



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
ARAGÓN**

**LA PRODUCCIÓN DE JITOMATE BAJO CUBIERTA EN SISTEMA  
HIDROPÓNICO, ESTUDIO DE CASO ESTADO DE MORELOS.**

**TESIS**

**PRESENTAN :**

Bernardino Ríos René

Zapata Báez Oscar

Vo. Bo.

**Jefe de Carrera**

Lic. Ma. Luisa Calzada Sandoval

Vo. Bo.

**Director de Tesis**

Prof. Eugenio Cedillo Portugal



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## **DEDICATORIA**

### **A DIOS**

Por haberme bendecido con la familia que eligió para mí, por darme alegrías y tristezas que me han ayudado a apreciar el don de la vida.

### **A MIS PADRES**

Gerardo y Carmen; porque esta pequeña meta que hoy se cumple, es también el esfuerzo y aliento que siempre sembraron en mi persona. Por el apoyo que siempre han dado a sus hijos.

### **A MIS HERMANOS**

Roberto, Laura y Héctor; gracias por compartir momentos alegres y tristes y porque espero que este trabajo los motive para superarse en la vida.

### **A MIS SOBRINOS**

Karen y Héctor; gracias porque con ustedes vivo momentos inolvidables, me dan muchísima alegría, y espero que siempre vivan rodeados de verdad, amor y mucho cariño; para que en el futuro terminen muy bien sus metas.

### **A MI CUÑADA**

Conchis; gracias por el apoyo, comprensión y por el gusto de tener una cuñada como tú.

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO ( FES ARAGÓN)**

Por permitirme tener el orgullo de pertenecer a ella, por mi formación académica y por darme las herramientas necesarias para la realización de este trabajo.

### **A MI ASESOR**

Ing. Eugenio Cedillo Portugal; le agradezco infinitamente por haberme asesorado, por su tiempo, por su paciencia, conocimientos y por todo el apoyo que me brindó, por que sin su ayuda nunca hubiera alcanzado esta importante meta en mi vida.

### **A MI COMPAÑERO DE TESIS**

Oscar; por su entusiasmo, profesionalismo y amistad a lo largo de nuestra preparación académica y realización de esta tesis.

### **A MIS AMIGOS**

Que han formado parte de mi vida; especialmente a todos aquellos que dejaron huella y los que aún siguen conmigo, a todos les doy las gracias.

### **A LOS PRODUCTORES**

Agradezco a los productores visitados por el valioso apoyo, permitiendo visitar sus invernaderos y recopilar la información requerida para la realización de este documento.

## **DEDICATORIA**

### **A DIOS**

Por estar siempre conmigo, por darme la fuerza para seguir adelante, nunca perder la fe y otorgarme la oportunidad de lograr este triunfo en mi vida.

### **A MIS PADRES**

Ocotlán y Severina; por su apoyo incondicional, cariño, comprensión que desde siempre me han brindado, por guiar mi camino y estar junto a mí en los momentos más difíciles, por mantener siempre unida a la familia.

### **A MIS HERMANOS**

Héctor, Elsa, Sonia, Horacio y Javier; por su valioso apoyo en todos los aspectos y su comprensión y por ser parte importante en mi vida.

### **A MI ABUELA**

Altagracia por su apoyo moral y cariño.

### **A MI CUÑADA**

María Isabel; por ser parte de la familia y por su apoyo.

### **A MI SOBRINA**

Magali; por las alegrías y los grandes momentos que paso a su lado, porque me inspira a superarme en la vida.

***GRACIAS...***

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO Y A LA FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN.**

Por darme la formación profesional académica en sus instalaciones y por el orgullo de pertenecer a ella.

### **A MI ASESOR.**

Ing. Eugenio Cedillo Portugal.

Por sus aportaciones tan valiosas para la elaboración de esta tesis, por sus acertados consejos, ayuda, orientación y paciencia.

### **A MIS PROFESORES.**

Por su orientación y enseñanza a lo largo de mi vida que han contribuido a mi formación profesional.

### **A MIS AMIGOS (AS) Y COMPAÑEROS.**

En especial a René por honrarme con su amistad y solidaridad, y por su valiosa aportación en este trabajo; y a todos aquellos que formaron parte de mi en algún momento de mi vida.

### **A LOS PRODUCTORES**

Les agradezco a todos y cada uno de los productores que nos dieron las facilidades dentro de sus instalaciones para lograr obtener la información necesaria y nos compartieron sus experiencias y conocimientos para lograr la realización de este trabajo.

## INDICE

	Pág
INTRODUCCIÓN .....	1
JUSTIFICACIÓN .....	4
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	5
OBJETIVO GENERAL.....	5
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
METODOLOGÍA .....	6
<b>1. EL JITOMATE ( <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill).....</b>	<b>7</b>
1.1. ORIGEN E HISTORIA.....	7
1.2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA.....	7
1.3. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA.....	7
1.3.1. RAÍZ .....	7
1.3.2. TALLO .....	8
1.3.3. FLORES .....	8
1.3.4. SEMILLAS .....	8
1.3.5. FRUTO .....	9
1.4. REQUERIMIENTOS AMBIENTALES.....	9
1.4.1. TEMPERATURA.....	9
1.4.2. LUZ Y FOTOPERIÓDO.....	10
1.4.3. EL pH.....	10
1.4.4. HUMEDAD .....	10
1.4.5. NUTRICIÓN.....	11
1.5. PLAGAS Y ENFERMEDADES MÁS COMUNES DEL JITOMATE.....	12
1.5.1. PRINCIPALES PLAGAS QUE ATACAN AL CULTIVO DE JITOMATE	12
1.5.1.1. EL GUSANO ALFILER ( <i>Keiferia lycopersicella</i> ).....	12
1.5.1.2. EL GUSANO SOLDADO ( <i>Spodoptera exigua</i> ).....	13
1.5.1.3. GUSANO FALSO MEDIDOR ( <i>Trichoplusia ni</i> ).....	13
1.5.1.4. EL MINADOR DE LA HOJA ( <i>Liriomyza sativae</i> ).....	15
1.5.1.5. LA MOSQUITA BLANCA ( <i>Bemisia tabaci</i> ).....	15

