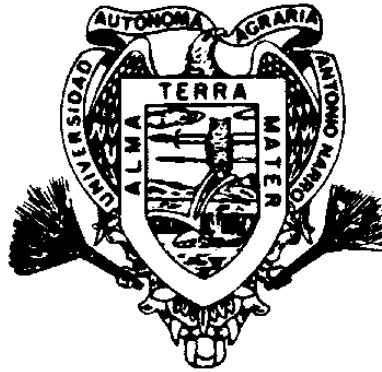


**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

DIVISIÓN DE AGRONOMIA



**EXPERIENCIAS DEL CULTIVO DEL TOMATE EN
INVERNADERO**

POR:

HUMBERTO MARTINEZ NUÑEZ

MEMORIA

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Buenavista, Saltillo, Coahuila. México.
Junio de 2005

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMIA

EXPERIENCIAS DEL CULTIVO DEL TOMATE EN INVERNADERO

POR:

HUMBERTO MARTINEZ NUÑEZ

MEMORIA

Presentada como alternativa para Optar al Titulo de:

Ingeniero Agrónomo en Horticultura

M.C. JOSE GERARDO RAMÍREZ MEZQUITIC
Asesor Principal

DR. FERNANDO BORREGO ESCALANTE
SINODAL

DR. VALENTIN ROBLEDO TORRES
SINODAL

M.C. LEOPOLDO ARCE GONZALEZ
SINODAL

M.C. ARNOLDO OYERVIDEZ GARCIA
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE AGRONOMIA

Buenavista, Saltillo, Coahuila. México
Junio de 2005

DEDICATORIAS:

Dedico el presente trabajo a:

Mis padres, Lorenzo y Ma. Guadalupe, que siempre con sacrificios y satisfacción me han alentado moral y económicamente.

Mis hermanos, a los ocho, Juanita, Ma. Elena, Esther, Carmen, Juan, Lupita, Avelino y Martha, quienes han sido para mí más que un apoyo, han sido un ejemplo de vida y amor.

Mi esposa e hijos, Silvia, Humberto, Aarón, Daniel y Jonatán, quienes son la razón de mi esfuerzo para seguir adelante. Quienes siempre han sufrido la ausencia que ha requerido mi vida profesional, y han soportado con compromiso mi presencia.

El Dr. Marco A. Bustamante, quien fue el modelo de profesionista que siempre quise seguir.

Al Ms.C. José G. Ramírez Mezquitic, quien me ha apoyado incondicionalmente desde mis estudios, y hasta ahora en la realización de este trabajo.

Todos mis compañeros de clase, a cada uno de los integrantes de la Generación 70, de Horticultura, de la U.A.A.A.N.

Todos mis maestros, que durante mi estancia en la Narro, me ayudaron a forjar un carácter, que ahora ha sabido defender y representar con orgullo, los colores de esta mi Universidad.

Mis compañeros de carrera, José Luís Rodríguez M. (El Puma), Iván Sánchez M., Mario Moreno S., Ignacio López C., Nicolás Alfaro R., Oseas Santana O., entre otros.

Mis amigos de toda la vida, Gilberto Sánchez C., Juan Manuel Galván A., Abel Ramírez.

Mis hermanos en Cristo, Luís A, Zavala, Carlos Luna, Santiago Gómez, que nunca me han dejado solo.

La Cruzada Estudiantil y Profesional para Cristo, quienes fueron usados por Dios para que yo le conociese.

AGRADECIMIENTOS:

A Dios, por que siempre a sido mi sostén, en cada momento de mi vida, Espiritual, Moral y Físico. Sobre todas las cosas.

A mi Alma Mater, la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, que me cobijo como a un hijo, desde el momento del examen de admisión, hasta la fecha.

A mis asesores, maestros y amigos Dr. Fernando Borrego, Dr. Valentin Robledo Torres y al M.C. Leopoldo Arce Gonzalez, a quien agradezco el apoyo y guia para concluir este trabajo.

A cada maestro del departamento de Horticultura, quienes con paciencia, me han ayudado a salir adelante en cada aspecto de mi vida profesional.

A las empresas en las que esta experiencia de vida, ha sido desarrollada, Desert Glory Invernaderos, Metalliser, Rijk Zwaan Export B.V., entre otras.

INDICE GENERAL

Tema:	Pagina.
Dedicatoria.....	i
Agradecimientos.....	ii
Indice General.....	iii
Indice de Gráficos.....	vii
Indice de Cuadros.....	vii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. El Cultivo del Tomate.....	1
1.2. Historia de la Producción en Invernadero en México..	4
1.3. El desarrollo de la Producción de Tomate de Invernade- ro en México.....	5
1.4. Estadísticas de Producción en Invernadero en México.	6
1.5. Tipos de Invernaderos en México.....	7
1.5.1 Estadísticas en México.....	7
1.5.2 Tecnificación en México.....	7
1.6. Problemas mas Relevantes de la Producción en México.....	9
1.6.1 Producción.....	9
1.6.2 Comercialización.....	11
II. RENTABILIDAD DE LOS INVERNADEROS.....	13
III. INVERNADEROS.....	16
3.1 Tipos de Invernaderos.....	16
3.1.1 Invernadero Tipo Tunel.....	16
3.1.2 Invernadero Tipo de Capilla.....	17
3.1.3 Invernadero en Dientes de Sierra.....	18
3.1.4 Invernadero Tipo Capilla Modificado.....	19
3.1.5 Invernadero con Techumbre Curva.....	20
3.1.6 Invernadero Tipo Parral (almeriense).....	22
3.1.7 Invernadero Tipo Corona.....	24
3.1.8 Invernadero Tipo Vento (holandes).....	24
3.2 Ventajas de los Invernaderos.....	25
3.3 Construcción de Invernaderos.....	28
3.3.1 Preparación del Terreno.....	28
3.3.2 Cimentación.....	30
3.3.3 Ensamble de la Estructura.....	33
3.3.4 Ensamble de la Parte Aerea de la Estructura.....	34
3.3.4.1 Colocación de Mallas Antiafidos y Plásticos de las Cubiertas y Cortinas.....	35
3.3.4.2 Características de los Plásticos.....	35
3.3.4.3 Características de las Mallas Anti-afidos...	36

3.3.5 Colocación de la Doble Puerta de Acceso.....	36
3.3.6 Instalación de la Cabecera de Riego.....	37
3.3.6.1 Colocación de las Cortinas.....	39
3.3.7 Colocación de Pantallas Térmicas.....	41
3.3.8 Sistemas de Calefacción.....	42
3.3.9 Sistemas de Enfriamiento.....	45
3.3.10 Sistemas de Riego.....	47
IV. EXIGENCIAS DE CLIMA Y SUELO DEL CULTIVO DE TOMATE EN INVERNADERO.....	60
4.1 Exigencias de Clima.....	60
4.1.1 Temperatura.....	61
4.1.2 Humedad.....	61
4.1.3 Luminosidad.....	62
4.2 Exigencias en Suelo.....	62
4.3 Fertilización Carbónica.....	63
V. MEDIOS DE CULTIVO.....	65
5.1 Cultivo sin Suelo.....	69
5.2 Cultivo en NFT.....	74
5.3 Ciltivo en Lana de Roca.....	74
VI. ELECCIÓN DEL MATERIAL PARA SIEMBRA.....	80
VII. PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS.....	82
VIII. ACTIVIDADES DE PREPARACIÓN DEL INVERNADERO PARA TRANSPLANTAR.....	85
8.1 Esterilización o desinfección del Suelo.....	85
8.2 Esterilización o desinfección del Sustrato.....	85
8.3 Limpieza y Desinfección del Interior del Invernadero.....	86
IX. DENSIDADES DE PLANTACIÓN Y EPOCA DE PLANTACIÓN.....	87
X. TRANSPLANTE.....	90
XI. LABORES DE CULTIVO.....	91
11.1 Tutoreo.....	91
11.2 Poda de Formación.....	94
11.3 Poda y Vuelta.....	94
11.4 Deshoje.....	97
11.5 Despunte de Inflorescencias y Aclareo de Frutos.....	100
11.6 Polinización.....	103
11.6.1 Polinización Mecánica.....	104
11.6.2 Polinización Natural.....	105
XII. PRINCIPALES PLAGAS DEL TOMATE.....	108
12.1 La mosca Blanca.....	110
12.1.1 Morfología y Ciclo de Vida.....	110
12.1.2 Daños Causados por B. Tabaci en Cultivos en Invernadero.....	112
12.1.3 Métodos de Control.....	113
12.2 Trips.....	117
12.2.1 Introducción. Trips.....	117
12.2.2 Biología.....	118
12.2.3 Control Biológico.....	119

12.3 Larvas.....	123
12.3.1 Introducción.....	123
12.3.2 Biología.....	125
12.3.3 Control Biológico.....	126
12.4 La Araña Roja.....	133
12.5 Pulgón.....	135
12.6 Nemátodos.....	137
12.7 Tratamientos Fitosanitarios.....	138
12.7.1 Tratamientos de Ultrabajo Volumen.....	138
12.7.2 Tratamiento Mediante Nebulización.....	139
XIII. PRINCIPALES ENFERMEDADES DEL TOMATE Y SU CONTROL.....	141
13.1 Oidiopsis.....	141
13.2 Pobre dumbre Gris.....	142
13.3 Pobre dumbre Blanca.....	147
13.4 Mildiu.....	148
13.5 Alternariosis.....	149
13.6 <i>Fusarium oxysporum</i>	150
13.7 <i>Verticilium dahliae</i> Kleb.....	153
13.8 Mancha Negra del Tomate.....	154
13.9 <i>Pyrenochaeta lycopersici</i>	155
13.10 <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>radices lycopersici</i>	156
13.11 Virus de la Cuchara o Virus del Rizado Amarillo....	158
13.12 Virus del Mosaico del Pepino Dulce.....	159
13.13 CMV (<i>Cucumber Mosaic Virus</i>).....	161
13.14 TSWV (<i>Tomato Spotted Wilt Virus</i>).....	162
13.15 Cáncer Bacteriano en Tomate.....	163
13.16 El Papel de la Paratífoza Cockerelli en la Transmisión de Fitoplasmas en Tomate.....	165
XIV. FERTIRRIGACION.....	168
XV. DEFICIENCIAS NUTRICIONALES DEL TOMATE.....	173
15.1 Nitrógeno.....	174
15.2 Fósforo.....	175
15.3 Potasio.....	176
15.4 Azufre.....	176
15.5 Calcio.....	177
15.6 Magnesio.....	178
15.7 Hierro.....	179
15.8 Manganeso.....	180
15.9 Boro.....	180
15.10 Cobre.....	181
15.11 Zinc.....	182
15.12 Molibdeno.....	183
15.13 Cloro.....	184
XVI. DESORDENES FISIOLÓGICOS DEL FRUTO DE TOMATE.....	185
16.1 Pobre dumbre Apical.....	185
16.2 Tejido Blanco Interno.....	186
16.3 Rajado de Frutos.....	186

16.4 “Catface” o Cicatriz Leñosa Pistilar.....	186
16.5 Hombros Verdes, Quemaduras de Sol y Frutos de Color Naranja.....	187
16.6 Pared Gris.....	187
16.7 Cara de Gato.....	188
16.8 Cicatriz (cicatriz de antera).....	188
16.9 Frutos Bofos.....	188
XVII. COSECHA, SELECCIÓN Y EMPAQUE.....	189
XVIII. POSTCOSECHA.....	192
XIX. DESARROLLO DE UN PLAN DE INOCUIDAD DE ALIMENTOS.....	194
19.1 Elementos Requeridos para la Certificación.....	195
XX. COMERCIALIZACION.....	206
20.1 Resumen.....	206
20.2 Introducción: Importancia Económica.....	206
20.3 La producción y el Comercio en la U.E.....	207
20.4 Flujos Comerciales dentro de la Unión Europea.....	209
20.5 La producción y el Comercio en la Zona Centro y Norte América.....	211
20.6 Existencia de Flujos Comerciales entre Continentes..	212
207 Conclusiones.....	217
XXI. BIBLIOGRAFÍA.....	219
ANEXOS.....	222

INDICE DE GRAFICOS

	Página
Gráfico 1. Reparto de la Producción Según País en la U.E.....	208
Gráfico 2. Reparto de la Exportación (incluido Comercio Intracomunitario) Según País en la U.E. (15) miles de Ton..	208
Gráfico 3. Calendarios de Exportación a la U.E. para los Principales Países Suministradores. Año 2001.....	210
Gráfico 4. Exportaciones Desde Almeria (España) y Marruecos a Francia.....	211
Gráfico 5. Muestra de la Importaciones en el Consumo de EEUU..	213
Gráfico 6. Calendario de Importaciones de EEUU. Media 2001-2002....	215
Gráfico 7. Precios CIF de Exportación a EEUU. Media 2001-2002.....	215

INDICE DE CUADROS

	Página
Tabla 1. Datos Sobre la Evolución de la Producción y Comercio en Fresco de Tomate en la U.E. Miles de Toneladas.....	207
Tabla 2. Flujo Comercial en la Union Europea.....	209
Tabla 3. Importaciones de Tomate de EEUU.....	214

I. INTRODUCCIÓN.

1.1 EL CULTIVO DEL TOMATE.

Lycopersicon esculentum Mill.

Biología y Variedades .

El tomate pertenece a la familia de las solanáceas. Es una planta herbácea, perenne, pero se cultiva casi universalmente como una planta anual, por ser susceptible a daño por heladas y daño por enfriamiento.

El sistema radical alcanza una profundidad de hasta 2 m, con una raíz pivotante y muchas raíces secundarias. Sin embargo, bajo las condiciones más habituales de cultivo, el trasplante daña la raíz pivotante y resulta en un sistema muy ramificado, en que dominan raíces adventicias y que se concentran en los primeros 30 cm del perfil. La extensión lateral, a su vez, es limitada por el uso de implementos mecánicos de control de malezas.

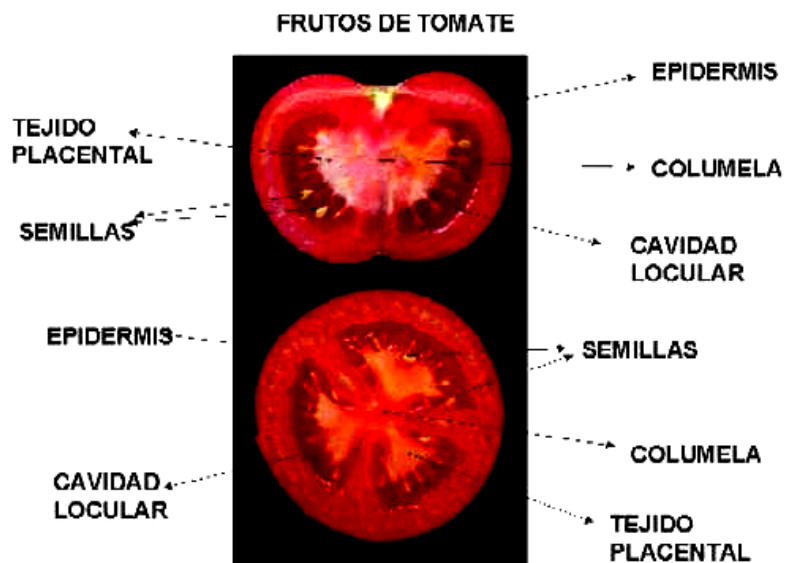
El tomate puede presentar básicamente dos hábitos de crecimiento:

Determinado e indeterminado. La planta **indeterminada** es la normal y se caracteriza por tener un crecimiento extensivo, postrado, desordenado y sin límite. En ella, los tallos presentan segmentos uniformes con tres hojas (con yemas) y una inflorescencia, terminando siempre con un ápice vegetativo. A diferencia de esta, la planta **determinada** tiene tallos con segmentos que presentan progresivamente menos hojas por inflorescencia y terminan en una inflorescencia, lo que resulta en un crecimiento limitado.

Los tallos son ligeramente angulosos, semileñosos, de grosor mediano y con tricomas (pilosidades), simples y glandulares. Sobre ellos se disponen hojas de tamaño medio a grande (10 a 50 cm), alternas y también con tricomas. Se presentan flores agrupadas en una inflorescencia cimosa que semeja a un racimo, nombre vulgar con que se conoce esta estructura. Cada "racimo" usualmente tiene entre 5 a 18 flores, dependiendo del cultivar. Las flores son perfectas (tienen ambos sexos y todas las estructuras), con 5 o más pétalos de color amarillo intenso que se alternan con los sépalos. La polinización ocurre por autofecundación generalmente, luego viene la fase de cuajado del fruto.



El fruto de tomate corresponde a una típica baya con numerosos óvulos. Esta baya en madurez presenta un pericarpio carnoso, que encierra dos o más lóculos y una placenta con una parte carnosa en el eje central y con una parte gelatinosa que llena parcialmente los lóculos, en la cual se ubican las numerosas semillas. El fruto tiene una gran resistencia física y, además, una baja permeabilidad ya que no hay estomas (poros). La coloración de los frutos maduros varía desde amarillo a rojo y está dada por la degradación de la clorofila y el desarrollo de pigmentos carotenoides (amarillo-anaranjados) y licopeno (color rojo). (Krarup y Konar, 1997).



El tomate cultivado corresponde, básicamente, a *L. esculentum*, aunque también se cultiva una fracción de la variedad botánica *cerasiforme* y de *Lycopersicon pimpinellifolium* (cherry, cereza, o de cocktail). El mejoramiento ha generado muchas variedades distintas para fines muy específicos.

La gran diversidad resultante se traduce en la existencia actual de cultivares de polinización abierta e híbridos que difieren en características como hábito de crecimiento (determinado, semi-determinado e indeterminado), resistencia a enfermedades (V= *Verticillium*, F=*Fusarium*, TMV= Tobacco Mosaic Virus, N= Nematode, etc.), precocidad (precoces, intermedios y tardíos), tamaño de frutos (pequeño, medio y grande), color de frutos (amarillo, rosado y rojo), forma de los frutos (redondo a cuadrado), duración en postcosecha (tradicional, intermedio y larga vida), etc. (Krarup et al. 1997).

- Tipo industrial: los cultivares para la agroindustria son de hábito determinado, de producción y maduración concentrada, con frutos con pedúnculo no articulado (jointless), pequeños, de forma redonda-cuadrada a piriforme, de color rojo intenso, de alto contenido de sólidos solubles, de viscosidad media a alta, duros, etc. Algunos cultivares tradicionales son Roma, Ganador, Gavilán y sultán F1 y otros que se usan en el país como Yaqui y Maya.

- Tipo fresco tradicional: en contraste al tipo anterior, en general, son plantas de hábito indeterminado, de producción y maduración prolongada, con frutos grandes, de forma redonda, globosa o achatada, de color rojo, de muy alto sabor, más o menos blandos, etc. Los cultivares de este tipo son de polinización abierta y de amplia adaptación. Algunos cultivares de este tipo son: pampero, reconquista, etc.

- Tipo fresco moderno: este es el grupo más numeroso e incluye una gran cantidad de híbridos mejorados para rendimiento y sus características auxiliares, para precocidad, para resistencia a transporte, etc. Pueden ser plantas de hábito determinado grandes o indeterminado, con resistencia a varias enfermedades (V-F-N-Asc-St-TMV, etc.), de frutos medios a grandes (150 a 250 g), semi-duros, de sabor más bien pobre, etc. Algunos cultivares usados son: sharon, sunrise, tomasin, 0289 sun, 7705 sun y Valerie, etc.

- Tipo fresco invernadero: las condiciones productivas particulares requieren de cultivares mejorados de manera específica para estos fines. En general, son plantas indeterminadas, capaces de cuajar a bajas temperaturas, que responden bien a la poda, de resistencia a múltiples enfermedades, de frutos redondo-achatados, medios a grandes, semi-duros y duros, de sabor regular, etc. Algunos cultivares usados son: Cuerdo RZ, Jenna RZ, Antillas RZ, Gemelo RZ, Caranza RZ, Ovata RZ, Evaluna RZ, Gironde, Caiman, etc.

- Tipo cereza o cocktail: cultivo restringido en el país y se caracteriza por producir frutos de tamaño muy pequeño (1 a 3 cm de diámetro). Las plantas son, en general, de hábito indeterminado, de racimos largos con muchos frutos, de color y sabor muy intensos. Algunos cultivares del tipo son: Super Sweet 100, Messina RZ, Corbus RZ y Dulcito RZ.

1.2 HISTORIA DE LA PRODUCCIÓN EN INVERNADERO EN MÉXICO.

En 1970's la producción de transplantes, bajo modelo "Speedling" comienza en Sinaloa, extendiéndose al resto de México.

1985-1990 Los primeros proyectos comerciales de producción de vegetales en Sinaloa bajo estructuras simples de sombra y plástico:

1.- Pepino Europeo.

2.- Tomate.

3.- Pimiento.

1990's Se establecen varios proyectos con tecnologías israelíes, holandesas, españolas y canadienses adaptados a condiciones diversas con diversos grados de éxito:

1.- Saracho.

2.- Campus.

3.- Desert Glory México.

4.- Divemex.

5.- Grand Valley.

6.- Otros.

Esta industria fue evolucionado creando proyectos iniciales cerca de las costas, movimientos de proyectos a elevaciones más altas, Mejores sistemas, tecnología de producción (Controles computarizados de clima, sistemas de calefacción, sistemas de riego por goteo e hidroponía).

La Asociación Mexicana de productores de hortalizas en invernadero fue formalmente constituida en mayo de 1999, AMPHI agrupa a la mayoría de los productores en este rubro. En 1999 se contaba con 39 empresas participantes

Hoy en día se cuenta con amplia gama de tecnologías:

- En vidrio, Plásticos, casa-sombra.
- De Israel, Holandesa, España, Canadá, Francia Y México.

En fechas actuales se cuentan con alrededor de 2,500 hectáreas de invernaderos en México y se estima que para el 2007 se contara con 3,500.

1.3 EL DESARROLLO DE LA PRODUCCION DE TOMATE DE INVERNADERO EN MEXICO..



El cultivo hortícola más sembrado en el mundo.

La popularidad del tomate de invernadero sigue en aumento. Esta moda que inicio en los países europeos, ha sentado sus bases sobre todo el tomate de invernadero de Holanda, donde se calcula que el 40 % de su producción se comercializa en racimos, la cual ha representado en los últimos años volúmenes mayores a 500,000 toneladas por año.

En el caso de Italia y Francia, los datos más recientes indican que la producción de tomate en racimo alcanzan las 150,000 y 200,000 toneladas respectivamente por año. Por lo que se refiere a España, aunque no tenemos datos precisos, la importancia es notoria y el volumen de producción ha aumentado rápidamente en la zona de invernaderos de aquel país.

Por otro lado la producción en USA. y Canadá, las producciones de tomate en invernadero están limitadas principalmente por las condiciones de clima y los requerimientos de mano de obra para el manejo.

En cambio en **México**, la producción de tomate en invernadero, que desde la década de los 70's ha venido registrando un incremento, en los últimos ocho años ha presentado su mayor incremento, el cual ha sido muy significativo en los últimos 4 años.

1.4 ESTADISTICAS DE PRODUCCION EN INVERNADERO EN MÉXICO.

Actualmente se tienen registradas unas 1100 has. De invernadero dedicadas al cultivo de tomate en México. El incremento es verdaderamente importante si tomamos en cuenta que hace apenas 3 años (2001), solo teníamos unas 350 has. Dedicadas a este cultivo. Se estima que para finales del 2005 existirán en nuestro país unas 2000 hectáreas de invernadero dedicadas al cultivo del tomate de diferentes variedades y presentaciones.

SUPERFICIE DE INVERNADERO EN MÉXICO. Situación Actual .

ESTADO	OPERANDO (Has).	CONSTRUYENDO (Has).
BCN	155	60
BCS	268	20
CHIHUAHUA	85	40
COAHUILA	78	8
COLIMA	110	30
GUANAJUATO	108	28
JALISCO	475	95
EDO. MEXICO	85.5	22
MICHOACAN	78.5	16
MORELOS	36	8
QUERETARO	55.5	26
QUINTANA ROO	52	3
SAN LUIS POTOSI	75	62
SINALOA	422	105
SONORA	95	31
VERACRUZ	72.5	8
YUCATAN	35	5
ZACATECAS	52.5	32
GRAN TOTAL	2338.5	599

SUPERFICIE DE INVERNADERO DEDICADA AL CULTIVO DE TOMATE EN MÉXICO. SITUACIÓN ACTUAL:

CULTIVO	SUPERFICIE(Has.)	%
Tomate Bola	965	63.69
Tomate Cherry	432	28.51
Tomate Saladette	22	1.45
Tomate en Racimo	96	6.33
TOTAL	1515 Has.	100.0 %

1.5 TIPOS DE INVERNADEROS EN MÉXICO.

1.5.1 ESTADÍSTICAS EN MÉXICO:

COBERTURA	% SUPERFICIE
Plástico	75
Vidrio	3
Malla-sombra	22

1.5.2 TECNIFICACIÓN EN MÉXICO:

1.5.2.a Clasificados en media y baja tecnología.

Española / Francesa / Israelí / Mexicana.

- Estructuras simples sombra / plástico.
- Sin calefacción o sistemas simples.
- Estructuras simples plástico.
- Control de clima poco o no automatizado.
- Sistema de riego automatizado.
- Suelo o hidropónico.

1.5.2.b Clasificados en alta tecnología.

Holandesa / Canadiense.

- Estructuras sofisticadas en plástico o vidrio.
- Control de clima y riego totalmente automatizados.
- Sistema de calefacción: por tubería con agua caliente o aire.
- Dosificación CO₂
- Diversos sistemas de ahorro de energía.
- Hidropónico.

En donde 100% incluye:

- Riego - Recirculación.
- Medio ambiente-Ventilación, Calefacción.
- CO₂.
- Mallas – Térmicas / Ahorro de energía.
- Monitoreo – Sensores.
- Sustratos.

1.5.2.c Promedio estimado de tecnificación en México:

- Existe alta, media y baja tecnología, de las cuales tenemos en México:

- Alta tecnología: 18 %.

- Media tecnología: 28 %.

- Baja tecnología: 54 %.

- La tecnificación en los medios de cultivo:

- cultivo en suelo: 55 %.

- cultivo en sustrato: 43 %.

- cultivo hidropónico: 2 %.

1.6 PROBLEMAS MÁS RELEVANTES DE LA PRODUCCIÓN EN MÉXICO.

1.6.1 PRODUCCION.

1.6.1.a Plagas y Enfermedades.

- Mosca blanca (*Bemisia tabaci*, *Trialeurodes vaporariorum*, *Bemisia argentifolii*).
- Gusano alfiler (*Keiferia licopersicella*).
- Minador (*Lyromiza* spp.).
- Picudo (*Anthonomus eugenii* Cano).
- Chicharrita (Cidacellidae)
- Trips (*Frankliniella* spp.).
- Araña roja (*Tetranychus cinnabarinus*). • Virus (geminivirus).
- Botrytis.
- *Phytophthora infestans* (hoja), *parasitica* (raíz).

1.6.1 b Clima.

- Extremos de frío y calor.
- Exceso de humedad relativa.

1.6.1.c Variedades.

- falta de variedades específicas para cada zona y condiciones.
- Introducción de enfermedades: cáncer bacteriano (*Clavibacter michiganensis*).
- Diversas manifestaciones virales.

1.6.1. d Falta de tecnología.

- Equipo inadecuado.
- Falta de planeación de proyectos.

–Falta de información en latitud de México.

1.6.1.e Proveedores.

–Pocos o únicos proveedores.

–Calidad de insumos: semilla contaminada, fertilizantes adecuados, resistencia cartón, etc.

–Retraso en aprobación e introducción de nuevos agroquímicos.

–Calidad de equipos, estructuras, combustibles y energía eléctrica.

–Confiabilidad: tiempos de entrega.

–Necesidad de desarrollo de proveedores.

1.6.1.f Personal Capacitado.

–“Growers”: experiencia en latitudes similares.

–Capacitación: escuelas técnicas y universidades.

–Limitado apoyo gubernamental.

1.6.1.g Planeación.

–Ubicación / tecnología.

–Proyectos demasiado grandes.

–Proyectos demasiado pequeños.

–Mal diseño.

–Falta de visión al futuro o compromiso de largo plazo.

1.6.1.h Costos.

–Financieros

–Insumos: gas, electricidad, etc.

–Transporte

1.6.1.i Factores que afectan la competitividad.

- Infraestructura
- Carreteras
- Comunicaciones

- Redes gas natural
- Electricidad
- Agua
- Disponibilidad de mano de obra.
- Financiamiento.

1.6.2 COMERCIALIZACION:

1.6.2.a Manejo Poscosecha.

- Cadena frío.
- Calidad material empaque.
- Logística de transporte (terrestre- aéreo).
- Mercados terminales.

1.6.2.b Aspectos sanitarios.

- Riesgos reales.
- Certificaciones – Oportunidad.
- Falta de estándares.
- Imagen producto mexicano.
- Inspecciones más frecuentes FDA.

1.6.2.c Mercados.

- Beneficio cercanía EUA – Canadá / TLC.
- Riesgo cercanía EUA – Canadá / TLC.
- Situación Europa – diversidad.
- Otras opciones hoy (?)
- (Asia, Europa, Centro– Sudamérica).
- Otros productos hoy (?)

1.6.2.d Competencia.

- Hoy concurren a EUA sólo en tomate:
- Canadá (BC, Leamington), Francia, México

Marruecos, Holanda, Chile, España, R. Dominicana, Bélgica, Italia, Israel, y Guatemala.

1.6.2.e Consolidación de compradores.

- Cadenas comerciales dentro de países.
- Cadenas comerciales a otros países / continentes (Walmart – Alemania).
- Riesgos / Oportunidades / Tendencias ?
- “Ley oferta – demanda” (?):

Semana 29, año 2004

Libra tomate bola:

Mayoreo \$ 0.60

Retail \$ 1.99-\$2.99 (venta al detalle).

1.6.2.f Exportación.

- Ventajas reales: identificar honestamente.
- Estrategia: ventanas (?)

1.6.2.g Mercado Nacional.

- Ventanas no predecibles.
- TLC juega como un sólo mercado.
- Poco conocimiento / diferenciación.
- Conocimiento real de mercados / Información estratégica

II. RENTABILIDAD DE LOS INVERNADEROS.

RENTABILIDAD DE LA INVERSION EN TECNOLOGIA DE PUNTA

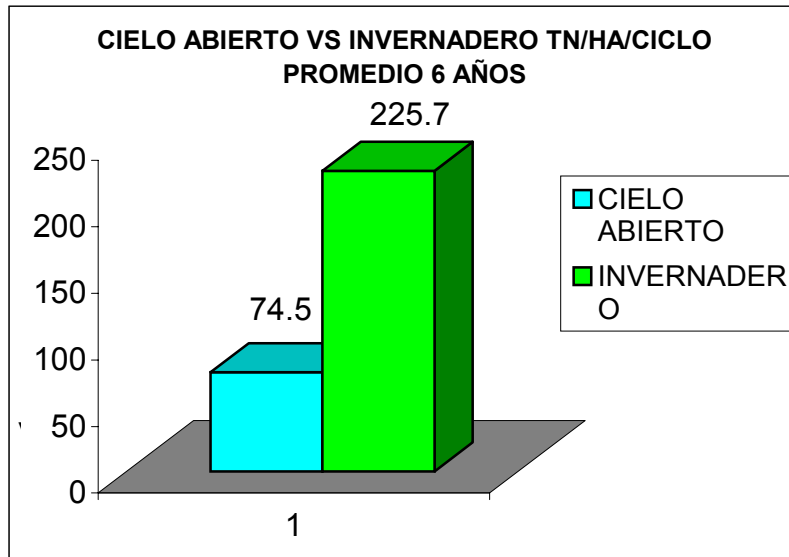
(INVERNADEROS Y MALLA SOMBRA)

CIELO ABIERTO VS INVERNADERO

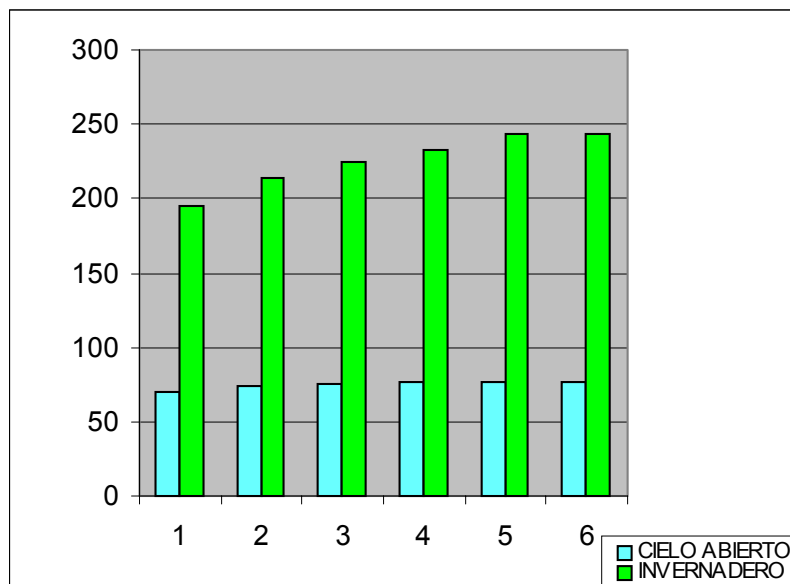
Modelo financiero/productivo (miles USCy) Promedio de los años

1	a	6
Parámetros:	C.A.	INV.
Superficie	5 Ha	5Ha
Rendimiento Tn/Ha/año	74.5	225.7
Producción	372.8 Tn	1,128.7 Tn
Precio venta promedio	990 Tn	1,060 Tn
Ingresos (ventas)	2,234	7,166.8
Egresos (costos)	1,028.7	4,587.2
Utilidad en bruto	1,205.3	2,579.6
Índice Respecto a C.A.	1	2.10

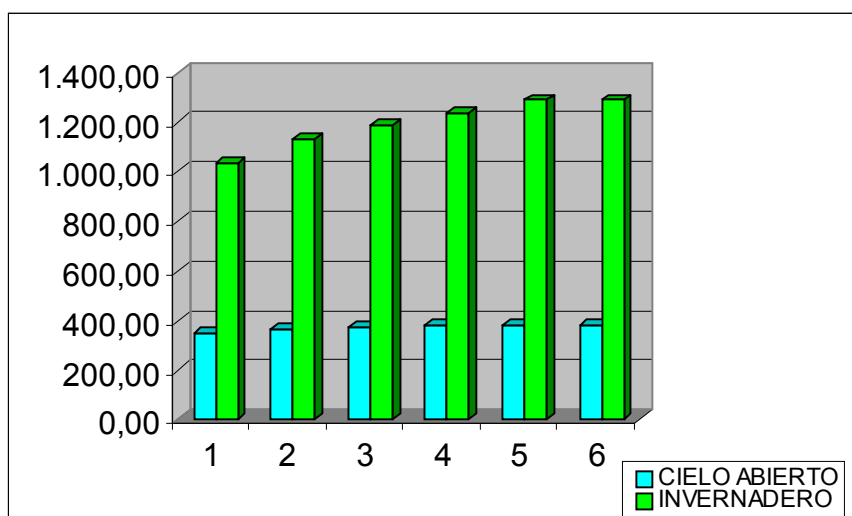
**PRODUCCIÓN CIELO ABIERTO VS.
INVERNADERO (TON/HA.)**



TON/HA. POR 6 AÑOS



INGRESOS TOTALES CIELO ABIERTO VS INVERNADERO



LAPSO DE 6 AÑOS

MILES DE UCI POR 6 AÑOS

CONCLUSIONES:

•VENTAJAS DE INVERNADERO VS CIELO ABIERTO:

- MANEJO DE LAS VARIABLES CLIMATICAS
- CONTROL DE VECTORES PATOGENOS
- PRODUCCION SUPERIOR AL 200%
- 7% MAS DE PRECIO POR LA MEZCLA DE CALIDAD
- 33% MAS DE TOMATE CALIDAD DE EXPORTACION
- 321% MAS DE INGRESOS BRUTOS
- UTILIDADES ANUALES A PARTIR DEL 6° CICLO DESPUES DE AMORTIZAR LA INVERSION POR
- \$ 467,517.00 USCy.
- AHORRO EN EL CONSUMO DE AGUA.

LOS INVERNADEROS SON LA ALTERNATIVA PARA TENER EL CONTROL OPTIMO DE LAS CONDICIONES PRODUCTIVAS, INDEPENDIEMENTE DEL LUGAR DONDE SE UBIQUEN Y DE LA EPOCA DE PRODUCCION.

FUENTE: FINARMEX

III . INVERNADEROS.

3.1 TIPOS DE INVERNADEROS.

Puede intentarse una clasificación según diferentes criterios (por ej., materiales para la construcción, tipo de material de cobertura característica, características de la cubierta, etc.), no obstante, se prefiere enumerar los más importantes obviando algunas características para su clasificación.

Dentro de los tipos de invernaderos más comunes en el mundo se encuentran:

- Invernadero tipo túnel.
- Invernadero tipo o de capilla.
- Invernadero diente de sierra.
- Invernadero tipo capilla modificado.
- Invernadero con techumbre curva.
- Invernadero tipo parral (almeriense).
- Invernadero tipo viento (holandés).

3.1.1. Invernadero tipo Túnel.

Es difícil establecer una línea divisoria entre lo que es un invernadero y un macrotúnel, por no existir un parámetro definido. No obstante, se ha optado como medida de clasificación el volumen de aire encerrado por cada metro cuadrado de suelo. En general, de acuerdo a diferentes opiniones al respecto, podemos definir como invernadero aquella estructura que supera los 2.75-3 m³/m².

Se trata de invernaderos que tienen una altura y anchura variables. Importados con las siguientes dimensiones.

Este tipo de estructura tiene algunas ventajas e inconvenientes :

Ventajas

Alta resistencia a los vientos y fácil instalación (recomendable para productores que se inician en el cultivo protegido).

Alta transmisión de la luz solar.

Apto tanto para materiales de cobertura flexibles como rígidos.

Desventajas

Relativamente pequeño, volumen de aire retenido (escasa inercia térmica) pudiendo ocurrir el fenómeno de inversión térmica.

Solamente recomendado en cultivos de bajo a mediano porte (lechuga, flores, frutilla, etc.)

3.1.2. Invernadero tipo o de Capilla

Se trata de una de las estructuras más antiguas, empleadas en el forzado de cultivos, muy usados en España, pero en México existen pocos.

La pendiente del techo es variable según la radiación y pluviometría (variando normalmente entre 15 y 35°). Las dimensiones del ancho varían entre 6 y 12m (incluso mayores), por largo variable. Las alturas de los laterales varían entre 2,0-2,5m y la de cumbrera 3,0-3,5m (también se construyen más bajos que los señalados pero no son recomendables).

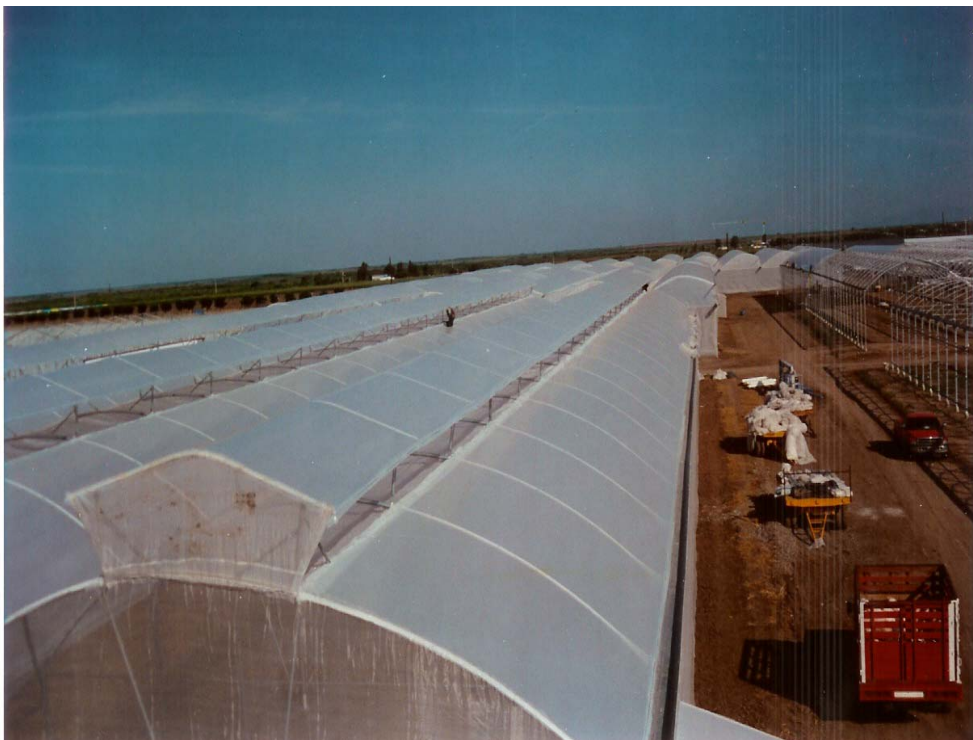
La ventilación de estos invernaderos en unidades sueltas no ofrece dificultades, tornándose más dificultosa cuando varios de estos invernaderos se agrupan formando baterías.

Ventajas

Construcción de mediana a baja complejidad.
Apto tanto para materiales de cobertura flexibles como rígidos.

Desventajas

Problemas de ventilación con invernaderos en baterías.
A igual altura cenital, tiene menor volumen encerrado que los invernaderos curvos.
Mayor número de elementos que disminuyen la transmitancia (mayor sombreo).



3.1.3. Invernadero en dientes de sierra.

Una variación de los invernaderos capilla, que se comenzó a utilizar en zonas con muy baja precipitación y altos niveles de radiación, fueron los invernaderos a una vertiente.

Estos invernaderos contaban con una cubierta única inclinada en ángulos que variaban entre 5° y 15° (orientados en sentido este-oeste y con presentación del techo hacia la posición del sol -norte para el hemisferio sur-).

El acoplamiento lateral de este tipo de invernaderos dio origen a los conocidos como dientes de sierra. La necesidad de evacuar el agua de precipitación, determinó una inclinación en las zonas de recogida desde la mitad hacia ambos extremos.

Ventajas

- Construcción de mediana complejidad.
- Excelente intercambio de aire.
- Muy buena distribución de la luz interior.
- Rápida salida del agua de lluvia.

Desventajas

- Ventana cenital muy expuesta a el agua cuando existen tormentas.





3.1.4. Invernadero tipo capilla modificado (chileno)

Se trata de una variante de los tipo capilla (muy utilizados en la V región de Chile y promovidos por el programa Hortalizas del INIA), en nuestro país son muy utilizados en la provincia de Corrientes. La modificación respecto al capilla, consiste en el ensamble a diferentes alturas de cada cambio, lo que permite generar un espacio para una ventana cenital (lucarna).

Las dimensiones más comunes de éstos invernaderos son:

Ancho de cada módulo: 6,0 m.

Altura lateral: 2,4 m.

Altura cenital: 3,6 m.

Abertura cenital: 0,3-0,5 m.

Los postes se plantan cada 2,0 m, tanto en el lateral como en la parte central, utilizándose postes sulfatados o bien, impregnados con brea al menos en los 0,40-0,60 m que van enterrados.

Ventajas

Construcción de mediana complejidad.

Excelente ventilación (al igual que el diente de sierra), siendo muy adecuados para la conformación de baterías.

Empleo de materiales de bajo costo.

Desventajas

Sombreo mayor que capilla (debido a mayor número de elementos estructurales de sostén), pero menor que diente de sierra.

A igual altura cenital, tiene menor volumen encerrado que los invernaderos curvos.

Elementos de soportes internos que dificultan los desplazamientos y el emplazamiento de cultivos.



3.1.5. Invernadero con techumbre curva

Este tipo de invernaderos tienen su origen en los invernaderos-túneles. Por lo común son de tipo metálicos (caños de 2'' a 2,5'' de diámetro o bien perfiles triangulares con hierro redondo trefilado de 8-10 mm de diámetro), también hay con techumbres metálicas y postes de madera.

Dentro de este tipo de invernaderos, pueden encontrarse diferentes alternativas según la forma que adopta el techo (i - e -circulares - semielípticos - medio punto - ojivales etc.). Las dimensiones más comunes de éstos invernaderos van de 6,0-8,0 m de ancho por largo variable.

En la zona del cinturón hortícola de la ciudad de Santa Fe, existe una alternativa de muy bajo costo (más próxima al tipo semielíptico) construida con postes de madera y techumbre de madera arqueada o caña. Se trata de estructuras endebles y de baja altura, tornándose muy importante como limitante para el clima de la zona.

Ventajas

Junto con los invernaderos tipo túnel, es el de más alta transmitancia a la luz solar.

Buen volumen interior de aire (alta inercia térmica).

Buena resistencia frente a los vientos.

Espacio interior totalmente libre (facilidad de desplazamiento, laboreo mecanizado, conducción de cultivos, etc.).

Construcción de mediana a baja complejidad (debido a la disponibilidad de los elementos prefabricados).

Desventajas

Tienen la misma limitante que los tipo capilla, cuando deben acoplarse en batería (de no poseer algún sistema de ventilación cenital).

La limitante ya señalada, plantea la necesidad de no superar los 25-30 m (de invernaderos acoplados), debido a las dificultades para ventilación.





3.1.6. Invernadero tipo parral (almeriense)

Son invernaderos originados en la provincia de Almería (España), de palos y alambres, denominados parral por ser una versión modificada de las estructuras o tendidos de alambre empleados en los parrales para uva de mesa. En nuestro país, existen pocos pero son una opción muy buena por su costo y para zonas con precipitación escasa.

Actualmente existe una versión moderna a los originales, que se construyen con caños galvanizados como sostenes interiores, permaneciendo el uso de postes para los laterales de tensión o aún, siendo reemplazados también éstos por muertos enterrados, para sujeción de los vientos, constituidos por doble alambre del 8.

Estos invernaderos suelen tener una altura en la cumbre de 3,0-3,5 m, la anchura variable, pudiendo oscilar en 20 m o más, por largo variable.

La pendiente es casi inexistente, o bien (en zonas con puvliometría de riesgo) suele darse 10°-15°, lo que representa altura de los laterales del orden de 2,0-2,3 m. Se ventila solamente a través de las aberturas laterales. En la techumbre solo se utiliza un doble entramado de alambre, por entre el cual se coloca la lámina de polietileno, sino otra sujeción.

Ventajas

Gran volumen de aire encerrado (buen comportamiento según la inercia térmica).

Despreciable incidencia de los elementos de techumbre en la intercepción de la luz.

Aún tratándose de una estructura que ofrece alta resistencia a los vientos, es poco vulnerable por el eficiente sistema de anclaje.

Desventajas

Deficiente ventilación.

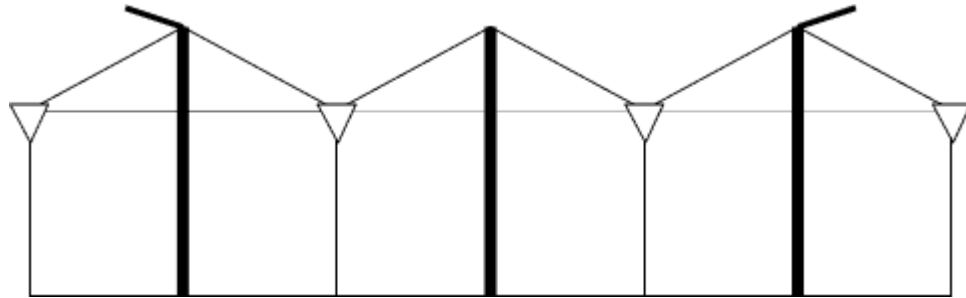
Alto riesgo de rotura por precipitaciones intensas (escasa capacidad de drenaje).

Construcción de alta complejidad (requiere personal especializado).

En zonas de baja radiación, la escasa pendiente del techo representa una baja captación de la luz solar.

Los invernaderos de raspa y amagado, surgen a partir de los invernaderos planos o tipo parral, ante la necesidad de poder evacuar el agua de lluvia, ya que en los planos con las precipitaciones se forman grandes bolsas de agua, que perjudican seriamente la estructura.

Para evitar esto se han hecho invernaderos con distintas vertientes, o lo que se conoce como “raspa”, sujetadas por tubos galvanizados y alambres o trenzas de hilos de alambres. La parte más baja se conoce como “amagado”, se une a la estructura mediante horquillas de hierro, donde van las canales que evacuan el agua de lluvia, y se une al suelo mediante vientos.



Este invernadero típico de Almería basa parte de su éxito en su sencillez y bajo coste. En los últimos años se ha producido un progresivo abandono de las estructuras planas, debido a la dificultad que éstas presentan para la implantación de sistemas de control y mejora ambiental.

Frente a esta regresión de los invernaderos de tipo plano, se observa un avance paulatino de los invernaderos en «raspa y amagado», como consecuencia de sus mejores prestaciones y coste similar.



3.1.7. Invernadero tipo corona.

El sistema de invernadero corona ofrece gran variedad de opciones hechas a la medida de sus necesidades, incluyendo cubiertas, sistema de enfriamiento, opciones de ventilación, y opciones para ahorrar energía.

Su exclusiva tecnología FlexVent le permite el recibir ventilación natural y mecánica al mismo tiempo.

Las opciones de ventilación Natural incluyen ventilación de techo con doble sistema de ventilas de engranaje de piñón y cremallera, y la incorporación de un canal de ventilas, o el sistema Dynaglas® FlexVent. La ventilación Natural puede ser de tipo lateral, ya sea a través de un sistema de cortina en persiana o de enrollado.

Las opciones de ventilación automatizada incluyen un montaje de ventiladores de abanico sobre el techo, y enfriamiento por evaporación, o bien, la combinación de ambos tipos: ventiladores sobre el techo y enfriamiento por evaporación al mismo tiempo.

Le dará gusto saber que el sistema corona ya viene listo para reducir el consumo de energía. Así mismo, cuenta con habilidad para controlar la condensación, transmite una gran cantidad de luz, se adapta a todo tipo de cubiertas y dimensiones, y utiliza vigas galvanizadas para altas temperaturas que han sido previamente soldadas y conexiones que vienen previamente perforadas.

3.1.8. Invernadero tipo vento (holandés)

Son invernaderos de vidrio, los paneles descansan sobre los canales de recogida del agua pluvial. La anchura de cada módulo es de 3,2 m y la separación entre postes en el sentido longitudinal es de 3 m.

Estos invernaderos carecen de ventanas laterales (puede ser debido a que en Holanda no existen demasiadas exigencias en cuanto a ventilación). En vez, tiene ventanas cenitales, alternadas en su apertura (una hacia un lado y la siguiente hacia el otro) cuyas dimensiones son de 1,5 m de largo por 0,8 m de ancho.

