



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DEL VALLE DEL GUADIANA



**“COMPORTAMIENTO FENOLÓGICO Y DE PRODUCCIÓN DE
TOMATE INDETERMINADO SALADETTE EN EL ÁREA DEL
INVERNADERO”**

T E S I S

Como requisito parcial para obtener el Título de:

Ingeniero Agrónomo

Presenta

Luis Manuel Quiñones Delgado

Villa Montemorelos, Dgo. Marzo 2025



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DEL VALLE DEL GUADIANA



**“COMPORTAMIENTO FENOLÓGICO Y DE PRODUCCIÓN DE TOMATE
INDETERMINADO SALADETTE EN EL ÁREA DEL INVERNADERO”**

TESIS

Presenta

Luis Manuel Quiñones Delgado

Carrera:

Ingeniería en Agronomía

M.C. Oscar Silva Marrufo

Director de Tesis

M.C. Oscar Gilberto Alaniz Villanueva

Revisor

M.C. Julio Cesar Cruz Rivas

Revisor

Villa Montemorelos, Dgo. Marzo 2025



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico del Valle del Guadiana
Oficina de Difusión y Comunicación

Villa Montemorelos, Dgo. **20/Febrero/2025**

DICTAMEN

C. LUIS MANUEL QUIÑONES DELGADO
P R E S E N T E:

Por este conducto me permito informar a Usted, que su solicitud por la opción a I **"TESIS PROFESIONAL"**, con el tema **"COMPORTAMIENTO FENOLÓGICO Y DE PRODUCCIÓN DE TOMATE INDETERMINADO SALADETTE EN EL ÁREA DEL INVERNADERO"**, ha sido Autorizado por el Departamento Académico asignándole a los siguientes Asesores y Revisores.

Director de Tesis: M.C. OSCAR SILVA MARRUFO

Revisor: M.C. OSCAR GILBERTO ALANIZ VILLANUEVA

Revisor: M.C. JULIO CESAR CRUZ RIVAS

Jurado: M.P.D.E ALFONSO MARTÍNEZ RINCONES

Por lo que deberá ponerse en contacto con sus Asesores y para lo cual tendrá a partir de la fecha de la presente, un año para terminar su Trabajo.

ATENTAMENTE

"Excelencia en Educación y Tecnología"

"Educación, ciencia y valores"

AGAR AROÑA ZAYAS
JEFA DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES

c.c.p. Archivo
c.c.p. Egresado



2025
Año de
La Mujer
Indígena

Carretera Durango - México Km. 22.5 C.P.
34371 Villa Montemorelos, Durango. Tel.
01(618)596-1822; 596-18-23; 596-30-51 y 596-30-
52 Ext. 212 e-mail: cyd_vguadiana@tecnm.mx





Instituto Tecnológico del Valle del Guadiana
Departamento de Ingenierías

Villa Montemorelos, Dgo. 06/MARZO/2025

Oficio No. DI/174/2025

ASUNTO: Liberación de proyecto para titulación integral

AGAR AROÑA ZAYAS
JEFA DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES
PRESENTE

Por este medio informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para la titulación integral:

Nombre del estudiante y/o egresado:	LUIS MANUEL QUIÑONES DELGADO
Carrera:	Ingeniería en Agronomía
No. de control:	06790189
Nombre del proyecto:	COMPORTAMIENTO FENOLÓGICO Y DE PRODUCCIÓN DE TOMATE INDETERMINADO SALADETTE EN EL ÁREA DE INVERNADERO
Producto:	TESIS

Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de nuestros egresados.

 Oscar Silva Marrufo Nombre y firma del asesor	 Oscar Gilberto Alaniz Villanueva Nombre y firma del revisor	 Julio César Cruz Rivas Nombre y firma del revisor
--	--	--

ATENTAMENTE

"Educación, ciencia y valores"

ELMA LIZETH RODRIGUEZ PLASCENCIA
JEFA DEL DEPARTAMENTO DE INGENIERÍAS
INSTITUTO TECNOLÓGICO DEL VALLE DEL GUADIANA

Ccp. Archivo
ELRP



2025
Año de
La Mujer
Indígena

Carretera Durango - México Km. 22.5 C.P.
34371 Villa Montemorelos, Durango. Tel.
01(618)596-1822; 596-18-23; 596-30-51 y 596-30-
52 Ext. 212 e-mail: cyd_vguadiana@tecnm.mx





Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico del Valle del Guadiana
Oficina de Difusión y Comunicación

Villa Montemorelos, Dgo. 10 de Marzo de 2025

Dependencia: Subd. Académica
Sección: División de Estudios Profesionales
No. De Oficio: DEP-2025/051

ASUNTO: Autorización de Impresión del Trabajo Profesional

C. LUIS MANUEL QUIÑONES DELGADO

No. de Control 6790189

Presente

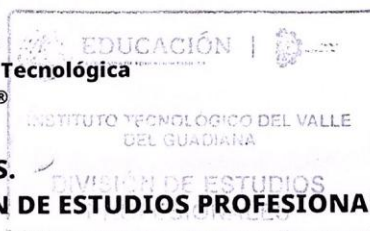
Con base en el Reglamento en vigor y teniendo en cuenta el dictamen aprobatorio emitido por el jurado que le fue asignado para la revisión de su Trabajo Profesional para Titulación, esta Jefatura autoriza a usted la impresión del mismo, cuyo título es: "COMPORTAMIENTO FENOLÓGICO Y DE PRODUCCIÓN DE TOMATE INDETERMINADO SALADETTE EN EL ÁREA DEL INVERNADERO"

I "TESIS PROFESIONAL"

Así mismo se le notifica que dispone de 3 meses a partir de la fecha de la presente autorización, para sustentar el examen profesional, en caso de incumplimiento, la opción de titulación será cancelada.

ATENTAMENTE
Excelencia en Educación Tecnológica
"Educación, ciencia y valores"

AGAR AROÑA ZAYAS.
JEFA DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES



c.c.p. Archivo
c.c.p. Egresado



2025
Año de
La Mujer
Indígena

Carretera Durango - México Km. 22.5 C.P.
34371 Villa Montemorelos, Durango. Tel.
01(618)596-1822; 596-18-23; 596-30-51 y 596-30-
52 Ext. 212 e-mail: cyd_vguadiana@tecnm.mx





Instituto Tecnológico del Valle del Guadiana

Agradezco a mis padres, en donde encontré refugio, apoyo y amor incondicional para cumplir este objetivo. Sin ellos, nada de esto sería posible.

Terminar este proyecto no ha sido un trabajo fácil, pero gracias al apoyo de mis tutores, quienes estuvieron conmigo como guías, siempre pendientes y conocedores para aclarar mis dudas y ser un mejor profesional, un mejor profesional.

No quiero dejar esta oportunidad y espacio para dejarme un recordatorio: ¡Gracias!, sigue creyendo en ti. Trabaja duro, existirán días difíciles, nunca renuncies, pero mantén tus límites. Sigue siendo una persona que da y que intenta dar más de lo que recibe, quiero agradecerme por intentar hacer más bien que mal, quiero agradecerme por ser yo mismo todo el tiempo.

Gracias Dios, lo aprecio bastante.



Resumen.

El tomate es una verdura perteneciente a las *Solanáceas*, son aproximadamente 75 géneros y 2,300 especies. Se usa en una gran variedad de comidas, entre ellas ensaladas, salsas, pures, tartas, mermeladas, pastas, sopas, entre otros. En lo relacionado con un óptimo desarrollo, se encontraron macroelementos como Nitrógeno, Fosforo, Potasio, Magnesio y Calcio, y micronutrientes como manganeso, boro, zinc, cobre, molibdeno y hierro.

Existe una relación del 100% en los factores implicados para su crecimiento y la ausencia de alguno de ellos puede afectar severamente en su desarrollo, entre ellos; una temperatura optima que oscila entre los 20-25° C diurno y de 15-18°C nocturno, además de una humedad relativa de 60-80 %, un pH de 6-6.5

El objetivo de la presente obra es determinar el comportamiento fenológico de producción de tomate *Saladette (Lycopersicum esculentum Mill)* enfocándose especialmente bajo condiciones de invernadero, para así evaluar el comportamiento agronómico y poder determinar las etapas fenológicas de la variedad evaluada.

La metodología empleada será el manejo agronómico de todo el ciclo productivo del tomate, utilizando métodos cualitativos para su producción, así como su control de plagas y enfermedades presentes en el cultivo. Los riegos y la fertilización serán programados mediante una tabla de control, que serán dos veces por día según su estado fenológico del cultivo de tomate. Los productos cosechados al final serán evaluados según su tamaño, peso, color y forma, así como también la selección de primera, segunda y tercera calidad, al final se contabilizará el rendimiento por tratamiento evaluado.



