

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA



**Respuesta de Cinco Genotipos de Tomate (*Lycopersicon esculentum*
Mill) Tipo Bola, Extrafirmes, de Hábito Indeterminado, en
Condiciones de Macrotúnel.**

POR:

GILBERTO CESAR REYES SANTIAGO

TESIS

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

Ingeniero Agrónomo en Horticultura

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Febrero de 2009

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"**

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

**Respuesta de Cinco Genotipos de Tomate (*Lycopersicon esculentum*
Mill) Tipo Bola, Extrafirmes, de Hábito Indeterminado, en
Condiciones de Macrotunel.**


TESIS

PRESENTADO POR:

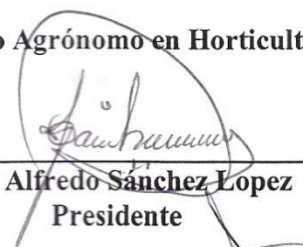
GILBERTO CESAR REYES SANTIAGO

**Que Somete a Consideración del H. Jurado Examinador, Como
Requisito Parcial Para Obtener El Título De:**

Ingeniero Agrónomo en Horticultura



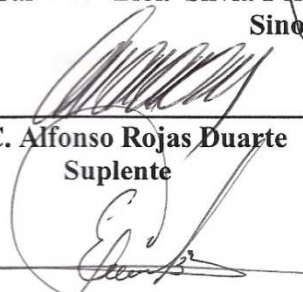
**M.C. Emilio Padrón Corral
Sinodal**



**M.C. Alfredo Sánchez Lopez
Presidente**



**Biol. Silvia Pérez Cuellar
Sinodal**



**M.C. Alfonso Rojas Duarte
Suplente**

**Dr. Mario Ernesto Vásquez Badillo
Coordinador de la División de Agronomía**

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Febrero de 2009.

DEDICATORIA.

A mis padres.

A quienes me han heredado el tesoro más valioso que puede dársele a un hijo: amor. A quienes sin escatimar esfuerzo alguno, han sacrificado gran parte de su vida para formarme y educarme. A quienes la ilusión de su vida ha sido convertirme en persona de provecho. A quienes nunca podré pagar todos sus desvelos ni aún con las riquezas más grandes del mundo. Por esto y más... Gracias.

A ti padre.

Sr. Clemente Reyes Tapia, sabiendo que jamás existirá una forma de agradecer una vida de lucha, sacrificio y esfuerzo constantes, sólo deseo que entiendas que el logro mío, es el logro tuyo, que mi esfuerzo es inspirado en ti, y que mi único ideal eres tú.

A ti madre.

Sra. Margarita Santiago Tapia, porque eres de esa clase de personas que todo lo comprenden y dan lo mejor de si mismos sin esperar nada a cambio... porque sabes escuchar y brindar ayuda cuando es necesario... porque te has ganado el cariño, admiración y respeto de todo el que te conoce. Pero sobre todo gracias por ser mi madre.

A mis hermanos.

Para ti Dr. Alex Tony Reyes Santiago, que antes de ser mi hermano eres mi mejor amigo, por poner siempre el ejemplo, por ser el intelectual de la familia, por tus ideales, por estar siempre primero y sé que contaré siempre contigo gracias hermano. Flor María Reyes Santiago, la consentida y pesadilla de la casa, la que nos voltea de cabeza, para ti hermanita linda y chula.

A mis abuelitos.

Vicente Santiago Silva, Juana Tapia Hernández, Aurelia Tapia

A mis tíos y tías.

Otilio R., Juana L., Tomas R, Rosa B., Silvia S., Guadalupe S., Clara S., Francico T., Isaías S., Juan S. Por el cariño que siempre me brindan.

A mis primos y primas.

Fabián Reyes y su esposa Rosalba Reyes, Patricia Reyes y esposo Luis Silva, Noemí; y a mis demás primos y primas quisiera nombrarlos a cada uno de ustedes pero son mucho; pero eso no quiere decir que no me acuerde de cada uno de ustedes.

Mis sobrinos.

Fabián, Alex Jesús y Eduardo, se los dedico y espero que sigan este camino, es largo pero no imposible, con mucho cariño para ustedes.

*A ti **DALIA**, niña bonita gracias por aparecer en mi vida y por todos los momentos felices que pasamos, por las desveladas que te daba, gracias por darme pista niña preciosa. Solo quiero darte las gracias por todo el apoyo que me has dado para continuar y seguir por mi camino, gracias por estar conmigo y recuerda que eres muy importante para mi. Y si algún día me dicen que te olvide, les diré que no puedo y si preguntan ¿por que? Simple mente diré: ¡por que te quiero!*

A mis amigos.

A todos mis amigos Marcelino, Fausto, Jorge Humberto (el primo), Fernando (chilango), Josué, Fidel Ismael, Salvador (guacho), Pedro Cesar (voys) Abdiel, Eligio (viejo), Abelardo, Blanca, Bernardo, Ign. Estela, Antonio (soruyo), Adrian, Emanuel (tori), Slléfy, Guadalupe, Alicia, Ing. Pompeyo, Ing. Rosina, a mis carnales Castor Hernández y Juan Manuel son los mejores amigos que dios me ha dado, gracias por aguantarme en todos los convevios que hemos pasado, pero sobre todo, por todas la barbaridades y pensándolo bien por los buenos y malos ratos de la Universidad.

*A todos mis amigos pasados y presentes; a los primeros por ayudarme a crecer y madurar como persona y a los segundos por estar siempre conmigo apoyándome en todo las circunstancias posibles, también son parte de esta alegría, **LOS RECUERDO.***

AGRADECIMIENTO.

Adiós.

Definitivamente, Dios, mi Señor, mi Guía, mi Proveedor, mi Fin Último; sabes lo esencial que has sido en mi posición firme de alcanzar esta meta, esta alegría, que si pudiera hacerla material, la hiciera para entregártela, pero a través de esta meta, podré siempre de tu mano alcanzar otras que espero sean para tu Gloria.

M.C. Alfredo Sánchez López

Dedico el presente agradecimiento al apoyo brindado durante estos años de estudio y como un reconocimiento de gratitud al haber finalizado esta carrera. No es fácil llegar, se necesita ahínco, lucha y deseo, pero sobre todo apoyo como el que he recibido durante este tiempo. Ahora más que nunca se acredita mi cariño, admiración y respeto hacia usted.

M.C. Emilio Padrón Corral.

Por su buena disposición permanente e incondicional en aclarar mis dudas y por sus substanciales sugerencias para interpretación estadística de esta investigación y además por su amistad.

Biol. Silvia Pérez Cuellar.

Porque gracias a su cariño, guía, apoyo he llegado a realizar uno de mis anhelos más grandes de mi vida, fruto del inmenso apoyo, amor y confianza que en mi depositó y con los cuales he logrado terminar mis estudios profesionales que constituyen el legado más grande que pudiera recibir y por lo cual le viviré eternamente agradecido.

A la familia Carranza Vásquez, Sr. Arsenio, Sra. Martha, la niña Melisa, mi amigo Jassiel y su Sra. Laura, gracias, los bebés de la casa Donoban y Quetzal, por abrirme las puertas de su casa y de su corazón, que sin conocer mi procedencia me dieron confianza y amistad, gracias por el cariño que me han brindado.

INDICE DE CONTENIDO

	Pág
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO.....	VI
INDICE DE CONTENIDO.....	VII
INDICE DE CUADROS.....	XI
INDICE DE FIGURAS.....	XII
RESUMEN.....	XIII
I. INTRODUCCION.....	1
Objetivo general.....	3
Objetivos específicos.....	3
Hipótesis.....	4
II. REVISION DE LITERATURA.....	5
2.1. Importancia del cultivo y aspecto agronómico.	5
2.2. Importancia de la agricultura protegida.....	5
2.2.1. Tipos de estructuras.....	7
2.2.2. Estructuras de invernaderos y cubiertas de protección.....	9
2.2.3. Transmisión de la radiación.....	10
2.3. Condiciones agroclimáticas de México y la horticultura protegida...	13
2.4. La producción de hortalizas bajo invernadero en México.....	14
2.4. 1. Radiación solar.....	15
2.4.2. Temperatura.....	16
2.4.3. Humedad relativa.....	18
2.5. Gestión del clima en agricultura de ambiente controlado.....	19
2.5.1 Radiación.....	19

2.5.2. Temperatura.....	20
2.5.3. Métodos y estrategias para adecuar las temperaturas subóptimas.....	21
2.5.4. Métodos y estrategias para mejorar las altas temperaturas.....	22
2.5.5. Blanqueado o encalado de plásticos.....	23
2.6. Manejo del cultivo del tomate en agricultura de ambiente controlado.....	23
2.6.1. Elección de material genético.....	24
2.6.2. Marcos de plantación.....	25
2.6.3. Soluciones nutritivas.....	26
2.7. Efecto de la poda en el rendimiento.....	28
2.8. Incidencia de enfermedades con la práctica de la poda.....	29
2.9. Efectos de la densidad y poda con relación al rendimiento de tomate.....	30
2.10. Interacción Podas contra genotipo.....	31
2.11. Interacción Densidad, Genotipo y Poda.....	32
2.12. Efectos de los sistemas de podas.....	33
2.13. Respuesta de los diferentes sistemas de podas con respecto a calidad Comercial.....	36
2.14. Material genético en proceso de mejoramiento (Líneas segregates)	37
2.15. Tomates con larga vida de anaquel.....	40
2.16. Estudio de correlaciones.....	41
III. MATERIALES Y METODOS.....	43
3.1. Descripción del área de estudio.....	43
3.1.1. Localización geográfica.....	43
3.1.2. Clima.....	44

3.1.3. Agricultura.....	44
3.2. Establecimiento del experimento.....	44
3.3. Siembra.....	44
3.4. Descripción del material vegetativo.....	45
3.4.1. Descripción del TSAN 10001.....	45
3.4.2. Descripción del TSAN 10002.....	45
3.4.3. Descripción del TSAN 10003.....	46
3.4.4. Descripción del TSAN 10004.....	46
3.4.5. Descripción de Imperial.	47
3.5. Establecimiento de los tratamientos.....	47
3.5.1. Preparación del suelo.....	48
3.5.2. Colocación de cintilla de riego y acolchado.....	48
3.5.3. Trasplante.....	48
3.6. Inicio de la poda.....	48
3.7. Poda.....	49
3.7.1. Poda de horquetas hacia abajo (Poda de sanidad).....	50
3.7.2. Poda a dos tallos.....	50
3.8. Diseño y modelo estadístico.....	51
3.8.1. Análisis estadístico.....	51
3.9. Sistema de conducción.....	51
3.10. Fertirrigacion.....	52
3.11. Control de malezas.....	52
3.12. Manejo fitosanitario.....	53
3.13. Cosecha.....	53
3.14. Variables evaluadas.....	54

3.14.1. Rendimiento Total en ton/ha (V1).....	54
3.14.2. Rendimiento Comercial en ton/ha (V2).....	54
3.14.3. Rendimiento mercado de Exportación en ton/ha para (frutos grandes, medianos y chicos)(V3).....	54
3.14.4. Rendimiento para mercado Nacional en ton/ha para (frutos grandes, medianos y chicos)(V4).....	54
3.14.5. Rendimiento Rezaga en ton/ha (V5).....	55
3.15. Análisis de correlación múltiple.....	55
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	56
4.1. Rendimiento Total en toneladas por hectárea (V1).....	56
4.2. Rendimiento Comercial en toneladas por hectárea (V2).....	58
4.3. Rendimiento de Exportación en toneladas por hectárea (frutos grandes, medianos y chicos) (V3).....	61
4.4. Rendimiento para mercado Nacional en toneladas por hectárea (frutos grandes, medianos y chicos) (V4).....	65
4.5. Rendimientos toneladas por hectárea para Rezaga (V5).....	68
4.6. Rendimiento promedio total en los diferentes genotipos.....	70
4.7. Análisis de correlación múltiples para las diferentes variables de respuesta para los diferentes genotipos evaluados.....	71
V. CONCLUSIONES.....	75
VI. LITERATURA CITADA.....	77
VII. APÉNDICE.....	84

INDICE DE CUADROS

Pág

1	Medias para evaluación del rendimiento Total en ton/ha, para el factor genotipo bajo condiciones de macrotúnel.....	57
2	Medias para evaluación del rendimiento Comercial en ton/ha, para el factor genotipo bajo condiciones de macrotúnel.....	58
3	Medias para evaluación del rendimiento Comercial en ton/ha para la interacción genotipo *poda inferior bajo condiciones de macrotúnel.....	60
4	Medias para evaluación del rendimiento Comercial en ton/ha, para la interacción genotipo *poda superior bajo condiciones de macrotúnel.....	60
5	Medias para la evaluación del rendimiento para el mercado de Exportación en ton/ha, para el factor genotipo bajo condiciones de macrotúnel.....	62
6	Medias para evaluación del rendimiento hacia el mercado de Exportación en ton/ha. Interacción genotipo * poda inferior bajo condiciones de macrotúnel.....	63
7	Medias para evaluación del rendimiento en mercado de Exportación en ton/ha, para la interacción genotipo * poda superior bajo condiciones de macrotúnel.....	64
8	Medias para evaluación del rendimiento hacia mercado Nacional en ton/ha, para el factor genotipo bajo condiciones de macrotúnel.....	65
9	Medias para evaluación del rendimiento hacia el mercado Nacional en ton/ha, para la interacción genotipo * poda inferior bajo condiciones de macrotúnel.....	66
10	Medias para evaluación del rendimiento hacia el mercado Nacional en ton/ha, para la interacción genotipo *poda superior bajo condiciones de macrotúnel.....	67
11	Medias para evaluación del rendimiento Rezaga en ton/ha, para el factor genotipo bajo condiciones de macrotúnel.....	69
12	Análisis de correlación múltiple para las variables de respuesta que presentaron significancia.....	74

INDICE DE FIGURAS

	Pág
1 Límites territoriales del municipio de Cosío Aguascalientes.....	43
2 Rendimiento Total expresado en ton/ha, de los diferentes genotipos de tomate bola de hábito indeterminado, extrafirme...	57
3 Rendimiento Comercial expresado en ton/ha, de los diferentes genotipos de tomate bola de hábito indeterminado, extrafirme...	59
4 Rendimiento Comercial expresado en ton/ha, de los diferentes genotipos de tomate bola de hábito indeterminado, extrafirme, en dos sistemas de poda.....	61
5 Rendimiento para mercado de Exportación expresado en ton/ha, de los diferentes genotipos de tomate bola de hábito indeterminado, extrafirme.....	62
6 Rendimiento para mercado de Exportación expresado en ton/ha, de los diferentes genotipos de tomate bola de hábito indeterminado, extrafirme, en dos sistemas de podas.....	64
7 Rendimiento para mercado de Nacional expresado en ton/ha, de los diferentes genotipos de tomate bola de hábito indeterminado, extrafirme.....	66
8 Rendimiento para mercado Nacional expresado en ton/ha, de los diferentes genotipos de tomate bola de hábito indeterminado, extrafirme, en dos sistemas de podas.....	67
9 Rendimiento Rezaga expresado en ton/ha, de los diferentes genotipos de tomate bola de hábito indeterminado, extrafirme...	70
10 Rendimiento promedio expresado en tonelada por hectárea de los diferentes genotipos de tomate bola de hábito indeterminado, extrafirme, para Exportación Nacional y Rezaga.....	71

RESUMEN

En la presente Investigación que se llevó a cabo en el Rancho el Potrerito ubicado en el municipio de Cosiío, Aguascalientes, propiedad del Sr. Rigoberto Macías, que se localiza al norte del estado, con las coordenadas 102°18' longitud oeste y 22°22' latitud norte, a una altura de 2,000 m.s.n.m. Limita al norte con el estado de Zacatecas; al sur con el municipio de Rincón de Romos y tanto al oriente como al poniente con el estado de Zacatecas.

El objetivo fue evaluar el rendimiento, calidad de frutos de genotipos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), bola tipo *Beef* establecidos bajo las condiciones de macrotúnel con diferentes tipos de podas; poda de la bifurcación hacia abajo y poda a dos tallos. En base a lo anterior se utilizaron 5 genotipos de hábito indeterminado denominados **TSAN-10003**, **TSAN-10004**, **TSAN-10002**, **TSAN-10001** e **Imperial**. Por lo cual en la investigación se realizó una elección de tamaños grandes, medianos y chicos y de Rezagas para los diferentes mercados Exportación y Nacional, en un diseño estadístico completamente al azar con arreglo factorial A x B con cuatro repeticiones, donde el factor A fueron los genotipos y el factor B fueron las podas. El manejo agronómico fue in situ, en camas, acolchado bicolor con un calibre 120 y un sistema de riego con cintilla para fertirrigación T-Tape del calibre 5000. Para el factor **A** (genotipos) en rendimientos totales, fue altamente significativa presentando los rendimientos más altos el genotipo **TSAN-10003**, con 74.71 ton/ha, seguido por **TSAN-10002**, con 62.82 ton/ha, y el genotipo **TSAN-10004**, mostró rendimientos de 60.82 ton/ha y por último los genotipos **Imperial** y **TSAN-10001** con rendimientos de 58.35 ton/ha y 47.25 ton/ha respectivamente. Para el factor **B** (podas) no se encontró significancia alguna. Para mercado de Exportación

estadísticamente no se encontró significancia para el factor **A** (genotipos), pero cabe mencionar que agronómicamente el mejor genotipo fue el **TSAN -10004** con un rendimiento de 34.31 ton/ha para frutos grandes medianos y chicos, y en mercado Nacional el mejor fue el **TSAN -10003**, con un rendimiento de 25.46 ton/ha para frutos grande, medianos y chicos.

El análisis de correlaciones para aquellas variables de importancia tales como, rendimiento en ton/ha Totales (V1), manifiesta una correlación con rendimiento Comercial (V2), rendimiento para Exportación y Nacional, para tamaño de fruto grande, mediano y chico, donde esta directamente relacionado con rendimiento Comercial y Rezaga.

Palabras clave: Genotipo, Extrafirmes, Macrotúnel, Poda, Calidad, In Situ

I. INTRODUCCION

El tomate es la hortaliza de mayor importancia económica para México y para algunos países. Sin embargo, anualmente se tienen considerables pérdidas debido a fenómenos meteorológicos, plagas y enfermedades que devastan el cultivo provocando disminución y mala calidad de la cosecha. La tendencia actual de producción de tomate es realizada bajo agricultura protegida; siendo objetivo principal producir bajo estructuras, estableciendo especies que se adapten y que tengan un buen potencial genético; otras de las cualidades que ofrece es: cultivar a las plantas de tomate en condiciones favorables para conseguir su máximo crecimiento. En México, el crecimiento de esta modalidad de producción ha crecido de manera muy importante, ya que mientras en 1999 se tenían en producción 721 has, para el año 2008, la extensión se incrementó a 9,068 has. Principalmente los sistemas de agricultura protegida se utilizan en: Sinaloa, Baja California, algunos estados del centro, el Bajío y Jalisco, así como en Chiapas y Querétaro para la producción de flores.

Los impactos en términos de rendimiento son muy elocuentes; en tomate se obtienen en campo abierto 40 ton/ha, a campo abierto con fertirrigación 120 ton; es decir cuatro veces más, sin embargo malla sombra la producción se incrementa a 160 ton/ha; lo que representa, cuatro veces más que un cultivo a la intemperie. Si esta misma producción se realiza en invernaderos con tecnología moderada, la producción de tomate será de 350 ton/ha (ocho veces más) y en invernaderos con alta tecnología la producción será de 500 ton/ha.

Por lo anterior se ha incrementado rápidamente la producción de tomate bajo las condiciones de agricultura protegida. Las hortalizas que más se producen bajo condiciones de Agricultura Protegida en México son: tomate, pimiento morrón, pepino, cerezas y las berenjenas; productos que ocupan el 80% de la producción total, mientras que el 20% restante corresponde a flores. Sin embargo, se pueden producir una infinidad de cultivos, como: chiles, lechugas, plantas aromáticas, plantas medicinales, huitlacoche, nopales, ejotes, champiñones, etc.