Ventajas

El mejor comportamiento térmico (debido al tipo de material utilizado: vidrio y materiales rígidos).

Alto grado de control de las condiciones ambientales.

Desventajas

Alto costo.

La transmitancia se ve afectada, no por el material de cobertura, sino por el importante número de elementos de sostén (debido al peso del material de cubierta).

Al tratarse de un material rígido, con duración de varios años, resulta afectado por la transmisibilidad de polvo, algas, etc.



3.2 VENTAJAS DE LOS INVERNADEROS.

La modernización de las estructuras de los invernaderos, está siendo un factor fundamental en la agricultura actual en estos últimos años. Antes se hacían invernaderos de parral de poca altura y se utilizaban materiales poco resistentes y poco duraderos. Las estructuras de los invernaderos han evolucionado muchísimo, desde los invernaderos planos, a los de raspa y amagado y por último a los modernos invernaderos multitúnel.

Pero... ¿ qué se pide a una estructura de invernadero hoy en día?.

En primer lugar **deben de almacenar gran cantidad de volumen de aire** dentro de un invernadero, para que las oscilaciones de temperatura entre el día y la noche en los cultivos, sean menores. Es por esto, que las estructuras modernas son de gran altura. Esta gran altura hace también que las temperaturas en verano de este tipo de invernadero, sean mucho más bajas que en los invernaderos antiguos, y las temperaturas en invierno sean más elevadas. Este simple detalle, influye lógicamente en la actividad de las distintas personas que se encuentran en el invernadero realizando las diversas tareas.

Deben ser herméticos, para disminuir la incidencia de plagas y enfermedades, disminuir las virosis, así como para mejorar el control climático, ya que controlamos mejor los diferentes factores medioambientales dentro del invernadero como temperatura, humedad, dióxido de carbono, etc., al tener un invernadero más cerrado. Una ventaja añadida en una estructura moderna en este aspecto, es que al disponer de materiales de fijación del invernadero muy fuertes, la colocación de los diversos accesorios para el control climático se realiza de mejor forma, que en las estructuras antiguas.

En una estructura moderna se puede hacer también una actividad más efectiva de control integrado, ya que los diversos insectos benéficos permanecen dentro del invernadero y tenemos un gran número de poblaciones, ya que las continuas generaciones de insectos benéficos, permanecen siempre dentro del invernadero..

Otra ventaja añadida de este tipo de estructuras, es que con la misma estructura que se está utilizando en los invernaderos, se pueden realizar diversas naves para el almacenamiento de productos, naves para instalaciones de riego, oficinas, etc.

Las alturas medias de los modernos invernaderos son de cuatro metros, a cuatro y medio de altura bajo canal. Esto hace que las plantas tengan gran altura, obteniéndose una gran producción por metro cuadrado. El material de cubierta suele ser polietileno, cristal o policarbonato. La nivelación se suele hacer de 0, 5 a 1 por ciento, siendo este factor muy importante para poder evacuar el agua del techo del invernadero.

El empleo de los invernaderos multiténeles, se está extendiendo por su mayor capacidad para el control de los factores climáticos, su gran resistencia a fuertes vientos y su rapidez de instalación, al ser estructuras prefabricadas.

Hoy día existen muchas empresas extranjeras que se dedican a la comercialización y construcción de invernaderos, las cuales deben importar sus materiales aumentando el costo de las instalaciones hasta en un 200 %. Otro inconveniente a esto es que las estructuras y sus diseños no se han adaptado del todo a las condiciones de nuestro país. Actualmente existen ya en México empresas que han resuelto este problema, ayudando a que la industria en nuestro país sea cada vez más grande, sustentable y atractiva para el productor. Los costos de las estructuras son más baratos y sus invernaderos son más adaptados a cada zona de nuestro país.

3.3 CONSTRUCCIÓN DE INVERNADEROS.

Para tomar la mejor decisión de construcción de un invernadero, se debe tomar en cuenta cada aspecto que tenga que ver con la producción, ya que a fin de cuentas lo más importante será producir la mayor cantidad posible, con la mejor calidad y a el costo más bajo posible. La decisión de construir un invernadero se toma cuando ya tienes todos los factores visualizados y se tienen los recursos humanos y materiales disponibles para llevar a cabo el inicio de las operaciones de esta industria.

El diseño de la estructura se hace de acuerdo a las condiciones de la zona en que se encuentre la empresa y los cultivos que se van a trabajar. En este caso tomamos en cuenta que ya sabemos las ventajas de cada tipo de invernadero visto en el punto anterior y que nuestro cultivo es tomate.

Para la zona del centro-occidente de México, y para el cultivo de tomate, se ha determinado que el mejor diseño de invernadero es el de **Diente de Sierra**, el cual presenta las mejores condiciones de cultivo y el costo más rentable. Todo el material de acero galvanizado por inmersión en caliente permite obtener un invernadero duradero contra cualquier corrosión por lo menos por unos 20 años.

3.3.1 PREPARACION DEL TERRENO.

a. DESPALME.

Dependiendo de la condición en que se encuentre el terreno, se hace un despalme de la capa superior para descubrir la superficie arable del suelo, y de esta manera también, disponer de un terreno más visible para levantar la topografía.



b. TOPOGRAFÍA.

Cuando el terreno esta limpio en su capa arable, se procede a hacer un levantamiento topográfico para determinar las pendientes, la cual se determina entre 0.5 y 1 %, hacia la zona de drenaje, esto es en la plataforma donde se ubicará el invernadero, y de 1.5 a 2.0 % en las calles entre invernaderos esto favoreciendo la pendiente para el drenaje rápido del agua de lluvia, se busca dejar a la plataforma del invernadero sobre el nivel de las calles o rodeada de zanjas o rodeada por un machuelo construido de material que no sea fácilmente deslavado por la corriente de agua de lluvia. En esto se debe tomar en cuenta las cantidades de precipitaciones en cada zona y saber el volumen de agua que será captado por la cubierta del invernadero y posteriormente drenado por las canaletas.



3.3.2 CIMENTACION.

El primer paso para establecer la cimentación del invernadero es, trazar la cuadrícula del invernadero determinado la ubicación de cada base de poste de 3" de diámetro y de 1.20 m. De largo, esto se traza con la ayuda de un nivel para dar la distancia y el nivel de cada base. Las distancias entre postes son:

- Entre postes laterales de cada túnel: 8.50 m.
- Entre postes divisores de sección: 3.60 m.



Posterior al marcado de la cuadrícula se perfora con una broca instalada ya sea en un equipo bob-cat o en un equipo de levante a los tres puntos del tractor. El diámetro de la broca es de 14", quedando así un espacio para colocar la base, y se rellena con concreto, permitiendo un volumen de 0.7 m³ de concreto por base. después de colar la cimentación completa del invernadero dejaremos secar por lo menos durante 5 días, antes de volver a entrar con material de ensamble o maquinaria a la plataforma.





3.3.3 ENSAMBLE DE LA ESTRUCTURA.

El material componente de la estructura del invernadero se distribuye en la plataforma, de acuerdo a la ubicación que posteriormente ocupara dentro de la misma. Para posteriormente ensamblar a bases de tornilleria.



3.3.4 ENSAMBLE DE LA PARTE AEREA DE LA ESTRUCTURA.

Después de levantar la estructura ya ensamblada en el suelo, se procede a ensamblar, las partes aéreas.





3.3.4.1 COLOCACION DE MALLAS ANTIAFIDOS (20 X 40). Y PLÁSTICOS DE LAS CUBIERTAS Y CORTINAS.

3.3.4.2 Características de los plásticos:

- polietileno multi-capa de larga duración.
- Transmisor de luz selectiva de la longitud de onda.
- Con aditivo de % de transmisión del 25 % de difusión.
- efecto anti-goteo (AD). Aumentan la tensión superficial de la película, mejorando así la transmisión de la luz e impidiendo el goteo. Debe evitar la caída de gotitas de agua por la condensación dentro del invernadero durante la noche principalmente, reduciendo así la incidencia de enfermedades en el cultivo.
- Efecto térmico. El plástico debe evitar pérdidas de calor por irradiación del invernadero a la atmósfera. Debe mantenerse con este efecto las hojas de las plantas más secas y con una temperatura más estable durante el día y la noche, al mismo tiempo estará evitándose el riesgo de daños por heladas. De tal forma que tengamos también un ahorro en los costos de calefacción.
- Efecto anti-virus. El plástico debe contener los aditivos que permiten tener el efecto anti virus, cortando la mayor parte de los rayos ultravioleta que es por el medio en que los insectos se guían, provocando así que estos no permanezcan, ni se puedan conducir dentro del invernadero si es que logran entrar. Evitando de esta forma la incidencia de vectores virales.

3.3.4.3 Características de las mallas anti-áfidos.

- las mallas anti áfidos, deben ser de color blanco, permitiendo así una mejor luminosidad dentro del invernadero.
- De un tejido de 20 x 40 hilos por cm 2.
- De polietileno con protección contra rayos ultravioleta, para una más larga vida a la intemperie.
- La malla debe colocarse con cierta holgura para permitir una mejor ventilación natural del invernadero.



3.3.5 COLOCACIÓN DE LA DOBLE PUERTA DE ACCESO.

La instalación de una doble puerta de acceso al invernadero, es de vital importancia en el manejo fitosanitario y de seguridad alimenticia. En los últimos requerimientos de las compañías certificadoras se encuentra este aspecto, ya que en este espacio se permite tener un tapete sanitario, y los accesorios necesarios para sanitizarse las manos antes de ingresar a manejar la planta. Del mismo modo es un espacio para atrapar los insectos que pudieran acceder por la primera puerta. En ocasiones se coloca en este espacio un impulsor de viento (ventilador) que enciende automáticamente al abrir la primera puerta y empuja cualquier insecto o basura hacia fuera del invernadero.



3.3.6 INSTALACIÓN DE LA CABECERA DE RIEGO.

Es la línea de PVC de riego interna en el invernadero, la cual cuenta con las salidas individuales para cada línea de goteros de cada línea de plantas.



3.3.6.1 COLOCACIÓN DE LAS CORTINAS.

Las cortinas de plásticos del invernadero, cubren principalmente la función de cobijo del invernadero, en temporada fría son indispensables para conservar calor dentro del invernadero y proteger el cultivo de las bajas temperaturas externas. Estas se pueden manejar manualmente o con motores eléctricos que permita subir y bajar cada una en cuanto se requiera. Generalmente se usa el mismo plástico que el de cobertura del invernadero por sus aditivos térmicos, aunque en ocasiones por razones de economía se pueden adquirir plásticos de menor calibre. Se recomienda usar un motor individual para cada cortina, para en caso de fallar un motor, sea solo una cortina la que no se pueda mover y no más.





3.3.7 COLOCACION DE PANTALLAS TERMICAS.

Las pantallas térmicas o pantallas ambientales y de clima, son un factor que decide muchas veces la calidad de la producción en cualquier parte y tipo de invernadero. Ayudan a crear un ambiente óptimo de crecimiento de las plantas, mientras que reducen los costos de calentamiento del invernadero. Pueden ser usadas también como cortinas de sombreo para disminuir las temperaturas de los invernaderos durante el día.

En la noche el calor que se acumuló durante el día es mantenido en un grado importante dentro del invernadero, además no se pierde. Cuando están bien instaladas estas cortinas puede ahorrarse desde un 42 % hasta un 72 % en energía. Al mismo tiempo el uso de materiales especiales minimizan la condensación, lo cual es crucial para reducir la incidencia de hongos. Los sistemas de pantallas de energía pueden ser colocadas deslizables o colgantes dependiendo del tipo de estructura e invernadero. Las pantallas también pueden ser anti- insecto, cubriendo la función que el plástico en ocasiones no hace de tener ese efecto.



3.3.8. SISTEMAS DE CALEFACCIÓN.

Probablemente este tema sea de lo más conocido y manejado por el técnico de cada invernadero, sin embargo depende de la calidad y eficiencia del sistema de calefacción, que se aumente y mejore la producción del invernadero.

3.3.8.a Sistema de calefacción por agua caliente.

Son sistemas de calderas que vierten agua caliente a un sistema de flujo interno en el invernadero. Este flujo se da por tuberías de fierro galvanizado de 2" a 3" que va por entre las camas del cultivo, e irradia calor a la planta. Al mismo tiempo este sistema de tuberías sirve de vía para que los carros de interior de invernadero circulen.





3.3.8.b Sistema de calefacción por aire caliente.

Este aire caliente es generado por una flama de gas y distribuido en el invernadero por abanicos o por flujo de aire inducido por tubos de plástico en el interior del invernadero.







3.3.9 SISTEMAS DE ENFRIAMIENTO.

Generalmente se piensa en este factor como uno de los más complicados de manejar dentro de un invernadero, sin embargo, siempre debemos manejarlo como uno de los más sencillos, debemos siempre pensar en el costo de operación antes de decidir como enfriaremos nuestro invernadero. Pensando en el cultivo de tomate y en las condiciones que resiste en cuanto a temperaturas, siempre será más adecuado pensar en operar con la ventilación natural hasta donde nos sea posible, ya que enfriar un invernadero sería más costoso que calentarlo, si pensamos en bajar las temperaturas en climas calientes y en las horas pico de calor.

Por lo tanto la altura del invernadero juega un papel muy importante en el manejo de este factor, y en lugares de clima muy caliente. El tener invernaderos en zonas calientes con una altura hasta de 7 metros al nivel más alto, es importantísimo para tener una ventilación natural suficiente para mantener temperaturas óptimas para el desarrollo del cultivo.

Existen otros sistemas para enfriar, como son ventilación para recirculación de aire, paredes húmedas de aire forzado o las cortinas térmicas de las que ya hablamos.



3.3.10 SISTEMAS DE RIEGO.

La tecnología que sea usada en nuestro invernadero, en cuanto a sistema de riego se refiere, determinará en gran medida el éxito que obtendremos en nuestra empresa.

Cada sistema utilizado para ferti-riego, debe contar primeramente con una fuente de abastecimiento de agua de calidad, y sobre todo, que no contenga sólidos que puedan obstruir el paso del agua y fertilizantes de una manera eficiente, y que al final nuestra planta no reciba las cantidades suficientes de manera uniforme en el invernadero. Sobre todo si se trata de un cultivo en sustrato que no sea suelo, es indispensable que nuestro sistema completo esté funcionando de manera eficiente cien por ciento.

Para esto debemos contar primeramente con agua de calidad, esto quiere decir, libre de impurezas, y con las cantidades de sales o carbonatos solubles no mayores a las que el cultivo reciba sin presentar crisis de estrés durante su desarrollo, o nuestros componentes del sistema dejen pasar sin ser obstruidos o corroidos. Lo cual lograremos con un buen sistema inicial de filtrado, este será de acuerdo a la fuente de donde obtengamos el agua, que puede ser de canal, presa, noria o pozo profundo.



Otro punto muy importante en nuestro sistema, es tener depósitos adecuados para de ahí tomar el agua que internaremos a nuestro sistema de ferti riego.



El sistema de filtrado antes de entrar a los inyectores donde el agua será mezclada con las soluciones de fertilizante, es de vital importancia que tengan su sistema de retro-lavado, para evitar que nuestros filtro se obstruyan, principalmente cuando el tiempo es factor importante en nuestra operación y no podemos perderlo en revisar y lavar filtros a cada rato.





El siguiente paso es conocer nuestro sistema de inyección de fertilizante a nuestra línea de riego, este puede ser tan sofisticado como sea necesario en la operación.

Esta parte del equipo puede ser compuesto por equipos digitales que nos permitan tener datos a cada momento de la operación en cuanto a PH y EC (conductividad eléctrica), de nuestra mezcla de fertilizantes en solución con que estamos nutriendo nuestras plantas. Datos que son de vital importancia al momento de tomar decisiones en cuanto a la nutrición de las plantas.



La foto anterior nos muestra un equipo de inyección de fertilizantes, a base de pulsos, este nos permite saber a cada momento las cantidades de nuestras mezclas madre que estamos inyectando a nuestra red de riego dentro del invernadero. Este sistema es de los más precisos que existen hoy en día en el mercado, puesto que

cada pulso que inyecta cada bomba es una cantidad exacta de fertilizante adicionado a la cantidad de agua predeterminada para cada planta dentro del invernadero.



Este sistema cuenta con sistema de tubos de tipo “venturi”, donde por tal efecto inyecta los fertilizantes de los tanques de las mezclas madre a la línea principal de riego y subsiguiente a la red interna de goteo en el interior del invernadero.



El equipo de mezclador de fertilizantes y preparación de las mezclas madre, debe de ser lo más adecuado posible, pues de esto depende que no tengamos confusiones a la hora de inyectar a l invernadero los nutrientes, y sobre todo que sea fácil de operar para el personal obrero.





El sistema puede tener un tanque de premezclado, preferentemente, para evitar que lleguen a las soluciones, fertilizantes mal mezclados o con partículas sólidas. Esto también lo podremos solucionar usando un agitador en los tanques, como el que se muestra en la foto siguiente, un agitador de aire (blower).





Posteriormente encontraremos la necesidad de instalar una válvula para cada nave de invernadero, esto es con el claro propósito de regar y fertilizar cada una independiente de las otras.



Dentro del invernadero, tenemos las líneas de goteo que suministran el agua directamente a las plantas, estas pueden ser con manguera de goteros integrados, los cuales son insertados de fabrica en la manguera y cuentan con sistema

anti-drenante con el propósito de que al momento de detener nuestro sistema de bombeo, no se siga goteando agua a la planta y contar con mayor precisión de cantidades suministradas a la planta. Otro sistema de suministro a la planta es el de goteros independientes conectados a manguera ciega para riego de 17 mm de diámetro, estos goteros se pueden conseguir de distintos caudales, pero los más recomendados para un cultivo en invernadero son de 8 lt/hr, los cuales llevarán un distribuidor para regar 4 plantas a la vez, al distribuidor se conectan los goteros individuales por medio de un tubín de 4 mm. Algunos productores prefieren regar directamente con los goteros de 8 lt/hr, lo cual puede tener la desventaja de tener que regar en tiempos muy cortos y no tener muchas veces el tiempo para estar revisando el riego y detectar problemas en las líneas a tiempo.







En los sistemas de cultivo en sustratos hidropónicos, que deben de tener un canalón que reciba el agua drenada del sustrato, siempre es importante tener una salida de estos sobrantes y posteriormente sacarlos del invernadero por una red subterránea.



IV.EXIGENCIAS DE CLIMA Y SUELO DEL CULTIVO DE TOMATE EN INVERNADERO.

4.1. Exigencias de clima.

Es de gran importancia considerar las condiciones climatológicas de la región donde se va a construir los invernaderos. Si estas se asemejan a las requeridas por el cultivo, el costo de climatización y manejo serán menores. En caso contrario, los costos de climatización serán más altos.

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

CONTROL CLIMÁTICO.

Un sistema de cultivo en invernadero, debe de ir acompañado de un buen control climático del invernadero.

En épocas calurosas, los plásticos que se utilizan como cubiertas de invernadero, suelen estar blanqueados para disminuir la temperatura. Si el blanqueo se realiza con productos neutros, no afecta a la duración del plástico, más aún, puede alargar la vida de los plásticos, ya que los protege contra la radiación ultravioleta del sol.

La calefacción por agua cada vez se está utilizando más, en estos modernos sistemas de cultivo.

Se caracteriza, al contrario que la calefacción por aire, por tener una alta inercia térmica, es decir, tarda mucho tiempo en calentar cuando se pone en funcionamiento y mantiene la temperatura cuando se desactiva. Es por ello que resulta ideal apoyarla con una calefacción por aire.

Para ello se distribuyen una serie de tuberías de aluminio para la distribución del calor. Se utiliza mucho con lana de roca ya que mantiene la temperatura, a nivel de la raíz.

Las tuberías llevan el agua procedente de la caldera y se transporta a través del invernadero mediante tuberías.

Las tuberías de materiales metálicos se caracterizan por no tener limitada la temperatura del agua que puede circular en su interior. A parte de ello, irradian el calor de mejor forma que las tuberías de plástico.

Es interesante también en los cultivos en invernadero utilizar pantallas térmicas, que son unas telas compuestas por combinaciones de poliéster y láminas de aluminio, entretejidas con filamentos muy porosos y absorbentes de agua.

4.1.1. -Temperatura.

El tomate es un cultivo menos exigente en temperatura que la berenjena y el pimiento.

La temperatura óptima para que las raíces tengan un buen crecimiento oscila entre los 23 y 25 °C. Esto se logra calentando el bloque o la solución nutritiva, es importante que esta temperatura pueda tenerse en el suelo al momento del planteo.

Temperaturas en los bloques de 15°C o menos , conducirán a una reducción del rendimiento y calidad de la fruta y la indeseable posibilidad de infección de las raíces por patógenos, así como también un incremento en las deficiencias de fósforo y magnesio. Manteniendo la temperatura de las raíces de 22 a 23 °C a través de todo el ciclo del cultivo el sistema radicular se estimulará, esta temperatura se puede incrementar hasta 25 °C manteniendo una buena luminosidad..

La temperatura del aire dependerá de los niveles de luz, fecha de planteo y cultivar, la temperatura y la humedad en el invernadero conjuntamente controlan el patrón de crecimiento de la planta y los niveles de infección de las enfermedades.

La temperatura óptima de desarrollo oscila entre 20 y 30°C durante el día y entre 1 y 17°C durante la noche; temperaturas superiores a los 30-35°C afectan a la fructificación, por mal desarrollo de óvulos y al desarrollo de la planta en general y del sistema radicular en particular. Temperaturas inferiores a 12-15°C también originan problemas en el desarrollo de la planta.

A temperaturas superiores a 25°C e inferiores a 12°C la fecundación es defectuosa o nula.

En los primeros días después del trasplante, las temperaturas están estrechamente ligadas a los niveles de luz y se ven también afectadas por el cultivar. Bajo luz pobre las temperaturas del día y la noche deben mantenerse bajas para prevenir la formación de racimos deficientes y crecimiento raquítico, será necesario elevar la temperatura a por lo menos 20 °C por un corto periodo del día para lograr una buena polinización.

Una vez iniciado el periodo de cosecha se reducen las temperaturas establecidas y la ventilación se ajusta a los valores requeridos.

La maduración del fruto está muy influida por la temperatura en lo referente tanto a la precocidad como a la coloración, de forma que valores cercanos a los 10°C así como superiores a los 30°C originan tonalidades amarillentas.

No obstante, los valores de temperatura descritos son meramente indicativos, debiendo tener en cuenta las interacciones de la temperatura con el resto de los parámetros climáticos.

4.1.2. -Humedad.

La humedad relativa óptima oscila entre un 60% y un 80%. Humedades relativas muy elevadas favorecen el desarrollo de enfermedades aéreas y el agrietamiento del fruto y dificultan la fecundación, debido a que el polen se compacta, abortando parte de las flores. El rajado del fruto igualmente puede tener su origen en un exceso de humedad edáfica o riego abundante tras un período de estrés hídrico. También una humedad relativa baja dificulta la fijación del polen al estigma de la flor, la alta humedad relativa mantiene el polen húmedo y pegajoso, excepto a medio día y reduce las posibilidades de su transferencia de las anteras al estigma, la humedad relativa óptima para la polinización es de 70 % lo que indica un valor de

DPV de 0.7. Generalmente las bajas humedades son un problema cuando las plantas se transfieren del área de propagación al invernadero y también en el verano cuando el clima es caliente y seco

Tanto las altas como las bajas humedades deben evitarse en todo lo posible

4.1.3. -Luminosidad.

Valores reducidos de luminosidad pueden incidir de forma negativa sobre los procesos de la floración, fecundación así como el desarrollo vegetativo de la planta.

La facilidad con la cual el polen se transfiere de la antera al estigma depende de la longitud del pistilo, que es más grande cuando hace falta radiación solar lo cual afectará directamente la facilidad de la fijación del polen. La longitud del pistilo está a la vez ligada a la combinación de bajas concentraciones de carbohidratos y elevadas de nitrógeno en el tejido de la planta. Esta condición frecuentemente se presenta cuando se prolonga la baja cantidad de luz a un programa con exceso de fertilización.

En los momentos críticos durante el período vegetativo resulta crucial la interrelación existente entre la temperatura diurna y nocturna y la luminosidad.

4.2. Exigencia en suelo.

En México todavía está muy extendida la producción bajo invernadero directamente en suelos naturales o modificados mediante la adición de diversos materiales para mejorar el drenaje y la fertilidad de los mismos. El manejo que se hace de los cultivos en ocasiones presenta algunas similitudes con el manejo que se hace en los cultivos de campo abierto.

Dependiendo de las particularidades de cada suelo pueden ser suelos minerales u orgánicos. Aquí los consideramos como sustratos orgánicos debido a que aportan nutrientes.

Existen varios tipos de suelos, siendo los mejores los suelos negros y arcillosos, conocidos como vertisoles y feozems, pero presentan el inconveniente de un drenaje deficiente. Otro tipo de suelos con buena fertilidad son los de aluvión o suelos de acarreo depositados por las aguas en las partes bajas, conocidos como suelos francos, de migajón o tierra lama. A continuación describiremos algunos de ellos:

a). Tierras arcillosas:

Existen diferentes tipos de suelos arcillosos, pero de ellos los conocidos como “barros” o “barriales”, vertisoles de acuerdo con la nomenclatura empleada en edafología, están considerados como los más fértiles. Son suelos de color oscuro que se agrieta cuando se seca. Son de textura fina y tienen alto contenido de materia orgánica. Presentan drenaje lento y mala aireación, con PH variable dependiendo del contenido de sales. Puede usarse en mezclas con sustratos livianos como la fibra de coco y la turba.

b). Tierra lama:

La tierra lama o migajón, son los suelos conocidos como fluvisoles, materiales que se obtienen de las vegas de los ríos y de los asolves de presas y bordos. Presentan una textura franca que presenta partículas de todos tamaños, tiene buena retención de humedad, buena aireación y buen drenaje, su pH y contenido de sales están en

función del lugar de donde se extrae: presenta buena fertilidad natural, alta capacidad amortiguadora de los cambios de pH, su estabilidad física es alta y son de densidad media, con pesos que van de 1.2 a 1.4 gr/cm³. son materiales de bajo costo y están disponibles en todos aquellos lugares donde existen embalses de agua que se ha asolvado. Puede estar contaminada por sustancias tóxicas de origen industrial o agrícola, mismos que son vertidos a los ríos a su paso por zonas industriales. Los suelos de tierra lama tienen buena capacidad de intercambio catiónico.

c). Tierra de monte:

La tierra de monte es el sustrato que por muchos años se ha empleado en los viveros para la producción de planta forestal, sobre todo en el centro de México. En la actualidad está restringido su uso por el impacto ambiental que su extracción provoca. Su aprovechamiento requiere permiso especial por medio de la secretaria de ecología y medio ambiente.

Generalmente la tierra de monte es extraída de suelos andosoles de origen volcánico, que presentan partículas pequeñas y medianas, texturas de fina a media, que les dan diferentes características en cuanto a retención de humedad, aireación, drenaje y estabilidad física buenos. Uno de los problemas centrales de estos suelos es que contienen un mineraloide conocido como alófano que captura al fósforo y no lo deja disponible para los cultivos. En algunas regiones se fertilizan con gallinaza para corregir este problema.

Dentro de las tierras de monte esta la tierra negra, que corresponde a un endosol pélico, que es de textura fina con partículas pequeñas, que presenta mala aireación y drenaje deficiente, cuando está seca se dificulta hidratarlas, pero presentan buena retención de humedad, con pH ácido y buena capacidad de intercambio catiónico, aportando nutrientes al complejo de la fertilización de las plantas, presenta capacidad amortiguadora variable, el contenido de sales también es variable y debe emplearse una vez que se haya esterilizado, su estabilidad física es apropiada una vez humedecida.

La planta de tomate no es muy exigente en cuanto a suelos, excepto en lo que se refiere al drenaje, aunque prefiere suelos sueltos de textura silíceo-arcillosa y ricos en materia orgánica. No obstante se desarrolla perfectamente en suelos arcillosos enarenados.

En cuanto al PH, los suelos pueden ser desde ligeramente ácidos hasta ligeramente alcalinos cuando están enarenados. Es la especie cultivada en invernadero que mejor tolera las condiciones de salinidad tanto del suelo como del agua de riego.

4.3 Fertilización carbónica.

La aportación de CO₂ permite compensar el consumo de las plantas y garantiza el mantenimiento de una concentración superior a la media en la atmósfera del invernadero; así la fotosíntesis se estimula y se acelera el crecimiento de las plantas.

Para valorar las necesidades de CO₂ de los cultivos en invernadero necesitamos realizar, en los diversos periodos del año, un balance de las pérdidas derivadas de la absorción por parte de las plantas, de las renovaciones de aire hechas en el invernadero y las aportaciones proporcionadas por el suelo a la atmósfera del mismo.

Del enriquecimiento en CO₂ del invernadero depende la calidad, la productividad y la precocidad de los cultivos. Hay que tener presente que un exceso de CO₂ produce daños debidos al cierre de los estomas, que cesan la fotosíntesis y pueden originar quemaduras.

Los aparatos más utilizados en la fertilización carbónica son los quemadores de gas propano y los de distribución de CO₂.

En el cultivo del tomate las cantidades óptimas de CO₂ son de 700-800 ppm. En cuanto a los rendimientos netos dan incrementos del 15-25% en función del tipo de invernadero, el sistema de control climático, etc.

V. MEDIOS DE CULTIVO.

El tomate puede cultivarse en diferentes sistemas de cultivo, en condiciones de suelo, sustratos orgánicos, inorgánicos y cultivo en agua.

CULTIVO EN SUELO.

El cultivo en suelo implica el uso del piso nativo para cultivar las plantas. Entre sus ventajas se contemplan menos costos, una buena condición Buffer para el control del PH y disponibilidad de nutrientes. El margen de error de proceso de aprendizaje del manejo del cultivo en invernadero que representa el suelo, es demasiado ventajoso para el agricultor que recién emprende la empresa del cultivo protegido.

Entre las desventajas, se incluye la compleja naturaleza orgánica e inorgánica del suelo, menos control de riego y la competencia de elementos esenciales en la solución del suelo con microorganismos (bacterias, hongos, estreptomicetes, etc.) otros factores, son la acumulación de sales, enfermedades del suelo, insectos – plaga y nematodos que pueden afectar severamente la producción.

De utilizarse el suelo para la siembra, éste debe ser preferentemente profundo. Las raíces del tomate, se desarrollan a una profundidad de 60 centímetros con un 70 % de ellas en los primeros 20 centímetros. Es necesario que se tenga un buen drenaje, pues las raíces de la planta de tomate no toleran alta humedad. Suelos profundos clasificados como migajón arenoso, combinan buen drenaje y buena capacidad de retención de agua. Los suelos arenosos son muy aceptables, pero el costo del agua y fertilizante es mayor. Los suelos arcillosos requieren de un buen manejo de preparación para acondicionar la estructura y evitar que este sea un problema par el cultivo.

Es necesario hacer un análisis de suelo. El ensayo de la muestra debe incluir: pH, elementos, N, P, K ,Ca, Na y los micronutrientes B, Fe, Mn, Cu y Zn; la textura, tipo de suelo, porcentaje de saturación, conductividad eléctrica e hidráulica, carbonatos (CaCO₃) y contenido de materia orgánica.

Al tomate le favorecen suelos con niveles altos de fósforo, potasio ,calcio y magnesio. Para su adecuado crecimiento y producción requieren de elevadas cantidades de potasio, calcio y fierro; moderadas de nitrógeno, magnesio, fósforo, azufre, boro, cobre, manganeso y zinc.

Es importante recabar a la vez información histórica de siembras anteriores y conocer el comportamiento que tuvieron previos cultivos. La existencia de insectos plaga, nematodos, bacterias, hongos y herbicidas aplicados para conocer de su residualidad en el suelo.

El manejo buen manejo del suelo dentro de un invernadero es muy importante, si la decisión es utilizarlo, entonces debe llevarse a cabo una buena preparación que inicia con los trabajos culturales de subsuelo y barbecho, posteriormente se debe pasar la rastra de tal forma que la trituración de los terrones sea lo más uniforme posible, o de ser necesario enseguida pasar el desterronador,

esto debe hacerse con la consideración de evitar pasar demasiadas veces con maquinaria para evitar volver a compactar las capas inferiores antes ya trabajadas por el subsuelo. Después de tener un suelo bien preparado, debemos buscar tener también la nivelación adecuada para evitar posibles encharcamientos en caso de tener alguna fuga de agua o incluso para tener buen tránsito de carros de cultivo y gente. Posteriormente se construyen las camas para el cultivo, estas se hacen primero pasando un bordeador y posteriormente una encamadora, formando una cama de 60 centímetros de ancho en la parte superior, 80 centímetros en la parte inferior y 30 centímetros de alta. De esta manera buscaremos tener una cama adecuada para tener un buen desarrollo en los primeros niveles del suelo para las raíces, y también buscaremos obtener un área de suelo en donde podemos observar y manejar bien las humedades superficiales. El distanciamiento entre camas lo decidirá el marco de plantación y las densidades que decidiremos manejar, esto es de acuerdo a el tipo de invernadero, para tomar en cuenta la luminosidad, entre más luminosidad permita el invernadero, mayor será la población de plantas dentro de este.





El tratamiento que se debe dar al suelo para sanitizarlo, de tal manera que evitemos a toda costa tener posteriormente pérdidas por plagas o enfermedades, depende de los análisis previos que nos indicarán el tratamiento a seguir. Uno de los más utilizados es la aplicación del Bromuro de Metilo al 75 %, el cual se aplica con un sistema de cuchillas penetrantes en el suelo hasta 90 centímetros de profundidad, este se presuriza con Nitrógeno embotellado y se regula de tal forma que le sirva al Bromuro solo para salir a presión del sistema.



5.1 CULTIVO SIN SUELO.

Los objetivos del cultivo sin suelo se centran en eliminar el vertido de los lixiviados y con ello evitar la contaminación de los suelos y de los acuíferos y contribuir de forma favorable en el ahorro de agua en zonas de cultivo caracterizadas por condiciones de semi aridez con escasez de recursos hídricos al reutilizar toda o parte del agua lixiviada.

En el cultivo sin suelo el sistema radicular está confinado en un contenedor, que puede adoptar diversas formas, pero en cualquier caso el volumen de la rizosfera es reducido. Ambas restricciones obligan a la utilización de sustratos que aseguren la disponibilidad de agua y oxígeno a las raíces.

Este sistema favorece el desarrollo del cultivo ya que se obtiene una óptima relación aire-agua en el sistema radicular, la nutrición está mucho más controlada, los sustratos inertes se encuentran libre de plagas y enfermedades, convirtiendo a estos sistemas como una buena alternativa al uso de desinfectantes de suelo.

En el mercado se pueden encontrar distintos sustratos, que se clasifican en:

-Orgánicos:

- De origen natural, entre las que se encuentran las turbas.
- Subproductos de actividad agrícola: fibra de coco, viruta de madera, pajas de cereales, residuos de industria del corcho, etc. La fibra de coco es un material vegetal procedentes de los desechos de la industria del coco, aprovechando las fibras cortas y el polvo de tejido medular en proporciones variables como sustrato. Se trata de un material ligero que presenta una porosidad total muy elevada y presenta cantidades aceptables de agua disponible y está bien aireado.
- Productos de síntesis: polímeros no biodegradables, espuma de poliuretano y poli estireno expandido.

Inorgánicos:

- De origen natural: arena, grava, tezontle, perlita, vermiculita, tierras de origen volcánico y lana de roca.
- Los que requieren un proceso de manufacturación: lana de roca, fibra de vidrio, perlita, vermiculita, arcilla expandida, arlita, ladrillo troceado, etc. La lana de roca se obtiene de la fundición de un 60% de diabasa, 20% de piedra caliza y 20% de carbón de coque, es introducido en un horno a elevadas temperaturas y la masa fundida es transformada en fibras, se le añaden estabilizantes y mojantes, se comprime y se cortan en tablas, tacos o bloques. Es un material muy poroso en el que el agua es fácilmente disponible, sin apenas agua de reserva y es un material totalmente inerte. La perlita B-12 es un silicato de aluminio de origen volcánico, que es transformado industrialmente mediante un tratamiento térmico y depositado en hornos a elevadas temperaturas; obteniéndose un material muy ligero con una elevada porosidad.

La elección de un sustrato queda sujeta a la disponibilidad del mismo, a la finalidad de la producción y especie cultivada, experiencia de manejo, posibilidades de instalación y condiciones climáticas.

El cultivo del tomate se enfrenta a la escasa disponibilidad de aguas de buena calidad. El uso de aguas de mayor calidad originan unos mayores costos de producción que en ocasiones, y debido a las fluctuaciones en los mercados, afectan directamente a la rentabilidad de las explotaciones. El uso de aguas moderadamente salinas para el riego en cultivo sin suelo de tomate, se realiza según el estado de desarrollo del mismo y con el objetivo de ahorrar agua de buena calidad manteniendo unos niveles de producción aceptables.

La recirculación en los cultivos sin suelo consiste en restituir al circuito de fertirrigación los lixiviados originados como consecuencia de dotaciones de riego excedentes, de forma que se establezca un circuito cerrado. De ahí que los cultivos sin suelo equipados con sistema de recirculación se denominen cultivos sin suelo cerrados, de manera que consigue eliminar o reducir considerablemente las cantidades de drenajes libres mediante un proceso de reutilización de los mismos.

La tasa de recirculación de drenajes depende de la concentración de sales en el agua de suministro, siendo ésta mayor cuanto menor es el contenido en sales de efecto acumulativo.

Del correcto manejo del cultivo y de la composición del agua de suministro, depende de que la conductividad eléctrica del agua de recirculación se incremente más o menos rápido, y por tanto que la tasa total de recirculación sea mayor o menor.

Los gastos hídricos previstos para una plantación bajo este sistema debe tenerse en cuenta para estimar la viabilidad económica y medioambiental del cultivo, considerando los siguientes factores:

- Zona agrícola.
- Tipo de invernadero.
- Estado fenológico y duración del ciclo de cultivo.
- Fecha de trasplante.
- Densidad de la plantación.
- Control climático del invernadero.
- Tipo de sustrato y de contenedor.
- Calidad del agua de riego.
- Sistema cerrado o abierto.
- Producción.

El pH de las disoluciones de riego debe encontrarse incluido entre los valores de 5,5 y 6,5; intervalo en que la mayoría de los elementos nutritivos se encuentran de forma asimilable para las plantas.

Recomendaciones antes de instalar un cultivo sin suelo:

- Si el invernadero ha sido utilizado y se ha detectado alguna enfermedad, es necesario desinfectar tanto el suelo como las estructuras.
- Cubrir el suelo con plástico.
- Es aconsejable tener un tapete con una solución desinfectante a base de sulfato de cobre a la entrada del invernadero.
- Cubrir la balsa de riego de modo que permanezca cerrada y recibir el agua entubada.
- Mantener tanto el invernadero como los alrededores libres de malas hierbas.
- No abandonar residuos vegetales en lugares cercanos al invernadero.

- Desinfectar las herramientas con cloro.
- capacitar adecuadamente a los trabajadores para evitar que sean vehículos de contaminación.





El recipiente y volumen de sustrato por planta es variable. Para la lana de roca fluctua entre 6.2 a 12.7 lts. Con tezontle se obtienen buenos resultados con volúmenes de 12 a 14 lts para 4 plantas. En bolsas horizontales de 25 lts, una mezcla de perlita y musgo (80 % y 20 % respectivamente) se acomodan adecuadamente 4 plantas.

Si el planteo es directamente en la bolsa, el orificio de drenaje se hace a 2.0 cm arriba de la base de la misma, en la dirección de las plantas. Cuando las

plantas se han crecido en cubos de lana de roca, y se acomodan sobre las bolsas, un primer orificio se abre a una altura de 7.5 cms de la base. De otra manera, el agua en el cubo será sustraída por la perlita.



Dos o tres semanas después del acomodo de los cubos, cuando las plantas se han establecido, se perfora un segundo orificio en la bolsa a 2.0 cms de altura de la base.

El sustrato debe de estar libre de organismos patógenos y de sustancias tóxicas a las plantas, algunos no deben usarse solos, vermiculita por ejemplo, tiene una gran capacidad de retención de agua, lo que propicia saturación y pobre aireación. Algunos materiales tienen una alta relación C:N, por lo que requieren de aplicaciones adicionales de nitrógeno.

En las mezclas de materiales, hay que tomar en cuenta sus características básicas, tales como peso, porosidad y relación C:N. Mezclas de musgo, perlita, vermiculita fibre de coco, musgo y perlita son una buena alternativa.

Se pueden utilizar cajones o canales para poner el sustrato, también bolsas de polietileno negras por dentro para evitar el crecimiento de algas y blancas por fuera para evitar asimilación excesiva de calor.

5.2. CULTIVO EN NFT.

Otro sistema definido como NFT es en sí la producción de plantas bajo un sistema cerrado de recirculación de unos milímetros de solución nutritiva sobre las raíces. Para proveerlas de agua, nutrientes y oxígeno, a través de contenedores de plástico rígido o de plástico flexible, acomodados paralelamente con una pendiente del 1 a 0.5 % en un patrón específico de planteo en el invernadero.

La solución nutritiva que sale de los canales, se recibe en un depósito, de donde se re bombea nuevamente a los contenedores después de pasar por controladores de Conductividad Eléctrica y pH para reponer los elementos faltantes o ácidos, en valores previamente establecidos.

De todos los métodos de cultivo en los que no se usa suelo, este es el único definido como verdaderamente hidropónico (Hydro = agua, Ponos = labor o trabajo) literalmente significa trabajo en agua.

5.3. CULTIVO EN LANA DE ROCA



1 TABLA DE LANA DE ROCA

5.1. CONCEPTO.

El aumento de producción y rentabilidad, por la vía de la tecnificación, ha determinado en la agricultura intensiva, el desarrollo de cultivos hidropónicos en lana de roca.

El término "hidroponía", procede de las palabras griegas hydros (agua) y ponos (cultivo). La técnica se difundió rápidamente en Estados Unidos y Europa, donde empezó a utilizarse en algunas instalaciones comerciales, y al estallar la segunda guerra mundial, los ejércitos norteamericanos e ingles, instalaron cultivos hidropónicos en sus bases militares del pacífico para alimentar a las tropas, utilizando como sustrato grava, ante la dificultad de trasladar los alimentos.

La lana de roca fue descubierta por unos científicos en Hawaii en el año 1850, cuando observaron las hebras de roca creadas por las erupciones del volcán Mauna Loa. Lo

que los científicos no pudieron prever, fue que su descubrimiento llevaría cambios enormes en el cultivo de plantas, casi un siglo más tarde.

El material original se extrae de diabasas y calizas. El proceso de extracción se realiza por medios mecánicos.

La mezcla homogénea de rocas se introduce en un horno, y se funde todo a unos 1.600 grados centígrados. La masa fundida pasa por unas ruedas giratorias, de donde sale expandida en forma de fibras de 0,005 milímetros de grosor.

Posteriormente se añaden estabilizantes, se comprime la lana, y adquiere su forma de cintas continuas. Seguidamente, estas cintas son cortadas en planchas o tablas, para ser embaladas.

El resultado es un medio de cultivo, con unas características físico-químicas idóneas para su uso en la agricultura. Debido a su proceso de fabricación con altas temperaturas, es un producto libre de patógenos y malas hierbas.



5.2. PREPARACIÓN DEL CULTIVO.

El cultivo en lana de roca se está utilizando junto con estructuras modernas de invernaderos, de buena ventilación y de alto potencial productivo, donde se está consiguiendo aumentar el rendimiento del cultivo, obteniendo una mayor cantidad y calidad de cosecha. El sentido común, nos dice que este sistema de cultivo debe utilizarse junto con estructuras modernas de invernaderos, pero en otras estructuras tradicionales, el aumento de producción también es visible.

La experiencia demuestra que los diferentes cultivos en las distintas áreas de cultivo, muestran mejoras de rendimiento, así como una mayor homogeneidad, reduciendo la cantidad de desechos.

La lana de roca, al ser un cultivo que se desarrolla fuera del suelo, el terreno no necesita ningún tratamiento de abonado de fondo, aportación de estiércol o cualquier otra labor destinada a mejorar su estructura. Solamente necesitaremos romper algo la estructura del suelo para permitir un buen drenaje.

El suelo del invernadero, debe estar nivelado para evitar drenajes incontrolados en las bolsas y para captar luz de forma homogénea en toda la explotación.

El suelo que se encuentra debajo de las tablas, se debe de aislar con plástico negro para evitar el franqueo de raíces, evitar la propagación de posibles patógenos existentes en los suelos y evitar acumulaciones de agua en las bolsas.

En otras instalaciones también con lana de roca, se cubre todo el suelo del invernadero mediante una lona de color blanco o negro, permitiendo la de color claro, mayor iluminación en todo el cultivo.

Es importante que en el transporte de las tablas y tacos de lana de roca, todos estos componentes, se coloquen correctamente en el vehículo, para que no sufran ningún daño en el transporte y lleguen a la finca en perfecto estado.

Se suele hacer un agujero de aireación en la parte superior de la tabla, para que tengamos en la misma, un perfecto equilibrio agua-aire.

Las producciones de los cultivos en lana de roca son muy altos, debido a que la planta encuentra los elementos que necesita (agua, nutrientes, oxígeno,...) en óptimas condiciones, y los toma con un ahorro de energía notable. Esto supone que un mayor porcentaje de carbohidratos, se destine a fines productivos.

5.3. SISTEMAS DE CULTIVO.

Se están investigando continuamente nuevos sistemas de cultivo y de esta forma, destacamos el empleo de sistemas intensivos de doble línea. Hasta ahora el sistema tradicional utilizado en hidroponía, consiste en colocar el substrato a una distancia de dos metros entre líneas y 0,5 m entre goteros. Con el sistema de doble línea, la distancia entre líneas se reduce, siendo la óptima entre 1 a 1,60 m, y cada línea tiene doble número de tablas, dispuestas paralelamente

De esta forma, se consigue para una misma densidad de plantación, una mejor distribución de planta, así como un mejor aprovechamiento de la luz y una mejor aireación de la planta. Por consiguiente, el aumento de calidad y producción será mucho mayor.

Con el sistema intensivo se consigue la mejor distribución y densidad de planta en el invernadero, con el máximo aprovechamiento de las condiciones climáticas y con todos los beneficios del cultivo sin suelo.

Con este sistema, el agricultor se beneficia de una mayor producción y calidad con el máximo aprovechamiento del potencial de su estructura de producción, minimizando sus costos y con un sistema de producción más respetuoso con el medio ambiente.

En todos los sistemas, los agujeros de cultivo en las bolsas deben realizarse con moldes de calor, ya que de esta forma el orificio descubierto es mucho más homogéneo, que si se realizara de forma manual.

No obstante, estos agujeros se pueden realizar también manualmente, siendo en este caso el gasto en mano de obra mucho mayor.

Una vez aislado el medio de cultivo, se procede a extender los ramales porta goteros.

5.4. DRENAJES Y DEMANDAS.

El drenaje también es un aspecto importante en el cultivo en lana de roca.

Se suelen utilizar bandejas de demanda, que llevan acopladas unas cazoletas donde se mide el agua de demanda. El ajuste de las frecuencias de riego, para obtener los porcentajes de drenajes buscados, se realiza mediante la observación periódica de estas bandejas.

El sistema más utilizado de bandeja a la demanda se realiza mediante canaletas y electrodos. La altura del rebosadero debe ser fija y el orificio de evacuación, lo suficientemente grande como para que no se obstruya con facilidad.

El mecanismo de funcionamiento de estas bandejas es bastante sencillo. Se colocan una serie de electrodos verticalmente dentro de una canaleta y a una

determinada altura, la cual se puede regular en función de la cantidad de agua que queramos aportar en cada riego, así como su frecuencia. En el momento en que no se realice contacto entre electrodos y el nivel de agua de la bandeja de demanda, se manda un riego, que parará cuando sí se produce este contacto.

El drenaje de los contenedores puede venir hecho de fábrica o sin ningún tipo de agujeros, siendo el mismo agricultor quien realice los drenajes, de la forma que vea más conveniente.

La calidad del agua tiene también una gran influencia en el diseño de la solución nutritiva. Cuanto más salina es el agua mayor es el porcentaje de drenaje que necesitaremos. Por ello es conveniente como primer paso, realizar un análisis de la misma en un laboratorio especializado, para conocer sus propiedades.

5.5. FERTILIZACIÓN.

Las concentraciones de absorción de los distintos elementos nutritivos, no son constantes en el cultivo en lana de roca y varían en función de las fases de las plantas, y de las condiciones climáticas.

Así en la primera parte del ciclo de cualquier planta, predomina la fase vegetativa de rápido crecimiento y el consumo de nitrógeno es muy alto. Con la entrada de la fructificación, el consumo de nitrógeno baja y aumenta el potasio, para llegar a un equilibrio sostenido a partir del comienzo de la recolección, que prácticamente se mantiene hasta el final.

La tabla de lana de roca, antes de iniciar el trasplante, ha de estar saturada con solución nutritiva y esto se consigue manteniendo el drenaje cerrado, y aportando agua hasta que drene por los orificios superiores, es decir, por los huecos en los que irá el taco con la plántula.

Los bloques o tablas de lana de roca, se saturan primero de agua y fertilizantes, ya que deben contener suficiente agua y aire para permitir el crecimiento ideal de las plantas. Si plantásemos directamente sin saturar las fibras de los bloques, no se produciría un crecimiento correcto de la planta, ya que la lana en un principio tiene un diámetro determinado y una distancia determinada entre las fibras, que no nos permitiría la distribución correcta de la solución nutritiva en toda la tabla, por capilaridad.

5.6 SIEMBRA.

El proceso de siembra de se realiza en bandejas con vermiculita o en pequeños tacos de lana de roca. El sustrato debe estar bastante humedecido y debe permanecer unos días en la cámara de germinación.

Los kiémplugs son unos pequeños cilindros de unos dos centímetros de diámetro y 2,5 centímetros de altura, que se utilizan mucho en los semilleros, para posteriormente repicar las plantas a los bloques.

Una vez germinada la semilla se procede al traslado a tacos de lana de roca saturados de agua, y a la altura de los cotiledones normalmente se rellena con vermiculita, y se procede a dar un riego con solución nutritiva.

Los bloques del semillero deben recibir un riego antes de llevarlos al invernadero, para evitar que se sequen los cepellones y de esta manera asegurarse un trasplante con éxito.

Es importante destacar en este aspecto que la distribución de las fibras en los bloques o tacos es vertical, para favorecer un crecimiento rápido de las raíces de la plántula, y la de las tablas es horizontal, para que el crecimiento de las raíces y de la planta, se produzcan de forma homogénea.