ÍNDICE

CAPÍTULO 1.	1
1.1 Introducción.....	1
1.2 Objetivos.	2
1.3 Justificación.	2
CAPÍTULO 2	4
2.1 Ubicación.....	4
2.2 Cultivo tomate saladette.	5
2.2.1 Morfología.	5
2.2.2 Temperatura.	6
2.2.3 Humedad relativa	6
2.2.4 Fotosensibilidad.....	7
2.2.5 Ventilación.....	7
2.3 Importancia económica.	7
2.4 producción de cultivos en invernadero.	8
2.5 Superficie de invernaderos en México.....	8
2.6 Problemáticas en el incremento de producción.....	8
2.7 Plagas y Enfermedades.....	9
2.8 Control de plagas y enfermedades.....	11



2.8.2 Indicadores de calidad en tomate.....	12
CAPÍTULO 3.	15
3.1 Establecimiento del cultivo.....	15
3.1.1 Semillero.....	19
3.1.2 Trasplante.	20
3.1.3 Formación de fruto.....	22
3.1.4 Poda de formación.....	22
3.1.5 Tutorado.....	23
3.1.6 Destallado.	24
3.1.7 Poda.	25
3.1.8 Despuntado de inflorescencias y aclareo de frutos.....	26
3.1.9 Polinización.	27
3.1.10 Recolección del fruto.	27
3.1.11 Fertirrigación.....	29
3.1.12 Monitoreo de crecimiento vegetal.	30
3.1.13 Monitoreo de producción de tomate.....	32
3.1.14 Monitoreo de chupatubos.	33
3.1.15 Monitoreo de tensiómetros.	33
3.1.16 Monitoreo de extracto celular de peciolo.	35
3.1.17 Monitoreo de termómetros.	36



3.1.18 Plagas y enfermedades.	36
<i>CAPÍTULO 4</i>	38
4.1 Conclusiones.	38
BIBLIOGRAFIA	40



INDICE DE FIGURAS.

Figura 1 Localización del sitio de estudio	4
Figura 2 Vista exterior del invernadero.	18
Figura 3 Vista interior del invernadero y el plantío.....	18
Figura 4 Presencia de otros cultivos sin afectar el proyecto.....	19
Figura 5 Semillero	20
Figura 6 Formación del fruto	22
Figura 7 Poda de formación.....	23
Figura 8 Tutorado	24
Figura 9 Destallado.....	25
Figura 10 Poda de hojas.....	26
Figura 11 Despunte de inflorescencia.....	27
Figura 12 Recolección de fruto.....	28
Figura 13 Ferirrigación	29
Figura 14 Material utilizado para la toma de medidas (vernier y cinta métrica).....	30
Figura 15 Bascula de cucharón.....	32
Figura 16 Bomba de tensiómetro.....	34
Figura 17 Tensiometros.	34
Figura 18 Cardes (NO ₃ , P y K)	35



INDICE DE TABLAS.

Tabla 1 Rangos de respuesta de las plantas a los nutrientes.	33
Tabla 2 Monitoreo de extracto celular a peciolo.....	35



INDICE DE GRAFICA.

Cuadro 1. Promedio en la producción de tomate Saladdette/planta	R31
--	------------



INDICE DE CUADRO

<i>Cuadro 1 " Promedio en la producción de tomate Saladette/Planta...</i>	<i>40</i>
--	------------------



CAPÍTULO 1.

1.1 Introducción.

El tomate, nutricionalmente considerado una verdura, que pertenece a las *solanácea*. Es considerado como la verdura número uno en los hogares mexicanos principalmente por sus características organolépticas: comúnmente con forma redonda y/o achatada, específicamente para el caso de la variedad *Saladette* tendrá una forma alargada, sus tonos irán del amarillo al rojizo por acción de los pigmentos carotenos y licopeno. Posee un sabor con trazas acidas.

Dentro de sus principales usos se tiene a las ensaladas, purés, conserva de jitomates, diversas salsas, saborizantes y sopas. Tiene un sistema radicular pivotante profundo y poco ramificado, además como características morfológicas tenemos que sus tallos y ramas son de consistencia herbácea por lo cual la planta no se sostiene por sí sola y es necesario el empleo de tutores para su sostén, se destaca que requiere de un pH ligeramente ácido, además, en el año 2016 representó el 3.46% del PIB agrícola nacional (SAGARPA,2016)

México es el principal proveedor a nivel mundial de jitomate con una participación en el mercado internacional de 25.11% del valor de las exportaciones mundiales a pesar de que en el periodo 2003-2016 se experimentó una reducción en la superficie sembrada, presentó un crecimiento acumulado en la producción 54.25% y en las exportaciones en fresco 77.87%



convirtiéndolo en uno de los cultivos con mayor incremento en productividad. (SAGARPA,2016)

En el mercado internacional durante 2016, el jitomate mexicano cubrió 90.67% de las importaciones de Estados Unidos y 65.31% de Canadá. (SAGARPA ,2016)

Mundialmente se producen 84,412,578.46 toneladas de tomate, donde México se encuentra en el décimo lugar que lo produce, teniendo en cuenta que en la última década (1991-2000), fue de 19 millones de toneladas, concentrándose el 70% de la producción en los estados de Sinaloa, Baja California Norte, San Luis Potosí y Michoacán. (Sánchez, 2003)

En el contexto productivo, de las 51,861 hectáreas sembradas en 2016 el 95.70% de la superficie se encuentra mecanizada (SAGARPA, 2016), y se estima un aumento en la demanda mundial de 8.92 a 11.78 MMT para el año 2030, la recolección del tomate rojo *Saladette* en promedio es mayor en el ciclo otoño invierno con 59% mientras que el 41% restante se genera en primavera verano (SAGARPA, 2015)

1.2 Objetivos.

Objetivo general.

- Determinar el comportamiento fenológico durante la producción del tomate *Saladette* (*Lycopersicum esculentum* Mill) en el área de invernadero.

Objetivos específicos.

- Valorar el comportamiento agronómico bajo condiciones de invernadero.

Determinar las etapas fenológicas de la variedad evaluada.

1.3 Justificación.

El presente trabajo pretende demostrar como es el crecimiento de Tomate *Saladette*, teniendo en cuenta que en México se tiene una gran diversidad de climas y suelos que limitan la producción de hortalizas durante los dos ciclos anuales en donde se obtenga en cualquiera de



ellos un producto fresco de calidad y con las propiedades nutricias completas. Debido a estas condiciones se visibiliza la producción en condiciones de humedad y calor controladas como una opción para lograr una producción intensiva. El siguiente capitulo explica ampliamente la metodología, donde se presenta la principal problemática que tienen la mayoría de los productores que cultivan tomate bajo invernadero en los municipios del estado de Durango, ya que entre algunas razones, se encontró el no contar con un conocimiento del funcionamiento de la planta, teniendo así consecuencias como pérdidas que afectan al productor y por lo tanto al mercado.

En el Estado de Durango, los productores de tomate en invernadero no cuentan con el equipo necesario para realizar los monitoreos diarios para su control de producción de hortalizas bajo cubierta, por lo que se pierden toneladas de tomate por cuestiones de que el productor no pone en práctica los métodos de monitoreo tales como llenar bitácoras de monitoreo de crecimiento vegetal (Crecimiento apical, grosor del tallo, distancia de la cabeza a la flor, longitud del tallo a la flor , longitud del follaje, cantidad de hojuelas en planta, la cifra de racimos en floración, el total de racimos, producción), monitorear el goteo, monitoreo de extracto celular de peciolo , monitoreo de tensiómetros y monitoreo de termómetro, los cuales son útiles para controlar el crecimiento vegetativo o generativo de la planta, para monitorear los niveles nutrimentales de NO₃, K, Ni, PH y CE., así como el monitoreo y control de niveles recomendados del extracto celular de peciolo NO₃, K y P., y el monitoreo de la humedad del suelo, así como la temperatura dentro del invernadero.

La importancia del monitoreo de crecimiento es debido a que así se logra determinar de manera rápida y simple el estatus nutrimental de la planta con el fin de tomar acciones el mismo día.

Si se cuenta con un análisis técnico basado en la vigilancia y seguimiento constante a los factores que intervienen para el rendimiento de la planta, se podría asegurar una producción exitosa durante ese ciclo. Por eso es importante conocer las diferentes etapas fenológicas: (vegetativa, floración, inicio de fructificación, cosecha y fin de cosecha) del cultivo para llevar un buen control de manejo nutrimental y seguir analizando los resultados obtenidos.

CAPÍTULO 2

2.1 Ubicación.

El sitio de estudio se encuentra ubicado en el Estado de Durango, km 45, específicamente en un invernadero dentro del Instituto Tecnológico del Valle del Guadiana (ITVG)



Figura 1 Localización del sitio de estudio

El invernadero multitúnel del Campo Experimental del Instituto Tecnológico del Valle del Guadiana (ITVG) su área de influencia comprendió las regiones tanto de valles, llanos, sierras, norte y región semidesértica del Estado, la altitud varía de los 1,800 a 2,700 msnm. (INIFAP, sf)



2.2 Cultivo tomate saladette.

Es una planta nativa de América, cuyo origen se localiza en la región de los Andes, (Chile, Colombia, Ecuador, Bolivia y Perú) dónde se encuentra la mayor variabilidad genética y abundancia de plantas silvestres. (Chávez, 1980)

En varios tratados se considera a México como el centro de domesticación del cultivo al ser utilizado como alimento cotidiano dentro de la dieta de sus habitantes, la comercialización y difusión lograda han hecho que pase a formar parte a través del tiempo de la dieta de diversas culturas en el mundo, esto permitió que ocupe el segundo lugar dentro del consumo mundial de productos hortícolas (Chávez, 1980)

2.2.1 Morfología.

Verdura altamente atractiva para el comensal o consumidor por sus características organolépticas: tamaño, forma, larga vida de anaquel, y un magnífico sabor. Logra una madurez completa de manera uniforme, seguramente por la alta resistencia a los nematodos y f3. El tomate tiene una amplia adaptación tanto al norte, sur y centro del país bajo condiciones de invernadero. (Ibídemsf)

La forma que tienen sus hojas está compuesta, es por eso por lo que, su formación dependerá completamente de las condiciones climáticas y ambientales en las que se desarrolle. Su longitud tiene de 16 a 30 centímetros de largo, cuenta con una división morfológica entre 2 y 10 pares de tramos de distintos tamaños. Sus hojas son por lo general rizadas y dentadas, aunque en ocasiones pueden llegar a tornarse lisas.

