



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

DIVISION DE AGRONOMIA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

**“Eficiencia de la Fertilización en Partes
por Millón (ppm), en Tomate (*Lycopersicon
esculentum Mill Var. ceraciforme*)”**

Por:

Adalberto Reyes Avila.

TESIS

**Presentada como Requisito Parcial
para Obtener el título de:**

Ingeniero Agrónomo en Horticultura

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Octubre de 2008

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

DIVISION DE AGRONOMIA

"Eficiencia de la Fertilización en Partes por Millón (ppm), en Tomate
(*Lycopersicon esculentum Mill Var. ceraciforme*)"

Realizado por:

ADALBERTO REYES AVILA

TESIS

Que Somete a Consideración del H. Jurado Examinador,
como requisito parcial para obtener el título De:

Ingeniero Agrónomo en Horticultura

Aprobada por:

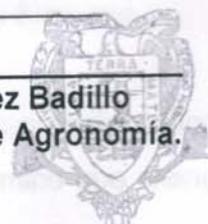
M.C. Leobardo Bañuelos Herrera
Presidente del Jurado

M. C. Alfredo Sánchez López
Sinodal

M. C. Alfonso Rojas Duarte
Sinodal

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"

DR. Mario Ernesto Vazquez Badillo
Coordinador de la División de Agronomía.



Buenavista, Saltillo, Coahuila, México
Septiembre de 2008

DEDICATORIA.

Doy gracias a Dios, por estar siempre conmigo en todos los momentos difíciles, por darme la fortaleza, la salud, la esperanza para realizar este trabajo y por haberme mandado una familia maravillosa.

En especial este trabajo quiero dedicarlo a las personas que mas quiero, respeto y admiro. **A mis padres.**

Rafael Reyes B. por su apoyo incondicional que siempre me mostró, tanto en los momentos agradables y difíciles que pasamos juntos, gracias “papá” por ser tan humano, que sin ningún interés siempre me apoyaste, te quiero mucho mi querido viejo.

Georgina Avila S. gracias mamá por tus concejos, regaños, y los sacrificios que tuviste que hacer para que lograra mi carrera, no tengo muchas palabras para decirle lo muy agradecido que estoy con usted, que Dios me la cuide, te quiero mucho mamá.

A mi esposa, Yazmin Avendaño P. quien me brindo su amor, su cariño, su estimulo, su apoyo constante y paciencia para terminar este trabajo, son evidencia de su gran amor. ¡Gracias!

A mí adorado hijo, Rafita, quien fue la inspiración, para terminar la ultima etapa de mi carrera, te quiero mucho mi “Fallito”.

A mí querido hermano Oscar, por su compañía, apoyo moral y los momentos felices que pasamos juntos, te quiero hermano.

A mi tía Ana M. Avila S. gracias por sus consejos, alientos de ánimo para terminar mi carrera y por el apoyo económico que siempre me brindo cuando yo lo requería. ¡Gracias!

A mis amigos, José Maria, Fernando, Rodolfo, Jorge y Heladio, por la amistad que me brindaron durante la estancia en la Narro.

AGRADECIMIENTOS.

A la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, MI ALMATERRA MATER, por haberme forjado de conocimientos, para que en un futuro le sirva a mi país, así como al Departamento de Horticultura por brindarme la oportunidad de superarme académicamente.

Al MC. Leobardo Bañuelos Herrera, por darme a conocer todos sus conocimientos, los cuales serán de mucha ayuda para desarrollarme como profesional, por su asesoría y su gran ayuda para llevar a cabo esta investigación. ¡Gracias por su paciencia!

Al M. C. Alfredo Sánchez López, con gran respeto y admiración, por apoyarme en su asesoría para realizar este trabajo y que sin ningún interés me brindó sus conocimientos y su apoyo durante mi carrera. ¡Gracias!

Al MC. Alfonso Rojas Duarte, por su asesoría, y su tiempo que me brindó para llevar a cabo las correcciones en este trabajo.

A Don Rodolfo, por su amistad y amabilidad que me brindaba cuando se requería de algún material o herramientas para llevar a cabo esta investigación.

Gracias a los que nunca dudaron que lograría este triunfo.

INDICE DE CONTENIDO

	Página.
INDICE DE FIGURAS.....	vi
INDICE DE CUADROS.....	vii
RESUMEN.....	viii
INTRODUCCIÓN.....	1
Objetivo general.....	2
Objetivo específico.....	3
Hipótesis.....	3
REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
Historia y Origen.....	4
Clasificación Botánica.....	4
DESCRIPCION BOTÁNICA.....	6
Semilla.....	6
Producción de plántula.....	6
Sistema radicular.....	7
Tallo.....	7
Hojas.....	7
Flor.....	8
Fruto.....	8
REQUERIMIENTOS DEL CULTIVO.....	9
Luminosidad o radiación.....	9
Temperatura.....	10
Humedad Relativa.....	10
Sustrato.....	11
Suelo.....	11
pH.....	11
Nutrición.....	12
Nitrógeno.....	13
Papel del Nitrógeno.....	13
Síntomas de deficiencia.....	14
Excesos de Nitrógeno.....	14
Como se absorbe el Nitrógeno.....	14
Fósforo.....	15
Papel del Fósforo.....	15
Síntomas de deficiencia.....	15
El fósforo en el suelo.....	16
Como se absorbe el Fósforo.....	16
Principales factores que afectan la disponibilidad del Fósforo.....	17
Potasio.....	18
Papel del Potasio.....	18
Síntomas de deficiencia.....	19

El potasio en el suelo.....	19
Como se absorbe el Potasio.....	20
Principales factores que afectan la disponibilidad del Potasio.....	20
Cosecha.....	21
MANEJO DEL CULTIVO.....	21
Germinación.....	21
Transplante.....	22
Podas de brotes laterales.....	22
Poda de hojas.....	22
Densidad de población.....	23
Riegos.....	23
MATERIALES Y METODOS.....	24
Localización geográfica.....	24
Clima.....	24
Precipitación media anual.....	24
MATERIALES.....	25
Producción de plántula.....	25
Preparación de las macetas.....	25
Manejo y materiales de campo.....	25
Diseño experimental y tratamientos.....	25
Preparación de las macetas.....	26
Transplante.....	26
Riegos.....	27
Fertilización.....	27
Conducción.....	28
Poda.....	28
Plagas y enfermedades.....	29
Variables evaluadas y forma de medicion.....	29
Peso promedio por racimo.....	29
Diámetro polar.....	30
Diámetro ecuatorial.....	30
Grados brix.....	30
Análisis de varianza.....	30
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	31
Peso promedio del racimo.....	31
Tamaño de fruto.....	35
Diámetro polar.....	35
Diámetro ecuatorial.....	37
Grados brix.....	39
CONCLUSIONES.....	43
LITERATURA CITADA.....	44
APENDICE.....	46

INDICE DE FIGURAS

Figura No.	Contenido	Pagina
4.1	Respuesta del tomate cherry a diferentes concentraciones de fertilizante en ppm, para la variable peso promedio del racimo.	34
4.2	Respuesta del tomate cherry a las diferentes aplicaciones de fertilizante en diferentes concentraciones de fertilizante en ppm, para la variable diámetro polar del fruto	37
4.3	Respuesta del tomate cherry a las diferentes concentraciones en ppm de fertilizante, para la variable diámetro ecuatorial.	39
4.4	Respuesta del tomate cherr.y a las diferentes aplicaciones de fertilizante en ppm, para la variable grados brix.	41

INDICE DE CUADROS

Cuadro No.	Contenido	Pagina
1	Comparación de medias, para la variable peso del racimo, en el cultivo del tomate cherry, con concentraciones a diferentes partes por millón (ppm) de fertilizante.	47
3	Comparación de medias, para la variable diámetro polar, en el cultivo del tomate cherry, con concentraciones a diferentes partes por millón (ppm) de fertilizante.	48
5	Comparación de medias, para la variable diámetro ecuatorial, en el cultivo del tomate cherry, con concentraciones a diferentes partes por millón (ppm) de fertilizante.	49
6	Comparación de medias, para la variable grados brix, en el cultivo del tomate cherry, con concentraciones a diferentes partes por millón (ppm) de fertilizante.	50

R E S U M E N

La presente investigación se realizó en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, con la finalidad de contribuir en el desarrollo de la Horticultura, dándole a conocer a los productores una alternativa para llevar a cabo un buen manejo del cultivo, como es el uso de macetas y los niveles de nutrición con la aplicación de fertilizantes.

La metodología consistió en determinar preliminarmente las dosis óptimas de fertilización que se pueden emplear para el cultivo del tomate cherry, por lo que se utilizaron diferentes tratamientos, donde fueron definidas por fertilizantes mediante la fórmula 200-80-160, aplicando concentraciones como tratamientos de 50ppm (testigo absoluto), 100ppm, 200ppm y 400ppm, donde las aplicaciones fueron programadas cada tercer día (lunes, miércoles y viernes). Para el desarrollo del trabajo las plantas se establecieron en macetas de 12 Kg para tener un mejor control de la aplicación de los tratamientos. El sustrato empleado se preparó con tierra de hojas y tierra común con una proporción 1:1, dichos materiales fueron recolectados en los terrenos de la universidad que se le conoce como "El Bajío".

Las variables evaluadas fueron: Peso de racimo, diámetro polar, diámetro ecuatorial y grados brix.

Los datos obtenidos se analizaron de acuerdo al diseño experimental completamente al azar. Se utilizaron, cuatro tratamientos y tres repeticiones, lo que nos arrojó un total de 12 unidades experimentales.

Una vez obtenidos los datos de campo, se analizaron los resultados que se obtuvieron, los cuales arrojaron que al manejar dosis altas, el peso del racimo fue incrementando, como fue el caso del tratamiento de 400 ppm de fertilizante, obteniendo un peso total de 90.99 g por racimo, con un promedio de 28.323 ton/ha. teniendo una diferencia de 10.775 ton/ha toneladas con el tratamiento a 200 ppm y por consecuencia se obtuvo un menor peso del racimo. De igual manera en concentraciones altas de 400 ppm se incremento el, diámetro polar y diámetro ecuatorial.

Para los grados brix el mejor tratamiento obtenido fue para el testigo absoluto a 50 ppm de fertilizante obteniendo 7.27 grados brix superando a todos los tratamientos, siendo el tratamiento mas bajo es esta variable el de 400 ppm.

Palabras clave: Tomate cherry, fertilizacion, Var. Cerasiforme, partes por millon, y peso del racimo.

I. INTRODUCCION.

Las hortalizas son muy importantes ya que comprenden más de 80 diversas especies, de las cuales México tiene 40 especies nativas siendo las principales, tomate, chile, tomatillo, entre otros. Los estados importantes en la producción de hortalizas son: Sinaloa, Baja California, Sonora, Michoacán, Tamaulipas, Jalisco, Guanajuato, Guerrero, Veracruz entre otros.

El tomate se considera como una de la especie hortícola más importante en todo el mundo incluido nuestro país México, por la superficie sembrada, ya que de las 16 millones de hectáreas de la superficie agrícola, 72 mil corresponden a tomate que representa el 0.45% de la superficie agrícola nacional (SIAP-SAGARPA, 2002-2006). En horticultura protegida se estiman en 6,774 hectáreas y 1,715 por construir. Además existen entre 2,000 y 3,000 has de túneles, cubiertas de plástico y casa de malla sombra (SAGARPA, 2006). De las cuales se cultiva principalmente tomate bola (beef tomato), tomate en racimo (cluster) y tomate cereza (cherry), considerando este último de suma importancia ya que la mayoría de la producción es para exportación a los mercados de Canadá o Estados Unidos, considerando también la producción de pepino, chile pimiento, plantas ornamentales y flores principalmente.