Los rendimientos son variables de acuerdo a la tecnología utilizada y del propio material genético. En el mercado existen materiales tipo bola con larga vida de anaquel, estos han sido modificados por ingeniería genética para suprimir el efecto que tiene el etileno sobre la maduración de las frutas.

El problema más complejo de este cultivo en nuestro país es la Investigación para el desarrollo de nuevos genotipos, el tipo beef es un nuevo material superando al tipo bola y saladette, los cuales se han creado por medio de métodos de mejoramiento genético y no por selección natural, como son los híbridos denominados organismos genéticamente modificados (OGM), los cuales pueden ser riesgosos para la salud del ser humano. En cambio los híbridos no transgénicos como es el tipo beef, ofrece altos rendimientos y buenas características como son: color, sabor, extrafirme, y lo más importante larga vida de anaquel. (Sánchez L. A., 2003).

La Agricultura de Ambiente Controlado a nivel Nacional cubre una superficie aproximadamente de 3,780 ha. Destacando principalmente la región de pacífico norte y otras regiones de país, Sin embargo en la región de Aguascalientes donde se pretende incrementar esta modalidad actualmente en el 2008 cuenta con una superficie de agricultura de ambiente controlado aproximadamente de 86 ha. (Sánchez L. A., 2008).

En base a lo antes mencionado se consideró conscientemente realizar esta investigación que nos aporte cuales comportamiento de los diferentes genotipos tipo beef bajo las condiciones de macrotúnel, en el municipio de Cosió, Aguascalientes. En base a lo anterior se plantearon los siguientes objetivos.

Objetivo general

Determinar el comportamiento de los diferentes genotipos de habito indeterminado y semi-determinado, manejado bajo dos sistemas de poda In- situ bajo condiciones de macrotúnel en la región de Cosió Aguascalientes.

Objetivos específicos

- Estudiar la interacción de genotipo poda bajo, condiciones semi-controladas en rendimiento y calidad de fruto en toneladas por hectárea.
- Observar la estabilidad de los genotipos en cuanto a rendimiento de fruto para Exportación, Nacional y no Comercial bajo las condiciones establecidas
- Estimar los efectos de la poda, rendimiento y calidad con respecto a la correlación y sus efectos existentes, para los diferentes genotipos bajo condiciones de macrotúnel.

Hipótesis

Los genotipos **TSAN**, establecidos bajo la modalidad de macrotúnel, tendrán diferente comportamiento comparado con el testigo Comercial (Imperial).

El testigo comercial **Imperial** superará a los **TSAN**, al ser manejados con dos sistemas de poda bajo condiciones de macrotúnel.

Los dos sistemas de podas aportaran mayor o menor calidad bajo las condiciones de macrotúnel y, el manejo agronómico en el que fueron sometidos para su evaluación.

Existirá una correlación positiva de los diferentes genotipos con el testigo comercial, con respecto a rendimiento y calidad de frutos comerciales y no comerciales.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. Importancia del cultivo y comportamiento agronómico

Nuez, (1999). En la actualidad el tomate ha adquirido importancia económica en todo el mundo, es considerada como la más importante en numerosos países y su popularidad aumenta constantemente.

FAO, (2005). El cultivo del tomate en México ha generado un alto nivel de divisas; ya que la producción total Nacional en el 2005 fue de 3,675 toneladas, de las cuales 282,720 toneladas fueron para Exportación, para mercado Nacional se destinaron 3, 392, 640 toneladas.

Sánchez L. A., (2007). México tiene mucho que hacer en el campo de la investigación, la capacitación de los productores, la transferencia y vinculación de tecnología para este cultivo, sin embargo, en lo que respecta a organización de los productores para poder realizar una comercialización más dinámica y eficaz. De no cumplirse las actividades antes mencionadas, será difícil lograr la penetración constante de nuestro producto a otros mercados potenciales.

2.2. Importancia de la agricultura protegida

AMPHI, (2005). De acuerdo a las cifras establecidas en 1990 existía una superficie cubierta con malla sombra de 25 ha; para el año de 1999, 300 ha; en el año 2001, 450 ha; para el año 2004, 1,272 ha y para el 2005 la cantidad de superficie cubierta con malla sombra ascendió a 1,600 ha; mientras que para los invernaderos en el año 2005 alcanzó una superficie cubierta de 1,504 ha; la tendencia muestra que

se incrementa la superficie de invernaderos con cubierta de plástico, lo que para las casas sombras se incrementan a largo plazo desplazando a los invernaderos.

SIAP, (2007). En el país la superficie agrícola es del orden de los 16 millones de ha; (promedio 2000 - 2006) de las cuales 72.7 mil ha, corresponden a tomate que representa el 0.45% de la superficie agrícola Nacional, sin embargo esta actividad contribuye con el 8.5% del valor de la producción agrícola.

FIRA, (2007). La superficie dedicada al cultivo de tomate en el país representa menos del 1% del total y ha tenido muy pocas variaciones en este periodo, manteniéndose entre el 67 y 76 mil ha, el valor de la producción es más fluctuante movido por las variaciones en el precio del tomate.

CAADES, (2007). La construcción de invernadero y malla sombra en Sinaloa han tenido un incremento agresivo, la superficie se ha multiplicado por 4.5 veces entre 2003 y 2007, con un incremento de la TMAC de 59%, en promedio comprendió entre 1999 y 2007.

CAADES, (2007). Actualmente la superficie con agricultura protegida en Sinaloa es de 2058 ha, las cuales corresponden 1399 ha a malla sombra (68%) y a invernadero 659 ha (32%).

CAADES, (2007). Los principales cultivos hortícolas que se establecen bajo cubierta (temporada 2006 - 2007) fueron tomates en sus diferentes tipos (45%) chiles bell peper (32%) y pepinos (23%) que en conjunto representan el 99.5 % de la superficie total bajo cubierta.

Sánchez, L. A., (2008) citado por Ontiveros (2008). En comunicación personal menciona que a partir del 2006 se inicio un fuerte crecimiento en la región del Altiplano Potosino en la evaluación de agricultura protegida desarrollándose un mayor impulso, ya que entre los municipios: Charcas, Villa de Santo Domingo,

Moctezuma, Villa de Arista, Guadalcazar, Villa de Guadalupe, Matehuala, Cedral, Vanegas entre otros. Comprenden una superficie de agricultura protegida de 333 ha aproximadamente, estableciendo cultivos como: tomate, chile, pepino; lo que corresponde al 48.9% a malla sombra y el 51% a invernaderos, ambos de tecnología intermedia.

2.2.1. Tipos de estructuras

Muños R. J. J. y Median G. G. (2004). En la producción de cultivos hortícolas en ambientes controlados, es importante definir el tipo de estructura que mejor conviene usar bajo unas condiciones ambientales y para ciertas posibilidades económicas. Los parámetros a considerar son los siguientes:

1. El tipo de cultivo, además de la producción y calidad requeridas.
 - a. Destino del mercado y demandas en calidad, cantidad, forma y tiempo de entrega.

2. Estudios de la zona, incluidos análisis de las condiciones físicas y composición química del suelo, información climática detallada incluyendo temperaturas máximas, mínimas y promedio a nivel horario. Esta información solo se consigue de estaciones climáticas computarizadas e incluye: humedad relativa a las 10:00 AM y a las 5:00 PM, velocidad y dirección del viento, niveles y cantidad de radiación horaria y su distribución mensual, distribución mensual de lluvias, así como los eventos de máxima precipitación (mm/h), cantidad y peso de nevadas granizo y otros fenómenos extraños de la naturaleza como remolinos y descargas eléctricas entre otros.

3. Definición de la zona, que influye: examen topográfico y nivel apropiado, desagüe, declive de la tierra y dirección de la plantación de acuerdo a los ángulos de radiación.

4. Elección del modelo de invernadero y sus accesorios apropiados, según las demandas individuales, más una sala de empaque, servicios centrales, rutas de acceso y sistemas de control computarizado.

5. Estudio económico de las ventajas y definición de fuentes de financiamiento.

Algunos puntos que sirven de guía al momento de elegir la estructura son:

1. Funcional y fácil de operar, conviene ver las que ya están instaladas.

2. Que permita cultivar varias especies, sin o con modificaciones ligeras.

3. Que sea lo suficientemente robusta para soportar condiciones climáticas extremas (vientos, nieve, granizo) y para soportar el peso de las plantas y demás elementos internos.

4. Que tenga máxima durabilidad.

5. Que la cobertura sea fácil de cambiar y de fácil mantenimiento.

Existen diferentes tipos de estructuras protegidas según los elementos que se consideran para su clasificación.

2.2.2. Estructuras de invernaderos y cubiertas de protección

Navarro, (1999). El tipo de estructura a instalar casi siempre está asociada a la rentabilidad del cultivo a establecer.

Castilla, (2003). El agricultor con la horticultura protegida persigue una mayor rentabilidad. Entonces, el mejor diseño debe ser el resultado de un compromiso entre los requerimientos técnicos de los cultivos, algunos de ellos como la calefacción a veces se contraponen, para obtener la mayor utilidad.

Molina, (1999), los plásticos han permitido convertir tierras aparentemente improductivas en explotaciones agrícolas de última generación. El ejemplo más evidente es la provincia de Almería, España, que ha logrado pasar de una agricultura de subsistencia a una agricultura empresarial.

Costa y Heuvelink, (2000). Hoy en día, a nivel mundial, es el área con la mayor concentración de invernaderos. Algunos gobiernos han considerado como modelo de desarrollo agrícola a implementar en otros países.

Gary y Baille, (1999). Los invernaderos definidos desde el punto de vista de los materiales de cubierta, se conciben como un sistema semicerrado, donde hay intercambio con la atmósfera del exterior. Básicamente, un invernadero puede ser considerado como un colector solar “físico” el cual contiene muchos otros colectores “biológicos” pequeños (las hojas de las plantas). Las condiciones creadas por el colector físico que viene siendo el material de cerramiento, tienen que ser las más apropiadas para el crecimiento y desarrollo de los colectores biológicos pequeños.

Benencia, *et al.*, (1997). Con la utilización de estructuras protegidas el sistema de producción es muy dinámico y el potencial de rendimiento es elevado, lo cual exige entender los procesos fisiológicos y optimizar los factores ambientales,

por lo que el productor requiere de un soporte técnico calificado. Actualmente los avances tecnológicos en la elaboración de materiales para cubiertas de estructuras protegidas a base de polímeros y otros, ha tenido grandes avances.

Sánchez, L.A. 2008. En México se han generado una diversidad de cambios en la agricultura de ambiente controlado (AAC) por la variación del cambio climático, así como la diversificación de cultivos convencionales, orgánicos, exóticos, y mini hortalizas por concepto de manejo de técnicas patrones de los cultivos, material genético, cambio de cultura en el mercado, y el propio consumidor. Actualmente el agricultor tiene como objetivo producir calidad e inocuidad en poscosecha de sus productos, dada la importancia y evolución de conocimientos de técnicas de protección más económicas y efectivas como con el caso de malla sombra, macrotúnel, e invernaderos de tecnología intermedia teniendo resultados halagadores en sus productos a más bajo costo, que los de alta tecnología.

2.2.3. Transmisión de la radiación

Heuvelink, (2002). Los altos niveles de radiación y temperaturas durante el invierno respecto a los de Holanda, el bajo uso de energía, los bajos costos de producción y las empresas de carácter familiar son los puntos de fuertes de los invernaderos de la providencia de Almería. Mientras que algunos de los puntos débiles son el alto uso de pesticidas, insuficientes prácticas de manejo de plagas y la difícil tarea de organización de las mini empresas.

Goldberg, *et al.*, (1996) menciona algunos aspectos de interés sobre la transición de la radiación solar a través de la cubierta, ya que esta influye tanto en el balance energético del invernadero como en la actividad fotosintética del cultivo. El

material de cobertura provoca una reducción en la intensidad de la radiación y una modificación en la distribución espectral. Esta reducción depende principalmente del material utilizado como cobertura y también de los materiales utilizados en la estructura. El material de recubrimiento tiene que favorecer la entrada de la radiación solar incidente y al mismo tiempo limitar, especialmente en horas nocturnas, la pérdida de la energía técnica acumulada.

Alpi y Togniioni, (1991). Es importante establecer para cada material la transparencia a la radiación fotosintéticamente activa y al infrarrojo, así como poder inferir su comportamiento a lo largo del tiempo, al ser expuesto a las condiciones ambientales características del lugar y al manejo del cultivo.

Rosemberg, *et al.*, (1983). El material de la cubierta del macrotúnel modifica la cantidad y la calidad de la radiación, e influye sobre el balance de energía. Por lo tanto, influye en el microclima que se genera en el interior y con ello en la respuesta de los cultivos. Los procesos fisiológicos de la planta son influenciados por la longitud de onda comprendida entre 300nm-100µm, rango que incluye a la radiación ultravioleta (UV), fotosintéticamente activa (PAR) e infrarroja (IR). Las plantas absorben, transmiten y reflejan la radiación en diferentes proporciones para las distintas longitudes de onda. En el caso de la radiación PAR (400-700 nm) el espectro de absorción de las hojas es del 90% de la radiación incidente, en tanto para el infrarrojo cercano (700-3000 nm) transmite casi la totalidad de la radiación, para reducir el calor almacenado producido por las longitudes de onda que no se utilizan en las fotosíntesis. No obstante, en el infrarrojo lejano las hojas tiene la habilidad para absorber importantes cantidades y por lo tanto para emitir las facilitando la eliminación del exceso de calor. La producción de materia seca de los cultivos está directamente relacionada con la cantidad de

radiación interceptada por estos. De ahí, que la transmisibilidad del material de cubierta es una propiedad importante. La radiación depende de la longitud de onda.

Clasificación de la radiación solar en función de la longitud de onda.

UV	Visible	IR cercano	IR lejano	PAR	Solar total
300-380nm	380-760nm	760-2500nm	2500-40000nm	400-700nm	300-2500nm

Consiste en cuantificar la ganancia y la pérdida de la radiación en un sitio. En las estructuras, la radiación solar incide sobre la cubierta, y una fracción de la radiación es reflejada transmitida y absorbida.

La radiación transmitida resulta ser de mayor interés porque es la disponible para su uso por las plantas en el interior del invernadero, la radiación transmitida incluye la radiación directa y difusa de onda corta y larga. El balance de radiación se expresa en la ecuación 1.

$$R_n = R_{gi} \downarrow + R_{Iwi} \downarrow - R_{gr} \uparrow - R_{Iwi} \uparrow \quad \text{ecuación 1}$$

Donde:

R_n = Radiación neta, (se mide con un radiómetro neto).

$R_{gi} \downarrow$ = Radiación global incidente, (se mide con un piranómetro).

$R_{gr} \uparrow$ = Radiación global reflejada, (se mide con un albedómetro).

$R_{Iwi} \downarrow$ = Radiación de onda larga incidente.

$R_{Iwi} \uparrow$ = Radiación de onda larga reflejada, (la radiación de onda larga incidente y reflejada se mide con radiómetro neto de onda larga).

2.3. Condiciones agroclimáticas de México y la horticultura protegida

Muñoz R. J.J., y Medina G. G. 2004. Ciertamente los invernaderos se han creado para controlar los elementos del ambiente (temperatura, humedad, radiación, etc.) no obstante, mantener bajo control las variables ambientales representa un costo energético en calefacción y/o ventilación que debe ser considerado desde la planeación de la construcción. En la actualidad en la mayoría de los proyectos de horticultura protegida, se considera la información agroclimática a nivel promedio mensual o en el mejor de los casos a nivel decenal o quincenal y excepcionalmente, diario. Sin embargo, cuando se trata de particularizar un microambiente es preciso contar con información horaria para definir de mejor manera los elementos y equipos para conformar las estructuras de invernadero, ya que éstas no actúan a nivel medio mensual o diario, sino en forma dinámica a nivel horario. Por citar algunos de ellos, la gestión del riego, nebulización y calefacción. Desafortunadamente la información agroclimática a nivel horario es escasa y relativamente reciente y cuando está disponible, no está adecuadamente procesada.

La información del ambiente es útil para conformar los elementos de la estructura y para determinar los periodos más convenientes de construcción y mantenimiento. La construcción del invernadero demanda periodos secos. La colocación de la cubierta del invernadero o la reposición de la misma exige periodos sin la presencia de vientos fuertes. La construcción del invernadero en periodo de lluvias y la colocación de la cubierta en periodos con vientos fuertes retrasaban significativamente el proyecto. Los objetivos son:

1. Exponer los diferentes climas de México y cuantificar las superficies que ocupan en el territorio Nacional.

2. Proporcionar información ambiental que permita contrastar las características ambientales de un determinado sitio con respecto a las condiciones ambientales de Almería

3. Presentar información agroclimática máxima y mínima a nivel horario de temperatura, humedad relativa y radiación solar en algunos de los polos de desarrollo de la horticultura protegida en México.

2.4. La producción de hortalizas bajo invernadero en México

Bustamante, 2003. En la industria mexicana de la horticultura protegida se ha venido desarrollando en condiciones muy heterogéneas, con costosos invernaderos de vidrio de muy alta tecnología y altos costos de inversión, con costos de adquisición e instalación de hasta 100 dolls⁻². Así como instalaciones muy económicas, como los denominados bioespacios, o casa sombras, con costos de 4-6 dolls m², en la actualidad se estima que en la superficie de invernaderos, incluidas las casas sombras, son del orden de 3,720 ha. CNPH, 2008 la superficie por estados se presenta, en él se aprecia que los principales estados productores de hortalizas de invernadero son: Sinaloa, Baja California Sur, Baja California Norte Jalisco y Colima. Lo que más llama la atención es que es una industria en franco desarrollo, con una tasa de crecimiento anual sostenida del orden de 33% hasta el año pasado y con un 27% este último año. Tan solo en Sinaloa en el año 2004 se establecieron 130 nuevas hectáreas de horticultura protegida, principalmente casa sombras. Otros estados que en la actualidad presentan una baja superficie, tienen una tasa de crecimiento muy importante, como ocurre con los estados de: Michoacán, Chihuahua, Morelos, Aguascalientes y Guanajuato. Es claro que la gran zona de

desarrollo este en el noreste donde en la actualidad opera el 71% de la horticultura protegida, en las Bajas Californias, Sinaloa y Sonora. Por otro lado, el principal cultivo que se dedica a la producción en invernadero es el tomate en sus diferentes tipos, con el 73% de la superficie, seguido de pimiento y pepino con un 11% cada uno de ellos.

En México a diferencia de España existe una gran diversidad de regiones dispersas en el Territorio Nacional con diferentes climas, altitudes y condiciones meteorológicas contrastantes, en las que se podría producir bajo condiciones protegidas. También hay diferentes desarrollos de infraestructura, distancia frontera, facilidades de mano de obra, apoyo de los gobiernos estatales, disponibilidad de gas natural (más económico que el gas propano), etc. Por ello cada región tiene sus propias demandas de infraestructura. Así por ejemplo las regiones de Sinaloa, las californias y sonora, se están distinguiendo por su crecimiento en casas sombra, dado que las condiciones climáticas les permiten producir en el invierno sin estructuras formales de protección, si no solo mallas anti-insectos e infraestructura de tutoreo y creciendo el cultivo bajo condiciones de suelo, con bajos costos de producción. Sin embargo, estas regiones solo se dedican a producir en la ventana de invierno. Por otro lado, en la región central el país, está creciendo el invernadero multitúnel automatizado, principalmente bajo condiciones hidropónicas.