El pecíolo o el brote de las hojas tiene un largo de 3 a 7 centímetros, en los tallos iniciales o jóvenes, así como en las hojas existe abundante presencia de pelos radicales (pubescencia). Es decir que tienden a ser vellosas. Los pequeños pelos glandulares que aparecen en tallos, hojas y pedúnculos producen un olor característico notable cuando se pasa la mano sobre éstos. (Fornaris, 2007)

Su raíz principal es muy corta lo que hace que sea muy débil, son sus raíces secundarias las encargadas de brindar la firmeza de la planta. Además, cuenta con raíces adventicias que



atraviesan transversalmente la epidermis; es ahí donde los pelos absorbentes encargados de la hidratación y aprovechamiento de nutrientes y son transportados por la xilema. (Son los vasos que se especializan en transportar los nutrientes) (Valadez, 1994)

En las plantas jóvenes los tallos son cilíndricos, a diferencia de las plantas maduras en donde se presentan de forma angulosa, logran alcanzar entre 2 y 4 metros de altura mientras que el tallo logra entre 2 a 4 centímetros de diámetro en la parte inferior (base) y la recubren pelos glandulares y no glandulares que provienen de la epidermis (Centeno, 1986)

La flor del tomate inicia en racimos desde el tallo principal, mientras que en las ramas secundarias o laterales los racimos podrían fluctuar entre 4 hasta 100 flores; esto depende del tipo, variedad y especie de la planta. Las flores propias tienen un color verde en la copa y la corola es en un tono amarillo azufrado, son mínimo cinco estambres y solo un pistilo superior a las antenas en las cuales se encuentra el polen. Las antenas forman un tubo con cuello reducido que rodea al estigma. (Edmond et al., 1984)

2.2.2 Temperatura.

La temperatura ideal para desarrollar las plantas de tomate debe ser entre 20 y 30 grados centígrados diurno y por las noches entre 14 y 17 grados centígrados; las temperaturas por encima de los 30 a 35 grados centígrados influyen directamente en la fructificación que genera un mal desarrollo embrionario, además se ve afectado el desarrollo de la planta directamente al sistema radicular. Lo mismo ocasionan las temperaturas por debajo de los 12 grados centígrados generando una fecundación improductiva. Estas condiciones afectan a las variedades criollas o híbridas sensibles al factor de la temperatura.

Para lograr la maduración del fruto se requiere un control adecuado sobre la temperatura como previamente se ha descrito y así lograr un color aceptable por el mercado. Los valores por debajo de 10 grados centígrados y por encima de los 30 grados centígrados le dan un color amarillento al producto.

2.2.3 Humedad relativa

La humedad relativa adecuada para la planta de jitomate va de un 60% hasta un 80%.

Cuando existe un porcentaje de humedad relativa por arriba del 80% se propicia la aparición de enfermedades causadas por hongos tanto en follaje como en el fruto y la dificultad para lograr la fecundación. La infertilidad ocurre principalmente porque el polen al presentarse ante estas condiciones de humedad se compacta al grado de abortar las flores. Por el caso contrario la humedad relativa en porcentajes bajos también influye en la infertilidad debido a que el polen se encontrara demasiado reseco y se dificultara la fijación al estigma de la flor.

2.2.4 Fotosensibilidad

El cultivo de tomate tiene un periodo de 8 a 16 horas en donde se vuelve insensible a la iluminación. Cuando durante la producción se presenta una baja iluminación se puede orinar una reducción en el ciclo de la fotosíntesis neta y esto implica una competencia mayor por asimilar los nutrientes y esto incide directamente en el desarrollo de la planta y la producción del tomate. La radiación diaria mínima debe estar entre 0.85 mj por m².

2.2.5 Ventilación

Un aspecto importante y para la producción de jitomate en condiciones de invernadero es la ventilación. Que exista aire fresco permite eliminar el aire caliente acumulado dentro del invernadero. Además, permite renovar la cantidad de oxígeno. La orientación de las ventilas deben colocarse de tal manera que permitan la circulación de aire y de esta forma regular el calor y disminuir la humedad relativa, así evitar las enfermedades y situaciones limitantes previamente descritas en este documento.

2.3 Importancia económica.

En México el tomate se ubica entre las cuatro primeras hortalizas, debido a eso; el comercio de tomate rojo mexicano depende en gran medida del mercado estadounidense incrementándose las exportaciones en los últimos 10 años en un 67% en el 2000 México aportó 590,000 toneladas 80.8% de tomate fresco a los Estados Unidos seguido por Canadá 13.9% y los Países Bajos 3.8% (FAS-USA, 2001) la importancia del tomate mexicano en el mercado estadounidense se relaciona con la cercanía geográfica competitividad en el precio y calidad buen sabor larga vida de anaquel y con el descenso de la producción de esta hortaliza en Estados Unidos en el invierno en el 2000 el tomate mexicano aportó 12.8% del



valor de las exportaciones agropecuarias en México 3655.2 millones de dólares y 25.4% del valor de las exportaciones de legumbres y hortalizas frescas (INEGI,2001)

2.4 producción de cultivos en invernadero.

Los productores de cultivos para la exportación están cada vez más convencidos de que la inversión en nuevas tecnologías para sus sistemas de producción, son un factor importante para obtener una mayor productividad y calidad en su cosecha, también el uso de estructuras como invernadero permite a los productores obtener cosechas por un periodo más prolongado durante épocas donde no es factible producir a cielo abierto la producción en invernadero, es por ello que es considerado un gran atractivo en la producción de cultivos destinados a los mercados de exportación cuyos consumidores exigen calidad, permanencia, productos sanos y además pagan precios más elevados por ellos. (Chávez, 2004)

2.5 Superficie de invernaderos en México.

La superficie que se tiene establecida con invernaderos en México durante el año 2004 era alrededor de 2800 hectáreas con una tasa de incremento anual sostenida de entre el 20 al 30% (Molina y Steta,2004). Por otro lado se estimó que en México en el año 2002 se produjeron alrededor de 92,000 toneladas métricas de productos con un valor de 225 millones de dólares (Costa Giacomelli, 2005). Los cultivos que ocupan mayor superficie en invernadero a nivel nacional son el tomate (bola, racimo y Cherry) con 65% posteriormente sigue el pepino 20%, pimiento 10% y el resto que se distribuye entre melón sandía calabaza y ornamentales (Molina y Steta,2004)

2.6 Problemáticas en el incremento de producción.

Lo primero que se debe tener en cuenta para disminuir los problemas en la producción de jitomate es que se deben controlar las condiciones de calor, temperatura, humedad, etc. Aun y con este control se pueden presentar enfermedades y plagas. (Dodson eat al., 2002) refieren que si no se realiza un control adecuado en las plagas, hongos y patógenos pueden incluso exterminar totalmente el cultivo. Es por esto que la mayoría de los agroquímicos y fertilizantes se apliquen desde un inicio y de forma continua incluso sin llegar a considerar los residuos de agroquímicos presentes en el fruto; lo cual afecta directamente durante la

exportación en donde serán rechazados. Durante la fertilización se realiza generalmente con nitratos, que son más solubles. Y de nuevo será rechazado por autoridades de salud ya que estos residuos de nitratos pueden originar principalmente en los niños una metahemoglobina. Hay que recordar que la fertiirrigación debido a los agroquímicos no la consideran como parte del manejo orgánico en la producción de tomate, además que el costo-beneficio no representa ningún beneficio económico para la producción.

2.7 Plagas y Enfermedades.

Las plagas y enfermedades en la agricultura son una amenaza significativa para los cultivos y pueden tener varios impactos negativos y provocar una baja producción, a continuación, se describen las características y síntomas de algunas de ellas:

Tizón Temprano (*Alternaria solani*)

- Enfermedad caracterizada por afectar el follaje, la causa principal es un hongo.
- Se presentan manchas tanto en hojas como en los frutos
- La mancha se presenta en color marrón al centro y amarillo alrededor este.
- Se presenta principalmente cuando existen niveles bajo de humedad y altas temperaturas
- El cultivo completo corre el riesgo de morir si se ve ampliamente afectado.

Bacteriosis (*Erwinia Carotovora*)

- Enfermedad de origen bacteriana.
- Se ve afectada cuando por acción de alguna plaga el cultivo tiene heridas.
- El cultivo completo (raíz, follaje, fruto) se pudren y tiene un mal olor.

Tizón tardío (*Phytophthora Infestans*)

- Es una enfermedad causada por un hongo
- Este hongo aparece en la época lluviosa y se reproduce rápidamente.