Además el tomate es un cultivo generador de divisas ocupando el segundo lugar en productos agroalimentarios de exportación, y el principal producto hortícola de exportación, ya que representa el 37% de valor total de las exportaciones de legumbres y hortalizas y el 16% del valor total de las exportaciones (SIAP, 2005), proporcionando una mano de obra de 78 mil empleos directos; 12 por ha. También juega un papel muy importante porque en México, como en otras partes del mundo, preferimos consumir el tomate fresco,

aunque también es utilizado como producto industrializado para elaborar pastas, salsas, purés jugos, etc., considerando que es una fuente importante de vitamina C y el licopeno son antioxidantes con una función protectora de nuestro organismo.

La fertilización juega un papel muy significativo durante toda la etapa de la planta, siendo un factor muy importante para lograr una buena calidad de los frutos que se espera obtener, por tal motivo es necesaria que la planta sea nutrida desde que es establecida en el invernadero, hasta la obtención de los frutos ya que sin los fertilizantes los rendimientos no fueran tan exitosos.

En el siguiente trabajo, se evaluarán diferentes concentraciones en partes por millón de fertilizantes en tomate cereza (cherry), considerando principalmente, macronutrientes que son elementos más demandados por la planta y esenciales para el crecimiento como, Nitrógeno, Fósforo y Potasio.

Cuando se busca ser más eficiente para obtener un buen rendimiento en el cultivo, es necesario tomar en cuenta un factor muy importante, como es el caso de la nutrición vegetal. Por tal motivo se han ideado modificaciones en la forma de fertilización usando para esta, diferentes concentraciones de fertilizante en partes por millón, se plantaron los siguientes objetivos.

Objetivo general.

El objetivo de esta investigación es determinar la concentración adecuada de fertilizantes en ppm, que nos permita un buen rendimiento por hectárea, en la variedad Red cherry Large, de hábito indeterminado.

Objetivos específicos.

- Estimar las dosis equilibradas de fertilizantes, en diferentes partes por millon en tomate cherry.
- Obtener una buena calidad de frutos, expresado en peso de racimo, diámetro polar, diámetro ecuatorial y grados brix, bajo las condiciones de invernadero.
- Respuesta de la mezcla de sustrato bajo la modalidad en macetas, preparado a base de hojas y tierra.

HIPÓTESIS.

- Al menos un tratamiento supera al testigo absoluto en los niveles establecidos, al evaluar diversas concentraciones en ppm.
- Las aportaciones de fertilizantes directas al riego bajo el criterio de partes por millón, aportarán una mejor asimilación expresada en calidad y rendimiento en la variedad Red Cherry Large.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

Aspectos generales del tomate

Historia y origen.

Su centro de origen por su género *Lycopersicon* se localiza en la región Andina del que se extiende desde el sur de Colombia al norte de Chile. Aunque se a encontrado en forma silvestre en huertos familiares como mala hierba y por tal motivo se considera que fue domesticado en México ya que en el siglo XVI se consumía tomates de distintas formas y tamaños e incluso rojos y amarillos.

Valadez (1998), la palabra tomate proviene de la voz náhuatl “tomatl”; empezando a comercializarse en Estados Unidos hacia el año 1835, en 1554 fue llevado a Europa.

Cáceres (1981). El tomate de los Aztecas era una forma de *Physalis* y a una especie de *Lycopersicon* probablemente cerasiforme, bilocular, le llamaron “TOMATE”, la cual se transformó en multilocular. Cuando se descubrió América ya se usaba en México el término de jitomate, el cual gradualmente va siendo sustituido por tomate.

Clasificación Botánica.

López (2005), indica que el color del fruto, la posición del estigma y algunas otras características, ayudan a clasificar a este género, además el género *Lycopersicon* se divide naturalmente en dos subgéneros.

Eulycopersicon, (plantas con fruto rojo) y Ericopersicon (plantas con frutos verdes).

Cáceres (1981), menciona que desde 1940, en que Muller publicó su revisión del género que incluye el tomate, se ha considerado como correcta la designación *Lycopersicon esculentum*, que es la más usada y aceptada.

El genero *Lycopersicum* se caracteriza por sus estambres únicos, conectivos alargados. Como consecuencia, a diferencia de los otros de la familia.

Nuez (1995), dice que la clasificación botánica es generalmente aceptada de la siguiente manera:

<u>Reino:</u>	Plantae
<u>División:</u>	Tracheophyta
<u>Subdivisión:</u>	Pteropsidae
<u>Clase:</u>	Dicotyledoneas
<u>Subclase:</u>	Asteridae
<u>Orden:</u>	Solanaceae
<u>Familia:</u>	Solanaceae
<u>Variedad Bot:</u>	Ceraciforme.
<u>Tribu:</u>	Solanaceae
<u>Género:</u>	<i>Lycopersicum</i>
<u>Espécie:</u>	<i>esculentum</i>

Descripción botánica

Rick (1978), el tomate cultivado es una planta dicotiledónea pertenecientes a la familia de las Solanaceas, siendo esta muy sensible a las heladas y configura un cultivo anual, aunque potencialmente es perenne.

Centeno (1996), el género *Lycopersicon* contiene una pequeña cantidad de especies, todas ellas herbáceas que crecen en formas y tamaños diferentes, de acuerdo con los métodos de cultivo, existiendo variedades que llegan a alcanzar hasta tres metros de altura. Existen variedades de crecimiento limitado (determinadas) y de crecimiento ilimitado (indeterminadas).

Semilla.

Centeno (1996), la semilla del tomate tiene forma ovalada, con tamaño promedio de 3.5mm de longitud y está constituida por el embrión, cuyo desarrollo dará lugar a la planta adulta, éste a su vez lo conforman la yema apical, dos cotiledones, el hipocotilo y la radícula.

El endospermo, el cual contiene los elementos nutritivos necesarios para el desarrollo inicial del embrión. La testa o cubierta protectora, es de color café pálido, ésta protegerá la semilla de cualquier tipo de daño (mecánico o patógenos) es de consistencia dura e impermeable.

Producción de plántula.

Sanchez (2007), la producción de plántula de calidad requiere de disponer de equipo e infraestructura idóneos. Una de las características en la producción de plántula al momento de la siembra y sacarla al campo, deberá considerarse dentro de los criterio de calidad, el fitosanitario; siendo un parámetro que se le dará el éxito al establecimiento del cultivo que el agricultor halla determinado establecer.

Cáceres (1981), se le denomina aquella planta pequeña producida por semilla de pocas semanas de edad y que se utiliza en los cultivos de transplante y bien pueden ser producidas en almácigos o charolas.

En términos generales una planta de calidad se identifica con un tallo vigoroso, de una altura de 10 a 15 cm, ausente o mínima clorosis, buen desarrollo radicular, y libre de pestes y enfermedades. Los componentes mas comunes del medio radicular son turba-vermiculita-perlita en igual proporción de volumen (1:1:1), turba-arena (2:1), turba-perlita (1:1) o turba-poliestereno expandido (2:1).

Sistema radicular.

Folquer (1976), la raíz originada de semilla presenta una raíz principal que crece unos 2.5 cm diarios hasta llegar a los 60 cm de profundidad, donde estas producen ramificaciones y raíces adventicias, pueden abarcar una extensión 1.5 m.

Tallo.

Picken (1986), el tallo durante el primer periodo de desarrollo se mantiene erguido hasta que el propio peso lo recuesta sobre el suelo típicamente tiene 2-4 cm de diámetro en su base, su superficie es angulosa, con pelos agudos y otros glandulares capitados, cuya esencia confiere a su aroma característico a la planta, hasta la primera inflorescencia es monopoidal, es decir que el eje primario emite ramificaciones laterales en la axila de las hojas.

Hojas.

(Coleman y Greyson (1975), las hojas son pinnado compuestas, teniendo unos .5m de largo, algo menos de anchura, con un gran foliolo terminal y hasta 8 foliolos laterales, normalmente estos son peciolados y lobulados

irregularmente con borde dentados. Las hojas están cubiertas de pelos al igual que el tallo.

Flor.

Greyson y Sawhney (1979), la flor, es perfecta regular e hipogea y consta de 5 o mas sepalos, de 5 o mas pétalos, presenta pedúnculo corto, cáliz gamosepalo con cinco a diez lóbulos profundos y corola gamopetala, rotacea, amarilla, con cinco o mas lóbulos. El androceo presenta cinco o más estambres adheridos a la corola. El gineceo, presenta de dos a treinta carpelos que originan los loculos del fruto, esta constituido por un pistilo de ovario súpero con estilo liso y estigma achatado.

León y Arosamena (1980), reportan que la flor de las diversas especies de tomate es de color amarillo brillante. El cáliz y la corola están compuestos de 5 sépalos y pétalos, respectivamente. Las anteras que contienen el polen se encuentran unidas formando un tubo de cuello angosto que rodea y cubre el estilo y estigma; dicho arreglo asegura el mecanismo de autofecundación, ya que el polen se libera de la parte inferior de la antera.

Fruto.

Baya que puede alcanzar un peso generalmente en cherry oscila entre 8 y 20 gramos. Está constituido por el pericarpio, el tejido placentario y las semillas.

Valadez (1998), menciona que el fruto de tomate es una baya compuesta por varios loculos; el color más común de los frutos es el rojo, pero existen amarillos, naranjas y verdes, siendo su diámetro comercial aproximado de 10cm. (Pérez, 1997) afirma que el fruto es una baya lisa de forma deprimida alargada y lobular, redondeada, periforme de tamaño variable; de color rojo, rosada o amarillenta dependiendo de la manifestación del licopeno y caroteno,

los frutos amarillos contienen caroteno y xantofilas y el color rojo se debe al pigmento licopeno.

REQUERIMIENTOS DEL CULTIVO.

Luminosidad o radiación.

La luz solar es un pre requisito para el crecimiento de la planta, donde este va de acuerdo por el proceso de la fotosíntesis, el cual se da cuando la luz es absorbida por los cloroplastos (pigmentos verdes), mayormente ubicado en las hojas.

Marquez (1978), menciona que el tomate es un cultivo al cual no le afecta el fotoperiodismo o largo del día, por tal motivo sus necesidades de luz oscilan entre 8 horas diarias, donde los días soleados son favorables para su crecimiento y desarrollo normalmente del cultivo.

Moscoso citado por (Centeno, 1986) indica que la luz es un factor que actúa notablemente en la fisiología del tomate y que influye en su producción principalmente en dos formas, en la intensidad lumínica y en la exposición a luz (fotoperiodo).

Sánchez (2001), menciona que la energía solar radiante, es seguramente el factor ambiental que ejerce mayor influencia sobre el crecimiento de las plantas cultivadas en el interior del invernadero, la luz actúa sobre el crecimiento y el desarrollo de las plantas, como fuente de energía para la asimilación fotosintética del CO₂ así como fuente primaria de calor y estímulo para la regulación del desarrollo. La concentración óptima de iluminación es de; 10,000 a 15,000 lux.

Temperatura.

Esta tiene que ver mucho con el aire ya que este es el principal componente del ambiente que va a influir en el crecimiento vegetativo, desarrollo del racimo floral, el cuaje del fruto, desarrollo del fruto, maduración de los frutos y calidad.

López (2005), cita que los rangos para su desarrollo óptimo van desde 20 - 30 °C durante el día, en la noche que sea mayor a 13°C ya que a temperaturas menores se detiene su desarrollo y con temperaturas mayores a los 35°C y menor a los 10°C podemos tener problemas con la caída de flores. Temperaturas inferiores a 12 °C también originan problemas en el desarrollo de la planta.

