAAN UL, 2019.....	41
Cuadro 4.2	Rendimiento Experimental (R.E) y Rendimiento Comercial (R.C) UAAAN UL, 2019.....	52

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1	Localización de la región comarca lagunera de Torreón, Coahuila. UAAAN UL, 2019.....	30
Figura 3.2	Localización del sitio de estudio de UAAAN UL en la región lagunera de la ciudad de Torreón, Coahuila. UAAAN UL, 2019.....	31
Figura 3.3	Localización del experimento dentro de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna. UAAAN UL, 2019.....	31
Figura 4.1	Respuesta para la variable número de frutos en los cuatro tratamientos de estudio. UAAAN UL, 2019.....	42
Figura 4.2	Respuesta para la variable peso total de fruto expresada en gramos en los cuatro tratamientos de estudio. UAAAN UL, 2019.....	43
Figura 4.3	Respuesta para la variable peso medio de fruto expresada en gramos en los cuatro tratamientos de estudio. UAAAN UL, 2019.....	44
Figura 4.4	Respuesta para la variable diámetro polar de fruto expresada en milímetros en los cuatro tratamientos de estudio. UAAAN UL, 2019....	45
Figura 4.5	Respuesta para la variable diámetro ecuatorial de fruto expresada en milímetros en los cuatro tratamientos de estudio. UAAAN UL, 2019...	46
Figura 4.6	Respuesta para la variable grosor interno de fruto expresada en milímetros en los cuatro tratamientos de estudio. UAAAN UL, 2019...	47
Figura 4.7	Respuesta para la variable firmeza de fruto expresada en kg cm^{-2} en los cuatro tratamientos de estudio. UAAAN UL, 2019.....	48
Figura 4.8	Respuesta para la variable pH de fruto en los cuatro tratamientos de estudio. UAAAN UL, 2019.....	49
Figura 4.9	Respuesta para la variable de solidos solubles de fruto expresada en °brix en los cuatro tratamientos de estudio. UAAAN UL, 2019.....	50
Figura 4.10	Respuesta para la variable biomasa total expresada en kg ha^{-1} en los cuatro tratamientos de estudio. UAAAN UL, 2019.....	51

I.INTRODUCCIÓN

El cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L.), es una hortaliza que se cultiva en grandes rangos, del que se obtienen importantes producciones, además participa de manera importante en la economía nacional e internacional, aspecto que no podría lograrse sin que haya una calidad del fruto (Pérez *et al.*, 2017). La calidad en la producción del tomate se define en función del uso al que va a ser destinado este producto, se debe considerar las características con un valor aceptable para el consumidor. (Arana *et al.*, 2006). Esta calidad en postcosecha y la vida de anaquel de los frutos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) son controlados por el estado de madurez en la cosecha (Alam *et al.*, 2006).

La alta demanda de tomate a nivel mundial representa una gran oportunidad para los productores; sin embargo, es imprescindible mejorar las técnicas de cultivo para obtener mejores rendimientos.

Por otro lado el uso excesivo de productos químicos en los cultivos, principalmente en la producción de tomate provoca un afecto desfavorable en la calidad biológica de los alimentos, alterando completamente las propiedades físico-químicas y biológicas de los suelos, lo que conlleva a mejorar la calidad biológica a través de la utilización de los recursos naturales disponibles en los agro ecosistemas (Ruiz *et al.*, 2009). El elevado precio de estos productos químicos hace que su empleo únicamente sea rentable en cultivos de alto interés comercial. Por lo tanto, es esencial encontrar una alternativa a este tipo de productos que manteniendo su eficacia, resulten más económicos y logren un menor impacto ambiental (Cerdán *et al.*, 2009). Una alternativa viene a ser el uso de productos de origen orgánico aplicados vía foliar (Arteaga *et al.*, 2007).

Otra alternativa a implementar en este tipo de cultivos es la complementación de agroquímicos con insumos más relacionados con el medio ambiente conocidos como bioestimulantes. Estos productos contienen aminoácidos de fácil disponibilidad, donde además se disminuye el consumo energético de la planta (Mazuela *et al.*, 2012).

La aplicación de bioestimulante como los aminoácidos, va alcanzando cada vez más importancia, desde el punto de vista económico y ecológico, además de que actúan como estimuladores de crecimiento de las plantas. Son productos que aportan compuestos directamente utilizables (Ruiz *et al.*, 2009).

El uso de una fertilización directa en las plantas con aminoácidos libres reduce la transformación química del nitrógeno nítrico y amoniacal en aminoácidos (Gazola *et al.*, 2014). Así mismo la fertilización foliar no compite con la aplicación tradicional de fertilizantes vía suelo, sino que la complementa, ayudando en gran parte a que el cultivo alcance altos niveles de producción (Murillo, 2013).

Una de las ventajas de los aminoácidos libres, es que actúan como un excelente anti estrés en los suelos salinos, en los excesos de agua, también en la fitotoxicidad, causada por la mala aplicación de los plaguicidas (Tantawy, 2009). Por esta razón distintas investigaciones han permitido explorar el uso de los bioproductos con aminoácidos libres producidos en el país, donde: las dosis recomendadas son bajas además que el producto sea amigable con el medio ambiente y su aplicabilidad a una gran diversidad de cultivos (Peña *et al.*, 2017).

1.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de un bioproducto a base de aminoácidos libres, en la producción y la calidad de tomate bajo condiciones de invernadero en un sistema hidropónico.

1.2 Hipótesis

Ho= El bioproducto a base de aminoácidos libres, tiene efecto en la producción y la calidad de tomate bajo condiciones de invernadero en un sistema hidropónico.

Ha= El bioproducto a base de aminoácidos libres, no tiene efecto en la producción y la calidad de tomate bajo condiciones de invernadero en un sistema hidropónico.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Generalidades del cultivo

2.1.1. Origen

El centro de origen del tomate está localizado en una pequeña área geográfica de Suramérica, limitada al sur por la latitud 30' (norte de Chile), al norte por el Ecuador y el sur de Colombia, al este por la Cordillera de los Andes y al oeste por el Océano Pacífico, incluyendo el archipiélago de las Islas Galápagos (Vallejo y Estrada, 2004).

Sin embargo, según Grajales *et al.*, (1998) se encuentran números numerosos parientes silvestres y cultivados del tomate en la región andina del Perú, Ecuador y Bolivia, así como en Islas Galápagos.

2.1.2. Importancia del cultivo

El tomate (*Solanum lycopersicum* L.) es la hortaliza más importante en el mundo con una producción mundial hortícola de 182,301,695 toneladas y con 4,848,384 de hectáreas cosechadas (FAO, 2018). En la producción del tomate más del 35% se concentra en cuatro países: China con el 18.94%, los Estados Unidos con el 7.08%, India 6.08% y Turquía 5.4%. En México en la producción de tomate a nivel mundial ocupa el décimo lugar con el 1.6 % (FAO, 2018).

Según Sañudo, (2013) en México, el tomate es la segunda hortaliza más importante después del chile (*Capsicum annum* L.). El estado de Sinaloa, se ha consolidado como el primer productor de tomate en México con 11,147 hectáreas sembradas. Por lo tanto se considera una de las especies hortícolas más importantes económicamente en nuestro país, debido al valor de su producción y a

la demanda de mano de obra que genera; además, es el principal producto hortícola de exportación (SIAP, 2018).

Bravo, (2012) menciona que las hortalizas de mayor importancia económica en el mundo es el tomate, donde tiene una demanda de continuo aumento ya que el fruto del tomate y sus productos derivados son considerados alimentos saludables gracias a sus propiedades nutricionales y a su elevado contenido en compuestos de actividad antioxidante. En cuanto a su contenido nutricional es una de las hortalizas con vitaminas y minerales más demandantes en la alimentación humana.

Cuadro 2.1. Valores nutritivos en 100 g de porción de tomate (Bolaños, 1998).

Contenido	Unidades
Energía	20.0 K cal
Proteína	1.2 g
Fibra	0.7 g
Calcio (Ca)	18.0 mg
Hierro (Fe)	0.5 mg
Fosforo (P)	27.0 mg
Caroteno	0.5 mg
Tiamina	0.05 mg
Rivoflamina	0.04 mg
Niacina	0.7 mg
Ácido ascórbico	23.0 mg
Vitamina C	23.0 mg
Vitamina A	900.0 IU
Valor nutritivo promedio (VNP)	2.39 %

2.2. Clasificación taxonómica

El tomate (*Solanum lycopersicum* L) como actualmente lo nombran se clasifica según el ITIS (2018).

Reino: Plantae

División: Tracheophyta

Subdivisión: Spermatophytina

Clase: Magnoliopsida

Orden: Solanales

Familia: Solanácea

Género: *Solanum* L.

Especie: *Solanum lycopersicum* L.

2.3. Descripción botánica

El tomate es una planta herbácea perenne, aunque es muy probablemente que en su hábitat se comportan como anuales y pueden morir después de la primera estación de crecimiento debido a las heladas o la sequía (Hernández, 2011).

2.3.1. Raíz

El tomate, tienen un sistema radical compuesto por una raíz principal, de la que se originan raíces laterales y fibrosas pudiendo lograr los 1.5 metros de radio. La mayoría de las raíces se profundiza entre los 20 y 45 cm, aunque en condiciones apropiadas pueden llegar hasta los dos metros. La formación de raíces es muy constantemente, especialmente en los nudos inferiores del tallo principal, siempre y cuando esté en contacto con suelo húmedo (Salguera y Morales, 2007).

2.3.2. Fruto

Baya o plurilocular que puede alcanzar un peso que oscila entre unos pocos miligramos y 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.

2.3.3. Tallo

El tallo tiene forma cilíndrica y erecta en sus primeras fases de crecimiento y se vuelve decumbente y angular posteriormente, en su superficie está recubierta por pelos angulares, los cuales segregan una sustancia viscosa de color verde amarillenta. El tamaño varía según las características genéticas de cada variedad, encontrándose tallos de 30 centímetros y hasta de tres metros de altura (Salguera y Morales, 2007).

2.3.4. Hoja

Compuesta e imparipinnada, con foliolos peciolados, lobulados y con borde dentado, en número de siete a nueve 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 (Infoagro, 2018).

2.3.5. Flor

La flor es perfecta con ambos sexos, regular e hipoginia y consta de cinco o más sépalos, de igual número de pétalos de color amarillos y dispuestos de forma helicoidal a intervalos de 135 grados, de igual número de estambres que se alternan con los pétalos y forman un cono estaminal que envuelve al gineceo, y de un ovario bi o plurilocular. Las flores se agrupan en inflorescencias de tipo racimos (dicasio), generalmente en número de tres a diez en variedades de tomate comerciales calibre M y G (Ramírez, 2006).

2.3.6. Semilla

Tiene forma lenticular con unas dimensiones aproximadas de cinco x cuatro x dos milímetros y está constituida por el embrión, el endospermo y la cubierta seminal. El embrión, cuyo desarrollo dará un individuo (planta), está constituido, a su vez, por la yema apical, dos cotiledones, el hipocotíleo y la radícula. El endospermo contiene los elementos nutritivos para el desarrollo inicial del embrión. La cubierta seminal está constituida por un tejido duro e impermeable, recubierto de pelos, que envuelve y protege el embrión y el endospermo (Ramírez, 2006).

2.4. Crecimiento de la planta de tomate

2.4.1. Crecimiento del tipo determinado

Los tomates determinados son más bien de tipo arbustivo, y más compactos, paran de crecer cuando han llegado a su límite de crecimiento, su edad adulta en versión tomate. Un factor importante a tener en cuenta es que darán los frutos todos a la vez, con lo cual deberemos realizar toda la cosecha en una o dos semanas (Rosique, 2014).

2.4.2. Crecimiento del tipo semideterminado

Tienen simpodios de tres o dos hojas y en casos muy contados una sola hoja y por ello resultan menos sensibles a la determinación del crecimiento, lo que las hace más adecuadas al cultivo en invernadero. El verdadero tipo de crecimiento determinado tiene una o dos hojas por simpodio y es más conveniente para cultivos destinados a la industria, pues permite la recolección de una sola vez (Gabriel *et al.*, 2016).

2.4.3. Crecimiento del tipo indeterminado

Estos son los más usados en la actualidad, su crecimiento nunca se detiene, con lo que es necesario controlarlo mediante la retirada de chupones y cortando el tallo apical cuando éste haya alcanzado una altura considerable. Requieren tutores para sostenerse y dan tomates de manera escalonada durante toda la temporada. Tienen la fase de crecimiento, floración y fruto a la vez en diferentes partes de la planta (Rosique, 2014). Entre las ventajas que presentan el uso de variedades indeterminadas se destacan su alto vigor, uniformidad, producción, excelente calidad y tolerancia a algunas enfermedades (Gabriel *et al.*, 2016).

2.5. Manejo agronómico

2.5.1. Siembra

Se utilizan bandejas con celdas individuales para producción de tomate, se siembra directamente una o dos semillas por cada celda, posteriormente se cubre con un sustrato llamado peat moss y luego se debe regar abundantemente una vez, hasta la germinación. Luego se debe cubrir con papel y plástico para mantener la humedad y levantar la temperatura (FAO, 2013).

2.5.2. Trasplante

La época adecuada para trasplante de las plántulas es cuando se abren totalmente tres a cuatro hojas (30 días de edad) y la densidad se realiza de acuerdo al sistema de plantación elegido. Se debe tener en cuenta la profundidad del trasplante, lo ideal que sea la misma que tenía en el semillero.

En el sistema de plantación con dos tutores o doble hilera, la distancia entre plantas es de 50 cm y entre hileras 100 cm, dejando un caminero de 80 cm. Esto se debe realizar al atardecer, cuando el calor haya disminuido y el viento es moderado. Por otro lado las plantas deben ser colocadas de tal forma que las hojas verdaderas queden hacia al lado del caminero, esto con el propósito de que los racimos orales queden del mismo lado y faciliten la cosecha (FAO, 2013).

2.5.3. Tutorado

El tomate por ser una planta herbácea, requiere un sistema de sostén que proteja el follaje y los frutos del deterioro ocasionado por la humedad del suelo y la acción de los microorganismos e insectos plagas. En este caso en cultivares determinados, con crecimiento de follaje y maduración reproductiva uniforme, es posible levantar cultivos con plantas de crecimiento arbustivo o postrado que desarrollan sus ramas y frutos directamente sobre el suelo o en camas con residuos orgánicos secos, previamente localizados, con el fin de proteger los frutos de los excesos de humedad. Este tipo de siembra, prospera en regiones secas con baja precipitación y humedad ambiental (Vallejo y Estrada, 2004).

2.5.4. Podas

La poda, es entendida como la remoción de partes de la planta (yemas, brotes desarrollados, raíces o frutos), sirve para mantener una forma y crecimiento, siempre y cuando se realice sin afectar el desarrollo de la planta. La importancia de la poda radica en que en ocasiones un crecimiento rápido de algún órgano puede competir con las hojas por nutrientes que fácilmente se pueden translocar, lo que provoca marchitez y reduce su capacidad fotosintética. Asimismo, existe competencia entre los órganos cuyo crecimiento y desarrollo son simultáneos; tal es el caso del crecimiento del ápice con la diferenciación floral, proceso que ocurre a muy temprana edad en muchas plantas (Valerio *et al.*, 2013).

Entre las más importantes se encuentran: La poda de formación que tiene como objeto definir el número de tallos que va a tener la planta; practica definitiva en la planeación de las posteriores labores culturales. La poda de yemas o chupones consiste en la eliminación de los pequeños brotes que crecen en el punto de inserción entre el tallo principal y los peciolos de las hojas; se deben eliminar manualmente antes que se desarrollen, evitando el consumo de nutrientes y heridas en el tallo. Por último se encuentran las podas de flores, hojas bajas y frutos, con estas prácticas balancean el crecimiento vegetativo y el generativo de la planta, optimizando el número de tamaño de frutos, las condiciones climáticas y el estado de desarrollo de las plantas y el vigor de las mismas (Parrado y López, 2004).

2.5.5. Polinización

La polinización se realiza para ayudar al cuajado de los frutos, esta práctica mejora la calidad y productividad del tomate. Dentro de los invernaderos deben optarse por mecanismos que produzcan movimientos de los racimos florales u otros

mecanismos como las abejas. Las plantas deben polinizarse por lo menos tres veces a la semana, con el fin de lograr una óptima formación de frutos. Para una buena polinización es necesario realizarla en horas de la mañana, dado que el polen es más viable y su desprendimiento es fácil (Parrado y López, 2004).

El mecanismo más importante es por medio de abejas, estas se alimentan casi exclusivamente de polen y néctar en lo cual necesitan visitar grandes cantidades de flores diariamente transportando así el polen de flor en flor satisfaciendo sus requerimientos individuales, los de la cría y de la colonia. Este trabajo de visita a las flores hace de las abejas los principales agentes polinizadores de las plantas (Nates-Parra, 2005). La especie de abeja más utilizada por el ser humano en polinización, aunque no la única, es *Apis mellifera*, principalmente por sus hábitos generalistas de forrajeo y su facilidad de manejo.