2.4.1. Radiación solar

La radiación solar es una variable que no se encuentra en las bases de datos de las estaciones agroclimáticas tradicionales. Los observatorios meteorológicos disponen de esta información y la registran mediante radiómetros y posiblemente no

estén debidamente calibrados. Por otro lado estas estaciones generalmente se encuentran ubicadas dentro o bajo la influencia de zonas urbanas. Afortunadamente las nuevas estaciones agroclimáticas computarizadas cuentan con piranómetro, lo que hace posible medir la radiación solar global. Conocer la radiación solar para hacer agricultura bajo invernaderos es de gran importancia ya que permite hacer los balances de energía y determinar los requerimientos de calefacción y enfriamiento del invernadero.

La radiación solar máxima absoluta alcanza los valores de 1-1.2KW/m² en las horas centrales del día de febrero a octubre, mientras que en invierno es en torno a 0.8KW/m². También se puede ver que en junio hay oscilaciones fuera de la tendencia del resto de la información, y principalmente se debe a la presencia de nublados que ocurren durante el verano.

2.4.2. Temperatura

Para mayor claridad de la información se presenta en gráficos de superficie, los cuales presentan isolíneas en rangos de temperatura de 5°C. Las temperaturas máximas absolutas ocasionalmente superan los 35°C, esto llega a ocurrir a finales del mes de mayo en torno a las 16 horas. Desde el punto de vista de manejo de los invernaderos conviene centrar la atención en el rango de temperaturas 30 a 35 °C. La magnitud de estas temperaturas puede aparecer desde mediados de febrero hasta finales de septiembre, las temperaturas que más deben preocupar son aquellas que se presentan en marzo abril y mayo. Estas suelen ocurrir desde las 12 hasta las 19 horas acompañadas con una baja humedad relativa que puede descender de 10-20% y los más altos niveles de radiación. Lo anterior se manifiesta en un bajo déficit de presión

de vapor, lo cual trae consecuencias fisiológicas en el cultivo y los más evidentes son una reducción en el rendimiento, menor tamaño de frutos y la presencia de Blossom end root. Estas condiciones demandan una adecuada gestión del riego de cultivos en sustratos sobre todo en las horas centrales del día.

Por otro lado el descenso de las temperaturas máximas absolutas son en torno a los -2°C , éstas se presentan por cortos periodos apareciendo desde las 3 a las 7 horas en los meses de noviembre a febrero. Para fines de apreciar las necesidades de calefacción centrar la atención en las temperaturas inferiores a 10°C . Noviembre, diciembre, enero y febrero son los meses en los que se demanda cierto grado de calefacción. Estos descensos de temperatura vienen acompañados por una mayor humedad relativa que supera el 80% durante la noche y un descenso de radiación durante el día por debajo de los $0.6\text{KW}/\text{m}^2$. Este tipo de condiciones con llevan a un retraso en la maduración de los frutos, además son condiciones favorables para el desarrollo de enfermedades fungosas como *Botrytis* y alguna *bacteriosis* como *pseudomonas*. También se espera una alta concentración de humedad en los plásticos. Durante el periodo de bajas temperaturas evitar los excesos de humedad en el sustrato o en el suelo, así como regular los aportes de nitrógeno.

Por la magnitud de las bajas temperaturas en Celaya, Gto., se demanda de sistemas de calefacción en los meses de noviembre a febrero, si es que se pretende producir en estos meses. El apoyo de calefacción bien puede ser por aire caliente sin llegar a la necesidad del sistema de calefacción con agua caliente. En este sentido las condiciones agro climáticas de la región del Bajío tiene ventajas sobre las condiciones del altiplano semiárido potosino Zacatecano, donde las temperaturas mínimas son muy bajas y prolongadas, lo cual demanda de sistemas de calefacción

con agua caliente. En estos sitios los calefactores por aire en los días más fríos se ven muy forzados para cumplir con el salto térmico.

2.4.3. Humedad relativa

Mejía y Torres, (2004). La humedad relativa dentro de los invernaderos juega un papel muy importante ya que está relacionada directamente en el desarrollo de enfermedades, desórdenes fisiológicos en los frutos y el déficit de presión por vapor (DPV). Por otra parte, es útil conocer el nivel de humedad relativa para que sirva de orientación al momento de definir los requerimientos de ventilación y el sistema de nebulización. La humedad relativa máxima absoluta llega a descender un 10-20% durante las horas centrales del día, llega a descender hasta un 40-60%. La humedad relativa máxima (50-60%) de las mínimas absolutas se presenta durante los meses de verano durante las 2 a 8 hrs. Este nivel de humedad en el exterior junto con la que transpira el cultivo en el interior del invernadero, puede generar condiciones favorables para el desarrollo de enfermedades, bajo tales circunstancias, es recomendable vigilar la ventilación. La humedad relativa absoluta mínima llega a descender hasta un 10-20% durante las horas centrales del día en la mayor parte del año excepto en los meses con más lluvias: julio agosto y septiembre, estos niveles de humedad tan bajos conllevan a un gran déficit de presión de vapor lo cual plantea cierto grado de nebulización en momentos puntuales del día, o bien hay que hacer otras prácticas del manejo del cultivo y operación del invernadero.

2.5. Gestión del clima en agricultura de ambiente controlado

Pilar Lorenzo-M. Cruz Sánchez Guerrero, (1997). El desarrollo de tecnología adaptada para el control climático ha permitido la producción de hortalizas en diferentes latitudes con cierta independencia de las condiciones climatológicas espontáneas. Existe una amplitud considerable de posibilidades de control en relación a la fisiología de las especies que se cultivan, desde condiciones próximas a la supervivencia hasta aquellas que generan un desarrollo y crecimiento óptimo. Cada área productiva debe elegir la complejidad de las estructuras de protección más favorable en función de criterios técnicos y económicos, por lo tanto la toma de decisión sobre el nivel de control (inversión), debe adecuarse considerando el costo y valor de la producción, con objeto de optimizar la rentabilidad de los sistemas.

2.5.1 Radiación

Como Lorenzo *et al*; (2003), la mayor parte de los cultivos hortícolas que se cultivan en invernadero deben considerarse especies de alta saturación lumínica, también llamadas plantas de sol, cuyo dosel vegetal no llegue a saturarse incluso a la máxima radiación que se puede alcanzar al medio día, sol un día despejado del solsticio de verano ($1400 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ en el interior de invernadero) a este grupo pertenecen los grupos de: tomate, pepino, judía, melón pimiento etc. Estas plantas suelen alcanzar altas tasas fotosintéticas, puntos de compensación luminosos elevados y presentan valores altos de respiración de “fase oscura”.

Lorenzo, 1996. De lo anteriormente expuesto se puede inferir que en los periodos próximos al solsticio de invierno en la mayor parte de las zonas de cultivo protegido, la luz suele ser un factor limitante para el crecimiento y desarrollo; por lo tanto es aconsejable diseñar y disponer de estructuras de cultivo que tengan adecuada orientación y máxima transmisión de la cubierta y optimizar el ángulo de incidencia de la radiación solar en el periodo más desfavorable; todo ello permite mejorar sustancialmente el resultado productivo del ciclo, pues ha sido ampliamente demostrado, en numerosas condiciones, que la producción potencial disminuye proporcionalmente a la disminución de iluminación.

Lorenzo, (1996). Los elementos estructurales opacos y mallas anti-insecto que protegen las ventanas cenitales reducen la radiación que incide sobre el cultivo y contribuyen a incrementar su distribución heterogénea sobre el dosel vegetal. La intercepción de radiación, está estrechamente relacionada con la estructura del dosel vegetal o distribución espacial de los órganos aéreas de la planta dentro de la comunidad vegetal. Las hojas y demás órganos fotosintetizadores sirven como lectores de radiación e intercambiadores de gases, los tallos soportan estas estructuras de forma que el intercambio radiativo y convectivo tengan lugar con eficacia.

2.5.2. Temperatura

Lorenzo, 2000. La temperatura es un factor determinante de la actividad metabólica del crecimiento y desarrollo de los vegetales. El clima generado bajo las estructuras del cultivo, sin control activo, en general está lejos del óptimo biológico de las especies que se cultivan en su interior durante la mayor parte de los ciclos productivos. La distribución biogeográfica original de las hortalizas comestibles como

el: tomate, pimiento, pepino, berenjena, calabacín y la judía tienen lugar en latitudes subtropicales, generalmente asociadas a regiones térmicas y variables y temperaturas mínimas superiores a los 12°C, límite considerado como el mínimo, por debajo del cual estas especies ralentizan el crecimiento y presentan síntomas de deterioro, por tanto la ausencia de control térmico cuando la temperatura se sitúa por debajo de estos niveles impide la programación de las cosechas y se generan amplias variaciones en la cantidad y calidad de la producción, al mismo tiempo los cambios en la actividad metabólica a veces bruscos pueden inducir el envejecimiento precoz de las plantas y por tanto reducción de su potencial productivo.

2.5.3. Métodos y estrategias para adecuar las temperaturas subóptimas

Montero *et al.* (1986). Un método pasivo para mejorar la integral térmica durante los meses más fríos consiste en incorporar una doble cubierta plástica fija en el interior del invernadero, aunque la respuesta a esta técnica está escasamente cuantificada.

Cockshull, (1988). Obtuvieron un aumento en la producción precoz de judía al aumentar la temperatura del aire, a pesar de la disminución de la transmisibilidad de la cubierta el incremento de la temperatura media podría contrarrestar la reducción de radiación, produciéndose un efecto compensatorio.

Challa *et al.* (1980). No todos los procesos del metabolismo tienen una misma temperatura óptima por lo que cuando se requiere aporte de energía parece aconsejable llevar a cabo un control dinámico de las temperaturas de consigna para maximizar la diferencia entre la tasa de producción y el consumo energético, modificando la temperatura en función del resultado económico

2.5.4. Métodos y estrategias para mejorar las altas temperaturas

Montero, *et al.*, (2002). Cuando la velocidad del viento supera 1.5m/s, se considera que el efecto térmico no tiene influencia sobre el intercambio de aire a través de las ventanas del invernadero, por tanto en los invernaderos más ventilados el efecto térmico tiene mayor incidencia.

Pérez, (2002). En determinadas áreas de cultivo la fuerte presión de plagas y enfermedades hace necesario la utilización de mallas anti-insecto que actúan a modo de barreras físicas para impedir la entrada de insectos, que en ocasiones además actúan como vectores para la transmisión de enfermedades en gran impacto económico. Esta realidad repercute negativamente en la ventilación del invernadero. También determinó que la colocación en las ventanas de una malla anti-insecto de porosidad del 39% redujo el caudal de ventilación el 33% en el caso de ventanas cenitales enrollables y en torno al 20% para el caso de ventanas cenitales abatibles. Por lo tanto a la hora de diseñar la ventilación del invernadero además de considerar la superficie de ventana respecto a la del suelo cultivado, su ubicación, diseño y la dirección de los vientos dominantes, habrá que considerar la necesidad o no de instalar las mallas de protección.

Zabletitz, (1992). Para mejorar la ventilación natural en el área mediterránea se han sugerido superficies de ventana entre 18-25% respecto de la superficie cultivada.

Feuilleley *et al.*, (1990). Concluyen en su estudio sobre la aireación estática de un invernadero, que la altura del cultivo tiene un gran efecto en la tasa de ventilación natural y que un sistema de ventilación adecuado debería disponer de una

apertura lateral del 17% y cenital del 15% con una superficie de apertura total óptima del 32% de la superficie cultivada. El efecto de chimenea que se establece entre la ventilación lateral es especialmente significativo cuando la velocidad del viento es inferior a 1 m/s.

2.5.5. Blanqueado o encalado de plásticos

Es uno de los sistemas de sombreado más utilizados en la horticultura del mediterráneo, se basa en aplicar en la cubierta del invernadero pinturas de gran poder de reflexión, también puede utilizarse cal apagada o carbonato cálcico, este último empleado en zonas de baja pluviometría por el de fácil lavado.

Montero *et al.*, (1998) y Sánchez (2002). Recogen información sobre la concentración o dosis de producto necesaria para obtener diferentes porcentajes de transmisión de cubierta. Uno de los inconvenientes de este sistema, es la falta de homogeneidad en la transmisión de luz de la cubierta que resulta de la propia aplicación, del lavado o de las lluvias esporádicas que en un momento dado pueden exponer al cultivo a una radiación excesiva. Habitualmente se aplican blanqueados demasiado fuertes que reducen drásticamente la transmisión de radiación y por tanto, merman en gran medida la producción potencial.

2.6. Manejo del cultivo del tomate en agricultura de ambiente controlado

Larousse, (2002). Los mercados internacionales como ciertos sectores del consumo Nacional (restaurantes, hoteles, cadenas de hipermercados, etc.) demandan

de calidad. Por lo anterior hay una gran diversificación de mercado. Durante el siglo pasado, la población mundial se triplicó alcanzando los 6 millones de habitantes y se estima que para el año 2100, la población de nuevo se duplicará, de ahí la necesidad de una mayor producción por unidad de tiempo y superficie. En cuanto al consumo, las razones de su incremento han sido: la salud el sabor y la garantía de inocuidad.

2.6.1. Elección de material genético

Sánchez, L. A., (2007). La producción final del cultivo tiene mucho que ver con la decisión que se haya tomado a la hora de elegir el material, aspecto que es de gran trascendencia. En primer lugar, la variedad tiene que ser del tipo de tomate que demande en el mercado y buen comportamiento en vida de anaquel. Además, debe ser productiva tanto cuantitativa como cualitativamente bajo las condiciones del clima, suelo, sistema del cultivo e infraestructura y medios de que se dispongan. En México, el 80% de la producción de tomate se destina al consumo interno y principalmente los tomates son del tipo Saladette. Mientras que para Exportación, los tomates “bola” o tipo beef (grandes y carnosos) son los que demanda el consumidor alcanzando una altura de 2 a 2.5 m, se producen a descolgar de manera progresiva y no de manera súbita. El descuelgue consiste en desenrollar la rafia 1 o 2 vueltas. Esta operación tiene que ser óptima, un retraso en el mismo aumenta el riesgo de daño en los brotes y tallos. Si por alguna razón, un tramo del tallo no fue liado de manera continua, antes de bajar la planta es preciso sujetarlo con un clip, para evitar que se rompa el tallo. Asegurarse de que el trabajador lleve consigo clips mientras realiza esta labor, los clips cuestan algunos centavos, mientras que perder un talo significa varios pesos.

2.6.2. Marcos de plantación

Sánchez, L. A., (2007). Los marcos de plantación son influenciados por el sistema de cultivo, la disposición de las plantas por el sistema de cultivo habito de crecimiento y modalidad donde se establezca. La disposición de las plantas ha evolucionado hacia optimizar en la medida de lo posible la mecanización de las labores del cultivo. En este sentido se establecen líneas de cultivo arreglos topológicos a doble hilera y a hilera simple, separadas desde 1.8 a 2.5 m una de otra, dejando un pasillo de 0.8 a 1.2 m para que permita realizar con éxito las labores culturales. El marco de plantación también es influenciado por el injerto, dado el sobre precio que éste presenta y el vigor que confiere a las plantas, el cual permite 1, 2 o 3 tallos por planta. La optimización de los sustratos es otro aspecto digno de considerar. En cualquiera de los casos hay que buscar un equilibrio para que el follaje de las plantas intercepte la mayor radiación posible, la operatividad de las labores del cultivo y de manejo, la sanidad del cultivo y el aspecto económico.

Sánchez, L. A., (2002). EL sistema de producción basado en altas densidades de población por unidad de superficie (10-16 plantas/m²) técnicamente factible. Se elimina la yema terminal de tallo principal y se podan los brotes laterales, permitiendo solo 10 a 15 hojas y dos o tres racimos por planta. Este sistema requiere de un manejo particular de la plantación en espacio y tiempo para programar y concentrar la producción en breves intervalos de tiempo en que los precios de venta son muy elevados. El concepto es bueno, sin embargo aunque no ha superado la validación comercial extensiva, principalmente por razones de riesgo fitosanitario. La tendencia en los invernaderos ha sido de pasar de 3 a 2 planta/m², aportando por los ciclos largos y sosteniendo un determinado volumen a los mercados, aunque el

potencial de rendimiento es alto. El principal problema de las altas poblaciones es el riesgo de enfermedades por el exceso de follaje y la alta humedad relativa que se genera. Obviamente que se tienen grandes volúmenes de producción pero de menor calidad.

2.6.3. Soluciones nutritivas

López, (2006). Es la dilución o suspensión en agua, de los diferentes elementos fertilizantes que la planta requiere para desarrollarse de una manera optima. Estos deberán estar en forma asimilable, en la producción y concentración adecuada. La cantidad de nutrimentos que requieren las plantas dependerán de la especie, la variedad, la etapa fenológica y las condiciones ambientales.

Con frecuencia se requiere una formulación óptima para distintos cultivos. Sin embargo, estas formulaciones no son estrictamente necesarias y no tienen que serlo puesto que la formulación óptima depende de muchas variables, las cuales difícilmente pueden ser controladas, una formulación específica depende de las siguientes variables.

1. Especie y variedad de la planta.
2. Estado y desarrollo de la planta.
3. Parte de la planta que será cosechada (raíz, tallo, hoja, frutos, flor).
4. Época del año – duración del día.
5. Clima – temperatura, intensidad de luz, hora e iluminación de sol.

6. El objetivo específico de la producción tal como, mejorar la calidad (contenido de materia seca, azúcares, proteínas, etc.) determinar también el tipo de solución nutritiva a emplear.

Durany, (1997) por lo general una formulación general permita el buen desarrollo de una gran cantidad de especies. Cada una busca dentro de la solución los elementos que se necesita y los absorbe en las proporciones que los necesita.

Normalmente sobra un poco de cada elemento y este exceso suele ir al drenaje. Los criterios de formulación de una solución depende de: el tipo de planta y la etapa vegetativa o fase fenológica. Los requerimientos de una planta en la etapa vegetativa, principalmente en las células del organismo vegetal crecen, es decir aumentan de tamaño y volumen.

Guichard, *et al.*, (1999). En la floración las estructuras reproductoras de las plantas requieren de fósforo para la efectividad de los granos de polen y los óvulos del ovario. Es en este punto donde comienzan las diferencias y se debe disminuir el aporte de nitrógeno, el llenado de frutos en esta etapa en la que los azúcares deben ser acumulados; por lo que debe suplementarse una cantidad de potasio y fósforo así como disminuir la cantidad de nitrógeno.

Guichard, *et al.*, (1999). El tipo de producto que se obtiene de cada vegetal también determina la solución, los vegetales que producen hojas, por ejemplo lechugas o acelgas se cosechan en la etapa vegetativa, los primordios florales, tales como coliflor y brócoli, se cosechan poco después de la transición entre la etapa vegetativa en la etapa de floración temprana, los cultivos en los que se cosechan los frutos, se cosechan después de la etapa del transporte azúcares, de acuerdo al producto que se desea obtener es el tipo de solución que se utilizará.

La solución nutritiva consiste en agua con oxígeno y los nutrientes esenciales en forma iónica. Algunos compuestos orgánicos como los quelatos de hierro forman parte de la solución nutritiva. Para que la solución nutritiva tenga disponibles los nutrientes que contiene, debe ser una solución verdadera, todos los iones se deben encontrar disueltos.

Steiner, (1961). Determinó que la pérdida por precipitación de una o varias formas iónicas de los nutrientes pueden ocasionar su deficiencia en la planta. Además, de este problema se genera un desbalance en la relación proporcionada entre los iones.

Graves, (1983). Las principales características de la solución que influye en el desarrollo de los cultivos y sus productos de importancia económica son: la relación mutua entre los iones, la relación entre los cationes, la concentración de nutrientes (representada por CE), el pH, la relación $\text{NO}_3^- / \text{NH}^+$ y la temperatura de la solución nutritiva.