Vázquez, citado por Garcia (2007), la temperatura del invernadero viene determinada por la radiación infrarroja corta, que al incidir sobre el terreno y plantas los calienta; la radiación infrarroja larga que calienta la cubierta y por fin, la radiación emitida por la cubierta, terreno y plantas que provoca el aumento de la temperatura.

Humedad relativa.

Es muy importante considerar este punto ya que favorece mucho para tener una buena polinización y va de 60 a 80% de humedad relativa siendo esta la óptima. Humedad relativa superiores al 85% pueden ocasionar enfermedades aéreas y agrietamiento en los frutos. Por otro lado valores muy bajos podemos tener exigencias de evapotranspiración, por lo que la planta exigirá mas agua y este deje de consumir nutrientes, limitando su crecimiento y acumulando sales en el medio donde se encuentre el puede ser otro facto mas para el buen desarrollo de planta.

Sustrato.

Pérez (1996), En un principio no existe un sustrato ideal o único, porque se puede utilizar una gran diversidad de estos ya sea puros o en mezclas como: arena fina, media o gruesa, de cuarzo o río, de construcción, etc., gravilla, grava, piedra pómez o purecita, tezontle, cascarilla de arroz, fibra de coco, aserrín, etc. Un sustrato adecuado debe ser químicamente inerte, fácil de conseguir y de bajo costo, retentivo de humedad y que no se degrade o descomponga con facilidad.

Suelo.

Este es un factor muy importante ya que la planta tiene que vivir sin ninguna excepción, donde este va asociada con el suelo conocido como relación suelo-planta. El suelo provee cuatro necesidades básicas de la planta: agua, nutrientes, oxígeno y soporte. Se considera un suelo ideal cuando cuneta con las siguientes características: 45% de minerales, 5% de materia orgánica, 25% de agua y 25% de aire o espacio poroso.

Los suelos aptos para el tomate pueden varia y pueden ser franco-arenoso, arcilloso-arenoso y orgánicos, considerando también el pH dentro de una rango de 5 – 7.5 ya que a este el aprovechamiento de los fertilizantes es mas asimilado por la planta.

Serrano (1978), menciona que para un buen desarrollo del cultivo se requiere que el suelo sea profundo, permeable, esponjoso y con abundancia de materia orgánica.

pH.

Valdes (1984). El tomate está considerado como una planta tolerante a la acidez, con valores de pH 5.0-6.8, no obstante, en terrenos arenosos se cultivan en excelentes condiciones de producción y calidad, aun con un pH más alto que incluso puede llegar hasta 9.0.

Nutrición.

Es necesario que esta se oportuna y adecuada, considerando principalmente macro nutrientes ya que estos se requieren relativamente en grandes cantidades como es el caso del Nitrógeno, fósforo y potasio.

Medina (2007), el rendimiento del cultivo de chile cera responde a la fertilización química, por lo que se recomienda su uso en dosis de 140-100-133 unidades de N,P,K, para con esta dosis obtener los más altos rendimientos .

Cornillon (1988), la temperatura de la solución nutritiva influye en la absorción de agua y nutrimentos. La temperatura óptima para la mayoría de las variedades de tomate es de aproximadamente 22°C, en la medida que la temperatura disminuye también disminuye la absorción y asimilación de los nutrimentos.

Feigin (1980), nombra la disponibilidad óptima de todos los nutrientes es en el rango de pH 6-6.5.

Kakhana and Krivilileva (1988). Las plantas bajo nutrición con NO₃ presentan un mejor crecimiento y mayores rendimientos.

Marschner (1995), Sin embargo, una nutrición con 100% del N como nitratos puede aumentar el pH de la rizosfera a valores de más de 8. A esos valores de pH, el fósforo y micro elementos precipitan, disminuyendo la disponibilidad de estos nutrientes.

Imhoff (1998). Las plantas de tomate para obtener un buen rendimiento, el requerimiento de Nitrógeno, en ultima estancia es de 207 Kg/ha.

Chung (1994) en la planta de tomate en la etapa de la primera hoja verdadera, el incremento del Nitrógeno aumento el peso del fruto por racimo.

Wilcox (1993) menciona que el 80% del Nitrógeno total acumulado se realiza a la formación del fruto (70 días) y para el día 84 únicamente se encuentra el 33%, considerando un 52% en el fruto.

Nitrógeno.

Epstein, (1971). Menciona que el Nitrógeno, es un elemento esencial al que se le presta mayor atención, ya que forma parte de cada célula viva, se encuentra en la mayor parte de la planta que cualquier otro nutriente y las plantas requieren grandes cantidades de Nitrógeno para crecer normalmente. El nitrógeno total más abundante se encuentra en la atmósfera, pues constituye el 78%, pero en el suelo muestra una deficiencia por eso es un factor que mas afecta a los cultivos. Como componente atmosférico es un gas inerte, inodoro e insípido por este caso no es útil para las plantas.

Papel del nitrógeno

La importancia del nitrógeno en el metabolismo de planta vegetal normalmente es exagerada ya que es necesario para la síntesis de la clorofila como parte de la molécula de la clorofila esta involucrada en el proceso de la fotosíntesis. El nitrógeno es un componente vital tanto del protoplasma, las moléculas de clorofila y los aminoácidos de los cuales se derivan las proteínas, como de los ácidos nucleicos.

La falta de Nitrógeno es consecuencia de la carencia de la clorofila por tal motivo no permita a la planta que utilice la luz solar como fuente de energía en el proceso de la fotosíntesis por tal motivo el crecimiento de los cultivos se reduce drásticamente si no se encuentra presentes las cantidades adecuadas. Berardinelli (1984), menciona que el Nitrógeno a diferentes concentraciones de 0, 10, 50, 210 ppm en una solución nutritiva, muestra diferencias en el cultivo del tomate, ya que a los niveles por debajo de 50 ppm de nitrógeno en la solución nutritiva aparentemente representan el límite inferior de

concentraciones para el desarrollo de estas plantas, presentando clorosis en las hojas.

Síntomas de deficiencia

Prianisnikov (1995). Los síntomas que se observan más frecuentemente por la deficiencia de nitrógeno son: el crecimiento lento y la coloración foliar, los meristemos y hojas nuevas permanecen verdes, mientras que las hojas viejas se vuelven amarillas y senescentes, ya que el nitrógeno es un elemento muy móvil y va extrayéndose de las hojas antiguas y trasladándose al follaje nuevo a medida de que la deficiencia se torna más severa.

Excesos del nitrógeno

Prince (1971), una excesiva nutrición de amonio puede llegar a presentar cambios indeseables en la planta, como flacidez y succulencia de tallos. Los excesos de nitrógeno o la demasiada aplicación de fertilizantes pueden presentar síntomas característicos estas pueden variar de una planta a otra, pero normalmente se detecta por que el follaje muestra un color verde muy oscuro. Otro síntoma relacionado es el retraso de la floración o fructificación.

Como se absorbe el nitrógeno

La mayor parte el nitrógeno se absorbe como iones inorgánicos. Los dos iones que se encuentran más disponibles son el nitrato (NO_3^-) y el amoníaco (NH_4^+) pero la mayoría de los cultivos agrícolas absorben la mayoría del Nitrogeno como ion (NO_3^-). Barber citado por Gordon (1992), la forma de nitrógeno (NH_4^+ y NO_3^-) absorbida por la planta determina el balance cationes-aniones en la planta. Aunque en el suelo se consideran cantidades considerables de nitrógeno, la mayor parte no se encuentra en su forma inorgánica, sino como componente de los microorganismos o como parte de la materia orgánica que no ha sido descompuesta.

Fósforo

Papel del fósforo

Gauch (1972). En general, el fósforo forma parte del protoplasma, las paredes celulares, enzima y otros contenidos; además tiene acción amortiguadora del pH intercelular en la captación de H⁺ y modificando su acción.

En forma específica el fósforo es elemento muy esencial para el crecimiento vegetal de la planta, ya que está relacionado con la formación de nucleoproteínas; con el protoplasma en la porción encargada de la división celular y transferencia de las características hereditarias por los cromosomas. Es también un constituyente del almacenamiento y transferencia de energía.

Arnon (1995). La formación de adenosin trifosfato (ATP) que contiene uniones fosfato de "alta energía" tiene gran importancia en el metabolismo vegetal, también juega un papel importante en la fotosíntesis, la respiración, la división y crecimiento celular. Otros compuestos de los cuales forma parte el fósforo son ácidos nucleicos, los fosfolípidos y las coenzimas NAD y NADP. Además, promueve la rápida formación y crecimiento de las raíces así como mejorar su resistencia a las bajas temperaturas, donde también es parte fundamental en la transferencia de características hereditarias de una generación a la siguiente.

Por tal motivo el fósforo es absolutamente esencial, aunque en las plantas se encuentra en cantidades mucho menores que otros nutrientes importantes. Pero se ha encontrado que lo encontramos en concentraciones más altas en las puntas de crecimiento debido a que se mueve rápidamente de los tejidos viejos a los tejidos jóvenes.

Síntomas de deficiencia y Toxicidad.

Davila (1998) Los síntomas externos más comunes durante la deficiencia de fósforo son; el amarillamiento en las hojas maduras y la aparición de

tonalidades verde oscuro o azuladas pudiéndose presentar tan bien tintes bronceados o púrpuras causado por antocianinas.

La primera señal debido a la transferencia de energía en la planta una deficiencia de fósforo se manifiesta en alteraciones del metabolismo por tal motivo tendremos plantas pequeñas o podemos observar crecimiento lento. Cuando la deficiencia es severa se desarrollan áreas muertas en las hojas, en el fruto y el tallo.

Bingham (1960). La toxicidad con fósforo es posible que se de bajo condiciones de sobre fertilización, teniendo como resultado que presentes los síntomas de la deficiencia de Zn, Cu y Fe.

El fósforo en el suelo

Gordon (1992) .Este se encuentra en el suelo tanto en forma orgánica como inorgánica. Los compuestos del fósforo inorgánico se encuentran divididos en dos grupos principales: los que contienen calcio y aquellos que contiene hierro o aluminio. El fósforo del suelo viene mayormente de la meteorización de la apatita es la fuente que aporta mayor parte del fósforo natural del suelo y también se encuentra en depósitos del cual se extrae la "roca fosfatada". La mayoría del fósforo se encuentra no disponible, en un momento determinado solo se halla disponible en porciones muy pequeñas.

Como se absorbe el fósforo

Donahue (1958). La absorción del fósforo del suelo depende de las formas en que esté presente, las cuales varían con el pH. La mayor parte del fósforo se absorbe a través de las membranas celulares en combinación con oxígeno e hidrógeno formando moléculas de fosfato dihidrógeno $H_2PO_4^-$, pero en ion HPO_4^-

Principales Factores que afectan la disponibilidad del fósforo

La mayoría de los cultivos recuperan solamente del 10 al 30% del fósforo. El porcentaje de recuperación varía ampliamente de factores como tipo de suelo, cultivo, método de aplicación y clima.

Gordon, (1992) cita que los principales factores que afectan la disponibilidad del fósforo son los siguientes.

La cantidad de arcilla juega un papel muy importante ya que en los suelos con cantidades altas de arcilla fijan más el fósforo que aquellos que contienen menos.

Época de aplicación. Cuando mayor sea el tiempo que el fósforo se encuentra en el suelo, mayor será la disponibilidad de fijación. Donde se debe aplicar ocasionalmente en grandes cantidades o también aplicado más frecuentemente en pequeñas cantidades.