2.5.6. Riegos

El riego es una práctica de producción que se define como la aplicación suficiente, oportuna, eficiente y uniforme de agua a un perfil del suelo para reponer el agua que las plantas han consumido durante un tiempo determinado. El propósito del riego es crear un ambiente adecuado en la zona radical para que las plantas rindan la máxima producción.

Uno de los principales factores que afectan el rendimiento es la aplicación oportuna y suficiente del riego. Una mala programación de riego también promueve la presencia de enfermedades y desórdenes fisiológicos (Flores *et al.*, 2007).

Las necesidades hídricas del tomate oscilan entre los 400 y los 600 m³ por hectárea, dependiendo del ciclo del cultivo en el que sea establecido ya sea en primavera o en otoño. Durante el ciclo primavera la planta necesita de una mayor

cantidad de agua, su consumo es de cuatro a seis milímetros por día. Por lo tanto excesos de humedad y riegos abundantes tras un periodo de estrés hídrico ocasionaran un rajado de frutos (Calixto, 2012).

2.6. Necesidades edafoclimáticas

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.

2.6.1 Temperatura

La temperatura óptima de desarrollo oscila entre los 20 y 30 °C durante el día y entre 1 y 17 °C durante la noche; temperaturas superiores a los 30-35 °C afectan la fructificación por mal desarrollo de óvulos, el desarrollo de la planta, en general, y del sistema radicular, en particular. Temperaturas inferiores a 12-15 °C también originan problemas en el desarrollo de la planta. Temperaturas superiores a 25 °C e inferiores a 12 °C dan lugar a una fecundación defectuosa o nula (Zambrano, 2009).

2.6.2 Humedad relativa

La humedad relativa favorable para el cultivo de tomate es de alrededor de 50-60%; cuando la humedad relativa es más las anteras se hinchan y el polen no se libera para que pueda hacer depositado en el estigma, en consecuencia no hay formación de fruto (Bastida, 2012).

Para el cultivo de tomate en bajo invernadero es de 60-70 %; los excesos de humedad relativa se pueden controlar con ventilación, aumentando la temperatura y controlando los riegos, cuando el ambiente dentro del invernadero es muy bajo los órganos de la flor se deshidratan y por ello no se produce la fecundación, por el

contrario un ambiente muy húmedo ocasiona el apelmamiento de polen lo que trae consigo fallas en la fecundación (Nuez, 2001).

2.6.3 Luminosidad

Según Zambrano, (2009) los valores reducidos de luminosidad pueden incidir de forma negativa sobre los procesos de la floración y la fecundación, así como el desarrollo vegetativo de la planta. En los momentos críticos, durante el período vegetativo, resulta crucial la interrelación existente entre la temperatura diurna y nocturna y la luminosidad. Una buena luminosidad es importante para obtener buen color de fruto, alto contenido de sólidos solubles y una pared del fruto delgada.

2.6.5 vientos

Los efectos del viento en la agricultura son muchos: transporta polen y materia orgánica, humedad y nubes, masas de aire frío o caliente, etc. Sin embargo, este fenómeno del tiempo es más bien relacionado con los daños que ocasiona; principalmente aquellos que resultan fácilmente visibles. Los efectos del viento pueden convertirse de benéficos en perjudiciales dependiendo en gran parte de su intensidad (Bastida, 2012).

2.6.6 Requerimientos de suelo

El tomate tiene un buen crecimiento en suelos bien drenados que permitan una buena penetración y desarrollo de raíces en un volumen de suelo superficial de 30-60 cm de profundidad. Las condiciones físicas del suelo deben proporcionar un volumen de poros que favorezca una adecuada retención de humedad para el cultivo con una gran demanda de agua de 0.5 a 3.5 litros/planta/día, pero requiere de muy buena aireación pues no tolera el encharcamiento por varias horas. Los suelos de siembra, deben ser además ricos y fértiles naturalmente o permitir su

enriquecimiento a través de los aportes externos mediante, enmiendas, abonamientos y fertilización edáfica o de fertirriego (Vallejo y Estrada, 2004).

2.7 Principales plagas

Sin un control adecuado en el cultivo pueden llegar a presentar plagas en las cuales generan daños severos sobre el cultivo, por eso es necesario establecer métodos de control tales como químicos, biológicos y culturales dentro del invernadero para así evitar daños en el cultivo.

2.7.1 Mosca blanca (*Bemisia tabaci*)

La mosca blanca (*Bemisia tabaci*) es una especie ampliamente distribuida en el mundo, donde se alimenta de más de 600 especies de plantas cultivadas entre ellas el tomate. Los daños directos causados por este insecto se deben a su alimentación a expensas de los nutrientes de la planta y a desórdenes fisiológicos causados por el biotipo B, mientras que los indirectos se deben al crecimiento de hongos sobre la excreción de melaza por la mosca blanca y a la habilidad de transmitir virus (Cuellar y Morales, 2006); Temperaturas mayores de 30 °C disminuyen la supervivencia de huevos la actividad de adultos la fecundidad y el crecimiento de ninfas (Sánchez *et al.*, 2005).

Son insectos alados que miden entre uno y tres mm de longitud donde los machos son ligeramente más pequeños que las hembras. Dichos huevos son depositados por las hembras en el envés de las hojas de la planta en una cantidad de 150- 300 huevos por puesta según las condiciones de humedad y temperatura del cultivo, tienen forma ovoidal alargada, de 0.17 mm de longitud y una tonalidad que varía entre blanca y amarilla, los huevos darán origen a ninfas casi

transparentes de forma elíptica y aplanadas dorso ventralmente de tamaño inferior a 0.5mm (Fandiño y Moreno, 2016).

2.7.2. Trips (*Frankliniella occidentalis*)

El trips (*Frankliniella occidentalis*), es originario del Sudoeste de EE.UU. y posee una amplia distribución mundial. Su polifagia, sumada a su alto potencial biótico, le permite producir grandes poblaciones de individuos que colonizan el cultivo de tomate. Es una de las especies más eficientes en la transmisión del virus de la peste negra del tomate (TSWV, TomatoSpotted Wilt Virus) el cual afecta principalmente al tomate (Castresana *et al.*, 2008).

F. occidentalis ocasiona lesiones de coloración blanquecina plateada en frutos. En ataques severos se producen deformaciones tales como hojas rizadas, enrolladas y arrugadas y en casos extremos hay detención del crecimiento por lo que las hojas se retuercen, se enroscan, marchitan y mueren. La mayoría de insectos se encuentran concentrados en flores y frutos (FAO, 2012).

La hembra mide de 1.2 a 1.6 mm, de largo y el macho de 0.8 a 0.9 mm, según la coloración de las hembras (marrón) se reconoce tres formas, clara, intermedia y oscura. El macho es de coloración clara con algunos segmentos de las antenas oscuros. Los huevos son reniformes, blancos hialino y de unas 200 micras de longitud, encontrándose insertados dentro de los tejidos de los vegetales. Las larvas pasan por dos estadios, siendo el primero muy pequeño, de color blanco o amarillo pálido. El segundo estadio es de tamaño parecido al de los adultos y de color amarillo dorado. Las larvas a su vez se distinguen en dos estadios. Son inmóviles y comienzan a presentar los esbozos alares que se desarrollarán en los adultos (Padilla, 2015).

2.7.3 Pulgón del tomate (*Macrosiphum euphorbiae*)

Los pulgones constituyen un grupo de insectos que succionan la savia afectando numerosos cultivos, dentro de los cuales se encuentran el tomate. Además de la extracción de nutrientes y la pérdida de rendimiento, inyectan sustancias tóxicas que producen deformaciones y transmiten numerosos virus (Rici *et al.*, 2012). Por otro lado son insectos de cuerpo globoso y con un tamaño entre uno y cinco milímetros. El cuerpo de los pulgones se puede dividir en tres regiones: cabeza, tórax y abdomen.

En la cabeza del insecto encontramos las antenas insertadas en la frente mediante el tubérculo antenal. Las antenas están compuestas entre tres y seis artejos. Por otro lado el aparato bucal está formado por un aparato de tipo chupador para clavar el estilete en el tejido vegetal de la planta y absorber los jugos celulares. Las patas de los pulgones se encuentran en el tórax en los cual son seis. Éstas son alargadas y funcionales durante todo el ciclo biológico (Jiménez, 2015).

En el abdomen tiene dos tubos prominentes llamados sifones. Los sifones los utilizan para emitir una sustancia llamada hemolinfa en caso de peligro. La hemolinfa es un líquido que en contacto con el aire se solidifica rápidamente, recubriendo al enemigo para paralizarlo.

2.7.4. Ácaros (*Tetranychus sp*)

La araña roja es una de las principales plagas del tomate, Se desarrolla sobre las solanáceas cultivadas, donde provoca síntomas similares a otras especies de arañas rojas afines. El acaro produce tela en abundancia en la que se localizan las colonias. Asimismo, decolora las hojas, que se vuelven primero amarillentas y

después marrones y permite un escaso desarrollo vegetal si se encuentra sobre plantas jóvenes, las cuales pueden morir rápidamente (Ferragut y Escudero, 1999).

Es la familia de ácaros fitófagos de más amplia distribución y de mayor rango de hospedantes en el mundo. Pueden medir desde 0.2 hasta 1.0 mm de longitud, las hembras son de forma ovalada y globosa y los machos piriformes. El color de las hembras varía entre especies y géneros desde el amarillo, el verde, el pardo, el negro y el rosado hasta un rojo intenso. El color del cuerpo puede ser diferente al de las patas y el gnatosoma (Mesa, 1999).

2.8. Principales enfermedades

2.8.1. Oidiopsis (*Leveillula taurica*)

El Oidiopsis (*L. taurica*) es una enfermedad causadas por hongos que infecta hojas, tallos, flores y frutos en casi 10000 especies de angiospermas. Su control tiene costos altos debido al uso de fungicidas y a la búsqueda de genotipos resistentes (Glawe, 2008). *Leveillula taurica* es un patógeno causante de cenicilla en más de 700 hospedantes, entre los que destacan tomate (*Solanum lycopersicum*). Los efectos de cenicilla en el cultivo de tomate varían desde pérdidas de calidad por exposición de los frutos a la irradiación solar, debido al impacto del patógeno en las hojas, hasta pérdidas de rendimiento de 40 % (Guzmán *et al.*, 2011).

El control de la enfermedad se realiza con Azufre humectable, Myclobutanil y Azoxistrobin pero existe potencial en agentes de control biológico, extractos vegetales e inducción de resistencia por hiperparásitos de *L. taurica* (Guzmán *et al.*, 2011). Una aspersión calendarizada de fungicidas es la técnica más usada para el manejo de la enfermedad, usando modelos de riesgo basados en el clima para así

poder optimizar la fecha de aplicación y reducir a un mínimo número de aspersiones necesarias para el control de la enfermedad.

2.8.2. Podredumbre gris (*Botrytis cinerea*)

B. cinerea es un hongo filamentoso de la familia Sclerotinicaeae, capaz de infectar a más de 230 especies de plantas huéspedes. Como todos los miembros del género *Botrytis* actúan como patógeno necrotrofo, infectando los tejidos del huésped e induciendo su necrosis, pero además es capaz de sobrevivir y formar estructuras de resistencia (esclerocios) en el tejido necrótico generado por la infección (calvo, 2011). La comercialización del tomate se encuentra limitada por el desarrollo de podredumbres causadas por *Botrytis cinerea*. De acuerdo con Bombelli, (2006) el control de las enfermedades fúngicas en frutos ha sido tradicionalmente realizado con fungicidas químicos de síntesis tales como Carbendazim, Benomil, Iprodine, Kresoxim Metil, Fluodioxonil más Cipronidil.

2.8.3. Mildiu (*Phytophthora infestans*)

En plantas jóvenes de tomate provoca amarillamientos de hojas y marchitez, en la base del tallo se forma un chancro negruzco y húmedo, muriendo rápidamente la planta. Cuando la planta es adulta sólo se ven afectados los frutos al salpicarles gotas de agua, con zoosporas del hongo, desde el suelo. Los daños que presentan los frutos son manchas circulares, parduzcas con un reborde de tamaño variable (Cabello *et al.*, 1990).

Para el control de esta enfermedad es necesario no plantar cultivos de papa cercano o lindero a tomate en invernadero. Aplicaciones de fungicidas a base de Metalaxil o Propamocarb tienen efecto curativo. Es conveniente aplicar en forma preventiva Clorotalonil (Bernal, 2010).

2.8.4. Marchitez vascular (*Fusarium oxysporum*)

La marchitez vascular producida por *Fusarium oxysporum* es la principal enfermedad que causa problemas en el cultivo de tomate, en lo cual disminuye en un 60% el rendimiento y afecta la calidad del tomate. Esta enfermedad, la cual se ha reportado en por lo menos 32 países prospera en una diversidad de condiciones ambientales desde trópicos secos hasta climas templados (Ascencio *et al.*, 2008).

El manejo convencional de esta enfermedad para los agricultores es difícil, teniendo que recurrir a la aplicación de fungicidas que, a veces, resultan deficientes e incrementan los costos de producción. La rotación de cultivos es un método de control utilizado que sólo proporciona una reducción parcial del inóculo del patógeno. El tratamiento químico de las semillas puede eliminar parcialmente el problema al controlar el inóculo presente en ellas, pero sin ocasionar mayor efecto contra el patógeno en el suelo (Avendaño *et al.*, 2006).

2.9. Agricultura protegida

2.9.1 Invernaderos

El invernadero es el elemento cualitativamente más importante del sistema de producción en agricultura protegida, debido a que de él depende en gran medida la capacidad productiva (Fernández, 2012).

Su estructura está conformada por el conjunto de elementos verticales, horizontales y curvos, que son los que le otorgan la forma y resistencia de la carga. Los materiales más comunes que se utilizan son: madera, fierro o acero, su función es soportar la carga y esfuerzos que ocasionan el montaje de la cubierta; además de los aparatos de climatización o de riego, las plantas y los frutos (Ortega *et al.*, 2014).

2.9.1.1. Radiación solar en invernadero

Las condiciones de radiación solar en invernadero son muy importantes desde el punto de vista productivo, no solo cuantitativamente sino también cualitativamente. La primera alteración que genera el invernadero sobre los parámetros microclimáticos es una reducción de radiación solar. Las características radiométricas de la cubierta del invernadero pueden, además, modificar significativamente la calidad de radiación (espectro de distribución o proporción de radiación difusa) afectando a los cultivos, principalmente en cuanto a la eficiencia de uso de la radiación y a sus efectos fotomorfogénicos, e influyendo sobre los insectos y microorganismos del invernadero (Castilla, 2005).

2.9.1.2 Temperatura

La temperatura dentro del invernadero es el resultado del balance energético del abrigo. Los intervalos de temperatura adecuados en invernadero, para la mayor parte de las especies, oscilan entre 10° y 30° C.

La temperatura afecta la actividad metabólica celular, la absorción de agua y nutrientes, el intercambio gaseoso, la producción y gasto de carbohidratos y reguladores del crecimiento, entre otros. Durante el verano, un problema que enfrentan los productores que utilizan invernaderos son las elevadas temperaturas, las cuales disminuyen la calidad de hortalizas y flores, causando quemaduras en plántulas (Samaniego *et al.*, 2002).

2.9.1.3. Humedad relativa

Cuando el cultivo sufre de una humedad relativa alta dentro del invernadero, se incrementan las condiciones para que se desarrollen enfermedades en el cultivo. Además se presentan las situaciones siguientes: el polen se compacta y se dificulta

la polinización, aumenta la posibilidad de agrietamiento y aparición de micro-grietas en los frutos, se estimula la coloración irregular en los frutos. Por el contrario, un cultivo que sufre de humedad relativa baja ve su polen secar antes de germinar, disminuyendo el periodo de polinización. Además, se prestan las condiciones para el desarrollo de oídium.

2.9.1.4. Heladas

Los daños por bajas temperaturas pueden producirse en todas las plantas, pero los mecanismos y la tipología del daño varían considerablemente. Algunos cultivos hortícolas como el tomate experimentan daños fisiológicos cuando están sometidos a temperaturas por debajo de 12,5 °C, bastante por encima de las temperaturas de congelación. Sin embargo, el daño por encima de 0 °C es más por enfriamiento que por helada. Ésta ocurre en todas las plantas debido a la formación de hielo. La temperatura baja a - 2°C las plantas mueren, si ésta permanece por dos horas continuas (Samaniego *et al.*, 2002).