	Pág
1.5.1.6. LA ARAÑA ROJA ( <i>Tetranychus urticae</i> ).....	16
1.5.2. LAS ENFERMEDADES FISIOLÓGICAS MÁS FRECUENTES EN EL CULTIVO DE JITOMATE.....	17
1.5.2.1. LA PODREDUMBRE APICAL.....	17
1.5.2.2. EL AGRIETAMIENTO O RAYADO DE LOS FRUTOS.....	17
1.5.2.3. EL TIZÓN TARDÍO ( <i>Phytophthora infestans</i> ).....	18
1.5.2.4. EL TIZÓN TEMPRANO ( <i>Alternaria solani</i> ).....	18
1.5.2.5. CENICILLA DEL TOMATE ( <i>Leveillula taurica</i> ).....	19
1.6. PRODUCCIÓN DE JITOMATE.....	20
1.6.1. PRODUCCIÓN DE JITOMATE A NIVEL NACIONAL.....	20
1.7. PRODUCCIÓN DE JITOMATE EN EL ESTADO DE MORELOS.....	22
1.8. COMERCIALIZACIÓN DEL JITOMATE.....	24
1.8.1. EN EL MERCADO INTERNO.....	24
1.8.2. EXPORTACIONES DE JITOMATE.....	25
1.8.3. PERFIL DE MERCADO DE JITOMATE HIDROPÓNICO DE INVERNADERO EN ESTADOS UNIDOS.....	28
1.8.3.1. TRATAMIENTO ARANCELARIO.....	28
1.8.3.2. BARRERAS NO ARANCELARIAS (LICENCIAS FITOSAN., CUOTAS, ETIQUETADO, INF. NUTRIMENTAL).....	29
1.8.3.3. CERTIFICACIÓN.....	30
1.8.3.4. NORMAS DE CALIDAD.....	31
1.8.3.5. LEY PACA (PERISHABLE AGRICULTURAL COMMODITIES ACT).....	31
1.8.3.6. INSPECCIÓN EN EL PUNTO DE ENTRADA.....	32
1.8.3.7. FORMAS COMUNES DE EMPAQUE.....	34
1.8.3.8. TIPOS DE CANALES DE COMERCIALIZACIÓN.....	34
<b>2. INVERNADEROS.....</b>	<b>35</b>
2.1. IMPORTANCIA DE LOS INVERNADEROS.....	35
2.2. ALGUNOS TIPOS DE INVERNADEROS.....	37
2.2.1. PARRAL O PLANO.....	37



	Pág
2.2.2. CAPILLA SIMPLE A UNA O DOS AGUAS.....	38
2.2.3. CAPILLA DOBLE.....	39
2.2.4. DIENTE DE SIERRA A UNO O VARIOS DIENTES.....	40
2.2.5. TÚNEL O SEMICILINDRICO.....	40
2.2.6. ASIMÉTRICO.....	42
2.3. MATERIALES ESTRUCTURALES.....	43
2.4. MATERIALES PARA CUBIERTA.....	43
2.5. CONDICIONES CON LAS QUE DEBE CONTAR UN INVERNADERO.....	44
<b>3. HIDROPONÍA.....</b>	<b>45</b>
3.1. DEFINICIÓN.....	45
3.2. CARACTERÍSTICAS DE LA HIDROPONÍA.....	45
3.3. VENTAJAS DEL SISTEMA DE HIDROPONÍA EN COMPARACIÓN CON EL SISTEMA TRADICIONAL.....	46
3.4. DESVENTAJAS DEL CULTIVO EN HIDROPONÍA.....	48
3.5. METODOS DE CULTIVOS HIDROPÓNICOS.....	49
3.5.1. POR EL MANEJO DE SOLUCIÓN NUTRITIVA.....	49
3.5.2. POR EL TIPO DE CULTIVO.....	50
3.6. ESTRUCTURA DEL SISTEMA HIDROPÓNICO.....	51
3.6.1. PLANTA.....	51
3.6.2. SOLUCIÓN NUTRITIVA.....	51
3.6.3. CONTENEDORES.....	51
3.6.4. SUSTRATOS.....	51
3.6.5. SISTEMA DE RIEGO.....	51
3.7. USO DE CONTENEDORES EN HIDROPONÍA.....	51
3.8. SUSTRATOS UTILIZADOS EN HIDROPONÍA.....	52
3.8.1. AGROLITA O PERLITA.....	53
3.8.2. ARENA.....	53
3.8.3. LANA DE ROCA.....	53
3.8.4. GRAVA.....	53