Aireación. El oxígeno es muy necesario para el crecimiento de las plantas y para la absorción de los nutrientes. Donde también es importante para la descomposición microbiológica de la materia orgánica, una fuente importante de fósforo.

Compactación. Es muy importante ya que reduce la aireación y el espacio poroso en la zona radicular, esto reduce la absorción de fósforo y el crecimiento de la planta, ya que este se mueve a distancias muy cortas en la mayoría de los suelos incrementan los problemas ocasionados por un crecimiento radicular restringido y la limitada absorción debido a la compactación.

Humedad. El incremento de la humedad del suelo a niveles óptimos hace que el fósforo sea más disponible. Sin embargo el exceso reduce la

cantidad de O_2 lo que limita el crecimiento de las raíces y ase lenta la absorción del fósforo.

Temperatura. Las temperaturas ideales afectan muy poco la disponibilidad del fósforo. Sin embargo las temperaturas altas o muy bajas pueden restringir la absorción. Por tal motivo responde a aplicaciones en suelos fríos y húmedos.

Las aplicación de otros nutrientes pueden estimular la absorción del fósforo, como es el calcio en suelos ácidos y el azufre en suelos alcalinos.

Potasio

Papel del potasio

Prince (1970). Otro elemento esencial para la planta, al igual que el Nitrógeno y el fósforo. Ya que el potasio en un elemento delicado. A diferencia que el Nitrógeno y fósforo, el potasio no forma compuestos orgánicos en la planta. Su función principal esta relacionado fundamentalmente con muchos y variados procesos metabólicos como se explica en lo siguiente.

El fósforo es vital para la fotosíntesis. Cuando existe una deficiencia de potasio, la fotosíntesis se reduce y la respiración de la planta se incrementa. También es esencial para la síntesis de proteínas como para la descomposición de carbohidratos, proceso que provee energía a la planta para su crecimiento, ayuda al balance iónico así como la traslación del hierro, como también genera que la planta sea más resistente a enfermedades, es importante en la formación de los frutos.

Sanchez (2006), cita que potasio es el elemento de mayor demanda durante la fructificación y nos ayuda a que la planta tenga una mejor resistencia a heladas.

Gordon (1991) Una función muy importante del potasio en el crecimiento de la planta es el uso eficiente del agua, al igual que esta relacionado con la apertura y cierre de los estomas.

Síntomas de deficiencia.

Humbert (1969). Cita que la deficiencia interfiere en el proceso fotosintético ya que el potasio contenido en las hojas basales se translocan a los tejidos jóvenes y activos, produciendo marchitamiento de los bordes de las hojas basales, el que se sequen mueran prematuramente.

Sinclair (1969). La deficiencia del potasio causa disturbios en el metabolismo de las proteínas, indicando el relativo incremento del nitrógeno en forma de aminoácidos y disminuyendo el nivel de proteínas en los tallos y hojas son responsables de manchas necroticas. En la mayoría de los cultivos aparecen en las hojas viejas. Las plantas crecen lentamente, tienen un sistema radicular mal desarrollado y los tallos débiles. Las semillas y los frutos son pequeños y deformes, así como las plantas tienen una muy resistencia a enfermedades así como los estomas no abren completamente y mas rápidos en cerrarse.

El potasio en el suelo

A menudo que en el suelo existe mas de 20000 Kg/ha, solo una pequeña cantidad esta disponible para la planta durante el ciclo, solo un dos por ciento. Y solo esta disponible, poco disponible y no disponible.

No disponible. Este es retenido fuertemente en las estructuras de los minerales primarios del suelo (rocas) y es liberado a medida que se meteorizan o se descomponen por la temperatura y humedad, pero esta es tan lenta que el potasio es no disponible.

Generalmente los suelos de regiones calidas y húmedas son más meteorizados que aquellos de climas fríos y áridos.

Lentamente disponible. Es aquel que queda atrapado o fijado entre las capas de cierto tipo de arcilla del suelo. Estas arcillas se contraen o se expanden cuando el suelo esta seco o húmedo. La contracción y expansión de las capas de las arcillas atrapa los iones K haciéndolo lentamente disponibles.

Disponibile. El potasio disponible es aquel que se encuentra en la solución del suelo y el potasio (K) esta en forma intercambiable por la materia orgánica y las arcillas del suelo.

Como se absorbe el potasio.

Gordon (1992). La absorción del potasio es absorbido del suelo por las plantas en forma iónica (K^+). A diferencia del nitrógeno y fósforo, el potasio no forma compuestos orgánicos en la planta.

En el campo, el suministro de potasio por el suelo puede ser adecuadamente para el crecimiento de los cultivos, siempre y cuando el suministro de nitrógeno sea también adecuado ya que un exceso de nitrógeno induce a la deficiencia del potasio. El potasio debe entrar a formar parte complejo de cambio, es suelo debe contener 5 a 10 por ciento de materia orgánica de no ser así el elemento quedará fijado en las arcillas del suelo. Las relaciones con otros cationes como Mg^{+2} y Ca^{+2} debe estar equilibradas. Debido al antagonismo que tiene que ver con el calcio y el magnesio.

El pH en el suelo para que el potasio este disponible debe ser superior a 6.0, por lo que se debe buscar que el suelo se encuentre en estos rangos.

Principales Factores que afectan la disponibilidad del potasio

Sanabria (2005). Es fundamental para garantizar la absorción del potasio, asegurarse que el mismo entra a formar parte del Complejo arcilloso Humico (complejo de cambio) y que este disponible cuando la planta lo requiera, para que se asegure su disponibilidad en suelo debe de tener entre 5 y 10 por ciento de materia orgánica humificable, de lo contrario hay que aplicar enmiendas húmicas. De no hacer así el elemento quedará fijado en las arcillas del suelo.

Cosecha.

Si el tomate se va a utilizar para consumo inmediato o industrial, los frutos se pueden cosechar hasta que estén completamente maduros. Pero si el producto será transportado largas distancias, la cosecha deberá hacerse cuando los frutos inician su maduración o estén pintones, con el cuidado de eliminarles el pedúnculo.

Durante la recolección, los frutos deberán tratarse con cuidado para evitar que sean lastimados o golpeados. Después de la cosecha se deben colocar en la sombra y eliminar los que presenten daño por plagas y enfermedades.

La mínima madurez para cosecha (Verde Maduro 2, Mature Green 2) se define en términos de la estructura interna del fruto: las semillas están completamente desarrolladas y no se cortan al rebanar el fruto; el material gelatinoso esta presente en al menos un lóculo y se esta formando en otros.

La maduración normal se ve severamente afectada cuando los frutos se cosechan en el estado Verde Maduro 2 (VM2). La mínima madurez de cosecha corresponde a la clase Rosa (Pink) (estado 4 de la tabla patrón de color utilizada por United States Department of Agriculture, USDA; en este estado más del 30% pero no más del 60% de la superficie de la fruta muestra un color rosa-rojo.)

Manejo del cultivo.

Germinación.

Nuez, (1995) la germinación de la semilla tiene lugar a valores óptimos de temperatura entre 18 y 24°C, y extremos entre 8.5 y 35°C requiriendo una integral térmica de 88°/día para la germinación completa, aunque hay notables diferencias entre cultivares.

Transplante.

Se usan plantas con cepellón, es conveniente utilizar un plantador que extraiga del suelo un volumen de tierra similar al que ocupará el cepellón, evitando que el cuello de la planta quede demasiada enterrada. Tras el transplante se da un riego a fin de conseguir buena humedad en el entorno radicular, es importante considerar la poda, conducción, tipo y fertilidad del suelo, disposición y tipo de riego así como la climatología del ciclo elegido.

Podas.

Podas de brotes laterales.

Sanchez L. (2008). El manejo de las plantas contempla también la eliminación de los brotes axilares o secundarios, en forma parcial o total. De este modo se dejan los ejes principales evitando tener un exceso de vegetación.

Este tipo de poda consiste en eliminar los pequeños tallos o brotes conforme aparecen en el tallo principal; deben eliminarse cuando alcanzan una longitud máxima de 5 cm ya que si se hace cuando han alcanzado mayor tamaño se puede provocar a la planta mayor susceptibilidad al ataque de enfermedades y desequilibrio fisiológico.

Poda de hojas.

La poda de las hojas consiste en eliminar hojas maduras y en caso de ser necesario hojas que todavía son fuente de fotosintatos. Esta práctica se inicia con la eliminación de las hojas más viejas y de preferencia deben de ser de dos a tres las que se eliminarán, menos de esto encarece la práctica de eliminación de hojas, y más de éstas pueden provocar enrollamiento de las mismas considerándosele como una poda severa. De no realizarse esta práctica podemos tener problemas de tizón tardío (*Phytophthora infestans*) y Botritis (*Botrytis cinerea*)

Densidad de población.

Es importante proporcionar a las plantas en el invernadero el espacio adecuado para su óptima producción. Durante el invierno con días de menos luz, es recomendable mayores espaciamientos entre planta y entre surcos; sin embargo en verano se puede reducir el espaciamiento (Sanchez. L. A 2008).

El espacio sugerido para plantas de habito indeterminado y con poda a un tallo es de 40 cm entre planta y entre surco 1.20, 1.80 a 2.00 mts. Con combinaciones de estos valores podemos obtener un maximo de 27,750 plantas y un minimo de 20,000 plantas/ha.

Uresti, (2007), menciona que al manejar poblaciones de 25,650 plantas por hectárea bajo invernadero, las cuales se sembraron a doble hilera, tuvo mayor rendimiento en el cultivo de tomate Cherry, en la cual se obtuvo 30.1 ton/ha.

Por su parte López y Sánchez (1997), al probar tres distancias entre plantas (15,30 y 45 cm) y tres distancias entre surcos (1.2, 1.5 y 1.8 m) en tomates podados a uno y a dos tallos, obtuvieron los mejores rendimientos en los menores espaciamientos y con plantas podadas a dos tallos. Aunque el rendimiento disminuyó al aumentar el espaciamiento, el tamaño de fruto se incrementó significativamente.

Riegos.

Boris (2004), el consumo diario de agua por planta adulta de tomate es de aproximadamente 1 a 2lt./día , la cual varía dependiendo de la zona, las condiciones climáticas del lugar, la época del año y el tipo de suelo que se tenga. La evapotranspiración de la zona y el coeficiente del cultivo es quizá lo más importante que debe considerarse en el rendimiento del riego.

III. MATERIALES Y MÉTODOS.

Localización geográfica.

El siguiente trabajo de investigación se llevó a cabo en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. En las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), en el invernadero del área de propagación de plantas, este lugar está situado en los 25°21'16.01" Latitud Norte, 101°01'54.79" Longitud Oeste del meridiano de Greenwich.

Clima.

El clima de Saltillo se define templado, con verano calido, régimen de lluvias intermedias entre verano e invierno y extremoso con oscilaciones de temperatura de 7 a 14 °C.

López (2005), el tipo de clima de Saltillo, Coahuila, Méx., es definido como seco estepario Bs K (x') donde Bs con coeficiente P/T(22.9). Para este clima la temperatura media anual es de 18°C.

Precipitación media anual.

La precipitación media anual es de 460.7 mm, siendo los meses más lluviosos julio, agosto y septiembre, la lluvia en invierno es moderada.

Materiales.

Producción de plántula.

Esta practica se llevo acabo el día 18 de junio, donde se utilizaron: semillas de tomate, del cultivar Red Cherry Large de habito indeterminado en charolas de poliestireno de 200 cavidades, peat moss, perlita, regadera de mano y funguicidas.

Preparación de las macetas.

En esta etapa se utilizaron: bolsas negras de 13" con capacidad de 14 litros, sacabocado, tierra y hojas secas.

Manejo y materiales de campo.