2.9.1.5. Viento dentro del invernadero

El viento es un proceso fundamental que influye en el clima interior del invernadero y en la concentración de gases y en consecuencia, influye fuertemente en el crecimiento y desarrollo de las plantas. La eficiencia de la ventilación depende de la velocidad del viento y de la diferencia de temperatura entre el interior y el exterior del invernadero. Las tasas de ventilación natural en invernaderos se estiman aplicando varios métodos: gases trazadores, balance de energía, balance de vapor de agua y balance de dióxido de carbono (Ruiz *et al.*, 2015).

2.9.1.6. Contenido de dióxido de carbono (CO₂)

La ventilación, la fotosíntesis, la respiración de las plantas y la generación de CO₂ en el suelo (por radicular y descomposición de materia orgánica) influyen en el contenido de CO₂ del aire del invernadero. De noche, por acumulación de CO₂ de la respiración de las plantas, la tasa es superior a la del aire exterior. De día, debido a la fotosíntesis, el CO₂ baja respecto al valor normal exterior. Con invernadero cerrado, en día soleado, puede bajar de 200 ppm, siendo limitante para la producción (Castilla, 2005).

2.9.2 Producción de tomate en invernadero

La producción de tomate (*Solanum lycopersicum L.*) bajo invernadero es un sistema que incrementa el rendimiento y calidad del fruto, al proporcionar un óptimo ambiente y facilitando el crecimiento y desarrollo en tomate (Preciado *et al.*, 2011). Generalmente elimina algunos de los problemas de la agricultura orgánica, ya que se garantizarían frutos durante todo el año, se evitarían los contratiempos ambientales y sobre todo aumentarían las ganancias, debido a la sobreproducción con relación a la producción en campo (Márquez *et al.*, 2008).

La superficie empleada para cultivos en invernadero en México asciende a 4900 ha y presenta una tasa de crecimiento anual de 25 %; de esta superficie, 3450 ha se destinan a la producción de tomate (Dimas *et al.*, 2008). Por otro lado, si se considera que una producción comercial exitosa de tomate en invernadero deben ser 200 t ha⁻¹ por año (Rodríguez *et al.*, 2007). El sistema de producción de tomate en invernadero mundialmente se produce en Holanda, Canadá, Estados Unidos y por varias empresas en México, es altamente tecnificado y costoso (Vázquez-Rodríguez *et al.*, 2007).

2.9.3. Producción en casa sombra

El sistema de agricultura protegida con casa malla permite la producción de tomate fuera de estación y en condiciones óptimas, además de ofrecer grandes ventajas para los agricultores, sobre todo para mantener oferta constante al mercado durante el año. La regulación parcial del microambiente se logra al cubrir la estructura con mallas antiáfidos, mallas sombra retráctil, nebulizadores y sistemas de riego presurizado. De esta manera, es posible disminuir la alta radiación incidente y la temperatura, e incrementar la humedad relativa. Además, se favorece un crecimiento vigoroso de las plantas y se limita la infestación de las plagas (Castilla, 2005).

2.9.5. Producción en hidroponía

Actualmente existen producciones de tomate en hidroponía bajo invernadero que otorgan al menos el mismo rendimiento anual, con manejo agronómico más sencillo y menor costo y que además presentan la ventaja de concentrar la cosecha de todo un ciclo en un intervalo de tiempo menor a un mes, por lo que el ciclo de cultivo puede programarse para aprovechar las ventanas de mercado donde el precio es más alto (Vázquez *et al.*, 2007). El uso de los sistemas hidropónicos representa una opción para incrementar la producción agrícola, al propiciar un ambiente poco restrictivo para el crecimiento y desarrollo de las plantas que el que ocurre a cielo abierto, sobre todo en especies hortícolas (Ortiz *et al.*, 2009).

2.10. Calidad de tomate

La calidad, se determina por la apariencia, color, textura, valor nutricional, composición en madurez de consumo, sanidad, sabor y aroma (Hernández *et al.*, 2012). El sabor del tomate es el resultado de diversos componentes aromáticos

volátiles y no volátiles y de una compleja interacción entre éstos. Para un buen sabor se requiere un contenido alto de azúcares y ácidos; un buen contenido en ácidos y bajos de azúcares da como resultado un sabor ácido, uno alto en azúcares y bajo en ácidos dan como resultado un sabor suave, y ambos bajos dan un fruto insípido (Hernández *et al.*, 2012).

Investigaciones de los últimos años apuntan a que los aminoácidos y son agentes complejantes que de forma natural utilizan las plantas en la adsorción y asimilación de elementos secundarios y micro elementos (Lucena, 2009). Los aminoácidos naturales libres tienen una capacidad de complejación media, que no evitaría la precipitación de elementos en el suelo.

2.11. Fertilización al cultivo de tomate

2.11.1. Fertirrigación

De acuerdo con Puente *et al.*, (2004) la fertirrigación permite aplicar exacta y uniformemente el volumen húmedo radicular ahí donde se concentra la actividad radicular. Esto incrementa marcadamente la eficiencia en la aplicación del fertilizante, el cual permite reducir la cantidad del fertilizante aplicado.

Una fertirrigación efectiva requiere un entendimiento del desarrollo de la planta incluyendo requerimientos de nutrientes y modelo radicular, química del suelo tal como solubilidad y movilidad de nutrientes, química de los fertilizantes (compatibilidad de mezclas, precipitación, taponamiento y corrosión) y factores de calidad del agua incluyendo el pH, riesgos de sal y sodio, y iones tóxicas (Puente *et al.*, 2004).

2.11.1.1. Soluciones nutritivas Steiner

Una solución nutritiva (SN) consta de agua con oxígeno y de todos los nutrimentos esenciales en forma iónica y, eventualmente, de algunos compuestos orgánicos tales como los quelatos de fierro y de algún otro micronutriente que puede estar presente. Una SN verdadera es aquella que contiene las especies químicas indicadas en la solución, por lo que deben de coincidir con las que se determinen mediante el análisis químico correspondiente (Favela *et al.*, 2006).

La selección de elementos nutritivos de una SN “universal” al momento de la absorción por la planta, se puede explicar desde un punto de vista fisiológico, al no variar el equilibrio iónico de la SN durante el ciclo de cultivo; sin embargo, en una producción comercial, la nutrición de los cultivos debe tomar en cuenta aspectos técnicos y económicos. Desde un punto de vista técnico, para que las plantas puedan obtener los máximos rendimientos, la SN debe cubrir sus requerimientos nutrimentales, de tal manera que se eviten deficiencias o el consumo en exceso (Favela *et al.*, 2006).

La solución nutritiva universal consiste de aniones: Nitratos (NO_3^{-1}), 12 me L^{-1} , Fosfatos ($\text{H}_2\text{PO}_4^{-1}$), 1 me L^{-1} , Sulfatos (SO_4^{2-}), 7 me L^{-1} , cationes: Potasio (K^{+1}), 7 me L^{-1} , Calcio (Ca^{2+}) y Magnesio (Mg^{2+}), 4 me L^{-1} , cuando el potencial osmótico es - 0.072 MPa y el pH es de 6.5. Sin embargo, las necesidades nutrimentales de los vegetales dependen de factores como: especie, variedad. Etapa fenológica y ambiente físico en que se desarrolla la planta, el cual afecta la tasa de absorción y la distribución de nutrimentos dentro de la misma, además de la tasa de crecimiento (Villegas *et al.*, 2005).

2.11.2. Fertilización Foliar

La fertilización foliar es una práctica de fertilización que permite suplementar o completar los nutrientes requeridos por un cultivo que no pueden ser adquiridos del suelo (Trinidad y Aguilar, 1999). Por ello optimiza la capacidad de producir cultivos agrícolas y aumentar la eficiencia de aprovechamiento de un nutriente.

2.12. Aminoácidos libres

Un aminoácido, como su nombre indica, es una molécula orgánica con un grupo amino (-NH₂) y un grupo carboxílico (-COOH; ácido).

Los aminoácidos libres y péptidos son sustancias nutritivas de fácil absorción y asimilación vía foliar, trasportándose a los órganos de la planta, como brotes, flores y frutos, en los que existe una mayor demanda debido a su actividad (Franco, 2004). Aunque constituyen uno de las proteínas fundamentales del funcionamiento bioquímico de las plantas, son también aportadores de nitrógeno orgánico para la formación de diversas moléculas biológicas (Ojeda-Real *et al.*, 2008). Pueden representar un almacén de nitrógeno a corto plazo para la planta, en especial cuando la absorción de nitrógeno se incrementa y es cuando la planta se encuentra en una fase acelerada de crecimiento (Trejo-Téllez *et al.*, 2005).

2.12.1. Productos a base de aminoácidos

Los productos a base de aminoácidos presentan una de las utilidades favorables en la agricultura presentando una influencia específica como biocatalizador de los procesos enzimáticos y nutricionales de las plantas (Albuja *et al.*, 2011). Cuando estas sustancias se aplican a diferentes cultivos son capaces de incrementar los rendimientos, mejorar la resistencia al frío además de soportar la tolerancia a la salinidad. Actualmente la tendencia en la agricultura es encontrar

alternativas que garanticen el incremento de los rendimientos y disminuyan el uso de fertilizantes inorgánicos, ya que estos poseen un riesgo de contaminación para el medio ambiente (Cabrera *et al.*, 2011).

2.12.2. Fertilización foliar a base de aminoácidos

El uso de aminoácidos en la fertilización foliar es relativamente reciente, la planta recibe aminoácidos de rápida absorción y translocación, lo cual reduce el gasto de energía metabólica por parte de la planta en la síntesis de proteínas (Uscola *et al.*, 2008).

2.12.3. Efecto de los aminoácidos

Las aplicaciones de productos basados en una hidrolización enzimática de proteínas, han demostrado que los aminoácidos ayudan a la mayor absorción y al transporte de nutrientes dentro de la planta al aumentar la permeabilidad de las membranas celulares, mejorando la producción y la calidad de las cosechas (Botta *et al.*, 2007).

Los aminoácidos exógenos pueden ser absorbidos e incorporados por las plantas tanto por la vía radical como por la vía foliar e integrarse así al metabolismo vegetal (Arjona, 2004), se incorporan rápidamente al metabolismo como si fueran sintetizados por la planta contribuyendo un proceso de desarrollo y crecimiento (De Souza *et al.*, 2009). Las hojas, tienen la función de formar carbohidratos, sin embargo las características químicas de tales compuestos presentan condiciones ventajosas para una incorporación inmediata y la translocación de éstos a los lugares de la planta con una mayor demanda (Serna-Rodríguez *et al.*, 2011).

Un elevado porcentaje de aminoácidos libres y fácilmente translocables, potencian los mecanismos naturales de la planta para tolerar la salinidad,

contribuyendo con el ajuste osmótico permitiendo a la planta superar el déficit hídrico presente en condiciones de estrés salino (Achón *et al.*, 2014).

Villar *et al.*, (2005) menciona que los aminoácidos también facilitan la interacción suelo-planta, lo que permite el desarrollo de la rizósfera con la correspondiente producción de hormonas de crecimiento y otras muchas sustancias útiles a la planta que desencadenan la recuperación fisiológica. Esto se manifiesta en la mejora de la producción de alimentos.

III.MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización del área de estudio

El área de estudio se localiza en el estado de Coahuila en la región de la Comarca Lagunera, en el municipio de la ciudad de Torreón con lo que cuenta con una superficie de 1,255.98 kilómetros cuadrados, que representan el 0.82% del total de la superficie del estado. (**Figura 3.1**).



Figura 3.1. Localización de la región comarca lagunera de Torreón, Coahuila. UAAAN UL, 2019.

3.2. Localización del sitio de estudio

En el municipio de Torreón y dentro de él, se encuentra la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, en las coordenadas geográficas 103° 25' 57" de Longitud Oeste y 25° 31' 11" de Latitud Norte del meridiano de Greenwich, con una altura de 1,123 msnm (**Figura 3.2**).



Figura 3.2. Localización del sitio de estudio de UAAAN UL, en la región lagunera de la ciudad de Torreón, Coahuila. UAAAN UL, 2019.

3.3. Localización del sitio experimental

El trabajo de investigación se realizó en el invernadero número 1 y el laboratorio del departamento de Horticultura en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en la Unidad Laguna (**Figura 3.3**).

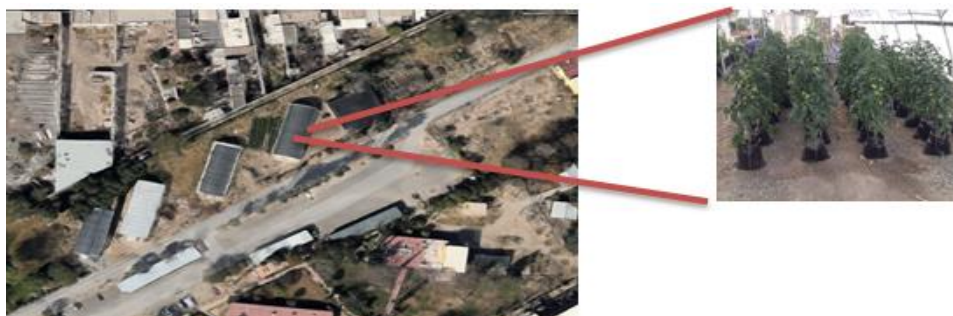


Figura 3.3. Localización del experimento dentro de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna. UAAAN UL, 2019.

3.4. Clima de la región

De acuerdo con Köppen modificado por García (2004), el clima en Torreón, Coahuila se clasifica como BWx donde el clima de la región es muy desértico o muy árido con lluvias poco abundantes que pueden presentarse en cualquier época del año. Otra clasificación que se puede considerar según Köppen es BSw donde el clima es semiseco o estepario con lluvias en verano donde La temperatura media anual está por encima de los 18 °C.

3.4.1. Temperaturas

La temperatura media anual en Torreón se encuentra a 21.5 °C, donde junio es el mes más cálido del año con un promedio 27.5 °C. Diciembre y enero tiene la temperatura promedio más baja del año con 13.7 °C.

3.4.2. Precipitación pluvial

Precipitaciones pluviales en la comarca lagunera tiene un promedio anual de 227 mm. El mes más seco es marzo, con dos mm de lluvia. La mayor precipitación cae en septiembre con un promedio de 44 mm.

3.4.3. Humedad relativa

En Torreón la humedad percibida varía levemente. El período más bajo del año es de marzo y abril, con el 39%. El periodo más alto del año es en septiembre y diciembre, con humedad de 56-57%. Una media anual del 50% de humedad relativa y una evaporación anual de 2,500 mm.

3.4.4. Vientos

La velocidad promedio del viento por hora en Torreón tiene variaciones estacionales leves en el transcurso del año. La parte más ventosa del año es en abril con una media de 7.1 kilómetros por hora. El tiempo menos ventoso del año es en noviembre con una media de 4.1 kilómetros por hora. El promedio anual se caracteriza con una magnitud de 5.7 kilómetros por hora. Los vientos predominantes tienen dirección sur con velocidades de 27 a 44 kilómetros por hora.

3.4.5. Heladas

La frecuencia de heladas en el municipio de Torreón es de cero a 20 días, en la plenitud del invierno la temperatura baja hasta de -3°C .

3.4.6. Granizos

Las granizadas presentan de cero a un día en la parte norte-noroeste, suroeste, y de uno a dos días en la parte sureste.

3.5. Acondicionamiento del área del invernadero

Se realizó una desinfección al interior del invernadero aplicando una solución agua de la llave más cloro con aspersora manual, Así mismo una limpieza de malezas para que no sean hospedero de plagas o algunas enfermedades. Además se colocó grava en el área donde se colocarán las macetas correspondientes.

3.6. Obtención de sustrato

Se utilizó un sustrato inerte llamado arena de río. Se realizó un lavado de arena siete días antes del trasplante para la eliminación de sales.

3.6.1. Arena de río

Se estableció únicamente como sustrato arena de río, ya que este es muy usado en la agricultura sobretodo en sistemas de hidroponía y gracias a su textura permite tener un buen drenaje para así evitar la compactación del suelo.

3.6.2. Cribado de arena de río

Se realizó un cribado de arena para separar piedras mayores a cinco milímetros, y obtener una homogeneidad de partículas.

3.7. Llenado de macetas

Como macetas se utilizaron macetas bolsas de polietileno negro calibre 500 de tipo vivero de 15 kg de capacidad donde se hizo un llenado con sustrato en el cual se utilizó 100% arena de río.

3.8. Distribución de macetas en el invernadero

Las macetas se colocaron en cuatro hileras con cinco macetas por cada hilera a una distancia de 0.30 m entre planta y 0.80 m entre hilera, haciendo una densidad de plantas de 4.1 m².

3.8.1. Etiquetado

Se etiquetaron todas la macetas con etiquetas adhesivas blancas de dos x uno pulgadas. Para la identificación de los tratamientos y repeticiones.

3.9. Siembra en semillero

La siembra se realizó el 22 de agosto del 2017 en charolas germinadoras echas de unicel con una capacidad 200 cavidades en donde se utilizó como sustrato peat moss.