	Pág
3.8.5. TURBA.....	53
3.8.6. FIBRA DE COCO.....	54
3.8.7. TEZONTLE.....	54
3.9. SISTEMAS DE RIEGO EN CULTIVOS HIDROPÓNICOS.....	54
3.9.1. RIEGO LOCALIZADO O POR GOTEO.....	55
3.9.2. RIEGO POR ASPERSIÓN.....	56
3.9.3. RIEGO POR MICROASPERSIÓN.....	56
3.9.4. RIEGO POR SUBIRRIGACIÓN.....	56
3.10. SOLUCIÓN NUTRITIVA PARA CULTIVOS HIDROPÓNICOS.....	56
<b>4. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.....</b>	<b>59</b>
4.1. LOCALIZACIÓN.....	59
4.2. ASPECTOS GENERALES DEL ESTADO DE MORELOS.....	60
4.3. ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS Y GEOGRÁFICOS DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	61
4.3.1. MUNICIPIO DE ATLATLAHUCAN.....	61
4.3.1.1. OROGRAFÍA.....	61
4.3.1.2. HIDROGRAFÍA.....	62
4.3.1.3. CLIMA.....	62
4.3.1.4. CARACTERÍSTICAS Y USO DEL SUELO.....	62
4.3.1.5. AGRICULTURA.....	62
4.3.1.6. GANADERÍA.....	62
4.3.1.7. POBLACIÓN.....	63
4.3.2. MUNICIPIO DE AXOCHIAPAN.....	63
4.3.2.1. OROGRAFÍA.....	63
4.3.2.2. HIDROGRAFÍA.....	63
4.3.2.3. CLIMA.....	64
4.3.2.4. PRINCIPALES ECOSISTEMAS.....	64
4.3.2.5. CARACTERÍSTICAS Y USO DEL SUELO.....	64
4.3.2.6. AGRICULTURA.....	64

	Pág
4.3.2.7. GANADERÍA.....	65
4.3.2.8. POBLACIÓN.....	65
4.3.3. MUNICIPIO DE CUAUTLA.....	65
4.3.3.1. EXTENSIÓN.....	65
4.3.3.2. OROGRAFÍA.....	65
4.3.3.3. HIDROGRAFÍA.....	66
4.3.3.4. CLIMA.....	66
4.3.3.5. POBLACIÓN.....	66
4.3.3.6. AGRICULTURA.....	66
4.3.3.7. GANADERÍA.....	66
4.3.4. MUNICIPIO DE CUERNAVACA.....	67
4.3.4.1. EXTENSIÓN.....	67
4.3.4.2. OROGRAFÍA.....	68
4.3.4.3. HIDROGRAFÍA.....	68
4.3.4.4. CLIMA.....	69
4.3.4.5. PRINCIPALES ECOSISTEMAS.....	69
4.3.4.6. CARACTERÍSTICAS Y USO DEL SUELO.....	70
4.3.4.7. AGRICULTURA.....	71
4.3.4.8. GANADERÍA.....	71
4.3.4.9. POBLACIÓN.....	71
4.3.5. MUNICIPIO DE MAZATEPEC.....	72
4.3.5.1. OROGRAFÍA.....	72
4.3.5.2. HIDROGRAFÍA.....	72
4.3.5.3. CLIMA.....	72
4.3.5.4. PRINCIPALES ECOSISTEMAS.....	72
4.3.5.5. RECURSOS NATURALES.....	73
4.3.5.6. CARACTERÍSTICAS Y USO DEL SUELO.....	73
4.3.5.7. AGRICULTURA.....	73
4.3.5.8. GANADERÍA.....	73

	Pág
4.3.5.9. POBLACIÓN.....	73
4.3.6. MUNICIPIO DE MIACATLAN.....	73
4.3.6.1. OROGRAFÍA.....	74
4.3.6.2. HIDROGRAFÍA.....	74
4.3.6.3. CLIMA.....	74
4.3.6.4. PRINCIPALES ECOSISTEMAS.....	74
4.3.6.5. RECURSOS NATURALES.....	75
4.3.6.6. CARACTERÍSTICAS Y USO DEL SUELO.....	75
4.3.6.7. AGRICULTURA.....	76
4.3.6.8. GANADERÍA.....	76
4.3.6.9. POBLACIÓN.....	76
4.3.7. MUNICIPIO DE JANTETELCO.....	76
4.3.7.1. OROGRAFÍA.....	77
4.3.7.2. HIDROGRAFÍA.....	77
4.3.7.3. CLIMA.....	77
4.3.7.4. PRINCIPALES ECOSISTEMAS.....	77
4.3.7.5. RECURSOS NATURALES.....	77
4.3.7.6. CARACTERÍSTICAS Y USO DEL SUELO.....	77
4.3.7.7. AGRICULTURA.....	78
4.3.7.8. GANADERÍA.....	78
4.3.7.9. POBLACIÓN.....	78
4.3.8. MUNICIPIO DE JOJUTLA.....	78
4.3.8.1. OROGRAFÍA.....	78
4.3.8.2. HIDROGRAFÍA.....	78
4.3.8.3. CLIMA.....	79
4.3.8.4. PRINCIPALES ECOSISTEMAS.....	79
4.3.8.5. RECURSOS NATURALES.....	79
4.3.8.6. CARACTERÍSTICAS Y USO DEL SUELO.....	79
4.3.8.7. AGRICULTURA.....	79

	Pág
4.3.8.8. GANADERÍA.....	80
4.3.8.9. POBLACIÓN.....	80
4.3.9. MUNICIPIO DE TLAYACAPAN.....	80
4.3.9.1. OROGRAFÍA.....	80
4.3.9.2. HIDROGRAFÍA.....	80
4.3.9.3. CLIMA.....	81
4.3.9.4. PRINCIPALES ECOSISTEMAS.....	81
4.3.9.5. RECURSOS NATURALES.....	81
4.3.9.6. CARACTERÍSTICAS Y USO DEL SUELO.....	81
4.3.9.7. AGRICULTURA.....	82
4.3.9.8. GANADERÍA.....	83
4.3.9.9. POBLACIÓN.....	83
<b>5. RESULTADOS EN LA ZONA DE ESTUDIO.....</b>	<b>84</b>
5.1. ESTUDIO TÉCNICO.....	84
5.1.1. SISTEMA DE PRODUCCIÓN.....	84
5.1.2. SISTEMA DE RIEGO UTILIZADO EN LA ZONA DE ESTUDIO.....	86
5.1.3. SUSTRATOS UTILIZADOS EN LOS INVERNADEROS DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	88
5.2. ESTABLECIMIENTO Y MANEJO DEL CULTIVO DE JITOMATE HIDROPÓNICO.....	89
5.2.1. TRANSPLANTE DE LA PLANTULA.....	89
5.2.2. TUTOREO EN LOS INVERNADEROS VISITADOS.....	89
5.2.3. PODA DE LA PLANTA DE JITOMATE HIDROPÓNICO.....	90
5.2.4. DENSIDAD DE PLANTACIÓN.....	90
5.2.5. CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES EN LOS INVERNADEROS VISITADOS.....	91
5.2.6. COSECHA.....	92
5.2.7. DESINFECCIÓN DEL SUSTRATO EN LOS INVERNADEROS VISITADOS.....	94