5.7. PLANTACIÓN.

El trasplante en un cultivo en lana de roca, se realizará en las horas en que no haga excesivo calor, por la mañana temprano o preferiblemente por la tarde.

Los bloques se colocarán encima de cada agujero de las tablas realizado previamente, asegurándose de que queden horizontalmente y apoyándose toda la superficie en la tabla, para así facilitar en enraizamiento de la planta.

Antes se habrá recortado la parte sobrante del plástico, que envuelve a la tabla de lana de roca, para permitir el contacto entre ambas partes. La piqueta que soporta el gotero, se coloca sobre el taco que se trasplanta, para permitir el contacto entre ambas partes. La profundidad de la piqueta no se realizará de forma excesiva, para evitar la perforación del plástico de la tabla por la parte inferior.

Si el trasplante se ha realizado de forma correcta, el éxito en la producción está asegurado, ya que la lana de roca al ser un sustrato inerte, con una capacidad de intercambio catiónico nula y un ph ligeramente alcalino, permite que con un buen manejo de las soluciones nutritivas, maximizar las producciones.

La disposición de las tablas en el terreno, suele venir definida por las dimensiones del invernadero, como ya se ha indicado anteriormente, aunque en la mayoría de las ocasiones suele haber una distancia entre líneas de dos metros.

5.8. RECIRCULACIÓN.

El cultivo tradicional en lana de roca, fue concebido originalmente para un manejo a solución perdida, es decir, tirando el agua que sobraba.

Sin embargo, debido a la preocupación cada vez mayor de la sociedad por el deterioro del medio ambiente, los sistemas abiertos están siendo adaptados a las nuevas exigencias, permitiendo así la recogida y acumulación del agua sobrante, para emplearla posteriormente en el cultivo. A estos sistemas de cultivo se les suele llamar sistemas con reutilización del lixiviado o sistemas con recirculación de la solución nutritiva.

Los sistemas a solución perdida, conllevan la eliminación al medio ambiente de importantes volúmenes de lixiviados, con un elevado poder contaminante, especialmente de nitratos. Está demostrado que estos nitratos son muy nocivos en la salud humana.

En los sistemas con recirculación de la solución nutritiva, se permite obtener un gran ahorro de agua y más aún de fertilizantes, lo que se une a una

reducción casi total de la contaminación ambiental. De hecho, diversos resultados experimentales indican que mediante estos sistemas es posible conseguir una disminución del gasto de agua de un veinte a un treinta por ciento, y un ahorro de fertilizantes entre un veinticinco a un cuarenta y cinco por ciento.

Para poder reutilizar el agua de drenaje en un cultivo convencional, es necesario realizar una inversión adicional. Todo ello puede ser compensado con el ahorro de agua y fertilizantes, pero la necesidad adicional de incorporar un equipo de desinfección del drenaje, para evitar la expansión de algún posible patógeno radicular desde un foco inicial a todo el cultivo a través de la solución nutritiva, encarece aún más dicha inversión e impide rentabilizar el sistema. Por tanto el interés de esta técnica de recirculación es más que económica... medio ambiental.

Para poder recoger el drenaje producido tras el riego, es necesario que las unidades de cultivo se dispongan sobre canales colectores adecuados para tal fin. Una vez recogido el drenaje, es necesario llevarlo hacia un depósito intermedio de acumulación

Desde un punto de vista químico la lana de roca es un material inerte y se trata de un sustrato sin poder tampón, que exige un perfecto manejo de la solución nutritiva. Su capacidad de retención de agua depende estrechamente del espesor, disposición de las fibras, así como en el bloque en el que se encuentra inicialmente.

VI. ELECCIÓN DEL MATERIAL PARA SIEMBRA.

La calidad de un lote de semilla se puede valorar por el poder germinativo, el vigor, la pureza, la sanidad, entre otros. Aquí reside el verdadero valor para los agricultores: al comprar la semilla tienen derecho a que ésta cubra sus expectativas de obtener calidad y producción. Una semilla de mala calidad originará pérdidas económicas, reducción en la cosecha potencial y desconfianza en el proveedor. Sembrar semillas que no nacen o que son de baja viabilidad es una pérdida de tiempo y dinero. Para ahorrar ambas cosas, se realizan pruebas de germinación de laboratorio.

En forma práctica, el poder de germinación se determina por el número de semillas germinadas y se mide en porcentaje: por ejemplo, 90% de poder de germinación se observa cuando de cada 100 semillas en condiciones normales, 90 germinan y 10 no lo hacen.

El vigor de la semilla está definido por la posibilidad que tiene de germinar durante un determinado período de tiempo, luego de haber sido recolectada, aunque esto es variable, porque cada especie se desarrolla de manera distinta. La pureza de semilla es el menor número de semillas distintas a las que se están valorando. Una semilla de pureza de 94% quiere decir que seis semillas son extrañas y las 94 restantes son puras.

El valor real es el número de semillas que son capaces de germinar teniendo en cuenta la pureza y el poder de germinación. También se mide en tanto por ciento. Si tenemos una semilla con el 94% de pureza y el 90% de poder de germinación, su valor real será: 84.6 %. Quiere decir que de cada 100 semillas solamente están en condiciones de producir plántulas 84.6.

Es recomendable realizar una prueba de germinación antes de sembrar. Para ello se procede de la siguiente forma: se colocan 50 ó 100 semillas en una caja de Petri, con papel absorbente previamente mojado, para que se efectúe la germinación. La temperatura en la caja de Petri nunca deberá ser menor de 20 °C; transcurrido el tiempo para que se realice la germinación, se observa el número de semillas que ha germinado, así como el número de días desde que inició hasta que finalizó para determinar el vigor de la semilla.

Con lo anterior se tendrá un criterio propio de la capacidad de germinación de la semilla que será sembrada. Esto es de gran importancia, ya que se utiliza una sola semilla por cavidad para evitar el desahije posterior a la germinación. El desahije, además de ser laborioso, genera altos costos de mano de obra por los cuidados iniciales durante la adaptación de la plántula en el invernadero.

Principales criterios de elección:

- Características de la variedad comercial: vigor de la planta, características del fruto, resistencias a enfermedades.
- Mercado de destino.
- Infraestructura de invernadero.
- Suelo.
- Clima.
- Calidad del agua de riego.



VII. PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS.

Esta actividad comprende la germinación y el desarrollo inicial de plantas, que se realizan en invernaderos preparados como semilleros, hasta alcanzar el tamaño, el desarrollo del sistema radicular y el vigor foliar para que tenga la capacidad de ser transplantada a el área de producción, sin que tenga la posibilidad de morir al sufrir el estrés del cambio ambiental.

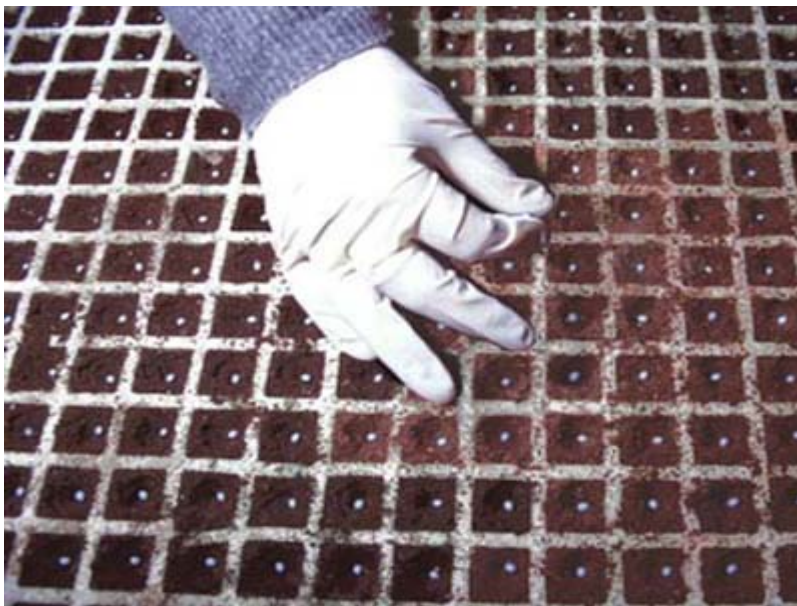
Generalmente la producción de plántulas se realiza bajo invernadero, e charolas con cavidades individuales, en los que se deposita la semilla individual para su germinación y desarrollo inicial. Para ello se emplea un sustrato generalmente formado por peat mos y vermiculita, en ocasiones se agrega algo de agrolita.

El proceso de producción generalmente se lleva a cabo preparando la mezcla y dándole el grado de humedad idóneo del 30 %, para recibir a la semilla, que se siembra ya sea manual o mecánicamente, esta se cubre con vermiculita. Posteriormente se colocan las charolas en una cámara de germinación oscura y a temperatura de 25 °C aproximadamente, después de 3 a 5 días ahí, se transportan las charolas a los invernaderos o semilleros, en los que generalmente se tienen las condiciones de seguridad fitosanitaria y de control de clima y luz para su desarrollo, el cual se lleva a cabo durante los 20 a 25 días subsecuentes. En esta área se le da el tratamiento fitosanitario para plagas y enfermedades que se requiera, así también la nutrición adecuada para desarrollar una planta que al salir de ahí sea una planta individual resistente para sufrir el estrés. La cantidad de agua y nutrientes en esta etapa, son de vital importancia para el éxito futuro del cultivo. Al salir del área de semillero, la plántula debe tener un desarrollo radicular del 90 % del área del cepellón, de otra manera estaremos sacando planta con alto riesgo de inadaptabilidad.

El agua se recomienda que sea de buena calidad con un pH de 5.5 a 6.5, debe de regarse durante la mañana preferentemente, humedeciendo totalmente las cavidades, para evitar que las raíces solamente se desarrollen en la parte superior del cepellón. A media tarde se recomienda dejar de regar para evitar que las charolas tengan demasiada humedad al descender la temperatura del día y que durante la noche no tengan excesos de humedad, evitando así el desarrollo de enfermedades por hongos.

Para el caso de trasplantes a suelo, debe manejarse la planta hasta un grado de desarrollo, en que sea capaz de resistir el estrés del cambio de medio, ya que en el suelo la raíz de la plántula sufrirá mientras se adapta y logra tomar por sí sola agua del suelo. Esto se logra después de 25 a 30 días después de la siembra.

Para el caso en que se vaya a transplantar en sustratos principalmente en lana de roca, la plántula se pasa a los cubos después de que se hayan observado las primeras dos hojas verdaderas y se mantienen en el mismo invernadero durante los siguientes 12 días para que siga con su desarrollo y logre adaptarse la raíz al cubo, después de esto se trasladan los cubos al invernadero de producción para darle el tratamiento subsiguiente de manejo de agua y nutrientes necesarios.



SIEMBRA EN CAVIDADES.



TRATAMIENTO FITOSANITARIO EN SEMILLERO.

a. PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS INJERTADAS.

El sistema de producción de injertos en plántulas de tomate a tomado demasiada importancia en los últimos años, generalmente por los problemas que se han presentado en cuanto a resistencia a enfermedades en el suelo o sustratos, y a la falta de vigor radicular en las plantas convencionales, para lograr mantener a la planta durante un ciclo de vida lo suficientemente largo de producción, que es lo que generalmente se busca en invernadero, esto debido a los altos costos de la operación al cambiar sustratos, y los altos costos de semillas de calidad.

Generalmente se usa un porta-injerto específico para cada tipo de tomate, ya sea de tamaños de fruta grandes o de 120 gramos hacia arriba, o de tamaños medianos de fruta de 70 a 100 gramos, o de tamaños menores que son en caso de tomates chery o cocktail que son de menos de 30 gramos.

El portainjerto siempre nos debe dar una ventaja sobre una planta convencional, las características de la raíz en cuanto a vigor, desarrollo, resistencia a plagas y enfermedades y adaptabilidad, deben ser muy superiores a una convencional.

La utilización de un portainjerto, será redituable siempre y cuando tengamos bien identificado nuestro problema, el cual nos solucionará tal inversión.

VIII. ACTIVIDADES DE PREPARACION DEL INVERNADERO PARA TRANSPLANTAR.

Para el caso de plántulas que están destinadas a cultivarse bajo invernadero ya sea en suelo o hidroponía, a diferencia del cielo abierto, se requiere tener extremos cuidados en cuanto al manejo mecánico y fitosanitario, ya que de la manera que sea manejada la plántula antes de transplantarla al invernadero, dependerá el evitarnos darle continuidad a los problemas durante el periodo de desarrollo en el invernadero. Las principales actividades previas al trasplante son:

8.1 Esterilización o desinfección del suelo.

En el caso del suelo como ya mencionamos anteriormente el principal método de desinfección es mediante la inyección de Bromuro de Metilo. Otro producto usado con frecuencia es el METAM SODIO (BUNEMA 55 GE) METAM POTASIO (BUSAN 69 GE) Y BUSAN 30 WB como desinfectante de suelo y semilla, producto que se puede seguir aplicando durante el proceso del desarrollo del cultivo, este producto generalmente se aplica al suelo mediante el sistema de riego por goteo en proporciones recomendadas por el fabricante. Otro método de desinfección del suelo es mediante la “SOLARIZACIÓN”, método que consiste en humedecer el suelo previamente preparado y cubrirlo con plástico, generalmente se usa e mismo que se dejará para acolchado, el método consiste el exponerlo al calor y luz solar para promover la esterilización del suelo y germinación y muerte de malas hierbas, de tal forma que después de aproximadamente un mes, el suelo esta listo para transplantar. En el caso de tener problemas con bacterias en nuestro suelo, también es recomendable hacer una aplicación al momento del subsueleo, de FORMOL, este producto por su difícil manejo es aplicado mediante un riego por aspersión al suelo ya previamente removido, el propósito de aplicarlo de esta forma es también buscando que después de 48 a 72 horas de aplicado, volvamos a removerlo, esto para liberar los residuos del formol y evitar posibles toxicidades a la plántula, este trabajo se hace con implementos previamente desinfectados ya sea con el mismo formol o con algún otro desinfectante comercial.

8.2 Esterilización o desinfección del sustrato.

Se recomienda hacer la desinfección del sustrato cada que se iniciará un nuevo ciclo de producción, o a lo mucho cada dos ciclos el cultivo; existen varios métodos (vapor de agua, bromuro de metilo, vapam, formol, dazomet, salorización, etc.), siendo el más común, rápido y eficaz el de bromuro de metilo, este procedimiento es recomendable hacerlo cuando menos 15 días antes del trasplante, ya que es demasiado penetrante en el sustrato dependiendo de la eficiencia en la aplicación, y muchas veces se muestra fitotoxicidad en las plántulas, , este método es de difícil efectividad en sustrato ya que la penetración del gas no siempre es eficiente, depende mucho del equipo y de la pericia con que se maneje el sustrato, ya que dependiendo del porcentaje de saturación de humedad, será la eficiencia en la circulación del gas en el sustrato. Adjunto a este tratamiento se puede usar una aplicación de “quintoceno” (2 ml/L) y captan (2g/L) a una dosis de 4 litros de

solución por metro cuadrado de invernadero. Esto sobretodo para evitar el desarrollo de hongos patógenos que suelen presentarse inmediatamente después del trasplante.

8.3 Limpieza y desinfección del interior del invernadero.

Es recomendable hacerlo después de cada ciclo del cultivo, es recomendable hacer un baño a la estructura incluyendo plásticos y mallas, con formol o sales cuaternarias de amonio, aplicados con una pistola a presión para que en caso de que se presenten algas o insectos pegados, todo se caiga y quede bien lavado, incluso de polvos.

Para tener un invernadero completamente limpio de plagas antes de transplantar se recomiendan los siguientes pasos:

- Antes de limpiar los restos del cultivo anterior se debe hacer una aplicación de insecticidas, esto con el fin de terminar el ciclo de cualquier insecto plaga que esté presente en el cultivo viejo. Generalmente se trata de hacer una aplicación de insecticidas específicos para la plaga que exista en ese momento, con un equipo lo suficientemente eficiente para cubrir cada rincón del invernadero. También suele hacerse una aplicación por nebulización a presión con insecticidas, que generalmente son demasiado tóxicos para terminar con cualquier insecto; después de la aplicación se deja el invernadero completamente sellado herméticamente, durante un periodo de seguridad para los operarios, y después se abre para ventilarlo y terminar la limpieza.
- También se recomienda barrer perfectamente el invernadero, esto con el fin de que se queden frutos que posteriormente provean semilla y germine en el suelo, la cual será tomada como planta indeseable o maleza y estará cumpliendo la función de atrayente de insectos plaga.
- Otra practica esencial antes de transplantar, es la de colocar trampas de colores llamativos para los insectos plaga, previamente cubiertas de pegamento, para lograr capturar cualquier adulto de insecto que se encuentre dentro del invernadero, y así tener un ambiente libre de plagas al momento de la llegada de la plántula nueva. También se usan las trampas con feromonas de insectos específicos plaga para lograr capturar a los adultos.
- Es este aspecto es muy importante mantener cerradas las puertas de acceso al invernadero, para evitar cualquier entrada de insectos.

IX. DENSIDADES DE PLANTACIÓN, Y EPOCA DE PLANTACION.

9.1. DENSIDADES DE PLANTACION.

Es importante proporcionar a las plantas en el invernadero el espacio adecuado para su óptima producción. En el invierno, con días de menos luz, es recomendable bajar la densidad de población para proporcionar mayor cantidad de luz a las plantas, y en el verano se puede aumentar la densidad de población, ya que tendremos mayor cantidad de luz dentro del invernadero.

El espacio sugerido entre plantas es de 0.40 a 0.50 metros entre plantas a doble hilera, y separación entre hileras de 0.50 metros; las camas de plantación separadas de 1.60 a 1.80 metros de centro a centro. Con la combinación de estos valores se tendrá una densidad de población máxima de 27,750 y un mínimo de 20,000 plantas por hectárea.

Cuando se siembra en sustrato a una sola hilera, el espacio entre camas puede considerarse entre 1.65 a 2.0 metros, llegándose a obtener densidades de 30,000 plantas por hectárea, esto para tomate saladette o bola, generalmente se tutorea a doble tallo. Y se puede obtener hasta una densidad de 54,000 tallos por hectárea en tomate de tipo cherry o cocktail, tutoreando hasta a cuatro tallos por planta.

9.2. EPOCA DE PLANTACIÓN.

Es muy relativo hablar en este tiempo de una época específica para plantar tomate en invernadero, la situación actual del mercado internacional nos es un indicador muy claro de que el tomate producido en México, tiene un gran futuro de comercialización.

Sin embargo siempre debemos tomar en cuenta la infraestructura con la que contamos y la ubicación geográfica de nuestras instalaciones, para dar el primer paso en tomar la decisión en cuanto a nuestra fecha de inicio. Si las condiciones de clima de nuestra ubicación son demasiado severas o extremosas, entonces el siguiente paso a seguir es el decidir que equipamiento pondremos en nuestro invernadero. Definitivamente, si nuestra infraestructura es pobre, no podremos producir todo el año, para lo cual han sido propuestos los invernaderos.

Otro parámetro que determina nuestra fecha de planteo puede ser la época del año en que menos producción tiene nuestro mayor consumidor, los estados Unidos, y fijar así nuestra fecha de arranque, de esta forma nuestra cosecha la programaremos para el invierno, iniciando entonces nuestras siembras en los meses de junio y julio.

Generalmente trataremos de tener cosechas todo el año, por lo tanto nuestra infraestructura deberá contener el mayor equipamiento posible. Y de esta manera asegurarnos de tener cosecha en cualquier época, como nuestros compradores lo requieran.

En nuestro país, están muy determinadas las épocas de cosecha de tomate por región, aunque en los últimos dos años esto es muy relativo, debido a los problemas de plagas y enfermedades que se han presentado, principalmente en

campo abierto, pero también en invernaderos. Las épocas de siembra y cosecha se habían determinado de la siguiente manera en nuestro país:

ESTADO	SIEMBRAS	COSECHAS
SINALOA	JUN – SEPT	DICIEMBRE – ABRIL
S.L.POTOSI	ENE- MARZO	MAYO – SEPTIEMBRE.
COSTA JAL Y NAYARIT.	MAYO – SEPT.	SEPT. - ENERO.
BAJA CALIFORNIA	FEBR. – ABRIL	JUNIO – NOVIEMBRE.
MICHOACAN	JULIO – AGOSTO	OCTUBRE – NOVIEMBRE.

Estos habían sido los principales productores de tomate para exportación y domestico, hasta los últimos años. Pero ahora con el crecimiento de la industria de los invernaderos y los problemas fitosanitarios, las cosas están cambiando, y la producción de nuestro país, se esta estandarizando, ahora, pretenderemos cubrir todo el año principalmente el mercado de los Estados Unidos, y como veremos en el capitulo de Mercado Global, las tendencias son a cubrir los principales mercados del mundo.

X. TRANSPLANTE.

Para realizar esta labor se debe de tener un plan previo que incluya las fechas de transplante para cada invernadero, la hora más adecuada de iniciar y terminar los trasplantes está en función de las condiciones climáticas que imperan en el lugar y del equipamiento con que contemos para controlar dichas condiciones e incluso de la decisión de colocar o no una sombra temporal, aunque principalmente las fechas de planteo la va a determinar el manejo del mercado de cada productor, algunos tratan de iniciar los trasplantes en las fechas en que saben tendrán menos problemas con las condiciones adversas de clima, entre otras. También se pueden considerar los interplantes para obtener cosechas a todo lo largo del año, evitando así hasta cierto punto, tener plántula pequeña en las épocas más difíciles. Las principales actividades a desarrollar desde un día antes y hasta tres días después del transplante son:

10.1 Riego pesado y elaboración de cepas en el sustrato para el transplante.

Un día antes del transplante o el mismo día temprano en la mañana, debe de regarse el sustrato o saturarlo con agua sola y hacer las cepas donde se colocarán las plántulas a transplantar; estas cepas deben de ser de la profundidad a la medida del cepellón, para evitar por un lado que las raíces queden dobladas, y por otro, que el suelo o el sustrato cubran parte del tallo de la plántula, ya que esto provocaría inmediatamente el contacto con los tejidos de una planta que hasta el momento es muy succulenta, provocando inmediatamente el inicio de formación de hongos, dando como resultado el anillado formado por un complejo llamado “Damping off”.

10.2 Traslado de las charolas o bloques al invernadero.

En el caso de tener la plántula para transplantar en suelo, antes de sacarlas del semillero, debe darse un riego pesado a las charolas. Y en el caso de que sea transplantadas en cubos de lana de roca, deben de transplantarse e inmediatamente después dar el riego. En ambos casos debe de prepararse el medio de transporte que sea completamente seguro en cuanto a sanidad, o sea que la plántula no debe tener contacto directo con el medio externo al invernadero, se usan carritos sellados con malla anti áfidos y sombreado. Siempre deberemos evitar que la plántula al llegar a un medio diferente a el que ha vivido, reciba cambios muy bruscos de temperatura y aireación, esto lo evitaremos colocándola siempre en las partes más frescas y sombreadas.

10.3 Transplante.

Los cuidados al iniciar el transplante comienzan con el cuidado en la limpieza del personal, debe desinfectarse perfectamente las manos y el calzado antes de introducirse al invernadero. La manera en que se maneja la plántula con las manos en este momento es crucial en el éxito del cultivo, ya que cualquier daño que se le cause a la plántula en este momento, resultará en el transcurso del ciclo productivo. Las plántulas previamente tratadas con funguicidas y bactericidas e incluso con un insecticida sistémico, son garantía de que tendremos un buen inicio del ciclo. La manera en que se coloca la plántula en su respectiva cepa es, de forma vertical

completamente y con la raíz si ser doblada, posteriormente se trata de apisonar perfectamente el área de la raíz para que quede en completo contacto con el sustrato y al mismo tiempo evitar que queden burbujas de aire que posteriormente provocarían que se llenasen estas de agua causando problemas de hongos por exceso de humedad.

Generalmente se hace una aplicación posterior al transplante de un enraizador, para ayudar a la rápida proliferación de las raíces que estarán alimentando a la planta. Y aproximadamente a los 3 días después del transplante, se inicia la incorporación de as soluciones nutritivas a el agua de riego diario.

Otro producto que se empieza a aplicar vía riego es el insecticida sistémico que protegerá a la planta ya establecida de el ataque de insectos chupadores, y principalmente de los transmisores de virus, ya que está es la etapa de la planta en que se convierte en el principal atractivo para dichos insectos por su succulencia.

XI. LABORES DE CULTIVO.

11.1 Tutoreo.

Esta labor consiste en proporcionar a la planta un soporte para su futuro crecimiento, la cual inicia cuando se colocan **los alambres horizontales** a lo largo del invernadero de extremo a extremo, estos van en forma paralela a cada línea de plantas y a una altura dependiendo de la altura del invernadero, generalmente van de 3.0 a 3.5 metros del suelo. Posteriormente se coloca una **rafia de polietileno** con resistencia al quemado por los rayos ultravioleta y con suficiente resistencia para sostener el peso que tendrá cada tallo con fruta, la rafia va amarrada a los alambres horizontales o a ganchos que posteriormente servirán para bajar la planta, esta rafia queda suspendida, llegando la punta a la base del tallo de planta, donde se colocará un **anillo de sujeción** atando la rafia a la planta. Cuando se van a utilizar ganchos para bajar la planta, se les enreda aproximadamente 10 metros de rafia a cada uno para posteriormente ir soltando y bajando la planta.

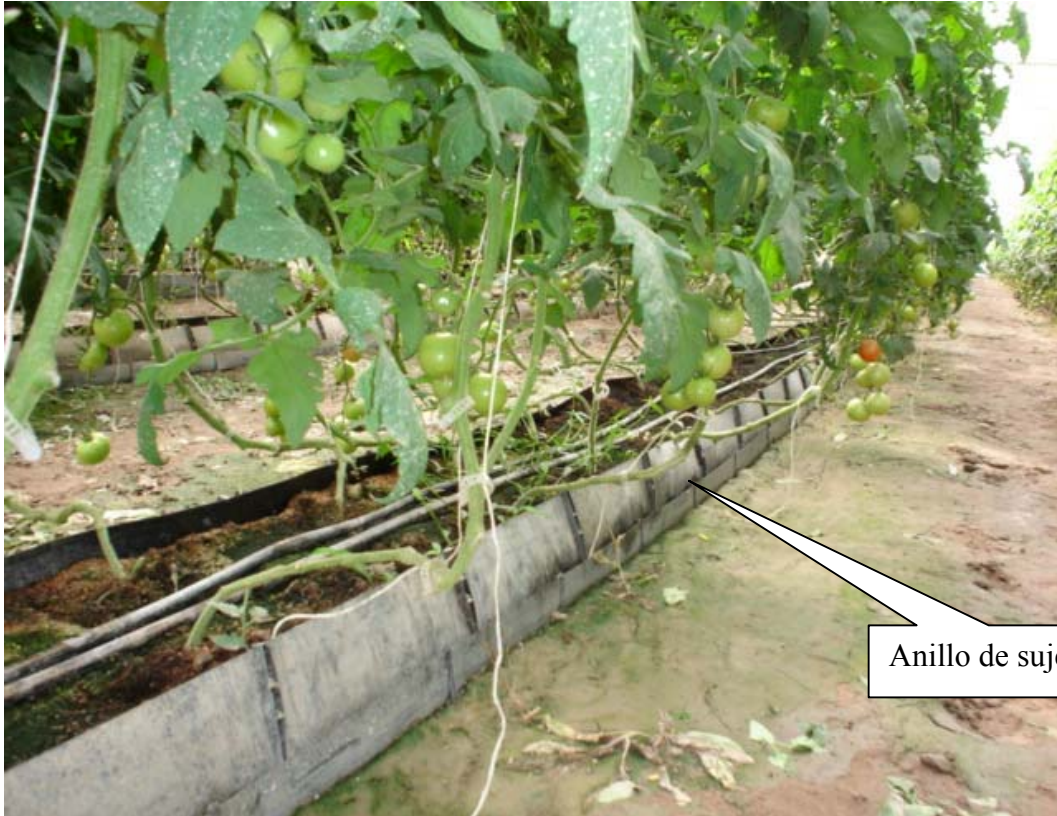
La labor de tutoreo de la planta comienza aproximadamente a los 15 días después del trasplante y consiste específicamente en guiar a las plantas verticalmente hasta llegara los alambres horizontales. El tallo principal de la planta se va enredando a lo largo de la rafia, provocando así que la planta se sostenga de ella, esta labor tiene su grado de complejidad en el sentido de que debemos tener mucho cuidado de no romper tallos, lo que provocaría la pérdida de una planta o tener que sustituirlo por otro a partir de un brote lateral, esta labor es solo de emergencia ya que este nuevo tallo no crecerá nunca con el mismo vigor que el principal. Otro cuidado que debemos de tener es de no dejar amarrados los racimos de flor o fruta, ya que esto provoca que los nutrientes ya no lleguen bien a los frutos y se queden pequeños, también debemos evitarlo por que muchas veces al manejar el racimo para aclareo de frutos se nos puede desgranar y perder fruta, también en el caso de que el tomate sea para cosechar en racimo, si este está amarrado con la rafia será prácticamente imposible cortarlo completo y se desprenderán los frutos. Esta labor es conocida como “vuelta” en la actividad completa de “poda y vuelta” en el cultivo de tomate de invernadero. La vuelta al tallo se debe dar en sentido de las manecillas del reloj, de esta manera la práctica se hará más fácil ya que generalmente se maneja con la mano derecha, y esto se hará con más facilidad para cualquier persona que lo haga subsecuentemente, ya que esta labor se realiza aproximadamente cada 8 días, esto dependiendo de las condiciones que provocarán la velocidad del crecimiento del la planta.



RAFIA AMARRADA EN GANCHOS.



RAFIA AMARRADA EN LOS ALAMBRES HORIZONTALES.



**RAFIA DANDO VUELTA AL TALLO DE LA PLANTA.
(en sentido de las manecillas del reloj).**

11.2 PODA DE FORMACIÓN.

Es una práctica imprescindible para las variedades de crecimiento indeterminado. Se realiza a los 15-20 días después del trasplante con la aparición de los primeros tallos laterales, que serán eliminados, al igual que las hojas más viejas, mejorando así la aireación del cuello y facilitando la realización del aporcado en el caso de que sea cultivo en suelo. Así mismo se determinará el número de brazos (tallos) a dejar por planta. Son frecuentes las podas a 1 o 2 brazos, aunque en tomates de tipo Cherry suelen dejarse 3 y hasta 4 tallos. Precisamente en este momento es cuando inicia la práctica de enredar la planta con la rafia.



PODA A UN TALLO.

11.3 PODA Y VUELTA.

La poda y vuelta consiste en conducir a la planta hacia arriba, enredada con la rafia, como primer paso se enreda el o los tallos principales de la planta, previamente determinados, este es el primer paso con el objeto de que, en caso de romper el tallo principal, podamos sustituirlo con un brote lateral, y de esta manera seguir con nuestra población de tallos por metro cuadrado, que es lo que determinará en gran medida nuestra producción final, la vuelta con la rafia se da preferentemente en sentido de las manecillas del reloj con el objeto de que cualquier persona que pase en la siguiente poda, tenga la misma orientación y se evite romper tallos por manejo encontrados, ya que la mayoría de la gente manejará la planta con la mano derecha. Subsecuentemente se procede a podar la planta, esto es a quitar los brotes laterales axilares de la planta, esto es conforme van apareciendo, con la finalidad de conducir a la planta a solo tallos principales, evitando que los asimilados producidos en la fotosíntesis se desperdicien en crecimiento vegetativo o reproductivo no deseado. Esta labor se inicia aproximadamente a los 20 o 25 días después del trasplante y continua a lo largo de todo el ciclo, en tanto la planta siga creciendo. para disminuir

el riesgo de transmisión de enfermedades es conveniente que esta labor se realice manualmente, desinfectándose las manos periódicamente con una solución de cloro, aproximadamente cada 50 plantas, esto es lo recomendable en caso de no haber focos de infección en el invernadero, de lo contrario, se deben desinfectar las manos por lo menos cada 10 plantas. Para esto se deben usar guantes esterilizados desechables y también cambiarlos periódicamente durante el día. El brote se debe quitar de un tamaño que sea posible tomarlo con los dedos y quebrarlo hacia un lado, para evitar romperlo con la uñas o con tijeras, ya que de esta manera estaremos en contacto con la sabia de la planta y habrá mayor posibilidad de transmisión de enfermedades. Es importante quebrar los brotes desde la base para evitar dejar puntas cortas que puedan ser fácilmente atacadas por hongos, principalmente por “*Botrytis cinerea*”. Los brotes cortados deben retirarse del invernadero inmediatamente, colocándolos en costales, y alejándolos de las áreas de producción para que no sean focos de contaminación. La poda se realiza tan seguido como lo requiera la planta de acuerdo con la temperatura y la luz que exista, ya que esto determina la velocidad de crecimiento. En primavera – verano, aproximadamente se poda cada 4 o 5 días, y en otoño – invierno aproximadamente cada 8 – 10 días, solo debemos evitar que perdamos fuerza del tallo principal por que se este desviando a los brotes laterales. Es necesario después de cada poda aplicar un producto que selle la herida, como prevención de enfermedades, esto puede ser algo como Mancozeb, Cobre, Benlate o Ridomil. Siempre debe pensarse en el aspecto económico al realizar esta actividad, ya que es una de las tareas que mayor gasto de mano de obra representan en el manejo del cultivo, por esto debe de hacerse lo más a tiempo posible para evitar que el brote lateral crezca demasiado y nos robe alimento al tallo principal, o que sean demasiados brotes que hagan la tarea más lenta o también que sea demasiada larga la parte del tallo principal que se tenga que dar vuelta y nos haga lenta la tarea. Cualquiera de estos problemas también nos causarán atraso en los trabajos de las plantas que se deben podar enseguida como parte del programa semanal de la gente, y por consiguiente esto significará pérdida en nuestro cultivo por exceder los gastos. La poda en la parte alta de la planta, esto es, donde la gente ya no alcanza los nuevos brotes, se realiza subiéndose a carritos de invernadero, pero esta tarea en carritos es lenta si no son carros mecánicos o eléctricos, y otra forma de realizarla, es utilizando zancos de aluminio que sirven para dar altura a la gente, y eficientizar la labor, solo requiere práctica.



CARRITOS ELÉCTRICOS USADOS PARA PODA ALTA.



PODA EN ZANCOS.



ZANCOS QUE DAN HASTA 1.5 METROS MAS DE ALTURA.

11.4 DESHOJE.

Esta actividad consiste en eliminar paulatinamente las hojas inferiores de la planta. Se comienza la operación con las hojas que están pegando en el suelo, se deben eliminar las hojas más viejas, y posteriormente las que estén por debajo del primer racimo, en esto consiste el primer deshoje y se lleva a cabo cuando la planta forma el cuarto racimo de frutos, que aproximadamente es a los 50 días después del transplante. Posteriormente se van eliminando hojas que estén cubriendo el racimo que este aproximadamente a una semana de ser cortado, esto con el objeto de que la maduración sea más uniforme en el racimo, principalmente cuando es tomate de corte en racimo, y se realiza hasta este momento ya que de hacerlo antes podemos provocar la formación de hombros verdes en el tomate o incluso que la fruta sea de menor firmeza al ser cortada.



DESHOJE AL PRIMER RACIMO.



Esta labor se continúa haciendo cada semana, de acuerdo a la necesidad de las plantas. Ocasionalmente se hacen deshojes intermedios, esto es que se entresacan hojas de la planta desde la parte baja hasta la parte superior de esta, esto se realiza cuando el crecimiento vegetativo es demasiado vigoroso y se hace con el fin de proporcionar mayor aireación e iluminación a la planta. Todas las hojas producto del deshoje se deben sacra del invernadero inmediatamente para evitar que sean un foco de contaminación.

Los deshojes deben ser preferentemente por la mañana, que es cuando las hojas se encuentran más quebradizas y los tejidos más vidriosos por la turgencia de los tejidos, y es más fácil quebrar los folíolos sin desgarrar los tallos, lo cual expondría esta parte a la entrada de organismos patógenos. Las aplicaciones preventivas que se hacen después de las podas sirven también después de los deshojes.



DESHOJE AL SEGUNDO RACIMO.





11.5 DESPUNTE DE INFLORESCENCIAS Y ACLAREO DE FRUTOS.

Las flores anormales que vayan a dar lugar a frutos defectuosos tienen que ser eliminadas antes de que cuajen, así mismo las que se observen con deformidades. Esta es una tarea muy laboriosa que muchas veces se prefiere dejar pasar o se hace muy superficialmente por su alto costo en mano de obra, pero que cuando se trata de uniformizar tamaños y calidad de exportación, y los precios así lo sugieren, vale la pena realizarla.

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



RACIMO CON TAMAÑOS DESUNIFORMES.



FRUTOS SELECCIONADOS PARA RACIMO.



FRUTOS SELECCIONADOS PARA RACIMO.





RACIMO NO PODADO.



RACIMO NO PODADO

11.6 POLINIZACION.

Las flores de tomate son hermafroditas y se auto polinizan cuando las condiciones de luz, temperatura, humedad relativa y viento son adecuadas. Una buena polinización y fecundación es esencial para el amarre de los frutos y para el tamaño final que alcancen los mismos. En general las flores de las plantas requieren de movimiento del viento (o mecánico) para soltar su polen sobre el estigma y

fertilizar los óvulos. Un método muy empleado en la actualidad es el uso de colmenas de abejorros en el interior de los invernaderos, por lo que habrá que sujetarse a las especificaciones de manejo señaladas por los proveedores de estas, sobre todo en cuanto a los rangos climáticos, protección de las aplicaciones de químicos, y del ciclo de vida de los abejorros.

- A) la temperatura. Juega un papel muy importante en la formación y liberación del polen. La temperatura óptima requerida en las noches es entre 13 y 24 °C , y durante el día entre los 15.5 y los 32 °C. aunque la temperatura ideal por las noches dentro del invernadero debe estar entre los 16 y 25 °C, y durante el día hasta los 34 °C podremos tener la mayor eficiencia en la liberación del polen. Las altas o bajas temperaturas pueden provocar que la germinación del polen se afecte directamente.
- B) La luz. La longitud del pistilo, que afecta la facilidad mediante la cual el polen se transfiere de la antera al estigma está inversamente relacionado a la cantidad de radiación solar. La longitud del pistilo está a la vez ligada a la combinación de bajas concentraciones de carbohidratos y elevadas de nitrógeno en el tejido de la planta. Esta condición frecuentemente se presenta cuando se prolonga la baja cantidad de luz o un programa con exceso de fertilización.
- C) La humedad. La alta humedad relativa mantiene el polen húmedo y pegajoso, excepto al medio día y reduce las posibilidades de su transferencia de las anteras al estigma.

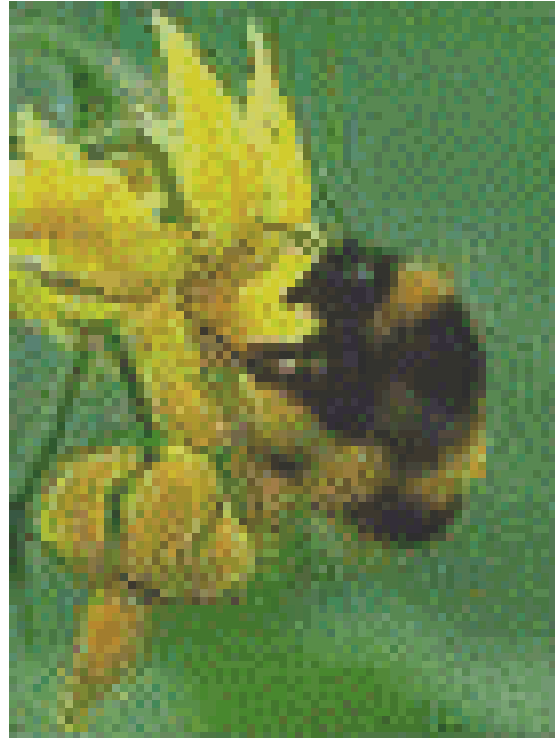
11.6.1 POLINIZACION MECANICA.

La forma de lograr la polinización de las flores de tomate se puede llevar a cabo de diferentes maneras, y se parte de la capacidad de mover las plantas agitándolas, de tal forma que suelten el polen de las anteras sobre los estigmas con la mayor eficiencia posible, la cual depende de los factores climáticos directamente.

Para lograr una eficiente polinización, se debe buscar la mejor hora del día para lograr que la mayor cantidad de polen sea liberado, cuando las condiciones de luz son lo más adecuadas es entre las 10:00 y las 14:00 horas, pero debe correlacionarse con la temperatura entre los 16 y 25 °C, y a su vez con la humedad relativa entre 55 y 65 %.

Los medios mecánicos para la polinización pueden ser, de forma manual, con personal golpeando los alambres de entutorado para provocar que el polen se suelte de las anteras y caiga al estigma, este golpeteo se hace con un tubo de tal manera que se golpee fuerte para hacer eficiente esta labor. Otra forma mecánica es utilizando sopladoras motorizadas, pasando por toda el área de la planta que tenga flor abierta para provocar la polinización.

**ABEJORRO
UNA FLOR
(Bombus**



**POLINIZANDO
terrestris L.)**

11.6.2 POLINIZACION NATURAL.

En 1987 se comenzó a saber que los abejorros podían ser una excelente alternativa para la polinización del tomate. Esto representaba una laboriosa e intensiva tarea. Desde ese momento se comenzó con la producción de los abejorros: *Bombus terrestris* para Europa y Asia, *B. canariensis* para las Islas Canarias, *B. impatiens* para Norte y Sur América.

De esta manera los abejorros se usan en todo el mundo para la polinización del tomate. Como resultado se obtiene un ahorro en la mano de obra, inconvenientes con la calidad del fruto, incluso a veces un aumento de la producción. Esto ha hecho de los abejorros un sinónimo del estándar para la polinización natural.

En estos últimos años el uso de los abejorros se ha extendido a otro tipo de cultivos. El producto TRIPOL proporciona una excelente polinización en muchos cultivos frutales, tanto cubiertos como al aire libre. Incluso en la selección y producción de semillas, los abejorros han probado su utilidad. Para muchos cultivos de semilla MACHOPOL en una buena solución.

Los beneficios de la polinización natural para el usuario son:

Ahorro de los costos de trabajo.

Mejoras en la calidad del fruto.

Aumento de la producción.

Polinización menos dependiente de las condiciones climáticas o de los polinizadores nativos.

- La reducción de la cantidad de polen en el invernadero proporciona un mejor ambiente de trabajo.

Esquema de introducción

Para la polinización del tomate se trabaja generalmente con colonias-N. Una colonia-N contiene cuando se suministra entre las 50 y 60 obreras y tiene una duración de vida entre las 8 y 12 semanas.

Una colmena tiene en tomate redondo un radio de polinización de aproximadamente 2.000 m², en tomate carnoso 2.500 m² y en tomate cherry aproximadamente 1.250 m². Para extensiones más pequeñas se puede proponer el uso de otro tipo de colmena.

Instrucciones de uso

Colocar la colmena de 0,5 a 1 metro del suelo, en un sitio protegido del sol, de la condensación del agua y de la lluvia. En el invierno puede ser bueno colocar la colmena al sol. !No situar la colmena entre la maleza de las hojas!

Cerrar el suministro de CO₂ en el entorno de la colmena.

Proteger la colmena contra la entrada de hormigas.

Dejar descansar los abejorros algún tiempo (1/2 a 1 hora) antes de abrir el agujero (agujeros) de vuelo.

En el caso de cultivos en tunel o en invernadero, abrir el agujero de vuelo después de cerrar las ventanas de ventilación (a final del medio día); así se evita que los abejorros durante sus vuelos de orientación salgan del invernadero y no regresen.

Después de los primeros vuelos de orientación comienzan directamente con la polinización de las flores.

Los abejorros son generalmente activos por la mañana y por la tarde. Su actividad depende también del patrón de floración de la planta.

Los abejorros son activos con una temperatura entre los 10 y 30°C y trabajan de una forma óptima entre los 15 y 25°C.

BAJADO DE LA PLANTA.

Cuando las plantas están llegando a la altura del alambre, inicia la labor de recorrer los ganchos con rafia y se comienza a bajar la planta, esto con el fin de facilitar y alcanzar a realizar las labores de poda, deshoje y cosechas. Para esto se recorre el gancho con la rafia enredada, y se le desenredan algunas vueltas, para bajar la planta unos 50 centímetros, así simultáneamente una tras otra y logrando que se vayan acostando los tallos y la fruta queda más abajo.

Al mismo tiempo el tallo en la parte baja de la planta se va acomodando horizontalmente uno sobre otro, esto sobre unos arcos de alambro que se hacen expofesos para recargar los tallos y no toquen el suelo. En el extremo de la línea de plantas, se dan vuelta hacia atrás por el alambre paralelo del tutoreo. Esto se hace cada vez que se poda la planta, esto se hará en concordancia con los cortes de fruta.



GANCHOS PARA RECARGAR LOS TALLOS.



TALLOS BAJADOS A LOS SOPORTES.

XII. PRINCIPALES PLAGAS DEL TOMATE.

Los logros de los altos rendimientos y calidad en los invernaderos involucra también el mantener a los cultivos relativamente libres de plagas y enfermedades, que al atacar el follaje, las raíces, los tallos, las flores y los frutos, merma la producción y baja la calidad. Hay que considerar sin embargo que muchos de los plaguicidas usados para atacar plagas y enfermedades son persistentes y pueden atacar la salud humana, aun en muy bajas concentraciones. Por eso se han impuesto reglas estrictas sobre su uso. Varios compradores de hortalizas son muy exigentes en cuanto a eso, pero están dispuestos a pagar precios mayores a cambio de productos de mayor sanidad, y con el menor uso posible de plaguicidas químicos (y que de estos solo se usen los que sean inocuos). Cada una de las empresas productoras y exportadoras de tomate de invernadero tiene su propio control de manejo de pesticidas, ya que de esto depende también la certificación de inocuidad de su empresa. Y esta certificación es indispensable para la exportación de productos mexicanos a los EE.UU., y para el 2006 será una regla estricta (legislada) que habrá que tener cada productor que piense en exportar, por esto el uso cada vez más intenso de productos orgánicos e insectos benéficos para el control de plagas y enfermedades.

Aspectos importantes a considerar en el manejo de las condiciones fitosanitarias dentro de un invernadero:

- a.** Contar con un catalogo de plagas y enfermedades del tomate. Es muy importante contar con catálogos ilustrados con fotografías e inventarios de las plagas y enfermedades que se presenten en el tomate incluyendo información que permita identificarlos.
- b.** Manejo del invernadero para prevenir plagas y enfermedades. el invernadero es una instalación diseñada como una barrera física para evitar el acceso de las plagas a las plantas del cultivo. Indirectamente el diseño y manejo del invernadero permite propiciar condiciones menos favorables al desarrollo de enfermedades, evitando el acceso a insectos vectores, evitando la entrada de humedades externas de lluvia, y el daño mecánico causado por el viento y granizo; aislando el suelo del sustito hidropónico, para evitar la entrada de polvo contaminado y el crecimiento de malezas hospederas.
- c.** Proteger cualquier entrada al invernadero con malla anti áfidos, el invernadero debe ser lo más hermético posible y cualquier entrada debe estar protegida para evitar entradas de insectos vectores, así también las ventanas cenitales o de ventilación natural del diseño, deben estar sellada con malla anti áfido (preferentemente de 20 x 40 hilos por pulgada cuadrada)
- d.** Cubrir el suelo del invernadero con un material opaco para evitar la eventual contaminación del sustrato con nemátodos, hongos o bacterias patógenas presentes en el suelo y para impedir el crecimiento de malezas. En el caso de hacer tinas los pasillos pueden hacerse de cemento o cubrirse con “ground cover” negro, o tartandose de macetas.

- e. Tener una doble puerta de acceso, como ya lo tratamos en la construcción del invernadero, dentro de la primera lo que debe hacerse es sacudir bien la ropa o cambiarla si se viene de otro invernadero contaminado, después de esto, se usa un tapete sanitario, este para desinfectar el calzado, y por ultimo un lavabo para lavarse y desinfectarse las manos. Siempre se debe de tener cuidado de no mantener abiertas las dos puertas, nunca abrir la segunda sin haber cerrado la primera.
- f. Manejar la humedad relativa, es de suma importancia este punto ya que un buen manejo de esta, nos ayudará a mantener condiciones desfavorables para el desarrollo de hongos o bacterias patógenos, dentro del invernadero. La apertura y cierre de ventanas, siempre debe hacerse con el mayor cuidado posible, concientes de la vital importancia de la aireación e intercambio de aire, para sacra el aire viciado.
- g. El buen manejo de la nutrición mineral de las plantas contribuye a formar plantas más fuertes y resistentes a las enfermedades, la formación de paredes celulares fuertes hace más difícil la penetración de hifas de hongos, y de estiletes de insectos vectores. Siempre que tengamos una planta con un buen equilibrio nutricional, tendremos la ventaja de que al aparecer cualquier enfermedad o plaga, la planta vigorosa, no sufrirá estrés por el ataque del patógeno.
- h. Siempre que se han los trabajos de manejo de cultivo, la planta recibe maltrato y hasta heridas, por lo cual debemos tener el cuidado de que los trabajadores, siempre tengan a su alcance guantes de hule desechables y un recipiente de solución desinfectante para periódicamente estarse lavando las manos. De la misma manera, los desechos de la planta en la poda o deshoje, siempre deben sacarse inmediatamente del invernadero, para evitar tener un foco de infección dentro del mismo.
- i. Cuando a pesar de los cuidados anteriores, se tiene la práctica de hacer aplicaciones preventivas y curativas en el momento de poda y deshoje, siempre llevaremos la ventaja sobre los problemas que podamos tener dentro del invernadero.
- j. La esterilización del sustrato y la desinfección de los invernaderos, es fundamental para evitar la presencia, sobre todo de enfermedades, esta práctica es exigible para cualquier proyecto de producción.
- k. Existen trampas también que se colocan en el interior del invernadero, y sirven para decirnos la cantidad de plaga que tenemos en cada momento, ya que atraen a las plagas por el color y posteriormente las atrapan, debido a pegamento que llevan adheridas. Las trampas adhesivas son medios esenciales para detectar plagas de insectos y seguir el desarrollo de las poblaciones. En cultivos altos se colocan las trampas directamente encima de las plantas, levantándolas conforme van creciendo. Se deben de colocar donde el riesgo de infección es más alto, como son las bandas, las puertas y las aperturas de ventilación, y tienen la peculiaridad, de que el pegamento no se derrite con el calor.
- l.