Para llevar acabo el manejo se ocupó lo siguiente: rafia, navaja, fertilizantes, cubeta, recipiente de un litro, funguicidas y una mochila aspersora. En las evaluaciones se ocupó el siguiente material: vernier, balanza analítica y refractómetro.

Diseño experimental y tratamientos.

La presente investigación se realizo bajo invernadero tipo capilla, con cubierta a los lados de vidrio y el techo de fibra de vidrio, donde las condiciones son estables, por tal motivo se utilizo un diseño completamente al azar, con cuatro tratamientos y tres repeticiones. El programa que se operó para llevar acabo los cálculos estadísticos fue, paquete de diseños experimentales FAUANL. Versión 2.5 (Olivares 1994). Por tal motivo el modelo estadístico es el siguiente:

$$y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$$
$$i = 1 \dots, t$$
$$j = 1 \dots, r$$

μ = Media general.

T = Efecto del tratamiento i-ésimo.

e = Error experimental que se presente al efectuar la j-ésima observación del i-ésimo tratamiento.

t = Número de tratamientos.

r = Número de repeticiones.

Se utilizaron cuatro tratamientos y tres repeticiones; lo que nos arroja un total 12 unidades experimentales, en las cuales se hicieron diferentes concentraciones de fertilizantes.

El factor a manejar las diferentes concentraciones de fertilizantes en partes por millón, se describen a continuación:

Factor A: Diferentes concentraciones de fertilizante.

- ❖ 50ppm de fertilizante por un litro de agua (Testigo absoluto).
- ❖ 100ppm de fertilizante por un litro de agua.
- ❖ 200ppm de fertilizante por un litro de agua.
- ❖ 400ppm de fertilizante por un litro de agua.

Preparación de las macetas.

Como primer punto, se procedió a hacerle los hoyos a las bolsas con el sacabocado, para tener un buen drenaje del agua. Posteriormente se llevó a cabo la preparación del sustrato, utilizando tierra y hojas recolectadas en el lugar denominado el bajío, utilizando una relación 1:1, una vez obtenido la mezcla preparada, se llevó a cabo el llenado de las bolsas, con una capacidad de 12 Kg, para que estas estén listas cuando se lleve a cabo el transplante.

Transplante.

El transplante se llevo acabo el día 30 de julio de 2007, cuando la planta tenía una altura aproximada de 20 cm. y se transplanto en cada una de las macetas correspondiente.

Riegos.

El primer riego se hizo un gasto de 2 litros por maceta, donde se llevo acabo, inmediatamente después del transplante el día 30 de julio de 2007, para evitar un estrés en la planta. Posteriormente el riego se llevaba acabo todos los días, teniendo un gasto de un litro de agua por maceta.

Fertilización.

La fertilización se empezó a realizar el día 6 de agosto, considerando un litro de agua por maceta cada tercer día, lunes, miércoles y viernes, utilizando en el primer tratamiento una concentración de 50 ppm de fertilizante por un litro de agua, en el segundo tratamiento se utilizo una concentración de 100 ppm de fertilizante por un litro de agua, en el tercer tratamiento se utilizaron 200 ppm de fertilizante por un litro de agua y en el cuarto tratamiento se utilizaron 400 ppm de fertilizante por un litro de agua. La formula que se utilizo para establecer la solución madre fue 200-80-160.

Los fertilizantes usados para la preparación de la solución madre fueron:

Urea	Urea	46-00-00
Nitrato de Potasio	N de K	14-00-44
Fosfato Monoamonico	FMA	11-52-00

La cantidad de fertilizantes, que se agregaron a un litro de agua, para preparar la solución madre fue de 6.75g. de fertilizante, el cual nos alcanzaría

para fertilizar los días: lunes, miércoles y viernes, el gasto por cada fertilizante es el siguiente:

2.4g. de urea

1.3g. de FMA

3.0g. de N de K

La concentración de fertilizante, contenida en un litro de solución madre, tienen un gasto para cada tratamiento de tan solo, 7.5 centímetros cúbicos de solución madre, en un litro de agua, para 50 partes por millón, 14.9 centímetros cúbicos de solución madre, en un litro de agua, para 100 partes por millón, 29.9 centímetros cúbicos de solución madre, en un litro de agua para 200 partes por millón y 59.7 centímetros cúbicos de solución madre, en un litro de agua para 400 partes por millón.

Conducción.

Esta practica se realizo el dia 12 de agosto, cuando la planta presentaba la bifurcación o horqueta después de que apareció el primer racimo floral, se realizo con hilos de rafia, sujetos a la estructura del invernadero, la intención de esta practica es para evitar el acame y evitar problemas de enfermedades en el fruto. El nudo que se realiza en el tallo de la planta, no debe ser corredizo, ya que podemos tener problemas de estrangulamiento; a medida en que la planta va creciendo, debe ser guiada colocando la rafia en espiral sobre el tallo.

Poda.

Esta practica se realizó cuando la plata tenia de tres a cuatro hojas contadas a partir del primero racimo floral o al inicio de la fructificación.

La poda de brotes laterales o chupones, se realizo cada 10 días, cuando tenían aproximadamente 5 cm de largo, esto nos ayudo a evitar que le quiten energía a la planta y reducir la producción.

La siguiente práctica fue la defolacion de hojas viejas o dañadas por alguna enfermedad, proporcionándole mayor aireación y disminuir los riesgos de enfermedades.

Plagas y enfermedades.

Una de las plagas más notorias, que se presento fue la mosquita blanca (*Bemisia tabaci*), los daños no fueron notorios ya que se controlo de inmediato con la aplicación de leche aplicando 200 ml por un litro de agua. En cuanto a las enfermedades se presento el Tizón temprano (*Alternaria solani*), el daño de esta enfermedad se vio afectada en los foliolos, mostrando manchas pequeñas circulares y anillos concéntricos, para controlar esta enfermedad se aplico Captam 50 PH a razón de 1.5 g por un litro de agua.

Variables evaluadas y forma de medición.

Para llevar acabo la evaluación tres racimos por tratamiento, con su respectiva repetición, con el fin de saber si hubo influencia al hacer diferentes concentraciones de fertilizante en partes por millón (ppm).

Peso promedio por racimo.

Para obtener esta variable se peso el racimo, considerando un total de tres racimos por planta, y por tratamiento. Se utilizo para esto, una balanza analítica.

Diámetro polar.

Se tomaron tres frutos al azar por racimo, donde se evaluaron tres racimos por tratamiento y después se procedió a medirlos con un vernier graduado, con los datos obtenidos se obtuvo la media.

Diámetro ecuatorial.

En esta variable al igual que el diámetro polar, se tomaron tres frutos por racimo y se procedió a medirlos con el vernier.

Grados brix

Se evaluarán de misma manera tres frutos por racimo, con un total a evaluar de tres racimos por tratamiento, se usará el refractómetro con una escala de 0 a 30%, para obtener el total de grados brix por tratamiento.

Análisis de varianza.

El análisis de los resultados experimentales permitirá obtener conclusiones sobre el sistema en estudio y decidir actuaciones futuras. Para obtener el análisis se maneja un diseño completamente al azar, consiste en la asignación de los tratamientos en forma completamente aleatoria a las unidades experimentales (individuos, grupos, parcelas, jaulas, animales, insectos, etc.). Debido a su aleatorización irrestricta, es conveniente que se utilicen unidades experimentales de lo más homogéneas posibles: animales de la misma edad, del mismo peso, similar estado fisiológico; parcelas de igual tamaño, etc., de manera de disminuir la magnitud del error experimental, ocasionado por la variación intrínseca de las unidades experimentales. Este diseño es apropiado para experimentos de invernaderos.

Comparación de medias. Esta prueba se usa para hacer todas las comparaciones múltiples posibles con t tratamientos y es válido cuando las repeticiones están completas, el procedimiento es calcular el valor de la DMS.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION.

Al realizar el análisis de varianza (ANVA) en las diferentes variables evaluadas, se encontró influencia sobre las variables al aplicar los tratamientos a diferentes concentraciones de fertilizante en ppm, donde se determinaron cada variable como: peso promedio del racimo, diámetro polar, diámetro ecuatorial y grados brix, a continuación se reportan los datos obtenidos para cada variable estadísticamente evaluada.

Peso promedio del racimo.

El peso promedio del racimo, es una variable muy importante, porque nos define la calidad de producción de la planta, y nos determina de manera directa el rendimiento que se puede obtener por hectárea, considerando mayor peso del racimo al tener un gran número de frutos de consistencia dura, y de alta calidad, con estas características a favor obtendrán en el mercado precios mas accesibles para el productor.

Al analizar los resultados, de cada tratamiento obtenidos por el ANVA, (cuadro 4.1), se encontró una influencia en el peso del racimo al aplicar diferentes concentraciones de fertilizantes en ppm, dentro de esta variable se encontró una diferencia entre tratamientos significativa, que indica el efecto en el peso del racimo, con aplicaciones a diferentes concentraciones en partes por millón de fertilizante, podemos obtener racimos con menor o mayor peso, de acuerdo a la concentración de fertilizantes. En general el racimo aumentó su peso a medida en que se incrementó la concentración de los fertilizantes en ppm, como es el caso de los tratamientos número tres y cuatro, pero también se

obtuvieron racimos con escaso peso al aplicar concentraciones bajas de fertilizante, como lo demostraron los tratamientos uno y dos.

En la prueba de medias nos reporta dos grupos estadísticos el (A) que contiene los tratamientos tres y cuatro que son estadísticamente iguales entre ellos y el grupo estadístico (B) con los tratamientos uno y dos, estos dos tratamientos son estadísticamente muy diferentes a los tratamientos que contiene el grupo (A), los que mostraron el mayor peso del racimo. Por otra parte la comparación con respecto al peso del tratamiento cuatro que fue el que mas peso obtuvo, contra el tratamiento dos con menor peso se tuvo una diferencia de 40.55 g, y porcentualmente muestra una diferencia de 61.5%, lo que implica pesos diferentes entre ambos tratamientos, esto nos indica que sí podemos tener una respuesta importante al aplicar mayores concentraciones de fertilizante.

En esta misma (figura 4.1) se aprecian que en el grupo estadístico (A), se encuentran los tratamientos tres de 200 ppm y el tratamiento cuatros de 400 ppm, obteniendo valores de 84.44 y 90.99 g, respectivamente ambos tratamientos son estadísticamente iguales, sin embargo la variación que se presenta entre estos dos tratamientos son de escasos valores de 6.55 g, y porcentualmente el tratamiento cuatro con respecto al tres es superior en tan solo 7.76%.