3.10. Trasplante

El trasplante se realizó el 27 de septiembre del 2017, después de haber alcanzado una altura de 15 cm, se trasplanto en macetas llenas con arena de rio.

3.11. Material vegetal

El material vegetal sexual que se utilizó en este trabajo de investigación fueron semillas certificadas de un híbrido de tomate bola tipo determinado (*Solanum lycopersicum* L.), cv DRD-8581.

3.12. Diseño experimental

El diseño experimental que se estableció fue un completamente al azar, con aplicaciones para cuatro tratamientos y cinco repeticiones para un total de 20 unidades experimentales.

3.13. Tratamientos de estudio

Los tratamientos de estudio que se emplearon son:

T1= Cero aplicación de aminoácidos (Testigo).

T2= Solución Nutrimental Steiner + una aplicación de aminoácidos.

T3= Solución Nutrimental Steiner + dos aplicaciones de aminoácidos.

T4= Solución Nutrimental Steiner + tres aplicaciones de aminoácidos.

3.14. Solución nutritiva como riego

Los riegos se efectuaron con solución Steiner, los primeros riegos se aplicaron durante 20 días al momento del trasplante con 0.50 litros por día. Los siguientes riegos se aplicaran 1.0 litro por día. Para la complementar la aplicación de aminoácidos se preparó una solución nutritiva Steiner utilizando fertilizantes comerciales.

Cuadro 3.1. Solución nutritiva Steiner. UAAAN UL, 2019

Solución nutritiva Steiner al 100 %		
Nitrato de calcio	Ca (NO ₃) ₂	46.36 g
Nitrato de potasio	K NO ₃	144.57 g
Nitrato de magnesio	Mg NO ₃	54.49 g
Sulfato de magnesio	Mg SO ₄	42.944 g
Ácido fosfórico	H ₃ PO ₄	13.4 ml

3.15. Tutorado

El tutorado se realizó manualmente utilizando rafia calibre dos, esto con el fin de mantener a las plantas erguidas ya que es una variedad indeterminada la cual debe ser tutorada a partir de los 30 cm para mayor rendimiento.

3.16. Podas

3.16.1. Poda sanitaria

La poda sanitaria se realizó con tijeras para podar (18456) tipo mini seis pulgadas, eliminando las hojas senescentes ya que estas al envejecer dejan de producir fotosintatos y se vuelven parasitas para la planta.

3.16.2. Poda de brotes axilares

La poda de brotes axilares se realizó con tijeras para podar (18456) tipo mini seis pulgadas, iniciando después de la tercer semana del trasplante eliminándolos una vez por semana.

3.17. Polinización

La polinización se realizó de forma manual, realizando movimientos con las manos dos veces al día.

3.18. Plagas en el cultivo

Las plagas que se presentaron durante el ciclo del cultivo fue la mosquita blanca (*Bemisia tabaci*), fue controlado por distintos insecticidas inorgánicos (**Cuadro 3.2**). Alternado las aplicaciones para evitar que el insecto se vuelva resistente.

3.19. Enfermedades en el cultivo

En cuanto a enfermedades no hubo presencia alguna, se aplicó un fungicida preventivo por medio de aspersión para evitar enfermedades. Las aplicaciones fueron realizadas mediante una aspersora tipo manual con capacidad de 20 litros.

Cuadro 3.2. Insecticidas y fungicidas utilizados en el cultivo de tomate bola tipo determinado. UAAAN UL, 2019.

NOMBRE	ACTIVIDAD	DOSIS
DIMETOATO	Insecticida-Acaricida	15-50 ml/15 l agua
IMIDACLOPRID	Insecticida	18-36 ml/15l agua
TRICHODERMA	Fungicida Orgánico	50 gr/5 l agua
CLAZOFAMIDA	Fungicida	6 ml / 15 l agua

3.20. Variables evaluadas

3.20.1. Etapa vegetativa

3.20.1.1. Altura de planta

Para determinar la altura de la planta se utilizó una cinta métrica, colocándola desde la parte basal hasta la parte apical, esta práctica se realizó cada ocho días después del trasplante.

3.20.2. Etapa productiva

3.20.2.1. Número de frutos por planta

El número de frutos se determinó contando el total de frutos en cada una de las repeticiones correspondientes a cada uno de los tratamientos de estudio.

3.20.2.2. Peso medio de frutos

Para determinar el peso de fruto se utilizó una báscula digital registrándolo en gramos, pesando cada uno de los frutos de cada repetición.

3.20.2.3. Cosecha

Se obtuvieron un total de siete cosechas en los primeros meses del año entrado (enero a febrero), cada cosecha se realizó en un periodo de seis días cuando el fruto estuviera en su último estado de maduración. La primera cosecha se realizó el 17 de enero del 2018, en esta primera cosecha se obtuvieron de uno a dos frutos, cada corte después de seis días los números de frutos fueron aumentado.

3.20.2.4. Rendimiento experimental (kg m²-1)

El rendimiento experimental se obtuvo cosechando y pesando los frutos de cada tratamiento de estudio en el laboratorio, usando una báscula digital para el peso del fruto. El factor de conversión obtenido se utilizó en cada uno de los rendimientos experimentales.

3.20.2.5. Rendimiento comercial (t ha⁻¹)

Para el rendimiento comercial se empleó un factor de conversión, multiplicando cada uno de los valores obtenidos en el rendimiento experimental, expresándolos en t ha⁻¹ en cada uno de los tratamientos de estudio.

3.20.3. Calidad del fruto

3.20.3.1. Diámetro polar

El diámetro polar se midió con un vernier digital (truper) obteniendo el dato en milímetros.

3.20.3.2. Diámetro ecuatorial

El diámetro ecuatorial se midió con un vernier digital (truper) obteniendo el dato en milímetros.

3.20.3.3. Grosor interno del fruto

El grosor interno se midió con un vernier digital (truper) obteniendo el dato en milímetros. Partiendo el fruto en la mitad para así tomar el dato obtenido.

3.20.3.4. Firmeza

Para determinar la firmeza se realizara por medio de un penetrómetro digital con un puntal de penetración de seis milímetros de diámetro, a través de una presión ejercida medida en kg cm^{-2}

3.20.3.5. pH del fruto

Se determinó el pH con potenciómetro digital pH10 conductronic. Penetrando el fruto con el aparato para así tener el dato obtenido.

3.20.3.6. Contenido de sólidos solubles (°brix)

Para determinar el contenido de solidos solubles se utilizó un refractómetro manual tipo ocular con un rango de 0.0 a 33.0 °brix. Se cortó en dos partes el fruto para así extraer el jugo y ser utilizado en el refractómetro.

3.22. Análisis estadístico

Para el análisis de los datos obtenidos se utilizó el paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System), versión 9.0, con prueba de medias LSD.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Etapa vegetativa

4.1.1. Altura de planta

Para esta variable, el análisis de varianza (**Anexo 1**) a los 20 DDT, presentó significancia estadística al 0.05, con prueba de medias LSD, en los tratamientos de estudio, donde sobresalió el Tratamiento 2 (Solución Nutrimental Steiner + una aplicación de aminoácidos), con un valor medio de 33.5 cm de altura, con un coeficiente de variación 3.72 %. En los 28 DDT, el análisis de varianza (**Anexo 3**), presentó significancia estadística al 0.05, en los tratamientos de estudio, con prueba de medias LSD. Sobresaliendo el Tratamiento 1 (Solución Nutrimental Steiner + sin aplicación de aminoácidos), con un valor medio en la altura de la planta igual a 46.5 cm, con un coeficiente de variación igual a 5.16 %. Para los 36 DDT por su parte, el análisis de varianza (**Anexo 5**), presentó significancia estadística al 0.05, con prueba de medias LSD, en los tratamientos de estudio, donde se encontró que sobresalió el Tratamiento 4 (Solución Nutrimental Steiner + tres aplicaciones de aminoácidos), con un valor medio en la altura de la planta de 67.5 cm. Mostrando un coeficiente de variación de 1.48%. A los 51 DDT, el análisis de varianza (**Anexo 7**), presentó significancia estadística al 0.05, con prueba de medias LSD, en los tratamientos de estudio, el Tratamiento 4 (Solución Nutrimental Steiner + tres aplicaciones de aminoácidos), con un valor medio igual a 100.0 cm obtuvo el mejor valor. Con un coeficiente de variación encontrado igual a 2.125 %. El análisis de varianza para los 67 DDT, presentó significancia estadística al 0.05 (**Anexo 9**), con prueba de medias LSD, en los tratamientos de estudio, donde el Tratamiento 2 (Solución Nutrimental

Steiner + una aplicación de aminoácidos), obtuvo el mayor valor medio de 108.5 cm de altura, con un coeficiente de variación de 2.69%. Finalmente a los 80 DDT, al análisis de varianza (**Anexo 11**), presentó significancia estadística al 0.05, con prueba de medias LSD, donde el Tratamiento 2 (Solución Nutricional Steiner + una aplicaciones de aminoácidos), fue el mejor en la altura de la planta igual a 119.0 cm. Encontrando un coeficiente de variación de 2.81 % (**Cuadro 4.1.**).

Cuadro 4.1. Medias obtenidas para la variable altura de la planta, expresado en centímetros, a los 20, 28, 36, 51, 67 y 80 DDT, en lo tratamientos de estudio. UAAAN UL, 2019.

TRATAMIENTOS	20	28	36 DDT	51	67	80
T1. (0 Aplic. Aminoácidos)	30.5 ab	46.5 a	61.0 ab	91.0 b	96.5 b	102.0 b
T2. (1 Aplic. Aminoácidos)	33.5 a	41.0 ab	63.5 ab	98.5 a	108.5 a	119.0 a
T3 (2 Aplic. Aminoácidos)	27.0 c	37.0 b	60.5 b	97.5 a	103.5 ab	105.0 b
T4 (3 Aplic. Aminoácidos)	29.0 bc	42.0 ab	67.5 a	100.0 a	98.5 b	103.0 b

4.2. Etapa productiva

4.2.1. Número de frutos por planta

En número de frutos por planta el análisis estadístico presento alta significancia estadística al 0.05 entre los tratamientos de estudio, con pruebas de medias LSD (**Anexo 13**). El tratamiento que obtuvo un mayor valor de medias en número de frutos fue el Tratamiento 1 (Solución Nutricional Steiner + sin aplicación de aminoácidos) con un valor igual a 15.2 frutos por planta. Por otro lado se obtuvo un menor valor de medias en número de frutos en el Tratamiento 4 (Solución Nutricional Steiner + tres aplicaciones de aminoácidos) con un valor igual a 11.2 frutos por planta (**Figura 4.1**). El coeficiente de variación encontrado presento un valor de 6.35 %.

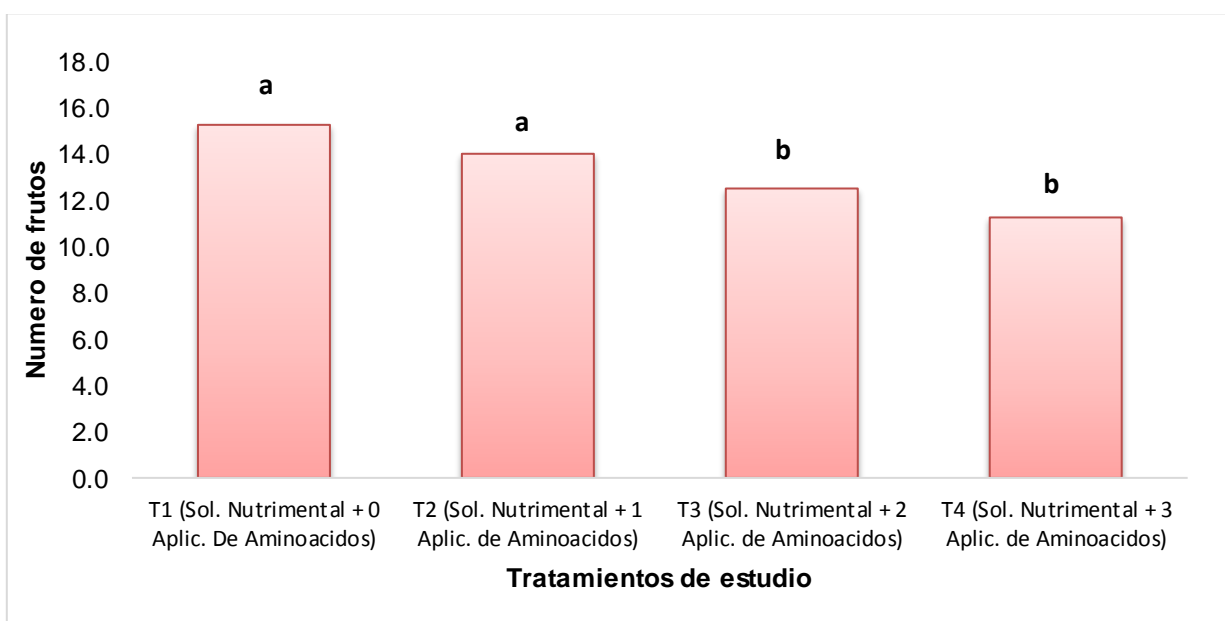


Figura 4.1. Respuesta para la variable número de frutos en los cuatro tratamientos de estudio. UAAAN UL, 2019.

Los resultados obtenidos por Ventura, (2016) quien realizó una investigación en tomate bola con calcio y aminoácidos fue de 21.4 frutos, este resultado está por arriba al obtenido en el presente trabajo con aplicaciones de aminoácidos sin complementación.

4.2.2. Peso total de frutos

En la variable para el peso total de frutos el análisis de varianza mostro alta significancia estadística al 0.05, entre los tratamientos de estudio, con prueba de medias LSD (**Anexo 15**). El tratamiento que obtuvo mayor valor en el peso total fue el Tratamiento 4 (Solución Nutrimental Steiner + tres aplicaciones de aminoácidos) con un valor de media total de 1391.9 gramos por planta. Por otro lado el Tratamiento 3 (Solución Nutrimental Steiner + dos aplicaciones de aminoácidos) fue el más bajo con un valor de media total de 1035.4 gramos por planta (**Figura 4.2**). El coeficiente de variación encontrado fue igual a 1.26 %.

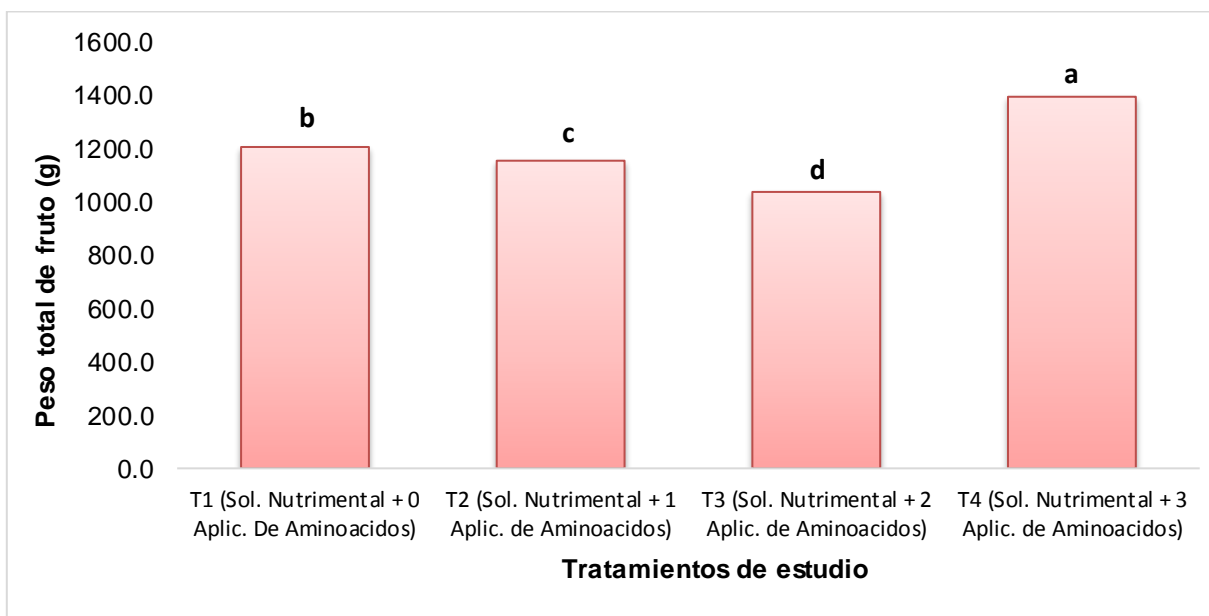


Figura 4.2. Respuesta para la variable peso total de fruto expresada en gramos en los cuatro tratamientos de estudio. UAAAN UL, 2019.