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

2.7. Efecto de la poda en el rendimiento

Guerrero *et al.*, (1991). Demuestran que la variación en el rendimiento como uno de los efectos de la poda ha sido uno de los parámetros mayormente evaluados. En investigaciones, realizadas para determinar el efecto de la poda en el rendimiento del cultivo de tomate bajo un sistema hidropónico de producción

empleando tratamientos de uno, dos y tres tallos más un testigo sin poda, se encontró diferencia altamente significativa resultando superiores el sistema de poda a dos tallos el cual superó al 31.4% al testigo en cuanto al rendimiento total obtenido.

Sánchez, L. A., (2008). La poda a un tallo es la más recomendable a lo largo de todo el ciclo vegetativo, para obtener frutos de máximo calibre y mejor calidad, y se inicia cuando la planta tiene de tres a cuatro hojas contadas a partir del primer racimo floral o al inicio de la bifurcación.

2.8. Incidencia de enfermedades con la práctica de la poda

Nuez *et al.* (1995). Afirmaron que la bacteriosis es causado por (*Clavibacter michiganensis*) (*Corynebacterium Michiganense*), es conocida como Chancro bacteriano. El nombre común de la enfermedad responde a uno de los síntomas más infrecuentes: necrosis y esta y amiento del tallo con aparición de esbozos radiculares en los brotes de la abertura. En realidad lo más común es encontrar una flacidez de porciones internerviales de los foliolos que rápidamente se desecan. En el interior de los tallos se aprecia un amarillamiento de los tejidos medulares en contacto con los vasos; tejidos que comienzan a pardear rápidamente, al tiempo que se forman oquedades en la médula. Estos síntomas sistémicos pueden no ser únicos. Pequeñas pústulas grises o negras sobre las hojas, tallos y frutos pueden hacerse patentes como consecuencia de las penetraciones bacterianas por estomas y/o heridas.

Edgardo y Sánchez, L. A., (1997). Mencionan que la poda puede permitir mayor aireación, la penetración de agroquímicos y se puede reducir hasta cierto

punto la incidencia de enfermedades, en consecuencia a la pérdida de frutos del testigo que no se realizó los dos tipos de poda.

2.9. Efectos de la densidad y poda con relación al rendimiento de tomate

Amsev y Bedmose, (1972). Las bajas densidades de plantación producen los mejores rendimientos comercializables, sin embargo, los mayores rendimientos en número y peso de frutos se obtienen al incrementarse las densidades de plantación.

Daviesn y Estes, (1993). Sobre densidad y poda; donde los precios inestables, la competencia de los mercados y presiones ante el incremento de los costos de producción del tomate, en dos años de investigación (1988 y 1989), han conducido a determinar si el rendimiento de tomate está influenciado con la densidad de siembra y la poda; mediante la utilización de tratamientos de no poda, poda temprana (brotes laterales tenían entre 5 a 10 cm de longitud) y poda tardía (cuando los brotes laterales alcanzaron entre los 30 a 36 cm de largo) a densidades de 21,505, 14,492, 10,928, 7,326 y 6, 230 plantas/ hectárea (0.31, 0.46, 0.61, 0.76, 0.91, y 1.07 m entre planta y 1.5 m entre surco) en este experimento se demostró que el rendimiento total se vio influenciado por la población de plantas, con un incremento, mientras se aumentó la población de plantas hasta un nivel óptimo, cuando las plantas fueron podadas, mientras que las plantas no podadas presentaron rendimiento total alto en todas las densidades.

Mangal y Jasmín, (1987). En dos años de ensayos con los cultivares de tomate Sonatin y Montecarlos en siembra temprana en el mes de octubre a

distancias de 20, 30 y 40 cm entre plantas (27,174, 18,116 y 13,585 plantas/hectárea), se ubicaron dos tipos de tratamientos de plantas de tomate podadas y otras sin podar. De los resultados obtenidos se encontró que la distancia a 20 cm (27,174 plantas /hectárea) dio el más alto rendimiento en ambos cultivares.

En investigaciones realizadas sobre el efecto de distancias o espaciamientos entre plantas (25, 50 y 75 cm) y número de plantas (dos, tres y cuatro por hileras) en el incremento y rendimiento de las plantas de tomate. Con relación a lo anterior, Khalaf (1988), encontró los siguientes resultados.

- ❖ Sembrando dos plantas a 75cm produjeron un gran número de flores y alto porcentaje en fruto.
- ❖ Sembrando cuatro plantas a 25 cm produjeron plantas más altas.
- ❖ El mayor rendimiento se obtuvo sembrando cuatro plantas a 25cm.
- ❖ Sembrando dos plantas a 75 cm aumenta el peso de la fruta, buen porcentaje de material seco, vitamina C y total de sólidos solubles, exceptuando acidez total.

Hernández *et al.* (1991). En cultivos de tomate con distancias de 55, 65 y 75 cm y nivel de poda de un tallo, poda a dos tallos y plantas sin poda, se determinó que los mejores tratamientos, fueron aquellos donde se realizó la poda a un tallo y dos tallos, con distancias densidades de plantación altas.

2.10. Interacción Podas contra genotipo

León y Arosamena, (1980). Sugiere que para los tomates de crecimiento indeterminado para Culiacán como son: Pole Boy, Pole King, Buenavista, Tropic,

Culiacán 360 y Floradel, se recomienda la poda de las plantas a dos tallos para obtener una mayor producción de frutos de buena calidad. El mismo autor menciona que con la poda a dos tallos, se presenta el problema de frutos rajados con mayor intensidad, aumenta la Rezaga, sin embargo produce mayor cantidad de frutos grandes. En las variedades Walter, Florida, MH-1, Bataoto y Flora-Dade, se recomienda únicamente eliminar los brotes y chupones que se forman de bajo de la primera horqueta, formada por el tallo principal y la rama secundaria que sale abajo del primer racimo floral.

Adelana, (1976). Evaluó 4 cultivares de tomate, con densidades de 10 mil a 40 mil plantas por hectárea y se obtuvieron rendimientos más altos de frutos con una población de 30 mil plantas/hectárea.

Juárez y Sánchez L. A., (2009). Menciona que para la interacción genotipos poda reportó diferencia significativa, siendo superior el genotipo TSAN -10001 con poda a 2 tallos para mercado de exportación, en sus diferentes calibres, seguido por el genotipo TSAN -10002, con poda inferior existiendo diferencia significativa para mercado de exportación en sus diferentes calibres.

2.11. Interacción Densidad, Genotipo y Poda

Sánchez L. A., *et al.* (1999). Indica que la línea TSAN-103SV produjo la mayor cantidad de cajas de frutos medianos (998.2 y 205.9) y chico (731.2 y 464.5) Exportación y Nacional respectivamente además el mayor rendimiento comercial (44.16 ton/ha) Exportación (35.24 ton/ha) y Nacional (8.91 ton/ha) sin diferencia estadística. Las podas P3 y P2 fueron superiores en cajas de fruto grande (620.3, 549.9 y 220.4, 212.5 Exportación y Nacional, respectivamente) y mediano Nacional

(212.9 y 202.6 respectivamente), y P1 lo fue en frutos chico Exportación y Nacional con 828.6 y 482.1 cajas/ha. De igual forma P2 y P3 dieron mayor rendimiento Nacional (9.21 ton/ha) y P1 de Exportación (36.20 ton/ha). En rendimiento comercial fue mayor P1 (42.11ton/ha), sin encontrar efecto en la interacción.

2.12. Efectos de los sistemas de podas

Reynerio y Sánchez L. A., (1999). los resultados obtenidos en total de cajas de fruto/ha, de líneas de tomate de larga vida de anaquel, por cualidad de tamaño grande, mediano y chico de Exportación y mercado Nacional, en los sistemas de poda, indica que para mercado de Exportación en frutos grande, la P2 presentó una respuesta mayor del 20 por ciento más que P1; mientras que para frutos medianos el efecto se sostuvo con un porcentaje de 16 más que la P2. En fruto chico de Exportación la P1 predominó con 24 por ciento más que la P2, sin embargo se comportaron iguales estadísticamente. Los resultados de los efectos de los sistemas de poda, en fruto grande de tamaño Nacional, la P2 fue mayor (39 por ciento) que la P1; mientras que para frutos medianos la P1 mostró 43 por ciento más que la P2; de igual forma se comportó la P2 en tamaños chicos de mercado Nacional con un 20 por ciento más que la P1. En mercado Nacional en los tres tamaños los sistemas de poda se comportaron estadísticamente iguales en los niveles correspondientes.

Sobre lo anterior, la producción total de fruto de Exportación y Nacional indica que el efecto poda sobre la producción de fruto grande, mediano y chico de Exportación, la P1 fue mayor en frutos medianos y chico (56 y 22 por ciento) con respecto a la P2, sin embargo para frutos grande ésta fue superior (30 por ciento). En la producción de frutos Nacional el efecto poda nos indica para frutos grande y

mediano, que el mejor sistema fue P2 (32 y 41 por ciento), sin embargo para frutos chico el sistema P1 (37 por ciento) sobre sale con respecto a P2. Sobre lo anterior y con relación en estudios realizados sobre poda en tamaños de frutos, en dos años de ensayos con 2 cultivares utilizando sistemas de poda, indicó que la poda a dos tallos presentó mayor cantidad de frutos. Mangal y Jasmin (1987).

Soto *et al*, (1996). De igual forma al realizar una poda de regeneración en cuatro cultivares de tomate, se pueden obtener cantidades de fruto de buena calidad en cosechas posteriores.

Davies y Estes, (1993). En dos años de investigación con podas tempranas y atrasadas (P1 P2) y sin podar, encontraron que en dos años de experimentación, las plantas de tomate no podadas produjeron frutos con tamaños menores a 72 mm de diámetro, demostrando que para plantas podadas de cualquier forma los rendimientos fueron similares.

Janick, (1965). Al respecto, otros autores afirmaron que cuando la planta se poda puede manifestarse en un crecimiento vegetativo masivo, debido a la alteración del equilibrio entre el crecimiento de la raíz y el tallo, lo cual reduce el número de frutos.

Reinerio y Sánchez L. A., (1999). El efecto de los sistemas poda sobre la producción total de cajas de fruto para exportación, indicaron que la P1 mostró 4 por ciento más en l producción que la P2, sin embargo se comportaron estadísticamente iguales. El efecto de los sistemas de poda sobre la producción total de cajas de fruto para mercado Nacional, la P2 mostro 27 por ciento más en producción de fruto que la P1, estos factores se comportaron estadísticamente iguales.

Mangal y Jasmín, (1987). Demuestra que cuando la planta se conducen con poda a un tallo se incrementa la precocidad en la cosecha, además de que aumenta el peso promedio de frutos.

Gerrero, *et al.* (1991). Encontraron diferencia estadística en los tratamientos P1, P2 y sin poda, demostraron que para el sistema a dos tallos se obtuvieron rendimientos superiores.

Edgardo y Sánchez L. A., (1997). Sus resultados contradicen esta aseveración, al evaluar tratamientos sin poda, poda inferior y poda superior, se determinó que ninguno de los tratamientos resulto superior estadísticamente.

Reinerio y Sánchez L. A., (1999). En los datos obtenidos del rendimiento comercial, en cada periodo de los diferentes sistemas de poda, indicó que el primer periodo de rendimiento comercial, la P2 sobresalió con 22 por ciento más que en la P1, de igual forma en el segundo periodo la P2 obtuvo un rendimiento más de 2 por ciento que la P1; sin embargo en el tercer periodo se presentó una variación sobresaliendo la P1 con 24 por ciento más que la P2. En los tres periodos las líneas se comportaron iguales estadísticamente.

Al realizar comparación de porcentajes para rendimiento comercial, obtenidos en los sistemas de podas, muestra que en el primer periodo la P1 manifestó un menor rendimiento (26 por ciento), sin embargo en el segundo periodo elevó su rendimiento con 12 por ciento más, el cual casi se sostuvo en el tercer periodo con 10 por ciento más con respecto al primero. Mientras que para la P2 el mayor porcentaje de producción se sostuvo en el primer y segundo periodo (33 y 39 por ciento), no obstante en el tercer periodo su rendimiento disminuyó (27 por ciento). Haciendo un análisis de estos resultados indican que la producción se concentró en el segundo y tercer periodo de producción en donde predominó P1.

Estos resultados coinciden con los obtenidos en una evaluación de plantas de tomate podadas a uno y dos tallos, encontrando que se incrementa la precocidad en la producción y el tamaño y el peso de los mismos (Abdel Al 1974). De igual forma en estudios hechos en tomates, al evaluar dos tipos de podas, se demostró que no se encontró diferencia significativa en cuanto a número de frutos y rendimientos, asume que la tendencia de la calidad de los frutos baja cuando la planta ha sido podada, sin embargo la proporción de frutos de calidad con respecto al total de frutos producidos es favorable por lo que se deduce que obtienen mayor cantidad y calidad de frutos en plantas podadas con relación a las no podadas (Hernández 1993). En resultados obtenidos en cuatro líneas de tomate larga vida de anaquel sucedió todo lo contrario, se encontró que la producción se inclinó en el primero y segundo periodo de producción (Sandoval 1998).

2.13. Respuesta de los diferentes sistemas de podas con respecto a calidad Comercial

Reinerio y Sánchez L. A., (1999). en la producción comercial para Exportación en cuatro líneas evaluadas manifestaron un comportamiento similar en rendimiento, sin embargo fue superior la línea TSAN -10001 con seis por ciento más que las líneas TSAN -10003 y TSAN -10004 y nueve por ciento más que TSAN -10001-S. Para mercado Nacional el rendimiento total comercial fue extremadamente bajo, no obstante el mejor rendimiento fue para la línea TSAN -10003 que se comportó superior con 15 por ciento más que la línea TSAN -10001 y TSAN -10001-S, mientras que fue superior en un 31 por ciento para la línea TSAN -10004. El

comportamiento de estas líneas en este tipo de mercado se comportó estadísticamente iguales.

Sánchez L. A., (1983). En estudios realizados con 8 progenitores y 25 cruzas, se encontró diferencia estadística en rendimiento Nacional, sin embargo no encontró diferencia significativa en rendimiento de Exportación.

Sandoval (1998), de igual forma en evaluación de cuatro líneas de tomate larga vida de anaquel se encontró en rendimiento total comercial de Exportación diferencia significativa, sin embargo no hubo diferencia estadística en rendimiento total comercial Nacional

Reinerio y Sánchez L. A., (1999). Con respecto al porcentaje obtenido en el rendimiento total comercial global para Exportación y mercado Nacional, se indica que las cuatro líneas se comportaron de manera similar, incluyendo estadísticamente, por que presentan los mismos porcentajes (TSAN -10001, TSAN -10004, TSAN -10001-S 90 por ciento) de rendimiento total, únicamente la línea TSAN -10003 con dos por ciento menos con respecto a las otras. El mayor porcentaje mercado Nacional la obtuvo la línea TSAN -10003 (cuatro por ciento).

2.14. Material genético en proceso de mejoramiento (Líneas segregates)

De León y Sánchez L. A., (2000). Evaluaron nuevas líneas de tomate tipo bola extrafirmes de habito indeterminado; provenientes de cruzas interespecificas; manejándolos bajo dos sistemas de poda y establecidas a dos densidades de plantación en condiciones de campo abierto, se observó que el rendimiento de frutos grandes con calidad de exportación se encontró en el primer periodo de producción, mientras que para los frutos medianos y chicos de exportación fue en el segundo

periodo de producción en las nueve líneas de estudio. En cuanto a rendimiento Nacional, se encontró que las líneas TSAN -01-S, TSAN -02-S, TSAN -03-S y TSAN -1-7 concentran su producción en el segundo periodo por otro lado las líneas TSAN -101-SV concentran su producción en el segundo periodo; por otro lado las líneas TSAN -103-SV y TSAN -3-7 concentran la producción de cajas de frutas grandes de calidad Nacional en el primer periodo de producción y la producción de cajas de frutos medianos y chicos durante el segundo periodo, caso contrario a lo que ocurre con la línea TSAN -4-7. En relación al rendimiento comercial en cajas ha-1 para las líneas TSAN -103-SV, TSAN -03-S y TSAN -3-7 se concentra este rendimiento en el segundo periodo de cosecha, mientras que en las líneas restantes la concentración del rendimiento es durante el primer periodo. Encontramos también que la línea TSAN -103-SV es la que obtiene el mayor rendimiento comercial con 32.7 t/ha y 2600 cajas/ha, así como también el mejor rendimiento total con 36.28 t/ha.

Sánchez L. A. y *et ta.*, (2003). Concentran el total de la producción en calidad de Exportación en el segundo periodo de producción. La línea que presentó el rendimiento total más alto fue. TSAN -104 que estadísticamente es igual a las líneas TSAN -1001, TSAN -1000 y TSAN -102; que superan a las líneas TSAN -103 y TSAN -10003-7-8-9 RC₄-01-3 (Testigo); la producción se concentró en su mayoría en el segundo periodo y casi su totalidad en calidad de tipo Exportación; la mayor consistencia (firmeza) la presentó el tomate tipo Saladette, utilizando como testigo 2, en el análisis de calidad, seguido por la línea TSAN -103, aunque éstas estadísticamente no muestran diferencias; en avance de color, la línea que alcanzó el rojo más intenso fue: TSAN -10003-7-8-9 RC₄-01-3 (Testigo); y la del rojo menos intenso fue: TSAN -100. Esto en la última fecha de evaluación y sin diferencia estadísticas entre líneas.

Santiago y Sánchez L. A., (2004). Mediante los resultados obtenidos en el ANVA se pudo determinar una interacción positiva entre ambientes como un rendimiento promedio de 35,670 ton/ha para el primer y 15,130 para el segundo (≤ 0.01) Con respecto a la interacción ambiente por genotipo por poda no se encontró significancia; sin embargo el genotipo TSAN -55 en la poda (B. A) y el TSAN -50 poda (DT) manifestaron un mayor rendimiento comparados con el testigo comercial Hazera-1420; asimismo el ambiente dos que fue el menos favorable. Se presentaron altas precipitaciones impidiendo el manejo agronómico del cultivo, resultando en una disminución de la producción.

Sandoval, y Sánchez L. A., (1998). Los resultados indicaron que para fruto grande, las mayores cantidades de fueron expresadas por TSAN-101SV y TSAN-104SV, mientras que TSAN -103SV reportó la menor cantidad de fruto en ambos casos. Sin embargo, para la producción de frutos mediano y chico las mayores cantidades fueron indicadas por la línea TSAN-103SV, mientras que la línea TSAN -104SV indicó la menor cantidad de frutos mediano, en ambos casos, para frutos chicos Nacionales fue TSAN -101SV y para frutos chicos de Exportación lo fue TSAN -1002SV. Al mismo tiempo la mejor línea resultó ser TSAN -103SV, ya que se tuvo a la vez elevado rendimiento para Exportación como Nacional en el primer y segundo periodo, así como los más altos rendimientos comerciales de estos períodos, el mayor rendimiento comercial para el mercado de Exportación y Nacional y el mayor rendimiento total comercial, mientras que el menor rendimiento fue expresado por la línea TSAN -104SV, aunque estadísticamente igual que TSAN -101SV y TSAN -102SV.

De León y Sánchez L. A., (2000). Las líneas que presentan mayor rendimiento total y comercial es TSAN -103-SV; la poda P1, fue superior a la poda

P2, incrementando la producción en 8.61 y 7.56 por ciento con respecto al rendimiento total y comercial, respectivamente. Las líneas TSAN -103-SV, TSAN -104-SV, TSAN -03-S, TSAN -02-S, TSAN -4-7 y TSAN -3-7 manifiestan el mejor rendimiento comercial cuando se establece a la mayor densidad de plantación (D1), el resto de los genotipos: TSAN -101-SV y TSAN -1-7 lo presentan bajo la densidad menor (D2). Las líneas TSAN -103-SV, TSAN -104-SV, TSAN -03-S, TSAN -4-7 y TSAN -3-7 expresan el mejor rendimiento comercial cuando se somete al sistema de poda inferior (P1), los genotipos restantes lo presentan bajo el sistema de poda a dos tallos.