	Pág
5.3. DESTINO DE LA PRODUCCIÓN.....	95
5.4. FACTORES QUE PROPICIAN LA UTILIZACIÓN DEL SISTEMA HIDROPÓNICO BAJO CUBIERTA.....	97
5.4.1. FACTORES FISICO-AMBIENTALES .....	97
5.4.2. FACTORES SOCIOECONÓMICOS.....	98
5.4.3. FACTORES TECNOLÓGICOS.....	99
5.4.4. CANALES DE COMERCIALIZACIÓN EN LA ZONA DE ESTUDIO	99
<b>6. ANÁLISIS FINANCIERO.....</b>	<b>101</b>
6.1. INVERSIÓN FIJA.....	101
6.2. CAPITAL DE TRABAJO.....	102
6.3. PROYECCIÓN DE INGRESOS.....	104
6.4. COSTOS TOTALES.....	105
6.5. COSTOS DE REINVERSIÓN.....	106
6.6. PROYECCIÓN DE INGRESOS Y EGRESOS.....	106
6.7. FLUJO DE FONDOS.....	106
6.8. INDICADORES FINANCIEROS.....	107
6.8.1. VALOR ACTUAL NETO (VAN).....	107
6.8.2. RELACIÓN BENEFICIO / COSTO (B/C).....	108
6.8.3. RELACIÓN BENEFICIO INVERSIÓN – NETA (R N/K).....	109
6.8.4. TASA INTERNA DE RENTABILIDAD (TIR).....	109
6.9. PUNTO DE EQUILIBRIO.....	110
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>112</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>114</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>115</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>120</b>

## INDICE DE CUADROS

	Pág.
<b>CUADRO 1.</b> PRINCIPALES ESTADOS PRODUCTORES DE JITOMATE EN MÉXICO.....	21
<b>CUADRO 2.</b> EL CULTIVO DE JITOMATE EN EL ESTADO DE MORELOS.....	23
<b>CUADRO 3.</b> CATEGORÍAS EN LAS QUE SE CLASIFICAN LAS PRINCIPALES HORTALIZAS PARA SU MERCADEO NACIONAL.....	24
<b>CUADRO 4.</b> CANALES DE COMERCIALIZACIÓN NACIONAL DEL JITOMATE EN FRESCO.....	25
<b>CUADRO 5.</b> CANALES DE COMERCIALIZACIÓN DEL JITOMATE EN FRESCO PARA SU EXPORTACIÓN A ESTADOS UNIDOS.....	27
<b>CUADRO 6.</b> VALOR NUTRIMENTAL DEL JITOMATE PARA EL MERCADO DE ESTADOS UNIDOS.....	30
<b>CUADRO 7.</b> RENDIMIENTO COMPARATIVO: CULTIVO EN INVERNADERO EN SUELO E HIDROPÓNICO.....	46
<b>CUADRO 8.</b> SOLUCIÓN NUTRITIVA EN meq L <sup>-1</sup> (MACRONUTRIENTES).....	57
<b>CUADRO 9.</b> SOLUCIÓN NUTRITIVA EN meq L <sup>-1</sup> (MICRONUTRIENTES).....	58
<b>CUADRO 10.</b> POBLACIÓN GANADERA EN ATLATLAHUCAN AL 31 DE DICIEMBRE DEL 2004.....	63
<b>CUADRO 11.</b> PRESUPUESTO DE INVERSIONES PARA LA CONSTRUCCIÓN Y MANEJO DE UN INVERNADERO HIDROPÓNICO EN LA ZONA DE ESTUDIO.....	102
<b>CUADRO 12.</b> DETERMINACIÓN DE LA DEPRECIACIÓN DE LOS ACTIVOS FIJOS POR EL MÉTODO LINEAL.....	103
<b>CUADRO 13.</b> COSTOS DE OPERACIÓN EN UN CICLO DE PRODUCCIÓN EN SISTEMA HIDROPÓNICO BAJO INVERNADERO.....	104
<b>CUADRO 14.</b> PROYECCIÓN DE INGRESOS PARA DOS CICLOS DE PRODUCCIÓN POR AÑO.....	105
<b>CUADRO 15.</b> COSTOS TOTALES DE OPERACIÓN.....	105
<b>CUADRO 16.</b> PROYECCIÓN DE INGRESOS Y EGRESOS.....	106
<b>CUADRO 17.</b> FLUJO DE FONDOS.....	106
<b>CUADRO 18.</b> DATOS EMPLEADOS PARA CALCULAR LOS INDICADORES...	107