12.1. LA MOSCA BLANCA.

Mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum* (West) (HOMOPTERA: ALEYRODIDAE) y *Bemisia tabaci* (Genn.) (HOMOPTERA: ALEYRODIDAE)

Con el nombre vulgar de moscas blancas se conocen a insectos de la familia *Aleyrodidae* cuyos adultos tienen el cuerpo recubierto de una fina capa de polvo blanco de aspecto harinoso (aleyron = harina), producido por unas glándulas ventrales.

Bemisia tabaci, conocida también como mosca blanca del algodonero o de la batata, tiene su origen en las regiones del centro del oriente asiático. Recientemente, un biotipo nuevo (biotipo nuevo para algunos taxónomos o especie nueva para otros) se ha extendido, en corto plazo de tiempo, por diversas regiones europeas y americanas, originando grandes pérdidas en los cultivos afectados. Este biotipo, tan agresivo, parece originario de Sudamérica y añade a la gravedad de los daños directos, el peligro de ser vector de un gran número de virosis, entre las que se encuentran algunas que afectan al tomate.



Se trata de una especie polífaga que parasita más de 300 especies de plantas, pertenecientes a más de 63 familias botánicas, incluyendo ornamentales, malas hierbas y cultivos hortícola. Pero este biotipo B se ha encontrado asociado a más de 600 especies de plantas distintas, extendiéndose por las regiones tropicales y subtropicales; así como en los invernaderos o cultivos protegidos de regiones templadas.

12.1.1. MORFOLOGÍA Y CICLO DE VIDA.

Las especies de mosca blanca presentan cuatro estados diferenciados: huevo, larva, pupa y adulto. A su vez el estado de larva tiene tres estadios (I, II y III). Existen algunas discrepancias en la utilización del término pupa, que no lo es realmente, ya que existe alimentación en la primera parte del estado, y la transformación en adultos se produce en la parte final del mismo, sin que exista una muda pupal. Por ello sería más correcto el nombre de ninfas en lugar de larva (I, II y III) y ninfa IV para la pupa. Sin embargo la terminología larva-pupa sigue utilizándose en la actualidad.

Los adultos, revestidos de una secreción cérea pulverulenta blanca, tienen los ojos de color rojo oscuro, con dos grupos de omatidias unidas en el centro por una o dos de ellas. En reposo las alas se pliegan sobre el dorso formando un tejadillo casi rectangular.

Los huevos son elípticos, asimétricos. Las larvas son ovaladas, aplanadas, de color blanco amarillento y translúcidas. En todos los estadios el contorno es irregular.

La hembra deposita preferentemente los huevos en el envés de las hojas, unidos a ellas mediante un pedicelio que es insertado en el tejido hospedante, aunque en algunos cultivos prefiere el haz. Los huevos se disponen de forma aislada, en grupos irregulares o en semicírculos, los cuales traza a modo de abanico con su abdomen sin moverse del sitio, pues no abandona su actividad de comer mientras los pone. Pueden o no estar recubiertos por una secreción cerosa blanca.

El estado larvario dura aproximadamente un mes. Durante los tres primeros estadios, la larva se alimentará succionando jugo de la planta de tal forma que, en caso de que esta se secase o muriese, ella también moriría. En el primer estadio se mueve unos pocos milímetros para buscar su propio lugar y clava su aparato bucal en el tejido de la planta. El segundo estadio es típico por la cremosa transparencia y por el desarrollo de patas y antenas rudimentarias. En el tercer estadio aumenta el tamaño y es de una transparente cremosidad. En el cuarto y último estado larvario no es necesaria la ingesta de alimento, adquiere un color verde-amarillento, empieza a abultarse y se hacen visibles dos ojos rojos. Transcurridas las cuatro semanas emerge el adulto de la pupa.

El tiempo de desarrollo de esta especie de mosca blanca depende principalmente de la temperatura, de la planta huésped y de la humedad. Algunos investigadores han estudiado la duración del desarrollo de huevo a insecto adulto a diferentes temperaturas. En algodón el ciclo suele ser de dos a tres semanas en verano. El tiempo necesario para el desarrollo es menor según aumentan las temperaturas. El desarrollo del insecto es óptimo a temperaturas altas (unos 30-33° C). Por encima de 33° C el ritmo de desarrollo decrece rápidamente de nuevo. No sólo es importante el tipo de planta huésped, sino también la calidad nutricional del cultivo. Situaciones de estrés tales como una baja intensidad luminosa, altas temperaturas y extrema humedad, pueden influir sobre el desarrollo directa o indirectamente.



12.1.2. DAÑOS CAUSADOS POR B. TABACI EN CULTIVOS EN INVERNADERO.

Los daños causados por esta especie de mosca blanca en cultivos hortícolas en invernaderos pueden ser:

12.1.2.a. Directos. Producidos por la succión de savia. En este proceso se inyectan toxinas a través de la saliva lo que ocasiona el debilitamiento de la planta y a veces manchas cloróticas. En ataques intensos se producen síntomas de deshidratación, detención del crecimiento y disminución del crecimiento.

12.1.2.b. Indirectos. Producidos por la secreción de melaza y posterior asentamiento de negrilla (*Cladosporium sp.*) en hojas, flores y frutos; lo que provoca asfixia vegetal, dificultad en la fotosíntesis, disminución en la calidad de la cosecha, mayores gastos de comercialización y dificultad en la penetración de fitosanitarios.

12.1.2.c. Transmisión de virus. *Bemisia tabaci* es capaz de transmitir gran cantidad de virosis. De entre ellas un buen número afectan al tomate. Se conoce su eficacia en la transmisión de enfermedades como:

- Tomato Yellow Leaf Curl Virus (TYLCV).
- Tomato Yellow Mosaic Virus (TYMV).
- Tomato Leaf Curl Virus (TLCV).
- Chino del tomate (CdTV).
- Tomato Golden Mosaic Virus (TGMV).
- Tomato Yellow Dwarf Virus (TYDV).
- Leaf Curl Chili Virus (LCChV).
- Yellow Mosaic French Bean Virus (YMFbV).
- Tomato Mottle Virus (TMOV).

De todas estas virosis la primera es, en la actualidad, el más extendido y pernicioso en las áreas mediterráneas, al originar una parada casi total en el desarrollo de las plantas afectadas.

La enfermedad del virus del rizado amarillo del tomate (TYLCV) o “virus de la cuchara”, como se conoce coloquialmente, es de reciente introducción en los invernaderos mexicanos. Su fuerte incidencia en los cultivos de tomate bajo invernadero, llevando incluso al arranque de parcelas, hace imprescindible el control de su vector. La transmisión del TYLCV por *Bemisia tabaci* se realiza de forma persistente circulativa. Es adquirido, tanto por las larvas como por los adultos, al alimentarse del floema de las plantas infectadas. El periodo de adquisición oscila entre 15 y 30 minutos, necesitando de un tiempo similar para inocularlo. Los adultos son capaces de transmitir el virus antes de las 17 horas después de su primera ingestión, permaneciendo infectivo durante más de 8 días, hasta un máximo de 20 días. Durante ese periodo la infestación del vector disminuye progresivamente, pudiendo readquirirlo en sucesivas alimentaciones. En ningún caso el virus se transmite a la progenie. Los síntomas en las plantas pueden aparecer a los 15 o 20 días después de ser inoculado el virus por el vector.

Al biotipo B se le considera menos eficaz que al biotipo A en la transmisión, aunque su polifagia y sus elevadas potencialidades multiplicativas hacen que se contemple como el principal dispersor de la enfermedad.

La condición de vector hace que, en las zonas donde coincide con las virosis, los niveles poblacionales de intervención sean muy inferiores a los que se establecen para la plaga productora de daños directos. Los riesgos de mayor incidencia de la enfermedad se producen en el verano y en el otoño, cuando las poblaciones alcanzan niveles máximos.

12.1.3. MÉTODOS DE CONTROL.

Control preventivo y técnicas culturales

- Colocación de mallas en las bandas de los invernaderos.
- Limpieza de malas hierbas y restos de cultivos.
- No asociar cultivos en el mismo invernadero.
- No abandonar los brotes al final del ciclo, ya que los brotes jóvenes atraen a los adultos de mosca blanca.
- Colocación de trampas cromáticas amarillas.

Dada la importancia de la mosca blanca *Bemisia tabaci*, así como los cultivos por ella afectados a nivel mundial, son muy variados los métodos de control ensayados y puestos a punto contra la misma. A continuación se hace una revisión, incluyendo aspectos de umbrales económicos y técnicas de muestreo, necesarios para un control efectivo racional de dicha plaga.

12.1.3.a. Técnicas de muestreo. Las técnicas de muestreo para esta especie de mosca blanca se pueden dividir en dos grupos: aquellas destinadas al seguimiento de estados inmaduros, y las que tienen como objetivo los adultos.

Para el caso de los adultos, las técnicas de muestreo mediante trampas cromáticas adhesivas han sido ampliamente utilizadas, con buenos resultados. Para el muestreo directo en planta, de estados inmaduros han sido desarrollados métodos tanto en cultivos en invernadero como al aire libre, con estima de la población relativa o para ausencia/presencia (muestreo binomial). En cultivos en invernaderos en México dicha técnica está totalmente desarrollada mediante muestreo binomial.



12.1.3.b. Métodos físicos y agronómicos. En los invernaderos, una serie de prácticas culturales pueden contribuir a paliar la incidencia de *B. tabaci*:

- Antes de plantar se deben eliminar las malas hierbas portadoras y los restos de cosechas anteriores en el interior y alrededores del invernadero.
- Se debe procurar el empleo de plantas sanas que no vengán contaminadas del semillero.
- Colocación de doble malla en las bandas y cubreras de los invernaderos y colocación de doble puerta o malla en la entrada de los mismos. Esto permite disminuir de forma eficaz los efectos de la plaga y sobre todo del virus que transmite (TYLCV). Mallas de 20 x 10 hilos/cm impiden el paso de los individuos más pequeños de *B. tabaci*, siendo muy restrictivas las mallas de 15 x 15 hilos/cm y 12 x 12 hilos/cm., con resultados satisfactorios en condiciones de campo.
- En el caso de tener que prevenir la virosis, es preciso aplicar otros medios de control complementarios (químicos o biológicos), pues, las condiciones que crean las mallas en los invernaderos, hacen que las poblaciones penetradas se multipliquen mejor y puedan extender la enfermedad en el interior del invernadero. Esta medida tiene mayor interés aún en las instalaciones destinadas a la producción de plantas, para evitar la infección precoz y la dispersión de la enfermedad en el material vegetal de plantación. Se aconseja arrancar y eliminar inmediatamente las plantas afectadas por virus

durante el cultivo y la eliminación de malas hierbas, posibles reservorios del vector y/o virus.

- El empleo de trampas cromáticas amarillas (placas pegajosas) está indicado para la detección de las primeras infestaciones por la plaga, el seguimiento de las evoluciones de las poblaciones y para facilitar la toma de decisiones a la hora de realizar las intervenciones.

12.1.3.c. Resistencia y tolerancia. La utilización de variedades comerciales resistentes a la plaga o al TYLCV, no es posible todavía en la mayor parte de los casos. Sin embargo el descubrimiento de variedades tolerantes o resistentes para el vector y el TYLCV añade una nueva dimensión en el control de esta plaga y probablemente sea el camino más eficaz. Ya existen actualmente variedades de tomate suficientemente resistentes a TYLCV, y existen especies silvestres con diferentes niveles de resistencia, con las que actualmente se está haciendo investigación y cruces para obtener mejores variedades en cuanto a resistencias.

12.1.3.d. Métodos químicos. En los cultivos al aire libre el control se realiza, básicamente, por métodos químicos. Una amplia gama de piretroides (cipermetrín, deltametrín, fenpropatrín, fluvalinato, bifentrín, permetrín, alfacipermetrín, cihelatrínlambda, ciflutrín, etc.) presentan aceptables niveles de eficacia, siendo recomendados con cierta asiduidad. Los productos reguladores del crecimiento como el buprofecín o el teflubenzurón capitalizan el control químico, pues además de presentar aceptables niveles de eficacia, respetan los enemigos naturales, que en determinadas zonas y épocas del año resultan bastante frecuentes. Estos productos son alternados con el empleo de endosulfán para controlar los adultos inmigrantes.

La aplicación de estos productos debe ser la adecuada ya que de ello depende la eficacia del tratamiento. El hecho de que las poblaciones se sitúen en el envés de las hojas condiciona la eficacia de los productos que actúan por contacto, siendo aconsejable la adición de dispersantes. Las aplicaciones se llevarán a cabo cuando se inicie la instalación de la plaga en los cultivos jóvenes y en épocas propicias para su desarrollo. Cuando el cultivo esté avanzado y la época no sea la propicia se podrá disminuir el número de aplicaciones. El tiempo entre tratamientos se verá reducido si las poblaciones de la mosca pueden ser portadoras de virosis. En este caso, habrá que seleccionar productos que resulten eficaces en el control de los adultos, como el endosulfán, citado anteriormente.

La estrategia en la elección de las materias activas habrá de tener en cuenta la facilidad de la especie para desarrollar resistencia. En cuanto a *B. tabaci*, la gama de materias activas utilizables es bastante reducida, dado que el biotipo B se caracteriza por su alto nivel de resistencia a muchos derivados organofosforados y carbamatos. Se obtienen controles satisfactorios con productos como fenpropatrín, metomilo, buprofecín, imidacloprid (confidor 350 sc) y endosulfán.

12.1.3.e. Métodos biológicos. En los últimos 20 años han sido abundantes los trabajos encaminados a buscar enemigos naturales y métodos alternativos para el control químico de *B. tabaci*, sobre todo para su aplicación en cultivos protegidos. Esto ha cobrado mayor importancia con la aparición y

expansión de esta plaga. Sin embargo, existen hasta la fecha pocos enemigos naturales identificados y pocas especies que hayan sido probadas para el control biológico de esta plaga.

De entre los depredadores, cabe destacar la actividad de algunas especies de chinches de la familia Miridae que con cierta frecuencia se asocian al cultivo, tanto al aire libre como en invernadero. *Macrolophus caliginosus*, *Dicyphus tamaninii*, *D. errans*, *Cyrtopeltis tenuis* son consumidores activos de larvas de mosca blanca. De ellas *M. caliginosus* ofrece las mejores condiciones para su empleo en el control de la plaga en cultivos protegidos. Las sueltas en el cultivo deben realizarse al principio de la infestación cuando las poblaciones de mosca son bajas. Estas especies, junto a *Macrolophus nubilus* pueden ocasionar daños a la planta, cuando las poblaciones son elevadas y los niveles de presa bajos, sin que tengan repercusiones de consideración.

Distintas especies de Anthocoridae (*Orius laevigatus*, *O. majusculus*, *O. niger*, *O. sauteri*, etc.) se nutren, ocasionalmente, de larvas de mosca blanca, aunque su incidencia en la regulación de las poblaciones parece escasa.

En las plantas que actúan como reservorios naturales, el coleóptero *Delphastus pusillus* (*catalinae*), el díptero *Achetoxenus formosus* y el neuróptero *Chrysoperla carnea* pueden aparecer, en determinadas épocas del año, en cantidades importantes y limitar el crecimiento de la plaga.

Cuando la humedad relativa es elevada, algunas larvas son afectadas por hongos entomopatógenos. *Verticillium lecanii*, *Paecilomyces farinosus*, *P. fumosorosus* o *Aschersonia aleyridis* han sido aislados de momias de larvas de mosca blanca. Del primero se comercializa un preparado, indicado para usar en cultivos protegidos, al requerir de un grado higrométrico elevado para infectar las larvas.

Varias especies de Himenópteros Aphelinidae parasitan a *B. tabaci*. Quizás *Eretmocerus mundus* es el parasitoide más ampliamente extendido en las áreas mediterráneas, siendo muy abundante en el otoño, este es ahora usado comercialmente y reproducido con ese fin ahora en casi todo el mundo. Las temperaturas y las condiciones ecológicas pueden condicionar la actuación de estos auxiliares, que ejercen buen control en algunos hospedantes alternativos. También destacan varias especies de Encarsia (*E. formosa*, *E. lutea*, *E. cibcensis*, *E. deserti*, *E. reticulata*, *E. nigricephala*, *E. transvena*, *E. tabacifora*, etc.) que parasitan a esta mosca blanca, aunque su eficacia es muy condicionada por las temperaturas dentro de los invernadero, de tal forma que si esta es demasiado elevada, prácticamente se mueren todos .

2.1.3.f. Métodos de control integrado. La control integrado es el método de control de plagas y enfermedades en el que se emplean conjuntamente productos químicos, insectos útiles y prácticas culturales. El objetivo fundamental de este tipo de agricultura, es el control racional y eficaz de las plagas y enfermedades, reduciendo la cantidad de residuos de los productos que se van a recolectar.

Varios programas de control integrado, fundamentalmente en tomate, pimiento y en pepino, se han puesto a punto y se emplea, a nivel comercial, en varias partes del mundo en invernadero.

Hasta la fecha el control de *B. tabaci* se ha basado casi exclusivamente en el control Químico, pero actualmente se han desarrollado, y aplican a nivel comercial, programas de control integrado en los principales cultivos hortícolas de invernadero para su control.

12.2. TRIPS

12.2.1 Introducción. Trips (*Frankliniella occidentalis* (Pergande) (THYSANOPTERA: THIRIPIDAE))

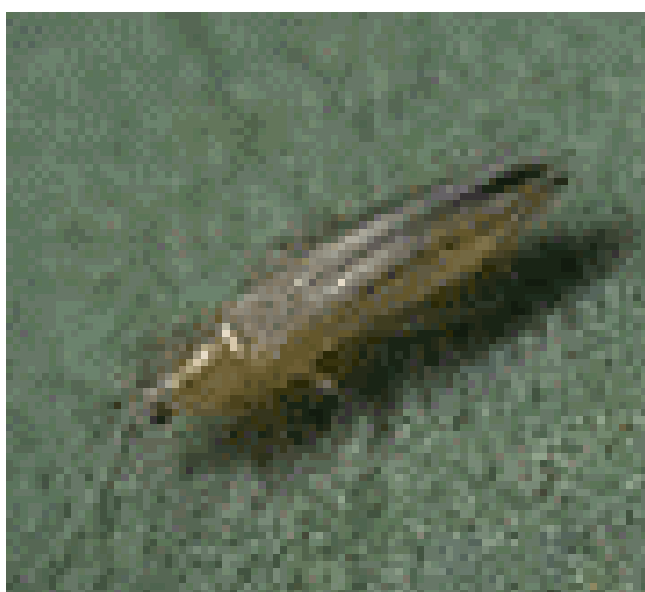
Los adultos colonizan los cultivos realizando las puestas dentro de los tejidos vegetales en hojas, frutos y, preferentemente, en flores (son florícolas), donde se localizan los mayores niveles de población de adultos y larvas nacidas de las puestas. Los daños directos se producen por la alimentación de larvas y adultos, sobre todo en el envés de las hojas, dejando un aspecto plateado en los órganos afectados que luego se necrosan. Estos síntomas pueden apreciarse cuando afectan a frutos (sobre todo en pimiento) y cuando son muy extensos en hojas). Las puestas pueden observarse cuando aparecen en frutos (berenjena, judía y tomate). El daño indirecto es el que acusa mayor importancia y se debe a la transmisión del virus del bronceado del tomate (TSWV), que afecta a pimiento, tomate, berenjena y judía.

Control preventivo y técnicas culturales

- Colocación de mallas en las bandas del invernadero.
- Limpieza de malas hierbas y restos de cultivo.
- Colocación de trampas cromáticas azules.

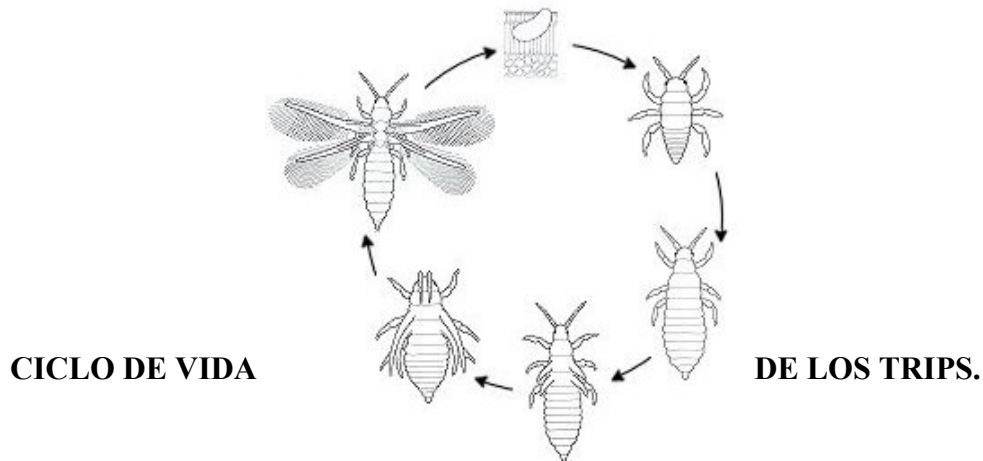
El trips tiene unas alas con flecos, y el huevo es introducido en el interior de los tejidos vegetales. Las larvas son de color blanco-amarillento. Este tipo de insecto se localiza con gran frecuencia, en las flores de las plantas hortícolas.

El trips de la cebolla *Thrips tabaci* y el trips occidental de las flores *Frankliniella occidentalis* representan uno de los problemas más importantes en muchos cultivos, especialmente en pepino. Otras especies que causan daño en los invernaderos son el trips del cereal *Thrips fuscipennis* y *Echinothrips americanus*.



12.2.2. Biología.

El trips atraviesa por seis estadios de desarrollo denominados; huevo, estadios larvarios primero y segundo, prepupa, pupa y adulto. El adulto del trips se localiza en las flores y sobre las hojas donde deposita los huevos. En pimiento las zonas de puesta se reconocen fácilmente como deformaciones en forma de verruga; en pepino y otros cultivos estas deformaciones no son visibles



Las larvas se alimentan sobre los puntos de crecimiento de la planta y son extremadamente móviles. La pupación tiene lugar en el suelo, excepto en el caso de *Echinothrips americanus*, que pupa en el envés de las hojas.

Síntomas y daños

Los trips causan daño a la planta, perforando y succionando las células de la superficie de la hoja. Esto origina manchas de color gris-plateado en las hojas, con manchas negras (excrementos) y reduce la producción de la planta. Con grandes niveles de infestación, las hojas pueden incluso secarse.

- El virus más importante transmitido por trips es el virus del bronceado del tomate (TSWV). *Frankliniella occidentalis* es el vector más importante de este virus, que causa muchos daños en los países mediterráneos.

12.2.2 Control biológico.

a) *Hypoaspis aculeifer* (ácaro depredador)

Objetivo:

- Moscas del mantillo Sciaridae, huevos, larvas y pupas, con preferencia por las larvas menores

Efectos secundarios:

- Otros organismos del suelo como colémbolos, nematodos y pupas de trips
- Huevos de *Duonchelia fovealis*

Producto comercial y Dosis:

ENTOMITE-A	dosis
preventiva	100/m ²
curativa baja	200/m ²
curativa alta	500/m ²

b) *Hypoaspis miles* (ácaro depredador)

Objetivo

Moscas del mantillo Sciaridae, huevos, larvas y pupas, con preferencia por las larvas menores

Efectos secundarios:

Otros organismos del suelo como colémbolos, nematodos y pupas de trips

Huevos de *Duonchelia fovealis*

Producto comercial y dosis:

ENTOMITE-M	dosis
preventiva	100/m ²
curativa baja	200/m ²
curativa alta	500/m ²

c) *Macrolophus caliginosus* (chinche depredadora)

Objetivo

Todos los estadios de la mosca blanca de los invernaderos (*Trialeurodes vaporariorum*) y del tabaco (*Bemisia tabaci*), con preferencia por huevos y larvas. También come araña roja, huevos de polillas y trips (también *Echinothrips americanus*), y en menor grado pulgones y larvas de minador.

Sin embargo, las poblaciones se desarrollan a su mayor velocidad sobre mosca blanca. Los adultos también pueden vivir algún tiempo en la savia de la planta.

Producto comercial y dosis:

MIRICAL	dosis	m ² /unidad
preventiva	1/2/m ²	1000
curativa baja	1/2/m ²	1000
curativa alta	5/m ²	100

d) *Macrolophus caliginosus* (chinche depredadora)

Objetivo

Araña roja de los invernaderos (*Tetranychus urticae*). Todos los estadios

Producto comercial y dosis:

MIRICAL-N	dosis	m ² /unidad
preventiva	-	-
curativa baja	10/m ²	50
curativa alta	50/m ²	10

e) *Verticillium lecanii* (hongo entomopatógeno)

Objetivo

Larvas de mosca blanca, con algún efecto sobre larvas de trips.

Producto comercial y dosis:

MYCOTAL	dosis	m ² /unidad
preventiva	-	-
curativa baja	0,1%	2000
curativa alta	0,1%	2000

Aplicación:

con equipo de pulverización de gran volumen
a última hora de la tarde
es esencial rociar minuciosamente la hoja (envés) para conseguir los mejores resultados

- usar 1,000-2,000 litros de líquido por ha

f) *Amblyseius degenerans* (ácaro depredador)

Objetivo

Varias especies de trips. Especialmente el primer estadio larvario. Los ácaros depredadores también comen araña roja y polen.

Producto comercial y dosis:

THRIPANS	dosis	m ² /unidad	intervalo (días)
Preventiva	0,2/m ²	5000	-
curativa baja	-	-	-
curativa alta	-	-	-

g) *Amblyseius cucumeris* (ácaro depredador)

Objetivo

Varias especies de trips. Huevos en el primer estadio larvario. Los ácaros depredadores también comen otros ácaros (araña roja, ácaros del fresal, araña blanca y bastantes más), melaza y polen.

Producto comercial y dosis:

THRIPEX	dosis	m ² /unidad	intervalo (días)	frecuencia
Preventiva	50/m ²	500/1000	14	-
curativa baja	100/m ²	250/500	14	-
curativa alta	100/m ²	250/500	7	-

h) *Amblyseius cucumeris* (ácaro depredador)

Objetivo

Varias especies de trips. Huevos en eclosión y larvas. Los ácaros depredadores también comen otros ácaros (araña roja, ácaros del fresal, araña blanca y bastantes más), melaza y polen.

Producto comercial y dosis:

THRIPEX-PLUS	dosis	m ² /unidad	intervalo (días)	frecuencia
Preventiva	-	2½	42	-
curativa baja	-	2½	35	-
curativa alta	-	¾	28	-

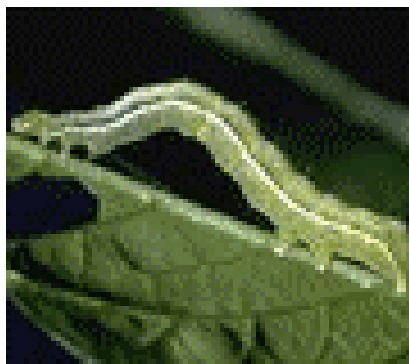
i) *Amblyseius cucumeris* (ácaro depredador)**Objetivo**

Varias especies de trips. Huevos en eclosión y larvas. Los ácaros depredadores también comen otros ácaros (araña roja, ácaros del fresal, araña blanca y bastantes más), melaza y polen.

Producto comercial y dosis:

THRIPEX-V	dosis	m ² /unidad	intervalo (días)	frecuencia	observaciones
preventiva	50/m ²	500/1000	14	-	-
curativa baja	100/m ²	250/500	14	-	-
curativa alta	100/m ²	250/500	7	-	-

12.3. LARVAS.



12.3.1 Introducción.

**Orugas (*Spodoptera exigua* (Hübner)
(LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE), *Spodoptera littoralis* (Boisduval)
(LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE), *Heliothis armigera* (Hübner)
(LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE), *Heliothis peltigera* (Dennis y Schiff)
(LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE), *Chrysodeixis chalcites* (Esper)
(LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE), *Autographa gamma* (L.)
(LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE))**

La principal diferencia entre especies en el estado larvario se aprecia en el número de falsas patas abdominales (5 en *Spodoptera* y *Heliothis* y 2 en *Autographa* y *Chrysodeixis*), o en la forma de desplazarse en *Autographa* y *Chrysodeixis* arqueando el cuerpo (orugas camello). La presencia de sedas (“pelos” largos) en la superficie del cuerpo de la larva de *Heliothis*, o la coloración marrón oscuro, sobre todo de patas y cabeza, en las orugas de *Spodoptera littoralis*, también las diferencia del resto de las especies.

La biología de estas especies es bastante similar, pasando por estados de huevo, 5-6 estados larvarios y pupa. Los huevos son depositados en las hojas, preferentemente en el envés, en plastones con un número elevado de especies del género *Spodoptera*, mientras que las demás lo hacen de forma aislada. Los daños son causados por las larvas al alimentarse. En *Spodoptera* y *Heliothis* la pupa se realiza en el suelo y en *Chrysodeixis chalcites* y *Autographa gamma*, en las hojas. Los adultos son polillas de hábitos nocturnos y crepusculares.

Los daños pueden clasificarse de la siguiente forma: daños ocasionados a la vegetación (*Spodoptera*, *Chrysodeixis*), daños ocasionados a los frutos (*Heliothis* y *Spodoptera*) y daños ocasionados en los tallos (*Heliothis* y *Ostrinia*) que pueden llegar a cegar las plantas.

Control preventivo y técnicas culturales

- Colocación de mallas en las bandas del invernadero.
- Eliminación de malas hierbas y restos de cultivo.
- En el caso de fuertes ataques, eliminar y destruir las hojas bajas de la planta.

- Colocación de trampas de feromonas y trampas de luz.
- Vigilar los primeros estados de desarrollo de los cultivos, en los que se pueden producir daños irreversibles.

Control biológico mediante enemigos naturales

- Parásitos autóctonos: *Apanteles plutellae*.
- Patógenos autóctonos: Virus de la poliedrosis nuclear de *S. exigua*.
- Productos biológicos: *Bacillus thuringiensis* Kurstaaki 8.5%, presentado como suspensión concentrada (fluido concentrado) a una dosis de 1.20-2.50%

Control químico

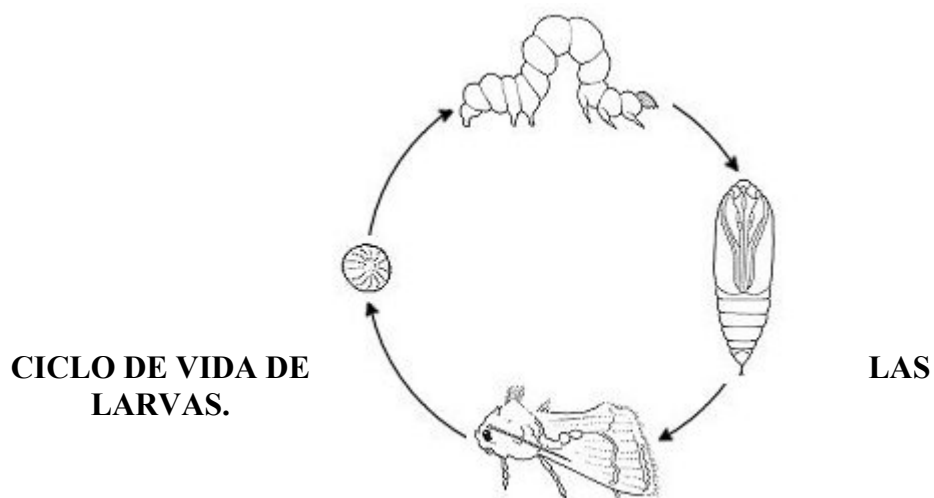
Materia activa	Dosis	Presentación del producto
Acefato 75%	0.15%	Polvo soluble en agua
Amitraz 20% + Bifentrin 1.5%	0.15-0.30%	Concentrado emulsionable
Azufre 40% + Cipermetrin 0.5%	25 kg/ha	Polvo para espolvoreo
Azufre 70% + Cipermetrin 0.2% + Maneb 4%	15-25 kg/ha	Polvo para espolvoreo
Azufre micronizado 60% + Carbaril 7.5% + Oxicloruro de cobre 2%	20-25 kg/ha	Polvo para espolvoreo
Betaciflutrin 2.5%	0.05-0.08%	Suspensión concentrada
Ciflutrin 5%	0.05-0.08%	Concentrado emulsionable
Clorpirifos 3%	20-30 kg/ha	Polvo para espolvoreo
Clorpirifos 30% + Piridafention 20%	0.15-0.25%	Concentrado emulsionable
Diazinon 10%	45 kg/ha	Gránulo
Endosulfan 35%	0.15-0.30%	Concentrado emulsionable
Esfenvalerato 2% + Fenitrotion 25%	0.60-0.75%	Concentrado emulsionable
Esfenvalerato 2.5%	1-1.50 l/ha	Concentrado emulsionable
Etofenprox 30%	0.04-0.10%	Concentrado emulsionable
Fenpropatrin 10%	1.25-1.5 l/ha	Concentrado

		emulsionable
Flufenoxuron 10%	0.05-0.10%	Concentrado dispersable
Metil pirimifos 50%	0.25%	Concentrado emulsionable
Permetrin 25%	0.02-0.04%	Polvo mojable
Tau-fluvalinato	0.03-0.05 %	Concentrado emulsionable
Tiodicarb 37.5%	1.50-2.50 l/ha	Suspensión concentrada
Tralometrina 3.6%	0.03-0.08%	Concentrado emulsionable

Las orugas de varias mariposas y polillas causan daños a una amplia gama de cultivos. Algunas de las especies más importantes que aparecen en los cultivos de invernadero son; el medidor del tomate (*Chrysodeixis chalcites*), la oruga del tomate (*Lacanobia oleracea*), la oruga de la col (*Mamestra brassicae*), la rosquilla verde (*Spodoptera exigua*) y la polilla gamma (*Autographa gamma*).

12.3.2 **Biología.**

El ciclo biológico de las polillas atraviesa por cuatro estadios de desarrollo denominados; huevo, larva (oruga), pupa y adulto (polilla). Los huevos se depositan normalmente en grupos en la superficie de las estructuras del invernadero. La larva (oruga) de la polilla, tiene una cabeza y un par de mandíbulas bien desarrolladas. La oruga come continuamente, excepto cuando esta mudando la piel. Los adultos de la mayor parte de las especies no vuelan durante el día, a no ser que se los moleste.



Síntomas y daños.

Las orugas pequeñas se alimentan principalmente en el envés de las hojas. La epidermis de la hoja resulta dañada. Cuando las orugas crecen, se dispersan por toda la planta. Inicialmente causan pequeños agujeros en las hojas, que después pueden llegar a ser más grandes

- La gran cantidad de excrementos de las orugas manchan el cultivo.

12.3.4. Control biológico.

a) DELTATRAP. Con feromonas específicas.

Bolsa con 2 trampas delta, 8 tiras adhesivas y 2 ganchos de suspensión
Por separado: bolsitas con 4 cápsulas de feromonas con feromonas sexuales específicas para cada especie (mirar el texto en la bolsita)

Las siguientes feromonas están disponibles para polillas:

Lacanobia oleracea
Autographa gamma
Chrysodeixis chalcites
Spodoptera exigua
Clepsis spectrana
Cacoecimorpha pronubana
Mamestrabracicae

y para cochinillas:

- *Planococcus citri*.

Uso:

Para monitoreo de mariposas/polillas y machos alados de la cochinilla, dentro o fuera del invernadero

Producto comercial y dosis:

DELTATRAP	dosis	m ² /unidad
preventiva	2/ha	5000
Curativa baja	-	-
Curativa alta	-	-

b) DICYBUG - *Dicyphus Hesperus*.

Producto

***Dicyphus hesperus* (chinche depredador)**

Presentación: botella de 500 ml

Contenido: 250 adultos mezclados con vermiculita

Objetivo:

Todos los estadios de la mosca blanca de los invernaderos (*Trialeurodes vaporariorum*), del tabaco (*Bemisia tabaci*), con preferencia por huevos y larvas. También come araña roja, huevos de polillas y trips. Sin embargo las poblaciones se desarrollan más rápido sobre mosca blanca. Los adultos pueden sobrevivir también algún tiempo de la savia de la planta.

Producto comercial y dosis:

	dosis	m²/unidad	intervalo (días)	frecuencia	observaciones
Preventiva	½/m ²	500	14	2x	-
curativa baja	½/m ²	500	14	2x	-
curativa alta	5/m ²	50	14	2x	introducir sólo en áreas afectadas

Morfología

Adultos: tamaño 6mm, negro con abdomen verdoso, ojos rojos, antenas claras y esbeltas

Huevos: invisibles, en hojas y tallos, la parte superior es visible vistos de cerca, forma oval

Ninfas: verdes con ojos rojos, con una franja de color rojo detras de los ojos

Modo de acción

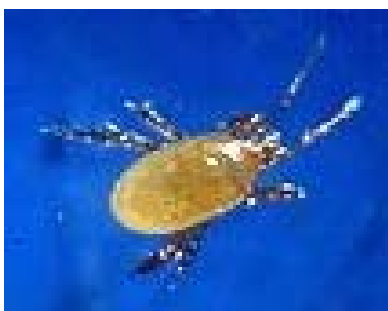
Los chinches depredadores adultos y ninfas, buscan activamente a sus presas, insertan su aparato bucal succionador y succionan el contenido.

c) DIPEL WP - *Bacillus thuringiensis var. kurstaki*

Producto comercial y dosis:

DIPEL WP	dosis	m²/unidad	intervalo (días)	frecuencia	observaciones
Preventiva	-	-	-	-	-
curativa baja	0,1%	2.000	7	min. 3x	-
curativa alta	0,1%	2.000	7	min. 3x	-

d) ENTOMITE-A - *Hypoaspis aculeifer*.



Producto

Hypoaspis aculeifer (ácaro depredador)

Presentación: botella de 1.000 ml

Contenido: 10.000 ácaros depredadores (todos los estadíos) en vermiculita con turba

Presentación: cubo

Contenido: 100.000 ácaros depredadores (todos los estadíos) en vermiculita con turba.

Objetivo

Moscas del mantillo Sciaridae, huevos, larvas y pupas, con preferencia por las larvas menores

Effectos secundarios:

Otros organismos del suelo como colémbolos, nematodos y pupas de trips

Huevos de *Duponchelia fovealis*.

Producto comercial y dosis:

ENTOMITE-A	dosis	m ² /unidad	intervalo (días)	frecuencia	observaciones
preventiva	100/m ²	100	-	1x	-
curativa baja	200/m ²	50	-	1x	-
curativa alta	500/m ²	20	-	1x	-

El producto ENTOMITE contiene ácaros de la harina (*Tyrophagus putrescentiae*). Este ácaro puede causar leves daños en algunos cultivos, particularmente cuando las condiciones de cultivo son húmedas o aparecen gran cantidad de ácaros. Aplicar siempre ENTOMITE en la superficie del suelo, no sobre

la planta. Hacer una prueba a pequeña escala antes de su aplicación en cultivos donde no haya experiencias previas o pida consejo a su distribuidor

Morfología

Adultos: tamaño hasta 1 mm, color marrón

Larvas/primer estadio ninfal: color blanco

Modo de acción

Adultos y ninfas se alimentan de larvas de moscas esciáridas y otros insectos del suelo.

e) ENTOMITE-M - *Hypoaspis miles*

Hypoaspis miles (ácaro depredador)

Presentación: botella de 1.000 ml

Contenido: 10.000 ácaros depredadores (todos los estadios) en vermiculita on turba

Presentación: cubo

Contenido: 100.000 ácaros depredadores (todos los estadios) en vermiculita con turba

Objetivo

Moscas del mantillo Sciaridae, huevos, larvas y pupas, con preferencia por las larvas menores

Effectos secundarios:

Otros organismos del suelo como colémbolos, nematodos y pupas de trips

Huevos de *Duponchelia fovealis*

Producto comercial y dosis:

ENTOMITE-M	dosis	m ² /unidad	intervalo (dias)	frecuencia	observaciones
Preventiva	100/m ²	100	-	1x	-
curativa baja	200/m ²	50	-	1x	-
curativa alta	500/m ²	20	-	1x	-

f). MIRICAL - *Macrolophus caliginosus*

Macrolophus caliginosus (chinche depredadora)

Presentación: botella de 500 ml

Contenido: 500 adultos y ninfas mezclados con vermiculita

Todos los estadios de la mosca blanca de los invernaderos (*Trialeurodes vaporariorum*) y del tabaco (*Bemisia tabaci*), con preferencia por huevos y larvas. También come araña roja, huevos de polillas y trips (también *Echinothrips americanus*), y en menor grado pulgones y larvas de minador. Sin embargo, las poblaciones se desarrollan a su mayor velocidad sobre mosca blanca. Los adultos también pueden vivir algún tiempo de la savia de las plantas.

Producto comercial y dosis:

MIRICAL	dosis	m ² /unidad	intervalo (días)	frecuencia	observaciones
preventiva	½/m ²	1000	14	2x	-
curativa baja	½/m ²	1000	14	2x	-
curativa alta	5/m ²	100	14	2x	sólo en áreas afectadas

Observaciones

Si no hay plaga o hay poca cantidad en el cultivo: alimentar a los chinches depredadores con [ENTOFOOD](#) cada dos semanas (40 g/ha max. 3-4 x)

No se aconseja el uso de *Macrolophus caliginosus* en gerbera, porque la chinche puede producir daños a las flores

Algunos agricultores de tomate cherry y variedades de pequeño tomate en ramillete fueron sorprendidos por algunos problemas en el cuaje de los frutos. Se abortaron algunas flores por ramillete antes de su cuaje. Resultó que estos problemas sólo ocurrían en cultivos de tomate cherry con una elevada población de *Macrolophus*, ausencia de presas y pobre desarrollo del ramillete

Morfología

Adultos: tamaño 6 mm, verdes, esbeltos, patas y antenas largas, sobre todo en brotes y a lo largo de tallos

Huevos: invisibles, en hojas y tallos

Ninfas: verde-amarillentas a verdes, sobre todo en envés de hojas

Modo de acción

Las chinches depredadoras adultas y ninfas buscan activamente su presa, insertan su aparato bucal succionador y succionan el contenido.

g). MIRICAL-N - *Macrolophus caliginosus*

Macrolophus caliginosus (chinche depredadora)
Presentación: botella de 250 ml
Contenido: 500 ninfas mezclados con vermiculita

Objetivo

Araña roja de los invernaderos (*Tetranychus urticae*). Todos los estadios

Producto comercial y dosis:

MIRICAL-N	dosis	m ² /unidad	intervalo (días)	frecuencia	observaciones
preventiva	-	-	-	-	-
curativa baja	10/m ²	50	14	2x	-
curativa alta	50/m ²	10	14	2x	-

Condiciones ambientales

A temperaturas bajas, *Macrolophus caliginosus* se desarrolla muy lentamente.

Almacenamiento y embalaje

almacenamiento tras la recepción: 1-2 días
temperatura de almacenamiento: 8-10°C
a oscuras (botella horizontal)

Observaciones

No se aconseja el uso de *Macrolophus caliginosus* en gerbera, porque la chinche puede producir daños a las flores

Algunos agricultores de tomate cherry y variedades de pequeño tomate en ramillete fueron sorprendidos por algunos problemas en el cuaje de los frutos. Se abortaron algunas flores por ramillete antes de su cuaje. Resultó que estos problemas sólo ocurrían en cultivos de tomate cherry con una elevada población de *Macrolophus*, ausencia de presas y pobre desarrollo del ramillete.

Morfología

Adultos: tamaño 6 mm, verdes, esbeltos, patas y antenas largas, sobre todo en brotes y a lo largo de tallos

Huevos: invisibles, en hojas y tallos

Ninfas: verde-amarillentas a verdes, sobre todo en envés de hojas

Modo de acción

Las chinches depredadoras adultas y ninfas buscan activamente su presa, insertan su aparato bucal succionador y succionan el contenido.

h). TRICHO-STRIP - *Trichogramma brassicae*

Trichogramma brassicae (avispa parásita)

Presentación: 10 tiras de cartulina, cada una con 5 tarjetas envueltas en celofán, en una caja

Contenido: huevos de mariposa parasitados, de los cuales emergen 10.000 avispas parásitas

Objetivo

Varias especies de mariposas, como *Mamestra*, *Laconobia*, *Chrysodeixis* y *Autographa*, estadio de huevo.

Producto comercial y dosis:

TRICHO-STRIP	dosis	m ² /unidad	intervalo (días)	frecuencia	observaciones
preventiva	5/m ²	2000	7	min. 8x	-
curativa baja	10/m ²	1000	7	min. 8x	-
curativa alta	20/m ²	500	7	min. 8x	-

Introducción

Abrir el envase con cuidado dentro del invernadero

Doblar las tiras y arrancar. Empezar a cortar por la parte opuesta al agujero para colgar

Colgar las tarjetas por el cultivo a baja altura

No tocar las pupas, se pueden dañar fácilmente.

12.4. La araña roja.

Araña roja (*Tetranychus urticae* (koch) (ACARINA: TETRANYCHIDAE), *T. turkestanii* (Ugarov & Nikolski) (ACARINA: TETRANYCHIDAE) y *T. ludeni* (Tacher) (ACARINA: TETRANYCHIDAE))

La primera especie citada es la más común en los cultivos hortícolas protegidos, pero la biología, ecología y daños causados son similares, por lo que se abordan las tres especies de manera conjunta.

Se desarrolla en el envés de las hojas causando decoloraciones, punteaduras o manchas amarillentas que pueden apreciarse en el haz como primeros síntomas.

Con mayores poblaciones se produce desecación o incluso de foliación. Los ataques más graves se producen en los primeros estados fenológicos. Las temperaturas elevadas y la escasa humedad relativa favorecen el desarrollo de la plaga. En judía y sandía con niveles altos de plaga pueden producirse daños en los frutos.

Control preventivo y técnicas culturales

- Desinfección de estructuras y suelo previa a la plantación en parcelas con historial de araña roja.
- Eliminación de malas hierbas y restos de cultivo.
- Evitar los excesos de nitrógeno.
- Vigilancia de los cultivos durante las primeras fases del desarrollo.

Control biológico mediante enemigos naturales

Las principales especies depredadoras de huevos, larvas y adultos de araña roja: *Amblyseius californicus*, *Phytoseiulus persimilis* (especies autóctonas y empleadas en sueltas), *Feltiella acarisuga* (especie autóctona).

Control químico

Materia activa	Dosis	Presentación del producto
Acrinatrín 15%	0.02-0.04%	Concentrado emulsionable
Amitraz 20%	0.10-0.30%	Concentrado emulsionable
Azufre 60% + Endosulfán 3%	20-30 kg/ha	Polvo para espolvoreo
Azufre mojable 80%	0.25-0.75%	Polvo mojable
Bromopropilato 50%	100-200 cc/100 l de agua	Concentrado emulsionable
Fenpiroximato 5%	0.10-0.20%	Suspensión concentrada
Fenpropatrin 10%	1.25-1.50 l/ha	Concentrado emulsionable
Piridaben 20%	0.10%	Polvo mojable

- **Vasate (*Aculops lycopersici* (Masse) (ACARINA: ERIOPHYDAE))**

En la provincia de Almería es una plaga exclusiva del tomate.

Aparecen primero bronceados en el tallo y posteriormente en las hojas e incluso frutos. Evoluciona de forma ascendente desde la parte basal de la planta. Aparece por focos y se dispersa de forma mecánica favorecida por la elevada temperatura y baja humedad ambiental.

Control preventivo y técnicas culturales

- Desinfectar la ropa, calzado, etc.
- Eliminar las plantas muy afectadas.

Control químico

Materias activas: abamectina, aceite de verano, amitraz, azufre coloidal, azufre micronizado, azufre mojable, azufre molido, azufre sublimado, azufre micronizado + dicofol, bromopropilato, diazinon, dicofol, endosulfan + azufre, permanganato potásico + azufre micronizado, tetradifon.

La araña roja se alimenta generalmente en el envés de las hojas y se caracteriza por la producción de abundante seda. Su sintomatología típica, es la eliminación del contenido celular de las plantas. Presenta dos manchas oscuras laterales, más visibles en las ninfas que son de color más claro.

12.4. El minador de la hoja.

Minadores de hoja (*Liriomyza trifolii* (Burgess) (DIPTERA: AGROMYZIDAE), *Liriomyza bryoniae* (DIPTERA: AGROMYZIDAE), *Liriomyza strigata* (DIPTERA: AGROMYZIDAE), *Liriomyza huidobrensis* (DIPTERA: AGROMYZIDAE))

Las hembras adultas realizan las puestas dentro del tejido de las hojas jóvenes, donde comienza a desarrollarse una larva que se alimenta del parénquima, ocasionando las típicas galerías. La forma de las galerías es diferente, aunque no siempre distinguible, entre especies y cultivos. Una vez finalizado el desarrollo larvario, las larvas salen de las hojas para pupar, en el suelo o en las hojas, para dar lugar posteriormente a los adultos.

Control preventivo y técnicas culturales

- Colocación de mallas en las bandas del invernadero.
- Eliminación de malas hierbas y restos de cultivo.
- En fuertes ataques, eliminar y destruir las hojas bajas de la planta.
- Colocación de trampas cromáticas amarillas.

Control biológico mediante enemigos naturales

- Especies parasitoides autóctonas: *Diglyphus isaea*, *Diglyphus minoens*, *Diglyphus crassinervis*, *Chrysonotomyia formosa*, *Hemiptarsenus zihalisebessi*, *H. stropersii*.

- Especies parasitoides empleadas en sueltas: *Diglyphus isaea*.

Control químico

Materia activa	Dosis	Presentación del producto
Aceite de verano 75%	0.75-1.50%	Concentrado emulsionable
Pirazofos 30%	0.03-0.10%	Concentrado emulsionable

El minador o submarino produce en las hojas una sintomatología inconfundible. Las larvas, al alimentarse del parénquima foliar, realizan una serie de galerías que posteriormente se necrosan, y adquieren tonalidades marrones. El adulto de esta larva es una mosca de color amarillo y negro.

12.5. pulgón.

- **Pulgón (*Aphis gossypii* (Sulzer) (HOMOPTERA: APHIDIDAE) y *Myzus persicae* (Glover) (HOMOPTERA: APHIDIDAE))**

Son las especies de pulgón más comunes y abundantes en los invernaderos. Presentan polimorfismo, con hembras aladas y ápteras de reproducción vivípara. Las formas áptera del primero presentan sifones negros en el cuerpo verde o amarillento, mientras que las de *Myzus* son completamente verdes (en ocasiones pardas o rosadas). Forman colonias y se distribuyen en focos que se dispersan, principalmente en primavera y otoño, mediante las hembras aladas.