4.2.3. Peso medio de fruto

Para esta variable de estudio en peso de fruto el análisis estadístico presento alta significancia estadística al 0.05, con prueba de medias LSD (**Anexo 17**). En esta variable de estudio el tratamiento que obtuvo el mejor valor medio para el peso del fruto fue tratamiento 4 (Solución Nutricional Steiner + tres aplicaciones de aminoácidos) con 149.9 gramos por fruto. Por otro lado el tratamiento 3 (Solución Nutricional Steiner + dos aplicaciones de aminoácidos) presento el valor más bajo con un valor de 84.1 gramos por fruto evaluado (**Figura 4.3**). El coeficiente de variación encontrado fue igual a 2.74 %.

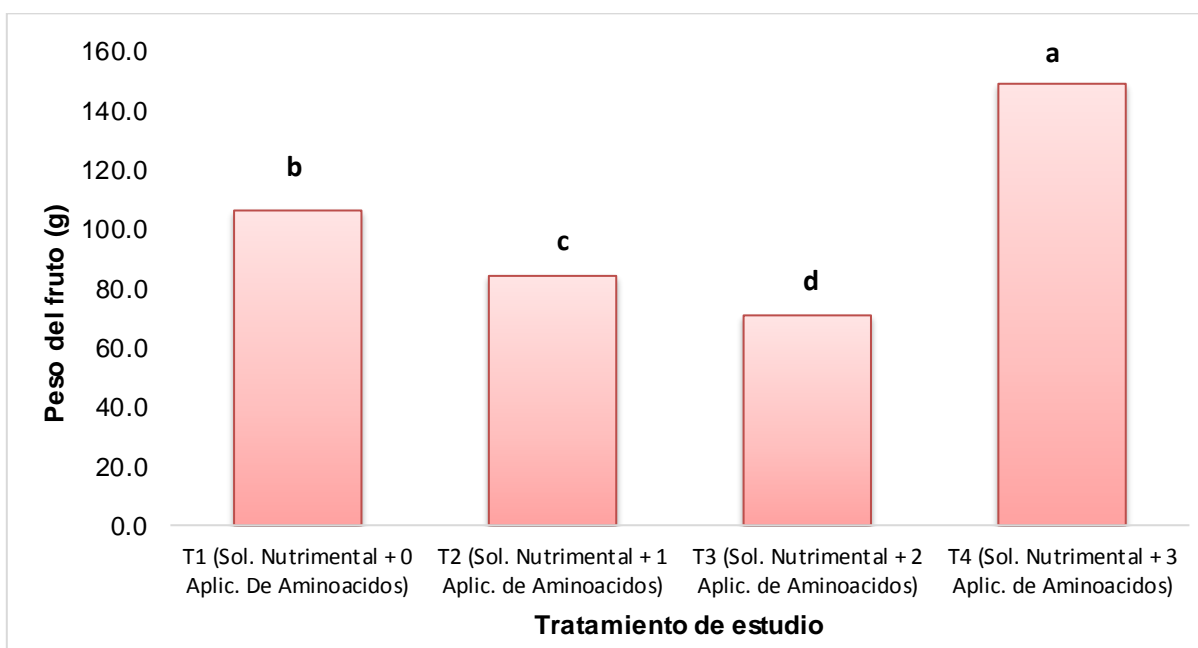


Figura 4.3. Respuesta para la variable peso medio de fruto expresada en gramos en los cuatro tratamientos de estudio. UAAAN UL, 2019.

De acuerdo con los resultados obtenidos por Ventura, (2016) quien evaluó tomate bola con aplicación de calcio quelatado con aminoácidos obtuvo un peso

promedio por fruto de 159.0 g, siendo este resultado mayor al obtenido en el presente trabajo con aplicación de aminoácidos sin complementación.

4.3. Calidad del fruto

4.3.1. Diámetro polar

Para esta variable el análisis estadístico presentó significancia entre los tratamientos de estudio al 0.05, con prueba de medias LSD (**Anexo 19**). El tratamiento que obtuvo el mayor valor para el diámetro polar del fruto fue el tratamiento 4 (Solución Nutricional Steiner + tres aplicaciones de aminoácidos) con un valor de media de 50.6 mm por fruto. El tratamiento que presentó un menor valor de medias fue el tratamiento 3 (Solución Nutricional Steiner + dos aplicaciones de aminoácidos) con un valor de 41.5 mm por fruto (**Figura 4.4**). El coeficiente de variación presentó un valor igual a 4.08 %.

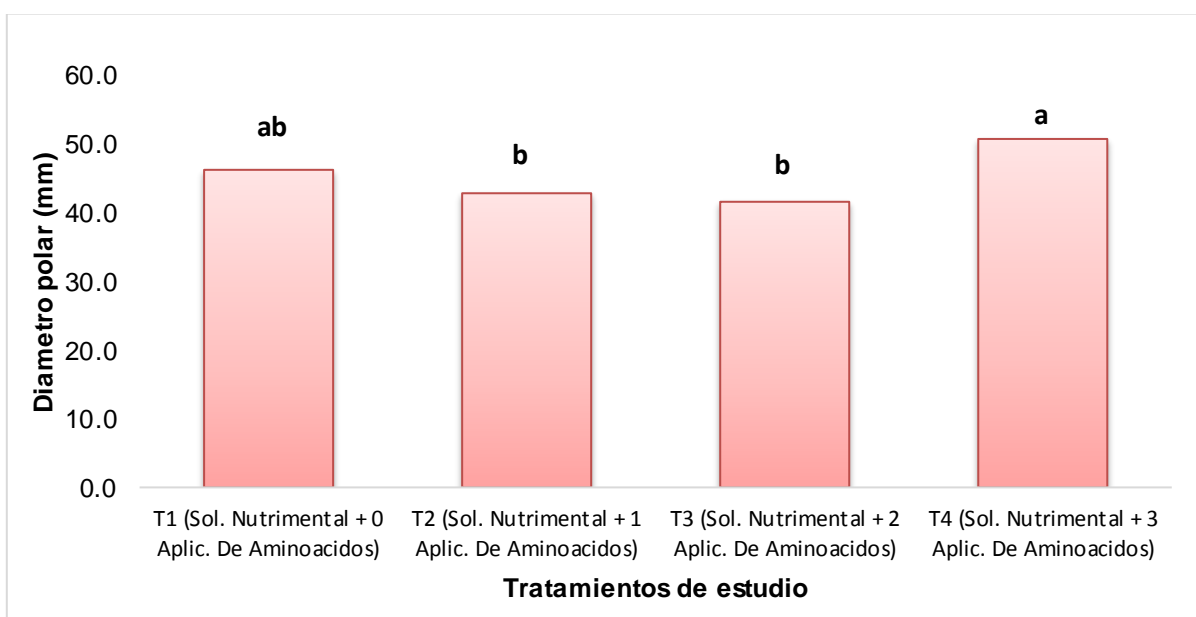


Figura 4.4. Respuesta para la variable diámetro polar de fruto expresada en milímetros en los cuatro tratamientos de estudio. UAAAN UL, 2019.

Según Ventura, (2016) quien evaluó tomate bola con aplicación de calcio con aminoácidos, menciona que obtuvo un diámetro polar de 69 mm, obteniendo así un valor bajo en los rangos obtenidos en este presente trabajo.

4.3.2. Diámetro ecuatorial

En el diámetro ecuatorial el análisis estadístico presento alta significancia estadística al 0.05, con prueba de medias LSD (**Anexo 21**). El tratamiento que presento el mayor valor para el diámetro ecuatorial del fruto fue el tratamiento 4 (Solución Nutricional Steiner + tres aplicaciones de aminoácidos) con un valor de media de 70.9 mm por fruto. El tratamiento 3 (Solución Nutricional Steiner + dos aplicaciones de aminoácidos) obtuvo el menor dato con un valor de 56.4 mm por fruto (**Figura 4.5**). El coeficiente de variación presento un valor igual a 3.14 %.

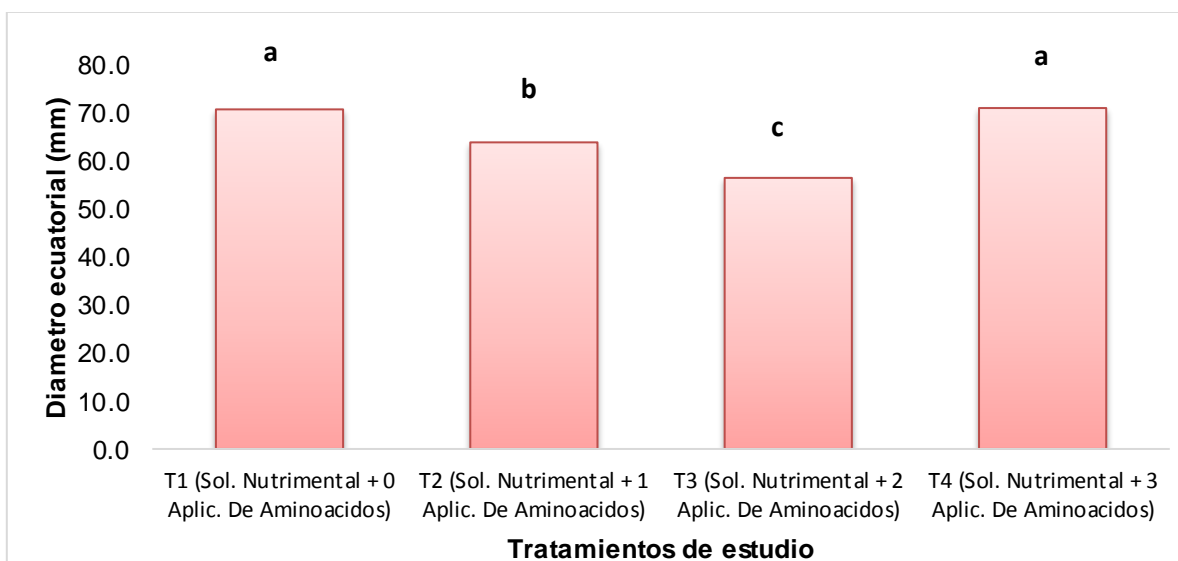


Figura 4.5. Respuesta para la variable diámetro ecuatorial de fruto expresada en milímetros en los cuatro tratamientos de estudio. UAAAN UL, 2019.

De acuerdo con los resultados obtenidos por Ventura, (2016) quien evaluó la calidad del fruto del tomate bola en respuesta a la aplicación de calcio con

aminoácidos obtuvo un diámetro ecuatorial de 56.19 mm, estando este resultado por abajo del obtenido en el presente trabajo con aplicaciones de aminoácidos sin complementación. Sandoval, (2014) menciona que el diámetro polar y ecuatorial del fruto, en conjunto y sumados al color determina la calidad visual del fruto en el mercado actual.

4.3.3. Grosor interno del fruto

En esta variable de estudio el grosor interno del fruto presento alta significancia estadística al 0.05, con prueba de medias LSD (**Anexo 23**). Para esta variable se encontró que el tratamiento 3 (Solución Nutrimental Steiner + dos aplicaciones de aminoácidos) presentó el mayor valor con 5.74 mm por fruto. Mientras que el tratamiento que obtuvo el menor valor fue el tratamiento 4 (Solución Nutrimental Steiner + tres aplicaciones de aminoácidos) con un valor media de 4.78 mm por fruto evaluado (**Figura 4.6**). El coeficiente de variación fue igual a 1.77 %.

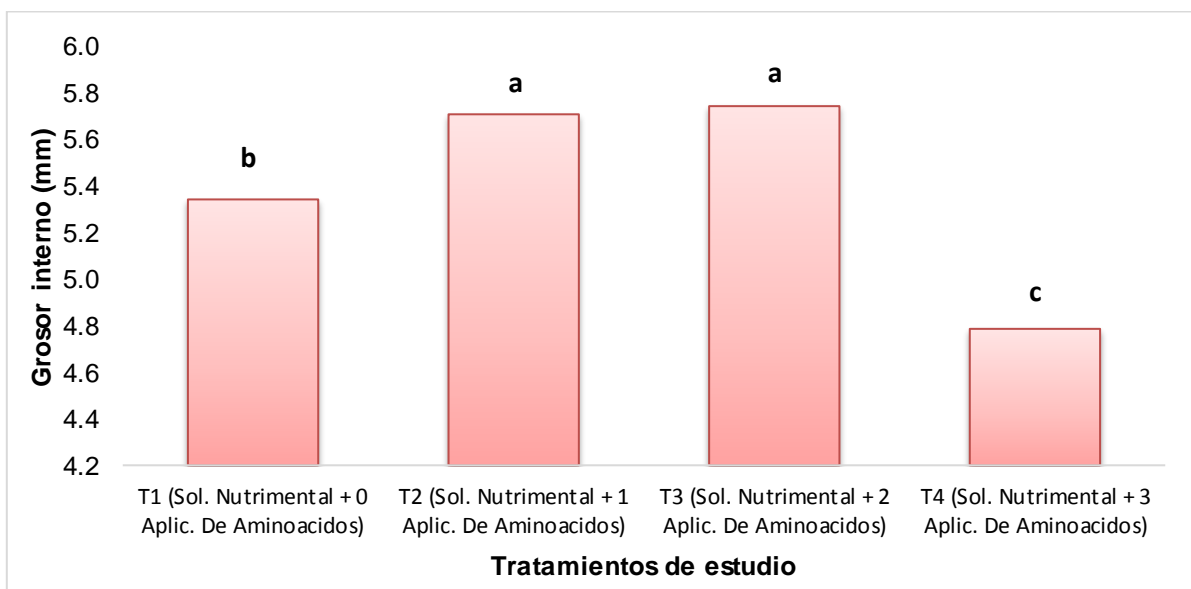


Figura 4.6. Respuesta para la variable grosor interno de fruto expresada en milímetros en los cuatro tratamientos de estudio. UAAAN UL, 2019.

4.3.4. Firmeza del fruto

En la firmeza del fruto mostro alta significancia estadística al 0.05, con prueba de medias LSD (**Anexo 25**). Esta variable el tratamiento que presento mayor valor fue el tratamiento 1 (Solución Nutrimental Steiner + sin aplicación de aminoácidos) con un valor de 1.15 kg cm^{-2} por fruto. El tratamiento de estudio que presento un menor valor de firmeza fue el tratamiento 3 (Solución Nutrimental Steiner + dos aplicaciones de aminoácidos) con un valor de 0.95 kg cm^{-2} por fruto (**Figura 4.7**). El coeficiente de variación encontrado fue de 2.73 %.

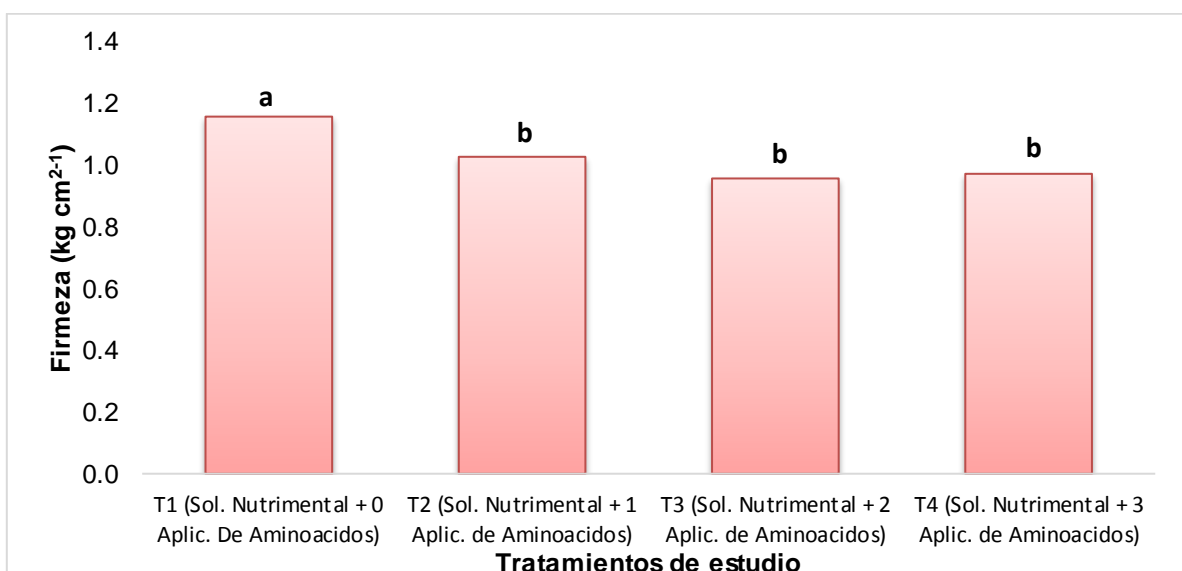


Figura 4.7. Respuesta para la variable firmeza de fruto expresada en kg cm^{-2} en los cuatro tratamientos de estudio. UAAAN UL, 2019.