- Aparece una mancha de color marrón oscuro en la hoja y el tallo, cuando la mancha aparece en el tallo, la fruta se daña, para posteriormente extenderse y dañar la hoja, cuando sucede esto, la hoja se cae

Virosis

- Enfermedad que la transmite el pulgón, loro verde o salta hoja.
- El virus afecta principalmente a las hojas dando apariencia marchita y en la punta del cultivo se pueden identificar plantas con tonos verde oscuro y verde claro, lo que se conoce como mosaico

Bacteriosis

- Enfermedad bacteriana
- Bacteria oportunista que al encontrar heridas en el tallo u hojas se introduce por la parte dañada.
- Causa que la hoja, tronco y tallo se vea marchita.
- El tallo y tronco dañados se pudren y mueren

Marchitez por verticilum (*Verticillium dahliae klebahn*)

- Es causada por hongo.
- Como en la mayoría de las enfermedades, el hongo entra a la planta por las heridas. Se puede encontrar y aumentar el daño en presencia de tierra con pH ácido.
- La marchitez se hace presente en las hojas, dándoles un color amarillo que va de la raíz hacia arriba. La planta se seca hasta que se muere.

Virosis (TYLCV)

- Enfermedad viral, la mosca blanca es el transportador que hace que las hojas tomen un color amarillo, las hojas de la parte inferior se enrollan de la punta hacia adentro y esto ocasiona que la cantidad de flores sea menor.

Nematodos (*Meloidogyne sp.*)



- Enfermedad de origen bacteriana que afecta directamente al crecimiento de la planta, el primer signo se presenta en la hoja que se marchita. Cuando la planta muere en la raíz se encuentran nudos.

2.8 Control de plagas y enfermedades.

Tizón Temprano (Alternaria solani)

- Previo a sembrar es necesario que exista una temperatura entre 60 a 62 grados centígrados directamente de calor seco.
- Como ya se revisó anteriormente cuidar durante el desarrollo del cultivo la humedad relativa, abono orgánico para evitar el residuo químico y asegurar el riego.
- Preferir siempre abonos o repelentes orgánicos.

Bacteriosis (Erwinia Carotovora)

- Esta enfermedad es fatal ya que no hay cura una vez que aparece en el cultivo.
- Se debe cortar el fruto, tallo, hojas o cualquier parte del cultivo y llevarlo fuera del invernadero.
- Se deberá limpiar completamente al cultivo y aplicar un fungicida, de preferencia orgánico como el caldo bordeles.

Tizón tardío (Phytophthora Infestans)

- Fumigar insecticida
- Si la enfermedad está iniciando se saca la hoja, tallos y/o frutos que se infectaron.
- Si el daño ya avanza o es mayor se recomienda aplicar un fungicida.

Virosis

- Si aparecen estos signos no hay medidas de control es por ello que se recomienda eliminar la planta



Bacteriosis

- Cuando el cultivo se ve infectado y la enfermedad ha avanzado no existe cura. Lo recomendado es que al notar el primer signo se eliminen las partes infectadas y se lleven fuera del invernadero.

2.8.1 Mercado de exportación del tomate.

Con respecto a las exportaciones que han ocurrido a partir de la producción de tomate en invernadero ha tenido un crecimiento en los últimos años gracias a la demanda que ocurre en los Estados Unidos la importancia creció de 19,000 toneladas en 1944 a 180,000 toneladas en el 2000 es decir un incremento de casi 10 veces en solo 6 años en cuanto al origen de este volumen de importación 101,000 son procedentes de Canadá 44,000 toneladas de México 35,000 toneladas de La Unión europea y el resto de países como Marruecos e Israel (Cook,2003). La superficie de invernadero en México ha crecido exponencialmente, en el año 2002 se tenían 12,205 ha menos del 10% eran para la producción de tomate y alrededor de 300 ha se encontraban en construcción. En el 2005 existían cerca de 3000 hectáreas de invernadero principalmente en Sinaloa, Jalisco, Baja California sur y norte.

Mundialmente se producen 84,412 y alrededor de 600 toneladas de tomate, México se encuentra dentro de los diez primeros lugares de países productores.

En el país la producción de tomate durante el 2000 fue de casi 20 millones de toneladas. Los estados de Baja California, San Luis Potosí, Sinaloa y Michoacán rindieron el 70% de la producción de la década.

Además de México los países con mayor producción de tomate son: China, Estados Unidos, India entre otros.

2.8.2 Indicadores de calidad en tomate

Debido a que el tomate es un producto climatérico el manejo y el almacenamiento se debe realizar bajo condiciones estrictas, las temperaturas extremas influyen en obtener un producto con mala calidad y que se deteriore rápidamente (Alía, 2000). Cuando la concentración de



almidón es mayor el tamaño, el peso y la forma de los frutos va a depender de la variedad del tomate y en especial del manejo brindado durante el almacenamiento.

Cuando se va a elegir la variedad que se plantara existen aspectos importantes a considerar al momento de definir la variedad por ejemplo si se busca un peso mayor la opción viable será la variedad caimán (Castellanos, 2009). Para determinar el peso del fruto se puede relacionar con el número de semillas. A mayor número de semillas, mayor tamaño tendrá el tomate. Otro indicador relacionado con el tamaño que tendrá el fruto es el número de óvulos, visualmente es la posición del fruto en el racimo. En cuanto el tomate este más cerca al tallo se espera que tenga un tamaño mayor. (Castellanos, 2009).

El rendimiento se afecta por el periodo de cosecha y el control de riesgos el estrés hídrico antes de corte de 5 a 6 semanas tiene efecto negativo (Cahn et al, 2001)

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

Las cualidades organolépticas están relacionadas por la composición química (Aguayo, 2004) se considera que para tener un aroma y un sabor óptimo los tomates deben tener un contenido en sólidos solubles (TSS) de entre 4 y 6 Brix.

Los nutrientes son cualquier elemento o compuesto químico necesario para el metabolismo de un ser vivo es decir los nutrientes son algunas de las sustancias contenidas en los alimentos que participan activamente en las reacciones metabólicas para mantener las funciones del organismo los nutrimentos básicos son el oxígeno el agua y los minerales necesarios para la vida de las plantas que a través de la fotosíntesis incorpora la materia viva construyendo así la base de la cadena alimentaria una vez que estos vegetales van a servir de alimento a los animales (Pérez,2009).

El metabolismo es el conjunto de reacciones químicas que realizan las células de los seres vivos para sintetizar sustancias complejas a partir de otras más simples o para degradar las complejas Y obtener las simples las plantas organismos autótrofos además del metabolismo primario presente en todos los seres vivos poseen un metabolismo secundario que les permite



producir y acumular compuestos de naturaleza química dispersa (Pérez, 2009) estos compuestos derivados del metabolismo secundario se denomina el metabolitos secundarios se distribuyen diferencialmente entre grupos taxonómicos y presentan propiedades biológicas muchos de ellos desempeñan funciones ecológicas y se caracterizan por sus diferentes usos y aplicaciones como medicamentos, insecticidas, herbicidas, perfumes o colorantes entre otros reciben también la denominación de productos naturales. (Pérez, 2009)

Algunos productos del metabolismo secundario tienen funciones ecológicas específicas como atrayentes o repelentes. (Ávalos, 2009)



CAPÍTULO 3.

3.1 Establecimiento del cultivo.

El desarrollo del proyecto se realizó en condiciones dentro las cuales los resultados apuntaban a ser favorables, dentro del estudio realizado, se involucran gran cantidad de elementos, que si bien, en muchas circunstancias denominadas como normales no se tomarían en cuenta, en este trabajo si se mencionan ya que pueden influir en la correcta ejecución del proyecto; tales elementos varían desde el tipo de clima que impera en el lugar seleccionado para realizar el proyecto, así como los procesos llevados a cabo durante todo el desarrollo del tomate.

La investigación se realizó en un invernadero con condiciones medianamente controladas, dicho invernadero se encuentra en las instalaciones del Instituto Tecnológico del Valle de Gadiana (ITVG), dicho instituto cuenta con instalaciones para el desarrollo de este tipo de proyectos, como invernadero. En cuanto a las condiciones externas (como el clima), se podría decir que existen condiciones estables para si bien no el mejor, si un buen desarrollo del tomate.

La gestión adecuada del medio ambiente en conjunto es crucial para lograr un cultivo adecuado, están íntimamente interrelacionados y la intervención en uno de ellos afecta al resto.

- Temperatura: Se trata de una temperatura más elevada que el pimiento.



La temperatura ideal lograr el crecimiento es de 20 a 30 grados centígrados diurno y nocturno lo ideal será de 1 a 17 grados centígrados. La temperatura superior de 30-35°C tiene un impacto negativo en la fructificación, además en el desarrollo de la planta y del sistema radicular. Las temperaturas superiores a los 15°C también generan dificultades para el desarrollo de las plantas.

Cuando existen temperaturas por encima de los 25°C y por debajo de los 12°C, la fertilización es suficiente.

La maduración del tomate depende en gran medida del clima, tanto en el ámbito de la precocidad como en el color, por lo que datos inferiores a 10°C o por encima de los 30°C generan trazos de color amarillento.

- Temperatura: La humedad relativa adecuada para la planta de jitomate va de un 60% hasta un 80%.

Cuando existe un porcentaje de humedad relativa por arriba del 80% se propicia la aparición de enfermedades causadas por hongos tanto en follaje como en el fruto y la dificultad para lograr la fecundación. La infertilidad ocurre principalmente porque el polen al presentarse ante estas condiciones de humedad se compacta al grado de abortar las flores. Por el caso contrario la humedad relativa en porcentajes bajos también influye en la infertilidad debido a que el polen se encontrara demasiado reseco y se dificultara la fijación al estigma de la flor.