## INDICE DE FIGURAS Y FOTOS

	Pág.
<b>FIGURA 1.</b> CICLO REPRODUCTIVO DEL GUSANO ALFILER ( <i>Keifera lycopersicella</i> ) .....	12
<b>FIGURA 2.</b> CICLO BIOLÓGICO DEL GUSANO SOLDADO ( <i>Spodoptera exigua</i> ) .....	13
<b>FIGURA 3.</b> GUSANO FALSO MEDIDOR ( <i>Trichoplusia ni</i> ) .....	14
<b>FIGURA 4.</b> MINADOR DE LA HOJA ( <i>Liriomyza sativae</i> ) .....	15
<b>FIGURA 5.</b> MOSQUITA BLANCA ( <i>Bemisia tabaci</i> ) .....	16
<b>FIGURA 6.</b> ARAÑA ROJA ( <i>Tetranychus urticae</i> ) .....	17
<b>FIGURA 7.</b> DAÑOS POR TIZÓN TARDÍO .....	18
<b>FIGURA 8.</b> DAÑOS POR TIZÓN TEMPRANO .....	19
<b>FIGURA 9.</b> CENICILLA DEL JITOMATE ( <i>Leveillula taurica</i> ) .....	19
<b>FIGURA 10.</b> INVERNADERO TIPO CAPILLA .....	38
<b>FIGURA 11.</b> INVERNADERO TIPO CAPILLA DOBLE .....	39
<b>FIGURA 12.</b> INVERNADERO TIPO DIENTE DE SIERRA .....	40
<b>FIGURA 13.</b> INVERNADERO TIPO TÚNEL .....	41
<b>FIGURA 14.</b> UBICACIÓN DEL ESTADO DE MORELOS Y LOS MUNICIPIOS MUESTREADOS .....	59
<b>FOTO 1.</b> INVERNADEROS TIPO TUNEL DE DOBLE VENTILA CENITAL .....	84
<b>FOTO 2.</b> UTILIZACIÓN DEL BLOWER .....	85
<b>FOTO 3.</b> FERTIRRIGADORA AUTOMÁTICA .....	87
<b>FOTO 4.</b> SISTEMA DE ACOLCHADO .....	95



## INDICE DE GRÁFICAS

	Pág.
<b>GRÁFICA 1.</b> TIPOS DE RIEGO UTILIZADOS EN LA ZONA DE ESTUDIO .....	88
<b>GRÁFICA 2.</b> TIPOS DE JITOMATE CULTIVADOS EN LOS INVERNADEROS VISITADOS .....	91
<b>GRÁFICA 3.</b> RENDIMIENTO OBTENIDO POR CICLO EN LOS INVERNADERO DE LA ZONA DE ESTUDIO (TON/HA) .....	93
<b>GRÁFICA 4.</b> COMPARACIÓN ENTRE LA PRODUCCIÓN PROMEDIO ANUAL EN HIDROPONÍA BAJO INVERNADERO Y LA PRODUCCIÓN A CIELO ABIERTO .....	94
<b>GRÁFICA 5.</b> COMERCIALIZACIÓN DEL JITOMATE EN LA ZONA DE ESTUDIO .....	96

## INTRODUCCIÓN

La producción de hortalizas en nuestro país representa un rubro importante en la agricultura, por su aporte en la generación de empleos y la captación de divisas. En el primer aspecto da ocupación al 17.5% del total de la fuerza de trabajo agrícola y en el segundo aporta aproximadamente el 40% del total generado por la exportación agrícola. (CNPH, 1991, citado por Gómez *et. al.*, 1991)

Dentro del grupo de las hortalizas en México, el jitomate o tomate rojo (*Lycopersicum esculentum* Mill) está considerado como la segunda especie más importante por la superficie sembrada que ocupa, y como la primera por su valor en la producción. (SIAP, al 31 de agosto de 2004)

El jitomate es un producto que se demanda durante todo el año; sin embargo las zonas productoras del país no abastecen de igual manera en todos los meses por lo que hay periodos en los que el jitomate alcanza altos precios y además el producto no llega a ser siempre de buena calidad. Nutricionalmente, el jitomate aporta un balance adecuado de minerales y vitaminas (A, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>), pero en menor concentración que el chile y la papa. (Valadez, 1993)

En México la producción de jitomate es con arraigo tradicional, las áreas de siembra dedicadas al cultivo representan porcentajes importantes en los estados productores de hortalizas. El régimen de humedad para el cultivo de jitomate en México es predominantemente de riego; por lo que el cultivo se produce bajo este sistema, aproximadamente en 85%, y un 15% de temporal. (INFORMER. SIAP. SAGARPA 2002) Existen dos ciclos agrícolas de producción para este cultivo: el primavera-verano y otoño-invierno. La mayor producción se obtiene durante este último.

Los estados productores más importantes del cultivo de jitomate se encuentran en el norte del país (Sinaloa, Sonora, Baja California Sur, Nayarit), su producción se destina a la exportación siendo Estados Unidos el principal mercado; no obstante, en el centro del país también existe una considerable producción de este producto, aunque esta se destina principalmente al mercado nacional; dentro de estos estados productores se encuentran: Michoacán, San Luis Potosí, Morelos, Zacatecas, Puebla y Veracruz.

La producción de jitomate representa uno de los principales cultivos en el estado de Morelos; y se destina al centro del país, al D.F. y a los estados aledaños ya que por razones geográficas y de rendimiento, no puede competir con los estados del norte del país en cuanto a exportación.

En los últimos años las condiciones climatológicas adversas que se han presentado como granizadas, sequías, lluvias torrenciales; así como algunas plagas y enfermedades que han azotado los cultivos de jitomate a campo abierto en el estado han propiciado que los productores se vean afectados y busquen nuevas alternativas para su producción; por lo que una alternativa viable es la producción bajo cubierta o invernadero con un sistema de hidroponía que permite hacer un mejor control fitosanitario, mejor aprovechamiento del agua, se protege al cultivo de bajas temperaturas y exceso de humedad ambiental, se controla ventilación, luz, se impide con la cubierta y malla la entrada de plagas existentes en campo, la presencia de malezas es escasa y por lo tanto es fácil de combatir, el espacio se usa intensivamente obteniéndose altos rendimientos por metro cuadrado, permite tener producción fuera de época y cuando se tienen los mejores precios, no se usa maquinaria agrícola, se controlan fácilmente deficiencias nutrimentales con la solución nutritiva balanceada, el uso de sustratos facilita el control nutrimental además de ser un medio libre de enfermedades y el producto obtenido si se hace un buen manejo y se usa material vegetal mejorado es de buena calidad.