Control preventivo y técnicas culturales

- Colocación de mallas en las bandas del invernadero.
- Eliminación de malas hierbas y restos del cultivo anterior.
- Colocación de trampas cromáticas amarillas.

Control biológico mediante enemigos naturales

- Especies depredadoras autóctonas: *Aphidoletes aphidimyza*.
- Especies parasitoides autóctonas: *Aphidius matricariae*, *Aphidius colemani*, *Lysiphlebus testaceipes*.
- Especies parasitoides empleadas en sueltas: *Aphidius colemani*.

Control químico

Materia activa	Dosis	Presentación del producto
Acefato 75%	0.05%	Polvo soluble en agua
Aceite de verano 75%	0.75-1.50%	Concentrado emulsionable
Amitraz 20% + Bifentrin 1.5%	0.15-0.30%	Concentrado emulsionable
Azufre 70% + Cipermetrin 0.2% + Maneb 4%	15-25 kg/ha	Polvo para espolvoreo
Azufre micronizado 60% + Triclorfon 5%	15-25 kg/ha	Polvo para espolvoreo
Benfuracarb 5%	12-15 kg/ha	Gránulo
Carbofurano 5%	12-15 kg/ha	Gránulo
Cipermetrin 2% + Metil clorpirifos 20%	0.15-0.25%	Concentrado emulsionable
Cipermetrin 4% + Metomilo 12%	0.10-0.15%	Concentrado emulsionable
Clorpirifos 30% + Piridafention 20%	0.15-0.25%	Concentrado emulsionable
Diazinon 2%	20-30 kg/ha	Polvo para espolvoreo
Endosulfan 24% + Metomilo 8%	0.25-0.40%	Concentrado emulsionable
Endosulfan 35%	0.15-0.30%	Concentrado emulsionable
Esfenvalerato 2.5%	1-1.50 l/ha	Concentrado emulsionable
Fenpropatrin 10%	1.25-1.50 l/ha	Concentrado emulsionable
Flucitrinato 10%	0.08-0.10%	Concentrado emulsionable
Metil pirimifos 50%	0.25%	Concentrado emulsionable
Tau fluvalinato 10%	0.03-0.05%	Concentrado emulsionable
Tiametoxam 25%	20 g/Hl	Granulado dispersable en agua

12.6. Nemátodos.

- **Nemátodos (*Meloidogyne spp.*) (TYLENCHIDA: HETERODERIDAE))**

En hortalizas en Almería se han identificado las especies *M. javanica*, *M. arenaria* y *M. incógnita*. Afectan prácticamente a todos los cultivos hortalizas, produciendo los típicos nódulos en las raíces que le dan el nombre común de “batatilla”. Penetran en las raíces desde el suelo. Las hembras al ser fecundadas se llenan de huevos tomando un aspecto globoso dentro de las raíces. Esto unido a la hipertrofia que producen en los tejidos de las mismas, da lugar a la formación de los típicos “rosarios”. Estos daños producen la obstrucción de vasos e impiden la absorción por las raíces, traduciéndose en un menor desarrollo de la planta y la aparición de síntomas de marchitez en verde en las horas de más calor, clorosis y enanismo. Se distribuyen por rodales o líneas y se transmiten con facilidad por el agua de riego, con el calzado, con los aperos y con cualquier medio de transporte de tierra. Además, los nematodos interactúan con otros organismos patógenos, bien de manera activa (como vectores de virus), bien de manera pasiva facilitando la entrada de bacterias y hongos por las heridas que han provocado.

Control preventivo y técnicas culturales

- Utilización de variedades resistentes.
- Desinfección del suelo en parcelas con ataques anteriores.
- Utilización de plántulas sanas.

Control biológico mediante enemigos naturales

- Productos biológicos: preparado a base del hongo *Arthrobotrys irregularis*.

Control por métodos físicos

- Esterilización con vapor.
- Solarización, que consiste en elevar la temperatura del suelo mediante la colocación de una lámina de plástico transparente sobre el suelo durante un mínimo de 30 días.

Control químico

Materia activa	Dosis	Presentación del producto
Benfuracarb 5%	12-30	Gránulo
Cadusafos 10%	20-40	Microemulsión
Carbofurano 5%	12-15	Gránulo
Etoprofos 10%	60-80	Gránulo

12.7. Tratamientos fitosanitarios.

12.7.1 TRATAMIENTO DE ULTRABAJO VOLUMEN.

Año tras año los agricultores y técnicos se encuentran con el mismo problema: la dificultad de erradicar estas plagas en un cultivo. Las soluciones siempre se han buscado en productos fitosanitarios más potentes, nuevas materias activas, etc., pero... ¿ nos hemos puesto a pensar si realmente estamos aplicando bien estos productos, sobre los cultivos o sobre las plagas?.

Existen varios factores que nos llevan a cuestionarnos esta pregunta. Sabemos que el tamaño de la gota que lleva el producto fitosanitario, influye en la eficiencia del mismo, y sabemos también que con la típica mochila con la que se realizan los tratamientos, realizamos una serie de pulverizaciones con tamaños de gota muy distintos, en función del grado de presión que demos. Esta sería la primera pregunta que nos hacemos. Pero luego nos cuestionamos otra: ¿ es uniforme a lo largo de todo el cultivo, el tratamiento con mochilas ?. Está claro que no, porque es muy difícil calcular la cantidad exacta de tratamiento, que estemos realizando en cada línea de plantas. ¿ Y la distancia a la que nos encontremos de la planta?, ¿ influye en la eficacia del tratamiento?. Si seguimos cuestionándonos diferentes temas, ni que decir tiene, el tiempo que hay que dedicarle a realizar, por ejemplo, el tratamiento fitosanitario de una hectárea de invernadero mediante mochilas.

Para solucionar estos problemas, existen empresas que están solucionado todos estos temas mediante dos vías.

Si queremos solamente erradicar las plagas, existe un equipo de nebulización electrónico, que utiliza una técnica de ultrabajo volumen, produciendo una finísima niebla en los tratamientos fitosanitarios, permitiendo el combate eficaz de enfermedades y plagas.

Son muchas las ventajas de este tipo de tratamiento, comparado con el tratamiento de productos fitosanitarios de forma tradicional.

Existe una ausencia total de mano de obra durante la aplicación, y reducción de la mano de obra en un 90 por ciento en el tiempo de preparación del producto, nula existencia de residuos de venenos en los frutos, menor contaminación del suelo, disminución del coste energético, seguro y fácil manejo, etc.

El sistema dispone de un dispositivo de autolimpieza, mediante agua y agujas antes del tratamiento, y durante y el final del tratamiento, para evitar posibles obturaciones de la boquilla nebulizadora. Al ser las gotas de un tamaño muy pequeño, aumentamos la cobertura y la penetrabilidad en la masa foliar, obteniendo una mayor eficacia y rentabilidad al tratamiento.

Posee un panel de mandos descriptivo, con visualizador de tiempos, selección de tiempos de espera y marcha, preventilación, selección de autolimpieza, agitación de la solución con el producto fitosanitario y posible conexión con ventilación auxiliar, al poderse acoplar otro ventilador, para aumentar la cobertura del tratamiento.

Esta máquina está fabricada de acero inoxidable, tiene una altura de trabajo que puede llegar a los dos metros y medio, y se puede utilizar en invernaderos, naves de almacenaje de productos hortícolas, etc.. Se está utilizando en otros países agrícolas como Holanda, con muy buenos resultados.

12.7.2 TRATAMIENTOS MEDIANTE NEBULIZACIÓN.

Está claro que las plagas se suelen dar en los meses de más calor. Las altas temperaturas también hacen debilitar la planta, por lo que es la pescadilla que se muerde la cola, es decir, con el calor proliferan mejor los diferentes virus que transmiten las plagas, porque la planta se encuentra más debilitada.

Mediante un buen control de las altas temperaturas, no sólo aumenta la seguridad del agricultor en plagas y virus, sino que se incrementa también la calidad y la producción, y con ello la rentabilidad de éste.

Uno de los métodos que se emplean para hacer descender las altas temperaturas, es la nebulización.



La nebulización consiste en aplicar pequeñas gotas de agua en el ambiente de un invernadero, para provocar su evaporación. La cantidad de calor absorbida por un líquido en su evaporación, es enorme. Basta poner como ejemplo, la temperatura que nos baja la piel en cualquier zona de nuestro cuerpo, al aplicarnos alcohol en una herida

Los nebulizadores están colocados encima de las plantas, y como queremos provocar la evaporación de la gota de agua, es conveniente colocar estos, en vez de directamente orientados para abajo, darles una ligera inclinación, para que de esta forma, el recorrido de la gota sea mayor antes de llegar a la planta, y se pueda producir su evaporación.

Pues bien, ¿ qué ocurriría si realizáramos tratamientos fitosanitarios mediante nebulización y conseguir de este modo, descender las temperaturas del invernadero y realizar una aplicación de un determinado producto fitosanitario ?.

Pues se conseguirían efectos muy positivos, tal y como lo están consiguiendo ya algunas empresas, que asociados a los nebulizadores, colocan dentro de los invernaderos una serie de ventiladores de poco caudal, para repartir uniformemente la nebulización a lo largo de todo el cultivo.

El número de nebulizadores a colocar, la inclinación efectuada en cada uno de ellos, y el tiempo que estén nebulizando a lo largo de un día, son los factores que nos dan el éxito o fracaso de este sistema.

La válvula antigoteo debe cerrarse perfectamente una vez finalizada la nebulización, ya que si no fuese así, las pequeñas gotas que se precipitan sobre el

cultivo podrían producir enfermedades o quemaduras en las hojas, provocadas por el efecto de lupa de estas gotas sobre las hojas, a los rayos solares. Pero podemos complicar todo esto más aún. ¿ Podemos controlar las altas temperaturas, realizar tratamientos fitosanitarios y..... la aplicación de abonos, mediante nebulización ?. La respuesta es si, tal y como lo están demostrando también, algunas empresas.

Los abonados foliares, es decir la aplicación de abonos y agua por aspersión, para que los absorba la hoja en vez de la raíz, son muy efectivos en la aplicación de microelementos, cuando se observan carencias en las hojas, o cuando queremos elevar rápidamente la concentración de un determinado elemento en la planta.

Para la aplicación de nebulización buscando todos estos efectos, se están estudiando diferentes sistemas; la nebulización mediante presión con agua, la nebulización mediante presión de agua y de aire, etc..

El sistema de nebulización se controla mediante un programador, que está operativo durante todo el día, realizando nebulizaciones de unos pocos segundos de duración, en intervalos de constantes.

Pero el control de la humedad en el invernadero está muy ligado con la ventilación que se realice en este. Está demostrado que la utilización conjunta de ventiladores de gran caudal junto con nebulizadores, produce efectos muy positivos.

Es decir, no nos debemos fijar solo en el producto fitosanitario que empleemos, sino también en la forma de aplicarlo, para conseguir los mejores resultados, en nuestros cultivos.

XIII. PRINCIPALES ENFERMEDADES DEL TOMATE Y SU CONTROL.

13.1 -Oidiopsis (*Leveillula taurica* (Lev.) Arnaud)

Es un parásito de desarrollo semi-interno y los conidióforos salen al exterior a través de los estomas. Los síntomas que aparecen son manchas amarillas en el haz que se necrosan por el centro, observándose un fieltro blanquecino por el envés. En caso de fuerte ataque la hoja se seca y se desprende. Las solanáceas silvestres actúan como fuente de inóculo. Se desarrolla a 10-35°C con un óptimo de 26°C y una humedad relativa del 70%.

Control preventivo y técnicas culturales

- Eliminación de malas hierbas y restos de cultivo.
- Utilización de plántulas sanas.

Control químico

Materia activa	Dosis	Presentación del producto
Azufre 72%	0.20-0.60%	Suspensión concentrada
Azufre molido 60%	30-50 kg/ha	Polvo para espolvoreo
Clortalonil 30% + Metil tiofanato 17%	0.20-0.25%	Suspensión concentrada
Fenarimol 12%	0.02-0.05%	Concentrado emulsionable
Penconazol 10%	40 cc/100 l de agua	Concentrado emulsionable
Propineb 70% + Triadimefon 4%	0.20-0.30%	Polvo mojable
Tetraconazol 10%	0.03-0.05%	Concentrado emulsionable
Triadimefon 25%	0.02-0.05%	Concentrado emulsionable
Triadimenol 25%	0.03-0.05%	Concentrado emulsionable

13.2. -Podredumbre gris (*Botryotinia fuckeliana* (de Bary) Whetrel. ASCOMYCETES: HELOTIALES. Anamorfo: *Botrytis cinerea* Pers.)

Parásito que ataca a un amplio número de especies vegetales, afectando a todos los cultivos hortícolas protegidos, pudiéndose comportar como parásito y saprofito. En plántulas produce damping-off. En hojas y flores se producen lesiones pardas. En frutos tiene lugar una podredumbre blanda (más o menos acuosa, según el tejido), en los que se observa el micelio gris del hongo. Las principales fuentes de inóculo las constituyen las conidias y los restos vegetales que son dispersados por el viento, salpicaduras de lluvia, gotas de condensación en plástico y agua de riego. La temperatura, la humedad relativa y fenología influyen en la enfermedad de forma separada o conjunta. La humedad relativa óptima oscila alrededor del 95% y la temperatura entre 17°C y 23°C. Los pétalos infectados y desprendidos actúan dispersando el hongo.

Control preventivo y técnicas culturales

- Eliminación de malas hierbas, restos de cultivo y plantas infectadas.
- Tener especial cuidado en la poda, realizando cortes limpios a ras del tallo. A ser posible cuando la humedad relativa no sea muy elevada y aplicar posteriormente una pasta fungicida.
- Controlar los niveles de nitrógeno y calcio.
- Utilizar cubiertas plásticas en el invernadero que absorban la luz ultravioleta.
- Emplear marcos de plantación adecuados que permitan la aireación.
- Manejo adecuado de la ventilación en bandas y en especial de la cenital y el riego.

Control biológico

- Existe un preparado biológico a base de *Trichoderma harzianum* Rifai T39.

Control químico

Materia activa	Dosis	Presentación del producto
Benomilo 50%	0.10%	Polvo mojable
Captan 40% + Tiabendazol 17%	0.15- 0.25%	Polvo mojable
Captan 47.5%	0.25- 0.30%	Suspensión concentrada
Carbendazima 25% + Dietofencarb 25%	0.10- 0.15%	Polvo mojable
Carbendazima 25% + Oxinato de cobre 41% + Quinosol 20%	0.10%	Polvo mojable
Carbendazima 50%	0.06%	Suspensión

		concentrada
Cimoxanilo 4% + Folpet 40%	0.30%	Polvo mojable
Ciprodinil 37.5% + Fluodioxonil 25%	60-100 g/Hl	Granulado dispersable en agua
Clortalonil 30% + Metil tiofanato 17%	0.20-0.25%	Suspensión concentrada
Clortalonil 37% + Oxido cuproso 25%	0.15-0.30%	Polvo mojable
Diclofluanida 35% + Oxadixil 10%	0.20%	Polvo mojable
Diclofluanida 40% + Tebuconazol 10%	0.15-0.25%	Polvo mojable
Folpet 10%	20-30 kg/ha	Polvo para espolvoreo
Folpet 24% + Oxadixil 8% + Oxicloruro de cobre 12%	0.20-0.30%	Polvo mojable
Folpet 40% + Tiabendazol 17%	0.15-0.25%	Suspensión concentrada
Folpet 60% + Oxadixil 20%	0.10-0.13%	Polvo mojable
Iprodiona 2%	20-30 kg/ha	Polvo para espolvoreo
Mancozeb 60% + Metil tiofanato 14%	2-4 l/ha	Polvo mojable
Maneb 30% + Metil tiofanato 15%	0.40-0.60%	Suspensión concentrada
Pirimetanil 40%	0.15-0.20%	Suspensión concentrada
Tebuconazol 25%	0.04-0.10%	Emulsión de aceite en agua



Botritys cinerea en fruto de tomate.





Botrytis cinerea en planta de tomate



Daño por botrytis cinerea en flor de tomate

13.3. Podredumbre blanca (*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib) de Bary. ASCOMYCETES: HELOTIALES. Anamorfo: no se conoce.)

Hongo polífago que ataca a la mayoría de las especies hortícolas. En plántulas produce damping-off. En planta produce una podredumbre blanda (no desprende mal olor) acuosa al principio que posteriormente se seca más o menos según la succulencia de los tejidos afectados, cubriéndose de un abundante micelio algodonoso blanco, observándose la presencia de numerosos esclerocios, blancos al principio y negros más tarde. Los ataques al tallo con frecuencia colapsan la planta, que muere con rapidez, observándose los esclerocios en el interior del tallo. La enfermedad comienza a partir de esclerocios del suelo procedentes de infecciones anteriores, que germinan en condiciones de humedad relativa alta y temperaturas suaves, produciendo un número variable de apotecios. El apotecio cuando está maduro descarga numerosas esporas, que afectan sobre todo a los pétalos. Cuando caen sobre tallos, ramas u hojas producen la infección secundaria.

Control preventivo y técnicas culturales

- Eliminación de malas hierbas, restos de cultivo y plantas infectadas.
- Utilizar cubiertas plásticas en el invernadero que absorban la luz ultravioleta.
- Emplear marcos de plantación adecuados que permitan la aireación.
- Manejo adecuado de la ventilación y el riego.
- Solarización.

Control químico

Materia activa	Dosis	Presentación del producto
Captan 40% + Tiabendazol 17%	0.15-0.25%	Polvo mojable
Ciprodinil 37.5% + Fludioxonil 25%	60-100 g/Hl	Granulado dispersable en agua
Folpet 40% + Tiabendazol 17%	0.15-0.25%	Suspensión concentrada
Tebuconazol 25%	0.04-0.10%	Emulsión de aceite en agua

13.4. Mildiu (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary. OOMYCETES: PERONOSPORALES)

Este hongo es el agente causal del mildiu del tomate y de la patata, afectando a otras especies de la familia de las solanáceas. En tomate ataca a la parte aérea de la planta y en cualquier etapa de desarrollo. En hojas aparecen manchas irregulares de aspecto aceitoso al principio que rápidamente se necrosan e invaden casi todo el foliolo. Alrededor de la zona afectada se observa un pequeño margen que en presencia de humedad y en el envés aparece un fieltro blancuzco poco patente. En tallo, aparecen manchas pardas que se van agrandando y que suelen circundarlo. Afecta a frutos inmaduros, manifestándose como grandes manchas pardas, vítreas y superficie y contorno irregular. Las infecciones suelen producirse a partir del cáliz, por lo que los síntomas cubren la mitad superior del fruto. La dispersión se realiza por lluvias y vientos, riegos por aspersión, rocíos y gotas de condensación. Las condiciones favorables para su desarrollo son: altas humedades relativas (superiores al 90%) y temperaturas entre 10°C y 25°C. Las cepas existentes son: T0.0 (ataca sólo a patata), T.0 (ataca a variedades de tomate sin resistencia) y T.1. (ataca a las líneas de tomate con Gen Ph1). Existen variedades de tomate con Gen Ph2, pero su protección no es total.

Control preventivo y técnicas culturales

- Eliminación de plantas y frutos enfermos.
- Manejo adecuado de la ventilación y el riego.
- Utilizar plántulas sanas.

Control químico

Materia activa	Dosis	Presentación del producto
Azoxystrobin 25%	80-100 cc/Hl	Suspensión concentrada
Azufre micronizado 60%+ Carbaril 7.5% + Oxiclورو de cobre 2%	20-25 kg/ha	Polvo para espolvoreo
Azufre micronizado 80% + Captan 5%	20-30 kg/ha	Polvo para espolvoreo
Benalaxil 4% + Oxiclورو de cobre 33%	0.40-0.60%	Polvo para espolvoreo
Benalaxil 6% + Cimoxanilo 3.2% + Folpet 35%	0.23-0.33%	Polvo mojable
Benalaxil 8% + Mancozeb 65%	0.20-0.30%	Polvo mojable
Captan 40% + Tiabendazol 17%	0.15-0.25%	Polvo mojable
Captan 40% + Zineb 20%	0.30%	Polvo mojable
Carbendazima 25%+ Oxinato de cobre 41% + Quinosol 20%	0.10%	Polvo mojable
Cimoxanilo 3% + Folpet 32% + Ofurace 60%	0.20-0.30%	Polvo mojable

Cimoxanilo 3% + Mancozeb 15% + Oxicloruro de cobre 15%	0.30-0.40%	Polvo mojable
Cimoxanilo 3% + Sulfato cuprocálcico 22.5%	0.40%	Polvo mojable
Cimoxanilo 4.8% + Metiram 64%	0.25%	Granulado dispersable en agua
Clortalonil 72% + Metalaxil 9%	0.25%	Polvo mojable
Diclofluanida 40% + Tebuconazol 10%	0.20-0.30%	Polvo mojable
Folpet 10% + Sulfato cuprocálcico 20%	0.15-0.25%	Polvo mojable
Fosetil Al 35% + Mancozeb 35%	0.40-0.60%	Polvo mojable
Oxicloruro cuprocálcico 20% + Propineb 15%	0.30-0.50%	Polvo mojable
Sulfato cuprocálcico 20%	0.30-0.40%	Polvo mojable

13.5. **Alternariosis (*Alternaria solani* ASCOMYCETES: DOTHIDEALES)**

Afecta principalmente a solanáceas y especialmente a tomate y patata. En plántulas produce un chancro negro en el tallo a nivel del suelo. En pleno cultivo las lesiones aparecen tanto en hojas como tallos, frutos y pecíolos. En hoja se producen manchas pequeñas circulares o angulares, con marcados anillos concéntricos. En tallo y pecíolo se producen lesiones negras alargadas, en las que se pueden observar a veces anillos concéntricos. Los frutos son atacados a partir de las cicatrices del cáliz, provocando lesiones pardo-oscuros ligeramente deprimidas y recubiertas de numerosas esporas del hongo. Fuentes de dispersión: solanáceas silvestres y cultivadas, semillas infectadas, restos de plantas enfermas. Las conidias pueden ser dispersadas por salpicaduras de agua, lluvia, etc., o el viento. Rango de temperatura: 3-35°C. La esporulación está favorecida por noches húmedas seguidas de días soleados y con temperaturas elevadas.

Control preventivo y técnicas culturales

- Eliminación de malas hierbas, plantas y frutos enfermos.
- Manejo adecuado de la ventilación y el riego.
- Utilizar semillas sanas o desinfectadas y plántulas sanas.
- Abonado equilibrado.

Control químico

Materia activa	Dosis	Presentación del producto
Benalaxil 4% + Oxicloruro de cobre 33%	0.40-0.60%	Polvo mojable
Benalaxil 8% + Mancozeb 65%	0.20-0.30%	Polvo mojable

Captan 25% + Cimoxanilo 4% + Mancozeb 20%	0.30%	Polvo mojable
Captan 40% + Tibendazol 17%	0.15-0.25%	Polvo mojable
Captan 47.5%	0.25-0.30%	Polvo mojable
Carbendazima 25% + Oxinato de cobre 41% + Quinosol 20%	0.10%	Polvo mojable
Cimoxanilo 3% + Folpet 32% + Ofurace 6%	0.20-0.30%	Polvo mojable
Cimoxanilo 3% + Sulfato cuprocálcico 22.5%	0.40%	Polvo mojable
Cimoxanilo 4% + Mancozeb 40%	0.30%	Polvo mojable
Cimoxanilo 4.8% + Metiram 64%	0.25%	Granulado dispersable en agua
Clortalonil 15% + Mancozeb 64%	0.25-0.30%	Polvo mojable
Clotalonil 15% + Tiabendazol 17%	0.15-0.30%	Suspensión concentrada
Clortalonil 72% + Metalaxil 9%	0.20-0.30%	Polvo mojable
Diclofluanida 40% + Tebuconazol 10%	0.15-0.25%	Polvo mojable
Difenoconazol 25%	300-500 cc/ha	Concentrado emulsionable
Folpet 10% + Sulfato cuprocálcico 20%	0.40-0.60%	Polvo mojable
Folpet 30% + Mancozeb 45%	0.25%	Polvo mojable
Folpet 40% + Tiabendazol 17%	0.15-0.25%	Suspensión concentrada
Fosetil Al 35% + Mancozeb 35%	0.30-0.50%	Polvo mojable
Mancozeb 64% + Metalaxil 8%	0.20-0.30%	Polvo mojable
Oxicloruro cuprocálcico 20% + Propineb 15%	0.30-0.40%	Polvo mojable
Propineb 70% + Triadimefon 4%	0.20-0.30%	Polvo mojable

13.6. *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* (Sacc) Snyder & Hansen

Comienza con la caída de pecíolos de hojas superiores. Las hojas inferiores amarillean avanzando hacia el ápice y terminan por morir. Puede manifestarse una marchites en verde de la parte aérea, pudiendo ser reversible. Después se hace permanente y la planta muere. También puede ocurrir que se produzca un amarilleo que comienza en las hojas más bajas y que termina por secar la planta. Si se realiza un corte transversal al tallo se observa un oscurecimiento de los

vasos. El hongo puede permanecer en el suelo durante años y penetrar a través de las raíces hasta el sistema vascular. La diseminación se realiza mediante semillas, viento, labores de suelo, plantas enfermas o herramientas contaminadas. La temperatura óptima de desarrollo es de 28°C.

Control preventivo y técnicas culturales

- La rotación de cultivos reduce paulatinamente el patógeno en suelos infectados.
- Eliminar las plantas enfermas y los restos del cultivo.
- Utilizar semillas certificadas y plántulas sanas.
- Utilización de variedades resistentes.
- Desinfección de las estructuras y útiles de trabajo.
- Solarización.

Control químico

- Los tratamientos químicos durante el cultivo son ineficaces.
- Se pueden realizar tratamientos preventivos con las siguientes materias activas:

Materia activa	Dosis	Presentación del producto
Captan 40% + Tiabendazol 17%	0.15-0.25%	Polvo mojable
Dodina 50%	0.10-0.13%	Suspensión concentrada
Etridiazol 48%	0.20%	Concentrado emulsionable
Etridiazol 6% + Quintoceno 24%	15-20%	Concentrado emulsionable
Folpet 40% + Tiabendazol 17%	0.15-0.25%	Suspensión concentrada
Folpet 50%	0.25-0.30%	Microgránulo
Procloraz 45%	0.15 cc/planta	Emulsión de aceite en agua



Daño vascular en tomate causado por *Fusarium oxysporum*



Efecto de la solarización y fumigación en el control de *Fusarium oxysporum* y de malezas, en tomates.

*Effect of soil solarization and fumigation on the control of *Fusarium oxysporum* and weeds, in tomatoes*

Se solarizó por 40 días durante enero-febrero de 1995, un suelo que había tenido monocultivo de tomates en Olmué (V Región) y se investigó el grado de control del inoculo natural de *F. oxysporum* a diferentes profundidades (10, 20 y 30 cm). La solarización se comparó con un tratamiento de suelo desnudo y fumigación con Metabromo 980 (68 g/m²). Además se evaluó el efecto de la solarización sobre la población de malezas mediante la medición de la biomasa producida. Se registraron tanto las temperaturas como la humedad del suelo a las diferentes profundidades. El grado de control de *F. Oxysporum* obtenido mediante la solarización fue de 95,5; 88,2 y 85,7% a los 10, 20 y 30 cm de profundidad, respectivamente; mientras que con metabromo 980 fue de 95,5; 94,1 y 100% para las mismas profundidades. Se logró reducir la población de malezas hasta dos meses después de finalizados los tratamientos. En conclusión, mediante la solarización se puede lograr un buen control de *F. oxysporum* y de las malezas en la zona donde se realizó el ensayo. Proyecto FONDECYT N°1940255-94.

fuelle: Alicia Bruna.

Instituto de Investigaciones Agropecuarias. CRI La Platina.

13.7. *Verticillium dahliae* Kleb. (ASCOMYCETES: HYPOCREALES).

Produce también, como el Fusarium, marchitamiento de la planta. Las dos enfermedades se superponen geográficamente pero el *Verticillium* es más frecuente con temperaturas bajas. Este hongo es extraordinariamente polífago, pudiendo desarrollarse sobre centenares de huéspedes, aunque presenta una cierta especialización, siendo algunas cepas más patógenas sobre ciertas especies.

En invernadero ocasiona marchitamiento y rebladesimiento de las hojas. Al aire libre produce amarillamiento y necrosis internerviales en las hojas, que procesa de abajo hacia arriba sobre la planta.

Hay numerosas variedades de tomate con resistencia a esta enfermedad. En berenjena los síntomas empiezan por una marchitez en las horas de calor, que continua con clorosis de la mitad de las hojas y de forma unilateral, desde las hojas de la base al ápice. La planta termina marchitándose y muriendo, aunque no siempre, de manera que cuando las temperaturas aumentan los síntomas desaparecen y la planta vegeta normalmente. Haciendo un corte transversal de los vasos se observa un oscurecimiento de color pardo claro. El hongo forma microesclerocios que permanecen en el suelo en restos de cultivos, siendo capaz de soportar condiciones elevadas y sobrevivir durante más de 12-14 años. La diseminación se produce especialmente a través del agua de riego, tierra en zapatos y material de plantación infectado. Las malas hierbas actúan como reservorio de la enfermedad. La temperatura aérea que favorece la enfermedad oscila entre los 21-25°C. En Almería se observa en los meses de invierno.

Control preventivo y técnicas culturales

- Eliminar las malas hierbas.
- Destruir los restos de cultivo.
- Utilizar material de plantación sano.
- Evitar contaminaciones a través de aperos, tierra y salpicaduras de agua.
- Utilizar variedades resistentes (con el gen V).
- Solarización.

Control químico

- La lucha química es poco eficaz.
- Sólo en casos justificados es aconsejable la desinfección con fumigantes.

13.8. Mancha negra del tomate (*Pseudomonas syringae* pv. *tomato* (Okabe) Young et al.) o *Ralstonia solanacearum*.

Es una enfermedad bacteriana importante, sobre todo en zonas tropicales. *Ralstonia* es una enfermedad vascular y su evolución en la planta es muy rápida. En principio se observan marchitamientos unilaterales en las hojas y aparición sobre el tallo de esbozos de raíces. La planta afectada no tarda en morir.

Hay algunas variedades resistentes, pero el injerto sobre cierto patrones es la mejor solución.

Bacteriosis más frecuente en los cultivos de tomate almerienses. Afecta a todos los órganos aéreos de la planta. En hoja, se forman manchas negras de pequeño tamaño (1-2 mm de diámetro) y rodeadas de halo amarillo, que pueden confluir, llegando incluso a secar el foliolo. En tallos, pecíolos y bordes de los sépalos, también aparecen manchas negras de borde y contorno irregular. Las inflorescencias afectadas se caen. Tan sólo son atacados los frutos verdes, en los que se observan pequeñas manchas deprimidas. Las principales fuentes de infección las constituyen: semillas contaminadas, restos vegetales contaminados y la rizosfera de numerosas plantas silvestres. El viento, la lluvia, las gotas de agua y riegos por aspersión diseminan la enfermedad que tiene como vía de penetración los estomas y las heridas de las plantas. Las condiciones óptimas de desarrollo son temperaturas de 20 a 25°C y periodos húmedos.

Control preventivo y técnicas culturales

- Eliminación de malas hierbas, plantas y frutos enfermos.
- Manejo adecuado de la ventilación y el riego.
- Utilizar semillas sanas o desinfectadas y plántulas sanas.
- Abonado equilibrado.

Control químico

Materia activa	Dosis	Presentación del producto
Kasugamicina 5% + Oxicloruro de cobre 45%	0.08-0.15%	Polvo mojable
Kasugamicina 8%	0.05%	Polvo mojable

13.9. *Pyrenochaeta lycopersici* (sch et Gerl).

Produce la enfermedad conocida como “corky rott” o raíz acorchada. Ataca el sistema radicular y, más raramente, la base del tallo. El tejido cortical de la raíz se suberifica y fisura en sentido longitudinal, alternando sobre la raíz tramos acorchados y otros normales.

La planta afectada limita su desarrollo vegetativo y se marchita en las horas de más calor, produciéndose el desecamiento de las hojas basales. La producción queda fuertemente reducida.

Hay variedades con una cierta tolerancia, pero verdadera resistencia solo la proporciona el injerto sobre algunos patrones.



Raíz corchosa en tomate causado por el hongo *pyrinochaeta lycopersisi*

13.10. *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis lycopersici* (FORL).

Es un parásito de reciente aparición, que afecta principalmente a cultivos en invernadero y es importante, sobre todo, en cultivos sin suelo.

Ocasiona la podredumbre del parénquima cortical de las raíces y progresa, por los vasos conductores de las mismas, hasta la base del tallo. En el cuello de las plantas atacadas aparece un chancro necrótico que se extiende, en punta, hacia lo alto.

Hay algunas variedades resistentes a esta enfermedad.

VIRUS.

VIRUS	Síntomas en hojas	Síntomas en frutos	Transmisión	Métodos de lucha
CMV (Cucumber Mosaic Virus) (Virus del Mosaico del Pepino)	<ul style="list-style-type: none"> - Mosaico fuerte. - Reducción del crecimiento. - Aborto de flores. 	<ul style="list-style-type: none"> - Moteado. 	<ul style="list-style-type: none"> - Pulgones. 	<ul style="list-style-type: none"> - Control de pulgones. - Eliminación de malas hierbas. - Eliminación de plantas afectadas.
TSWV (Tomato Spotted Wilt Virus) (Virus del Bronceado del Tomate)	<ul style="list-style-type: none"> - Bronceado. - Puntos o manchas necróticas que a veces afectan a los pecíolos y tallos. - Reducción del crecimiento. 	<ul style="list-style-type: none"> - Manchas irregulares. - Necrosis. - Maduración irregular. 	<ul style="list-style-type: none"> Trips (<i>F. occidentalis</i>). 	<ul style="list-style-type: none"> - Eliminación de malas hierbas. - Control de trips. - Eliminación de plantas afectadas. - Utilización de variedades resistentes.
TYLCV (Tomato Yellow Leaf Curl Virus) (Virus del Rizado)	<ul style="list-style-type: none"> - Parada de crecimiento. - Foliolos de tamaño reducido, a veces con 	<ul style="list-style-type: none"> Reducción del tamaño. 	<ul style="list-style-type: none"> Mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>). 	<ul style="list-style-type: none"> - Control de <i>B. tabaci</i>. - Eliminación de plantas afectadas.

Amarillo del Tomate)	<p>veces con amarillamiento.</p> <p>- Hojas curvadas hacia arriba.</p>			<p>afectadas.</p> <p>- Utilización de variedades resistentes.</p>
ToMV (Tomato Mosaic Virus) (Virus del Mosaico del Tomate)	<p>- Mosaico verde claro-verde oscuro.</p> <p>- Deformaciones sin mosaico.</p> <p>- Reducción del crecimiento.</p>	<p>- Manchas pardas oscuras externas e internas en frutos maduros.</p> <p>- Manchas blancas anubarradas en frutos verdes.</p> <p>- Necrosis.</p>	<p>- Semillas.</p> <p>- Mecánica.</p>	<p>- Evitar la transmisión mecánica.</p> <p>- Eliminar plantas afectadas.</p> <p>- Utilizar variedades resistentes.</p>
PVY (Potato Virus Y) (Virus Y de la Patata)	<p>Manchas necróticas internerviales.</p>	<p>No se han observado.</p>	<p>Pulgones.</p>	<p>- Eliminación de malas hierbas.</p> <p>- Control de pulgones.</p> <p>- Eliminación de plantas afectadas.</p>
TBSV (Tomato Bushy Stunt Virus) (Virus del Enanismo Ramificado del tomate)	<p>- Clorosis y amarillamiento fuerte en hojas apicales.</p> <p>- Necrosis en hojas, pecíolo y tallo.</p>	<p>Manchas necróticas.</p>	<p>- Suelo (raíces).</p> <p>- Semilla.</p>	<p>- Eliminación de plantas afectadas.</p> <p>- Evitar contacto entre plantas.</p>

13.11. Virus de la cuchara o virus del rizado amarillo del tomate (Tomato Yellow Leaf Curl Virus) (TYLCV)

Esta enfermedad está formada por un complejo vírico TYLCV, perteneciente al género *Begomovirus*, causando graves pérdidas en el cultivo del tomate en Oriente Próximo, Europa, África, Islas del Caribe, América Central, México y sudeste de Estados Unidos.

El virus es adquirido de plantas afectadas por la larva de la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) y transmitido por el adulto.

Los síntomas típicos de la enfermedad son visibles transcurridas de dos a tres semanas y dependen de las condiciones ambientales:

Brotes con foliolos enrollados hacia el haz, una clorosis marcada en su fase terminal y una reducción del área foliar, redondeándose y abarquillándose, tomando la forma de una cuchara.

- Pecíolo en forma helicoidal.
- Disminución progresiva de la lámina foliar, que puede llegar a desaparecer, quedando solo el nervio principal curvado.
- Pérdida de flores, falta de cuajado, fruto más pequeño y de color pálido.
- Una infección temprana provoca una reducción severa del crecimiento de la planta y una disminución en la producción de frutos.

Existen numerosas malas hierbas que pueden albergar al virus, entre ellas destaca: *Solanum nigrum* (tomatitos del diablo), *Datura stramonium* (estramonio), *Malva parviflora* (malva) y *Sonchus* spp. (cenizos).

También existen numerosas plantas cultivadas que actúan como huéspedes de este virus: tabaco, pimiento y judía.

Control

- Utilizar trampas cromotrópicas (cintas adhesivas de color amarillo) para registrar la presencia de mosca blanca.
- Los tratamientos contra mosca blanca cuando aparecen los primeros síntomas de la enfermedad resulta ineficaz, si deben realizarse tratamientos insecticidas adecuados para detener eventuales infestaciones de mosca blanca, empleando diversas materias activas de manera gradual.
- Empleo de variedades resistentes.
- En el caso de cultivo en invernadero, evitar que en él se hayan precedido cultivos de plantas ornamentales como la poinsettia (*Euphorbia pulcherrima*) y la gerbera; ya que el TYLCV se ha registrado en estas dos especies.
- Limpieza de restos de cultivos anteriores.
- Eliminación de malas hierbas que pueden mantener la enfermedad.
- Uso de mosquiteras y mantas térmicas.

13.12. Virus del mosaico del pepino dulce (Pepino Mosaic Virus) (PepMV)

En el año 1.999 se detectó esta enfermedad en cultivos de tomate en varios países europeos y en Estados Unidos, extendiéndose por las zonas de cultivo intensivo de tomate en ambos continentes. Es una especie viral, perteneciente al género Potexvirus, que comprende al menos otras 30 especies virales caracterizadas por presentar partículas flexuosas y filamentosas.

La manifestación del PepMV depende del sistema de cultivo, la forma de conducir las plantas, las fechas de plantación, estado de desarrollo de las plantas, de las condiciones ambientales, de la época del año y del comportamiento de las variedades; pudiendo haber afecciones asintomáticas en algunos ciclos de cultivo.

Los primeros síntomas tienen lugar durante la primavera consistiendo en intensos mosaicos amarillos en las hojas maduras del estrato medio de las plantas e irregular distribución en los folíolos. En ocasiones el desarrollo del mosaico es tan intenso que se produce una deformación acusada en las hojas e incluso puede producirse el marchitamiento, más o menos grave, de las plantas.

Pueden aparecer estrías longitudinales decoloradas en los tallos, pecíolos y frutos. En plantas jóvenes se producen distorsiones más o menos acentuadas de los folíolos y reducción del desarrollo. El síntoma más común y característico es el abullonado del limbo. En los frutos aparece un mosaico de distintas tonalidades entre el rojo y el anaranjado-amarillento, a modo de un jaspeado superficial, este síntoma se acentúa cuando se producen desequilibrios nutricionales. El resultado es un tomate jaspeado de coloración rojo-naranja de inferior calidad visual y no comercializable.

Las infecciones precoces originan reducciones en cuanto a la producción, por pérdida de flores o por deficiencias en el cuajado. En el caso de producirse marchitamiento también hay reducciones en la cosecha y retrasos en la producción.

Se transmite de unas plantas a otras, por semillas infectadas, los abejorros empleados en la polinización del tomate y especialmente las herramientas y útiles de trabajo, ropa, material de riego, etc. El virus permanece en los restos vegetales contaminados.

Control

- Establecer medidas sanitarias y de control en los semilleros.
- Aplicar desinfectantes (fosfato trisódico 10% y solución de lejía) en la estructura del invernadero que está en contacto con las plantas contaminadas.
- Desinfectar las tuberías con agua caliente,
- Higiene de las instalaciones y utensilios.
- Eliminar los restos vegetales, incluidas raíces, de los cultivos anteriores antes de realizar nuevas plantaciones.
- Destrucción de los sustratos en los que se haya detectado este virus en la plantación anterior.
- Realizar labores siguiendo el mismo recorrido por pasillos y filas del invernadero, desinfectando guantes y manos después de cada fila. -Se recomienda dividir el invernadero en sectores de trabajo, en los cuales se utilizarán siempre los mismos utensilios y vestimenta.
- Localizada una planta infectada, debe ser señalada y arrancada con la mayor cantidad de sistema radicular posible con unos guantes desechables y debe introducirse en una bolsa cerrada y destruirse inmediatamente, desinfectando a

continuación los guantes y la ropa. Es aconsejable eliminar las plantas colindantes.

13.12.a. Colapso.

Su origen no es aún bien conocido, pero en el está implicado el **PepMV**, transmitido por *Olpidium*. Produce el marchitamiento de la planta y posterior necrosis de las hojas y muerte de las plantas. **Ha llegado a ser el principal problema patológico de los cultivos de tomate**, especialmente los de otoño – invierno, tanto sobre suelo como en sustrato (Lacasa et al 2002).



13.13. CMV (Cucumber Mosaic Virus) (Virus del Mosaico del Pepino)



Virus del mosaico del pepino (CMV) en *Datura estrmonium* (chamico)



DAÑOS EN LA PLANTA POR EL VIRUS DEL MOSAICO DEL PEPINO (CMV)



CMV (Cucumber Mosaic Virus) (Virus del Mosaico del Pepino).

13.14. TSWV (Tomato Spotted Wilt Virus) (Virus del Bronceado del Tomate)





DAÑOS POR VIRUS DEL BRONCEADO DEL TOMATE. (TSWV)

13.15. CANCER BACTERIANO EN TOMATE. (*Clavibacter michiganensis* ssp.)



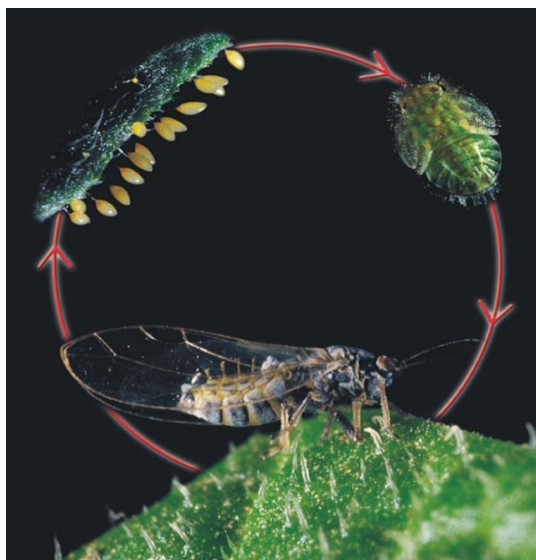
Síntoma inicial del cancer bacteriano en tomate (*Clavibacter michiganensis* subsp. *Michiganensis*)



Síntoma en la planta del cancer bacteriano



13.16. EL PAPEL DE LA PARATIOZA COCKERELLI EN LA TRANSMISIÓN DE FITOPLASMAS EN TOMATE.



Paratrioza cockerelli Sulc es un insecto que pertenece a la familia Psillidae (Homoptera), por ello se le conoce también con el nombre de psilido. Este insecto fue descubierto en 1909 por un investigador estadounidense llamado Cockerell en el estado de Colorado, y como reconocimiento, el Dr. Sulc lo bautizó científicamente como *Trioza cockerelli*, aunque más tarde se le cambió el nombre a *Paratrioza cockerelli*. Entre los años 20 y 30, se le conoció como el psilido de la papa o del tomate, ya que este insecto produce una toxina que originaba amarillamientos en ambos cultivos, y fue esto lo que lanzó a la fama al mencionado insecto. El origen de éste, según investigadores del vecino país del norte, se lo adjudican al Oeste de Norteamérica, sobre lo cual no es de nuestro interés establecer una controversia al respecto.

En México, éste insecto tiene antecedentes desde 1947, cuando un investigador estadounidense dijo haberlo encontrado en los estados de Durango, Tamaulipas y Michoacán; posteriormente se le observó en el Estado de México, Guanajuato y 12 entidades más, y aquí se le rebautizó como "pulgón saltador" por la similitud que guardan con los áfidos y que en frecuentes ocasiones son confundidos con ellos. No obstante, el daño que causa en papa y tomate con la toxina que inyecta no ha sido importante para la agricultura nacional, pero de lo que se tienen que cuidar los agricultores paperos y tomateros, es de la transmisión de un patógeno llamado fitoplasma y que ha diezmando la producción de tomates en México en un 45%, y posiblemente sea el responsable del mismo daño en papas a nivel nacional, causando en estos momentos más pérdidas que los virus transmitidos por la famosa mosquita blanca.

Daños causados por el fitoplasma que transmite (indirectos)

Existen al menos cinco enfermedades cuyos agentes causales han sido asociados a fitoplasmas en los cultivos de tomate y papa, cuatro de éstos transmitidos por chicharritas y solamente uno por *Paratrioza*. En tomate se han descrito al amarillamiento del aster, transmitido por un insecto conocido con el nombre de chicharrita y la macroyema del tomate, cuyo fitoplasma es transmitido por otra especie conocida como chicharrita café; un tercero es el fitoplasma que en México causa la enfermedad "permanente del tomate", el cual es transmitido por el

pulgón saltador. Este al igual que su vector fue descubierto por investigadores mexicanos en los década de los 80 y en éste siglo XXI, científicamente se demostró que era un fitoplasma. Este se encontró por primera vez en el estado de Guanajuato causando un 60% de daños en la producción del tomate, y de sembrarse más de 13 mil hectáreas (ha) al año, la superficie se redujo a menos de 2 mil ha en la actualidad. El estado dejó de ser el segundo en producción de esta hortaliza, después de Sinaloa en los años 70, y los agricultores decidieron abandonar a este cultivo y sustituirlo por otro menos riesgoso como el brócoli. En la actualidad, la enfermedad se ha extendido por las principales regiones tomateras del país, en lugares como Villa de Arista, San Luis Potosí, Yurécuaro, Michoacán, La región de la Laguna en los estados de Durango y Coahuila y San Quintín en Baja California Norte., que son regiones con climas frescos; no obstante, el pulgón saltador se sigue adaptando a los cambios climáticos de México y se le ha detectado recientemente transmitiendo el "permanente del tomate" en regiones con climas cálidos como los estrados de Morelos, Nayarit y en éste año 2002, en Sinaloa, en donde aún son ligeros. El "permanente del tomate" hasta la fecha es la enfermedad causada por un fitoplasma que más perjuicios le origina al tomate. Se estima que en México existen más de 30 mil ha con daños anuales del 45%, mientras que las transmitidas por chicharritas, mencionadas al inicio, son de poca importancia económica en Estados Unidos, Australia, e inclusive en nuestro país. Existe una cuarta enfermedad que recientemente fue denominada "declinamiento del tomate" cuyo agente causal es desconocido, ésta se ha reportado en el Valle Imperial y en invernaderos del sur de Texas en EUA; los síntomas coinciden con los descritos para el permanente del tomate en lo que respecta al aborto de flor, hojas quebradizas y enrolladas hacia arriba, en éste caso se desconoce quién lo causa y cómo se transmite. Técnicos nacionales y norteamericanos coinciden en que la sintomatología descrita en México para el permanente del tomate en invernaderos, coincide exactamente con la que se presenta en los invernaderos de Estados Unidos en el sur de Texas. Por lo que respecta al papel de los fitoplasmas que afectan al cultivo de la papa, la principal enfermedad es la "punta morada". Esta originalmente fue descrita en el cultivo de la papa en Estados Unidos.; sin embargo, en México, una enfermedad similar en papa, se le dio el mismo nombre y estudios moleculares del ADN recientes, concluyeron que es causada por un fitoplasma; sin embargo, a diferencia de los reportes de Estados Unidos, en México la "punta morada de la papa", parece ser que es transmitida por el pulgón saltador y no por chicharritas como en aquel país, y que tanto el fitoplasma del permanente del tomate como de la punta morada de la papa, pueden ser parientes cercanos.

FUENTE:

Dr. Antonio Garzón Tiznado

Campo Experimental Valle de Culiacán del INIFAP

XIV. FERTIRRIGACION.

En los cultivos protegidos de tomate el aporte de agua y gran parte de los nutrientes se realiza de forma generalizada mediante riego por goteo y va ser función del estado fenológico de la planta así como del ambiente en que ésta se desarrolla (tipo de suelo, sustrato hidropónico, condiciones climáticas, calidad del agua de riego, etc.).

En cultivo en suelo y en enarenado; el establecimiento del momento y volumen de riego vendrá dado básicamente por los siguientes parámetros:

- Tensión del agua en el suelo (tensión mátrica), que se determinará mediante un manejo adecuado de tensiómetros, siendo conveniente regar antes de alcanzar los 20 centibares. Y manejar un rango entre 10 y 20 centibares es lo más adecuado dependiendo de la edad de la planta y condiciones del suelo.
- Tipo de suelo (capacidad de campo, porcentaje de saturación).
- Evapotranspiración del cultivo.
- Eficacia de riego (uniformidad de caudal de los goteros).
- Calidad del agua de riego (a peor calidad, mayores son los volúmenes de agua, ya que es necesario desplazar el frente de sales del bulbo de humedad).

Existe otra técnica empleada de menor difusión que consiste en extraer la fase líquida del suelo mediante succión a través de una cerámica porosa insertada en la base de un tubo de fibra de vidrio, también llamados “chupatubos” y posterior determinación de la conductividad eléctrica.

En la práctica en los suelos arenosos del sur de Jalisco, la frecuencia de riegos en un cultivo establecido va de 1 a 4 veces al día en verano y de 1 a 2 en invierno, las cantidades de agua van de acuerdo a la edad de la planta, pero en primavera – verano va desde 10 hasta 20 metros cúbicos por día, y en otoño – invierno desde 5 hasta 12 metros cúbicos por día.

En cultivo hidropónico el riego está automatizado y existen distintos sistemas para determinar las necesidades de riego del cultivo, siendo el más utilizado el de la recepción y medición del agua que drena del sustrato del cultivo, se toman las lecturas de bandejas utilizadas en la recolección del agua de dren y se calcula las cantidades tanto de agua como de solución nutritiva que el sustrato está siendo capaz de retener, y poner a disposición de la raíz de la planta.