- Luminosidad: Los indicadores de luz reducidos suelen afectar negativamente los procesos de floración y fecundación.

Durante el crecimiento, la conexión entre la temperatura y la luminosidad diurna y nocturna es fundamental.

- Respiración: La tomatera no es muy exigente en lo que respecta al suelo, excepto el drenaje. Prefiere terrenos flojos, de tipo arcilloso-silíceo y altos en compuestos orgánicos. Sin embargo, se puede encontrar cultivada en terrenos arcillosos arenosos.



Respecto al pH, los suelos pueden variar de ligeramente ácidos hasta ligeramente alcalinos cuando se encuentran en contacto con el agua.

La fertilización a base de carbonos: El aporte de CO₂ asegura conservar una concentración por encima del promedio en el invernadero. De esta manera, se crea la fotosíntesis y se fomenta el desarrollo de las plantas.

Para evaluar las necesidades de CO₂ de los cultivos de invernadero, es necesario establecer un equilibrio entre las pérdidas ocasionadas por la absorción por las plantas, el intercambio de aire que se lleva a cabo en el invernadero y los aportes que brinda el suelo, a su interior.

La calidad, la productividad y la producción temprana están relacionadas con el enriquecimiento de CO₂ en el invernadero. Debemos tener en cuenta que el exceso de CO₂ ocasiona daños por el cierre de las estomas, y esto ocasiona la interrupción de la fotosíntesis y ocasionar patologías.

Los dispositivos que se utilizan con mayor frecuencia para fertilizar con carbono son los quemadores de gas propano y los quemadores de distribución de CO₂.

Al cultivar tomates, las medidas ideales de CO₂ oscilan entre 700 ppm. Para los rendimientos netos se ofrece alrededor de 20% extra. Esto dependerá del tipo de invernadero y la regulación climática.

El desarrollo del proyecto, como ya se mencionó con anterioridad, se llevó a cabo en el invernadero de ITVG, el cual se presta totalmente para la búsqueda de las respuestas que se están buscando. El invernadero tiene una superficie de 180 metros cuadrados, conformándose por 15 metros de largo por 12 metros de ancho, espacio suficiente para realizar una buena investigación; la vista exterior del invernadero es la siguiente:



Figura 2 Vista exterior del invernadero.

La vista interior se presenta a continuación, se hace énfasis en que no todos los plantíos presentes son el resultado del estudio realizado, forman parte de la misma formación como profesionales, sin embargo, la zona dedicada en específico a este trabajo, es solo parte de la mostrada en la siguiente fotografía:



Figura 3 Vista interior del invernadero y el plantío.



Figura 4 Presencia de otros cultivos sin afectar el proyecto.

3.1.1 Semillero.

De los primeros pasos y de mayor importancia, es el obtener el germinado de la semilla, de la manera más sana posible, asegurando con esto que el fruto resultante será algo de gran calidad, en este aspecto existen algunas maneras distintas de obtener el germinado de esa planta, todo dependerá de lo que queramos germinar, es decir, si las semillas que se están planeando germinar son grandes, entonces estas se pueden plantar directamente en el suelo, pues no presentan mayor problema por tener su desarrollo directamente en el suelo, y con el tiempo, esto reduce un poco el trabajo, pues ya no hay necesidad de trasplantar, sin embargo cuando las semillas son pequeñas la historia es muy diferente, pues estas no suelen germinar directamente en la tierra, requieren siembra previa en un cantero (cama) o bien un vivero, que bien puede ser una caja, bandeja o una mochila; básicamente se les asigna una guardería que está protegida; una bandeja de semillas o una guardería dentro del aula. Las semillas necesitarán raleo y aclimatación antes de realizar algún tipo de trasplante.

El método de semillero que se utilizó para producir plantas fisiológicamente sanas, sin enfermedades, y fuertes fue por medio de la germinación de la semilla utilizando charolas de poliestireno de 338 cavidades lo cual permitió además de un ahorro de semilla, mayor calidad y nacimiento y desarrollo de plántulas de manera uniforme, se disminuyó considerablemente el sustrato y las maniobras para mover de un lugar a otro fue más sencillo. Una vez sembrado se acomodaron en la cámara de germinación, donde se puso la temperatura en 25 y 30°C con una humedad relativa de 96%, el tiempo de emergencia de las plantas oscila entre 6 y 7 días, por lo cual después del día 6. Se checo las charolas puesto que algunas semillas se encontraban en mayor vigor.

Una vez que comenzaron a emerger se procedió a separar las charolas, para que la emergencia se dé sin ningún problema y nos sea mejor de identificar los problemas fungosos y enfermedades que se puedan presentar, asegurando un fruto sano.



Figura 5 Semillero

3.1.2 Trasplante.

Es importante que al cambiarla no haya pérdida de humedad ni se dañen las hojas y raíces, por lo que aquí mencionamos el paso a paso para hacer un correcto procedimiento.

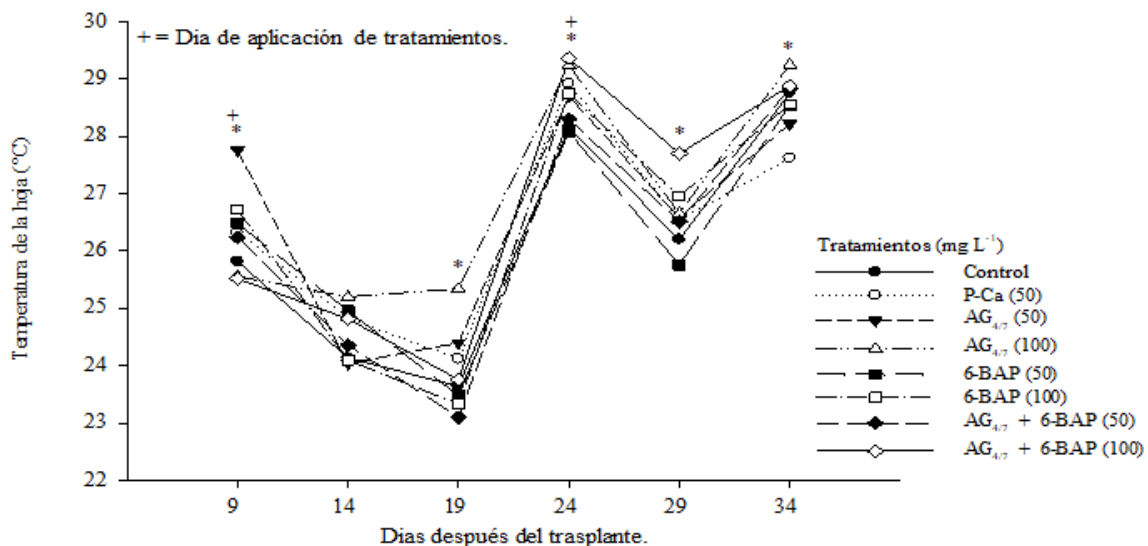
Una vez germinada y que la planta ya cumplió con su ciclo en su respectivo semillero, es de gran importancia para el desarrollo que sea movida a su lugar definitivo para continuar con

su proceso de maduración, y logre dar los frutos planeados; en este punto, el beneficio se centra principalmente en las raíces, ya que estas necesitan de un espacio/lugar más grande y amplio para que se expandan, logran que se fortalezca la planta y pueda obtener el máximo de nutrientes posibles de la tierra.

Para saber si la planta está lista para ser trasplantada al nuevo lugar, esta debe tener por lo menos algunas hojas, lucir vigorosa y haber alcanzado determinada altura, dependiendo de la planta que se haya sembrado, en este caso el tomate.

En este caso en especial, en plantas que habían alcanzado crecer cuando la planta alcanza una altura promedio de 20 cm, se procedió a realizar el trasplante a una profundidad de 10 cm. Presionando alrededor de la raíz de manera superficial para expulsar el aire y anclar mejor la plántula, evitando hacer los hoyos más grandes que el cepellón. Los hoyos se hicieron a una profundidad de 5 cm de lo contrario si se realiza a una profundidad más grande que el cepellón, se pueden presentar problemas de mortandad en la planta. Enseguida se procesó a estresar la planta esto con el fin de a climatizarla en menor tiempo.

Gráfica 1 Días después de trasplante



El comportamiento de la planta una vez trasplantada es algo como esta gráfica, al principio se nota una caída en su temperatura, sin embargo, una vez adaptada al medio, esta retoma su fuerza y de desarrolla como debería hacerlo.

3.1.3 Formación de fruto.

Para este punto es requerido pasen algunos días, con exactitud no se tiene ese cálculo, pues depende de muchas condiciones tanto climáticas como de nutrientes en la tierra y el correcto cuidado, si se tuviera que dar un aproximado, se diría que entre los 28 y los 40 días, se pueden notar ciertos patrones en las hojas de la planta, lo cual nos dice mucho de cómo va la germinación y desarrollo.

En este caso, el inicio de fructificación en variedades indeterminadas se presentó a los 33 días después de su trasplante teniendo de 3 a 4 hojas verdaderas, observando que los frutos obtenidos cambiaban desde un tono verde hasta rojo pálido que coloquialmente se le llama *rayado del fruto* es ahí el momento ideal para preseleccionar por color y tamaño.