López, Sánchez L. A., (2006). Dice que el mejor rendimiento por metro cuadrado se obtuvo en el genotipo Narro1 cultivado en bolsa, con 32.6K seguido de Narro3 con 29.02K y Liberstar en bolsa con 22.76K le siguen un grupo de variedades con rendimientos sin diferencias estadísticamente significativas entre ellos como Arbazon, Narro4(TSAN-10004), Flamme, Vedeta, Nagano, Gabriela, 14-20 en bolsa y Narro3(TSAN-10003), Nagano, Narro1(TSAN-10001), 14-20 en maceta que conjunto promedian los 16.25K.

2.15. Tomates con larga vida de anaquel

Philouze *et al.*, (1992) el material vegetal al emplear para este fin requerido de cultivares adaptados a este uso, con frutos esféricos y uniformemente colorados. Los primeros frutos del racimo una vez maduros deben aguantar mucho para que los últimos terminen de madurar y muestren también su color uniformemente rojo.

En cuanto al calibre serán tomates entre MM y G además deberá presentar un racimo bien formado, el raquis bien ramificado permitiendo la inserción de los 5-6-7 tomates

sin empujarse unos a otros, sin apretarse y si durar más tiempo y así manipularse con mayor facilidad.

Pérez y Castro, (1999) la elección de la variedad de tomate para agricultura protegida debe hacerse con mucho cuidado debido a que existen en el mercado cientos de variedades disponibles pero no todas son apropiadas para la producción de agricultura protegida. En México, no existe tradición en la producción intensiva de tomate en estos sistemas, por lo que se tiene que hacer una continua evaluación de los materiales que comercializan las empresas semilleras.

2.16. Estudio de correlaciones

Sandoval y Sánchez L. A., (1999). Estudios realizados con cuatro líneas segregantes de tomate con tres sistemas de podas menciona que los resultados del análisis de correlaciones del factor poda sobre las diferentes variables de rendimiento total (Nacional, Exportación, comercial y Rezaga), señalan que para rendimiento Nacional, debido a su alta significancia, si hay una relación directa entre el sistema de poda y el rendimiento indicando, donde se encontró que a mayor poda a dos tallos (P2) realizada sobre la planta, su productividad se incrementa asta lograr el 100 % pero sin diferir con la poda a tres tallos (P3).

Wolk *et al*, (1983). Con cuerda con el estudio donde se supone que la planta tiene la capacidad de soportar cierto grado de defoliación sin reducir su rendimiento, debido al incremento en la fotosíntesis de las hojas remanentes, dando como resultados una mayor exportación de fotosintatos desde los sitios donde se sintetizan a los sitios de almacenamiento.

Ontiveros y Sánchez L. A., (2008). Mencionan que en la correlación de los diferentes caracteres cuantitativos se encontró que al aumentar el diámetro polar y

ecuatorial de los frutos, el peso aumenta garantizando mayor calidad del producto comercial y estabilidad en la producción.

Juárez y Sánchez L. A., (2009). Las variables de calidad que presentaron correlaciones altamente significativas y significativas fueron para números de frutos totales, contra número de frutos totales Exportación y Nacional, Grande Exportación, mediano Exportación, chicos Exportación, grande, mediano y chico Nacional.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Descripción del área de estudio

El presente trabajo se realizó en Rancho “El Potrerito” del Sr. Rigoberto Macías López, que se encuentra ubicado en el municipio de Cosío Aguascalientes.

3.1.1. Localización geográfica

El municipio de Cosío se localiza al norte del estado, en las coordenadas 102°18' longitud oeste y 22°22' latitud norte, a una altura de 2,000 m. s. n. m. Limita al norte con el estado de Zacatecas; al sur con el municipio de Rincón de Romos y tanto al oriente como al poniente con el estado de Zacatecas y el municipio de Rincón de Romos. Se divide en 39 localidades, de las cuales la más importante es la cabecera municipal.



Figura 1: límites territoriales del municipio de Cosío Aguascalientes.

3.1.2. Clima

El municipio, en general, tiene un clima templado estepario con verano cálido, una temperatura media anual de 15°C, registrándose la más alta entre los meses de mayo a agosto, y la más baja entre diciembre, enero y febrero. La precipitación pluvial media anual es de 515 milímetros. Al año las heladas son de 20 a 40 días. Los vientos dominantes son alisios con dirección noreste-sureste durante el verano y parte del otoño.

3.1.3. Agricultura

Los productos perennes son la vid y la alfalfa; en primavera-verano el maíz, fríjol, chile, papa, brócoli, chícharo y sorgo; en otoño e invierno: ajo, avena y alpiste. La mayor parte de la agricultura es de riego.

3.2. Establecimiento del experimento

La presente investigación se llevó a cabo en macrotúnel de 100 m. de largo por 6 m. de ancho 3.5 m de altura, 2.5m a canal. 1 m a caballete, en una superficie de 10,000 m² de macrotúnel con cubierta de plástico transparente, en el municipio de cosió Aguascalientes rancho “El **Potrerito**”.

3.3. Siembra

La siembra de los semilleros de cada uno de los genotipos se inicio el 7 de abril del 2007 en charolas de polietileno de 200 cavidades utilizando como sustrato la mezcla Lambert LM 1. Utilizando semillas híbridas de los genotipos **TSAN -10003**, **TSAN -10004**, **TSAN -10002**, **TSAN -10001** e **Imperial**.

3.4. Descripción del material vegetativo

El material vegetativo utilizado en el experimento fueron 5 genotipos de hábito indeterminado y semi indeterminado **TSAN 10001, TSAN 10002, TSAN 10003, TSAN 10004 e Imperial**. Los 5 genotipos son tomate bola tipo beef.

3.4.1. Descripción del TSAN-10001

Tomate tipo bola indeterminado, material en proceso de liberación resultado del mejoramiento genético de la UAAAN. Los frutos son predominantemente del tamaño extra grande 3X4, 4X4, grandes 4 X 5, 5 X 5, 5 X 6, en un 70%, y el resto de frutos medianos y chicos 6 X 6 y 6 X 7 de su producción teniendo poca dominancia para tamaños chicos y las mismas características de los TSAN. Presentan resistencia a las razas 1 y 2 de fusarium *oxysporum*, *F. lycopersici* (Sacc) Zinder y Hansen, *verticillium*, tizón temprano así como a otras enfermedades. Es resistente al virus del mosaico del tomate raza 1, *Verticillium albo-atrum*; *Verticillium dahliae* raza 1, fusarium *oxysporum fsp Lycopersici* razas 1y 2 tolerancia a altas temperaturas.

3.4.2. Descripción del TSAN- 10002

Tomate tipo bola de habito semi-indeterminado frutos extrafirmes predominancia de los tamaños son de extra grande 3 X 4 y 4 X 4 grandes 4 X 5, 5 X 5, 5 X 6 en 80%, medianos 6 X 6 un 15% y chicos 6 X 7 un 5% en ambiente controlado siendo un material que se caracteriza por su uniformidad de frutos buena cobertura por su follaje y protección de frutos y larga vida de anaquel con características muy similares a los tipos TSAN características cualitativas y cuantitativas. Presentan resistencia a las razas 1 y 2 de Fusarium *oxysporum*, *F.*

lycopersici (Sacc) Zinder y Hansen, *verticillium*, tizón temprano así como a otras enfermedades. Es resistente al virus del mosaico del tomate raza 1, *Verticillium albo-atrum*; *Verticillium dahliae* raza 1, *fusarium oxysporum fsp Lycopersici* razas 1y 2.

3.4.3. Descripción del TSAN-10003

Tomate tipo bola indeterminado y semi-indeterminado a campo abierto, en proceso de liberación, resultado del mejoramiento de la UAAAN. Los frutos son predominantemente del tamaño 3X4, 4x4, 4x5, 5x5 y 5x6, con el carácter extrafirmes y pueden permanecer en almacenamiento de 4 a 5 semanas cosechándolo en color 2, forma del fruto circular, con un peso promedio de 240-320 g. Este material bajo condiciones de invernadero en hidroponía puede producir de 200 a 220 ton/ha. Presentan resistencia a las razas 1 y 2 de *fusarium oxysporum*, *F. lycopersici* (Sacc) Zinder y Hansen, *verticillium*, tizón temprano así como a otras enfermedades. Es resistente al virus del mosaico del tomate raza 1, *Verticillium albo-atrum*; *Verticillium dahliae* raza 1, *fusarium oxysporum fsp Lycopersici* razas 1y 2 tolerante a altas temperaturas.

3.4.4. Descripción del TSAN -10004

Tomate tipo bola indeterminado y semi indeterminado a campo abierto, en proceso de liberación, resultado del mejoramiento de la UAAAN. Los frutos son predominantemente del tamaño 4x4, 4x5, 5x5 y 5x6, hombros medianamente verdes, con características extrafirmes, permaneciendo de 3-4 semanas cosechando en color 2. Presentan resistencia a las razas 1 y 2 de *fusarium oxysporum*, *F. lycopersici* (Sacc) Zinder y Hansen, *verticillium*, tizón temprano así como a otras enfermedades. Es resistente al virus del mosaico del tomate raza 1, *Verticillium albo-atrum*;

Verticillium dahliae raza 1, *fusarium oxysporum fsp Lycopersici* razas 1 y 2 abemas tolerante a bajas y altas temperaturas.

3.4.5. Descripción de Imperial

Tomate tipo bola de habito indeterminado de la empresa Enza Zaden, ofrece una excelente opción para producción en invernaderos y campo abierto, planta muy fuerte con un sistema radicular amplio que le permite soportar cosechas sin problemas de temperaturas cálidas, fruta semiredonda aplanada sin hombros verdes, peso de 260 gr, con muy buen cierre apical y firmeza, color rojo intenso y excelente vida de anaquel. Precocidad a cosecha interminada. Presentan resistencia a las razas 1 y 2 de *fusarium oxysporum*, *F. lycopersici* (Sacc) Zinder y Hansen, *verticillium*, tizón temprano así como a otras enfermedades. Es resistente al virus del mosaico del tomate raza 1, *Verticillium albo-atrum*; *Verticillium dahliae* raza 1, *fusarium oxysporum fsp Lycopersici* razas 1 y 2.

3.5. Establecimiento de los tratamientos

Los tratamientos fue de 5 genotipos, los cuales se manejaron en 4 repeticiones por tratamiento se establecieron a una distancia entre planta de 50 cm y 120 cm entre línea, las plantas se desarrollaron bajo dos sistemas de podas, poda inferior (sanidad) y poda a dos tallos, teniendo una densidad de 16600 plantas/ha.

3.5.1. Preparación del suelo

Se realizaron dos prácticas de barbecho cruzado, trazó de camas, fertilización de fondo, colocación de cintilla y acolchado.

3.5.2. Colocación de cintilla de riego y acolchado

La cintilla para fertirrigación que se utilizó en este experimento fue la T-Tape del calibre 5000, colocándose al centro del surco días antes del trasplante. El acolchado se instaló en el momento de la colocación de la cintilla utilizando un acolchado bicolor con un calibre 120.

3.5.3. Trasplante

El trasplante se realizó el 21 de mayo del 2007, In situ en camas con acolchado bicolor dando un riego inicial de 12 horas para preparación del trasplante se colocó una planta por orificio La densidad de plantación fue de 1.6 plantas/m² con una población total de 16,600 plantas en 10,000 m².

Se trasplantó in situ con acolchado bicolor en camas de 1.2 m y 100mts de largo cada cama, cintilla T-tape calibre 5000. Con una distancia entre planta de 0.5mts.

3.6. Inicio de la poda

Se inició la poda de los materiales a partir del 9 de junio después de la bifurcación o inicio de la floración pasando, diecinueve días después del trasplante, y posteriormente se siguió desbrotando y quitando “mamones” para los

tratamientos que fueron podados a dos tallos, con un lapso aproximado entre poda de diez días. Después de cada poda se realizaron aspersiones con fungicidas a base de cobre, esto con el fin de evitar la proliferación de enfermedades en el cultivo.

3.7. Poda

Es una práctica imprescindible para las variedades de crecimiento indeterminado y semi-indeterminado, con el objetivo de eliminar brotes y/o hojas que no son necesarias para la planta, y evitar el desgaste de la misma. Las plantas se podaron de la bifurcación hacia abajo, y a doble tallo eliminado brotes y hojas viejas la poda inicio el 9 de junio, dándole seguimiento en los **TSAN** de cada 10 días la poda y en Imperial cada 6 a 7 días, esta práctica se inicia con la eliminación de algunas hojas o foliolos que se encuentran debajo de las horquetas, características que se asocia con la aparición del primer racimo floral en cultivares de habito indeterminado o habito determinado.

Se inició esta operación con los foliolos que están pegados al suelo, eliminándolas hasta la bifurcación y al mismo tiempo eliminación de chupones y mamones en cultivares de habito indeterminado la formación de la planta a un tallo, dos tallos y tres tallos y en algunos casos solamente de la horquetas hacia abajo denominada poda de sanidad. Cuando se trata de uno y dos tallos bajo ambiente de campo abierto o invernadero, se continúa con esta labor todas las semanas según vaya avanzando el crecimiento y la producción según las características del material genético, fecha del establecimiento y el estado generativo y vegetativo que el productor requiere. La planta tomate en cultivares vigorosos de crecimiento indeterminado puede alcanzar longitudes enormes pero solo dos o tres terminales

mantienen hojas, flores y fruto, el sistema de poda debe permitir una mayor accesibilidad de los operarios a esta parte terminal de la planta para las diversas faenas del cultivo.

3.7.1. Poda de horquetas hacia abajo (poda de sanidad)

En tomates de hábito determinado, actualmente se maneja la poda de sanidad que consiste en eliminar los brotes debajo de la primera horqueta o bifurcación (mamones, chupones y foliolos) en los híbridos y líneas de crecimiento indeterminado, posteriormente no se practica ninguna poda dejando que la planta desarrolle de seis a ocho tallos productivos, dependiendo del híbrido y a la vez del destino de la producción, ya sea al mercado Nacional o Exportación.

Esta práctica solamente se utiliza para cultivos de hábito indeterminado a cielo abierto ya que en invernadero no es necesario, por dificultarse su conducción de tallos, además entorpece la filtración de la luz intra planta.

3.7.2. Poda a dos tallos

Este sistema de poda es una variante del anterior y consiste en eliminar todos los brotes a excepción del inmediato inferior de la primera inflorescencia, por lo que se permite desarrollar para obtener un segundo tallo.

La poda a dos tallos por la planta o poda en horqueta consiste en eliminar todos los brotes excepto el que sale por debajo del primer racimo que se dejara como el segundo tallo principal.

3.8. Diseño y modelo estadístico

Para el análisis estadístico se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial A x B donde el factor A fueron los genotipos (**TSAN-10001, 10002, 10003, 10004 e Imperial**). Y el factor B (**P -1 de la bifurcación hacia abajo, P-2 poda a dos tallos**) con IV repeticiones por cada genotipo tratamiento y una parcela útil 12 m² por cada tratamiento.

3.8.1. Análisis estadístico

Se realizó el análisis de varianza para cada una de las variables mediante el paquete de diseños experimentales (programa estadístico de la UANL), para las variables de respuesta; V: 1 Rendimiento total en ton/ha, (Exportación, Nacional, Rezaga)V: 2 Rendimiento comercial en ton/ha, (Exportación, Nacional),V: 3 Rendimiento para mercado de Exportación en ton/ha, para (frutos grandes, medianos y chicos), V: 4 Rendimiento mercado Nacional en ton/ha, para frutos grandes, medianos y chicos, V: 5 Rendimientos Rezaga en ton/ha. La comparación múltiple entre medias fue mediante la prueba múltiple entre medias de Tukey según el nivel alta significancia (0.01) y significativo (0.05) que se manifestó de dichos análisis.

3.9. Sistema de conducción

Es una práctica necesaria para mantener la planta erguida y evitar que las hojas y los frutos toquen el suelo, mejorando así la aireación general de la planta y

favoreciendo el aprovechamiento de la radiación y la realización de manejo en cuanto a podas, cosecha y bajar la planta para darle una mejor colocación durante la etapa productiva. Todo ello repercutirá en la producción final, calidad del fruto y control de las enfermedades

Se tutoró la planta en la estructura del macrotunel utilizando alambre calibre 8 galvanizados, con una rafia curada contra rayos ultravioleta de color blanca y anillos, se descolgó la planta en varias ocasiones en los cultivares Imperial cuando esta rebaso el alambre mientras que para los TSAN no se aplicó esta práctica

3.10. Fertirrigación

La dosis que se empleó durante toda la etapa de establecimiento de producción fue de N 340, P 180, K 480, Ca 60 y 40 de Mg. Distribuyéndose cada tercer día la fertilización.

Las dosis de la solución nutritiva fueron de acuerdo a los componentes en la fuente de agua a utilizar un ejemplo de fertilizantes de cantidades necesarias y necesidad de los mismos para cada dosis aplicada, la dilución se estableció en base a las necesidades de la propia variedad. La solución nutritiva se aplicó en todos los riegos sin alternancia con solo agua, la concentración de fertilizante varía según el estado fenológico de la planta, cultivar, calidad de agua y condiciones de clima.

3.11. Control de malezas

Esta práctica se llevó a cabo dentro y fuera de macrotúnel para tener una inocuidad favorable para la especie a cultivar en este caso tomate tipo beef, al

realizar la eliminación de plantas desconocidas a la especie cultiva y evitar competencia y pérdida de nutrientes a nuestro cultivo.

3.12. Manejo fitosanitario

Se tuvieron los cuidados necesarios para evitar correr el riesgo de disminuir rendimientos y calidad, bajo un manejo integrado de plagas (MIP), que involucra al cultivar, las plagas y el medio ambiente que los rodea, y así prevenir problemas de insecto- plaga, identificar plagas monitoreo de plantas, disminuir enemigos naturales que afecten.

3.13. Cosecha

La cosecha se clasificó en 20 cortes iniciándose el 8 de septiembre y terminando el 23 de octubre del 2007. La cosecha se clasificó en frutos de mercado de Exportación, de tamaños grandes, medianos y chicos, de mercado Nacional de tamaños grandes, mediano y chico, de Rezaga, el total de frutos comerciales, sumando el total de frutos de Exportación y el total de frutos Nacionales, y frutos totales sumando el total de frutos comerciales más el total de frutos de Rezaga. Clasificando en calidades por tamaños para ambas calidades

3.14. Variables evaluadas

3.14.1. Rendimiento Total en ton/ha (V1)

El rendimiento total se integró por el rendimiento de Exportación, Nacional más Rezaga. Se hizo también un análisis con el arreglo factorial A X B.

3.14.2. Rendimiento Comercial en ton/ha (V2)

El rendimiento comercial se compone de rendimientos de Exportación, más el Nacional. Estas variables se realizaron también con el arreglo factorial A X B.

3.14.3. Rendimiento mercado de Exportación en ton/ha para (frutos grandes, medianos y chicos) (V3)

El rendimiento de Exportación se clasificó de acuerdo al tamaño por frutos grandes por el tamaño del diámetro polar en grandes medianos y chicos. Estuvo integrados por frutos libres de defectos, de ataque de plagas y enfermedades, que tuviera un color uniforme y bien formados.

3.14.4. Rendimiento para mercado Nacional en ton/ha para (frutos grandes, medianos y chicos) (V4)

Dentro de esta categoría se incluyeron los frutos que tenían pequeños defectos de color, forma y que estuvieran libres de ataque de plagas y enfermedades.

3.14.5. Rendimiento Rezaga en ton/ha (V5)

Lo integraron todo los frutos con graves defectos de color y forma, atacados severamente por plagas y enfermedades la cual quedaron fuera de la comercialización.