En cuanto a la nutrición, cabe destacar la importancia de la relación N/K a lo largo de todo el ciclo de cultivo, que suele ser de 3/1 desde el trasplante hasta el inicio de la floración (esto es de la 1ª. Semana a la 3ª después del trasplante. , cambiando hasta 1/1 de la floración al amarre de frutos (de la 3ª semana a la 6ª.), y llegando hasta 1/3 de la 7ª semana y durante el período de cosecha. En el cultivo del tomate en racimo el papel del potasio en la maduración del tomate es esencial, pudiéndose emplear en forma de nitrato potásico, sulfato potásico, fosfato monopotásico o mediante quelatos. Esto es muy importante por que se requiere una

maduración más uniforme de todo el racimo. (ver anexo en Excel).

La adición de inhibidores de la nitrificación ralentizan la oxidación de amonio a nitrato, de manera que el amonio se mantiene durante más tiempo en el suelo, ya que este tipo de fertilizantes afectan a las bacterias que participan en este proceso. De esta manera el nitrógeno se suministra de forma gradual, ya que se adapta a las necesidades de cada cultivo a lo largo de su periodo de desarrollo y disminuyen las pérdidas de nitrato por lixiviación y desnitrificación, pues el efecto contrario tiene lugar con la adición de abonos minerales con elevado contenido en nitrógeno amoniacal.

El fósforo juega un papel relevante en las etapas de enraizamiento y floración, ya que es determinante sobre la formación de raíces y sobre el tamaño de las flores. En ocasiones se abusa de él, buscando un acortamiento de entrenudos en las épocas tempranas en las que la planta tiende a alargarse. Durante el invierno hay que aumentar el aporte de este elemento, así como de magnesio, para evitar fuertes carencias por enfriamiento del suelo.

El calcio es otro macroelemento fundamental en la nutrición del tomate para evitar la necrosis apical (blossom end rot), ocasionado normalmente por la carencia o bloqueo del calcio en terrenos generalmente salinos o por graves irregularidades en los riegos.

Entre los microelementos de mayor importancia en la nutrición del tomate está el hierro, que juega un papel primordial en la coloración de los frutos, y en menor medida en cuanto a su empleo, se sitúan manganeso, zinc, boro y molibdeno.

A la hora de abonar, existe un margen muy amplio de abonado en el que no se aprecian diferencias sustanciales en el cultivo, pudiendo encontrar “recetas” muy variadas y contradictorias dentro de una misma zona, con el mismo tipo de suelo y la misma variedad. No obstante, para no cometer grandes errores, no se deben sobrepasar dosis de abono total superiores a 2g.l^{-1} , siendo común aportar 1g.l^{-1} para aguas de conductividad próxima a 1mS.cm^{-1} .

Actualmente se emplean básicamente dos métodos para establecer las necesidades de fertilización:

- En función de las extracciones del cultivo, o toma de muestras de material vegetativo de la planta para analizarlas en laboratorio.

Cuadro de análisis 1.

- En base a una solución nutritiva “ideal” a la que se ajustarán los aportes previo análisis de agua. Este método es el que se emplea en cultivos hidropónicos, y para poder llevarlo a cabo en suelo o en enarenado, requiere la colocación de sondas de succión o chupatubos para poder determinar la composición de la solución del suelo mediante análisis de macro y micronutrientes, CE y pH. **Cuadro de análisis 2.**

Los fertilizantes de uso más extendidos son los abonos simples en forma de sólidos solubles: nitrato cálcico, nitrato de potasio, fosfato monopotásico (MKP), fosfato monoamónico (MAP), sulfato de potasio, sulfato de magnesio, fosfonitrato, y en forma líquida (ácido fosfórico, ácido nítrico), debido a su bajo costo y a que permiten un fácil ajuste de la solución nutritiva, aunque existen en el mercado abonos complejos sólidos cristalinos y líquidos que se ajustan adecuadamente, solos o en combinación con los abonos simples, a los equilibrios requeridos en las distintas fases de desarrollo del cultivo.

El aporte de microelementos, que años atrás se había descuidado en gran medida, resulta vital para una nutrición adecuada, pudiendo encontrar en el mercado una amplia gama de sólidos y líquidos en forma mineral y en forma de quelatos, cuando es necesario favorecer su estabilidad en el medio de cultivo y su absorción por la planta.

La clorosis férrica es característica de especies que crecen en suelos calizos. La deficiencia en hierro acorta el ciclo vital de las plantas, los rendimientos disminuyen y los frutos son de peor calidad. El quelato de hierro, es una de las mejores soluciones para combatir la clorosis férrica.

También se dispone de numerosos correctores de carencias tanto de macro como de micronutrientes que pueden aplicarse vía foliar o riego por goteo, aminoácidos de uso preventivo y curativo, que ayudan a la planta en momentos críticos de su desarrollo o bajo condiciones ambientales desfavorables, así como otros productos (ácidos húmicos y fúlvicos, correctores salinos, etc.), que mejoran las condiciones del medio y facilitan la asimilación de nutrientes por la planta.

Las sustancias húmicas complejan la mayoría de los metales presentes en el suelo, aumentando su disponibilidad en las plantas. Los aminoácidos también juegan un papel importante en la captación de nutrientes.

La **fertirrigación carbónica** consiste en el uso de agua carbonatada para el riego. El agua carbonatada se consigue mediante la inyección de CO₂ a presión en la tubería principal de manera que al disolverse en el agua de riego produce ácido carbónico que reduce el pH del agua y origina diversos bicarbonatos al reaccionar con carbonatos y otras sales presentes en el agua. El agua carbonatada recibe a continuación los fertilizantes habituales para el riego cuya solubilidad mejora en un agua ligeramente ácida.

Para aportar CO₂ al sistema de riego hay que tener en cuenta la presión de la línea de agua de riego, la distancia del punto de inyección de CO₂ al primer gotero, la temperatura del agua, el sistema de difusión del CO₂ en el agua y la cantidad de CO₂ por litro de agua.

La utilización del agua carbonatada es rentable en el cultivo del tomate; encontrándose la dosis óptima en torno a los 0.20 g de CO₂/l, produciendo los mayores incrementos de cosecha. El mayor tamaño de los frutos se alcanza con una dosis de 0.35 g de CO₂/l (Aguilera *et al*; 2001).

Ventajas de la fertirrigación carbónica:

- Acidifica el suelo modificando la solubilidad de los micronutrientes.
- Aumenta la calidad y el número de frutos.
- Favorece la disolución de los abonos utilizados.
- Evita y elimina incrustaciones en la red de riego.
- Ahorra fertilizantes.

Sustituye parcialmente la utilización de ácido nítrico.

Compatibilidad entre fertilizantes solubles:

	Urea	Nitrato de amonio	Sulfato de amonio	Nitrato de calcio	Nitrato de magnesio	Fosfato monoamónico	Fosfato monopotásico	Nitrato de potasio	Sulfato de potasio	Cloruro de potasio	Acido fosfórico	Acido nítrico	Acido Sulfurico	Sulfatos Fe,Zn,Cu,Mn	Quelatos Fe,Zn,Cu,Mn	Sulfato de magnesio
Urea																
Nitrato de amonio																
Sulfato de amonio																
Nitrato de calcio																
Nitrato de magnesio																
Fosfato monoamónico																
Fosfato monopotásico																
Nitrato de potasio																
Sulfato de potasio																
Cloruro de potasio																
Acido fosfórico																
Acido nítrico																
Acido Sulfurico																
Sulfatos Fe,Zn,Cu,Mn																
Quelatos Fe,Zn,Cu,Mn																
Sulfato de magnesio																

- Compaible
- Se reduce la solubilidad
- Incompatible

Fuentes, concentración de nutrientes, índice salino y solubilidad de algunos fertilizantes más comunes disponibles en el mercado.

Fertilizante	CONTENIDO DE NUTRIENTES (%)							
	Solubilidad ¹	Índice Salino ²	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	S
ACIDO FOSFORICO	5285	--	--	72	--	--	--	--
CLORURO DE POTASIO	347	116	--	--	60	--	--	--
FOSFATO MONOAMONICO	282	30	11	52	--	--	--	--
FOSFATO DIAMONICO	575	34	18	46	--	--	--	--
FOSFATO MONOPOTASICO	260	--	--	52	34	--	--	--
NITRATO DE AMONIO	1183	105	34	--	--	--	--	--
NITRATO DE CALCIO	3410	53	--	17	--	--	24	--
NITRATO DE MAGNESIO	423	--	11	--	--	--	10	--
NITRATO DE POTASIO	316	74	13	--	44	--	--	--
SULFATO DE AMONIO	760	69	21	--	--	--	--	23
SULFATO DE MAGNESIO	260	44	--	--	--	--	16	13
SULFATO DE POTASIO	110	46	--	--	50	--	--	18
UREA	1193	75	46	--	--	--	--	--

¹ Solubilidad en gr./L (Kg/m³) a 20 ° C de la forma cristalina de la sal, de aquellos fertilizantes mas usados para preparar soluciones de fertirrigación.

² El índice salino se calcula por el incremento en presión osmótica producido por un peso igual de fertilizante relativo al nitrato de sodio (Índice Salino = 100).

XV. DEFICIENCIAS NUTRICIONALES DEL TOMATE.

Un nutrimento mineral puede funcionar como constituyente de estructuras orgánicas, como activador de reacciones enzimáticas, o como osmoreguladores.

Las principales funciones de los nutrimentos minerales como nitrógeno, azufre y fósforo es que sirven como constituyentes básicos de proteínas y ácidos nucleicos. Otros nutrientes minerales, como el magnesio y varios de los micronutrientes, pueden funcionar como constituyentes de estructuras orgánicas, predominantemente de moléculas enzimáticas, donde están directamente o indirectamente relacionadas en la reacción catalítica de las enzimas. El potasio, y presumiblemente el cloro, son los únicos nutrientes minerales que no forman parte de estructuras orgánicas. Estos nutrimentos cumplen principalmente funciones de osmo – regulación (por ejemplo en vacuolas), de mantenimiento del equilibrio electroquímico en las células y sus compartimientos y la regulación de actividades enzimáticas. Naturalmente, por sus bajas concentraciones, los micronutrientes no juegan un papel directo en la osmoregulación, ni en el mantenimiento del equilibrio electroquímico.

Las relaciones típicas que se establecen entre el contenido de un nutrimento en particular y la tasa de crecimiento o el rendimiento de un cultivar se muestran en la figura:

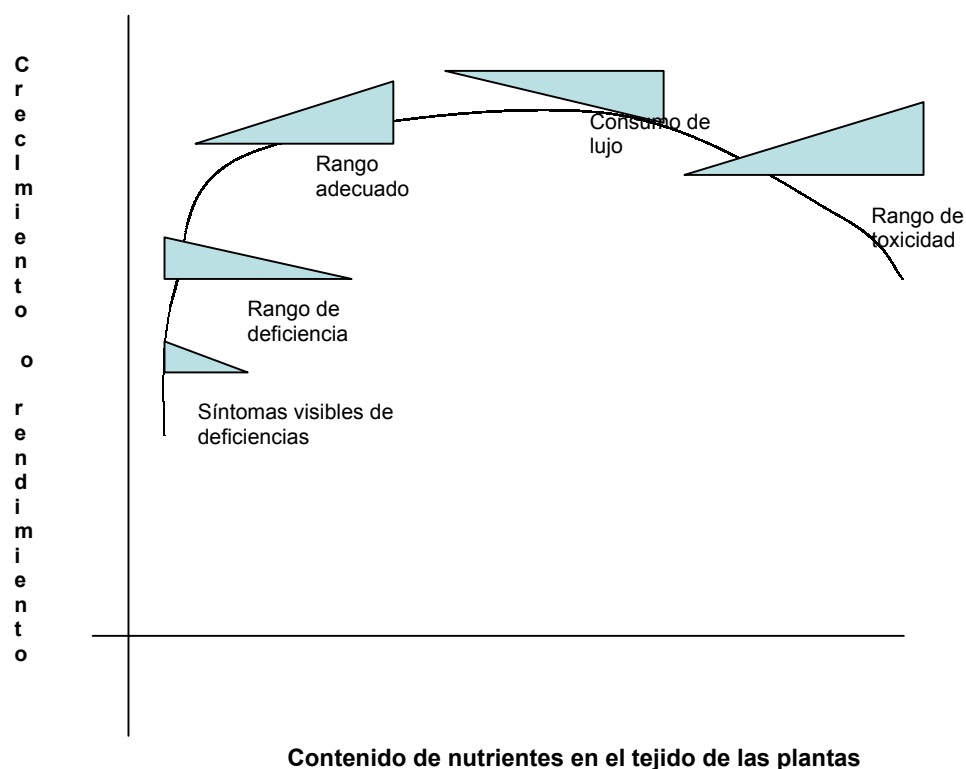


Figura. Relación entre el contenido de nutrientes y el crecimiento o rendimiento de las plantas. Fuente: adaptado de marshner (1986).

Hay una porción de la curva llamada zona de deficiencia donde el crecimiento (o rendimiento) aumenta rápidamente con pequeños aumentos en la concentración del nutriente, después hay un rango óptimo donde el crecimiento no está limitado por la concentración del elemento en cuestión; sigue después otro rango llamado consumo de lujo donde mayores concentraciones no causan deterioro en el crecimiento o rendimiento pero se presenta un consumo excesivo del nutriente y finalmente un rango donde se manifiestan síntomas visibles de toxicidad que afectan negativamente el crecimiento o rendimiento.

Cuando se ha seguido un correcto sistema de fertilización con base en análisis de agua y suelo y se vigila continuamente a las plantas con análisis químico de su estado nutricional, es difícil que se presenten problemas de deficiencia o toxicidad.

En muchas ocasiones, sin embargo, por cuestiones económicas o de dificultad de acceso a laboratorios no se sigue un programa adecuado, y el técnico es llamado cuando los problemas ya están presentes. En estos casos la detección de síntomas de deficiencia y toxicidad por métodos visuales es quizá la herramienta metodológica más adecuada y rápida para corregir un desorden nutricional.

Hay que considerar sin embargo, que como regla general, los síntomas de deficiencia y toxicidad se muestran de manera visible cuando el problema ya es agudo y el rendimiento futuro probablemente ya ha sido afectado. Además el diagnóstico por medios visuales puede complicarse por la presencia de enfermedades, aplicaciones foliares de productos químicos en concentraciones o condiciones ambientales inadecuadas, estrés por falta o exceso de agua, por altas o bajas temperaturas, exceso de luz, contaminantes en el aire, etc.

Para diagnósticos más precisos en base a síntomas visibles es muy conveniente tener a la mano toda la información posible, incluyendo el pH del suelo, los últimos resultados de análisis de suelo, el estatus del agua del suelo, últimas aplicaciones de pesticidas, fungicidas o foliares, presencia de heladas o bajas temperaturas y cualquier otra condición anormal.

Efectos fisiológicos y síntomas de deficiencia:

15.1. Nitrógeno.

Los síntomas de deficiencia se observan primero en las hojas más viejas; la razón es que el nitrógeno orgánico tiene una gran movilidad dentro de la planta, lo que le permite transferirse dentro de las plantas, de las partes más viejas a las partes más nuevas.

En las plantas deficientes de nitrógeno disminuye la tasa de síntesis de proteínas y, por lo tanto, una mayor proporción de los azúcares producidos en la fotosíntesis se canaliza hacia la síntesis y almacenamiento de carbohidratos complejos como almidones, celulosa y lignina; por ello, un síntoma de las plantas deficientes en nitrógeno es el endurecimiento de los tallos y la consistencia quebradiza de las hojas.

Hay una tendencia hacia la detención del crecimiento, por lo que es común detectar plantas con menor altura, con entrenudos más cortos y hojas jóvenes más pequeñas de lo normal. Un síntoma temprano de deficiencia es el

empalidecimiento de las hojas más viejas que avanza progresivamente hacia las más jóvenes. Por la pérdida progresiva de clorofila las hojas se van decolorando hacia un verde cada vez más amarillento. Cuando la deficiencia se hace severa las hojas jóvenes se ven pequeñas y raquílicas, y en general se dirigen tensas hacia arriba, las nervaduras destacan marcadamente; además se produce frecuentemente la defoliación de las hojas más viejas e inclusive la muerte de yemas jóvenes, se reduce la floración así como el tamaño y número de frutos y semillas.

Mientras se establece una fertilización adecuada, se pueden hacer aplicaciones periódicas de urea de 0.5 al 1 % (5 a 10 kg de urea por cada 1000 litros de agua).

Si la planta absorbe nitrógeno en exceso y no se producen proporcionalmente muchos azúcares, las plantas se van tornando suaves y succulentas debido a la falta de deposición de celulosa y lignina en las paredes celulares; la consecuencia principal son células muy delgadas, muy susceptibles al daño mecánico, a varias plagas y enfermedades, a la sequía y a las bajas temperaturas.

Cuando la nutrición es a base de nitratos, el exceso se manifiesta como plantas muy frondosas, con hojas grandes de color verde oscuro que pueden presentar pequeñas vesículas entre las nervaduras, tallos con entrenudos largos y un tejido succulento y tierno que vuelve a las plantas susceptibles al acame.

Cuando la absorción de nitrógeno es a base de amonio en exceso, aparte de los efectos fisiológicos directos (inhibición de la síntesis de ATP en la fotosíntesis, incremento de la respiración de la raíz, intoxicación celular por amoniaco, cambios en el balance hormonal, etc.) se puede ocasionar deficiencia de otros cationes como el Magnesio o Potasio, debido a que el amonio además de competir directamente con otros cationes por su carga positiva, al absorberse acidifica la rizósfera haciendo más difícil la absorción de los otros cationes. Los efectos tóxicos del amonio son más fuertes y evidentes cuando hay condiciones que inhiben o disminuyen la alta tasa de fotosíntesis que se necesita para producir los esqueletos carbonados necesarios para metabolizar rápidamente el amoniaco (bajas o altas temperaturas, poca agua disponible, falta de luz, etc.).

15.2. Fósforo.

Las plantas que sufren deficiencia de fósforo exhiben un crecimiento retardado, y a menudo se observa una coloración rojiza en las nervaduras del envés o de todo el envés de las hojas por un incremento en la formación de antocianina.

Las plantas deficientes en fósforo a menudo tienen un color verde más oscuro (verde azulado) que las plantas normales debido a que la elongación de las células de las hojas se inhibe más que la formación de la clorofila; en consecuencia el contenido de clorofila por unidad de área foliar es más alta, aunque la eficiencia fotosintética por unidad de clorofila es más baja.

La inhibición de la expansión de las células de las hojas se expresa particularmente durante el día y es causada por una disminución de la conductancia hidráulica de la raíz en las plantas deficientes de fósforo (falta de energía del ATP). Considerando lo anterior las plantas deficientes de fósforo presentarán hojas jóvenes con un tamaño menor de lo normal.

Debido a las funciones del fósforo en el crecimiento y metabolismo de las plantas, la deficiencia lleva a una reducción general en las tasas en la mayoría de los procesos metabólicos, incluyendo la división y expansión celular, la respiración y la fotosíntesis; manifestaciones visibles de esto serán una detención del crecimiento (achaparramiento) de la planta, hojas jóvenes pequeñas, caída de flores y detención del crecimiento de frutos.

Los fertilizantes foliares a base de fósforo se pueden aplicar para aminorar los síntomas de deficiencia (las dosis de aplicación varían según el producto) en tanto se establece una adecuada fertilización en el suelo.

Los síntomas de un exceso no se presentan en forma repentina. En primera instancia se presenta un crecimiento vigoroso, una coloración verde oscura en las hojas y una elevada formación de flores y frutos; pero a la larga un exceso de fósforo puede conducir a una deficiencia de nitrógeno, aunque más frecuentemente puede provocar la precipitación y posterior deficiencia de hierro y otros elementos menores como manganeso, cobre y zinc; la manifestación visual sería entonces una clorosis férrica entre las nervaduras de las hojas jóvenes. El análisis incluso podría indicar suficiente contenido de microelementos en la planta, pero estos estarán fijados en su mayor parte a las nervaduras de las hojas debido al exceso de fósforo.

15.3. Potasio.

Su absorción es como un ión K^+ , es altamente selectiva y está estrechamente relacionado en la actividad metabólica. El potasio es extremadamente móvil en todos los niveles, dentro de células individuales, dentro de tejidos y en trayectos de larga distancia, tanto a través del xilema como del floema. El potasio no se incorpora a moléculas orgánicas por lo que sus principales funciones son de activación de enzimas, estabilización del pH y mantenimiento del equilibrio eléctrico en el citoplasma, osmo-regulación y activación del proceso del transporte en las membranas.

El inicio de una deficiencia de este nutrimento puede ser difícil de reconocer por la falta de una sintomatología específica visible. Debido a la gran movilidad del K^+ , los primeros síntomas visibles son el amarillamiento y luego el quemado (necrosis) de las puntas y márgenes de las hojas viejas (la sintomatología va procediendo de los bordes hacia el centro), para posteriormente irse extendiendo hacia las jóvenes. En algunos casos se puede observar también el enrollamiento de las hojas hacia arriba (en forma de cuchara).

Normalmente no existen problemas de toxicidad como tal; exceso de K^+ puede dar lugar a una deficiencia de magnesio o calcio y quizá, más eventualmente de manganeso, zinc o hierro. En caso de que no se pueda bajar la concentración de potasio, estos problemas de deficiencia inducida se pueden corregir parcialmente añadiendo un poco más de ellos.

15.4. Azufre.

Las raíces de las plantas adsorben el azufre en forma de radical sulfato (SO_4^{--}) a tasas relativamente bajas, y su transporte a larga distancia en forma inorgánica está limitado prácticamente al xilema.

Aunque en mucho menor proporción, las hojas de las plantas pueden absorber y utilizar azufre a partir del dióxido de azufre (SO₂) presente en la atmósfera.

En plantas sanas el azufre constituye del 0.1 al 0.5 % de peso seco total. Es un componente de aminoácidos cisterna y metionina, y en consecuencia de la gran mayoría de las proteínas. Estos dos aminoácidos son precursores de otros compuestos que contienen azufre como coenzimas y productos secundarios de plantas.

La deficiencia de azufre es muy difícil de observar, ya que además de ser un elemento abundante en la mayoría de los suelos, muchos de los fertilizantes usados para abastecer otro nutrimento lo contienen en cantidades suficientes. La inhibición de la síntesis de proteínas durante la deficiencia de azufre conduce a una clorosis generalizada, como sucede con la deficiencia de nitrógeno, pero por tratarse de un elemento poco móvil empieza en las hojas jóvenes.

En las hojas verdes la mayoría de las proteínas se localizan en los cloroplastos donde las moléculas de clorofila comprenden grupos prostéticos del complejo cromo proteico; por lo tanto en plantas con deficiencia de azufre el contenido de clorofila disminuye también. La clorosis empieza generalmente en las nervaduras, mientras que el resto de la hoja todavía se ve verde. Eventualmente las hojas jóvenes se pueden curvar hacia abajo. El sistema radicular tiende a ramificarse profusamente.

Aun con azufre suficiente en la solución externa, se puede propiciar su deficiencia por un exceso de cloruros, ya que estos limitan su absorción por tener la misma carga y ser monovalentes (son más fácilmente absorbidos).

Debido a que las plantas soportan muy altas concentraciones de azufre, la toxicidad de cómo tal no se presenta, más bien el daño que se puede observar es el de una alta concentración de sales en general.

15.5. Calcio.

El calcio es absorbido por las rices en su forma catiónica Ca⁺⁺. En el interior de la planta es poco móvil, ya que solo circula en el xilema por la fuerza transpiratoria. Entra fácilmente en el apoplasto y es adsorbido en forma intercambiable por las paredes celulares. Su tasa de absorción dentro del citoplasma está severamente restringida y parece estar muy relacionada con los procesos metabólicos.

La movilidad del calcio de célula en célula y a lo largo del floema es muy baja y se considera que solo el calcio y el boro funcionan principalmente fuera del citoplasma.

Debido a su implicación dentro de los procesos de división celular, la deficiencia de calcio produce la detención del crecimiento y la deformación de las yemas terminales tanto de la parte aérea como de la raíz.

Inicialmente el crecimiento de las hojas jóvenes se frena, y los entrenudos más cercanos a la yema Terminal se quedan muy cortos; seguidamente se produce un amarillamiento de las hojas jóvenes a partir de los bordes que posteriormente se puede convertir en necrosis (manchas café – negruzco) por la muerte del tejido. Generalmente las hojas se enrollan hacia abajo (del haz hacia el

envés) y pueden producirse amarillamientos en las nervaduras. Si la deficiencia continua la yema Terminal puede morir.

En frutos de tomate aparece la enfermedad denominada pudrición basal del fruto, desorden que se puede presentar aun con concentraciones de calcio suficientes en la solución externa, pero debido a que este se mueve a través del xilema y no del floema, si hay mucha demanda de agua por la transpiración de las hojas, se disminuye el flujo de agua por el xilema hacia los frutos provocando la deficiencia de calcio en ellos. La deficiencia de calcio es común en los suelos ácidos debido a la presencia de H^+ que inhibe su absorción.

Para corregir deficiencias en el suelo generalmente tiene que recurrirse al encalado. La fertilización foliar puede ayudar a aliviar problemas de deficiencia en el corto plazo. Se pueden hacer aplicaciones foliares de nitrato de calcio del 0.75 al 1 % (7.5 a 10 kg de nitrato de calcio por cada 1000 litros de agua) o de cloruro de calcio del 0.4 al 0.5 % (4 a 5 kg de cloruro de calcio por cada 1000 litros de agua).

El calcio no produce efectos tóxicos directos pero puede ocasionar disminuciones en la absorción de fierro, magnesio, potasio, manganeso o boro (generalmente en ese orden), por lo que pudiera aparecer síntomas de deficiencia de alguno de ellos.

15.6. Magnesio.

Se absorbe como catión Mg^{++} . Su tasa de absorción puede ser fuertemente disminuida por otros cationes como el K^+ , NH_4^+ , Ca^+ , y Mn^{++} , así como por H^+ , esto es por un pH bajo.

Es muy móvil dentro de las células y se transloca fácil y rápidamente largas distancias a través del floema. Sus funciones están ligadas con su movilidad y con su capacidad de interactuar con ligandos nucleofílicos poderosos (por ejemplo grupos fosforilos) mediante enlaces iónicos, y actúa como un elemento enlazante y/o forma complejos de diferente estabilidad. Aunque en la mayoría de los enlaces en los que interviene el Mg^{++} son iónicos, algunos son parcialmente covalentes, como en la molécula de clorofila.

Debido a la gran movilidad del Mg^{++} dentro de la planta, los primeros síntomas de deficiencia se observan en las hojas viejas, y consisten en un moteado amarillento entre las nervaduras, mientras los bordes y nervaduras permanecen verdes. El amarillamiento es producto de una menor cantidad de clorofila en las hojas causado tanto por la inhibición en la síntesis de proteínas como por la falta de Mg^{++} para su incorporación en las moléculas de clorofila. Conforme se agudiza la deficiencia, el amarillamiento va progresando hacia las hojas jóvenes.

Hay acumulación de almidón en las hojas viejas indicando que la fotosíntesis per se es menos inhibida por la degradación del almidón en los cloroplastos, el transporte de azúcares dentro de las células y el cargado del floema, que son procesos donde hay fosfatasa que son inhibidas por la ausencia de Mg^{++} . La acumulación de almidón en las hojas puede causar su enrollamiento hacia arriba (del haz al envés). La deficiencia de Mg^{++} puede ser causada por una nutrición excesiva en NH_4^+ , K^+ o Ca^{++} .

Para corregir deficiencias en el suelo se debe fertilizar con sulfato de magnesio (sal de Epsom); en cultivos hidropónicos se debe añadir o aumentar la

concentración de esta sal a las soluciones, mientras tanto se pueden hacer aplicaciones foliares de este fertilizante en concentraciones de 1 al 2 % (10 a 20 kg de sulfato de magnesio por cada 1000 litros de agua).

Al igual que el calcio el magnesio en exceso no produce efectos tóxicos directos pero puede ocasionar disminuciones en la absorción de otros cationes. Marshner (1986) indica que el exceso de Mg^{++} se almacena en las vacuolas elevando la calidad nutricional de las plantas, y que hay cierta preocupación en escala mundial por una tendencia hacia la disminución del contenido de magnesio en las plantas cultivadas, ya que una absorción insuficiente de este catión en la dieta humana puede conducir a un síndrome de deficiencia muy perjudicial para la salud.

15.7. **Fierro.**

Generalmente se absorbe en su forma reducida (Fe^{++}) el fierro en su forma oxidada (Fe^{+++}), debe ser reducido en la superficie o en el apoplasto de la raíz antes de que pueda ser absorbido dentro del citoplasma.

Es constituyente (grupo prostético) de enzimas esenciales en el metabolismo como los citocromos que juegan un papel preponderante en los sistemas de oxido – reducción tanto de los cloroplastos como de las mitocondrias.

Hay también un cierto número de enzimas en donde el fierro actúa como un metal componente en reacciones de oxido – reducción o como un elemento de unión entre la enzima y su sustrato.

El nivel crítico de deficiencia de fierro en las hojas es de 50 a 150 mg kg^{-1} de peso seco. Por ser relativamente inmóvil y un componente esencial para la síntesis de clorofila, la deficiencia de fierro se presenta inicialmente como un amarillamiento de las hojas más jóvenes (incluso las que apenas van apareciendo) permaneciendo verdes las nervaduras, dando una apariencia reticulada; posteriormente toda la hoja (incluyendo las nervaduras) se torna amarillo blancuzca y, finalmente aparecen zonas necróticas. A medida que se prolonga la deficiencia, el amarillamiento y la posterior necrosis se van extendiendo hacia las hojas viejas.

En las raíces la deficiencia provoca cambios morfológicos como la inhibición de la elongación, el aumento en el diámetro de las zonas apicales y la formación de abundantes pelos radicales. La deficiencia de fierro es un problema serio en suelos calcáreos. En soluciones nutritivas hidropónicas la deficiencia se puede presentar principalmente por la elevación del pH (que provoca su precipitación con fosfatos) o por elevadas concentraciones de manganeso elemento con el que se presenta reacciones de antagonismo.

La corrección mediante fertilizaciones al suelo puede ser demasiado costosa y tardada debido a la necesidad de bajar el pH, por lo que se puede recurrir a la fertilización foliar por periodos prolongados. Resh (1992), recomienda aplicaciones foliares de quelatos de fierro ($Fe-EDTA$) del 0.02 al 0.55 % (0.2 a 5.5 kg de $Fe-EDTA$ por cada 1000 litros de agua) cada 4 días.

Con excepción de suelos inundados (con deficiencia de oxígeno), es difícil observar efectos de toxicidad de fierro; por el antagonismo de fierro y Mn^{++} lo más común es que un exceso de fierro se manifieste como una deficiencia de manganeso. Con aplicaciones foliares excesivas eventualmente aparecen puntos o pequeñas manchas necróticas en el limbo de las hojas.

15.8. Manganeso.

El manganeso se absorbe principalmente como Mn^{++} y en esta forma es traslocado por el xilema hasta la parte aérea. Forma enlaces de unión relativamente débiles, por lo que puede reemplazar al Mg^{++} en muchas funciones (por ejemplo en su papel de enlace entre ATP y complejos enzimáticos).

La función más estudiada del Mn^{++} es su papel esencial en la fotosíntesis del agua en el proceso fotosintético (reacción de Hill).

El Mn^{++} activa un buen número de enzimas, principalmente las descarboxilasas y deshidrogenadas del ciclo de Kerbs en la respiración celular. Pero la mayoría de Mn^{++} requerido por las plantas está relacionado por su estrecha unión a ciertas metaloproteínas donde actúa como un constituyente estructural (superóxido dismutasa), como parte del sitio activo (malato deshidrogenada, enzima mállica, isocitrato deshidrogenada) o como un sistema de oxidoreducción.

El nivel crítico de deficiencia de Manganeso se sitúa entre 10 y 20 mg g⁻¹ de peso seco en hojas maduras y es muy consistente a pesar de la especie y variedad de planta, o las condiciones ambientales prevalecientes. Debajo de este nivel declina la producción de materia seca, la tasa de fotosíntesis neta, y el contenido de clorofila.

Los síntomas visibles de deficiencia aparecen primero en las hojas jóvenes y/o en las maduras, presentándose en las nervaduras una ancha orla verde oscuro. Sobre un fondo verde pálido o amarillento del resto de la hoja, mientras que los bordes de las hojas también permanecen de color verde oscuro. Eventualmente se pueden presentar manchas semitransparentes entre las nervaduras, especialmente en las hojas o folíolos más alejados del tallo principal. En algunos casos las hojas tienden a enrollarse en los márgenes hacia el envés.

La deficiencia se puede presentar en suelos alcalinos o con abundancia de calcio, también se puede presentar en soluciones nutritivas con exceso de hierro o calcio. La corrección en suelos calizos es difícil, por lo que se tiene que recurrir a las aplicaciones foliares continuas. Se recomienda la aplicación foliar de sulfato de manganeso a razón de 0.1 a 1 % (1 a 10 kg de sulfato de manganeso por cada 1000 litros de agua) repetida cada 4 días.

El exceso de manganeso inicialmente puede dar lugar a síntomas de deficiencia de hierro. En concentraciones muy altas se puede presentar un enrollamiento hacia el envés de las hojas. Un síntoma típico de toxicidad es la aparición de manchas cafés (por precipitación de MnO_2) en hojas viejas. La pérdida de la dominancia apical y la formación de numerosas yemas terminales (escoba de bruja) es otro síntoma de toxicidad de manganeso que pudiera estar relacionado con su papel en el metabolismo de las auxinas o con la provocación de una deficiencia de calcio. La toxicidad de manganeso es un serio problema en los suelos ácidos, donde queda disponible en altas concentraciones en la solución del suelo. También se puede solubilizar mucho manganeso después de una esterilización con vapor al suelo, provocando toxicidad.

15.9. Boro.

El boro se absorbe principalmente como ácido bórico (H_3BO_3) o como hidróxido de boro ($B(OH)_3$). El boro se encuentra fuertemente adsorbido en los constituyentes de las paredes celulares. El transporte a la larga distancia está restringido al xilema.

El papel es el menos comprendido de los nutrimentos esenciales. No hay evidencias de que forme parte de enzimas o que tenga efectos de activación o

inhibición sobre alguna de ellas. Su función es principalmente extracelular y está relacionada con la producción de lignina y con la diferenciación del xilema (en conjunto con auxinas). Una parte importante del boro total en las plantas está formando complejos en forma de esteres cis-borato en las paredes celulares.

Parece que el boro puede sustituir al calcio en ciertas funciones (o tiene algunas funciones parecidas al calcio), sobre todo en la regulación de la síntesis y la estabilización de ciertos constituyentes de las paredes celulares e incluso de las membranas plasmáticas.

Se ha establecido que el boro juega un papel muy importante en la elongación celular y también tiene influencia en el proceso de división, probablemente porque su deficiencia inhibe la síntesis de ácidos nucleicos. Se ha observado que la síntesis de uracilo se ve particularmente afectada en ausencia de boro.

El boro parece estar implicado también en la síntesis de citocininas en la raíz y sus exportaciones a la parte aérea.

El boro está implicado en la generación y viabilidad del polen así como en el crecimiento del tubo polínico.

El nivel crítico de deficiencia de boro es muy variable pues va desde 5 a 10 mg kg⁻¹ de peso seco de hojas en monocotiledóneas, hasta 40 a 100 mg kg⁻¹ en zanahoria y betabel. Uno de los efectos más rápidos de una deficiencia de boro es la inhibición o cese del crecimiento (elongación)

Tanto de las raíces primarias como laterales, dando a la raíz una apariencia arbustiva. El efecto más notable y grave de su deficiencia es la muerte de los ápices de crecimiento, adquiriendo el conjunto de las hojas más jóvenes un aspecto arrosado. Las hojas palidecen, se tornan quebradizas con puntos necróticos y pueden engrosarse de 1.5 a 3 veces más de lo normal. Eventualmente las hojas maduras se pueden enrollar hacia arriba (forma de cuchara). Los tejidos internos en los tallos de varias especies suelen desintegrarse o decolorarse.

La deficiencia de boro es un desorden nutricional bastante extendido en los campos agrícolas.

La toxicidad se manifiesta primero por un amarillamiento de los márgenes y puntas de las hojas maduras, que deriva a una necrosis posterior de las mismas. Esto es reflejo de la distribución de boro siguiendo la corriente transpiratoria. En un principio se puede confundir una toxicidad de boro con una deficiencia de potasio.

La toxicidad de boro es frecuente en zonas áridas y semiáridas, donde el agua de riego puede tener este nutriente en exceso.

15.10. Cobre.

En las soluciones del suelo hasta un 98 % del cobre se encuentra formando complejos con compuestos orgánicos de bajo peso molecular y es probable que su principal forma de absorción sea como quelato de cobre y no tanto como Cu⁺⁺. Debido a su alta afinidad por varios ligandos (aminoácidos, compuestos fenólicos, etc.), aun en soluciones hidropónicas el Cu⁺⁺ puede ser rápidamente quelatado y absorbido en esa forma. En el xilema y floema más del 99 % del cobre se encuentra formando complejos con aminoácidos y compuestos relacionados.

Hay varias proteínas con funciones metabólicas importantes que contienen cobre. Destacan entre otras plastocianina, que participa en la transferencia de electrones en las reacciones luminosas de la fotosíntesis.

El cobre es necesario para la síntesis de lignina. En plantas deficientes se puede inhibir el proceso de lignificación. Incluso los vasos del xilema pueden presentar una lignificación insuficiente. La inhibición de la lignificación puede también afectar el amarre de frutos, debido a que para que el polen se desprenda de los estambres y pueda fertilizar los ovarios es necesario que se de la lignificación de las paredes celulares de los estambres.

La deficiencia de cobre ocasiona también esterilidad del polen, ya que afecta negativamente el proceso de microsporogénesis.

El nivel crítico de deficiencia en las hojas se sitúa generalmente entre 3 y 5 micro gr gr-1 de materia seca. El cambio anatómico más típico de una deficiencia de cobre es la detención del proceso de lignificación.

Otros síntomas visibles incluyen la detención del crecimiento, la necrosis del meristemo apical y el blanqueado de las hojas más jóvenes. Con la muerte del meristemo apical se pueden formar numerosos brotes nuevos muy débiles que, a su vez, mueren a partir de su ápice.

Las plantas deficientes en cobre son más susceptibles a marchitarse (posiblemente por falta de lignificación del xilema). Entre las plantas más vulnerables a la carencia se encuentra el tomate, la col y el rosal.

La deficiencia de cobre es poco común en las plantas cultivadas, debido entre otras cosas a que muchos de los fungicidas que se aplican son a base de cobre. En todo caso para corregir una deficiencia pueden hacerse aplicaciones foliares de doble propósito con fungicidas a base de cobre.

Para la mayoría de las especies el nivel crítico de toxicidad se sitúa entre los 20 y 30 micro gr gr-1 de materia seca. El exceso de cobre puede inducir una deficiencia de hierro y por lo tanto una clorosis en las hojas jóvenes.

15.11. Zinc.

El zinc es absorbido predominantemente como catión divalente (Zn^{++}), aunque a pH alto puede ser tomado también como catión monovalente ($Zn OH^+$). Su transporte a larga distancia es principalmente a través del xilema, donde el zinc se une a ácidos orgánicos o existe como un catión divalente libre. En las plantas el zinc no se reduce o se lixivia y sus funciones como nutrimento están basadas en su propiedad de formar complejos tetraédricos.

El zinc actúa como metal componente de enzimas o como un cofactor funcional, estructural o regulador de un gran número de enzimas.

Se cree que el zinc es requerido para la síntesis de triptofano que es un precursor de la síntesis de la principal auxina vegetal, el ácido indol acético (AIA). Por ello muchos de los síntomas de una deficiencia de zinc están relacionados con una disminución en el nivel de AIA en las plantas.

Los niveles críticos de deficiencia de zinc se sitúan entre los 20 y 30 mg kg-1 de peso seco de hojas. Los síntomas visibles más característicos son la detención del crecimiento debido al acortamiento de entrenudos (arrosetado) y una drástica disminución en el tamaño de las hojas jóvenes, que generalmente se retuercen y adoptan un aspecto fusiforme. Se puede presentar también un amarillamiento entre nervaduras.

El nivel crítico de toxicidad por zinc se ubica por encima de los 500 mg kg-1 de peso seco. La inhibición del crecimiento (elongación) de la raíz es el aspecto

más distintivo de una toxicidad por zinc, aunque no es la más visible. Un exceso de zinc induce deficiencia de hierro por lo que se manifiesta visiblemente por una clorosis férrica. Las hojas más viejas pueden presentar las nervaduras de un tono rojo a negro.

En cultivos hidropónicos, donde se recircula la solución, la toxicidad se puede presentar cuando se utiliza equipo o tubería galvanizada en el riego (el galvanizado lleva zinc que paulatinamente se va diluyendo en la solución). En suelo, el procedimiento más adecuado para corregir un exceso de zinc es incrementar el pH mediante encalado.

15.12. Molibdeno.

Aunque el molibdeno es un metal, en soluciones acuosas se presenta y absorbe principalmente como MoO_4^{--} . El molibdeno es el nutrimento que es requerido en menor cantidad por las plantas. Sus funciones dentro de las plantas están relacionadas con sus cambios de valencia como componente de algunas enzimas.

Solo se ha encontrado el molibdeno como cofactor en algunas cuantas enzimas, entre las que destacan nitro reductasa, nitrogenasa, xantino oxidasa-hidrogenasa y sulfito oxidasa. La primera cataliza la reducción del nitrato a nitrito, mientras la nitrogenasa es una enzima esencial de los sistemas biológicos que fijan nitrógeno atmosférico N_2 y lo reducen a NH_3 .

Cuando se aplica nitrato como fuente de nitrógeno en ausencia de molibdeno se inhibe fuertemente el proceso de asimilación de nitrógeno o compuestos orgánicos por lo que se debilita el crecimiento de la planta, disminuye el contenido de clorofila de las hojas y baja el contenido de ácido ascórbico, mientras que el contenido de nitratos permanece alto. Cuando la nutrición es a base de amonio la respuesta a la ausencia de molibdeno es mucho menos marcada, pero está aún presente.

En muchas especies de plantas el síntoma visible más típico de deficiencia de molibdeno es una reducción drástica del área del limbo (principalmente se reduce el ancho de la hoja) y una ondulación peculiar de las hojas (hojas rizadas). Dependiendo de la especie de la planta los niveles críticos de deficiencia varían entre 0.1 y 1 micro g gr⁻¹ de materia seca de hoja.

Otros síntomas que se pueden presentar incluyen clorosis y/o necrosis locales a lo largo de las nervaduras principales de las hojas maduras como efecto de la falta de clorofila.

Según Windsor y Adams (1987) el exceso de molibdeno es poco frecuente ya que los niveles de toxicidad son altos (10 a 1000 micro g gr⁻¹ de peso seco), sin embargo se debe procurar mantenerlos bajos debido a su potencial toxicidad para los animales y seres humanos.

La deformación de las hojas y una coloración dorada en los tallos, debido a la formación de complejos de molibdocatecol en las vacuolas, son los síntomas más frecuentes de una toxicidad por molibdeno.

15.13. Cloro.

El requerimiento de cloro para el óptimo crecimiento de las plantas se sitúa entre 340 1200 mg kg⁻¹ de peso seco, concentración típica de un micronutriente; sin embargo su concentración normal en los tejidos vegetales oscila entre 2 y 20 g kg⁻¹ de peso seco, similar a otros macronutrientes. El cloro se absorbe por las raíces con facilidad de las soluciones acuosas fundamentalmente como anión (Cl⁻) y dicha absorción está estrechamente asociada a la actividad metabólica.

La movilidad del cloro dentro de la planta es alta, tanto en el nivel celular como a larga distancia, y su papel principal es en forma inorgánica como compensador de cargas y en osmo regulación.

La principal función del cloro está relacionada con la reacción de Hill en el fotosistema II. Ahí participa como cofactor junto con el manganeso en la fotólisis del agua. El cloro también puede afectar la fotosíntesis y el crecimiento de la planta indirectamente debido a su papel en la regulación de la apertura de los estomas.

Cuando es absorbido en cantidades relativamente grandes contribuye a modular el balance entre cationes y aniones y la síntesis de ácidos orgánicos. Es uno de los solutos osmóticamente más activos en las vacuolas e influye, por lo tanto, en la turgencia celular a través del proceso de osmo-regulación.

Debido a su facilidad de absorción y a que su requerimiento para un adecuado crecimiento de las plantas es bajo, es muy difícil observar una deficiencia de cloro, pues incluso el cloro presente en el agua de lluvia puede aportar la cantidad necesaria de este elemento.

Las concentraciones de cloro en la solución externa por encima de 700 mg L⁻¹ pueden conducir a síntomas visibles de toxicidad en las especies sensibles. La sintomatología es semejante a la del exceso de sales en general, tales como el quemado de los bordes y puntas de las hojas, empezando por las hojas más viejas, reducción en el taño de las hojas y detención del crecimiento. Como el Cl⁻ y el NO₃⁻ presentan antagonismo en su absorción un exceso de Cl⁻ puede provocar una deficiencia de nitrógeno, pero también, aumentando la concentración de nitratos es posible paliar los efectos negativos del exceso de Cl⁻. Esto sucede en el caso de tomate Cherry, que por sus características y necesidad de altas CE, para lograr una alta concentración de azúcares en el fruto, es necesario aumentar las dosificaciones de cloros y sales, entonces los suministros de nitrógeno se hacen en forma de Nitratos y no de Nitritos.

XVI. DESORDENES FISIOLÓGICOS DEL FRUTO DE TOMATE.

ALTERACIONES DEL FRUTO.

16.1. Podredumbre apical (blossom-end rot): Comienza con la aparición de lesiones de color tostado claro, que al aumentar de tamaño se oscurecen y se vuelven coriáceas, y que a menudo pueden ser enmascaradas por una podredumbre negra secundaria. Comienza por la zona de la cicatriz pistilar, aunque puede también producirse en alguno de los lados. En ocasiones, se producen lesiones negras internas que no son visibles en el exterior del fruto. La aparición de esta fisiopatía está relacionada con niveles deficientes de calcio en el fruto. El estrés hídrico y la salinidad influyen también directamente en su aparición. Existen también distintos niveles de sensibilidad varietal. Los frutos afectados por podredumbre apical maduran mucho más rápidamente que los frutos normales.

Un desbalance nutricional, puede resultar por un aumento del transporte en el floema como consecuencia de un incremento en la fotosíntesis (causada por una repentina elevación de la radiación solar) o una disminución del transporte en el xilema.

Esto último debido a una mayor transpiración en las hojas (atmósfera seca con baja humedad). De esta manera el agua en el xilema se moviliza a las hojas maduras para mantener el índice de transpiración y así poco calcio llega a las células activas del crecimiento del fruto. Se atribuye también a una reducción de la presión radicular debido a alta salinidad (elevada CE) y a una creciente resistencia al flujo de agua y calcio en los tejidos del fruto y pedicelo.

La incidencia está influenciada por la absorción de calcio por las raíces durante el desarrollo del fruto, de esta manera, los bajos niveles de calcio en la solución nutritiva antes del desarrollo del fruto, tienen poco o ningún efecto en su presencia. Por lo tanto se debe poner gran atención a los niveles de calcio durante la formación del fruto.

El desorden aparece primero como manchas de agua en la base del fruto, el cual tiene un color verde acuoso, gradualmente cambia a café oscuro y la lesión se hunde a medida que el tejido pierde agua.

La pudrición se presenta también internamente, con o sin síntomas externos, en la forma de manchas cafés cerca de los lóbulos. Cada fruto afectado puede llegar a tener una o varias lesiones iniciales. El tejido muerto, frecuentemente induce maduración prematura del fruto adyacente al área hundida. Bajo condiciones favorables, los primeros frutos aun pequeños, muestran el color rojo de la maduración.

La prevención de este desorden se lleva a cabo usando primeramente materiales genéticos con resistencia a este desorden, pero principalmente se debe observar la utilización adecuada de los nutrientes, para mantener un equilibrio en la planta, evitando tener carencias principalmente de calcio o condiciones que entorpezcan su asimilación por la planta, así mismo se debe tener especial cuidado en las condiciones ambientales e hídricas, ya que fluctuaciones drásticas pueden ser una

causa importante para que se presente este desorden. Durante la fase de fructificación debe de suministrarse a la planta por lo menos 125 ppm de Calcio y para correcciones hasta 200 ppm. Para evitar tener condiciones extremas de clima se puede sombrear el cultivo con el uso de pantallas térmicas. También se debe reducir la CE durante condiciones de alta luminosidad y temperatura.

16.2. Tejido blanco interno: depende del cultivar y de las condiciones ambientales. Normalmente solo se producen unas cuantas fibras blancas dispersas por el pericarpio, aunque la formación de tejido blanco se encuentra generalmente en la capa más externa del fruto. En ocasiones, el tejido afectado se extiende desde el centro del fruto. Este fisiopatía puede ser muy variable, por ejemplo en tomates de un mismo racimo pueden diferir entre si en cuanto a la cantidad de tejido blanco que se forma en ellos.

Un estado nutricional adecuado, especialmente en cuanto al potasio, reduce la formación de tejido blanco. Se recomienda evitar condiciones de estrés y emplear cultivares tolerantes.

16.3. Rajado de frutos: existen dos tipos de rajado en el fruto de tomate: el concéntrico y el radial. El agrietado concéntrico consiste en la rotura de la epidermis formando patrones circulares alrededor de la cicatriz peduncular. El agrietado radial consiste en una rotura que irradia desde la cicatriz peduncular hacia el pistilar. Las principales causas de esta alteración son: desequilibrios en los riegos y fertilización y bajada brusca de las temperaturas nocturnas después de un período de calor. Los frutos expuestos al ambiente se agrietan más fácilmente que los que se encuentran protegidos por el follaje; esto es debido a las grandes fluctuaciones de temperatura que resultan de la exposición directa a los rayos de sol y que durante los periodos de lluvia, los frutos expuestos al sol se enfrían rápidamente.

El problema de las rajaduras en círculos concéntricos, un o en el interior del otro alrededor de la parte Terminal del tallo del fruto, es consecuencia de la aplicación de mucho agua seguida de poca, o también por el crecimiento rápido del fruto a altas temperaturas y humedad, o a grandes diferencias de temperatura entre el día y la noche.