Tomando en cuenta la problemática de un sistema de producción a cielo abierto, la pobre producción que se obtiene, la oportunidad del mercado demandante de jitomate y las ventajas que la producción bajo cubierta con sistema de hidroponía proporciona, se plantea en este trabajo elaborar un estudio de caso en el estado de Morelos de la producción de jitomate bajo el sistema hidropónico y determinar su rentabilidad para que productores a campo abierto de esta región adopten este sistema como una alternativa con la que puedan producir en condiciones favorables, ventajosas, seguras y tengan mayores rendimientos con costos de producción mínimos; y el máximo aprovechamiento de los recursos, sin alterar el medio ambiente y acceder a los mercados de mayor demanda. Sin embargo, debido a que la Secretaría de Desarrollo Agropecuario del estado de Morelos no cuenta con un registro de productores de jitomate bajo cubierta con sistema hidropónico, se tomó una muestra de catorce invernaderos con sistema hidropónico en 9 municipios diferentes del estado de Morelos.

En este trabajo se desarrolla un estudio de caso sobre la producción de jitomate bajo cubierta con un sistema de hidroponía en 9 municipios (Atlatlahucan, Axochiapan, Cuautla, Cuernavaca, Jantetelco, Jojutla, Mazatepec, Miacatlán y Tlayacapan) del estado de Morelos, con el propósito de que sirva como referencia para aquellos productores que tengan la necesidad de buscar alternativas para producir en situaciones más benéficas, sin riesgos y como consecuencia poder colocar su producto en mercado que les remunere mayores ganancias.

En el primer capítulo se aborda la importancia del cultivo de jitomate, se menciona la clasificación taxonómica, su descripción botánica y ambiental, se mencionan las plagas y enfermedades más comunes del jitomate; se señala la producción, comercialización del jitomate a nivel nacional y en el estado de Morelos.

En el capítulo 2 se habla de la importancia de los invernaderos, algunos tipos, materiales más comunes para su construcción, cubierta, así como las condiciones que deben reunir. En el capítulo 3 se describe la estructura del sistema hidropónico, sus ventajas y desventajas; se señalan las técnicas, los insumos y las condiciones físicas y tecnológicas necesarias para la instalación de este sistema, apoyada en la experiencia de aquellos productores que lo practican.

En el capítulo 4 se caracteriza la zona de estudio; su localización, geografía, tipos de climas, hidrografía y factores socioeconómicos. El capítulo 5 se refiere a el estudio técnico del sistema de producción hidropónico bajo cubierta en la zona de estudio, establecimiento y manejo del cultivo, el destino de la producción, los factores que influyen en la utilización de este sistema de producción.

En el capítulo 6 se hace un estudio financiero para demostrar la rentabilidad de cultivar bajo este sistema hidropónico y saber en cuanto tiempo se recupera la inversión.

Al final de este trabajo se concluye que el sistema hidropónico bajo cubierta es muy atractivo para el productor que busca una alternativa con la cual pueda producir de una forma más segura y con ciertas ventajas con respecto a la forma tradicional a cielo abierto. Además desde el punto de vista económico es rentable este sistema de producción ya que se recupera la inversión en tres ciclos productivos, además de que los subsidios que otorga el gobierno del estado hacen todavía más atractivo el producir bajo este sistema.

## JUSTIFICACIÓN

Las condiciones climáticas que se han presentado en los últimos tiempos no han sido favorables para el desarrollo de la producción agropecuaria, como resultado de los desequilibrios que han provocado los diversos fenómenos meteorológicos, han propiciado que se hagan importantes ajustes en la producción agropecuaria.

Los fenómenos climáticos como lluvias torrenciales, heladas, granizadas y elevadas temperaturas, así como la aparición de plagas y enfermedades constantes en un sistema de cultivo tradicional vulnerable, condicionan el manejo en el volumen, calidad y precio del jitomate que se envía a los grandes centros de consumo como el D.F., Guadalajara y Monterrey.

La producción de jitomate en nuestro país, además de ser una fuente muy importante de empleo rural, es un pilar en el desarrollo y aplicación de nuevas tecnologías en la producción, que permite mejorar la rentabilidad del cultivo, optimizar el aprovechamiento de los cada vez más escasos recursos suelo, agua y energía; y es una opción real en la reconversión de cultivos.

Un factor importante a considerar es que en algunas zonas en que las condiciones climatológicas favorecen la construcción de invernaderos, los agricultores han empezado a darse cuenta de los posibles beneficios derivados de este aprovechamiento más intensivo de su tierra.

Por otra parte el hecho de adoptar un sistema bajo cubierta permite la posibilidad de tener un mejor cuidado de la planta en forma individual, con lo cual el control de plagas y enfermedades es más eficiente, y al final se logra un producto de mayor calidad.

A través de este sistema se evita la erosión de la tierra, se soluciona el problema de producción en zonas áridas, contribuye a resolver el problema de la conservación de los recursos naturales, se puede cultivar en aquellos lugares donde la agricultura normal es difícil o casi imposible; se tienen varias cosechas al año, se programan la siembra y la cosecha con mayor exactitud; reduce los costos de producción en forma importante, y permite ofrecer mejores precios en el mercado.