Los resultados obtenidos por Mosqueda, (2018) quien realizó una investigación en tomate con formulaciones a base de aminoácidos fueron de una media de 3.9 kg cm^{-2} de firmeza, mientras que Morales, (2014) quien evaluó tomate con un bioproducto a base de aminoácidos obtuvo un valor de 2.2 kg cm^{-2} , valores similares al obtenido en firmeza en el presente trabajo.

4.3.5. pH del fruto

El análisis estadístico mostrado para esta variable de estudio presento alta significancia estadística al 0.05, con prueba de medias LSD, entre los tratamientos (**Anexo 27**). El tratamiento que obtuvo mayor valor estadístico fue el T4 (Solución Nutritional Steiner + tres aplicaciones de aminoácidos) con un valor de 4.11 pH. Por otro lado el tratamiento que presento el menor valor estadístico fue el tratamiento 1 (Solución Nutritional Steiner + sin aplicación de aminoácidos) con un valor de 3.82 pH por fruto (**Figura 4.8**). El coeficiente de variación fue con un valor de 1.66 %.

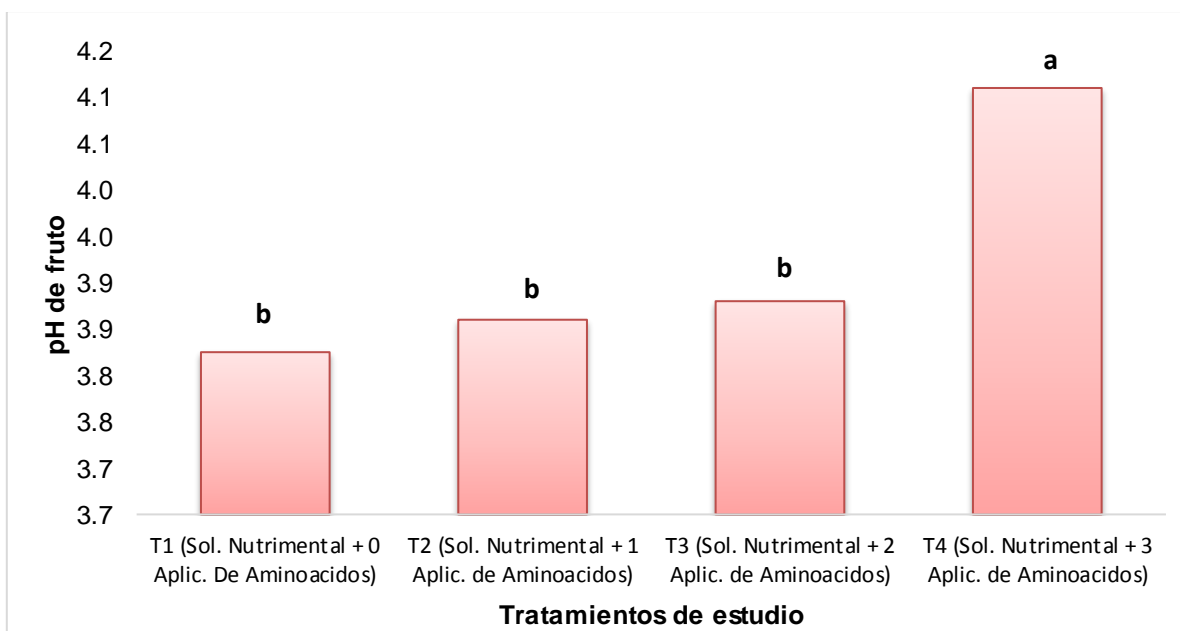


Figura 4.8. Respuesta para la variable pH de fruto en los cuatro tratamientos de estudio. UAAAN UL, 2019.

Los resultados obtenidos por Mozqueda, (2018) quien realizó una investigación en tomate con formulaciones a base de aminoácidos, presentó un promedio de 4.04 en el pH, encontrándose resultados similares al obtenido en este trabajo.

4.3.6. Contenido de sólidos solubles (°brix)

Para esta variable de estudio el análisis estadístico presento alta significancia estadística al 0.05, con prueba de medias LSD (**Anexo 29**). El tratamiento que presento el mayor valor de media fue el tratamiento 3 (Solución Nutrimental Steiner + dos aplicaciones de aminoácidos) con un valor de 6.3 °brix por fruto. El tratamiento que obtuvo el menor valor estadístico fue el tratamiento 1 (Solución Nutrimental Steiner + sin aplicación de aminoácidos) con un valor de media de 5 °brix por fruto evaluado (**Figura 4.9**). El coeficiente de variación presento un valor igual a 3.01 %.

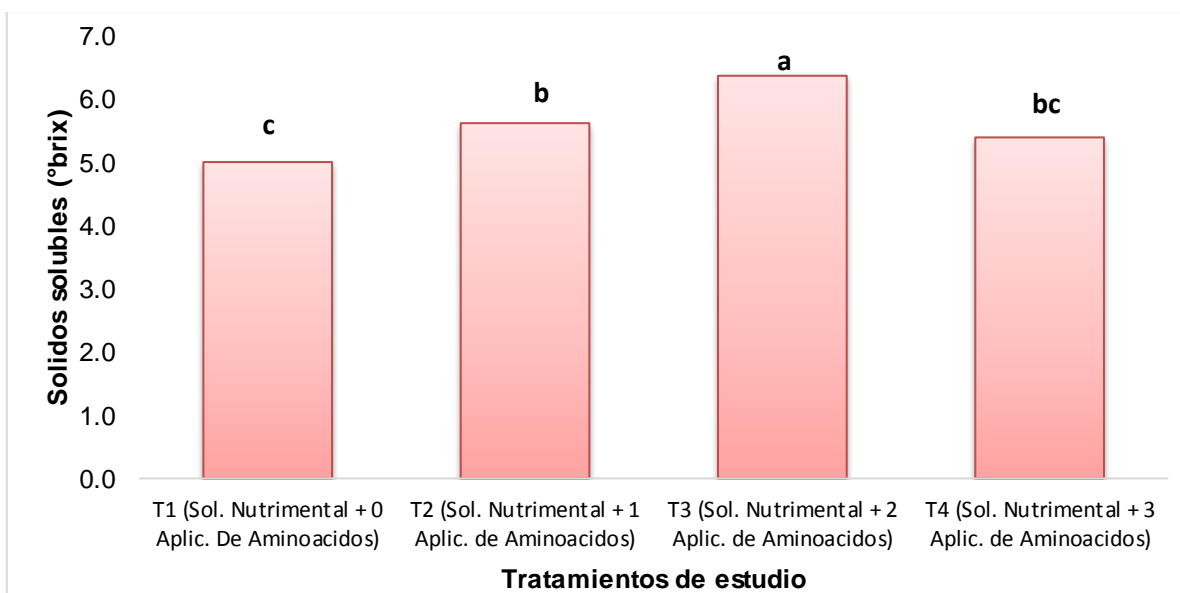


Figura 4.9. Respuesta para la variable de sólidos solubles de fruto expresada en °brix en los cuatro tratamientos de estudio. UAAAN UL, 2019.

Según Morales, (2014) quien evaluó tomate con un bioproducto a base de aminoácidos obtuvo una media de 4.4 °brix, el resultado obtenido en este trabajo está por arriba de los rangos obtenidos de este trabajo de referencia.

Preciado *et al.*, (2011) mencionan que para que sea considerado un tomate fresco de buena calidad debe de contener 4.0 a 5.5 °brix.

4.4. Biomasa total (kg ha⁻¹)

El análisis estadístico para esta variable de estudio presento significancia entre los tratamientos de estudio al 0.05, con prueba de medias LSD (**Anexo 31**). En esta variable de estudio el tratamiento que obtuvo un mayor valor estadístico fue el Tratamiento 1 (Solución Nutrimental Steiner + sin aplicación de aminoácidos) con un valor igual a 19.6 kg ha⁻¹ de biomasa, mientras que el Tratamiento 4 (Solución Nutrimental Steiner + tres aplicaciones de aminoácidos) fue el que presento un menor valor estadístico con 12.6 kg ha⁻¹ de biomasa (**Figura 4.10**). El coeficiente de variación presentado es igual a 3.64 %.

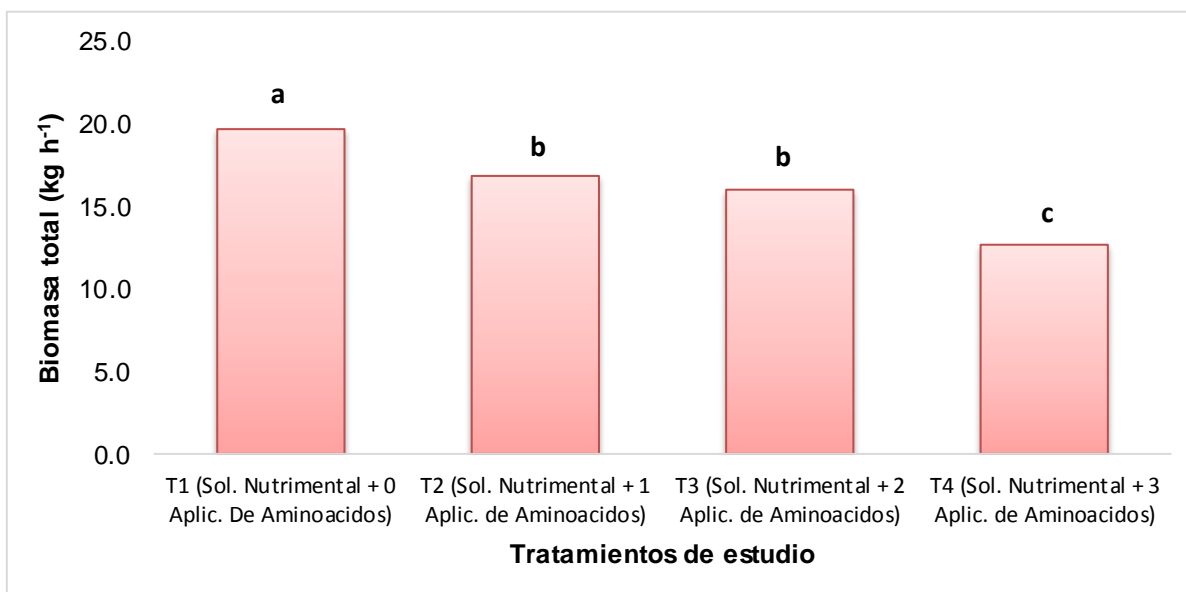


Figura 4.10. Respuesta para la variable biomasa total expresada en kg ha⁻¹ en los cuatro tratamientos de estudio. UAAAN UL, 2019.

4.4 Rendimiento experimental (kg m²⁻¹)

En el rendimiento experimental se encontró que el Tratamiento de estudio que obtuvo un mayor rendimiento fue el Tratamiento 4 (Solución Nutricional Steiner + tres aplicaciones de aminoácidos) con un valor igual a 5.70 kilogramos por metro cuadrado. Por otro lado el tratamiento de estudio que resultó con menor rendimiento experimental fue Tratamiento 3 (Solución Nutricional Steiner + dos aplicaciones de aminoácidos) con un valor de 4.24 kilogramos por metro cuadrado. Como se muestra en el **Cuadro 4.2.**

4.5. Rendimiento comercial (t ha⁻¹)

En el rendimiento comercial se encontró que el Tratamiento 4 (Solución Nutricional Steiner + tres aplicaciones de aminoácidos) resultó con mayor rendimiento comercial, expresado en toneladas por hectárea fue igual a 57.9 t ha⁻¹. El Tratamiento 3 (Solución Nutricional Steiner + dos aplicaciones de aminoácidos) obtuvo un resultado de menor valor con un rendimiento comercial de 43.1 t ha⁻¹ (**Cuadro 4.2.**).

Cuadro 4.2. Rendimiento Experimental (R.E) y Rendimiento Comercial (R.C) UAAAN UL, 2019.

TRATAMIENTOS	R.E (kg m ²⁻¹)	R.C (t ha ⁻¹)
Tratamiento 1	4.93 kg m ²⁻¹	50.1 t ha ⁻¹
Tratamiento 2	4.72 kg m ²⁻¹	47.2 t ha ⁻¹
Tratamiento 3	4.24 kg m ²⁻¹	43.1 t ha ⁻¹
Tratamiento 4	5.70 kg m ²⁻¹	57.9 t ha ⁻¹

V. CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos se derivan las siguientes conclusiones:

1.- Para la altura de la planta a los 20, 67 y 80 DDT, el Tratamiento 2 (Solución Nutricional + una aplicación de aminoácidos), obtuvo los valores más altos expresados en cm. Mientras que para los 28 DDT, sobresalió el Tratamiento 1 (Solución Nutricional + Sin aplicaciones de aminoácidos) y finalmente a los 36 y 51 DDT, lo hizo el Tratamiento 4 (Solución Nutricional + tres aplicaciones de aminoácidos). Para el número total de frutos, el Tratamiento 1 (Solución Nutricional + Sin aplicaciones de aminoácidos) fue el que sobresalió, en peso total de fruto sobresalió el Tratamiento 4 (Solución Nutricional + tres aplicaciones de aminoácidos) y por último para el peso medio destacó el Tratamiento 4 (Solución Nutricional + tres aplicaciones de aminoácidos).

2.- En la calidad de fruto; para el diámetro polar y el diámetro ecuatorial sobresalió el Tratamiento 4 (Solución Nutricional + tres aplicaciones de aminoácidos), mientras que para el grosor interno del fruto, sobresalió el Tratamiento 3 (Solución Nutricional + dos aplicaciones de aminoácidos), en la firmeza el más alto fue el Tratamiento 1 (Solución Nutricional + Sin aplicaciones de aminoácidos), en el pH del fruto el Tratamiento 4 (Solución Nutricional + tres aplicaciones de aminoácidos) fue el que más sobresalió y finalmente para los sólidos solubles (°brix), sobresalió el Tratamiento 3 (Solución Nutricional + dos aplicaciones de aminoácidos).

3.- Para la biomasa total, el Tratamiento 1 (Solución Nutricional + Sin aplicaciones de aminoácidos) obtuvo los valores más altos.

4.- En el rendimiento experimental y comercial, el Tratamiento 4 (Solución Nutricional + tres aplicaciones de aminoácidos) presentó los valores más altos.

Por último la fertilización foliar con aminoácidos libres incrementa la productividad, siempre y cuando esta esté complementada con una solución nutritiva.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arana., I., C. Jarén., S. Arazuri., M. García., A. Ursua., y P. Riga. 2006. Calidad del tomate fresco: Técnica de cultivo y variedad. España. Research Gate. 20:111-115.
- Achón F., I., P. L. Paniagua A., N. Villalba R.,and M. Romero G. 2014. Effects of the application of biostimulants on the tolerance of *Sorghum bicolor* (L.) Moench to salt stress. Investigación Agraria. 16(1):11-20.
- Alam, M., M. Rahman., M. Mamun., I. Ahmad. And K. Islam. 2006. Enzyme activities in relation to sugar accumulation in tomato. Proc. Pak. Acad. Sci. 43(4): 241-248.
- Arjona, H., J. E. Herrera., J. A. Gómez., and J. Ospina. 2004. Evaluación de la aplicación de urea, melaza y aminoácidos sobre el crecimiento y rendimiento de la cebolla de bulbo (*Allium cepa* L. Grupo cepa) híbrido yellow granex, en condiciones de la Sabana de Bogotá. Agronomía Colombiana. 22(2): 177-184.
- Arteaga, M., N. Garcés., R. Novo., F. Guridi., J. Pino., M. Acosta., M. Pasos and D. Besú. 2007. Influencia de la aplicación foliar del bioestimulante liplant sobre algunos indicadores biológicos del suelo: influence of LIPLANT bioestimulant systematic application on some soil biological indicators. Revista de Protección Vegetal 22(2): 110-117.
- Ascencio-Álvarez, A., A. López-Benítez., F. Borrego-Escalante., S.A. Rodríguez-Herrera., A. Flores-Olivas., F. Jiménez-Díaz., y A.J. Gámez-Vázquez. 2008. Marchitez vascular del tomate: I. Presencia de razas de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* (Sacc.) Snyder y Hansen en Culiacán. Sinaloa. México. Revista mexicana de fitopatología. 26(2): 114-120.