Figura 6 Formación del fruto

3.1.4 Poda de formación.

La poda de formación es una técnica que se utiliza para dar forma a las plantas jóvenes o mejorar la estructura de las plantas adultas. Consiste en eliminar ramas o brotes que no se desarrollan adecuadamente o que no encajan en el diseño deseado para la planta.

La poda de formación se puede realizar en cualquier época del año, pero es más habitual realizarla durante el periodo de crecimiento activo de la planta, ya que en esta época es más fácil para la planta regenerarse y recuperarse de los cortes.

Generalmente implica dar forma a ramas, tallos y follaje para lograr la forma o tamaño deseado. Este tipo de poda también puede ayudar a mejorar la circulación del aire, reducir el hacinamiento y controlar la dirección del crecimiento para obtener plantas más sanas.

Por ello, la poda de formación conviene realizarla cuando las plantas son jóvenes, ya que puede resultar complicado darles forma una vez alcanzan la madurez.

La poda de formación se realizó finalizando las primeras dos semanas posteriores al trasplante. Cuando inician los primeros avistamientos de los de los tallos laterales, los cuales deben ser eliminados junto con las hojas de mayor edad. Con la finalidad de que los cuajes asimilaran más los nutrientes.



Figura 7 Poda de formación

3.1.5 Tutorado.

La tutoría es en ocasiones la tarea más importante no solo en el tomate, en la mayoría de los cultivos, así como flores ornamentales y frutales. Con esta acción se puede asegurar que el crecimiento será de manera adecuada y optima.

Es el uso de materiales que permitan al cultivo mantense verticalmente para que el crecimiento sea erguido y no se arrastre por el suelo y así se logre un desarrollo libre de enfermedades y por ende de mayor calidad. Otro beneficio será que se pueda aprovechar el espacio del invernadero y se tenga una buena ventilación entre las plantas además de conseguir una mejor iluminación dentro del vivero.

Según el acuerdo con el Gobierno de México (2016), “Podemos mencionar las pertenecientes a la familia *Solanaceae* (tomate, chiles y berenjenas) y la *Cucurbitaceae* (chayotes, calabazas, melones, sandía, etc.); para el caso de las flores, se recomienda utilizar el tutor para aquellas que son para corte ya que en el mercado se paga más por una flor que tenga su tallo derecho, además de que facilita su manejo, algunos ejemplos son el clavel, crisantemo, gladiola, rosa, entre otras; en cuanto a frutales, los perales y manzanos son los que desde pequeños y durante mucho tiempo para poder crecer bien.”

El tutorado se realizó 25 días después de su trasplante. Una vez que se obtuvieron los primeros 2 cuajes se puso rafia tratada para los rayos UV. Esto con la finalidad de que la plantas tengan una vida útil más larga, manteniendo la planta en forma longitudinal y evitando que el follaje y en especial evitando que los frutos se arrastren al suelo. De esta forma se permite tener una aireación total alrededor de la planta y permite la radiación directa al cultivo además de la reducción de dificultades para realizar las labores propias de mantenimiento de la planta (deshojas, recolección, etc.).



Figura 8 Tutorado

3.1.6 Destallado.

Esta labor se puso en práctica 20 días después de su trasplante. Esta técnica consistió en ir eliminando aquellos brotes axilares para dar paso al crecimiento del tallo principal. En dado caso que no se realice esta labor, el brote axilar puede crecer y convertirse en un tallo principal. Quitándole todos los nutrientes al fruto. Esta labor se realizó (semanalmente en verano-otoño) y los cortes se hacían con las manos nunca se utilizó tijeras u otro accesorio

de uso cortante. Esto para evitar la posible entrada de enfermedades que pudieran afectar a la planta.

Los cortes deben ser limpios, es decir sin provocar en medida de lo posible cortadas a la planta, recordemos que la mayoría de las enfermedades son oportunistas e inician por una cortada. Se sugiere utilizar posterior a los cortes algún fungicida-bactericida cicatrizante por ejemplo el caldo bordeles.



Figura 9 Destallado

3.1.7 Poda.

La primera poda se realizó 15 días después de su trasplante. Esto se realizó para obtener plantas equilibradas y vigorosas, buscando obtener un fruto de mayor calidad para el mercado. Haciendo que la planta fuera generativa no vegetativa, esto quiere decir que siendo generativa se está logrando obtener mayor 34 producción de fruto. Para facilitar su recolección y mantenerlos aireados y libres de condensaciones.

Se recomienda eliminar las hojas senescentes para minimizar la aireación y así obtener colores más uniformes.



Figura 10 Poda de hojas

3.1.8 Despuntado de inflorescencias y aclareo de frutos.

Las dos técnicas que tuvieron mayor relevancia fue introducir al tomate en el racimo. Se realiza para lograr una homogenización e incrementar el tamaño de los frutos.

Formas de aclareo:

- Descripción sistemática: Se produce en el lugar de los racimos. Existe una cantidad de frutos fijo, se deben quitar los frutos que no están maduro o que no están debidamente posicionados.
- Aclaración selectiva: Se produce en los frutos que experimentan ciertas circunstancias que independientemente de su lugar en el ámbito de la actividad. Se pueden considerar frutos afectados por insectos, deformes y aquellos de bajo calibre.

Esta práctica se realizó por primera vez 20 días después de su trasplante. Consistía en ir quitando los frutos más pequeños de los racimos con la finalidad de homogenizar, y hacer que los que estuvieran más grandes se desarrollaran bien. Sin que los más pequeños les quitaran fuerza. Y así obteniendo un producto más atractivo, así los compradores aumentando la calidad de este.



Figura 11 Despunte de inflorescencia

3.1.9 Polinización.

La polinización se llevó a cabo con una sopladora de gasolina, por primera vez estando en si 1a floración, se realizaba cada vez que iba presentando floración. Esta práctica consistía en ir con la sopladora apuntando asía la florescencia de las plantas, haciendo un ligero movimiento de arriba asía abajo, sin soplarle muy cerca por que se le podría tumbar la flor. Este método es el Abiótico esto quiere decir que es el proceso de la polinización, sin el uso de otros organismos.

3.1.10 Recolección del fruto.

La producción de tomate se produce a los 70 a 90 días después del inicio del trasplante, cuando el tomate se encuentra en el punto deseado requerido de acuerdo con la variedad utilizada, pues comienza el fruto a rayarse y/o tener un cambio en su apariencia (Nuño, 2007) A continuación, se presenta el resumen de este asunto.



Figura 12 Recolección de fruto

La producción de tomates cultivados en invierno comienza cuando los frutos alcanzan la madurez fisiológica, lo cual se consigue alrededor 90 días posterior al trasplante, aproximadamente 2 meses después de que aparece la flor. La madurez del tomate ocurre cuando el fruto ha llegado a su tamaño final y comienza la maduración interna, y es cuando no hay forma ni método para interrumpir la maduración que brinda el color rojo que se percibe en el tomate. Para determinar si el tomate se encuentra fisiológicamente maduro, es posible notar como va cambiando de color de forma interna hacia el exterior del fruto, que se mostrará de color blanco en forma de estrella.

Asimismo, se puede examinar el interior del fruto mediante un corte transversal con el fin de tener una vista de la pulpa del tomate, en donde se encontraran las semillas bien definidas y un cambio en el color de la pulpa de verde a rojo. El tomate podría ser cultivado en tonos verde, rojo, rosado, maduro, entre otros.

En la primera recolección del fruto se estaba cosechando una producción de 2 cajas, pesando 12 kg cada caja. Se realizaba cada tercer día. Se depositaba en cajas y se acomodaba en un espacio libre. En donde no se asoleará procurando estibar de forma que el peso y/o tamaño no llegue a dañar el producto. De acuerdo con el mercado se va a seleccionar el fruto de acuerdo con los siguientes parámetros:

- Rayado: Este presentaba un color más verde que rojo
- Tres Cuartos: Este presentaba una coloración que parecía de naranja o rojo claro

- El maduro: Este parámetro presentaba madurez al 100% por lo que este se clasificaba en primera, segunda y tercera el empacado de preferencia debe realizarse en cajas de cartón o madera previamente sanitizadas. El llenado debe ser de forma manual y cuidadosa que ronde de 15 a 20kg máximo, para evitar dañar el fruto.

3.1.11 Fertirrigación.

El primero riego con fertirrigación se aplicó a los 15 días después del trasplante. Por lo cual la solución que se empleo es en base a la solución nutritiva de Steiner, y son diferentes soluciones en la que juegan únicamente con la solución nutritiva, siendo 4 soluciones que se aplican en todo el ciclo del cultivo. La fertirrigación se realizaba todos los días por las mañanas y tardes, mezclando los macros que son todos los nitratos y los micros que son todos los sulfatos, no se podía mezclar los nitratos con los sulfatos por que se hacía una especie cómo de yeso. Los fertilizantes que se aplicaron de macro y micro fueron:

- Macroelementos: Los nutrientes utilizados y considerados como macronutrientes son: MAGNISAL= $MgNO_3$, N. Potasio- KNO_3 , N-Amonio NH_4NO_3 , MPK- KH_2PO_4 , $CaNO_3$, $MAPNH_4H_2PO_4$, KSO_4 , KCL . Los ACIDOS fueron. H_3PO_4 , HNO_3 , HSO_4 .
- Microelementos. La aplicación de TRADECORP y ULTRAFERRO como micronutrientes difería en porcentaje, según la conductividad por ejemplo cuando estaba del trasplante a 1a floración. La Ce era de 2.5 mientras que en la cosecha era 3.0.