16.4. "Catface" o cicatriz leñosa pistilar: los tomates con esta fisiopatía carecen normalmente de forma y presentan grandes cicatrices y agujeros en el extremo pistilar del fruto. En ocasiones, el fruto tiene forma arriñonada con largas cicatrices. Una de las causas es el clima frío, la poda también puede incrementar este tipo de deformación bajo ciertas condiciones y los niveles altos de nitrógeno pueden agravar el problema.



16.5. Hombros verdes, quemaduras de sol y frutos de color naranja. Todos estos desordenes están asociados a altas temperaturas o gran intensidad de luz. La temperatura de los frutos bajo condiciones de alta intensidad de luz, es mucho más alta que la temperatura en el interior del invernadero, particularmente en áreas localizadas en los lados y hombros de la fruta expuesta a los rayos del sol.

Los hombros verdes se presentan como áreas de color verde oscuro en la parte superior del fruto en maduración, el cual nunca cambia a rojo. Frecuentemente el área se amarillea cuando el resto del fruto madura.

Para minimizar el problema se recomienda aumentar la ventilación en días calurosos y sombrear las plantas. A la vez, evitar la eliminación de hojas encima de los racimos de fruta, sobre todo en la primavera y el verano, un gran número de cultivares son inmunes a este tipo de defecto.

El color naranja de los frutos después que han madurado, puede ser atribuido a la inhibición por altas temperaturas del pigmento licopeno, el color rojo se desarrolla en el fruto de tomate de 18.3 a 23.8° C.

16.6. Pared gris. Se caracteriza por una desigual coloración de la pared del fruto en la forma de manchas irregulares, de color verde o amarillo verdoso. Cuando el fruto madura, estas áreas permanecen de color gris o cambia a amarillo, produciendo una maduración desuniforme. En el tejido vascular en el interior del fruto se observan con frecuencia áreas necróticas de color café.

El desorden es asociado a condiciones de baja intensidad de luz, bajas temperaturas en el medio ambiente y en el suelo, a alto nitrógeno y potasio, también por compactación del medio de cultivo. Una combinación de estas condiciones probablemente sea la causa principal de la mayor incidencia de este problema. Algunos cultivares son más susceptibles que otros.

Para evitar el daño cuando la intensidad de luz sea baja, aplique el agua y nutrientes (especialmente nitrógeno) con menos frecuencia. No intente elevar la temperatura más de 5.5 a 8° C sobre la temperatura mínima de la noche. Si el problema persiste bajo condiciones de luminosidad moderada a intensa, la causa puede ser puramente nutricional (alto nitrógeno, bajo potasio) o alta humedad en el

suelo. También han sido asociados al desorden ciertos hongos, bacterias y el virus del mosaico del tabaco.

16.7. Cara de gato. La forma del fruto está completamente distorsionada con la presencia de protuberancias, indentaciones, malformaciones. El agrietamiento del fruto en la parte Terminal del pedúnculo deja algunos huecos exponiendo los lúculos.

La causa más frecuente se debe a daños en pistilo o en el ovario, por factores genéticos o factores del medio ambiente, como temperaturas menores a 12.8° C y a cielo nublado que hace que las partes de la flor se desarrollen anormalmente. También por las altas temperaturas durante la polinización. Algunos cultivares son más susceptibles que otros.

16.8. Cicatriz (cicatriz de antera). A un lado del fruto se observa una cicatriz vertical que se asemeja a una cremallera (zipper) o a una cicatriz similar a la que dejan algunas costuras.

El problema se debe a que la antera queda adherida al borde del ovario (fruto inmaduro). A medida que el fruto incrementa su tamaño, la antera se desgarrar a lo largo del fruto dejando una cicatriz.

16.9. Frutos bofos. Los frutos bofos tienen una apariencia angular, con uno o más lados aplanados que los demás. Estos frutos pesan menos y sus lóbulos no tienen suficiente gelatina y semilla, algunos están completamente vacíos.

Este desorden es producto de una mala polinización, como consecuencia de: falta de un buen sistema de polinización, baja luminosidad, altas o bajas temperaturas del aire mayor a 32.2° C y menor que 14.4° C respectivamente, grandes diferencias de temperatura del día y la noche, falta y exceso de agua, excesivo nitrógeno, inadecuada cantidad de CO₂ o el uso de hormonas. No existen cultivares resistentes a este problema.

XVII. COSECHA, SELECCIÓN Y EMPAQUE.

La producción de tomate en invernadero, por lo que representa en cuanto inversión y expectativas de calidad, requiere mucha atención en lo que se refiere a los cuidados de cosecha, selección y empaque.

La calidad de un tomate de invernadero requiere extremo cuidado a la hora de empacar, ya que todo el esfuerzo y la calidad de la fruta pueden desaprovecharse si es que no se cuenta con un buen manejo en el empaque.

El estado de maduración de la fruta, determinará el momento de la cosecha, pero esto depende de que tipo de tomate sea y cual sea el destino de este. Ya que cada tipo de tomate, presenta, por su propia fisiología, características de maduración diferentes, por ejemplo, el tomate cherry requiere cortarse en estado completamente maduro y de color rojo, mientras que el tomate bola se corta en cuanto esta empezando a tomar color

Las características de cada tipo, nos hacen tomar en cuenta que el manejo de post cosecha será diferente en cada caso, pero sin embargo, cualquier tipo de tomate de invernadero tendrá siempre una ventaja competitiva de calidad con respecto a una fruta proveniente de campo abierto.

- **Tomate bola (corte suelto).** Se puede cortar en estado de maduración fisiológica, o sea en cuanto la coloración del fruto verde cambia de verde opaco a verde brillante y el cierre del fruto (la punta) tiene un color amarillento, o incluso cuando empieza a verse un color verde más intenso en las líneas de los gajos del tomate. Su estado de maduración es vm2 (verde maduro 2). Después de cortado se traslada a las instalaciones de empaque, donde primeramente se lava en tinas donde se adiciona al agua un 2 % de cloro. Posteriormente pasa por una bande de cepillos donde seca y limpia, incluso algunos empaque cuentan aquí con boquillas de aire que le quitan el exceso de agua a la fruta, otros cepillos lustran y enceran la fruta que cae a las bandas de selección de tamaño, y color en muchos casos.

La selección de la fruta se hace principalmente en cuanto a tamaños, y se usan los acomodados de 4 x 4 (jumbo), 4 x 5 (x-large), 5 x 5 (large) o 5 x 6 (médium). Estos acomodados van en una caja de 15 libras, acomodados en dos pisos o tandas, o incluso en un solo piso cuando van acomodados en charolas de plástico; cada fruta va etiquetada con un número clave de acuerdo a su origen y productor, esto de acuerdo a los reglamentos de exportación. Incluso llevan un número que los identifica si son producidos hidropónicamente. Los cuidados de post cosecha comienzan desde que se corta la fruta, evitando ser maltratado mecánicamente por los cortadores, la cadena de frío empieza en el agua con que se lava la fruta ya que esta debe estar entre 20 y 23 °C, posteriormente, después de ser empacados, se pasan a cuartos fríos que deben estar entre 10 y 13 °C, con humedad relativa entre 90 y 95 %.

- **Tomate bola de racimo.** Este tomate se corta con especial cuidado, ya que se pretende cortar el racimo sin desprender la fruta, generalmente los racimos son de 4 o 5 tomates, y se corta cuando la coloración ya es uniforme en todo el racimo, entonces su estado de maduración será vm5. El empaque de este tipo de tomate generalmente se hace en charolas de plástico de 1 libra de peso. Los cuidados de post cosecha son más estrictos que los de el tomate suelto. Este tomate no se lava y se empaca lo más limpio posible, cuando un tomate de este tipo presenta suciedad por manejo de pesticidas o polvo, es imposible que se empaque para mercado de exportación.



- **Tomate tipo cocktail.** Este tomate generalmente se corta en racimo y se debe tener el mayor cuidado posible para no desprenderlo al momento de cortarlo de la planta. Este tomate se corta en un estado de maduración vm4, o sea que debe estar en un color entre rosa y naranja, o se que en este estado el 30 % del furto muestra un color rosado, y nunca más del 60 %; este tipo de tomate sufre muchos daños cuando se corta en un estado de maduración menor, o sea que nunca se debe cortar en vm2.
- **Tomate tipo cherry.** Este tomate siempre se corta en estado de maduración rojo o casi rojo, en vm4, ya que es un tomate que por su fisiología, su maduración es mucho más lenta que otros. Esto dependerá directamente del manejo nutricional que haya tenido la planta durante su desarrollo, ya que cuando el cultivo se ha manejado con excesos de nitrógeno, generalmente la fruta tiende a aflojarse rápidamente como si estuviera sobre madura. Y de igual manera, cuando las CE se han manejado muy altos(arriba de 5 umS), esto es un manejo que a menudo se hace ya que se busca tanto en cherry como en cocktail que los grados Brix (°Brix) sean altos, ya que su mercado es solo para el tomate demasiado dulce.



- **Tomate saladette.** Este tipo de tomate, generalmente se maneja su corte como el tomate bola, pero este resiste mucho más manejo que el tomate bola. Su empaque se realiza en cajas de 30 libras y se acomodo en 2 tandas o pisos, generalmente se busca para el mercado de exportación fruta de 120 a 140 grs. Y para mercado nacional de 160 a 180 grs. Por esta variabilidad en cuanto a las características de mercado, es difícil decidir cuando nos conviene o no empacar para exportación, ya que siempre será más atractivo producir para mercado nacional, pues el de exportación nos obliga a cortar tomates más pequeños.

XVIII POSTCOSECHA

-Calidad: la calidad del tomate estándar se basa principalmente en la uniformidad de forma y en la ausencia de defectos de crecimiento y manejo. El tamaño no es un factor que defina el grado de calidad, pero puede influir de manera importante en las expectativas de su calidad comercial.

- **Forma:** bien formado (redondo, forma globosa, globosa aplanada u ovalada, dependiendo del tipo).
- **Color:** color uniforme (anaranjado-rojo a rojo intenso; amarillo claro). Sin hombros verdes.
- **Apariencia:** lisa y con las cicatrices correspondientes a la punta floral y al pedúnculo pequeñas. Ausencia de grietas de crecimiento, cara de gato o cicatriz leñosa pistilar (cat face), sutura (zippering), quemaduras de sol, daños por insectos y daño mecánico o magulladuras.
- **Firmeza:** firme al tacto. No debe estar suave ni se debe deformar fácilmente debido a sobremadurez.

-Temperaturas óptimas:

- **Verde Maduro:** 12.5-15°C.
- **Rojo Claro:** 10-12.5°C.
- **Maduro Firme:** 7-10°C de 3 a 5 días.

Los tomates Verde Maduro pueden almacenarse a 12.5°C durante 14 días antes de madurarlos sin reducción significativa de su calidad sensorial y desarrollo de color. La pudrición puede aumentar si se les almacena más de dos semanas a esta temperatura. Después de alcanzar el estado Maduro Firme, la vida es generalmente de 8 a 10 días si se aplica una temperatura dentro del intervalo recomendado. Durante la distribución comercial es posible encontrar que se aplican temperaturas de tránsito o de almacenamiento de corto plazo inferiores a lo recomendado, pero es muy probable que ocurra daño por frío después de algunos días. Se ha demostrado que se puede extender la vida de almacenamiento del tomate con la aplicación de atmósfera controlada.

-Temperaturas de maduración: 18-21°C; 90-95% HR para una maduración normal, 14-16°C para una maduración lenta (por ejemplo, en tránsito).

-Daño por frío: los tomates son sensibles al daño por frío a temperaturas inferiores a 10°C si se les mantiene en estas condiciones durante 2 semanas o a 5°C por un período mayor a los 6-8 días. Los síntomas del daño por frío son alteración de la maduración (incapacidad para desarrollar completo color y pleno sabor, aparición irregular del color o manchado, suavización prematura), picado (depresiones en la superficie), pardeamiento de las semillas e incremento de pudriciones (especialmente pudrición negra, black mold, causada por *Alternaria* spp.). El daño por frío es acumulativo y puede iniciarse en el campo antes de la cosecha.

-Humedad relativa óptima: 90-95%; la humedad relativa alta es esencial para maximizar la calidad postcosecha y prevenir la pérdida de agua (deseccación). Los períodos prolongados de elevada humedad o la condensación pueden incrementar las pudriciones de la cicatriz del pedúnculo y de la superficie del fruto.

-Tasa de respiración:

Temperatura	5°C	10°C	15°C	20°C	25°C
mL CO₂/ kg·h					
Verde Maduro	3-4 ^{NR}	6-9	8-14	14-21	18-26
Madurando		7-8	12-15	12-22	15-26

NR: no recomendada por más de unos días debido al daño por frío.

-Tasa de producción de etileno: 1.2-1.5µL / kg.h a 10°C y 4.3-4.9µL / kg.h a 20°C.

-Efectos del etileno: los tomates son sensibles al etileno presente en el ambiente y la exposición de los frutos Verde Maduro, ya este gas inicia su maduración. Los tomates madurando producen etileno a una tasa moderada por lo que no deben almacenarse o transportarse con productos sensibles al etileno como las lechugas y los pepinos.

-Maduración: una maduración rápida ocurre a temperaturas entre 12.5-25°C; HR 90-95%; etileno 100 ppm. Debe mantenerse una buena circulación de aire para asegurar uniformidad en la temperatura del cuarto de maduración y prevenir la acumulación de CO₂. El CO₂ retarda la acción del etileno para estimular la maduración.

La temperatura óptima de maduración que asegura buena calidad sensorial y nutricional es 20°C. A esta temperatura el desarrollo de color es óptimo y la retención de vitamina C alta. Los tomates separados de la planta y madurados a temperaturas superiores a 25°C desarrollan un color más amarillo y menos rojo y son más blandos.

El tratamiento con etileno generalmente dura 24-72 h. Algunas veces se aplica un segundo tratamiento después del re-empaque cuando se cosechan accidentalmente frutos verde inmaduros.

-Efectos de atmósferas controladas (A.C.): el almacenamiento en atmósfera controlada ofrece un beneficio moderado. Las bajas concentraciones de O₂ (3-5%) retrasan la maduración y el desarrollo de pudriciones en la cicatriz del pedúnculo y en la superficie sin afectar severamente la calidad sensorial para la mayoría de los consumidores. Se han reportado hasta 7 semanas como período de almacenamiento usando una combinación de 4% O₂, 2% CO₂ y 5% CO.

XIX. DESARROLLO DE UN PLAN DE INOCUIDAD DE ALIMENTOS.

Las Normas de Certificación del Programa de Manejo de Seguridad de Alimentos, que manejan los organismos de certificación de Inocuidad Alimentaria, definen los elementos requeridos de un programa, el proceso de certificación y los criterios de evaluación. Se basan en los principios de Análisis de Peligros y Sistema de Punto de Control Crítico y sus programas básicos de requisitos previos, así como en las Buenas Prácticas de Manufactura de la Food and Drugs Administration de los E.E.U.U., estas normas son aplicables a todas las industrias de alimentos, incluyendo a productores, procesadores, empacadores, embarcadores, distribuidores, supermercados y restaurantes.

Aunque se reconoce que es imposible reducir a cero los peligros de enfermedades transmitidas por alimentos, la certificación indica que una empresa mantiene, supervisa y documenta prácticas seguras y sanitarias. La certificación indica también que una empresa cumple o supera los reglamentos gubernamentales locales relacionados con la seguridad y sanidad de los alimentos y los requisitos que se establecen en estas normas. Una empresa con un Programa de Manejo de Seguridad de Alimentos (FSMP) certificado, demuestra una diligencia debida al proporcionar alimentos más seguros.

La certificación le permite a una empresa hacer declaraciones respecto a su FSMP. *El Contrato de Certificación del Programa de Manejo de Seguridad de Alimentos* describe en detalle las declaraciones permisibles y las restricciones de publicidad. Este contrato lo firma una empresa después de obtener su certificación.

El primer paso para obtener una certificación es documentar los elementos requeridos de un FSMP. A la documentación o manual, que describe los elementos requeridos, se le conoce como descripción del FSMP. Los elementos requeridos incluyen una descripción de los pasos que se dan para establecer el programa, los procedimientos operativos de normas de sanidad y un plan de administración de seguridad de alimentos. Un plan de manejo de seguridad de alimentos describe en detalle los pasos preliminares para realizar el análisis de peligros, los resultados del análisis de peligros y el Resumen de Manejo del Punto de Control Crítico.

El proceso de solicitud de certificación comienza con la presentación de una *Solicitud de Certificación de un Programa de seguridad de Alimentos*. El proceso de solicitud incluye una revisión y evaluación de la Descripción de FSMP, registro de monitoreo y otros registros relacionados con la ejecución del FSMP, seguidos por una inspección en el lugar. La determinación de una certificación se basa en el número y severidad de las deficiencias encontradas.

Si la Certificadora determina que un FSMP cumple con los requisitos de estas normas, la Certificadora emitirá un certificado de Programa Certificado de Protección de Alimentos. El certificado indica una fecha de vigencia, que es válida mientras la empresa continúe cumpliendo con los requisitos de estas normas. La certificación puede aplicarse a una operación o instalación dentro de una empresa, o una porción de las mismas, y/o productos específicos. El certificado identificará la operación, instalaciones o productos específicos que se certifiquen.

Después de obtener la certificación, la Certificadora establecerá un programa de auditorias de conservación. Las auditorias de conservación son una combinación de auditorias de registros e inspecciones en el lugar. La continuidad de la certificación se basa en el número y severidad de las deficiencias encontradas.

La Certificadora puede revocar la certificación si hay motivos para pensar que la integridad de un FSMP está o podría verse comprometida.

Las deficiencias encontradas durante las auditorias de registros y las inspecciones en el lugar se clasifican como deficiencias menores, mayores o críticas. Una empresa puede apelar las decisiones que tome la Certificadora.

19.1. Elementos requeridos para la certificación.

- 1. COMPONENTES BÁSICOS.** La empresa demostrará que los siguientes componentes están documentados en la Descripción del programa de Manejo de Seguridad de Alimentos y/o que están en el lugar.
 - a. Cumplimiento de los reglamentos gubernamentales locales aplicables relacionados con la seguridad y sanidad de alimentos.**
 - b. Compromiso de la Gerencia.** La seguridad de los alimentos debe ser una prioridad de la empresa. Esto se demuestra con más efectividad asignando personal de la Gerencia al Equipo de Manejo de Seguridad de Alimentos que cuente con las facultades y recursos para llevar a cabo el FSMP.
 - c. Administración de Seguridad de Alimentos y Equipo de Manejo.** El Administrador de Seguridad de Alimentos y el Equipo de Manejo son responsables del desarrollo y ejecución de la Descripción de FSMP. Ellos aseguran que la descripción refleje con exactitud los procedimientos reales y que se actualice cada vez que sea necesario. En caso de que un FSMP incluya diversos y/o procesos, podría ser necesario designar un administrador y/o equipo para cada uno de ellos. El Equipo de Manejo de Seguridad de Alimentos debe estar formado por personas de diferentes especialidades, incluyendo empleados que participen directamente en las operaciones diarias y empleados de diferentes niveles de administración. Por ejemplo, la operación de un productor debe incluir personal de mantenimiento y producción de campo; una procesadora debe incluir personal responsable de los procedimientos diarios y de la supervisión de control de calidad; y un distribuidor o minorista debe incluir compradores, personal del establecimiento y sus supervisores. Además, el equipo puede buscar información de otros recursos o expertos, o la compañía puede contratar a una fuente externa para que desarrolle y le ayude a ejecutar su FSMP.
 - d. Descripción de la Capacitación y del Sistema Educativo.** El personal de todos los niveles debe estar capacitado sobre los procedimientos de seguridad de alimentos (sanidad e higiene apropiada) y/o los Principios de Análisis de Peligros, y Punto de Control Crítico (HACCP), según sea apropiado para las funciones de su trabajo.

1. La descripción de la Capacitación y del Sistema Educativo debe explicar como se logrará la capacitación y la educación, ya sea dentro de la empresa o mediante otra organización. Debe indicar como se manejará la capacitación y educación continua de manera que no pasen periodos prolongados de tiempo sin exponer los procedimientos y principios de seguridad de alimentos.
 2. la Descripción de la Capacitación y del Sistema Educativo explicará los cursos de capacitación y educación que se le brindará a los empleados. Como mínimo, se requieren tres niveles primarios de capacitación y educación. El nivel requerido depende de las responsabilidades de los empleados.
 - 2.1. **Nivel Universitario.** Las pruebas de capacitación y educación en este nivel se demuestran al concluir un curso de nivel universitario sobre Seguridad de Alimentos y principios de HACCP. Se exige este nivel de capacitación y educación para el Administrador de Seguridad de Alimentos y otros Administradores de la planta, de manera que el personal permita tener a alguien de este nivel disponible durante las horas de operación.
 - 2.2. **Nivel Básico.** En este nivel la capacitación y educación se demuestran al terminar un curso básico de manejo de alimentos o una capacitación individualizada impartida por un gerente que haya terminado uno de los cursos de Nivel Universitario. La certificadora revisa el contenido de los cursos y/o capacitación individualizada y determinará su idoneidad. La capacitación debe enseñar los principios de HACCP. Se exige este nivel de capacitación y educación para el personal responsable de documentar el cumplimiento y verificación de los puntos de control crítico establecidos.
 - 2.3. **Nivel General.** En este nivel, la capacitación y la educación se demuestran al incluir los procedimientos de seguridad de alimentos (sanidad e higiene apropiada) como parte de la orientación de los trabajadores nuevos. Se exige este nivel de capacitación y educación para todo el personal y encargados del manejo de alimentos que tengan responsabilidades dentro o cerca del área en que se manejan los alimentos.
- e. Organigrama y Descripción de Responsabilidades.**
1. **Organigrama.** Este incluirá los nombres y títulos del personal que participa en la elaboración del producto empezando por el presidente de la empresa. Todos los Miembros del Equipo de Manejo de Seguridad de Alimentos debe de aparecer en el organigrama.
 2. **Descripción de responsabilidades.** Esta incluirá una descripción breve de cada puesto que aparece en el organigrama.
- f. Plano y/o Mapa de Piso.**

1. **Plano de Piso.** Los empaques, embarcadores, distribuidores, procesadores, supermercados, los servicios de alimentos y otras instalaciones que lleven a cabo procedimientos en un edificio cerrado u otra estructura física contará con un plano de piso de cada edificio/estructura. Como mínimo, los planos de piso deberán incluir el lugar y/o descripción de:
 - Área de recepción.
 - Área de embarque.
 - Líneas de Producción.
 - Almacenamiento.
 - Conductos de ventilación, ventanas, puertas y entradas.
 - Procedencia del agua.
 - Plomería.
 - Uso del terreno adyacente.

 2. **Mapa.** Las operaciones de los productores deberán contar con un mapa. Como mínimo, los mapas deberán incluir el lugar y/o descripción de:
 - Campos y/o invernaderos.
 - Edificios/estructuras.
 - Mojoneras que definan la propiedad.
 - Uso del terreno adyacente.
 - Procedencia del agua e irrigación, incluyendo: drenaje, aguas de descarga, sistema de retorno, cárcamos y bombas.
- g. Procedimientos Operativos y Estándares de Sanidad.** Los SSOP describen en detalle los procedimientos, el registro y los requisitos de revisión o verificación de los registros respecto a la sanidad. En caso que los requisitos de registro sean aplicables, se anexará una copia en blanco del registro al SSOP. Los SSOP deben indicar lo siguiente:
1. **Prácticas del personal.**
 - 1.1. **Control de Enfermedades.** Esta sección del SSOP describe los procedimientos para que trabaje el personal que se encuentre enfermo o que no este en condiciones adecuadas para trabajar.
 - 1.2. **Procedimientos para Mantener la Limpieza.** Estos incluyen una descripción de:
 - Prendas de vestir que se requieren.
 - Mantenimiento de las prendas de vestir.
 - Artículos prohibidos.
 - Requisitos de higiene personal (procedimientos para lavar/desinfectar las manos).
 - Manejo correcto del producto para proteger los alimentos contra la contaminación.
 - Áreas específicas para actividades no relacionadas con el trabajo (por ejemplo comer, beber, fumar, guardar pertenencias personales, mascar chicle).
 - 1.3. **Supervisión/Ejecución.** Esta sección del SSOP describe requisitos específicos del personal (por ejemplo, el personal

de supervisión, como lo indique el nombre del puesto, que necesita estar presente durante las horas de operación).

2. Capacitación y Educación.

- a). Nivel de Capacitación y Educación requerido para cada puesto.
- b). Período en que debe recibirse la capacitación y educación.
- c). Descripción de registro de capacitación y procedimientos para conservarlos.

3. Mantenimiento de Instalaciones y Suelos.

- a). Almacenamiento del equipo.
- b). Eliminación/tratamiento de desechos.
- c). Mantenimiento general de suelos (patios, caminos, estacionamientos).
- d). Exclusión de contaminantes.

3. Procesos de Limpieza, Saneamiento y Mantenimiento de Superficies que hacen contacto con los alimentos.(por ejemplo, líneas de empaque, mesas, carros, utensilios).

- a). Procedimientos. La descripción de los procedimientos de limpieza, saneamiento y mantenimiento deben incluir también los materiales de limpieza y saneamiento identificados por su marca o ingrediente activo.

b. procedimiento de almacenaje de equipo portable (carros, utensilios).

c. Programa de limpieza, saneamiento y mantenimiento.

4. Procesos de limpieza, saneamiento y mantenimiento de superficies que no hacen contacto con los alimentos (por ejemplo, paredes, pisos, drenajes o unidades de enfriamiento).

- a). **Procedimientos.** La descripción de los procedimientos de limpieza, saneamiento y mantenimiento deben incluir también los materiales de limpieza y saneamiento identificados por su marca o ingrediente activo.

b. Programa de limpieza, saneamiento y mantenimiento.

5. Procedimientos de Limpieza, Saneamiento y Mantenimiento de Instalaciones Sanitarias.

- a). **Descripción del sistema para lavar y desinfectar las manos.** Por ejemplo, lavabos, estaciones para remojar las manos, o surtidores de desinfectante.

- Material para lavar las manos, identificado por su marca o ingrediente activo.

- Material para desinfectar las manos, identificado por su marca o ingrediente activo.

b. Limpieza, saneamiento y mantenimiento del sistema para lavar y desinfectar las manos.

- Procedimientos. La descripción de los procedimientos de limpieza, saneamiento y mantenimiento debe incluir también los materiales de limpieza y saneamiento identificados por su marca o ingrediente activo.

- Programa de limpieza y saneamiento.
- Programa de mantenimiento.(verificar que haya suministros disponibles).

6. Operaciones y Procedimientos Identificados durante el Análisis de Peligros. En los SSOP se describirán los pasos del proceso que prevengan, eliminen o reduzcan un peligro, pero que no se definan como Puntos de Control Crítico. Algunos ejemplos de SSOP encaminados a la prevención, eliminación y reducción de peligros pueden ser:

- Procedimientos para evitar contaminación cruzada. Por ejemplo no manejar productos crudos y cocinados en la misma área.
- Procedimientos para asegurar que se cumplan los intervalos de fertilizantes y plaguicidas antes de la cosecha.
- Protección contra la adulteración. Por ejemplo, no realizar labores de limpieza y saneamiento en presencia de alimentos.
- Colocación de etiquetas, almacenamiento y uso de compuestos tóxicos.
- Mantenimiento y almacenamiento de utensilios de limpieza, como toallas, trapeadores, cepillos, cubetas y equipo.
- Almacenamiento del producto. Por ejemplo, requisitos de temperatura establecidos y procedimientos de supervisión descritos.
- Distribución del producto. Por ejemplo, verificar que se limpien los camiones antes de la carga.

7. Procedimientos de Control de Plagas.

a. Descripción y programa para realizar lo siguiente:

- Prácticas de exclusión, descripción de cómo se evita albergar plagas.
- Métodos de control de población.
- Procedimientos de monitoreo.

b. Procedimientos para proteger el producto contra la contaminación de sustancias químicas durante las aplicaciones de plaguicidas.

8. Mantenimiento de un Suministro seguro de Agua y Tuberías.

- a. Procedimientos de monitoreo.** Con que frecuencia y desde que punto del sistema se obtendrán y se analizarán muestras de agua para asegurar un suministro seguro.
- b. Programa de verificación de mantenimiento para la tubería.**
- c. Procedimientos específicos.** Por ejemplo, mantenimiento del sistema de cloración.

9. Creación y Mantenimiento de SSOP.

- a. **Formato.** Los SSOP deberán seguir un formato congruente. Se definirá este formato, incluyendo un lugar para las firmas de aprobación de la gerencia y el anexo de una copia en blanco de una lista de verificación o forma de monitoreo, si se requiere.
 - b. **Sistema de distribución.** Todos los empleados tendrán acceso a los SSOP y se sacarán de circulación aquellos SSOP obsoletos.
 - c. **Desarrollo de SSOP nuevos.** Se evaluará la necesidad de SSOP nuevos y cuando se redacte un SSOP, se explicará y distribuirá.
 - d. **Modificación de SSOP existentes.** Se evaluará la necesidad de modificar un SSOP existente y cuando se modifique un SSOP se explicará y distribuirá.
 - e. **Revisiones periódicas.** Se revisará anualmente todos los SSOP para asegurar que estén actualizados y reflejen los procedimientos reales. Se verificarán todos los juegos de SSOP para asegurar que correspondan a aquellos que estén en la descripción del FSMP.
- h. Procedimientos de Recuperación.** Las empresas deben ser capaces de identificar, localizar y recuperar los productos. Esto incluye contar con una identificación descriptiva del producto y un sistema de codificación. Se recomienda que las empresas realicen recuperaciones de prueba o algunas otras pruebas del sistema para evaluar sus procedimientos.

2. PLAN DE MANEJO DE SEGURIDAD DE ALIMENTOS. El plan de manejo de seguridad de alimentos debe ser específico para cada artículo, proceso e instalación. Los siguientes puntos se incluirán en los planes de manejo de seguridad de alimentos.

- a. **Descripción del producto.** Se requiere una descripción breve del producto que incluya los puntos enumerados a continuación.
 - Descripción del producto terminado.
 - Materia prima, aditivos, o ingredientes utilizados. Esto debe incluir una descripción de cualquier variabilidad en las materias primas, aditivos o ingredientes (por ejemplo, cambios en la fuente de materiales debido a cambios de estación, área de cultivo distinta, etc.)
 - Procedimientos de procesamiento/manejo.
 - Auxiliares de procesamiento.

- Empaques utilizados.
- Almacenamiento.
- Distribución.
- Uso del producto (por ejemplo, consumirse sin cocinar, calentar y servir, o cocinar).
- Consumir Objetivo (por ejemplo, público en general, niños o personas de edad avanzada).

b. Descripción del Proceso. Deben considerarse las inspecciones gubernamentales previas y las prácticas actuales de monitoreo al documentar el Diagrama de Flujo del Proceso y la Descripción del Proceso. El diagrama y la descripción deben ser claros y completos de manera que las personas que no estén familiarizadas con el proceso puedan comprender rápidamente las etapas de producción.

1). Diagrama de flujo del proceso. Este mostrará mediante bloques o símbolos sencillos los pasos requeridos para fabricar, almacenar o distribuir el producto.

2). Descripción del proceso. Este incluirá una descripción breve de cada paso, incluyendo:

- Información sobre donde se requiere la materia prima.
- Título de la persona, en caso que sea aplicable, responsable de llevar a cabo este paso.
- Parámetros del proceso, cuando sea aplicable (por ejemplo, tiempos, temperaturas o niveles de cloro).

c. Análisis de peligros e identificación de las medidas de control. Mediante una hoja de Cálculo de Análisis de Peligros se identificarán los peligros biológicos, químicos y físicos potenciales que puedan introducirse, controlarse o aumentar en cada paso del diagrama de flujo del proceso. Deben considerarse también los factores que están más allá del control inmediato de la empresa, por ejemplo la distribución. La información a cerca de lo que le ocurre al producto después de salir de las instalaciones puede influir en la forma en que se maneja o empaqueta el producto. Debe evaluarse el riesgo y la severidad de cada peligro. El cálculo del riesgo y severidad debe basarse en publicaciones científicas, datos epidemiológicos, información proporcionada por consultores y expertos y, en caso que sea aplicable, quejas de los consumidores. Si se determina que un peligro es significativo, se definirán medidas de control para evitar o eliminar el peligro, o reducirlo.

1. Identificación de Puntos de Control Crítico (CCP). Un punto de control crítico es un paso en el que puede aplicarse un control y es esencial para prevenir o eliminar un peligro para la seguridad de los alimentos o reducirlo hasta un nivel aceptable. Para cada peligro identificado como significativo en el Análisis de Peligros, se decidirá si ese paso será un CCP o si el peligro puede tratarse en un paso posterior del proceso.

2. **Identificación de Otros Requisitos de Monitoreo.** En los SSOP se definirán las medidas de control que no estén relacionadas con los Puntos de Control crítico.

d. **Resumen del Manejo de Puntos de Control Crítico (o plan HACCP).** Este debe describir como se manejarán los puntos de control crítico. Para cada CCP se tratarán los siguientes puntos:

1. **Determinación de los Límites Críticos y Límites Operativos.** Un límite crítico es un valor máximo y/o mínimo al cual deben controlarse los parámetros biológicos, químicos o físicos en un CCP para prevenir, eliminar o reducir hasta un nivel aceptable cualquier peligro de seguridad de alimentos. Los límites críticos se basarán en uno o más de los siguientes puntos: publicaciones científicas, lineamientos normativos, estudios experimentales, información proporcionada por consultores expertos, variabilidad del equipo de monitoreo, o pruebas diseñadas para establecer los límites de control crítico. Se tendrán materiales de referencia como documentación de apoyo para el plan de manejo de seguridad de alimentos.

Los límites operativos son criterios más estrictos que los límites críticos y los utilizan los operadores para reducir el riesgo de una desviación. Se recomiendan los límites operativos, pero no se exigen. Los límites operativos son útiles ya que pueden ayudar a evitar que se viole un límite crítico, por ejemplo, si un monitoreo muestra una tendencia hacia una falta de control en un CCP antes que se viole el criterio de un límite crítico. Un operador que realice un ajuste al proceso a fin de evitar que se viole el criterio de un límite crítico, no necesita documentar la acción correctiva. Las acciones correctivas se requieren solo cuando no se cumple con el criterio de un límite crítico.

3. **Descripción de Requisitos de Monitoreo.** Monitorear significa realizar una secuencia planeada de observaciones o mediciones para evaluar si un CCP está bajo control. El Resumen de Manejo del Punto de Control crítico indicará qué es lo que va a monitorearse, como va a monitorearse, la frecuencia del monitoreo y quien será el responsable del monitoreo. Cada vez que sea posible, los procedimientos de monitoreo se validarán con un método establecido estadísticamente.
4. **Descripción de los Requisitos para Llevar registros.** El resumen del Manejo del Punto crítico describirá el formato en el cual se llevarán los registros de monitoreo. Por ejemplo, las páginas impresas mediante dispositivos de recopilación de datos pueden conservarse en una bitácora.

Los registros de monitoreo deben incluir la siguiente información:

- Título de la forma que indique que es lo que se observa o se mide.
- Nombre y ubicación de las instalaciones.
- Identificación del producto (incluyendo la descripción del producto, línea de procesamiento, y código del producto, en caso que resulte procedente).
- Hora y fecha de cada observación o medición.
- Límites críticos.
- Límites operativos.(en caso que resulte procedente).
- Firma o iniciales del operador y fecha de todas las entradas y/o cada revisión periódica.
- Firma o iniciales de quien realiza la revisión y la fecha de cada revisión de verificación.

4. Definición de Acciones Correctivas para Desviación de Límites Críticos. Una acción correctiva es una serie de pasos que se dan cuando no se cumple con el criterio de un límite correctivo. El resumen de l manejo del Punto de Control Crítico deben proporcionar una guía sobre los procedimientos de acciones correctivas, por ejemplo, ordenar más evaluaciones para lotes que de los que se tengan sospechas. Los procedimientos predeterminados de acción correctiva son útiles, pero no necesarios.

Cada vez que se cumpla el criterio de un límite crítico, se llevará a cabo una acción correctiva que indique como identificó y segregó un operador los lotes afectados, si es necesario y como se puso el CCP bajo control. Las acciones correctivas pueden incluir también qué les ocurrió a los lotes afectados. El gerente de Seguridad de Alimentos revisará y firmará cada registro de acciones correctivas.

5. Procedimientos de Verificación. Las actividades de Verificación aseguran que los procedimientos de control descritos en el Resumen de Manejo del Punto de Control crítico funcionen correctamente. Deberán documentarse las actividades de verificación y llevarse registros. Para cada CCP se identificarán los siguientes criterios de verificación:

- a. Calibración del equipo e instrumentos utilizados para monitorear un CCP.** Deberán seguirse los procedimientos de calibración que se proporcionan en el manual de operación del instrumento y deberá utilizarse una norma reconocida. La calibración deberá efectuarse con frecuencia para asegurar la exactitud de la medición.
- b. Revisión de los registros de calibración.** Deberá llevarse un registro de calibración. Se revisarán las fechas, métodos y resultados de la calibración. La revisión deberá efectuarse con frecuencia para asegurar que el equipo e instrumentos proporcionen resultados confiables.

- c. **Revisión de los registros de monitoreo de CCP.** Se llevará a cabo una revisión del registro de monitoreo con cierta frecuencia para asegurar que se cumple con el criterio de un límite crítico. El Resumen del Manejo de un Punto de Control Crítico indicará quien será responsable y con que frecuencia se realizarán las revisiones.

6. **Firma de la Gerencia Ejecutiva.** El resumen del manejo del Punto de Control Crítico deberá ir firmado por un miembro de la gerencia ejecutiva.

3. DESCRIPCIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS DE VERIFICACIÓN PARA EL FSMP.

- a. **Revisión Periódica.** La Descripción del FSMP identificará el calendario de la revisión periódica de toda la Descripción del FSMP. *Por lo menos cada año deberá efectuarse una revisión periódica.*

Deben realizarse los componentes básicos y cada plan de manejo de seguridad de alimentos para evaluar si reflejan con exactitud los procesos reales. La revisión debe incluir una evaluación que muestre si el FSMP representa diligencia debido al suministro de alimentos los más seguros posible. Deberá conservarse una documentación de la revisión.

- b. **Muestreo dirigido y Pruebas para Verificar las Medidas de Control de CCP y SSOP.** La descripción del FSMP definirá el tipo y frecuencia del muestreo y análisis. Esto puede implicar mediciones, análisis u observaciones del equipo, el producto final, o del producto en diferentes etapas del proceso de producción. El muestreo y el análisis pueden incluir también muestras obtenidas de las superficies que hacen contacto con el producto. Los muestreos y los análisis deben realizarse con frecuencia para tener confianza en los límites críticos establecidos y en los procedimientos descritos en los SSOP. Se documentarán los resultados del muestreo y análisis de verificación. Deben tomarse y documentarse las acciones apropiadas cuando los resultados indiquen que los procedimientos no están controlando adecuadamente los peligros potenciales.

4. **REGISTROS.** Se llevarán registros y documentos relacionados con el FSMP durante cinco años por lo menos (se aceptan datos almacenados electrónicamente). A continuación se presenta un resumen de los requisitos para llevar a cabo estos registros.

- a. **Documentación de Apoyo.** La documentación de apoyo incluye lo siguiente:

- Un resumen de los pasos preliminares del desarrollo del plan de manejo de seguridad de alimentos.

- Datos utilizados para establecer la idoneidad de los límites operativos (si fuera procedente) y críticos.
 - Datos utilizados para establecer cualquier otro procedimiento relacionado con la producción de un artículo.
 - Datos utilizados para evaluar el riesgo y severidad de los peligros (por ejemplo, publicaciones científicas, datos epidemiológicos, o información de consultores y expertos).
- b. Documentos y registros que demuestren que se ha cumplido con los Componentes Básicos.** Los que se trataron en el **punto 1.**
- c. Plan de Manejo de Seguridad de Alimentos.** Lo tratado en el **punto 2.**
- d. Todos los Registros de Monitoreo.**
- e. Registro de Acciones Correctivas.**
- f. Registro de Actividades de Verificación.** Los documentos de verificación incluirán los resultados de auditorías de la Certificadora (puede ser SCS o PRIMUS LABS.), u otras inspecciones, registros de calibración, resultados de análisis y muestreos de verificación de equipo o productos, y la documentación de la revisión periódica del FSMP.

Las empresas conservan la Certificación al seguir cumpliendo con los procedimientos que se definen en su Descripción del FSMP, al responder a los Informes de Hallazgos, al participar en auditorías de conservación programadas y al evitar acciones que den como resultado la anulación de la certificación.

Las auditorías de conservación de la certificación son una combinación de auditorías de registros e inspecciones en el lugar. La frecuencia de las auditorías se basa en la ejecución exitosa del FSMP tal como se evalúe en las auditorías.

XX. COMERCIALIZACION.

EL MERCADO GLOBAL DE TOMATE Y LA EXISTENCIA DE COMPETENCIA INTERCONTINENTAL.

COMPETITIVIDAD DE MEXICO.

201. RESUMEN:

En este punto se analiza la situación de los dos focos (la U.E. y EE.UU.) que concentran el comercio mundial de frutas y hortalizas en general y de tomate en particular. En ambas zonas se estudia la competencia de otros orígenes externos para determinar el grado de saturación del mercado en fresco.

20.2. INTRODUCCIÓN: IMPORTANCIA ECONÓMICA.

En la actualidad el comercio internacional del tomate está localizado en dos áreas concretas con alto poder adquisitivo: La Unión Europea y Estados Unidos. Los países que suministran a la Unión Europea son: España, Holanda (comercio intracomunitario) y Marruecos. En el caso de EEUU el tomate consumido proviene (al margen de la producción local) de **México** y Canadá.

En la actualidad España y sobre todo Holanda está logrando introducir tomate invernado en los mercados canadienses y estadounidenses, sin embargo se parte de la premisa de no descartar en un futuro la introducción de tomate americano en la U.E. Presumiendo el aumento de los intercambios transoceánicos, es relevante preguntarse por los factores que serán determinantes para poder competir en estas circunstancias.

Si se analizan los datos que suministra FAO (FAOSTAT (año 2001): datos sobre balance alimentario), a nivel mundial, Canadá y EEUU destacan como receptores de tomate. La Unión Europea que aparece como un área fuertemente importadora y exportadora, sin embargo, debemos tener en cuenta que la mayor parte de su comercio es intracomunitario favorecido por la existencia de una política aduanera común. Como países con un potencial exportador (por cercanía a países importadores y por su importante producción, así como, por su incipiente sector exportador) **destacan México**, Turquía, Marruecos e incluso Chile.

Si nos centramos en las dos áreas que centran el comercio internacional de tomate (U.E. y EEUU) se pueden extraer algunas conclusiones realizando algunos ajustes en los datos: Las importaciones de tomate de la Unión Europea suponen 1.997 millones de euros, las exportaciones fueron de 1.651 millones de euros. Dentro del conglomerado de frutas y hortalizas, el tomate es el producto de mayor importancia suponiendo el 10% y el 11% del total, respectivamente, de importaciones y exportaciones de la U.E (Estos datos son referidos al año 2000 (eurostat) y corresponde a porcentajes en términos monetarios para la Unión

Europea de 15 miembros). Las importaciones de países ajenos a la Unión (principalmente de Marruecos) sólo suman 158 millones de euros. Las exportaciones fuera de la Unión suman 178 millones de euros. Las importaciones de los EEUU (Datos USDA (año 2002)) supusieron 721 millones de dólares (año 2002) y representaron el 8% de las importaciones. Las exportaciones fueron 135 millones de dólares y el 2% de las exportaciones de frutas y hortalizas. Esta situación muestra un grado de apertura en EEUU, para producciones ajenas, superior al existente en la Unión Europea; este contexto choca con el tradicional proteccionismo estadounidense.

20.3 La producción y el comercio en la U.E.

El año 1993 supuso para la U.E. la incorporación de España como miembro de pleno derecho (fin del periodo de verificación de la convergencia) en la C.E.E., lo que provocó el despegue para el sector exportador español de frutas y hortalizas. La producción europea de tomate, desde entonces, se ha mantenido en niveles moderados de ascenso a razón de 109.000 tn/año –según tendencia lineal– suponiendo un incremento del 12% entre la media 1993-94 y la 2000-2001 (tabla 1). El comercio intracomunitario ha mostrado incrementos más importantes (aumento del 16%, entre las medias de años citadas) a razón de 34.200 ton/año. Las exportaciones fuera de la Unión cubrieron los déficit de los años 93-94 hasta alcanzar un superávit máximo en el año 1997 de 177.000 toneladas; a partir de entonces se aprecia una cierta tendencia descendente del potencial exportador europeo. En los próximos años es más que previsible que el superávit se pierda progresivamente, ya que el acuerdo euro-marroquí permite la entrada progresiva de tomate (sin aranceles y a precios de entrada reducidos) hasta alcanzar las 220.000 toneladas en el año 2007.

Tabla 1. Datos sobre la evolución de la producción y comercio en fresco de tomate en la U.E. Miles de toneladas.

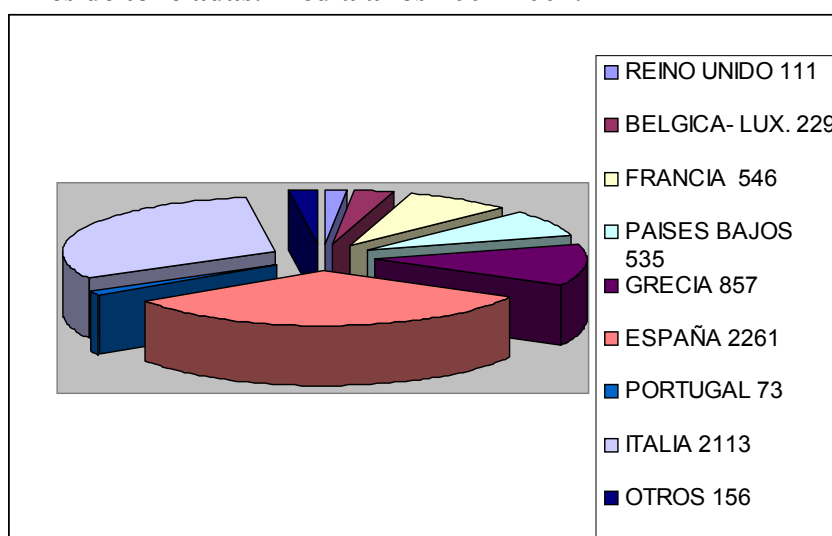
Año	P	X	XI	M	%(X/P)	%(XI/P)	Saldo	%(M/P)
1993	5.983	126	1.343	174	2,1	22,4	-48	2,9
1994	6.228	154	1.686	158	2,5	27,1	-4	2,5
1995	6.122	245	1.671	149	4,0	27,3	96	2,4
1996	6.672	235	1.661	158	3,5	24,9	77	2,4
1997	6.754	315	1.708	160	4,7	25,3	155	2,4
1998	6.587	276	1.676	193	4,2	25,4	83	2,9
1999	6.929	256	1.749	214	3,7	25,2	42	3,1
2000	7.303	207	1.745	174	2,8	23,9	33	2,4
2001	6.443	282	1.769	205	4,4	27,5	77	3,2

Fuente: Elaboración a partir de datos Eurostat.
P=Producción.
X=Exportación extracomunitaria.
XI=Exportación intracomunitaria.
M=Importaciones.

España es el primer productor y exportador europeo (gráficos 1 y 2), aprovechando sus ventajas comparativas de clima y de costo de mano de obra en

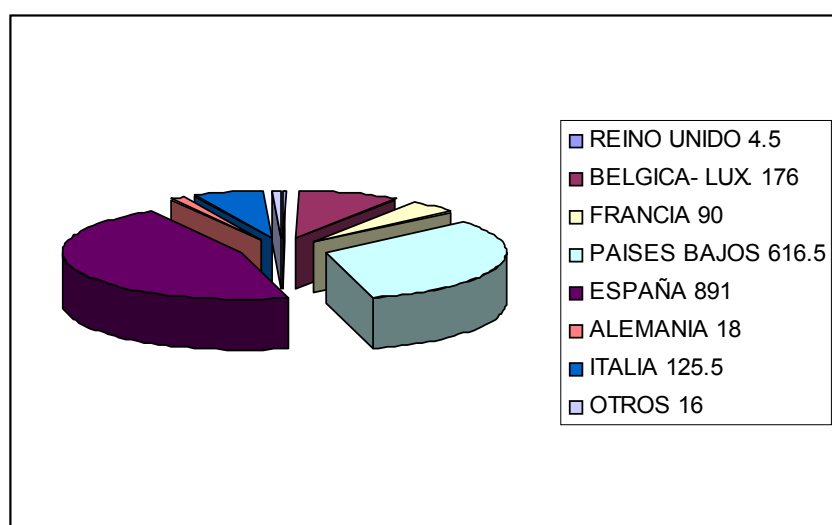
relación a los países del norte. Italia si bien es un gran productor no tiene un sector exportador pujante. Holanda y Bélgica-Luxemburgo aprovechan su capacidad comercial para la canalización de producciones, sobre todo españolas en el ciclo otoño-invierno; en época estival Holanda se convierte en el principal suministrador europeo.

Gráfico 1. Reparto de la producción según país en la U.E(15). Miles de toneladas. Media años 2001-2002.



Fuente: Elaboración a partir de datos Eurostat.

Gráfico 2. Reparto de la exportación (incluido comercio intracomunitario) según país en la U.E(15). Miles de toneladas. Media años 2001-2002.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos Eurostat.

20.4. Flujos comerciales dentro de la Unión Europea.

Los principales importadores dentro de la Unión Europea son (tabla 2), por este orden: Alemania, Francia, Holanda, Reino Unido y Bélgica. El tomate que importa Alemania es en su mayoría holandés (271,937 ton), español (203.690 ton), Belga (66.633 ton) e Italiano (67.713 ton). El tomate de importación francés es español (en un 41%) y marroquí (en un 42%). En Reino Unido, el tomate español representa el 63% de las importaciones y el holandés el 30%. Holanda como clásico re-exportador de tomate español importa de España 224.534 ton.