- Avendaño, C., G. Arbeláez., y G. Rondón. 2006. Control biológico del marchitamiento vascular causado por *Fusarium oxysporum* f. sp. *Phaseoli* en frijol *Phaseolus vulgaris* L., mediante la acción combinada de *Entrophospora colombiana*, *Trichoderma* sp. y *pseudomonas fluorescens*. *Agronomía colombiana*. 24(1): 62-67.
- Bastida C., O.A. 2012. Métodos de cultivo hidropónico de jitomate (*Solanum lycopersicum* L.) bajo invernadero basados en doseles escaleriformes. Tesis. Maestría. Universidad autónoma Chapingo. Chapingo. México. 110 p.
- Bernal, R. 2010. Enfermedades de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) en invernadero en las zonas de Salto y Bella Unión. Serie Técnica. INIA. Montevideo. Editorial Hemisferio Sur. 181. 1-71.
- Bolaños, H. A. 1998. Introducción a la Olericultura. Editorial Universidad Estatal a Distancia. San José. Costa Rica. 380 p.
- Bombelli, E. C. 2006. Efecto del bicarbonato de potasio sobre la calidad del tomate y acción sobre *Botrytis cinerea* en poscosecha. *Ciencia e investigación Agraria*. 33(3): 167-172.
- Bravo L, S. 2012. Optimización del contenido y disponibilidad del licopeno y otros compuestos bioactivos en tomate y productos elaborados con tomate. Tesis. Doctoral. Universidad de Murcia. Murcia. España. 185 p.
- Cabello, T. E. Sáez., V. Gómez., M.A. Del Mar., J.E. Belda. 1990. Problemática fitosanitaria en cultivos hortícolas intensivos de Almería. *Agrícola Vergel*. 104. 640-647.
- Cabrera-Medina, M., Y. Borrero-Reynaldo, A. Rodríguez-Fajardo, E. M. Angarica-Baró and O. Rojas-Martínez. 2011. Efecto de tres bioestimulantes en el cultivo de pimiento (*Capsicum annum* L) variedad atlas en condiciones de cultivo protegido. *Ciencia en su PC* (4): 32-42.

- Calixto L, E. L. 2012. Comportamiento de genotipos de jitomate (*Lycopersicum esculentum* mill) bajo condiciones de invernadero comarca lagunera 2010-2011. tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila, México. 61 p.
- Castilla N. 2005. Invernaderos de plástico. Tecnología y manejo. Editorial Mundiprensa. Madrid, España. 462 p.
- Castresana, J., E. Gagliano., L. Puhl., S. Bado., L. Vianna., & M. Castresana. 2008. Atracción del trips *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (thysanoptera: thripidae) con trampas de luz en un cultivo de *Gerbera jamesonii* (G.). Idesia (Arica). 26(3): 51-56.
- Calvo G, C. 2013. Control de la podredumbre por *Botrytis cinerea* mediante la aplicación de *Candida sake* CPA-1 y otras estrategias alternativas a los fungicidas químicos en uva de vinificación. Tesis. Doctoral. Universidad de Lleida. Lleida. España. 217 p.
- Cerdán, M., A. M. Sánchez-Sánchez. M. Oliver, M. Juárez y J. Sánchez-Andreu. 2009. Efecto de la aplicación foliar y radicular de aminoácidos en la toma de Fe por plantas de tomate. III Jornadas del Grupo de Fertilización de la SECH. 134-141.
- Cuellar, M. E., & F.J. Morales. 2006. La mosca blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius) como plaga y vectora de virus en frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Revista Colombiana de Entomología. 32(1): 1-9.
- De Souza Lima, M. d. G., C. Rodrigues M., R. do Nascimento, N. Fernandes L. and M. A. Petrucci C. 2009. Avaliação bioquímica de plantas de milho pulverizadas com uréia isolada e em associação com aminoácidos. Revista Ceres. 56(3): 358-363.

- Dimas, N. R., P. C. Ríos., U. F. Viramontes., A. P. Gil., E. F. Chávez., V. d. P. Á. Reyna., C. M. Hernández., y A. M. Reséndez. 2008. Producción de tomate en invernadero con humus de lombriz como sustrato. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 31(3): 265-272.
- Hernández, C. S. 2011. Producción de tomate en diferentes granulometrías de tezontle. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados Campus Montecillo. Texcoco. Estado de México. 107 p.
- Infoagro. El cultivo del tomate [en línea]. <http://www.infoagro.com/hortalizas/tomate.htm> (consultado: octubre 2018).
- ITIS (Integrated Taxonomic Information System). [En línea]. https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=521671#null. (Consultado: octubre 2018).
- Fandiño F, G.M., & J.C. Moreno G. 2016. Manejo integrado de la mosca blanca (homóptera: *aleyrodidae*) en cultivos de tomate (*Solanum lycopersicum*) en condiciones de invernadero. Tesis. Tecnólogo. Universidad distrital Francisco José De caldas. Bogotá. Colombia. 36 p.
- FAO. 2013. El cultivo de tomate con buenas prácticas agrícolas en la agricultura urbana y periurbana (En línea). Consultado 8 nov 2018. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i3359s.pdf>.
- .FAO. 2012. El Trips en el Pimiento (En línea). Disponible en: <http://www.fao.org/search/es/?cx=018170620143701104933%3Aqq82jsfba7w&q=trips+en+el+pimiento&cof=FORID%3A9&siteurl=www.fao.org%2Fhome%2Fes%2F&ref=&ss=5535j13352999j6>. (Consultado 5 nov 2018).
- .FAO. 2018. Cantidades de producción de Tomates, frescos por país (En línea). Disponible en: <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC/visualize> (Consultado 20 Dic. 2018).

- Favela, E., P. Preciado R. & A. Benavides. 2006. Manual para la preparación de soluciones nutritivas. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón. Coahuila. 145 p.
- Ferragut, F., & L.A Escudero. 1999. *Tetranychus evansi* Baker & Pritchard (*Acarí, tetranychidae*), una nueva araña roja en los cultivos hortícolas españoles. Bol San Veg Plagas. 25(2): 157-164.
- Fernández, S.C. 2012. Análisis y Evaluación de riesgos de incidencias naturales en el sistema productivo agrario intensivo de Almería. Tesis de doctorado. Universidad de Almería. España. 73 p.
- Flores, J., W. Ojeda-Bustamante., I. López., A. Rojan., & I Salazar. 2007. Requerimientos de riego para tomate de invernadero. Terra Latinoamericana. 25(2): 127-134.
- Franco, J. 2004. Aminoácidos. Departamento de producción agraria, Área de producción vegetal. Universidad Politécnica de Cartagena.
- Gazola, D., C. Zucareli, R. R. Silva and I. C. d. B. Fonseca. 2014. Aplicação foliar de aminoácidos e adubação nitrogenada de cobertura na cultura do milho safrinha. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi. 18(7): 700–707.
- García, E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen. Instituto de geografía-UNAM. 5 ed. Mexico. P.90.
- García F., J.L. 2007. Valor Forrajero del zacate X. Tesis. Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Coahuila, México. 120 p.
- Gabriel, J., A. Angulo., J Velasco., & R. Guzmán. 2016. Adaptación de híbridos de tomate indeterminado (*Solanum lycopersicum* L. (Mill.)) bajo condiciones de invernadero. Journal of the Selva Andina Research Society. 7(2): 47-65.
- Glawe, D. A. 2008. The powdery mildews: A review of the world's most familiar (yet poorly known) plant pathogens. Ann. Rev. Phytopathol. 46: 27-51

- Grajales, P. M., M.F Sánchez., P.A. Lomelí. 1998. Mejoramiento genético de hortalizas. 5 ed. Universidad Autonoma de Chapingo. P. 150.
- Guzmán-Plazola, R. A., Fajardo-Franco, M. L., García-Espinosa, R., & Cadena-Hinojosa, M. A. (2011). Desarrollo epidémico de la cenicilla y rendimiento de tres cultivares de tomate en la comarca lagunera, Coahuila, México. *Agrociencia*, 45(3), 363-378.
- Ruiz, J., T. Elein., T. Tejeda., y M.M. Díaz. 2009. Aplicación de bioproductos a la producción ecológica de tomate. *Cultivos Tropicales*. 30(1): 60-64.
- Villar, J., R. Montano., y R. López. 2005. Efecto del bioestimulante fitomas E en cultivos seleccionados ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar, vol. XXXIX (2): 41-45.
- Jiménez P., I. 2015. Estudio de las especies de pulgones y sus enemigos naturales en una finca de horticultura ecológica en Alcàsser, Valencia. Tesis de grado. Alcàsser, Valencia. 64 p.
- Lucena, J. 2009. El empleo de complejantes y quelatos en la fertilización de micronutrientes. *Revista Ceres*. 56 (4): 527-535.
- Márquez H, C., P. Cano R., N. Rodríguez D., 2008. Uso de sustratos orgánicos para la producción de tomate en invernadero. *Agricultura técnica en México* 34(1): 69-74.
- Mazuela, P., B. Cepeda y V. Cubillos. 2012. Efecto del injerto y del bioestimulante Fartum sobre la producción y calidad en tomate cherry. *Idesia (Arica)*. 30(3): 77-81.
- Mesa, N. C. 1999. Ácaros de importancia agrícola en Colombia. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*. 52(1): 321-363.

- Morales G, M.G. 2014. Estudio de Efectividad Biológica del Producto Star Root G2 en el Cultivo de Tomate (*Solanum lycopersicum*). Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista. Saltillo, México. 33 p.
- Mozqueda B, J.R. 2018. Aplicación de bioestimulantes innovadores y su impacto en el vigor y rendimiento del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L). Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista. Saltillo. México. 47 p.
- Martín-Hernández, S., V.M Ordaz-Chaparro., P. Sánchez-García., B. Colinas-Leon., T. María., & L. Borges-Gómez. 2012. Calidad de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) producido en hidroponia con diferentes granulometrías de tezontle. *Agrociencia*. 46(3): 243-254.
- Murillo C., R. G., G. Piedra Marín y R. G. León. 2013. Absorción de nutrientes a través de la hoja. *Uniciencia*. 27(1): 243-244.
- Nates-Parra, G. 2005. Abejas silvestres y polinización. *Manejo Integrado de plagas y Agroecología*. 75(1): 7-20.
- Nuez, F. 2001. El Cultivo del Tomate. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 793 p.
- Ojeda-Real, L., R. Cárdenas-Navarro, P. Lobit, O. Grageda-Cabrera, E. Valencia-Cantero and L. Macías-Rodríguez. 2008. Efecto de la nutrición nitrógena y sistemas de riego en el sabor de la fresa (*Fragaria x ananassa* Duch). *Revista Chapingo. Serie horticultura*. 14(1): 61-70.
- Ortega, M. L. D. 2010. Efecto de los sustratos en el cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) bajo condiciones de invernadero. Tesis de Maestría. Colegio de Posgraduados. Montecillos. México. 129 p.

- Ortiz C., J., F. Sánchez del Castillo., M. Castillo., M. del Carmen., and A. Torres G. 2009. Características deseables de plantas de pepino crecidas en invernadero e hidroponía en altas densidades de población. *Revista fitotecnia mexicana*. 32(4): 289-294.
- Ortega-Martínez, L.D., J. Ocampo-Mendoza., E. Sandoval-Castro., C. Martínez-Valenzuela., A. Huerta-De La Peña., & J.L. Jaramillo-Villanueva. 2014. Caracterización y funcionalidad de invernaderos en Chignahuapan Puebla, México. *Revista Bio Ciencias*. 2(4): 261-270.
- Padilla L., L.A. 2015. Eficacia de azadirachtina para el control de trips (*Frankliniella occidentalis*) en chile pimiento bajo macrotunel; el progreso. Jutiapa. Tesis. Licenciatura. Jutiapa. Guatemala. 64 p.
- Parrado, C. A., & H.U. López. 2004. Buenas prácticas agrícolas en sistemas de producción de tomate bajo invernadero. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Bogotá. Colombia 19-20 p.
- Peña C., K., J. Carlos R., D. Olivera., N. León O. y Y. Lugones. 2017. Efecto de un promotor del crecimiento en el comportamiento productivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). *Avances en Investigacion Agropecuaria*. 21(1): 35-45.
- Pérez E, H. A., J. Chávez M., G. Carrillo F., M. d. I. N. Rodríguez M. y R. Ascencio H. 2017. Fertilización foliar en el rendimiento y calidad de tomate en hidroponía bajo invernadero. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 8(2): 333-343.
- Preciado, P. R., M.F. Hernández., J.L. García-Hernández., E.R. Puente., J.R.E. Rivera., A.L. Herrera., M. A. S. Castruita., y J.O. Vidal. 2011. Evaluación de soluciones nutritivas orgánicas en la producción de tomate en invernadero. *Interciencia*. 36. 689-693.
- Puente M., J.L., J.D. Ruiz., E. Favela C., U. López N. 2004. Efecto de la solución nutritiva y del acolchado plástico sobre el crecimiento y producción del cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón. Coahuila. 187-192 p.

- Ramírez E., L. A. 2006. Tiempo de aplicación de vermicomposta en cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) bajo condiciones de invernadero. Tesis. Licenciatura. Universidad autónoma agraria Antonio Narro. Torreón. Coahuila. México. 71 p.
- Rosique, M. 2014. Tomates determinados o indeterminados [en línea]. Planeta en verde. <https://www.planteaenverde.es/blog/tomates-determinados-o-indeterminados-que-variedad-de-tomate-escoger>. (Consultado 6/11/2018).
- Rosa, F., Y. Albuja., A. Pablo., G. Araujo., C. Andrea., y K. López. 2011. Obtención de un bio-fertilizante a partir del residuo ultra fino de *Spirulina Platensis*, mediante degradación anaerobia en fase hidrolítica.
- Rodríguez D, N., P. Cano R., E. Favela C., U. Figueroa V., V.d.P. Alvarez R., G. Palomo G., C. Márquez H., y A. Moreno R. 2007. Vermicomposta como alternativa orgánica en la producción de tomate en invernadero. Revista Chapingo Serie Horticultura. 13(2): 185-192.
- Ruiz-García, A., I.L. López-Cruz., R. Arteaga-Ramírez., y J.A. Ramírez-Arias. 2015. Tasas de ventilación natural de un invernadero del centro de México estimadas mediante balance de energía. Agrociencia. 49(1). 87-100.
- Ricci, M., Culebra Mason, S., Guaymasí, D., Martínez, S., & Peña, J. M. 2012. Control biológico de pulgones en pimiento bajo cobertura. Contacto Rural. 11 p.
- Samaniego C, E., M.R. Quezada Martin., M.D.L. Rosa Ibarra., J. Munguía López., A. Benavides Mendoza., & L. Ibarra Jiménez. 2002. Producción de plántula de tomate y pimiento con cubiertas de polietileno reflejante para disminuir la temperatura en invernadero. Agrociencia. 36(3): 305-318.
- Sánchez, D., R. Scotta., & C. Arregui. 2005. Población de mosca blanca en tomate cultivado a campo con pantallas de sombreamiento. Área de Informação da Sede-Artigo em periódico indexado. 40(2): 183-185.

- Salguera R, H. V., & J.L. Morales. 2007. Evaluación de alternativas de protección física y química de semilleros de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) contra el ataque del complejo Mosca Blanca (*Bemisia tabaci*, Gennadius)-Geminivirus y su efecto en el rendimiento, en el municipio de Tisma, Masaya. Tesis licenciatura, Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua, 62 p.
- Sandoval Rangel A. 2014. Biofumigación de suelos agrícolas con crucíferas. Curso internacional de invierno. UANL. Nutrición de plantas
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2010. Monografía de cultivos "Jitomate", Subsecretaría de Fomento a los agronegocios. 10 p. Disponible en línea: <http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Documents/pablo/Documentos/Monografias/Jitomate.pdf> (consulta septiembre 26, 2018).
- Sañudo, R. 2013. El cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) y el potencial endofítico de diferentes aislados de *Beauveria bassiana*. Tesis. Maestría. Universidad Autónoma Indígena de México. Los Mochis. Sinaloa. México. 57 p.
- Serna-Rodríguez, J. R., R. Castro-Brindis, M. T. Colinas-León, J. Sahagún-Castellanos y J. E. Rodríguez-Pérez. 2011. Aplicación foliar de ácido glutámico en plantas de jitomate (*Lycopersicum esculentum* Mili.). Revista Chapingo. Serie horticultura. 17(1): 9-13.
- SIAP. 2018. Servicio de información agroalimentaria y pesquera. Avance de Siembras y Cosechas
- Tantawy, A. S., A. Abdel-Mawgoud., M. El-Nemr y Y. G. Chamoun 2009. Alleviation of salinity effects on tomato plants by application of amino acids and growth regulators. European Journal of Scientific Research. 30(3): 484-494.