Figura 13 Ferirrigación

La fertirrigación se lleva a cabo mediante riego por cintilla o bien manual con un dispersor de líquido, el punto es que el nutriente llegue a todas las plantas.

3.1.12 Monitoreo de crecimiento vegetal.

Cada tercer día se tomaban medidas con una cinta métrica, con la finalidad de saber cuánto crecía en longitud. Eso es el crecimiento apical la planta crecía de 2.50 cm a 5.00 cm. El grosor del tallo llegó a medir de una mínima de 0.6 mm a una máxima de 1.2 mm se media con un vernier de plástico. La distancia de la cabeza a la flor el rango era de 15 cm, obteniendo una mínima de 2.0 cm y una máxima precisamente de 15 cm. La longitud del tallo a la flor el rango es de 4.0 cm, mientras que la mínima resultó ser de 1.5 cm y una máxima de 4.6 cm. La longitud de la hoja la mínima fue de 5 cm mientras la que la máxima fue de 43 cm. Los números de hojas en planta los resultados de la mínima fueron de 16 hojas, y una máxima de 35 hojas aquí se contaban manualmente. Al igual los números de racimos en floración obteniendo una mínima de 1 racimo en floración mientras la máxima que se obtuvo fue de 6 racimos en floración.

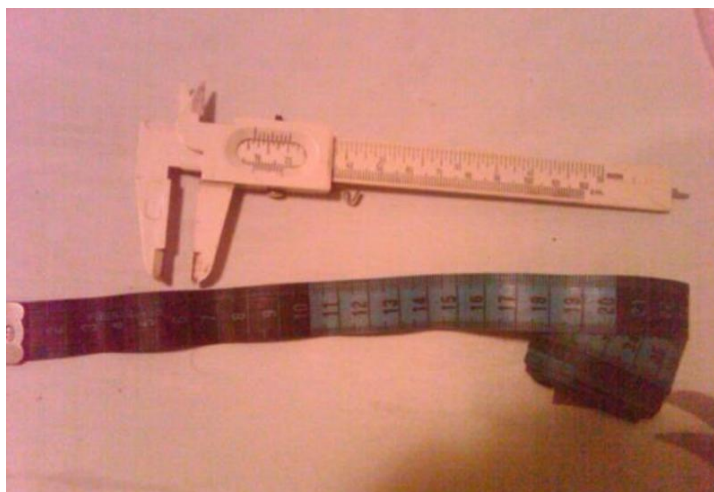


Figura 14 Material utilizado para la toma de medidas (vernier y cinta métrica).

Monitoreo de Crecimiento Vegetal: Utilizando una cinta métrica y un vernier para medir diferentes variables. (Longitud apical, grosor del tallo, distancia de la cabeza a la flor,

longitud de tallo a la flor, longitud de la hoja, número de hojas en la planta y números de racimos en floración), cada tercer día 41 se tomaron datos, sobre el comportamiento físico de la planta. Los rangos de medición fueron los siguientes: crecimiento apical de la planta fue de 2.50 cm a 5.00 cm, el grosor del tallo llegó a medir de una mínima de 0.6 mm a una máxima de 1.2 mm se midió con un vernier de plástico, la distancia de la cabeza a la flor el rango fue de 15 cm obteniendo una mínima de 2.0 cm, la longitud del tallo a la flor el rango máximo fue de 4.6 cm mientras que la mínima resultó ser de 1.5 cm, la longitud de la hoja mínima fue de 5 cm mientras que la máxima fue de 43 cm, números de hojas en planta los resultados fueron de 16 a 35 hojas contadas manualmente. Al igual que los números de racimos en floración obteniendo una mínima de 1 racimo en floración mientras que la máxima que se obtuvo fue de 6 racimos en floración.

Cuadro 1. Promedio en la producción de tomate Saladdette/planta

	C.Apical	G.Tallo	D.C Flor	L.T Flor	L. Hoja	N.H Pla	N.R.F	N.R
P 1	11.82	2.33	25.35	7.91	84.21	44.16	7.91	13
P 2	10.61	2.04	15.11	5.30	84.53	38.91	6.91	13
P 3	10.33	1.94	16.9	7.14	74.20	46.16	7.5	12.08
P 4	10.06	2.39	22.82	5.35	79.00	47.08	6.6	12.41
P 5	9.95	2.06	19.75	5.98	70.75	52.75	8.16	12.6
P 6	10.94	2.14	14.79	8.27	65.62	55.58	7.91	13.25
P 7	8.87	2.05	15.90	6.23	74.27	44.33	7.75	11.66
P 8	9.72	2.46	20.65	6.19	70.43	51.25	7.75	12.75
P 9	9.87	1.97	12.03	5.25	57.96	54.08	8.33	14.33
P 10	9.89	2.80	13.90	7.17	89.68	44.75	6.16	13
P 11	10.01	2.44	38.38	7.82	102.57	44.83	6.66	12.58
P 12	10.57	1.76	10.62	5.39	49.99	54.16	8.58	12.25

Cuadro 1: Promedio en la Producción de Tomate Saladette/planta

P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	Promedio
10.18	9.36	10.31	11.09	9.25	10.43	11.12	13.27	12.42	12.30	10.47	12.05	X=11.02 kg/planta

Esta tabla muestra los promedios de campo de los monitoreos de crecimiento vegetal de las 12 plantas.

Páez. (2007). Menciona que la producción de tomate indeterminado en invernadero es de 14 a 17 kg/m² por lo que los resultados obtenidos en este trabajo superan lo que dice el autor. Obteniendo una producción de 11.02 kg por planta, multiplicándolo por las 325 plantas que se tenían en el invernadero nos da una producción de 3,582 kg. Esto se logró a que se puso en práctica todos los monitoreos que la planta va requiriendo para su estado productivo.

3.1.13 Monitoreo de producción de tomate.

Esta labor se realizaba cada vez que estaba el fruto ya sea rayado, tres cuartos, o rojo aquí lo que se realizaba era pesar con una báscula de cucharón capacidad 20 kg cada tomate de las 12 plantas monitoreadas. Para saber cuánta producción dio por planta, por lo cual se sacó el promedio hasta el racimo 12. El promedio de producción por planta fue de 11.02 kg.

**Figura 15 Bascula de cucharón.**

3.1.14 Monitoreo de chupatubos.

Esta actividad consistía en checar la nutrición de la planta, absorbiendo el agua de los chupatubos con una jeringa. Después se calibraban los cardes ya sea a 150 ppm o 200 ppm la que se aplico fue la de 150 ppm. Porque es la que aplicaba dentro de los rangos que se muestran en la (tabla 1) y así calibrados se calcula los NO₃, K, Na, PH y CE, de esta manera se monitoreaban en tres estaciones cada estación es un túnel y al terminar se determinaba un promedio con los resultados que se iban adquiriendo y así con estos mismos rangos ya se sabía que es lo que estaba asimilando la planta. El promedio en el que anduvo más bajo el NO₃ fue de 3.91, estando abajo de los rangos. El K obtuvo un promedio más bajo de 1.15 por lo cual no aplica en los rangos. El Na obtuvo un promedio más bajo de 3.01 no estando dentro de los rangos. El PH obtuvo un promedio bajo de 2.43 estando totalmente debajo de su rango. La CE obtuvo un promedio bajo de 1.14 al igual por debajo de sus rangos. Esto sucedía por que los inyectores del cabezal de riego no inyectaban, y por lo consecuente no se aplicaba la solución nutritiva que requería la planta estando en su estado fenológico de crecimiento a la primera producción. Los rangos en que deben de estar son los siguientes:

Tabla 1 Rangos de respuesta de las plantas a los nutrientes.

NO₃	5.00 – 8.00
K	2.00 – 3.00
Na	5.00 – 8.00
PH	7.00 – 8.00
CE	2.00 – 3.00

3.1.15 Monitoreo de tensiómetros.

El tensiómetro era de gran utilidad para medir la humedad del suelo, se monitoreaba todos los días por las mañanas. El monitoreo consistía en tomar la lectura de los tensiómetros de 6, 12 y 18 al igual de tres estaciones. Para saber si andaba dentro de los rangos de humedad. Los promedios más bajos de humedad en el tensiómetro de 6 fueron de 19 kpa, el de 12 fue 25.3 kpa y el de 18 fue de 28 kpa.

Cabe destacar que una lectura de cero en el tensiómetro representa una condición totalmente saturada; una lectura de 60 kpa, equivale a una condición de bajo contenido de humedad del suelo, la cual no requiere de calibración previa, como otros dispositivos. Normalmente, en el medidor viene incluida una etiqueta que nos indica la profundidad o largo del tensiómetro.



Figura 16 Bomba de tensiómetro.



Figura 17 Tensiometros.

3.1.16 Monitoreo de extracto celular de peciolo.

Este proceso se llevó a cabo con los cardes, consiste en cortar la hoja que estaba debajo de la primera floración, se cortaban un promedio de 20 hojas una por cada cama desnudando las hojas, y dejando solo el tallo. Se picaba y se molía con una prensa sacando del tallo un jugo que es la sabia, después se procedía a sacar los resultados con los cardes y se tomaba el dato de NO₃, P y K.