En el cultivo de jitomate, los rendimientos obtenidos se han elevado con la aplicación de técnicas modernas de cultivo; como sistemas de riego por goteo y fertirrigación, sistemas de invernadero; con las que se logra una reducción importante del

consumo de agua y fertilizante, además elevan no sólo los volúmenes obtenidos, sino también la calidad del producto final.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Cuáles son los factores a considerar para que productores del estado de Morelos que producen mediante el sistema tradicional y que enfrentan a problemas de tipo climatológico y/o biológico; que en consecuencia resulta una producción de baja calidad, así como a los bajos precios en el mercado con producción estacional y los rendimientos que son menores en comparación a los costo de producción, puedan cultivar el jitomate mediante un sistema de hidroponía bajo cubierta, contemplando su manejo, cuidados y el procedimiento del mismo, el cual les proveerá una gran producción en un espacio reducido de terreno, con un alto rendimiento por planta y una mayor aceptación en el mercado comercializándolo a un precio mayor por la calidad del producto.

## **OBJETIVO GENERAL**

Identificar los factores tecno-productivos, biológicos y ambientales que justifican la producción de jitomate en hidroponía bajo cubierta plástica para obtener un producto de calidad, con mayor rendimiento, seguridad y en un espacio reducido de terreno que sea bien aprovechado; evitando depender de los fenómenos climatológicos y ecológicos, que al final se logre colocar el jitomate a un mejor precio en el mercado.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar la importancia de un sistema hidropónico bajo cubierta para no depender de los factores climáticos y ecológicos.
- Explicar las características físicas y tecnológicas del cultivo de jitomate bajo cubierta plástica y su adopción en la zona de estudio.
- Calcular los rendimientos y determinar los principales canales de comercialización del jitomate en la zona de estudio.
- Estudiar la rentabilidad de este sistema de producción.

## **METODOLOGÍA**

Para la realización del presente documento la metodología se dividió en tres fases:

### **1. Información de campo.**

Se hicieron recorridos de campo visitando 14 invernaderos con sistema hidropónico para tomar la información necesaria acerca del cultivo de jitomate bajo este sistema, a través de un cuestionario aplicado a los productores de dichos invernaderos. Así como entrevistas con gente de la Secretaría de Desarrollo Agropecuario del estado de Morelos y de SAGARPA en el D.F. y en el estado de Morelos.

### **2. Fase de gabinete.**

En esta fase se hizo la revisión bibliográfica a través de la consulta de libros, tesis, boletines y páginas de Internet, acerca de los requerimientos del cultivo, manejo en invernadero, hidroponía, invernaderos, así como el cultivo a cielo abierto y sobre aspectos ambientales y socio-económicos de la zona de estudio.

### **3. Organización y análisis de la información.**

En este apartado se hizo uso de la información obtenida en la fase uno y dos, por lo que se analizó la información recabada en la fase de campo y de gabinete para poder elaborar el estudio de caso en la zona. La presentación de la información será mediante un informe escrito, apoyado de cuadros y gráficas.

# 1. EL JITOMATE (*Lycopersicum esculentum* Mill)

## 1.1. ORIGEN E HISTORIA

El jitomate o tomate rojo es originario de América del Sur, desde tiempos previos de los españoles evidenció preferencias para su consumo en fresco o en combinación con otros productos. En varios tratados se considera a México como el centro de domesticación del cultivo al ser utilizado como alimento cotidiano dentro de la dieta de sus habitantes. La palabra jitomate se deriva del náhuatl **xic-tomatl**, **xictli** que significa ombligo (Vives, 1984) y tomatl que significa tomate (Vives 1984; Valadez, 1993); en 1554 fue llevado a Europa, empezando a comercializarse en Estados Unidos hacia el año de 1835. (Chávez, 1980; citado por Valadez, 1993)

El jitomate ha formado parte de la alimentación tradicional de los países de Mesoamérica, el incremento en el consumo se ha dado también en los países desarrollados, debido sobre todo a su consumo en forma de pastas o puré y en salsas en comidas rápidas. (Muñoz *et al.*, 1997)

## 1.2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

El jitomate es una planta perteneciente a la familia de las Solanáceas, denominadas científicamente *Lycopersicum esculentum* Mill (Guenkov, 1980; Rodríguez, *et. al.*, 1984) ó *Lycopersicum lycopersicum* L. Farwell (Rodríguez, *et. al.*, 1984), aunque la más aceptada es *Lycopersicum esculentum* Mill. (Valadez, 1993)

## 1.3. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

### 1.3.1. RAÍZ.

Su sistema de raíces es fibroso y robusto, pudiendo llegar hasta 1.8 m. de profundidad (Valadez, 1993). La mayor parte, de las raíces está situada en la capa del suelo que se extiende desde 5 cm. hasta 60-70 cm. de profundidad. (Guenkov, 1980)

Las plantas que proceden de semillas sembradas directamente en el área permanente tiene un sistema de raíces situado a mayor profundidad en comparación con el de las plantas que han sido transplantadas (Guenkov, 1980). Durante el desarrollo de la raíz



principal se producen ramificaciones y raíces adventicias en cada porción del tallo que se encuentre en contacto con el suelo húmedo y suelto, todo lo cual conforma un amplio sistema radical. (Rodríguez, *et. al.*, 1984)

### **1.3.2. TALLO.**

Los tallos son cilíndricos en plantas jóvenes y angulosos en plantas maduras; alcanzan alturas de 0.40 a 2.0 m., presentando un crecimiento simpódico (Valadez, 1993). Está cubierto de finos vellos; unos más largos que otros, otros más cortos. Los últimos segregan sustancia viscosa de color verde oscuro y olor específico para el tomate. (Guenkov, 1980)