3.15. Análisis de correlación múltiple

Las cinco variables a evaluar en la correlación múltiple solo se considero aquellas variables que presentaron correlación altamente significativa (0.01) y significancia (0.05) mediante el paquete de diseños experimentales llamado MINITAB 14.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Rendimiento Total en toneladas por hectárea (V1)

La producción y la calidad de los frutos de tomate juegan un papel muy importante para el productor y específicamente de mercado de Exportación y mercado Nacional, sin embargo el mercado de Exportación exige normas muy específicas con respecto al tamaño, forma, color, firmeza y larga vida de anaquel y otros atributos cuantitativos y cualitativos que conforman la calidad del mismo. Todo producto de calidad repercute una mejor remuneración económica para el productor y una demanda superior en el anaquel donde se manifiesta a través de oferta y demanda por el consumidor independientemente del tipo de mercado, los genotipos TSAN e Imperial presentan en su totalidad partes de estas características que el productor exige que sean manejados de acuerdo al tipo de modalidad que se establezca, de esta forma se trató de compará los sistemas de producción en que pueden competir y ser potenciales, específicamente bajo las condiciones de macrotunel en la región de Cosiío Aguascalientes. Los resultados nos arrojan datos interesantes con respecto a los atributos evaluados expresados en rendimiento comercial y calidad de fruto.

Al realizar el análisis de varianza para rendimiento Total (Exportación, Nacional, Rezaga) en ton/ha, se encontró alta significancia ($P < 0.01$), (Cuadro A-1 del Apéndice) afectando solo al factor genotipos, esto con un 99% de confianza.

Utilizando la prueba de comparación múltiples entre medias por el método de Tukey en la cual se encontró alta significancia ($P < 0.01$) donde el genotipo TSAN -10003 se mostró estadísticamente superior al tener un rendimiento de

74.71 ton/ha superando al testigo con un 21.9% en su rendimiento (Cuadro 1), seguidos por los genotipos TSAN -10002 con 62.82 ton/ha y TSAN -10004 con 60.05 ton/ha, por último los genotipos Imperial con 58.35 ton/ha y TSAN -10001 con 47.25 ton/ha, con un 99% de confianza. Como se aprecia claramente en la Figura 2.

Cuadro 1. Medias para evaluación del rendimiento Total en ton/ha para el factor genotipo bajo condiciones de macrotunel.

Genotipo	Rendimiento(ton/ha)
TSAN -10003	74.71 a
TSAN -10002	62.82 ab
TSAN -10004	60.05 ab
Imperial (T)	58.35 b
TSAN -10001	47.25 b

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales. Tukey a (0.01) de significancia.

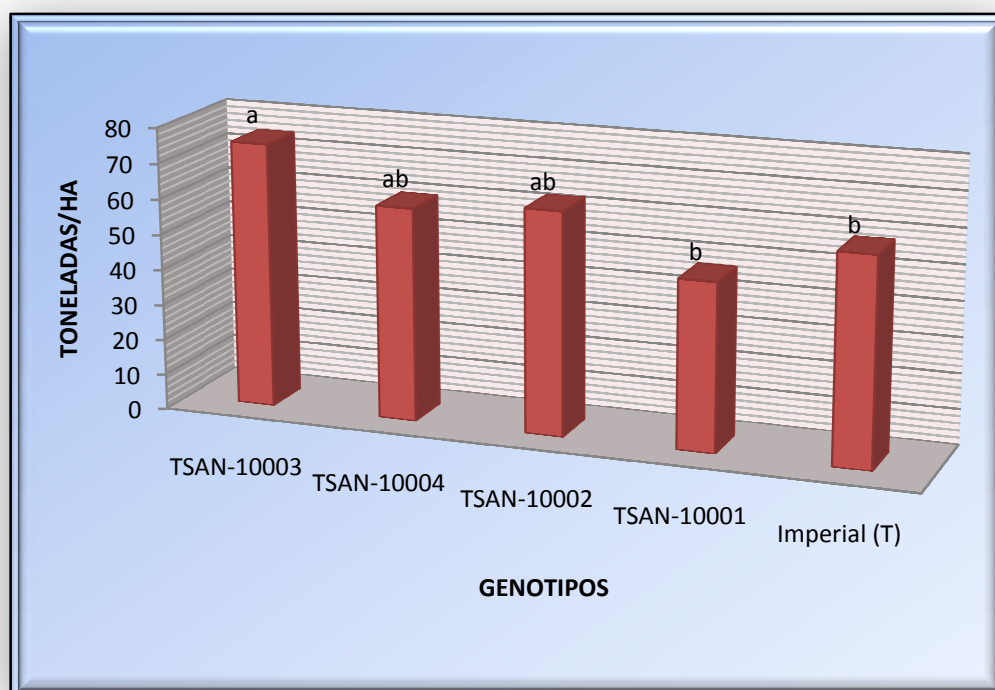


Figura 2. Rendimiento Total expresado en ton/ha de los diferentes genotipos de tomate bola de hábito Indeterminado, extrafirmes.

4.2. Rendimiento Comercial en toneladas por hectárea (V2)

Realizado el análisis de varianza para la variable de respuesta rendimiento Comercial que engloba Exportación + Nacional (Cuadro A-2 del Apéndice), se encontró alta significancia ($P < 0.01$) para los diferentes genotipos, así mismo se encontró significancia ($P < 0.05$) en la interacción genotipo * poda lo que nos indica que con la práctica de poda podemos mejorar la calidad e incrementar rendimiento por el tamaño de fruto grande durante la recolección y selección, al comparar en forma independiente el factor poda no se encontraron diferencias significativas entre genotipos.

Después de utilizar la prueba de comparación múltiples entre medias por el método de Tukey donde se encontró alta significancia ($P < 0.01$) para el genotipo TSAN -1003 que presentó un rendimiento de 58.99 ton/ha (Cuadro 2), y fue estadísticamente superior con el mayor rendimiento Comercial superando al testigo con un 20.6% en su producción, seguido por los genotipos TSAN -10004 con 50.92 ton/ha, TSAN -10002 con un rendimiento de 50.03 ton/ha y en testigo Imperial con 46.82 ton/ha, esto con un 99% de confianza. Como se aprecia en la Figura 3.

Cuadro 2. Medias para evaluación del rendimiento Comercial en ton/ha para el factor genotipos bajo condiciones de macrotunel.

Genotipo	Rendimiento(ton/ha)
TSAN -10003	58.99 a
TSAN -10004	50.92 ab
TSAN -10002	50.03 ab
Imperial (T)	46.82 ab
TSAN -10001	40.74 b

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales. Tukey a (0.01) de significancia.

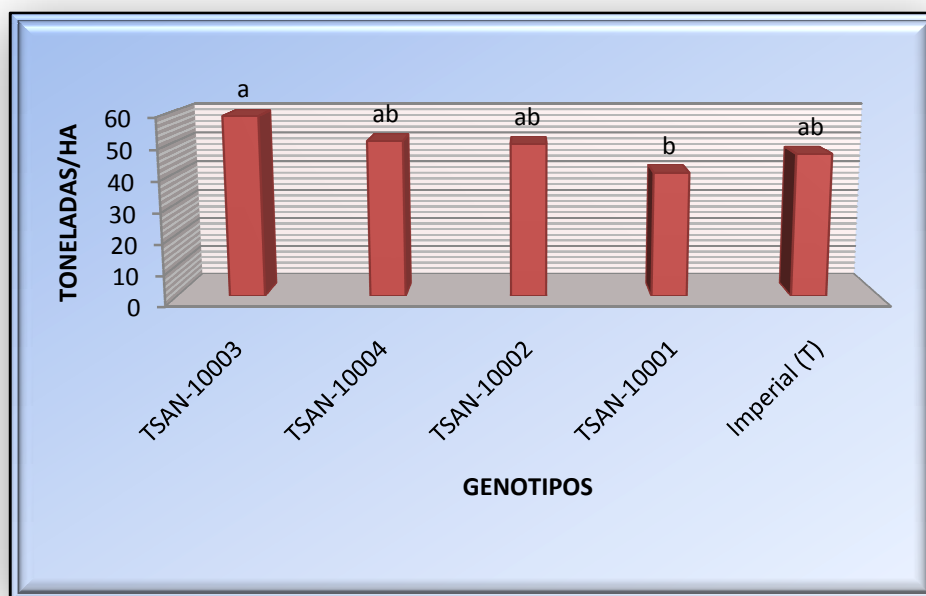


Figura 3. Rendimiento Comercial expresado en ton/ha de los diferentes genotipos de tomate bola de hábito indeterminado, extrafirmes.

De igual forma al comparar la interacción múltiples entre medias del factor genotipo contra poda inferior, se encontró que los genotipos TSAN -10003 y TSAN -10002 (Cuadro 3), fueron superiores con un rendimiento de 58.04 ton/ha y 56.67 ton/ha respectivamente, superando con un 29.79% y 28.07% al testigo, con esto se demuestra que esta práctica de poda juega un papel muy importante para ambos genotipos, lo que nos manifiesta que el costo de manejo bajaría considerablemente para el productor si se le practicara bajo este sistema de poda, lo contrario sucede para los genotipos TSAN -10004 e Imperial como testigo que nos presentaron una producción de 53.21 ton/ha y 40.75 ton/ha, donde se determina que la práctica de poda a dos tallos es importante practicarla para estos dos genotipos, de esta manera incrementamos la calidad de fruto pero se requiere de una inversión mayor por el número de jornales que se van a utilizar para efectuar este

proceso, y por último el genotipo TSAN -10001 que fue superado por el resto de los genotipos, esto con un 95% de confianza..

Cuadro 3. Medias para evaluación del rendimiento Comercial en ton/ha para la interacción genotipo *poda inferior bajo condiciones de macrotunel.

Genotipo * Poda inferior.	Rendimiento(ton/ha)
TSAN -10003	58.04 a
TSAN -10002	56.67 a
TSAN -10004	53.21 ab
Imperial (T)	40.75 bc
TSAN -10001	37.21 c

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales. Tukey a (0.05) de significancia.

Así mismo en la comparación múltiples entre medias del factor genotipo en la poda a dos tallos por medio de la prueba de Tukey, se reportó que destaco el genotipo TSAN -10003 (Cuadro 4), teniendo un rendimiento de 59.94 ton/ha obteniendo una respuesta es favorable aplicando los dos sistemas de podas evaluados, asimismo superó con 11.7% al testigo , seguido por los testigo Imperial y TSAN -10004 con un rendimiento de 52.89 ton/ha y 48.62 ton/ha respectivamente, por ultimo los genotipos TSAN -10001 con 44 ton/ha y el TSAN -10002 con 43.39 ton/ha, esto con un 95% de confianza. Como se aprecia en la Figura 4.

Cuadro 4. Medias para evaluación del rendimiento Comercial en ton/ha para la interacción genotipo *poda superior bajo condiciones de macrotunel.

Genotipo * Poda a dos tallos.	Rendimiento(ton/ha)
TSAN -10003	59.94 a
Imperial (T)	52.89 ab
TSAN -10004	48.62 ab
TSAN -10001	44.27 b
TSAN -10002	43.39 b

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales. Tukey a (0.05) de significancia.

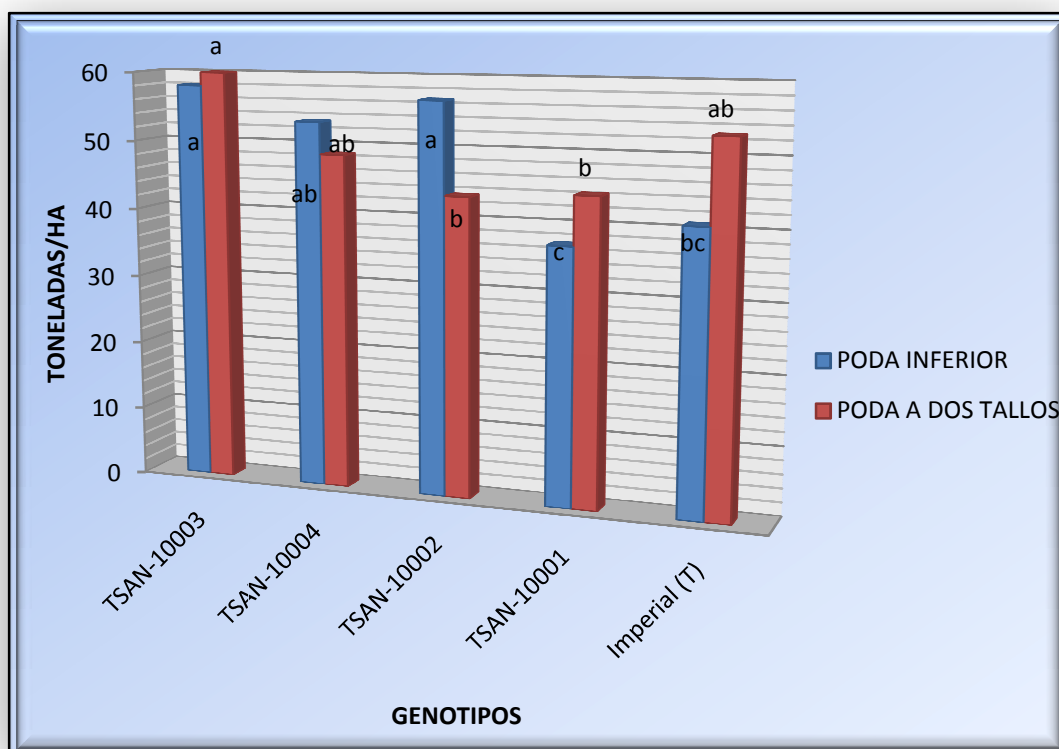


Figura 4. Rendimiento Comercial expresado en ton/ha de los diferentes genotipos de tomate bola de hábito indeterminado, extrafirmes, en dos sistemas de podas.

4.3. Rendimiento de Exportación en toneladas por hectárea (frutos grandes, medianos y chicos) (V3)

Al correr el análisis de varianza para la variable de respuesta rendimiento en toneladas por hectárea para mercado de Exportación se encontró alta significancia ($P < 0.01$) para la interacción genotipo * poda, esto con un 99% de confianza. (Cuadro A- 3 del Apéndice).

Dentro del rendimiento para mercado de Exportación toneladas por hectárea tenemos que el genotipo TSAN -1004 obtuvo el mejor rendimiento con 34.31 ton /ha (Cuadro 5), superando al testigo Imperial con un 13%, aun cuando el

análisis de varianza no presenta diferencia significativa, es así importante para el aspecto de producción mencionar las diferencias agronómicas que hubo entre los genotipos. Como se muestra en la Figura 5.

Cuadro 5. Medias para la evaluación del rendimiento hacia el mercado de Exportación en ton/ha para el factor genotipo bajo condiciones de macrotúnel.

Genotipo	Rendimiento(ton/ha)
TSAN -10004	34.31 a
TSAN -10003	33.71 a
TSAN -10002	31.47 a
TSAN -10001	31.06 a
Imperial (T)	29.85 a

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales. Tukey al (0.01) de significancia.

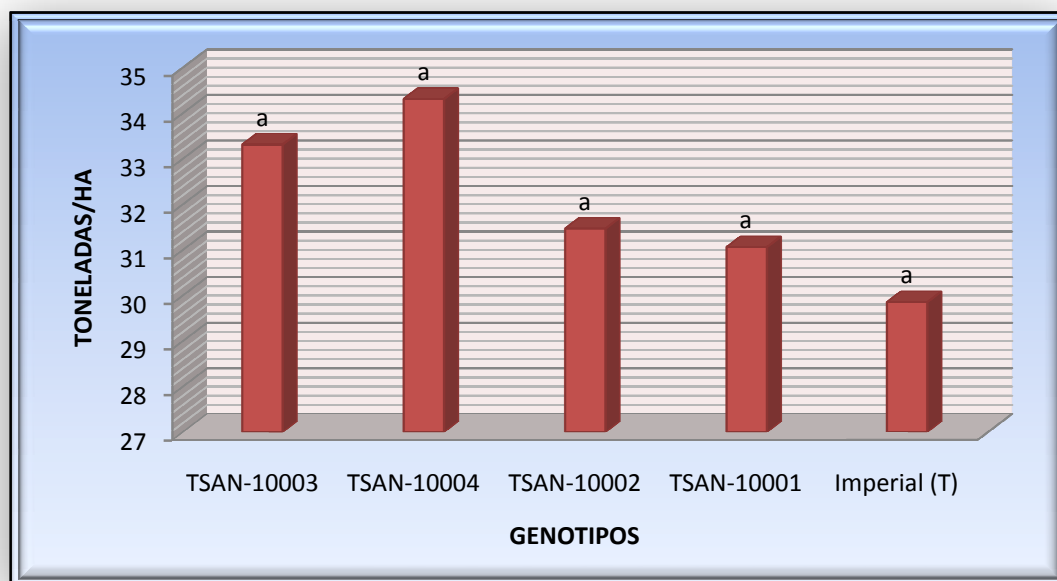


Figura 5. Rendimiento para mercado de Exportación expresado en ton/ha de los diferentes genotipos de tomate bola de hábito indeterminado, extrafirmes.

Utilizando la prueba de comparación múltiple entre medias por el método de Tukey, donde se encontró alta significancia ($P < 0.01$) entre la interacción genotipo* poda en el cual estadísticamente los mejores tratamientos fueron

TSAN-10004 con 37.02 ton/ha superando al testigo con un 29.38%, TSAN -10002 con un rendimiento de 35.79 ton/ha superando al testigo con un 26.96% y el genotipo TSAN -10003 con 34.85 ton/ha superando al testigo con un 24.99% (Cuadro 6), todos estos genotipos con una poda inferior, seguido por el resto de los tratamientos, esto con un 99% de confianza. Donde se observa claramente como superan los genotipos TSAN al testigo. Figura 5.

Cuadro 6. Medias para evaluación del rendimiento hacia el mercado de Exportación en ton/ha. Interacción genotipo * poda inferior bajo condiciones de macrotunel.

Genotipo * Poda inferior	Rendimiento(ton/ha)
TSAN -10004	37.02 a
TSAN -10002	35.79 a
TSAN -10003	34.85 a
Imperial (T)	26.14 ab
TSAN -10001	21.29 b

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales. Tukey al (0.01) de significancia.

En la comparación múltiples entre medias (Cuadro 7) del factor genotipo dentro de la poda a dos tallos se encontró que estadísticamente el mejor tratamiento fue el genotipo Imperial (T) como testigo con un rendimiento de 40.83ton/ha , seguido por TSAN -10001 con 33.56 ton/ha, TSAN-10003 con un rendimiento de 32.21 ton/ha, y el genotipo TSAN -10004 con una producción de 31.6 ton/ha mostrándose superior al genotipo TSAN -10002 que obtuvo un rendimiento de 27.14 ton/ha , esto con un 99% de confianza. Esto se puede confirmar en la Figura 6.

Cuadro 7. Medias para evaluación del rendimiento en mercado de Exportación en ton/ha para la interacción genotipo * poda superior bajo condiciones de macrotunel.

Genotipo * Poda a dos tallos	Rendimiento(ton/ha)
Imperial (T)	40.83 a
TSAN -10001	33.56 ab
TSAN -10003	32.21 ab
TSAN -10004	31.6 ab
TSAN -10002	27.14 b

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales. Tukey al (0.01) de significancia.