El promedio de la sabia del NO₃, no se obtuvo ningunos escasos de este elemento por lo que siempre anduvo dentro de sus rangos descritos en la (tabla 1). El promedio de P de la sabia al igual que el primero siempre se estuvo estable dentro de sus rangos ya descritos en la (tabla 1) el K obtuvo un promedio muy bajo de 620 estando por debajo de los rangos de los 30 días después del trasplante.

Tabla 2 Monitoreo de extracto celular a peciolo

DDT	N – NO ₃	P	K
30	500 – 800	200 – 400	3000 – 4000
45	400 – 800	200 – 400	3000 – 4000
COSECHA	400 – 800	200 – 400	3500 – 5000



Figura 18 Cardes (NO₃, P y K)

3.1.17 Monitoreo de termómetros.

Este monitoreo se realizaba todos los días, por las mañanas y tardes. Porque es el indicador más importante y crucial para lograr un desarrollo óptimo de las plantas. El promedio de temperatura más bajo que se registró por las mañanas adentro del invernadero con una temperatura media de 15.3°C. Y por las tardes la temperatura media fue de 18.7°C.

3.1.18 Plagas y enfermedades.

Los obstáculos que afectan la productividad y rentabilidad de los cultivos de sitomatosas en entornos abiertos incluyen los problemas fitosanitarios, por ejemplo, las enfermedades y plagas que afectan a la actividad económica. Es importante señalar que en el caso de la agricultura de sitomatos en invierno, estos obstáculos no son relevantes, pero también se deberán adquirir conocimientos acerca de ellos. En las principales áreas de cultivo se encuentran algunas especies de tomate.

Se encuentra perforando frutos y se puede apreciar la roedura de hojas, flores, frutos y brotes de tierra, que suelen contener excrementos (Díaz, 2015).

La mosca blanca genera una enfermedad viral (el virus amarillo del tomate) conocido como "virus de la cuchara", y el pulgón forma colonias y se distribuye en células aladas, especialmente en la primavera y el otoño. Las larvas de los equipos de minación actuales se encuentran en el interior de la planta, lo que genera vesículas o minas, el mechón del tomate ataca los brotes y frutos, la araña roja produce manchas amarillas en las hojas (SAGARPA, 2010)

Las patologías del tomate comprenden las siguientes: Oidiopsis, rasgos amarillos que secan las hojas y se caen, aparecen manchas irregulares y aceptadas en las hojas, en el tallo hay manchas marrones que las rodean, también atacan frutos inmaduros (SAGARPA, 2010)

La alternaría solana se encuentra en las hojas inferiores, las hojas inferiores se vuelven amarillas y terminan muriendo. En un corte transversal del tallo, el descolorimiento de los vasos, la necrosis o pudrición apical del fruto provoca la aparición de una mancha negra deprimida, generalmente redonda, en la base del tomate.



Las manchas tienen un color amarillo intenso y pueden secarse (Ibíd.)

Durante el ciclo del cultivo no se encontró incidencia de enfermedades, ya que se hizo un manejo adecuado del cultivo tanto en lo laboral como en lo técnico.



CAPÍTULO 4

4.1 Conclusiones.

El principal aporte de la investigación fue la construcción de un documento que contuviera información relevante acerca del estudio del desarrollo del tomate, el paso a paso de los puntos a los cuales hay que poner atención cuando se trata del tomate. Una de las conclusiones obtenidas es que el presente estudio podrá ser referente para los futuros estudiantes aquí encontraran la base teórica que se deben seguir y saber si las acciones que se están realizando dentro del invernadero están siendo correctas. Para que los pequeños productores aumenten la producción de tomate y disminuya el riesgo de enfermedades que genere un coste extra a lo presupuestado. El productor al tener un tomate de valor podrá otras opciones para mercadeo. No solo regional o nacionalmente ya que en la producción de tomate bajo invernadero se pueden controlar las variables restrictivas, así como el uso y aplicación de agroquímicos de forma que se podrán abrir las puertas a los permisos y certificaciones que le permitan exportar internacionalmente. De esta proyecto teórico-practico sale información que podrá ser utilizado y aplicado por productores agrícolas a cielo abierto ya que se han identificado puntos críticos de control y riesgos que de prevenirse en tiempo y forma podrían disminuir los gasto, al menos podrían tener un presupuesto de producción establecido. La suma de todo esto resultará en la innovación y modernización del campo, reducción de costos, incluso la creación de empleos directos si se adoptan las buenas



prácticas descritas en este proyecto, así como la innovación en producción en condiciones de invernadero



BIBLIOGRAFIA.

- Sánchez, 2003. Comportamiento y caracterización de diferentes genotipos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), extrafirmes de hábito indeterminado. Memoria del X Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas. Chapingo, México, Pp 20.
- Edmond J., Senn T. & Andrews E. (1984). Principios de Horticultura. México: Editorial Continental.
- Chávez, H. & Macías, A. (2014). Vulnerabilidad alimentaria y política agroalimentaria en México. Desacatos. Revista de Antropología Social, 25, 47-78.
- Centeno G. (1986). El cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) y su mejoramiento genético (Tesis de Licenciatura). UAAAN Buena Vista, Saltillo, Coahuila, México.
- Valadez L. (1994). Producción de Hortalizas. México: Limusa/ Noriega Editores.
- Fornaris, G. J. (s/f). *CARACTERÍSTICAS DE LA PLANTA*. Upr.edu. Recuperado el 7 de marzo de 2024, de <https://www.upr.edu/eea/wp-content/uploads/sites/17/2016/03/TOMATE-Character%C3%ADsticas-de-la-Planta-v2007.pdf>
- Gobierno de México (2016). El tutorado de las plantas: Creciendo de manera vertical y óptima. Recuperado el 7 de marzo de 2024, de <https://www.gob.mx/siap/articulos/el-tutorado-de-las-plantas-creciendo-de-manera-vertical-y-optima>
- Infoagro (2000). El cultivo del tomate. Recuperado el 7 de marzo de 2024, de https://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_del_tomate_parte_i.asp
- Chamorro J. 2001. Anatomía y fisiología de la planta en el cultivo del tomate. Editorial; Mundi-prensa. Madrid, España. pp. 43.
- Cotter, D. J., and Gómez, R. E. 1981 Cooperative extension service. 400 H11 pp. 4. U. New México, USA.



FAO. 2000. <http://www.fao.org.m>

Garza U.E y A. Rivas M. 2003. Manejo integrado de las plagas del chile y jitomate en la zona media de San Luis Potosí. INIFAP (Instituto Nacional De Investigaciones, Forestales, Agrícolas y pecuarias. Centro de Investigación Regional del Noreste (CIRNE), Campo Experimental Ebano. En folleto técnico para productores Núm. 5. San Luis potosí, México. pp. 12-20 y 21-28.

González, P. M. 2007. El cultivo del tomate en invernadero en Durango. Campo Experimental Valle del Guadiana.

Grande, 2003. Desventajas de la producción en ambiente controlado

Hernández G., L. Lesur., O. Ortega.2006.Manual del cultivo del tomate “una guía paso a paso”. Editorial trillas, s, a de c, v. México Df. pp. 10-12, 15, 16, 45, 57.

INIFAP, 2011. <http://www.inifap-durango.gob.mx/page11.html>.

Jaramillo N et al 2006. (Boletín técnico 21). V. P. Rodríguez, M. Guzmán A. M.A.Zapata

Jenson, 2001. Como alternativa a la producción a campo abierto.

Magan, C. 2002. Sistemas de cultivo en sustrato: a solución perdida y con recirculación del lixiviado. Cultivos sin suelo II. Curso superior de especialización. Estación experimental de palmerillas-Caja Rural de Armería, España. pp.173.

Martínez, G. M.A. 2002. Producción de jitomate con fertirrigación en la zona media de San Luis Potosí. INIFAP (Instituto Nacional De Investigaciones, Forestales, Agrícolas y pecuarias. Centro de Investigación Regional del Noreste (CIRNE), Campo Experimental Palma de la Cruz. En: Folleto Técnico Núm. 34. San Luis Potosí, México. pp. 3

Nieves, G. M^a. 2003. Sistema de producción de cultivos hidropónicos. Buenavista, Saltillo, Coah. (Nov. 2003).



- Nuño, M.R. 2007. Manual de producción de tomate rojo bajo condiciones de Invernadero para el valle de Mexicali, baja california. [En línea]. <http://www.sefoa.gob.mx/sistema/docs/TomateInvernadero.pdf>.
- Serrano, C.Z.2005. Construcción de invernaderos. Editorial: Mundi-prensa. 3a Edición. Madrid, España. pp.37, 41-46. Generalidades de los invernaderos
- SIAP 2007. <http://www.siap.sagarpa.gob.mx>.
- Anaya, R. S. 1999. Hortalizas plagas y enfermedades. Editorial; trillas. Méxicodf.pp.129.
- Sánchez,l. A ;2003 comportamiento y caracterización de diferentes genotipos de tomate licopéxico es culetum 1000 examen de hábito indeterminado memoria del X Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas Chapingo, México. Pp. 20
- INEGI 2001 Instituto Nacional de Estadística Geografía e informática) Banco de Información Electrónica.México.DF internet <http://inegi.gob.mx>
- FAO 2001 nom 037 FITO; citado el día 10 de enero del 2012 por Víctor Manuel Alcocer Duarte. Fisher K.,J 1977 competition effect in fruit trusses of tomato. Scienciehorticulture.Pp 37-42