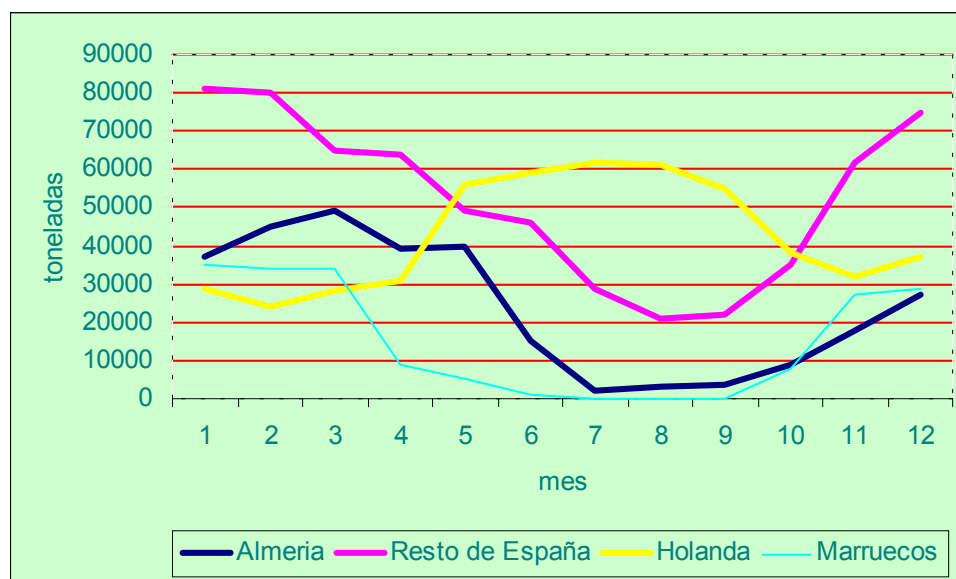
Tabla 2. Flujo comercial en la Unión Europea. Fila=Exportador; Columna=Importador. Toneladas. Año 2001.

	Reino								
	Francia	Holanda	Alemania	Italia	Unido	Irlanda	Dinamarca	Grecia	Portugal
INTRA-EUR	219,700	256,844	631,646	45,903	303,916	19,760	21,274	2,756	39,729
EXTRA-EUR	176,896	6,079	2,589	279	3,732	0	20	4,494	0
España	163,146	224,534	203,690	20,140	193,933	889	3,300	38	37,871
Holanda	18,811	0	271,937	16,232	92,807	11,510	14,162	955	3
Marruecos	167,082	309	51	166	71	0	0	0	0
Bélgica	23,139	9,279	66,633	1,686	6,344	526	204	688	48
Italia	9,280	1,181	67,713	0	3,819	0	2,326	458	0
Francia	0	4,256	20,583	4,070	3,965	102	747	146	67
Alemania	4,875	16,439	0	3,692	903	91	513	471	1,738
Israel	4,982	3,726	175	19	3,362	0	0	7	0
Turquia	1,635	236	1,939	20	57	0	0	3,822	0
Otros	3,628	2,963	1,514	157	2,387	6,642	42	665	2
TOTAL	396,596	262,923	634,235	46,182	307,648	19,760	21,294	7,250	13,967

Fuente: Elaboración a partir de datos Eurostat.

Si analizamos los calendarios de exportación (gráfica 3) de los principales exportadores a países de la U.E. vemos que los choques de la comercialización española con la holandesa se producen en el mes de junio y octubre (posibilidad de crisis de precios), si bien las exportaciones holandesas son sustitutivas de las españolas. El calendario belga es prácticamente idéntico al holandés. Este país al igual que Holanda, aprovecha su capacidad comercial para canalizar producciones de otros orígenes (Bélgica es importador de tomate holandés, español e italiano; y a su vez es exportador hacia Francia y Alemania). Como se aprecia el calendario marroquí es idéntico al español y es entre estas dos áreas entre las cuáles existe una competencia más relevante.

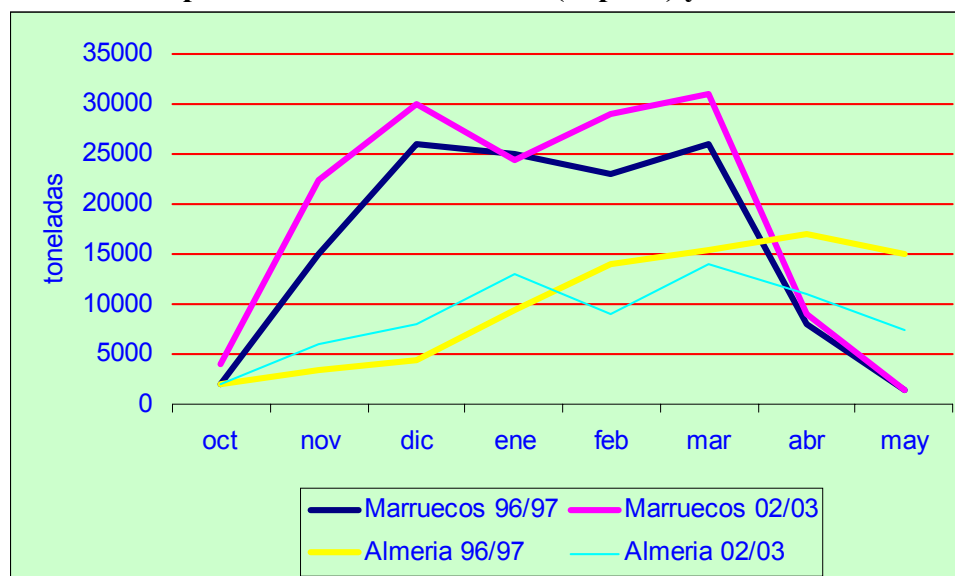
Gráfica 3. Calendarios de exportación a la U.E. para los principales países suministradores. Año 2001.



Fuente: elaboración a partir de datos Eurostat.

Merece la pena destacar la competencia tan intensa que se produce en Francia, España (y concretamente Almería como principal provincia española exportadora a este mercado) y Marruecos se reparten casi a partes iguales las exportaciones a este país. En la actualidad se atisban ciertas tendencias. Si comparamos la evolución del calendario de estas dos provincias se aprecia que Marruecos se está, progresivamente, apoderando del mercado en los meses de otoño e invierno. La producción española está siendo desplazada hacia los meses de primavera. Contrastando los datos de exportación de estas dos áreas, entre los años 1996 y 2002, se aprecia que: las exportaciones almerienses a Francia han disminuido en un 15% mientras que las marroquíes han aumentado un 21% (gráfico 4).

Gráfico 4. Exportaciones desde Almería (España) y Marruecos a Francia



Fuente: elaboración a partir de datos CATICE y Eurostat.

20.5 La producción y el comercio en la zona centro y norte América.

En la actualidad se debate entre las organizaciones de exportadoras sobre la posibilidad de ampliación de los envíos españoles hacia EEUU. En definitiva, la estrategia general que se sigue consiste en la búsqueda de nuevos mercados como fórmula de escapar de una cierta saturación en la U.E. En el caso concreto de EEUU es un destino apetecible (Valga decir que EEUU representa el 25% de la economía mundial).

El tomate de invernadero representa en EEUU un nicho de mercado muy importante pasando de representar un 1% (del mercado de tomate fresco) en 1990 a un 16% en 2003 y un 22 %la actualidad. El consumo de tomate también ha ido en alza, incrementándose un 75% en los últimos 30 años (En general podemos hablar de un consumidor norteamericano de tomate con las siguientes características: Hispano, entre 20 y 39 años y residente en el noroeste del país (Lucier et. al. 2000)). Sin embargo este crecimiento no ha compensado el aumento de la producción: la concentración de la oferta, el aumento de la capacidad productiva de los productores estadounidenses y el libre comercio han hecho que los precios se reduzcan en aproximadamente un 30% entre la primera y segunda mitad de los años noventa (Un trabajo que analiza los márgenes obtenidos por los productores de tomate en EEUU es el realizado por Richards et.al. (1998): este trabajo atribuye en parte la reducción progresiva de márgenes a:

- i) Formación asimétrica entre productor y vendedor.
- ii) El poder de la demanda.

Este decrecimiento de precios ha provocado muchas dificultades para los productores locales: California produce aproximadamente el 31% del tomate estadounidense, su calendario se extiende de Mayo a Octubre; Florida representa el

39% de la producción, principalmente entre los meses de Octubre a Abril (Una caracterización de la producción entre estas fechas puede verse en Jordan y VanSickle (1995)) (Lucier et al. 1996). Al tomate de importación europeo debemos unir el proveniente de zonas invernadas de **México**. Entre 1980 y 1995 las devaluaciones del peso y los acuerdos de libre comercio con América del Norte (NAFTA) hicieron entrar en crisis a los productores estadounidenses de tomate. **México** tiene, al hablar del sector de hortalizas, importantes ventajas comparativas en relación a EEUU (mano de obra más barata, clima, agua suficiente,...), a todo esto debemos unir que en los últimos años se ha iniciado un proceso de incorporación de nuevas tecnologías típicas de la agricultura intensiva (Almonte y Conley, 2003): las principales zonas productoras se sitúan en el estado de Sinaloa y Baja California (zona noroeste), llevándose a cabo desde estas áreas, respectivamente, el 66% y 25% de la exportaciones mexicanas, y ahora la introducción de nuevas tecnologías de invernaderos al resto del país, hacen que las temporadas de difícil producción para el noroeste, se conviertan en ventanas de oportunidad para el resto de los productores en los estados del centro y occidente.

En EEUU existen intentos de promover la creación de legislación anti-dumping para frenar la caída de las cotizaciones y crear un precio base mínimo. A esto debemos unir un recomendable rol gubernamental de implantación de sistemas de protección en frontera de los cultivos hortícolas en general (Hyunok, 2003).

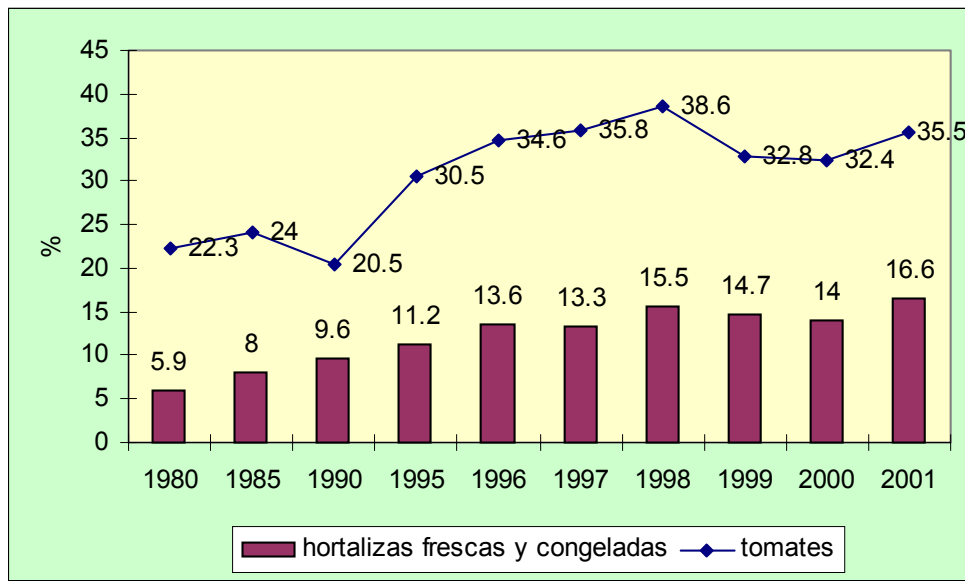
20.6 Existencia de flujos comerciales entre continentes.

Las exportaciones de Europa, en orden a satisfacer el creciente mercado del tomate de invernadero (que es considerado de mayor calidad que el tradicional), han pasado de 13 millones de dólares en 1993 a 80 millones de dólares en 1998. Canadá ha pasado de los 6 millones de dólares en 1993 a los 160 millones en el año 2000. El tomate de invernadero importado está reemplazando al tradicional tomate local (DeGiglio op.cit. 2003): en el año 2000, los productores estadounidenses solicitaron medidas anti-dumping para el tomate canadiense (existen márgenes del 30% a favor del tomate importado). El Departamento de Comercio ha reconocido que la importación ha supuesto graves daños para los productores de EEUU.

En general, en este mercado, es previsible un aumento de la competencia promovido por las medidas de liberalización del comercio: los litigios para proteger la producción propia son caros y seguramente puede que no continúen en el futuro. Para ser competitiva la producción local debería invertir en tecnología, es decir, en técnicas de producción intensiva que conlleven aumentos de productividad y que sufragan el incremento de costos que se generen.

Ratificando las afirmaciones anteriores, en la gráfica 5 se observa como el porcentaje de las importaciones en el consumo de EEUU han experimentado un aumento importante para el caso del tomate y para el conjunto de hortalizas: el tomate pasa de representar un 22,3%, en el año 1980, hasta el 35,5 (para el año 2001): estos datos también los pone de manifiesto el United States Department of Agriculture (Jerardo, 2003).

Gráfica 5. Muestra de las importaciones en el consumo de EEUU.



Fuente: Elaboración a partir de datos del Economic Research Service, USDA.

Según los datos del Gráfico 5, el aumento de la cuota media de los años 1995-96 respecto de la 2000-01 ha variado, para el total hortícola, un 23% mientras que la cuota del tomate lo ha hecho sólo en un 4% (8 Este porcentaje es bajo si lo comparamos con el experimentado por otros cultivos hortícolas: pepino (9%) y pimiento (24%). Esta información puede ser indicativa de la existencia de un mercado de tomate con tendencia a la madurez.): estamos, por tanto, ante un mercado sostenible pero con visos de entrar en un mercado vulnerable.

El principal exportador de tomate a EEUU es México –él solo representa el 84 % del total de toneladas importadas y casi el 70% del valor-. Canadá es el otro gran exportador (tabla 3) y además es el único de los países analizados que presenta un crecimiento en volumen de exportación (desde el punto de vista de la competitividad medida como índice de penetración en el mercado, es Canadá el país más aventajado). España también muestra incrementos positivos, en los últimos 6 años, en cuanto al valor alcanzado por sus exportaciones (al igual que Israel). Las exportaciones españolas, holandesas, israelitas y marroquíes son pequeñas –alcanzan el 4% en tonelaje y el 8,6% en valor-.

Tabla 3. Importaciones de tomate de EEUU.

Tm	1997	1998	1999	2000	2001	2002	%	%
								Var.(promedio 97-99 a 2002)
España	4440	6498	5718	5648	4917	0.68		-1.45
Holanda	33718	36804	34203	27875	29217	2.83		-22.27
México	660149	734053	615145	589882	679219	84.17		-0.86
Canadá	37504	61729	79554	101390	105680	11.69		72.03
Israel	3263	4734	3823	3727	3723	0.5		-0.64
Marruecos	0	17	190	82	75	0		-24.03
TOTAL	742458	847319	740741	730005	823561	100		3.54

1000 \$	1997	1998	1999	2000	2001	2002	%	%
								Var.(promedio 97-99 a 2002)
España	7829	10894	10711	10698	9709	13710	1.73	15.91
holanda	52909	64487	57171	46392	51027	45630	5.74	-18.05
México	517049	567443	489637	411753	484943	551758	69.43	-7.98
Canadá	58966	100508	119686	160939	166836	172587	21.72	79.24
Israel	6689	8625	8124	7812	7716	9237	1.16	5.66
Marruecos	0	26	408	203	200	0	0	7.14
TOTAL	643442	751983	685737	637797	720431	792922	100	2.89

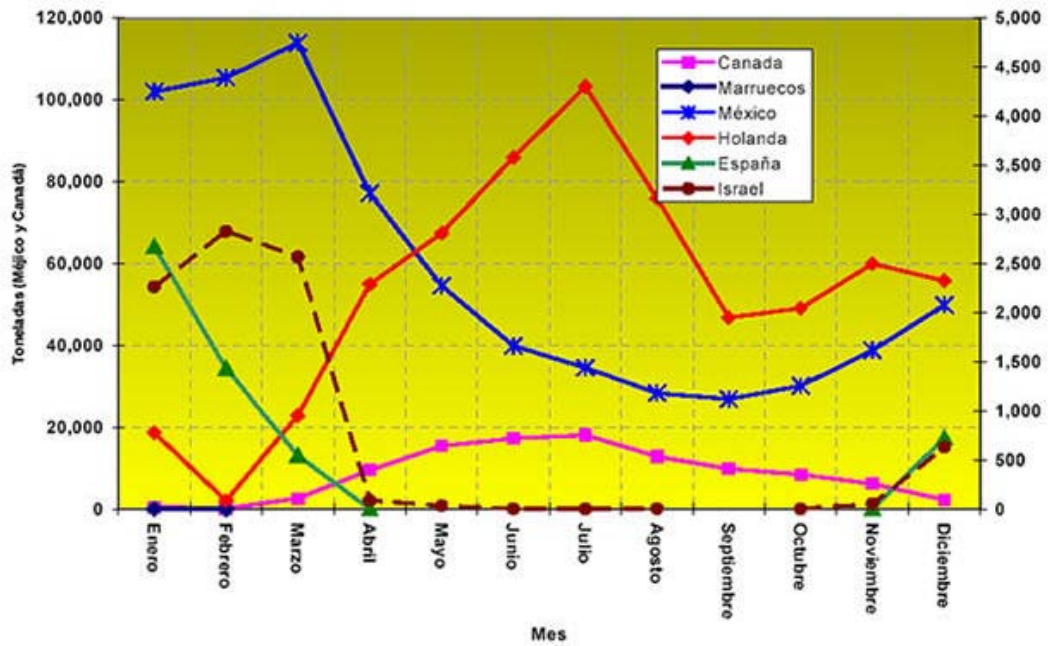
Fuente: Elaboración propia a partir de datos UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE FOREIGN AGRICULTURAL SERVICE.

Si nos fijamos en los calendarios de exportación (gráfica 6), España tiene que competir con el tomate procedente de **México**; Holanda lo hace con el tomate canadiense y con el tomate local -californiano-, ya que su ciclo es de primavera-verano más que de otoño: en esta zona existe un porcentaje del 15% -sobre un total de 17.800 ha- con destino a Canadá, Japón y México (Strange, Schrader y Hart, 2000). La situación de mercado es perjudicial para España, pues los precios de CIF de exportación son enormemente ventajosos para **México**, en relación al resto de competidores.

España también compite con el tomate producido en Florida (Una comparación de costo entre el sistema productivo español, holandés y estadounidense puede verse en Cantliffe y Vansickle (2003): en este trabajo se pone de manifiesto la falta de competitividad de la producción local (Florida) comparada con la importación europea (la competitividad europea se basa en una productividad y calidad mayor).). También Israel posee un calendario similar al español (con precios CIF inferiores a España). Holanda compite, en condiciones similares de

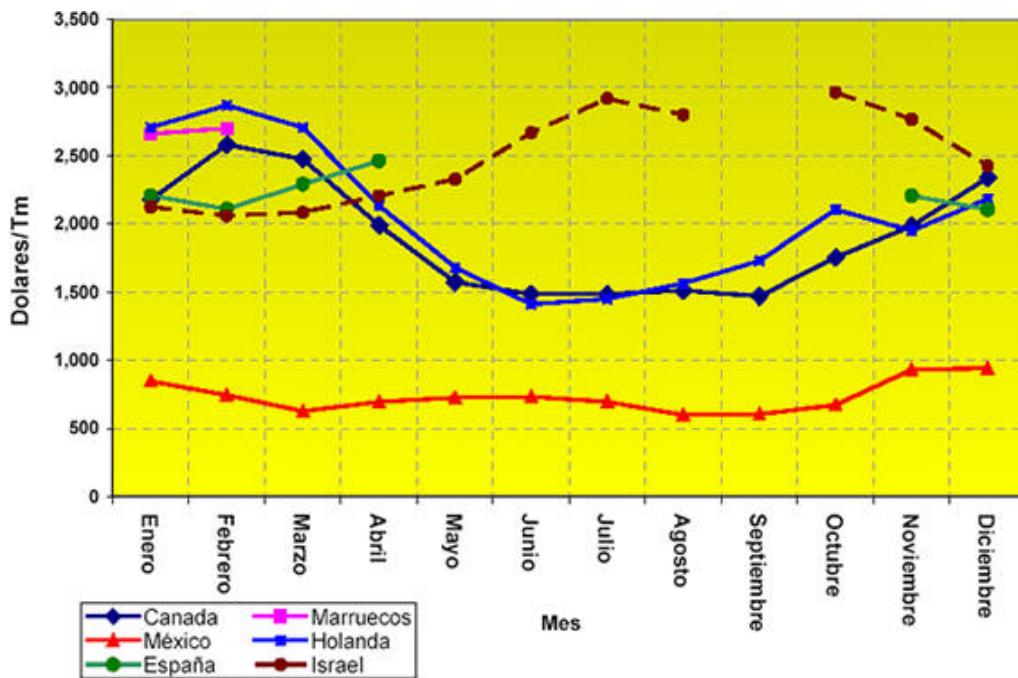
precios, con Canadá en los meses de junio-julio (época de máxima exportación para ambos países).

Gráfico 6. Calendario de importaciones de EEUU. Media 2001-2002.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE FOREIGN AGRICULTURAL SERVICE.

Gráfico 7. Precios CIF de exportación a EEUU. Media 2001-2002



Fuente: Elaboración propia a partir de datos UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE FOREIGN AGRICULTURAL SERVICE.

La exportación de Tomate procedente de España (La legislación que las regula se encuentra en el Código de Regulaciones Federales: 7.CFR.319.56-2dd. El cumplimiento es exigido por el Servicio de Inspección de Sanidad Animal y Vegetal estadounidense, Animal and Plant Health Inspection Service APHIS (Ministerio de agricultura estadounidense USDA). El periodo permitido para las exportaciones procedentes de España, comienza el 1 de diciembre y acaba el 30 de abril del año siguiente) está fuertemente limitada por la imposición de barreras de carácter fitosanitario (el motivo principal alegado es la erradicación de la mosca de la fruta, los requisitos para exportar pasan por la autorización y control (por parte del Ministerio de Agricultura español) de los invernaderos donde se va a producir el tomate exportable. A pesar de lo explicado arriba se producen determinados hechos que perjudican a los productores españoles (Guerra, 2003): empresas holandesas suelen comprar a empresas españolas y posteriormente exportan a EEUU (Observando los calendarios de exportación, existen envíos a EEUU en meses de producción típicamente española: noviembre y diciembre) en su nombre, pudiendo introducir género que no proviene de invernaderos autorizados. Podría darse el caso de que una empresa que exporte directamente, sufra una detención en frontera debido a producción reexportada (sin el conocimiento de la empresa de origen) por otra empresa.

A este primer inconveniente debemos sumar los graves problemas logísticos que se crean para enviar una producción tan perecedera como es el tomate. Los envíos a EEUU normalmente se han realizado hasta la fecha por vía aérea (los problemas principales de este medio son: la existencia de sobre-tasas a partir del 11 de Septiembre de 2001 y la escasez de espacio disponible, este hecho acrecentado también a raíz de las reducciones del transporte de pasajeros por amenazas terroristas).

En los últimos años la Asociación de Productores Exportadores de Productos Hortofrutícolas de la Provincia de Almería (COEXPHAL) ha realizado diversos ensayos con contenedores frigoríficos y de atmósfera controlada de las compañías Maerks y Hanjin Shipping, para promover el transporte Marítimo (vía Algeciras y Valencia): los puertos de destino varían, pero New York es un destino preferente. Esta última opción conseguiría ahorrar entre un 50-70% (En el caso del transporte marítimo se han utilizado presupuestos suministrados por Maerks Sealand) en relación al costo aéreo (el principal inconveniente sería el tránsito total entre 10-12 días y la previsible pérdida de calidad). El problema logístico lo tienen solucionado de mejor forma las empresas holandesas, pues poseen una alta capacidad para completar cargas, lo que les proporciona gran capacidad de negociación con las líneas aéreas. Otros problemas importantes son los derivados del aumento tendencial del costo aéreo (Durante la temporada 1998/99 se transportaban hortalizas a un precio aproximado de 0,75€ por Kg, en la actualidad este precio es de 1,55 €) y el tipo de cambio. Es destacable que los envíos de este tipo de mercancías (perecederas) se vean enormemente afectados, a través del tipo de cambio, por circunstancias de coyuntura general económica. El incremento del valor del euro (en aproximadamente un 30% entre el final del año 2003 e inicio de 2005) es, según las empresas exportadoras, el causante del descenso tan acusado de las exportaciones

almerienses a EEUU en la última campaña: las exportaciones en la temporada 2004/05, en relación al ciclo anterior, han caído en un 31%.

El elevado costo de transporte existente en la actualidad, vía aérea, crea un apalancamiento muy elevado del precio de venta en origen (se pierde el costo del transporte de la mercancía que llega en malas condiciones y es reclamada) de tal forma que hace muy arriesgado enviar producción que no tenga una calidad muy alta y que sepamos que no va a producir reclamaciones en destino. El transporte vía marítima se configura como la opción más plausible: puede reducir en más de un 50% el costo aéreo y por tanto el riesgo ante reclamaciones en destino. Otra estrategia sería la que se basaría en la venta de productos con altos estándares de calidad (obligarían al transporte aéreo) a precio superior -aunque debe ser visto por el consumidor con características adicionales-.

20.7 CONCLUSIONES.

La U.E. como mercado de importación de tomate está fuertemente protegido: las importaciones de países terceros representan un porcentaje ínfimo comparadas con el comercio intracomunitario. Existe un cierto equilibrio “apuntalado” entre los miembros exportadores de la Unión, fundamentalmente, España y Holanda. Los acuerdos euromediterráneos (Marruecos, Túnez, Israel,...) y las exportaciones de futuros miembros de la Unión (el caso más llamativo es Turquía) harán tambalear la actual situación. Cabe preguntarse por el estado de la clásica válvula de escape: los EEUU. El estudio detallado del comercio en este país muestra un mercado con grandes flujos del centro y norte (**México y Canadá**) que hacen cuestionarse la existencia de un auténtico mercado potencial para el tomate de exportación europeo.

El mercado de tomate de invernadero en EEUU ha crecido a costa de la producción local sin embargo, en la actualidad, empiezan a aparecer síntomas de decaimiento en su evolución. Para España será difícil penetrar en él de manera masiva debido a que existen competidores en mejores condiciones logísticas. El resto de países competidores llevan a España una ventaja en cuanto a su cuota de mercado y su penetración en las empresas distribuidoras. Un punto negativo importante, que dificulta las entradas españolas, es la existencia de un calendario de exportación que impide un suministro continuo a clientes.

Desde el punto de vista de las administraciones se hace imprescindible la negociación con las autoridades estadounidenses de cara a la armonización de puntos tan importantes como: a) legislación en cuanto al uso de fitosanitarios y sobre todo, b) la amplitud en los calendarios de exportación. Estas reclamaciones se hacen difíciles teniendo en cuenta el proteccionismo histórico impuesto por EEUU.

Desde un punto de vista clásico, los precios proporcionan una capacidad competitiva relevante: sin embargo al compararlos con los de **México** (país con el que coinciden en calendario las exportaciones españolas) la ventaja comparativa es nula (este país tiene precios CIF que suponen –en el mismo calendario- el 37% de los existentes en España). En la actualidad se está produciendo una transferencia de tecnología importante entre **México y Almería (España)** por ser esta última ciudad donde se ha desarrollado el “cluster agrícola intensivo” más importante de España y quizá del mundo. Esta situación provocará que cada vez se hagan menores las

diferencias entre **el tomate Mexicano y el Español**, con el grave perjuicio de cara a la exportación a EEUU para el tomate de España (siendo muy beneficioso para el tomate Mexicano, pues con su costo de producción –reflejados en su precio CIF - y los actuales costos de transporte, podría llegar en buenas condiciones incluso al mercado de la U.E.).

Respecto del transporte marítimo como alternativa a los envíos aéreos, se hace necesario aumentar los ensayos de cara a poder perfeccionarlo (el tomate sigue siendo una hortaliza más sensible al transporte prolongado en frío que otras en las que sí existe un uso generalizado del contenedor marítimo –es el caso del pepino e incluso el pimiento).

XXI. BIBLIOGRAFIA.

Desarrollar excelentes habilidades de comunicación es esencial para el liderazgo efectivo. El líder tiene que ser capaz de compartir conocimientos e ideas para transmitir un sentido de urgencia y entusiasmo a otros. Si no puede hacer comprender un mensaje claramente y motivar a otros a actuar, entonces no tiene sentido tener un mensaje.

-Gilbert Amelio,
Presidente de la National Semiconductor Corp.

LAS SIGUIENTES PERSONAS NOMBRADAS, SON LIDERES:

- ALMONTE, J.; CONLEY, D. (2003): "U.S.-Mexico Food System and The Tomato Trade Dispute". International Food and Agrobussiness Management Association 13th anual World Food and Agrobussiness Forum and Symposium. Cancún, México.
- ÁLVAREZ RAMOS, J. (2003): "Logística en frutas y hortalizas. Reflexión sobre la exportación española a Estados Unidos". Jornadas sobre la problemática en la exportación de productos hortofrutícolas a Estados Unidos. SOIVRE. 14 de Noviembre, Almería.
- CANTLIFFE, D.;VANSICKLE, J. (2003): "Competitiveness of the Spanish and Dutch Greenhouse industries with the Florida fresh vegetable industry". University of Florida. Institute of Food and Agricultural Science. Series of the Horticultural Sciences Department , nº HS918.
- DEGIGLIO, M.A. (2003): "Growth of fresh Greenhouse tomato Market in USA". Proceedings of the international Congress on Greenhouse Vegetables. 31 Oct.- 1 Nov., Amsterdam. Holland, pp 91-94.
- ESCÁNEZ, M. (2003): "Exportación a EEUU: problemas en la gestión diaria". Jornadas sobre la problemática en la exportación de productos hortofrutícolas a Estados Unidos. SOIVRE. 14 de Noviembre, Almería.
- JERARDO, A. (2003): "Import Share of U.S. Food Consumption Stable at 11 percent". Electronic Outlook Report from the Economic Research Service, USDA. FAU-79-01, July 2003.

-

- GUERRA SARAVIA, F. (2003): "Problemática de las importaciones en EEUU de tomates y pimientos procedentes de España". Jornadas sobre la problemática en la exportación de productos hortofrutícolas a Estados Unidos. SOIVRE. 14 de Noviembre, Almería.
- HYUNOK, L. (2003): "Issues concerned with the marketing of fruits, tree nuts and vegetables Issues in the United States". Food and Fertilizer Technology Center.
- JARVIS, W.R.1992. Managing Diseases in Greenhouse Crops. APS Press. The American Phytopathological Society. St. Paul, Minnesota, U.S.A.
- JORDAN, K; VANSICKLE, J. (1995): "Market structure an behavior in U.S. Winter market for fresh tomatoes". Paper at the AAEEA meetings. Indianapolis. August.
- LACASA, A., ROS, C., GUERRERO, M.N., MARTINEZ, M.C. GUIRAO, P., MARTINEZ, MA., BARCELÓ, N., RODRIGUEZ,I., ONCINA, M.2003 combinación de injerto y desinfección parcial del suelo como alternativa al Bromuro de Metilo en pimiento.
- LEON, HECTOR M. 2001. Manual para el Cultivo de Tomate de Invernadero. Chihuahua, Ch., México.
- LUCIER, G.; PLUMMER, G.S.; JOHNSON, D.; LOVE, J. (1996): «Vegetables and specialties: situations and outlook ». Economic Research Service. USDA. November. Washington D.C.
- LUCIER, G.; BIING-HWAN, L.; ALLSHOUSE, J.; SCOTT, L. (2000): "Factors Affecting Tomatoe Consumption in the United States". Vegetables and specialties. Economic Research Service. USDA. November (VGS-282).
- MARSHNER, H. 1986. Mineral nutrition of higher plants. Academic Press. Londres Inglaterra. 674 pp.
- PÉREZ MESA, J.C. (2003): "Competitividad de la agricultura intensiva en un contexto globalizado: una visión de mercado". Servicio de publicaciones de la Universidad de Almería. Series Tesis Doctorales.
- PUENTE, A. (2002): "La cadena productiva del limón mejicano". Análisis de su competitividad en el estado de Colina". Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria. Dirección General de Operaciones Financieras-Méjico.
- RESH, H. M. 1992. Cultivos Hidropónicos. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 369 pp.
- RICHARDS, T; PATTERSON, P.; VAN ISPELEN, p. (1998): "Modeling Fresh Tomato Marketing Margins: Econometrics and neural networks". Agricultural and Resource Economics. December.

- STRANGE, M.; SCHRADER, W.; HARTZ, T. (2000): “Fresh-Market Tomato Production in California”. University of California. Vegetable Research and Information Center. Vegetables Production Series, nº 8017.
- VALLE, M. (2001): “Spanish exporters face challenges in U.S.”. The business Link. Summer, 2001. The Spain-U.S. Chamber of Commerce.
- WINSOR G. and ADAMS, 1987. Diagnosis of mineral disorders in plants. Vol. 3 Glasshouse crops. Ministry of Agriculture Fisheries and food. Londres Inglaterra. 168 pp.
- SANCHEZ, del C.F. Y E. ESCALANTE R. 1989. Hidroponía. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.
- SCIENTIFIC CERTIFICATION SYSTEMS. 1998. Programa de Manejo de Seguridad de Alimentos, Normas de Certificación. Oakland Cal. U.S.A.

LABAG

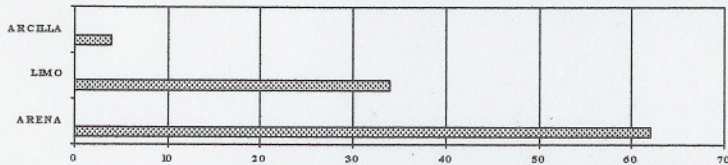
LABORATORIO AGRICOLA

1° DE MAYO # 405 CD. GUZMAN, JAL TEL. (341) 41 3 72 79

FECHA: 2 DE MAYO 2003	MUESTRA No. 4528
NOMBRE: ING. HUMBERTO MARTINEZ	LOCALIDAD: AMECA JAL.
CULTIVO:	PREDIO: LOTE #1

ANALISIS DE CARACTERIZACION

TEXTURA: MIGAJON ARENOSO



SALINIDAD	METODO	REFERENCIA	RESULTADO
CLORO	EXTR. DE SATURACION	10 - 20 MEQ./LT.	24.8
SULFATOS	EXTR. DE SATURACION	4 - 8	1.1
CARBONATOS	TITULACION	0 MEQ./LT.	0.0
BICARBONATOS	TITULACION	2.5-8 MEQ./LT.	2.52
SODIO	EXTR. DE SATURACION		4.6
SODIO INTERCAMBIABLE		10 - 20 %	21.9
C.I.C.	AcNa	0.3 - 10	21

DETERMINACION	METODO	REFERENCIA	RESULTADO
PH	PASTA SATURADA	5.5 - 7.5	6.7
MATERIA ORGANICA	OXIDACION	3.5 - 6 %	0.97
C.E.	EXTRACTO SATURADO	0 - 2 Ms/Cm	1.0
NITROGENO %	KJELDAHL	0.11 - 0.20	0.12
FOSFORO	OLSEN	17 - 24 PPM	18.9
POTASIO	AcNH4	22 - 34 Mg./Gr.	16.5
MAGNESIO	AcNH4	18 - 30 Mg./Gr.	12.62
CALCIO	AcNH4	200-280 Mg./Gr.	37.5
MANGANESO	ESPECTRO	9 - 27 KG./HA.	3.6
BORO	AGUA CALIENTE	0.5 - 2 PPM	0.2
FIERRO	ESPECTRO	9 - 18 KG./HA.	3.8

ASESOR TEC: ING. T. RICARDO CEJA V.

RESP. LABORATORIO: LAB. ERNESTINA ARELLANO V.

LABAG

LABORATORIO AGRICOLA

PRIMERO DE MAYO # 405 CD. GUZMAN JAL. TEL: 3 41 41 3 72 79

agrilabag@hotmail.com

FECHA: 20- MAYO-04
NOMBRE: RANCHO EL MEZQUITE
CULTIVO: Jitomate IDETERMINADO 0289

MUESTRA No S.S. 5311
LOCALIDAD: AMECA JAL
LOTE: 3 5 SEMANAS

ANALISIS DE SOLUCION DEL SUELO

DETERMINACION NES	METODO	PPM. REFERENCIA	PPM. ANTERIOR	PPM EXISTENCIA
NITRATOS	ELECTRODO	350 - 450		287
POTASIO	ELECTRODO	50 - 70		44.1
CLORO	ELECTRODO	< 350		54
SODIO	ELECTRODO	< 180		8.6
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	CONDUCTIMETRO	3 - 5 MILLMOHS CM.	MILLMOHS CM.	1.9
PH	POTENCIOMETRO	5.5 - 7.5		PH 7.2

RECOMENDACIONES:

ASESOR TECNICO
ING. T. RICARDO CEJA V.

ENCARGADA DE LABORATORIO
LAB. ERNESTINA ARELLANO V.

NPK
ClNa

NaCl₃

LABAG

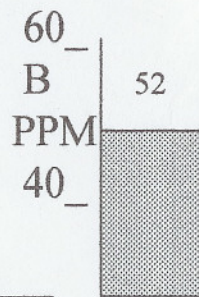
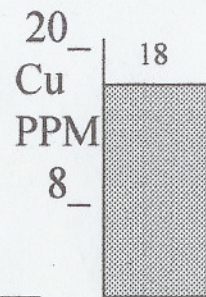
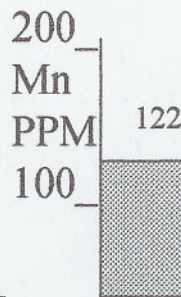
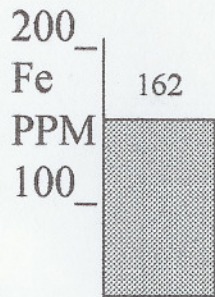
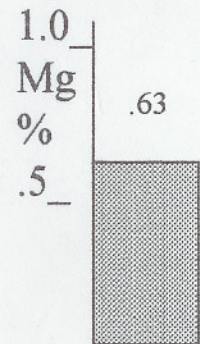
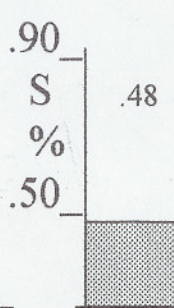
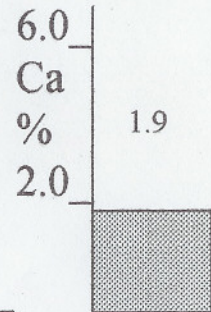
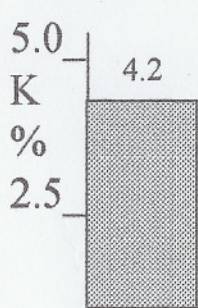
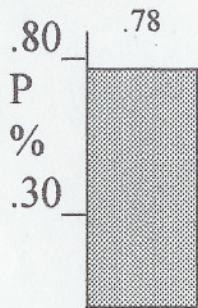
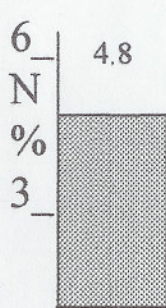
LABORATORIO AGRICOLA

1° DE MAYO # 405 CD. GUZMAN JAL. TEL. 3 41 413 72 79

NOMBRE : SERGIO MENDOZA
 JITOMATE INDETERMINADO
 FECHA: 30 / ABRIL / 04

MUESTRA No.T- 5244
 ETAPA: PRIMEROS FRUTOS

INVERNADERO: CULTIVO:
 LOCALIDAD : ZAPOTILTIC JAL.



D	RELACIONES	N/P	N/K	N/Ca	Mg/N	K/P	Ca/P	Mg/P	Ca/K	Mg/K	Mg/Ca
R	REFERENCIA	6.3	1.06	1.00	0.08	6.14	5.71	0.474	1.000	0.080	0.200
I	ACTUAL	6.1	1.14	2.52	0.13	5.38	2.43	0.807	0.452	0.150	0.331

EL CALCIO Y AZUFRE SON FACTORES LIMITANTE PARA UNA BUENA PRODUCCION

SI EL RESULTADO DE LA DIVISION ES MENOR QUE LA REFERENCIA, SUBIR NIVEL DEL DIVIDENDO Y SI ES MAYOR SUBIR NIVEL DEL DIVISOR

SOLUCION DEL SUELO REFERENCIA: NITRATOS 350 - 450 ppm POTASIO 50-70 ppm CLORO <350 SODIO <150 ppm PH 5.5-7 C.E

SOLUCION DEL SUELO ACTUAL: NITRATOS 861 ppm POTASIO 141 ppm CLORO 303 ppm SODIO 307 ppm PH 6.8 C.E 5.9

ASESOR TECNICO

ING. T. RICARDO CEJA V.

ENCARGADA DE LABORATORIO

LAB. ERNESTINA ARELLANO V.

TANK 1 OF : 2.500

		N	P	K	Ca	mg	S	Na	Fe	Mn	Zn	Cu	Mo
		kg											
TANK	KNO3	250	12	0.87	35.7	0	0	0	0	0	0	0	0
1	SO4MG	350	0	0	0	9	13	0	0	0	0	0	0
	NH4NO3	50	33.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	M.K.P.	50	0	22.7	28.6	0	0	0	0	0	0	0	0
	E.M.	30	0	0	0	0	0	0	3.4	1.7	0.8	0.08	0
		780											

TOTAL :

N	P	K	Ca	mg	S	Na	Fe	Mn	Zn	Cu	Mo
12.00	0.87	35.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	12.60	18.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	4.54	5.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.41	0.20	0.10	0.01	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

18.70	5.41	41.42	0.00	12.60	18.20	0.00	0.41	0.20	0.10	0.01	0.00
-------	------	-------	------	-------	-------	------	------	------	------	------	------

PUMP B

Lt / m ³	N	P	K	Ca	mg	S	Na	Fe	Mn	Zn	Cu	Mo
5	93.5	27.1	207.1	0.0	63.0	91.0	0.0	2.04	1.02	0.48	0.05	0.00

TANK 2 OF : 2.500

		N	P	K	Ca	mg	S	Na	Fe	Mn	Zn	Cu	Mo
		kg											
TANK	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0
2	CLK2	100	0	0	50	0	0	0	0	0	0	0	0
	CL2CA	290.4	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0
	CANO3	200	15.5	0	0	26.5	0	0	0	0	0	0	0
	CLNA	100	0	0	0	0	0	40	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		640.4											

TOTAL :

N	P	K	Ca	mg	S	Na	Fe	Mn	Zn	Cu	Mo
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	34.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12.40	0.00	0.00	21.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	16.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

12.40	0.00	20.00	56.05	0.00	0.00	16.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-------	------	-------	-------	------	------	-------	------	------	------	------	------

PUMP A

L/M3	N	P	K	Ca	mg	S	Na	Fe	Mn	Zn	Cu	Mo
5	62.0	0.0	100.0	280.2	0.0	0.0	80.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

TANK 3 OF : 2.500

		N	P	K	Ca	mg	S	Na	Fe	Mn	Zn	Cu	Mo
		kg											
TANK	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	KCL2	100	0	0	50	0	0	0	0	0	0	0	0
	CACL2	219.3	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0
	CLNA	350	0	0	0	0	0	40	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		683											

TOTAL :

N	P	K	Ca	mg	S	Na	Fe	Mn	Zn	Cu	Mo
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	26.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	56.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

0.00	0.00	20.00	26.32	0.00	0.00	56.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
------	------	-------	-------	------	------	-------	------	------	------	------	------

PUMP C

Lt / m ³	N	P	K	Ca	mg	cl	Na	Fe	Mn	Zn	Cu	Mo
5	0.0	0.0	100.0	131.6	0.0	0.0	280.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

TANK 4 OF : 2.500

		N	P	K	Ca	mg	S	Na	Fe	Mn	Zn	Cu	Mo
		kg											
TANK	H2PO4	70	0	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		0											

TOTAL :

N	P	K	Ca	mg	S	Na	Fe	Mn	Zn	Cu	Mo
0.00	16.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

0.00	16.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
------	-------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

PUMP C

Lt / m ³	N	P	K	Ca	mg	cl	Na	Fe	Mn	Zn	Cu	Mo
5	0.0	84.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

TOTAL DE LA SOLUCION :

EC 5.48

N	P	K	Ca	mg	S	Na	Fe	Mn	Zn	Cu	Mo
155.5	111.1	407.1	411.8	63.0	91.0	360.0	2.0	1.0	0.5	0.0	0.0

SAR
5.17

k/N
2.50

K(CaO + MgO)
0.84

		kg											
TANK		N	P	K	Ca	mg	S	Na	Fe	Mn	Zn	Cu	Mo
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	KNO3	250	12	0.87	36	0	0	0	0	0	0	0	0
	NH4NO3	50	33.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	MKP	50	0	22.7	29	0	0	0	0	0	0	0	0
	EM	30	0	0	0	0	0	0	3.4	1.7	0.8	0.08	0
	H2PO4	60	0	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		405											

TOTAL :

PUMP B		Lt / m ³											
Lt / m ³		N	P	K	Ca	mg	S	Na	Fe	Mn	Zn	Cu	Mo
5		93.5	99.1	209.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.04	1.02	0.48	0.05	0.00
													1.10

		kg											
TANK		N	P	K	Ca	mg	S	Na	Fe	Mn	Zn	Cu	Mo
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	SO4MG	400	0	0	0	9	13	0	0	0	0	0	0
	CL2K	150	0	0	50	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		550											

TOTAL :

PUMP A		L/M3											
L/M3		N	P	K	Ca	mg	S	Na	Fe	Mn	Zn	Cu	Mo
5		0.0	0.0	150.0	0.0	72.0	104.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
													1.38

		kg											
TANK		N	P	K	Ca	mg	S	Na	Fe	Mn	Zn	Cu	Mo
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	CL2K	100	0	0	50	0	0	0	0	0	0	0	0
	CL2CA	219.3	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0
	CLNA	400	0	0	0	0	0	40	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		683											

TOTAL :

PUMP C		Lt / m ³											
Lt / m ³		N	P	K	Ca	mg	cl	Na	Fe	Mn	Zn	Cu	Mo
5		0.0	0.0	100.0	131.6	0.0	0.0	320.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
													1.80

		kg											
TANK		N	P	K	Ca	mg	S	Na	Fe	Mn	Zn	Cu	Mo
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	CL2CA	290.4	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0
	CLNA	100	0	0	0	0	0	40	0	0	0	0	0
	CAN03	200	15.5	0	0	26.5	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		490.4											

TOTAL :

PUMP C		Lt / m ³											
Lt / m ³		N	P	K	Ca	mg	cl	Na	Fe	Mn	Zn	Cu	Mo
5		62.0	0.0	0.0	280.2	0.0	0.0	80.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
													1.48

SAR
5.14

k/N
3.50

K(CaO + MgO)
0.92

TANK 1 OF : 2.500

N	P	K	Ca	mg	S	Na	Fe	Mn	Zn	Cu	Mo
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12.00	0.87	36.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	4.54	5.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.41	0.20	0.10	0.01	0.00
0.00	14.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18.70	19.81	41.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.41	0.20	0.10	0.01	0.00

TANK 2 OF : 2.500

N	P	K	Ca	mg	S	Na	Fe	Mn	Zn	Cu	Mo
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	14.40	20.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	30.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	30.00	0.00	14.40	20.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

TANK 3 OF : 2.500

N	P	K	Ca	mg	S	Na	Fe	Mn	Zn	Cu	Mo
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	26.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	64.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	20.00	26.32	0.00	0.00	64.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

TANK 4 OF : 2.500

N	P	K	Ca	mg	S	Na	Fe	Mn	Zn	Cu	Mo
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	34.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	16.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12.40	0.00	0.00	21.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12.40	0.00	0.00	56.05	0.00	0.00	16.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

TOTAL DE LA SOLUCION :

EC 5.86

N	P	K	Ca	mg	S	Na	Fe	Mn	Zn	Cu	Mo
155.5	99.1	459.0	411.8	72.0	104.0	400.0	2.0	1.0	0.5	0.0	0.0

TANK 1 OF : 1,000

MEZCLA MADRE		kg												
TANK		N	P	K	Ca	mg	S	Na	Fe	Mn	Zn	Cu	Mo	
1	Ca(NO3)2	60	15.5	0	0	26.5	0	0	0	0	0	0	0	
	CaCl2	0	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	
	KCl	0	0	0	61	0	0	0	0	0	0	0	0	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	60													

TOTAL :

PUMP B

Lt / m ³	N	P	K	Ca	mg	S	Na	Fe	Mn	Zn	Cu	Mo
8	74.4	0.0	0.0	127.2	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60

		kg												
TANK		N	P	K	Ca	mg	S	Na	Fe	Mn	Zn	Cu	Mo	
2	KNO3	40	12	0	45	0	0	0	0	0	0	0	0	
	MKP	30	0	52	34	0	0	0	0	0	0	0	0	
	MGSO4	40	0	0	0	9	13	0	0	0	0	0	0	
	H3PO4	10	0	63	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	QUELATOS	4	0	0	0	0	0	0	7.5	3.5	0.7	0.28	0.3	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	124													

TOTAL :

PUMP A

LT/M3	N	P	K	Ca	mg	S	Na	Fe	Mn	Zn	Cu	Mo
4	19.2	87.6	112.8	0.0	14.4	20.8	0.0	2.40	1.12	0.22	0.09	0.10

		kg												
TANK		N	P	K	Ca	mg	S	Na	Fe	Mn	Zn	Cu	Mo	
3	fosfonitrato	60	31	2	61	0	0	0	0	0	0	0	0	
	NACL	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0	0	0	
	CACL	0	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

TOTAL :

PUMP C

Lt / m ³	N	P	K	Ca	mg	cl	Na	Fe	Mn	Zn	Cu	Mo
4	74.4	4.8	146.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30

		kg												
TANK		N	P	K	Ca	mg	S	Na	Fe	Mn	Zn	Cu	Mo	
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	0													

TOTAL :

PUMP C

Lt / m ³	N	P	K	Ca	mg	cl	Na	Fe	Mn	Zn	Cu	Mo
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

SAR
5.17

k/N
2.50

K(CaO + MgO)
0.84

PPM

N	P	K	Ca	mg	S	Na	Fe	Mn	Zn	Cu	Mo
9.30	0.00	0.00	15.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9.30	0.00	0.00	15.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

TANK 2 OF : 1,000

N	P	K	Ca	mg	S	Na	Fe	Mn	Zn	Cu	Mo
4.80	0.00	18.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	15.60	10.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	3.60	5.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	6.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.14	0.03	0.01	0.01
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4.80	21.90	28.20	0.00	3.60	5.20	0.00	0.30	0.14	0.03	0.01	0.01

TANK 3 OF : 1,000

N	P	K	Ca	mg	S	Na	Fe	Mn	Zn	Cu	Mo
18.60	1.20	36.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18.60	1.20	36.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

TANK 4 OF : 2,500

N	P	K	Ca	mg	S	Na	Fe	Mn	Zn	Cu	Mo
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

TOTAL DE LA SOLUCION :

EC 1.52

N	P	K	Ca	mg	S	Na	Fe	Mn	Zn	Cu	Mo
168.0	92.4	259.2	127.2	14.4	20.8	0.0	2.4	1.1	0.2	0.1	0.1