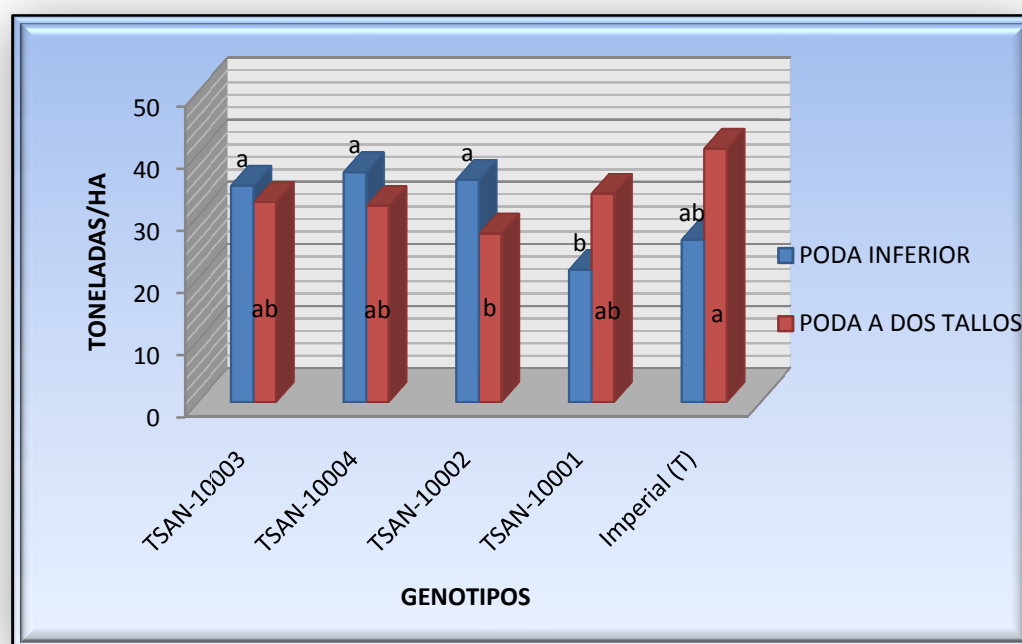


Figura 6. Rendimiento para mercado de Exportación expresado en ton/ha de los diferentes genotipos de tomate bola de hábito indeterminado, extrafirmes, en dos sistemas de podas.

4.4. Rendimiento para mercado Nacional en toneladas por hectárea (frutos grandes, medianos y chicos) (V4)

En el análisis de varianza para la variable de respuesta rendimiento en toneladas por hectárea para mercado Nacional, se encontró con alta significancia ($P < 0.01$) en el factor genotipos, esto con 99% de confianza, además se obtuvo significancia ($P < 0.05$) en la interacción genotipo *poda, con un 95% de confianza y no significativo para el factor poda. (Cuadro A-4 del Apéndice).

Utilizando la prueba de comparación múltiples entre medias por el método de Tukey donde se encontró alta significancia ($P < 0.01$) en las medias para el factor genotipo (Cuadro 8), donde se observó que el genotipo TSAN-10003 fue estadísticamente el mejor con 25.46 ton/ha, obteniendo el mayor rendimiento superando con un 33.3% al testigo, seguidos por los genotipos TSAN -10002 con 18.56 ton/ha, Imperial (T) con 16.97 ton/ha, y TSAN -10004 con un rendimiento de 16.61 ton /ha, y por último el genotipo TSAN -10001 que presentó un rendimiento de 9.68 ton/ha, con un 99% de confianza. Como se muestra en la Figura 7.

Cuadro 8. Medias para evaluación del rendimiento hacia mercado Nacional en ton/ha para el factor genotipo bajo condiciones de macrotunel.

Genotipo	Rendimiento(ton/ha)
TSAN -10003	25.46 a
TSAN -10002	18.56 ab
Imperial (T)	16.97 ab
TSAN -10004	16.61 ab
TSAN -10001	9.68 b

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales. Tukey al (0.01) de significancia.

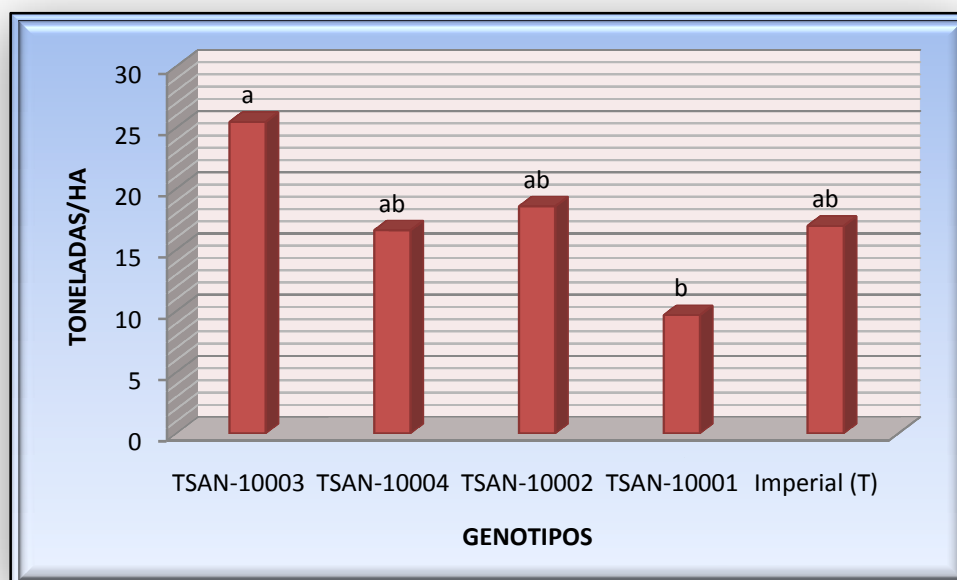


Figura 7. Rendimiento para mercado de Nacional expresado en ton/ha de los diferentes genotipos de tomate bola de hábito indeterminado, extrafirmes.

Al comparar la interacción múltiples entre medias del factor genotipo en la poda inferior estadísticamente no se encontró diferencia significativa (Cuadro 9), sin embargo en el aspecto de rendimiento para esta calidad podemos considerar al genotipo TSAN -10003 como el mejor por haber manifestado el mayor rendimiento de 23.19 ton/ha superando así al testigo con un 37% en su rendimiento, esto con un 95% de confianza. Como se muestra en la Figura 8.

Cuadro 9. Medias para evaluación del rendimiento hacia el mercado Nacional en ton/ha para la interacción genotipo * poda inferior bajo condiciones de macrotunel.

Genotipo * Poda inferior.	Rendimiento(ton/ha)
TSAN -10003	23.19 a
TSAN -10002	20.87 a
TSAN -10004	16.19 a
TSAN -10001	15.92 a
Imperial (T)	14.61 a

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales. Tukey a (0.05) de significancia.

Así mismo en la comparación múltiples entre medias del factor genotipo en la poda a dos tallos por medio de la prueba de Tukey (Cuadro 10), se encontró que el mejor tratamiento fue TSAN -10003 con un rendimiento de 27 ton /ha, seguido por Imperial (T) con 19.33 ton/ha y TSAN-10004 con un rendimiento de 17.02 ton/ha, posteriormente TSAN -10002 con 16.25 ton/ha y por último el genotipo TSAN -10001 con 3.44 ton/ha, con una confianza del 95%. Como se muestra en la Figura 8.

Cuadro 10. Medias para evaluación del rendimiento hacia el mercado Nacional en ton/ha para la interacción genotipo *poda superior bajo condiciones de macrotunel.

Genotipo * Poda a dos tallos.	Rendimiento(ton/ha)
TSAN -10003	27.73 a
Imperial (T)	19.33 ab
TSAN -10004	17.02 ab
TSAN -10002	16.25 b
TSAN -10001	3.44 c

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales. Tukey a (0.05) de significancia.

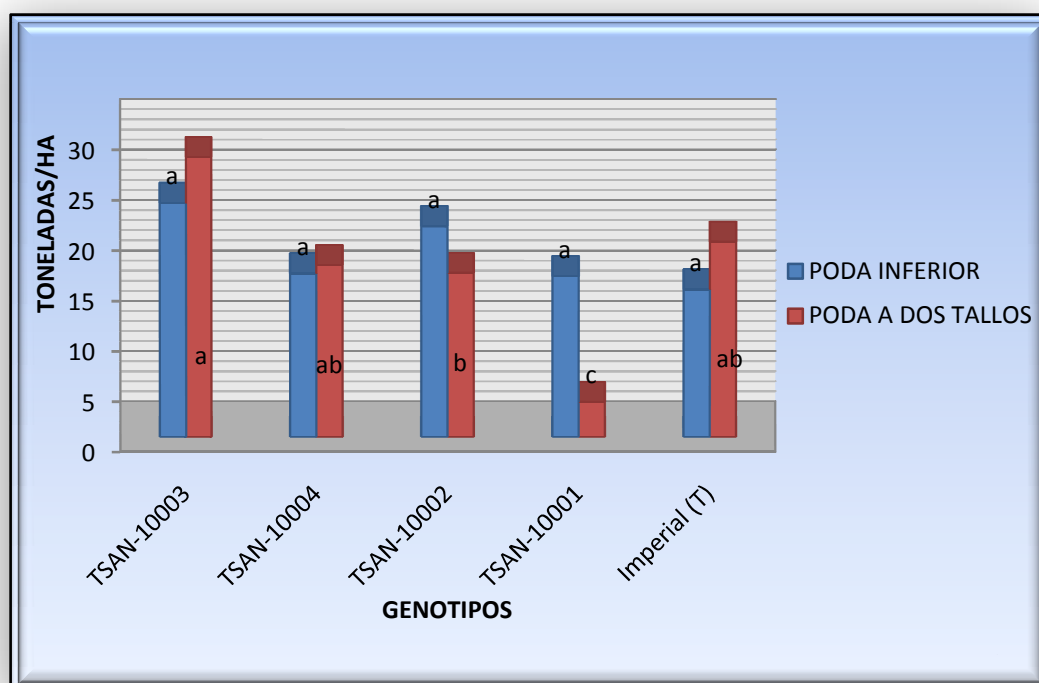


Figura 8. Rendimiento para mercado Nacional expresado en ton/ha de los diferentes genotipos de tomate bola de hábito Indeterminado, extrafirmes, en dos sistemas de podas.

4.5. Rendimientos toneladas por hectárea Rezaga (V5)

En la diversidad existente de los materiales genéticos comerciales, semi-comerciales y en procesos de formación es muy importante considerar que la característica de Rezaga puede manifestarse como presencia de un carácter genético fisiológico o del propio manejo del cultivo, tomando tanto interés cuando se trata de un bajo dominio, sin embargo cuando hablamos de una reducción alta ya sea en toneladas, porcentajes o número de frutos de esta característica nos debe preocupar ya que es un producto que disminuye la remuneración económica del productor por ser un fruto no comerciable.

Una vez realizado el análisis de varianza (Cuadro A-5 del Apéndice) para la variable de respuesta rendimiento en toneladas por hectárea para Rezaga, en la cual se encontró alta significancia ($P < 0.01$) afectando solo al factor genotipo, esto con un 99% de confianza.

Al realizar la comparación múltiples entre medias por el método de Tukey en donde se encontró alta significancia ($P < 0.01$) entre las medias del factor genotipo, en el cual el genotipo TSAN -1003 fue superior (Cuadro 11), presentando un rendimiento Rezaga de 15.71 ton/ha, seguido por los genotipos TSAN -10002 con 12.79 ton/ha, Imperial con 11.53 ton/ha, TSAN -10004 con 9.13 ton/ha, por último el genotipo TSAN -10001 con el menor rendimiento Rezaga de 6.51 ton/ha, esto con un 99% de confianza. Cabe mencionar que los rendimientos Rezaga en los diferentes genotipos manifestaron una alta presencia en esta calidad dada al manejo que se le proporcionó y la fecha en que fueron establecidos en la modalidad de macrotunel en situ con acolchado y fertirriego, donde las temperaturas fluctuaron entre los 35 a 38 °C en el interior del macrotunel en el periodo de producción, evaluación y cosecha. Como resultado de esta evaluación se

obtuvieron frutos con ciertos defectos fisiológicos tales como cuarteadura radial o pata de gallo, concéntrica y cara de gato entre otras, por lo que estos frutos no cumplían con las características que exige el mercado para su comercialización, esto coincide con lo mencionado por Juárez (2009) y se contrapone a lo encontrado por Sánchez y Sandoval (1999), donde en líneas segregantes estas características no se presentaron con tanta frecuencia en tomates de larga vida.

Lo anterior nos demuestra que el trabajo de investigación realizado bajo las condiciones establecidas nos exige modificar las dimensiones de la estructura donde fueron establecidos para evitar el daño causado por las condiciones antes mencionadas. Figura 9.

Cuadro 11. Medias para evaluación del rendimiento Rezaga en ton/ha para el factor genotipo bajo condiciones de macrotunel.

Genotipo	Rendimiento(ton/ha)
TSAN -10003	15.71 a
TSAN -10002	12.79 ab
Imperial (T)	11.53 ab
TSAN -10004	9.13 ab
TSAN -10001	6.51 ab

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales. Tukey a (0.01) de significancia.

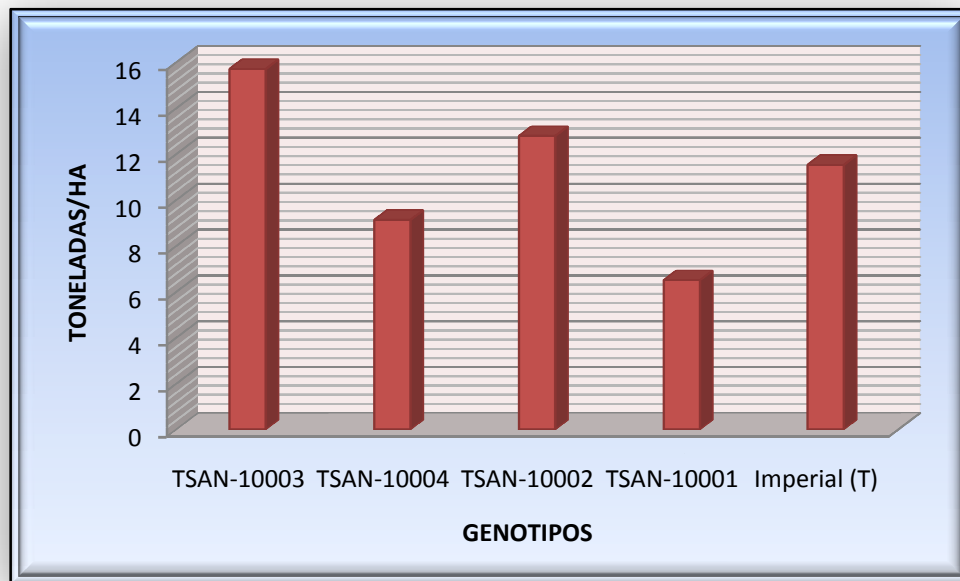


Figura 9. Rendimiento Rezaga expresado en ton/ha de los diferentes genotipos de tomate bola de hábito indeterminado, extrafirmes.

4.6. Rendimiento estimado total en los diferentes genotipos

Al obtener los rendimientos estimado para la evaluación de los diferentes genotipos hacia los mercados de Exportación, Nacionales y Rezaga como se observa en la (Figura 10). Se pudo mostrar que el genotipo TSAN -10003 fue mejor al ser más constante su producción de Exportación, Nacional y Rezaga, cabe destacar que únicamente fue superado por el genotipo TSAN -10004 para frutas de Exportación, seguidas por el genotipo TSAN -10002 aunque fue superado por los genotipos TSAN -10004 para mercado de Exportación los rendimientos para mercado Nacional y Rezaga superan al resto de los genotipos, después el genotipo TSAN -10004 por presentar semejanza en sus rendimientos, posteriormente se tiene el genotipo Imperial con rendimientos más bajo, superando únicamente al TSAN -10004 en frutas para mercado Nacional, por último tenemos al genotipo TSAN -

10001 la cual únicamente supero al genotipo Imperial para mercado de Exportación.

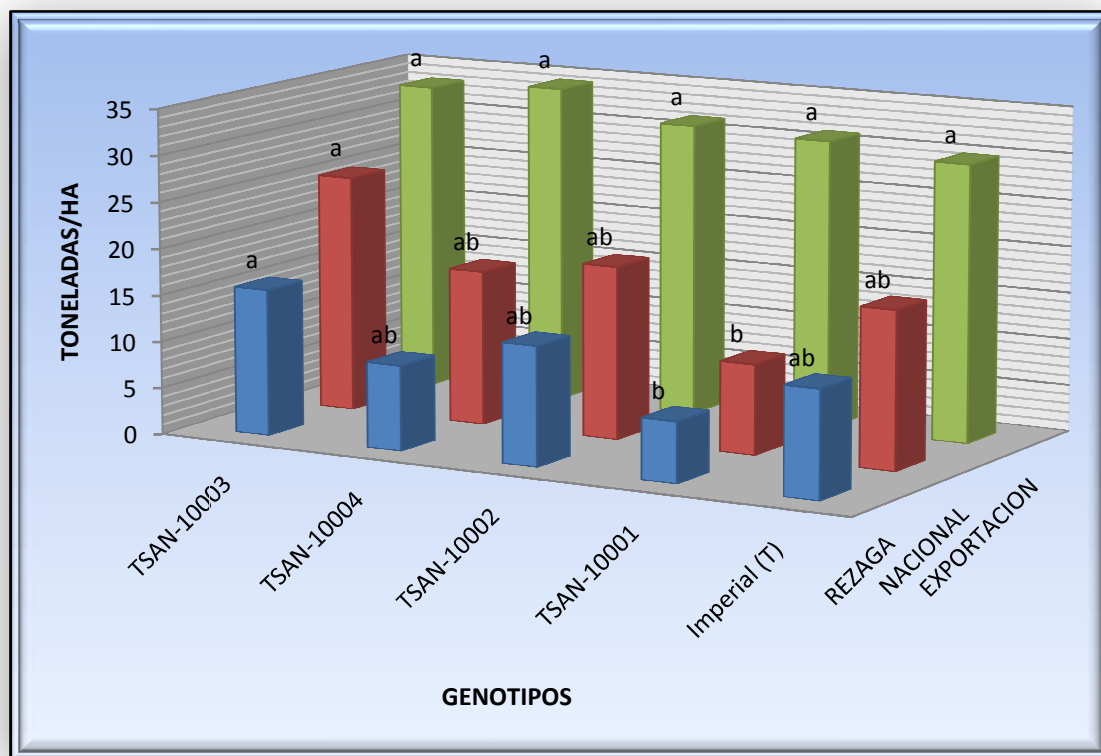


Figura10. Rendimiento promedio expresado en tonelada por hectárea de los diferentes genotipos de tomate bola de hábito indeterminado, extrafirmes, para Exportación + Nacional + Rezaga.