La respuesta del tratamiento un (testigo) y dos, al manejar concentraciones de fertilizantes de 50 ppm y 100 ppm, fueron muy semejantes entre ellas, y por consecuencia estadísticamente iguales (B), donde incluso mostró un mejor resultado el tratamiento uno (testigo) donde se manejaron dosis de 50 ppm (testigo), con un peso de 59.44 g, con una diferencia de 3.11 g con respecto al tratamiento dos donde se manejaros 100 ppm. (Ver figura 4.1)

El mejor tratamiento que reporto el mayor peso del racimo, fue aquel en el que se utilizaron concentraciones altas de fertilizante como en el caso del tratamiento numero cuatro en el que se aplicaron 400 ppm de fertilizante. Para obtener estas concentraciones de fertilizante se emplearon las siguientes fuentes: Urea 0.1428 g/l, Fosfato Monoamonico 0.0764 g/l y Nitrato de Potasio 0.1808 g/l. las aplicaciones se hicieron, cada tercer día (lunes, miércoles y viernes), durante un periodo de 14 semanas, con un total durante todo el ciclo se obtuvo un gasto de 5.9 g Urea/planta, 3.2g Fosfato Monoamónico/planta y 7.6 g/planta de Nitrato de Potasio. Lo cual se manifiesta en mayor consumo por hectárea, considerando que por unidad de superficie se emplea una densidad de 20,759 plantas/hectárea, tendríamos un consumo de fertilizante de 122.478 Kg de Urea/hectárea, 66.428 Kg de Fosfato Monoamónico/ha y 157.768 Kg de Nitrato de Potasio/hectárea. Considerando los precios actuales de los fertilizantes que son; Urea \$ 6800.00/tonelada, Fosfato Monoamónico \$7700.00/tonelada y \$17400.00 de Nitrato de Potasio, el total por concepto de fertilizante durante el ciclo fue de \$ 4089.51 donde \$832.85 se gasto en Urea, \$511.50 Fosfato Monoamónico y \$2745.16 de Nitrato de Potasio. Con estos valores el tratamiento número uno de 50 ppm arroja un gasto por conceptos de fertilizante de \$ 511.18, el de 100 ppm \$1022.37 y el de 200 ppm \$2044.11

Con respecto al peso del racimo alcanzo un valor de 90.99 g, si tomamos para efecto de calculo un total de 15 racimos, tendremos una producción por planta de 1.364 Kg en el tratamiento numero cuatro de 400 ppm, 1.266 Kg en el tratamiento tres de 200 ppm, 854.85 g en tratamiento dos de 100 ppm y 891.6 g en el tratamiento uno de 50 ppm. Si consideramos que en una hectárea se tiene un promedio de 20,759 plantas se tendrá un total de 28.323 Toneladas/ha en el tratamiento número cuatro, 26.269 Toneladas/ha en el tratamiento número tres, teniendo una diferencia de dos toneladas, en el tratamiento numero tres se tiene un promedio de 17.738 toneladas/ha, mostrando 762 kg mas en el tratamiento número uno, si el precio del tomate cherry en el mercado (SORIANA, EHB) alcanzo un valor de \$ 20.00 por libra (454 g), con ello el

productor tendrá un ingreso de \$1,247,797.35 siendo muy rentable para el, lo cual se manifiesta de acuerdo al análisis de ingresos realizado, le es factible al productor aplicar concentraciones altas de hasta 400 ppm de fertilizante, obteniendo un mejor peso del racimo y que realmente la inversión y el gasto de fertilizantes son bajos. Se observo además que los tratamientos a 50 ppm de fertilizante, 100 ppm de fertilizante y 200 ppm de fertilizante, se hace una inversión baja con respecto a los fertilizantes, pero por consecuencia se obtienen menos toneladas por hectárea y menor calidad del fruto, por lo que esto no es conveniente para el productor utilizar concentraciones bajas, ya que esto puede afectar la producción al obtener racimos de menor peso, por la baja concentración de fertilizante en ppm, así que a mayor concentración de fertilizante, se obtiene mejor peso del racimo y a menor concentración menor peso.

PESO PROMEDIO POR RACIMO

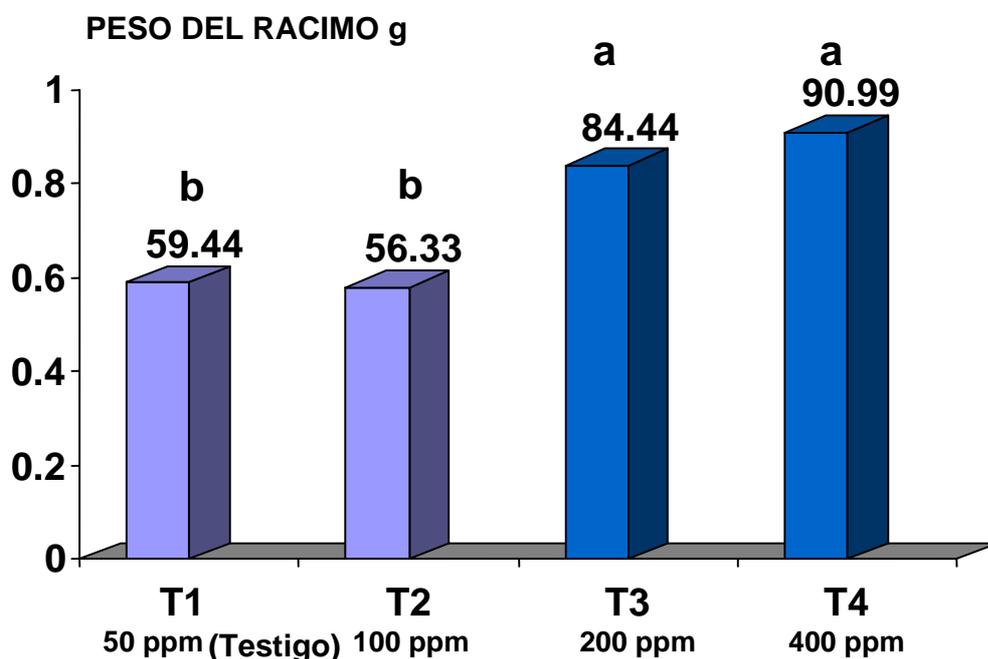


Figura 4.1. Respuesta del tomate cherry a diferentes concentraciones de fertilizante en ppm, para la variable peso promedio del racimo. (DMS 0.01%)

Por tal motivo, al aplicar la formula a 200 Kg/ha Nitrógeno, 80 Kg/ha Fósforo y 160 Kg/ha de Potasio, a una concentración de 400 ppm de fertilizante, se obtuvieron una buena calidad en el peso del racimo, lo cual coincide con, Vargas (2007), quien menciona que el Nitrógeno fue el elemento fundamental para el incremento de rendimiento en fruto al trabajar con dosis de 240 kg/ha de N. Corroborándose además en este mismo sentido, Cook y Sanders (1991), quienes determinaron que el riego es una forma efectiva de aplicar N y que las aplicaciones frecuentes son más beneficiosas, sobre el rendimiento del tomate. Sin embargo (Rico, 2007) menciona que el Nitrógeno fue el principal factor de efecto en rendimiento ya que su ausencia reduce por si sólo el 50% del rendimiento.

TAMAÑO DE FRUTO

El tamaño del fruto, juega un papel muy importante en la comercialización, ya que de esta variable depende la calidad en competencia y distribución en el mercado, donde el consumidor exige la totalidad de los diferentes tamaños que de tomate de cherrys que existen actualmente.

Diámetro polar.

Al obtener los datos de la variable del diámetro polar, se tuvo una influencia significativa entre los tratamientos, al aplicar diferentes concentraciones en ppm de fertilizante, resultado una mejor influencia en el tratamiento número cuatro donde se aplicaron 400 ppm de fertilizante, tres veces por semana, y una menor influencia con respecto al tamaño en diámetro polar al aplicar concentraciones bajas de fertilizante en partes por millón.

La prueba de medias nos arroja cuatro grupos estadísticos, mostrando un grupo diferente para cada tratamiento, lo que nos indica que todos los

tratamientos se comportaron de manera diferente estadísticamente al hacer diferentes concentraciones de fertilizante en partes por millón. El tratamiento que reporta el diámetro polar mas bajo con respecto al tamaño del fruto, fue ubicado en el grupo estadístico numero cuatro (C), al aplicar concentraciones de 50 ppm de fertilizante con un valor de 20.19 mm. Al hacer la comparación contra el tratamiento que mejor diámetro polar presentó, fue al aplicar concentraciones de 400 ppm de fertilizante con un valor de 23.38 mm, el que reporta un nivel de significancia (A) (Ver fig. 4.2), se tiene una diferencia entre los tratamientos uno de 50 ppm y cuatro de 400 ppm de 3.19 mm y porcentualmente muestran un valor del 15.79%. En la misma figura 4.2 muestra al grupo estadístico "C" y "BC", siendo estadísticamente diferentes entre ellos, con un valor de 20.19 mm en el tratamiento número uno y 21.03 mm en tratamiento numero dos, con una diferencia de 0.84 mm, y porcentualmente 4.1%. Se observa también al grupos estadístico "AB" y "A" con valores de 22.29 y 23.38, mostrando 1.09 mm de diferencia. Al hacer una comparación entre los tratamientos dos y tres que reportan un valor de 21.03 mm y 22.29 mm se ubican en los niveles de significancia BC y AB respectivamente, si hacemos una comparación entre ambos tratamientos, tenemos una diferencia de 1.26 mm y porcentualmente muestran un valor del 5.99%.

En general el comportamiento que se observa para esta variable es ascendente, ya que muestra un diámetro polar mayor al aplicar concentraciones altas de fertilizante y mostrando un menor tamaño al hacer bajas concentraciones de fertilizante, por consecuencia a medida en que se aumentan las concentraciones en ppm de fertilización, obtenemos mejores resultados con respecto al tamaño del diámetro polar. Esto coincide con lo expresado por Folquer 1976 cita, que a parte de las características varietales de origen hereditario, se ha determinado una serie de factores que tienen a aumentar el tamaño del fruto. Los mas importantes son 1) Abonos nitrogenados 2) Humedad del suelo 3) sombreado, cuando hay exceso de luz y temperatura, esto nos puede dar como resultado diferentes tamaños en los frutos.

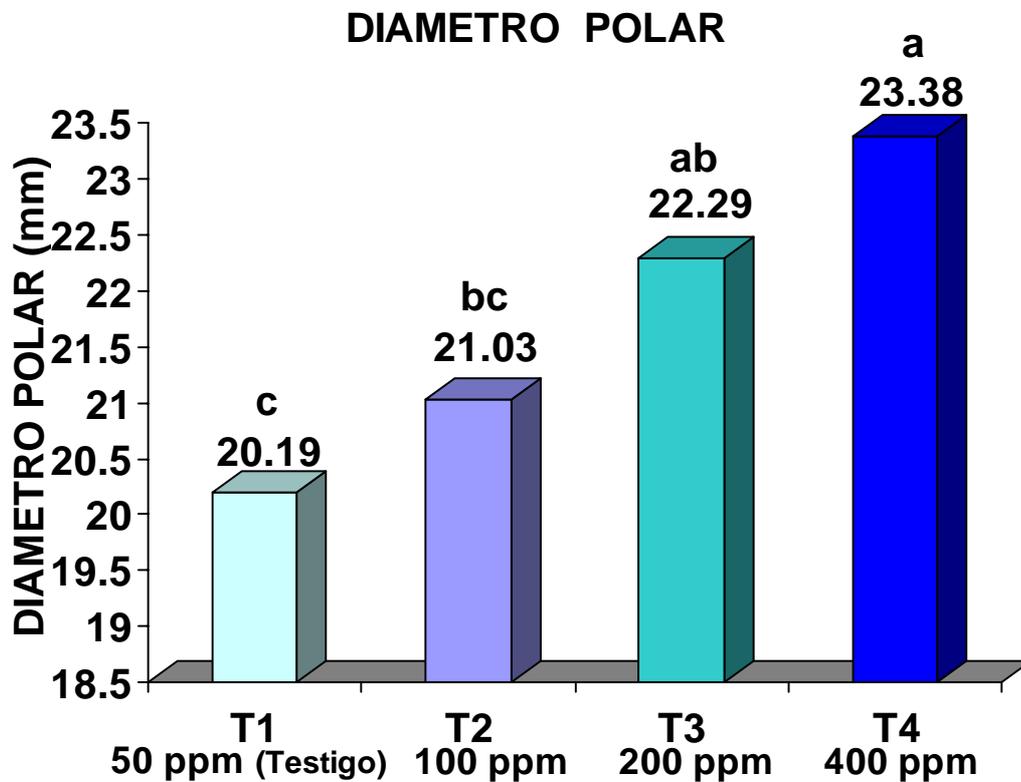


Figura 4.2. Respuesta del tomate cherry a las diferentes aplicaciones de fertilizante en diferentes concentraciones de fertilizante en ppm, para la variable diámetro polar del fruto. (DMS 0.01%)

Diámetro ecuatorial

El diámetro ecuatorial del fruto, es una variable que juega un papel muy importante, porque nos define el tamaño que nos pueden proporcionar al hacer diferentes aplicaciones en ppm de fertilizante, de esta característica dependerá de las exigencias del consumidor.