- Trejo-Téllez, L. I., F.C. Gómez-Merino., M. Rodríguez-Mendoza., & G. Alcántara-González. 2005. Fertilización foliar con urea en la partición de nitrógeno en espinaca. *Terra latinoamericana*. 23(4): 495-503.
- Trinidad S, A. y D. Aguilar. 1999. Fertilización foliar, un respaldo importante en el rendimiento de los cultivos. *Terra Latinoamericana*. 17(3): 247-255.
- Uscola, M., P. Villar-Salvador., N. Heredia. 2008. Efecto de la fertilización edáfica con nitrato y amonio y la fertilización foliar con aminoácidos sobre el crecimiento de dos especies forestales mediterráneas: *Quercus ilex* y *Pinus halepensis*. En: Romero Monreal, L. (Coord.), Presente y Futuro de la Nutrición Mineral de las Plantas (pp. 109–120).
- Valerio, P., J. José., A. Peña-Lomeli., J.E. Rodríguez-Pérez., R. Mora-Aguilar., R. Castro-Brindis., & N. Magaña L. 2012. Densidad y poda en tres variedades de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot. ex Horm.) cultivado en invernadero. *Revista Chapingo. Serie Horticultura*. 18(3): 325-332.
- Vallejo, C.F.A. y S.E.I. Estrada. 2004. Producción de hortalizas de clima cálido, Univ. Nacional de Colombia, p. 27- 55
- Vázquez-Rodríguez, J., F. Sánchez-Del Castillo y E. d. C. Moreno-Pérez 2007. Producción de jitomate en doseles escaleriformes bajo invernadero. *Revista Chapingo Serie Horticultura*. 13(1): 55-62.
- Ventura, E. 2012. Calcio complementario en la firmeza del fruto de tomate (*Solanum lycopersicum*). Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista. Saltillo, México. 16 p.
- Villegas-Torres, O., P. Sánchez- García., G. Baca- Castillo., M. Rodríguez-Mendoza., C. Trejo., M. Sandoval-Villa., y E. Cárdenas-Soriano. 2005. Crecimiento y estado nutrimental de plántulas de tomate en soluciones nutritivas con diferente concentración de calcio y potencial osmótico. *Terra: órgano científico de la sociedad mexicana de la ciencia del suelo*. AC.

- Vida, J. B., I. Zambolim. D.J. Tessmann., J.U.T. Brandão-Filho. J.R. Verzignassi., M.P. Caixeta. 2004. Manejo de doenças de plantas em cultivo protegido. *Fitopatología Bras.* 29(4): 355-372.
- Zambrano, A. P. 2009. Cultivo de tomate en invernadero (Vol. 5). Agrosavia Corporación colombiana de investigación agropecuaria Colombia. Cundinamarca. Colombia. 56 p.

VII. ANEXOS

Anexo 1. Análisis de varianza para la variable altura de planta 20 DDT. UAAAN UL, 2019.

FV	GL	SC	CM	F calculada	F tablas	Pr>f	
					0.01	0.05	
Tratamientos	3	45.00000000	15.00000000	12.00	16.69	6.59	0.0181
Error experimental	4	5.00000000	1.25000000				
Total	7	50.00000000					

CV= 3.72. %

Anexo 2. Cuadro de medias para la variable altura de planta 20 DDT. UAAAN UL, 2019.

Tratamientos	Valor de la media	Significancia
T1 (Sol. Steiner + 0 Aplic. De Aminoácidos)	30.500	AB
T2 (Sol. Steiner + 1 Aplic. De Aminoácidos)	33.500	A
T3 (Sol. Steiner + 2 Aplic. De Aminoácidos)	27.000	C
T4 (Sol. Steiner + 3 Aplic. De Aminoácidos)	29.000	BC

DMS=3.10%

Anexo 3. Análisis de varianza para la variable altura de planta 28 DDT. UAAAN UL, 2019

FV	GL	SC	CM	F calculada	F tablas	Pr>f	
					0.01	0.05	
Tratamientos	3	91.37500000	30.45833330	6.59	16.69	6.59	0.0501
Error experimental	4	18.50000000	4.62500000				
Total	7	109.87500000					

CV= 5.16 %

Anexo 4. Cuadro de medias para la variable altura de planta 28 DDT. UAAAN UL, 2019.

Tratamientos	Valor de la media	Significancia
T1 (Sol. Steiner + 0 Aplic. De Aminoácidos)	46.500	A
T2 (Sol. Steiner + 1 Aplic. De Aminoácidos)	41.000	AB
T3 (Sol. Steiner + 2 Aplic. De Aminoácidos)	37.000	B
T4 (Sol. Steiner + 3 Aplic. De Aminoácidos)	42.000	AB

DMS=5.97 %

Anexo 5. Análisis de varianza para la variable altura de planta 36 DDT. UAAAN UL, 2019.

FV	GL	SC	CM	F calculada	F tablas	Pr>f	
					0.01	0.05	
Tratamientos	3	61.37500000	20.45833333	23.38	16.69	6.59	0.0054
Error experimental	4	3.50000000	0.87500000				
Total	7	64.87500000					

CV= 1.48 %

Anexo 6. Cuadro de medias para la variable altura de planta 36 DDT. UAAAN UL, 2019.

Tratamientos	Valor de la media	Significancia
T1 (Sol. Steiner + 0 Aplic. De Aminoácidos)	61.000	AB
T2 (Sol. Steiner + 1 Aplic. de Aminoácidos)	63.500	AB
T3 (Sol. Steiner + 2 Aplic. de Aminoácidos)	60.500	B
T4 (Sol. Steiner + 3 Aplic. de Aminoácidos)	67.500	A

DMS=2.59 %

Anexo 7. Análisis de varianza para la variable altura de planta 51 DDT. UAAAN UL, 2019.

FV	GL	SC	CM	F calculada	F tablas	Pr>f	
					0.01	0.05	
Tratamientos	3	94.50000000	31.50000000	6.63	16.69	6.59	0.0495
Error experimental	4	19.00000000	4.75000000				
Total	7	113.50000000					

CV= 2.25 %

Anexo 8. Cuadro de medias para la variable altura de planta 51 DDT. UAAAN UL, 2019.

Tratamientos	Valor de la media	Significancia
T1 (Sol. Steiner + 0 Aplic. De Aminoácidos)	91.000	B
T2 (Sol. Steiner + 1 Aplic. de Aminoácidos)	98.500	A
T3 (Sol. Steiner + 2 Aplic. de Aminoácidos)	97.500	A
T4 (Sol. Steiner + 3 Aplic. de Aminoácidos)	100.000	A

DMS=6.05 %

Anexo 9. Análisis de varianza para la variable altura de planta 67 DDT. UAAAN UL, 2019.

FV	GL	SC	CM	F calculada	F tablas	Pr>f
					0.01	0.05
Tratamientos	3	173.50000000	57.83333330	7.71	16.69	6.59 0.0387
Error experimental	4	30.00000000	7.50000000			
Total	7	203.50000000				

CV= 2.69 %

Anexo 10. Cuadro de medias para la variable altura de planta 67 DDT. UAAAN UL, 2019.

Tratamientos	Valor de la media	Significancia
T1 (Sol. Steiner + 0 Aplic. de Aminoácidos)	96.500	B
T2 (Sol. Steiner + 1 Aplic. de Aminoácidos)	108.500	A
T3 (Sol. Steiner + 2 Aplic. de Aminoácidos)	103.500	AB
T4 (Sol. Steiner + 3 Aplic. de Aminoácidos)	98.500	B

DMS= 7.60 %

Anexo 11. Análisis de varianza para la variable altura de planta 80 DDT. UAAAN UL, 2019

FV	GL	SC	CM	F calculada	F tablas	Pr>f
					0.01	0.05
Tratamientos	3	369.37500000	123.12500000	13.49	16.69	6.59 0.0147
Error experimental	4	36.50000000	9.12500000			
Total	7	405.87500000				

CV= 2.81 %

Anexo 12. Cuadro de medias para la variable altura de planta 80 DDT. UAAAN UL, 2019

Tratamientos	Valor de la media	Significancia
T1 (Sol. Steiner + 0 Aplic. De Aminoácidos)	102.000	B
T2 (Sol. Steiner + 1 Aplic. De Aminoácidos)	119.000	A
T3 (Sol. Steiner + 2 Aplic. De Aminoácidos)	105.000	B
T4 (Sol. Steiner + 3 Aplic. De Aminoácidos)	103.500	B

DMS= 8.38 %

Anexo 13. Análisis de varianza para la variable número de frutos. UAAAN UL, 2019.

FV	GL	SC	CM	F calculada	F tablas	Pr>f	
					0.01	0.05	
Tratamientos	3	36.500000000	12.166666670	17.18	16.69	6.59	0.0001
Error experimental	4	8.500000000	0.708333333				
Total	7	45.000000000					

CV= 6.35 %

Anexo 14. Cuadro de medias para la variable número de frutos. UAAAN UL, 2019.

Tratamientos	Valor de la media	Significancia
T1 (Sol. Steiner + 0 Aplic. de Aminoácidos)	15.250	A
T2 (Sol. Steiner + 1 Aplic. de Aminoácidos)	14.000	A
T3 (Sol. Steiner + 2 Aplic. de Aminoácidos)	12.500	B
T4 (Sol. Steiner + 3 Aplic. de Aminoácidos)	11.250	B

DMS= 1.29 %

Anexo 15. Análisis de varianza para la variable peso total de frutos. UAAAN UL, 2019.

FV	GL	SC	CM	F calculada	F tablas	Pr>f	
					0.01	0.05	
Tratamientos	3	132274.483800	44091.4946	191.54	16.69	6.59	<.0001
Error experimental	4	920.765000	230.1913				
Total	7	133195.2488					

CV=1.26 %

Anexo 16. Cuadro de medias para la variable peso total de frutos. UAAAN UL, 2019.

Tratamientos	Valor de la media	Significancia
T1 (Sol. Steiner + 0 Aplic. de Aminoácidos)	1203.650	B
T2 (Sol. Steiner + 1 Aplic. de Aminoácidos)	1152.300	C
T3 (Sol. Steiner + 2 Aplic. de Aminoácidos)	1035.400	D
T4 (Sol. Steiner + 3 Aplic. de Aminoácidos)	1391.900	A

DMS= 42.12 %

Anexo 17. Análisis de varianza para la variable peso medio de fruto. UAAAN UL, 2019.

FV	GL	SC	CM	F calculada	F tablas	Pr>f
					0.01	0.05
Tratamientos	3	7032.287500	2344.095833	296.56	16.69	6.59 <.0001
Error experimental	4	31.616700	7.904175			
Total	7	7063.904200				

CV= 2.74%

Anexo 18. Cuadro de medias para la variable peso medio de fruto. UAAAN UL, 2019.

Tratamientos	Valor de la media	Significancia
T1 (Sol. Steiner + 0 Aplic. de Aminoácidos)	106.240	B
T2 (Sol. Steiner + 1 Aplic. de Aminoácidos)	84.165	C
T3 (Sol. Steiner + 2 Aplic. de Aminoácidos)	70.840	D
T4 (Sol. Steiner + 3 Aplic. de Aminoácidos)	149.015	A

DMS= 7.80 %

Anexo 19. Análisis de varianza para la variable diámetro polar del fruto. UAAAN UL, 2019.

FV	GL	SC	CM	F calculada	F tablas	Pr>f
					0.01	0.05
Tratamientos	3	100.32350000	33.4411667	9.77	16.69	6.59 0.0259
Error experimental	4	13.68750000	3.42187500			
Total	7	114.01100000				

CV=4.08%

Anexo 20. Cuadro de medias para la variable diámetro polar de fruto. UAAAN UL, 2019.

Tratamientos	Valor de la media	Significancia
T1 (Sol. Steiner + 0 Aplic. de Aminoácidos)	46.185	AB
T2 (Sol. Steiner + 1 Aplic. de Aminoácidos)	42.780	B
T3 (Sol. Steiner + 2 Aplic. de Aminoácidos)	41.540	B
T4 (Sol. Steiner + 3 Aplic. de Aminoácidos)	50.675	A

DMS=5.13 %

Anexo 21. Análisis de varianza para la variable diámetro ecuatorial de fruto. UAAAN UL, 2019.

FV	GL	SC	CM	F calculada	F tablas	Pr>f	
					0.01	0.05	
Tratamientos	3	283.56073750	94.5202458	22.26	16.69	6.59	0.0059
Error experimental	4	16.98375000	4.24593750				
Total	7	300.54448750					

CV=3.14%

Anexo 22. Cuadro de medias para la variable diámetro ecuatorial de fruto. UAAAN UL, 2019.

Tratamientos	Valor de la media	Significancia
T1 (Sol. Steiner + 0 Aplic. de Aminoácidos)	70.660	A
T2 (Sol. Steiner + 1 Aplic. de Aminoácidos)	63.795	B
T3 (Sol. Steiner + 2 Aplic. de Aminoácidos)	56.405	C
T4 (Sol. Steiner + 3 Aplic. de Aminoácidos)	70.935	A

DMS= 5.72 %

Anexo 23. Análisis de varianza para la variable grosor interno del fruto. UAAAN UL, 2019.

FV	GL	SC	CM	F calculada	F tablas	Pr>f	
					0.01	0.05	
Tratamientos	3	1.18045000	0.39348333	43.12	16.69	6.59	0.0017
Error experimental	4	0.03650000	0.00912500				
Total	7	1.21695000					

CV=1.77%

Anexo 24. Cuadro de medias para la variable grosor interno del fruto. UAAAN UL, 2019.

Tratamientos	Valor de la media	Significancia
T1 (Sol. Steiner + 0 Aplic. de Aminoácidos)	5.340	B
T2 (Sol. Steiner + 1 Aplic. de Aminoácidos)	5.705	A
T3 (Sol. Steiner + 2 Aplic. de Aminoácidos)	5.740	A
T4 (Sol. Steiner + 3 Aplic. de Aminoácidos)	4.785	C

DMS= 0.26%

Anexo 25. Análisis de varianza para la variable firmeza del fruto. UAAAN UL, 2019

FV	GL	SC	CM	F calculada	F tablas	Pr>f	
					0.01	0.05	
Tratamientos	3	0.04963750	0.01654583	21.01	16.69	6.59	0.0065
Error experimental	4	0.00315000	0.00078750				
Total	7	0.05278750					

CV=2.73%

Anexo 26. Cuadro de medias para la variable firmeza del fruto. UAAAN UL, 2019.

Tratamientos	Valor de la media	Significancia
T1 (Sol. Steiner + 0 Aplic. de Aminoácidos)	1.155	A
T2 (Sol. Steiner + 1 Aplic. de Aminoácidos)	1.025	B
T3 (Sol. Steiner + 2 Aplic. de Aminoácidos)	0.955	B
T4 (Sol. Steiner + 3 Aplic. de Aminoácidos)	0.970	B

DMS=0.07 %

Anexo 27. Análisis de varianza para la variable pH del fruto UAAAN UL, 2019.

FV	GL	SC	CM	F calculada	F tablas	Pr>f	
					0.01	0.05	
Tratamientos	3	0.10063750	0.03354583	7.87	16.69	6.59	0.0374
Error experimental	4	0.01705000	0.00426250				
Total	7	0.11768750					

CV= 1.66 %

Anexo 28. Cuadro de medias para la variable pH del fruto. UAAAN UL, 2019.

Tratamientos	Valor de la media	Significancia
T1 (Sol. Steiner + 0 Aplic. de Aminoácidos)	3.825	B
T2 (Sol. Steiner + 1 Aplic. de Aminoácidos)	3.860	B
T3 (Sol. Steiner + 2 Aplic. de Aminoácidos)	3.880	B
T4 (Sol. Steiner + 3 Aplic. de Aminoácidos)	4.110	A

DMS= 0.18 %

Anexo 29. Análisis de varianza para la variable de solidos solubles (°brix) del fruto. UAAAN UL, 2019.

FV	GL	SC	CM	F calculada	F tablas	Pr>f	
					0.01	0.05	
Tratamientos	3	1.97865000	0.65955000	23.12	16.69	6.59	0.0055
Error experimental	4	0.11410000	0.02852500				
Total	7	2.09275000					

CV=3.01 %

Anexo 30. Cuadro de medias para la variable de solidos solubles (°brix) del fruto. UAAAN UL, 2019.

Tratamientos	Valor de la media	Significancia
T1 (Sol. Steiner + 0 Aplic. de Aminoácidos)	5.005	C
T2 (Sol. Steiner + 1 Aplic. de Aminoácidos)	5.620	B
T3 (Sol. Steiner + 2 Aplic. de Aminoácidos)	6.370	A
T4 (Sol. Steiner + 3 Aplic. de Aminoácidos)	5.395	BC

DMS= 0.46 %

Anexo 31. Análisis de varianza para la variable biomasa total. UAAAN UL, 2019.

FV	GL	SC	CM	F calculada	F tablas	Pr>f	
					0.01	0.05	
Tratamientos	3	28861.41404000	9620.47135000	7.87	16.69	6.59	0.0374
Error experimental	4	813.69375000	203.42344000				
Total	7	29675.10779000					

CV= 3.64 %

Anexo 32. Cuadro de medias para la variable biomasa total. UAAAN UL, 2019.

Tratamientos	Valor de la media	Significancia
T1 (Sol. Steiner + 0 Aplic. de Aminoácidos)	19.666	A
T2 (Sol. Steiner + 1 Aplic. de Aminoácidos)	16.833	B
T3 (Sol. Steiner + 2 Aplic. de Aminoácidos)	15.999	B
T4 (Sol. Steiner + 3 Aplic. de Aminoácidos)	12.666	C

DMS= 39.59 %