4.7. Análisis de correlación múltiples para las diferentes variables de respuesta para los diferentes genotipos evaluados

Los resultados del análisis de correlación del factor rendimiento totales en ton/ha “V1”, Rendimiento Comercial en ton/ha “V2”, rendimiento en ton/ha para mercado de Exportación “V3”, rendimiento para mercado Nacional en ton/ha para “V4”, rendimiento Rezaga en Ton/ha “V5”, señalan que el rendimiento comercial en ton/ha esta altamente correlacionado con rendimiento total en ton/ha en donde se

considera una relación directa entre calidad de fruto y rendimiento ton/ha. Para el caso de rendimiento para mercado de Exportación en ton/ha, se encontró una relación significativa para rendimiento Total y rendimiento Comercial en ton/ha, considerando, que la respuesta en la correlación de esta variable pudiera estar relacionada con el comportamiento de los genotipos evaluados y de las propias condiciones de manejo del cultivo. En cuanto al rendimiento para mercado Nacional en ton/ha, se determinó alta significancia para el caso de la variable rendimiento total en ton/ha, rendimiento en ton/ha, para mercado de Exportación, siendo significativa solo en ton/ha para mercado de Exportación en donde los factores rendimiento total, y rendimiento comercial en ton/ha, pueden marcar las diferencias con respecto a mercado Nacional, considerando que la poda juega un papel muy importante para algunos genotipos que responden favorablemente como el caso del TSAN -10004 e Imperial. Para el caso del rendimiento ton/ha, para Reza se determinó alta significancia para la variable rendimiento total, rendimiento comercial y rendimiento para mercado Nacional en ton/ha, no siendo así para el caso de la variable rendimiento en ton/ha, para el mercado de Exportación que fue significativa, por considerarse un atributo de calidad que repercute directamente en el aspecto económico del productor, sin embargo se encontraron diferencias para el caso de genotipo así como la interacción genotipos poda lo cual nos representa la importancia que determina el tener un genotipo que aporte la mayor cantidad de frutos comercial y no un genotipo que compita contra un genotipo que su producción sea alta como el caso de los genotipos TSAN -10003 seguido por TSAN -1002 e Imperial, al observar estas correlaciones nos indica que el rendimiento para el caso de esta investigación fueron muy altos las aportaciones de esta calidad, respuesta que nos indica que las altas temperaturas en

la etapa de cosecha se mantuvieron en una media promedio de 32-35 °C durante los meses de agosto y septiembre en el interior del macrotúnel lo que causo efectos en demeritar el fruto representando asta un 30% de su producto con cuarteadura radial y concéntrica, siendo un producto que si no hubieran estado las temperaturas a estos rangos no afectaría significativamente el producto, considerando que el complejo de defectos fisiológicas de estos son causales de un producto de mala calidad lo cual los resultados anteriores no coinciden con lo reportado por Sandoval y Sánchez L. A.,(1999) cuando se evaluaron una serie materiales segregantes con estas características bajo condiciones de campo abierto en región de Villa de Arista San Luis Potosí, en donde indica que estudios realizados en líneas de generaciones tempranas de los TSAN se encontró que la mayoría de frutos rajados se presento con la poda a dos tallos pero con un menor rendimiento y menor dimensión durante periodos mas críticos que fue de 900kg de Rezaga en el genotipo TSAN -101SV, así mismo estos resultados corroboran con lo reportado por Campo (1971), Angulo (1986); estos resultados coincide con lo encontrado por Ehet, (1993) donde se menciona que los mayores problemas de frutos rajados con poda a dos tallos se presenta cuando la poda se efectúa con mayor severidad. Dado el caso de esta investigación no fue solamente la poda si no una interacción fuerte entre genotipo y medio ambiente. Como puede observar en el Cuadro 12 para esta característica en particular.

Cuadro 12.- Análisis de correlación múltiple para las variables de respuesta que presentaron significancia.

VARIABLES	V1	V2	V3	V4	V5
V1: Rendimiento Total en ton/ha.					
V2: Rendimiento Comercial en ton/ha.	0.001**				
V3: Rendimiento mercado de Exportación en ton/ha para (frutos grandes, medianos y chicos).	0.029*	0.030*			
V4: Rendimiento para mercado Nacional en ton/ha para (frutos grandes, medianos y chicos).	0.000**	0.002**	0.034*		
V5: Rendimiento Rezaga en ton/ha.	0.006**	0.002**	0.012*	0.009**	

(0.05) Significativa

(0.01) Altamente significativo

Por lo anterior los resultados obtenidos al final de esta evaluación y de acuerdo al análisis de correlación respectiva para las diferentes variables en estudio y donde fueron observados rendimientos muy elevados específicamente en el caso rezaga para los diferentes genotipos de tomate nos indica que el factor temperatura alta, manifiesta una fuerte presencia de rajado radial o pata de gallo rajadura concéntrica y cara de gato.

V. CONCLUSIONES

- Para rendimiento Total, el mejor genotipo fue el TSAN -10003 con un rendimiento de 74.71 ton/ha, seguido por el genotipo TSAN -10002 con 62.82 ton/ha bajo condiciones de macrotúnel.

- Para el rendimiento Comercial, el mejor genotipo fue el TSAN-10003 con un rendimiento de 58.99 ton/ha, seguidos por los genotipos TSAN -10004 y TSAN-10002 con 50.92 ton/ha y 50.03 ton/ha bajo condiciones de macrotúnel.

- En podas para rendimiento Comercial la mejor respuesta fue la poda a dos tallos y poda inferior para el genotipo TSAN -10003 con rendimiento de 59.94 ton/ha y 58.04 ton/ha respectivamente.

- El mayor rendimiento para mercado de Exportación para sus diferentes estándares de tamaño y calidad, lo presentó el genotipo TSAN -10004 con 34.31 ton/ha seguidos por el genotipo TSAN -10003 con un rendimiento de 33.71 ton/ha.

- En la poda para Exportación, a dos tallos el mejor rendimiento fue el genotipo Imperial con 40.83 ton/ha, seguido por TSAN 10001 con 33.65 ton/ha, para la poda inferior el mejor rendimiento lo obtuvo el genotipo TSAN -10004 con 37.02 ton/ha respectivamente.

- Cando la producción se reporta en la calidad de exportación aunque el testigo Imperial supero en rendimiento en la poda a dos tallos al TSAN-10001, donde se observo que el TSAN al momento de la helada encontraba expresando su máxima curva de producción por lo que pudo haber superado al testigo en condiciones mas favorables.

- En Rezaga el genotipo que mayor rendimiento reporto fue el TSAN -10003 con 15.71 ton/ha, seguido por TSAN 10002 12.79 ton/ha y testigo 11.53 ton/ha y el genotipo que menor rendimiento presentó fue TSAN -10001 con 6.51 ton/ha.

- Las variable rendimiento que presentó correlación con alta significancia y significativa fueron para rendimiento Total, contra rendimiento Comercial, rendimiento Exportación, rendimiento Nacional y Rezaga considerando que este factor se debió por las condiciones del macrotunel y su dimensiones.

- Se recomienda que para el establecimiento de macrotúneles las dimensiones no deben sobrepasar más de 50m, siendo el óptimo para expresar su máximo potencial en rendimiento de 40 m de largo por 6m de ancho independientemente de la región y genotipo que se establezca.

VI. LITERATURA CITADA

- Alpi, A. Tognioni, F. 1991. Cultivo en invernadero. Actual orientación científica y técnica 3^{era} ed. Madrid, España. Ediciones Mundi-Prensa. 343 pág.
- AMPHI, 2005. Asociación Mexicana de Productores de Hortalizas en Invernadero. www.amphimex.com
- Benencia, R.; Durand, P.; Souza, C.; Feito, C.; Margiotta, E. y Cattaneo, C. 1997. Area Hortícola Boranence. 1^a ed. Buenos Aires, Argentina. La Colmena. P. 81-92.
- Bustamante, O.J.D. 2003. Bioespacios y la modificación microclimática, alternativa del control del “chino” en tomate *Lycopersicon esculentum*. Mill) y otras hortalizas. P. 245-251. En: memoria del curso internacional sobre la producción de hortalizas en invernadero. J.Z.
- CAADES, 2007. Confederación de Asociaciones Agrícolas del Estado de Sinaloa. Superficies de Agricultura Protegida en Sinaloa temporada 2006- 2007.
- Castellanos y J.J. Muñoz (eds). Instituto forestal de investigaciones forestales agrícolas y pecuarias, Celaya Gto., del 19 al 21 de febrero del 2003.
- Castilla, N. 2003. Estructuras y equipamiento de invernaderos. P. 1-87. En J.Z. Castellanos y J.J. Muñoz (Ed.) Memoria de curso Internacional sobre la Producción de Hortalizas en Invernadero. INIFAP.
- Challa, H.; Bakker, J.C.; Bot, G.P.A.; Unidink ten Cate, A.J. 1980, Economical optimization of energy consumption in an early cucumber. Acta Horticulturae 118: 191-199.

- Cockshull, K.E. 1998. The integration of plant physiology with physical changes in greenhouse climate. *Acta Horticulturae* 229: 113-123.
- Costa, J.M. and Heuvelink, E. 2000. Greenhouse horticulture in Almeria (Spain): report on a study tour 24-29 January 2000. Horticultural Production Chains Group. Wageningen The Netherlands. 117 p.
- De Leon R. A. G. 2000. Estudios generacional de líneas de tomate extrafirme, de hábito indeterminado, en el Valle de Arista, S. L. P. Tesis Maestría en Ciencias en Horticultura.
- Durany, U. C. 1997 Hidroponía cultivo de plantas sin tierra. 1 Edición Editorial Sintesis s.a. Barcelona España. Pág. 125 España.
- FAO, 2007. Consulta internacional sobre hortalizas y frutales tropicales, volumen 1 QUALA LUNPER, Malacia. Pág. 34
- FIRA, 2007. Fideicomisos instituidos en Relación a la Agricultura.
- Gary, C. y Baille, A., 1999. The greenhouse carbon cycle. *Ecosystems of the world* 20. Greenhouse Ecosystems. G. Stanhill and H. Zvi Enoch (Eds.) Elsevier. Chapter 12: 187-301.
- Gill, I V., Miranda, V.I., Producción de tomate rojo en hidroponía bajo invernadero. Serie de publicaciones Agribot. Chapingo México
- Goldberg, M.; Orden, S.; Máscarini, L. y Sierra, E. 1996. Transmisión espectral en la banda del PAR de las cubiertas plásticas para Invernaderos. *Revista de la asociación Argentina de Horticultura* 15 (38): 51-54
- Graves, C.J. 1983. The nutrient film technique. *Hort. Rev.* 5: 1-44.

- Guerrero, A. J. A. y C. E. Marcial V. 1991 efecto de la poda en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). Bajo sistema hidropónico de producción, Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas A. C. México
- Guichard, S., Gary, C., Longuennesse J.J., Loenerdi, C. 1999. Water Fluxes and growth of greenhouse tomato fruits under summer conditions. Proceedings of Models-plant growth / control Shoot-root Environments in greenhouses Acta Horticulturae 507.
- Jones, J. B. Jr. 1999 tomato plats culture: in the field, greenhouse, and home garden volumen 1. Florida, U.S.A. Pág. 145.
- Juárez 2009. Comparación de dos sistemas de poda en diferentes genotipos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), extrafirme tipo beef de habito indeterminado bajo condiciones de macrotunel. Tesis licenciatura UAAAN.
- León, G. H. M. 2001. Manual para el cultivo de tomate en invernadero. Chihuahua, México.
- López, G. M. A. 2006. Evaluación de 16 cultivares de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). De habito indeterminado en condiciones de hidroponía e invernadero. Tesis Maestría en Ciencias Agropecuarias. UAA.
- Lorenzo, P. 1996. Intercepción de luz, Bioproductividad e Intercambio gaseoso durante la ontogenia de un cultivo invernal de (*Cucumis sativus* L). en Almería. (ed.): junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y pesca. D.G.I.A. monografías 17/96. 255pp.
- Lorenzo, P. 2000. Influencia de la temperatura en el crecimiento y desarrollo de los cultivos. En: calefacción de invernaderos en el sudeste español: resultados experimentales para cultivos de pepino y judía. Ed. Caja rural de Almería. 11-13 pp.

- Lorenzo, P.; Sánchez-Guerrero, M.C.; Medrino, E.; García, M.L.; Caparros, I.; Giménez, M. 2003. El sombreado móvil exterior: efecto sobre el clima del invernadero, la producción y la eficiencia en el uso del agua y la radiación. En: mejora de la eficiencia en el uso del agua en cultivos protegidos. Curso superior de especialización 7. Eds: M. Fernández, P. Lorenzo y I. cuadrado. DGIFA, FIAPA y CAJAMAR: 207-229 pp.
- Lorenzo.; Sánchez-Guerrero, M.C.; Medrano, E.; Escobar, I.; García, M. 1997. Gestión del clima en la horticultura intensiva del sur mediterráneo. Horticultura 119: 80-83.
- Mejía, A., C. y Terrones R., T. del Rosario. 2004. Base de datos de clima de la estación del campo experimental Bajío. INIFAP.
- Molina H., J. 1999. El papel de la agricultura intensiva en la economía de la provincia de Almería. Vol. 1/3, p. 11-33 En: Francisco Camacho F. (coord.) técnicas de producción de Frutas y Hortalizas en los cultivos protegidos. Caja rural de Almería, Escobar Impresores S.L. El Ejido, Almería, Es.
- Montero, J.I.; Antón, A.; Muñoz, P. 1998. Refrigeración de invernaderos. En: tecnología de invernaderos. Eds: J.Perez y I.M. Cuadrado. DGIFA, FIAPA y CAJAMAR: 313-338 pp.
- Montero, J.I.; Antón, A.; Muñoz, P. 2002. Refrigeración de invernaderos I: Ventilación Natural. En: Tecnología de invernaderos. Eds: J.M. Camara y M.C. Rocamora. T. C. Ediciones. Alicante. 77-85 pp.
- Muñoz, P; Montero, J.I.; Antón, A. 1998. Ventilación natural de invernadero. En: Tecnología de invernaderos II. Curso superior de especialización. Eds: Pérez, J., cuadrado, I. M. D.G.I.F.A, FIAPA y C. Rural. 267-311 pp.

- Muñoz-Ramos, J.J. y J.A. Ruiz. 200. Condiciones agroclimáticas de México y la horticultura protegida. P.35-45. En: J.Z. castellanos y J.J. Muñoz-Ramos (Ed.). Manual de producción hortícola en invernadero. . INCAPA. México.
- Muñoz-Ramos, J.J. y Medina García, G. 2004. Condiciones agroclimáticas de México y la horticultura protegida. P.35-45. En: J.Z. castellanos (Ed.). Manual de producción hortícola en invernadero. 2ª ed. INTAGRI. México.
- Navarro C., J. A. 1999. Estructuras para semilleros del 2002.p. 11-30. En: Anna Vilarnau y Jerónimo González (Coord.) Planteles Semilleros Viveros. Compendio de Horticultura 13. Ediciones de Horticultura S.L. Es.
- Nuez, F. 1999 el cultivo de jitomate. Ediciones Mundi – Prensa, Barcelona.
- Ontiveros 2008. Alternativas de manejo en tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), bajo condiciones de malla sombra en el Altiplano Potosino. Tesis licenciatura UAAAN.
- Pérez, G., M y R. Castro B. 1999. Guía para la producción intensiva de jitomate en invernadero. Boletín de divulgación 3ra Edición. Departamento de fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo, México.
- Pérez, J. 2002. Ventilación natural de invernaderos. Tesis doctoral. Universidad de Almería. 189-pp.
- Rosemberg, Norman J.; Blaine L. Blad y Shashi B. Verma. 1983. Microclimate: The Biological Enviroment. Wiley Interscience. New York. 495 pp.
- Reynerio A. A. B.(1999). Sistema de poda y densidad en líneas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) larga vida de anaquel. Tesis de maestría en ciencias en horticultura.UAAAN.
- Sánchez, A. 2002. Estudio comparativo de dos sistemas de sombreo (pantalla aluminizada y encalado tradicional) en cultivo de pepino (*Cucumis sativus*

- L.) para ciclo de primavera. Trabajo final de carrera. Universidad de Almería. 107 pp.
- Sánchez, Del C. F. 2001. Producción de hortalizas basada en doseles escaleriformes. Sexto Simposium internacional de fertirriego. Morelia Michoacán.
- Sánchez, del C.F. 2002. B. descripción general del proceso técnico de producción de jitomate basado en despuntes tempranos y altas densidades p. B1 – B17. En: Abraham Rojano, Waldo Ojeda y Raquel Salazar (Eds) curso internacional de invernaderos 2002. Departamento de ingeniería Mecánica Agrícola de la Universidad Autónoma de Chapingo.
- Sánchez, L. A et-tal, 2003. Caracterización y compartamientos de seis líneas extrafirmes de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill); de habito indeterminado. Congreso internacional en ciencias agrícolas, Mexicali, B.C.
- Sánchez, L. A. y Ontiveros J2008. Determina que a partir del 2006 se inicio un fuerte crecimiento en la región del altiplano potosino en la evolución de la agricultura desarrollándose un mayor impulso. Comunicación personal.
- Sánchez, L. A. 2008. Importancia de la agricultura sobre ambiente controlado. notas de corzo de hortalizas de clima cálido Pág. 76-82.
- Sánchez, L. A. 2008. Notas del curso de producción de hortalizas de clima cálido y producción de hortalizas II pág. 108.
- Sandoval M.M. 1998. Sistemas de poda en líneas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) de larga vida de anaquel. Tesis Maestría en Ciencias en Horticultura.
- Sandoval y Sánchez 1999. Sistemas de poda en líneas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) de larga vida de anaquel Octavo Congreso de Ciencias Hortícolas Manzanillo Colima del 25 al 30 abril.

- Santiago y Sánchez 2004. Comportamiento de líneas segregantes extrafirmes de tomate de hábito indeterminado.
- SIAP, SAGARPA, 2007. Fuente de información y estadística y agroalimentaria y pesquería (SIAP), con información de las delegaciones de la SAGARPA en los estados. Año agrícola 2007. www.siea.sagarpa.gob.mx Sinaloa.
- Steiner, A. A. 1961. Universal method for preparing nutrient solutions of a certain desired composition. *Plant Soil* 15: 134-154. Steiner, A. A. 1968 Soilless culture. Pp 324-341. In proceedings of the 6th Colloquium of the international Potash Institute. Florence, Italy.
- Wolk., J. O.; D. W. Kretchman and D. G. Ortega; Jr. 1983. Response of tomato to defoliation. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 108 (4):536-540. E. U. A.
- Zabeltitz, C. von. 1992. Energy-efficient greenhouse designs for Mediterranean countries. *Plasticulture*. 96: 6-16.
- Zambrano, C. B. 1999. Índice de madurez en poscosecha de líneas de tomate con frutos normales y extrafirmes. Tesis maestría en ciencias en horticultura. UAAAN.

VII. APÉNDICE

Cuadro A.1.- Análisis de varianza para la variable rendimiento Total en ton/ha (Exportación + Nacional + Rezaga).

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Genotipo	4	4461.125000	1115.281250	9.9596	0.000**
Podas	1	14.015625	14.015625	0.1252	0.726NS
Genotipo * poda	4	1056.468750	264.117188	2.3586	0.075NS
Error	30	3359.406250	111.980209		
Total	39	8891.015625			

** altamente significativo * significativo NS no significativo

C.V. = 14.54%

Cuadro A.2.- Análisis de varianza para la variable rendimiento Comercial en ton/ha (Exportación + Nacional).

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Genotipo	4	2030.421875	507.605469	7.0519	0.001**
Podas	1	6.078125	6.078125	0.0844	0.770NS
Genotipo * poda	4	1140.515625	285.128906	3.9612	0.011*
Error	30	2159.437500	71.981247		
Total	39	5336.453125			

** altamente significativo * significativo NS no significativo

C.V. = 14.28%

Cuadro A.3.- Análisis de varianza para la variable rendimiento para mercado de Exportación ton/ha.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Genotipo	4	154.921875	38.730469	1.3073	0.289NS
Podas	1	60.515625	60.515625	2.0426	0.160NS
Genotipo * poda	4	1517.656250	379.414063	12.8066	0.000**
Error	30	888.792969	29.626432		
Total	39	2621.886719			

** altamente significativo * significativo NS no significativo

C.V. = 14.15%

Cuadro A.4.- Análisis de varianza para la variable rendimiento para mercado Nacional ton/ha.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Genotipo	4	1460.000000	365.000000	8.6991	0.000**
Podas	1	28.220703	28.220703	0.6726	0.576NS
Genotipo * poda	4	607.701172	151.925293	3.6208	0.016*
Error	30	1258.753906	41.958462		
Total	39	3354.675781			

** altamente significativo * significativo NS no significativo

C.V. = 30.93%

Cuadro A.5.- Análisis de varianza para la variable rendimiento Rezaga ton/ha.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Genotipo	4	566.806641	141.701660	6.1512	0.001**
Podas	1	38.612305	38.612305	1.6761	0.203NS
Genotipo * poda	4	34.341797	8.585449	0.3727	0.827NS
Error	30	691.093262	23.036442		
Total	39	1330.854004			

** altamente significativo * significativo NS no significativo

C.V. = 35.92%