Al analizar los resultados, de cada variable obtenidos en la comparación de la prueba de medias, se encontró una influencia significativa al hacer diferentes concentraciones en ppm de fertilizante, lo que significa que hay un

influencia en el tamaño del diámetro ecuatorial al hacer diferentes concentraciones en ppm de fertilizante.

En la prueba de medias que se observa en la figura 4.3 se aprecian dos grupos estadísticos, "B" y "A". El grupo estadístico número dos (B), donde se obtuvieron los tamaños del fruto de menor tamaño, contiene los tratamientos uno de 50 ppm (testigo) de fertilizante con un tamaño de 21.8 mm y el tratamiento número dos de 100 ppm de fertilizante con un valor de 22.99, estos dos tratamientos son muy semejantes entre ellos y en consecuencia son estadísticamente iguales. Si hacemos una comparación entre el tratamiento número uno de 50 ppm y el tratamiento número dos de 100 ppm de fertilizante se obtuvo una diferencia de 1.19 mm y porcentualmente muestran una diferencia del 5.45 % entre ambos tratamientos.

La prueba de medias nos arrojó un primer grupo estadístico (A), donde se obtuvieron los mejores tamaños del fruto, en este grupo estadístico contiene los tratamientos tres y cuatro, con concentraciones de 200 ppm de fertilizante y 400 ppm de fertilizante, con un diámetro de 25.12 y 25.36, ambos tratamientos son semejantes entre ellos y estadísticamente iguales, mostrando una diferencia de 0.24 mm y porcentualmente 0.9 %.

Al analizar la prueba de medias y hacer una comparación entre el tratamiento número uno de 50 ppm (testigo) de fertilizante donde se obtuvo el menor tamaño teniendo un valor de 21.8 y el mejor tratamiento con respecto al diámetro ecuatorial de 400 ppm de fertilizante con un tamaño de 25.36 mm, muestran una diferencia entre ambos tratamientos de 3.56 mm y porcentualmente tendremos una diferencia entre el tratamiento número uno de 50 ppm y el tratamiento número cuatro de 400 ppm de tan solo un 16.33 %.

En general el comportamiento observado en el análisis de la prueba de medias es ascendente, ya se ve afectado el diámetro ecuatorial a medida en que las concentraciones de fertilizante en ppm van en aumento de menor a

mayor concentración. Esto nos demuestra que a concentraciones bajas obtenemos tamaños menores en el fruto y a concentraciones altas obtendremos frutos con un mayor diámetro ecuatorial.

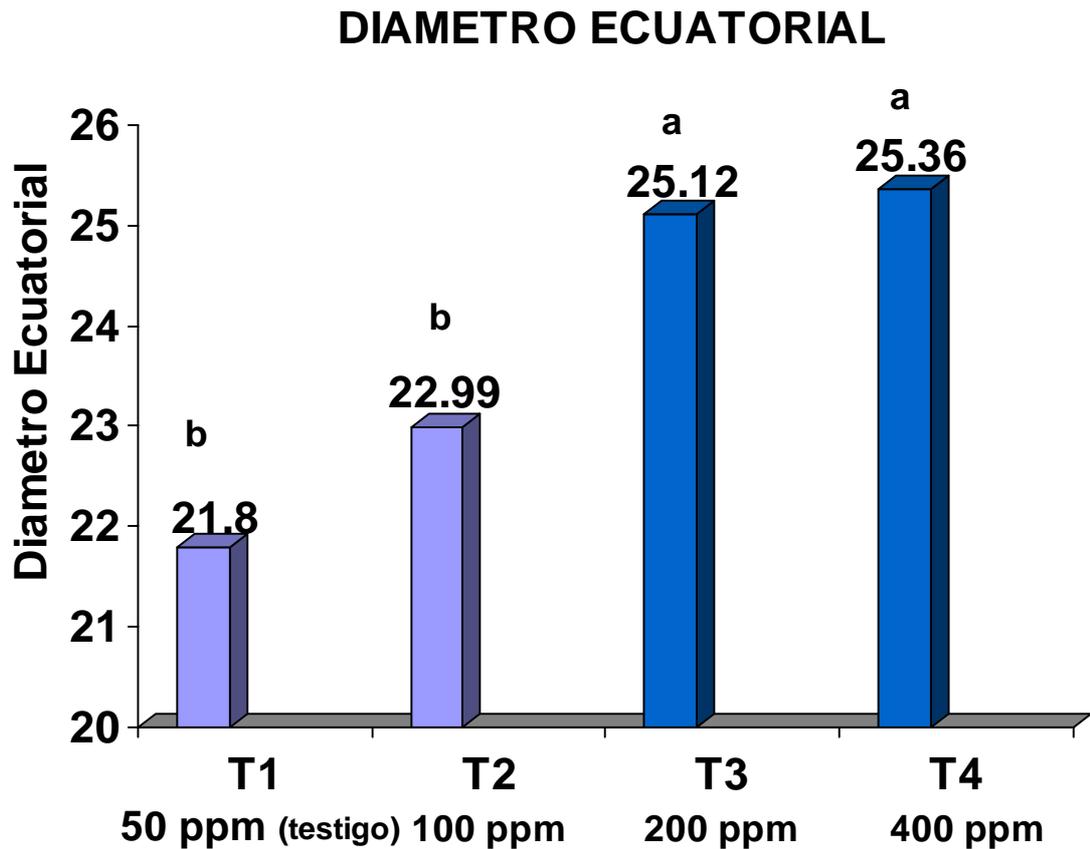


Figura 4.3. Respuesta del tomate cherry a las diferentes concentraciones en ppm de fertilizante, para la variable diámetro ecuatorial. (DMS 0.01%)

Grados brix

Los grados brix es una variable muy importante, porque de esta depende el sabor del tomate, nos indican los contenidos de azúcares libres más abundantes como la glucosa y la fructosa.

Al analizar los resultados de la influencia que se tuvo al hacer aplicaciones a diferentes concentraciones en ppm de fertilizante, en la variable de grados brix, se encuentra una diferencia significativa entre tratamientos, donde las diferentes aplicaciones pueden provocar un alto contenido de azúcares, así como también muestra bajos contenidos de azúcares, como influencia de la concentración de los fertilizante.

Las concentraciones de grados brix en el fruto, son afectados de manera negativa a medida en que se van incrementando las dosis de fertilizante, las menores concentraciones de azúcares en grados brix se obtubieron al hacer aplicaciones altas de fertilizante en ppm, como se observa en el tratamiento numero cuatro, donde se aplico una concentración de 400 ppm de fertilizante, mientras que los frutos con mas grados brix, se reportan cuando las concentraciones en ppm de fertilizante son bajas, como en el caso del tratamiento numero uno donde se aplicaron concentraciones de 50 ppm (testigo) de fertilizante.

La respuesta que se obtuvo en la prueba de medias fue, que al aplicar menos concentraciones de fertilizante, como en el caso del testigo tratamiento número uno de 50 ppm de fertilizante, se obtuvieron 7.2 grados brix, ubicado en el grupo estadístico numero uno (A), mientras que en altas concentraciones de fertilizantes se obtuvieron tan solo 6.8 grados brix como en el caso del tratamiento numero cuatro ubicado en el grupo estadístico (B), teniendo estos una diferencia de azúcares de 0.4 grados brix y porcentual mente una diferencia del 6.6 %.

Se reporta dos grupos estadístico en el grupo (AB), donde se tienen a los tratamientos dos y tres, teniendo una concentración de fertilizantes de 100 ppm y 200 ppm, con tan solo una diferencia de 0.2 grados brix, ambos tratamientos son muy semejantes entre ellos y en consecuencia son estadísticamente iguales, pero a la vez son diferentes a los demás tratamientos. (Ver figura 4.4)

En general el comportamiento que se observa en el cuadro de medida es descendente, esto quiere decir que a medida en que las concentraciones de fertilizante en ppm van aumentando los grados brix encontrados en el fruto van disminuyendo y a medida en que las concentraciones de fertilizantes van bajando, los contenidos de los azucares van disminuyendo.

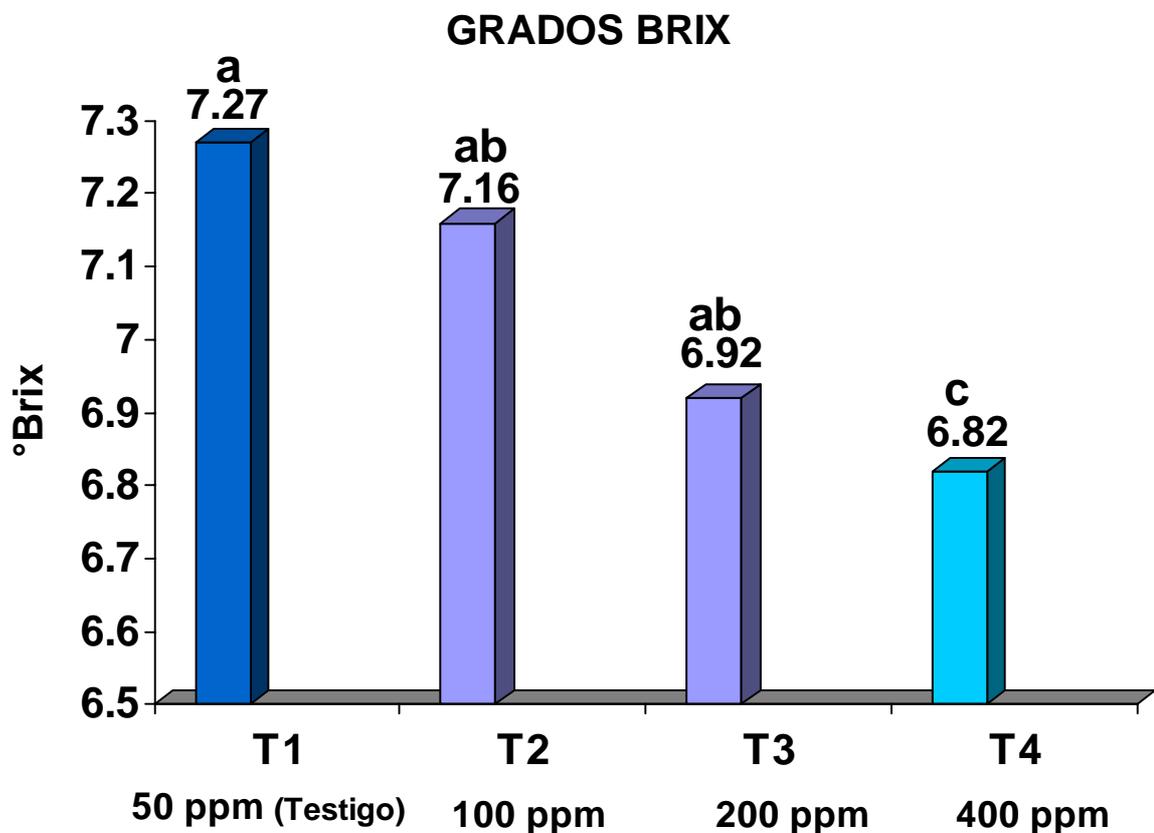


Figura 4.4. Respuesta del tomate cherry a las diferentes aplicaciones de fertilizante en ppm, para la variable grados brix. (DMS 0.01%)

Por tal motivo el exceso de fertilizantes nos indican una baja concentración de azucares en el fruto, donde el dulzor va mas de acuerdo con lo genetico tal y como lo cita, Scott (2005) Genetista del programa de

mejoramiento genético de la University of Florida, que ha estudiado cómo mejorar el sabor a través de pruebas y análisis genéticos. Comenta que no es fácil lograr su propósito ya que existen muchos factores que influyen en el sabor, incluyendo el equilibrio entre acidez y dulzor del tomate.

Sanabria (2005), Menciona que el factor que nos puede ocasionar daños en las concentraciones de azúcares, son los altos excesos de nitrógeno que limitan el intercambio de la toma del potasio (por lo tanto hay que cuidar la relación N:K). Nuez (1995), Otro factor que nos puede alterar el contenido de azúcares es un brusco crecimiento cuando el fruto alcanza un color amarillo y aumenta paulatinamente durante la maduración, por lo que la recolección prematura afecta negativamente el contenido de azúcares.

V. CONCLUSIONES.

De acuerdo al trabajo realizado, y en base a los resultados obtenidos en la presente investigación concluimos lo siguiente.

- ❖ Al aplicar diferentes concentraciones en ppm de fertilizantes convencionales, se pudo observar en cada tratamiento diferencia significativa con respecto a la calidad del fruto.
- ❖ Al hacer concentraciones de 400 ppm de fertilizantes, se obtuvieron los mejores resultados para, la calidad del peso de racimo, diámetro polar y diámetro ecuatorial.
- ❖ Al hacer concentraciones altas de fertilizante en ppm, reporto tener una baja cantidad de azúcares, lo que disminuye su contenido.
- ❖ El uso y manejo de los fertilizantes resulta un poco difícil, ya que dependiendo del material genético dependen los cálculos y conocimientos, para poder suministrar la nutrición requerida.
- ❖ Al considerar los costos de los fertilizantes, es conveniente hacer concentraciones de 400 ppm de fertilizante, ya que por consecuencia se tiene racimos de buena calidad y las ganancias son adecuadas para el productor.
- ❖ La variedad utilizada Red Cherry Large es posible que su respuesta hubiera sido superior bajo otras condiciones de manejo agronómico por ser un producto específico para el mercado de exportación.

VI. LITERATURA CITADA.

- Bautista N., 2005. Producción de jitomate en invernadero. Primera edición 2005. Editorial colegio de posgraduados. Pp 164
- Black C. A. 1975. Relaciones del Suelo-Planta V. Segunda edición. Centro Reg. De ayuda Técnica. Argentina.
- Bingham 1963. Relation Between phosphorus and micronutrients in plant. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 27:389-391.
- Boris 2004. Manual del cultivo del tomate. Centro de Inversión, Desarrollo y Exportación de Agronegocios. Pp. 6
- Berardinelli. Xanthosoma Sagittifolium; soluciones nutritivas; absorcion de sustancias nutritivas.
<http://orton.catie.ac.cr/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=AGRINVE.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=004588>
- Cásseres, E. 1981. Producción de Hortalizas. 3° Edición. Editorial IICA. San José, Costa Rica.
- Centeno, G. E.1996. Monografía. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". Saltillo, Coahuila, México.
- Cedeño R., 1997. respuesta a la dosificación de nutrimentos en el desarrollo y rendimiento del cultivo del tomate (licopersicon esculentum mill) Tesis de licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México. Pp 5,6,7 y 64
- Cornillon, P. 1988. Influence of root temperature on tomato growth and nitrogen nutrition. Acta Hort. 229: 211-218.

- Chung, S. J 1994. Effects of Nitrogen, Potassium levels and their interaction on the grow and development of hidroponically grow tomato. Hort. Abs. Vol. 64 (10):7977. U.S.A.
- Donahue 1958. Soil and intruction to soil and Plant Growth Ed. Dorsatt, S.A. España.
- Epstein 1972. Mineral Nutrition of plants principles and perspectivas. Wiley New York.
- Ferre J., 1999. Introducción al diseño estadístico de experimentos. <http://www.quimica.urv.es/quimio>
- Folquer, F. 1976. El tomate estudio de la planta. Primera edición. Editorial H. Sur Buenos Aires, Argentina. Pp. 8-13
- Gordon R.1992. Horticultura. Primera edición. Editorial AGT. Pp 307-319
- Humbert 1969. Potassium in relation of food production Hort Scia. Pp 35-36
- Imhofft 1998. Tomate bajo cubierta: un procedimiento para estimar el requerimiento de Nitrógeno. Revista FAVE 12. Pp 50-71
- Lopez S. A. 2008. Producción de tomate bajo invernadero. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- López P. B. 2005, Evaluación de Genotipos de Tomate (*Lycopersicon esculentum Mill*) bajo condiciones de invernadero. Tesis de licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México.

- León, H. y Arosamena, m. 1980. El cultivo de tomate para consumo fresco en el valle de Culiacán. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) de la Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH), México. Pp 12- 18.
- Marschner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. 2nd edition. Ed. Academic Press. San Diego, California., USA.
- Medina E. 2007 Fertilización y rendimiento del chile cera (*capsicum pubescens r yp*) en el municipio de Chignautla, Puebla. *XII Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas. 14 al 17 de agosto de 2007. Zacatecas, Zac. México.*pp. 208
- Moore S., Vrebalov, J. Payton, P. and Giovannoni, J. 2002. Use of genomic tools to isolate key ripening genes and analyze fruit maturation in tomato. *J. of Experimental Botany.* 53, 2023-2030.
- Nuez, V., .F. 1995. Situación Taxonómica, domesticación y difusión del tomate. Ed. Mundi-Prensa, Madrid.
- Nuez, V., F. 1999. El cultivo de tomate. Primera edición. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España. Pag. 45-80
- Padrón Corral E. 1996. Diseños Experimentales con aplicación a la agricultura y la ganadería. Primera edicio. Editorial Trillas
- Pérez, G., M. F. Márquez S. y A. Peña L. 1997. Mejoramiento Genético de Hortalizas. Universidad Autónoma de Chapingo. México, pp. 149-179.
- Prianishikov 1951. Nitrogen in the life of plants S.A Tilden (transc) Kramer, Bussines. Service Inc. Madison, Wis.

Prince 1970. Molecular Approaches to plant. Physiology. Mac. Graw Hill. U.S.A.

Kakhama B and Krivileva 1998. Pectin metabolism and firmness of tomato fruits
Hort. Abs Vol. 58 No 4:2170. USA

Rodríguez, A., E. 1995. Efectos de la Poda y la Densidad de la Población en el Rendimiento y Calidad del Fruto de Jitomate (*Lycopersicon Esculentum Mill*). Bajo condiciones de invernadero. Tesis profesional. Universidad de Chapingo, México. Pp. 75.

Rico H., Rendimiento y calidad de fruto en melón. *XII Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas. 14 al 17 de agosto de 2007. Zacatecas, Zac. México.* pp. 152

Ruiz C, A. Sanchez y D. Tua. Revista de la Facultad de Agronomía-Luz - Efecto de la dosis y forma de colocación del potasio sobre la concentración foliar de macroelementos en el tomate (*Lycopersicon esculentum Mill*)

Sanabria H., 2005. Solo el amor supera al Potasio. Productores de Hortalizas Junio 2005. pp. 50-52

Scott J. 2005. Tomates con más sabor. Productores de Hortalizas. Agosto 2005. pp. 46

Serrano C., Z. 1978. Cultivo de Hortalizas en invernaderos. Editorial acedos. Imprenta juvenil S.A. Barcelona. España.

Sinclair 1969. The level, and distribution of aminas in barley as affected by potassium nutrition, arginine level, temperature fluctuation and Mildew infection. *Plant and Soil*. Pp 423-438

SIAP, 2006, Producción de tomate en el país sistema de avances de producción del SIAP http://www.siap.sagarpa.gob.mx/ar_comdeagr.html

SIACON, 2006, Sistema de Información Agropecuario de Consulta http://www.siap.sagarpa.gob.mx/ar_comanuar.html.

Uresti-Pesina, 2007. Cultivo de tomate cherry en sistema hidropónico. <http://www.turevista.uat.edu.mx/Volumen%202%20Numero%203/23%200%20tomate-int.htm>

Vargas T, Antonio Larios Guzmán, José Anguiano Contreras, Javier Z. Castellanos Ramos. Efecto nutricional y en rendimiento de fruto en fresa bajo diferentes dosis nutricionales en Villamar, Mich. *XII Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas. 14 al 17 de agosto de 2007. Zacatecas, Zac. México*. Pp 52

Valadez, L. A. 1998. Producción de hortalizas. Editorial UTEHA. México D. F.

Wicox 1993. Tomato. Edit. By Bennett, W. F. in: Nutrient deficiencies and toxicities in crop plants. *The American Phytopathologist*. Ap. Press. St. Paul Minnesota, U.S.A. Pp 137-141

APENDICE

Cuadro 1. Comparación de medias, para la variable peso del racimo, en el cultivo del tomate cherry, con concentraciones a diferentes partes por millón (ppm) de fertilizante.

ANALISIS DE VARIANZA					
FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	3	2749.078125	916.359375	32.1497	0.000
ERROR	8	228.023438	28.502930		
TOTAL	11	2977.101563			

C.V. = 7.31 %

Cuadro 2. Tabla de medias para peso del fruto.

TABLA DE MEDIAS	
TRATAMIENTO	MEDIAS
4	90.9967 A
3	84.4400 A
1	59.4400 B
2	56.3300 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.01

Cuadro 3. Comparación de medias, para la variable diámetro polar, en el cultivo del tomate cherry, con concentraciones a diferentes partes por millón (ppm) de fertilizante.

ANALISIS DE VARIANZA					
FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	3	17.705078	5.901693	10.8001	0.004
ERROR	8	4.371582	0.546448		
TOTAL	11	22.076660			

C.V. = 3.40 %

Cuadro 4. Tabla de medias para diámetro polar.

TABLA DE MEDIAS	
TRATAMIENTO	MEDIAS
4	23.3833 A
3	22.2967 AB
2	21.0333 BC
1	20.1933 C

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.01

Cuadro 5. Comparación de medias, para la variable diámetro ecuatorial, en el cultivo del tomate cherry, con concentraciones a diferentes partes por millón (ppm) de fertilizante.

ANALISIS DE VARIANZA					
FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	3	26.384766	8.794922	26.9439	0.000
ERROR	8	2.611328	0.326416		
TOTAL	11	28.996094			

C.V. = 2.40 %

Cuadro 6. Tabla de medias para diámetro ecuatorial.

TABLA DE MEDIAS	
TRATAMIENTO	MEDIAS
4	25.3633 A
3	25.1167 A
2	22.9967 B
1	21.8067 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.01

Cuadro 7. Comparación de medias, para la variable grados brix, en el cultivo del tomate cherry, con concentraciones a diferentes partes por millón (ppm) de fertilizante.

ANALISIS DE VARIANZA					
FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	3	0.396973	0.132324	4.8433	0.033
ERROR	8	0.218567	0.027321		
TOTAL	11	0.615540			

C.V. = 2.35 %

Cuadro 8. Tabla de medias para grados brix.

TABLA DE MEDIAS	
TRATAMIENTO	MEDIAS
1	7.2733 A
2	7.1633 AB
3	6.9200 AB
4	6.8200 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.01