En algunas de las variedades el tallo principal y todas sus ramificaciones terminan en racimos. El crecimiento vertical de las plantas es limitado y por eso este grupo de variedades se denomina *determinado*. En el otro grupo de variedades, el racimo ya terminado en el seno de la última hoja forma un hijo que prosigue el crecimiento vertical no está limitado por las características morfológicas de la planta. Según las condiciones ambientales y el modo de cultivo, el tallo puede alcanzar una gran altura (2 a 3 m). Este grupo de variedades se denomina *indeterminado*. (Guenkov, 1980)

### **1.3.3. FLORES.**

El racimo floral o inflorescencia está compuesto de varios ejes, cada uno de los cuales tiene una flor de color amarillo brillante. El cáliz y la corola están compuestos de cinco sépalos y cinco pétalos, respectivamente. La inflorescencia se forma a partir del 6to. o 7to. nudo, y cada 1 ó 2 hojas se encuentran las flores en plantas de hábito determinado, y en las de hábito indeterminado se forman a partir del 7to. ó 10mo. nudo y cada cuatro hojas. (Valadez, 1993)

### **1.3.4. SEMILLAS.**

Son deprimidas, ligeramente alargadas del lado del hilio. Están cubiertas de vellos. Su peso es de 2.5 – 3.3 gramos. La capacidad de germinar se mantiene hasta 5-6 años si las condiciones de conservación son favorables.

### **1.3.5. FRUTO.**

El fruto se compone de piel, pulpa, placenta y semillas. El grosor de la piel aumenta en el primer estadio del desarrollo, después se adelgaza y va madurando. Así puede ocurrir que en los frutos redondos-lisos, al darse un rápido aumento del volumen, la epidermis se rompa en los puntos de menor resistencia.

La pulpa está formada por las paredes de los compartimientos y es siempre, en mayor o menor medida rica en zumo, constituyendo la materia prima de la industria de conservas. El zumo tiene un residuo seco, que oscila entre el 8% y cuya composición es la siguiente: (Baca, 1983)

Azúcares reductores	55 %
Cenizas	10 %
Substancias nitrogenadas	10 %
Pulpa y celulosa	9 %
Ácidos libres	9 %
Hidratos de carbono	7 %
	<hr/>
	100 %

En el interior de cada compartimiento, envueltas en el mucílago placentario, se encuentran las semillas.

#### **1.4. REQUERIMIENTOS AMBIENTALES.**

##### **1.4.1. TEMPERATURA.**

El jitomate es una planta de “noches cálidas” o termoperiódica diaria, por lo cual requiere una oscilación de temperatura entre el día y la noche de al menos 8° C para favorecer su crecimiento y tener mayor número de flores. (Pérez y Castro, 1999).

El rango de temperatura del suelo debe ser de 12 a 16° C (mínima 10° y máxima de 30° C) y la temperatura ambiente para su desarrollo de 21° a 24° C, siendo la óptima de 22° C; a temperaturas menores de 15° C y mayores de 35° C puede detenerse su crecimiento. Cuando se presentan temperaturas altas (mayores de 38° C) durante 5 a 10 días antes de antesis, hay poco amarre de fruto debido a que se destruyen los granos de polen (las células huevo), si las temperaturas elevadas prevalecen durante 1 a 3 días después de la antesis, el embrión es destruido (después de la polinización). El amarre de fruto también es bajo cuando las temperaturas nocturnas son altas (25° a 27° C) antes y después de la antesis. A temperaturas de 10° C o menores, un gran porcentaje de flores abortan. La temperatura óptima para la maduración del fruto es de 18° a 24° C; si la

temperatura es menor de 13° C, los frutos tienen una maduración muy pobre; de igual forma sucede cuando la temperatura es mayor de 32° C, ya que la coloración roja (licopeno) es inhibida y los frutos se tornan amarillos. Se afirma que a temperaturas de 22° a 28° C se obtiene una óptima pigmentación roja (Valadez, 1993).

#### **1.4.2. LUZ Y FOTOPERÍODO.**

El jitomate es poco sensible al fotoperíodo, pero muy exigente en intensidad luminosa, especialmente durante la polinización (Serrano, 1978); se considera que para el desarrollo normal de los jitomates hace falta generalmente un día de 11-12 horas, en días largos las plantas empiezan a fructificar más temprano; y en el caso de escasez de luz, el ciclo vegetativo puede prolongarse demasiado. (Guenkov, 1980)

#### **1.4.3. El pH.**

El pH es la medida del grado de acidez o alcalinidad de una sustancia. Tiene una escala del cero al 14, teniendo al 14 una sustancia alcalina y hacia cero una sustancia ácida. Si la raíz de la planta no se encuentra en un medio (solución nutritiva) con el pH adecuado, no absorberá los nutrientes aún cuando éstos existan en el medio de cultivo. El rango de pH en el cual favorece un crecimiento vegetal satisfactorio del cultivo de jitomate está entre 6 y 6.5. (Sánchez y Escalante, 1988)

#### **1.4.4. HUMEDAD.**

La humedad influye sobre el crecimiento de los tejidos, transpiración, fecundación de las flores y desarrollo de las enfermedades (Torres, 1989). La exigencia en cuanto a la humedad del suelo es media. Esto se determina por el carácter y la constitución de los sistemas de raíces y hojas (Guenkov, 1980).

Las exigencias de las plantas en cuanto a la humedad desde los primeros períodos hasta la maduración de los primeros frutos son más pequeñas, por lo que durante ese tiempo el riego de las plantas es más ligero. La humedad óptima del suelo es del 60 – 80% de la capacidad de campo. La variación de la humedad del suelo, por otra parte, es causa del estallido violento y simultáneo de los frutos. Por esto, después de formarse los frutos, y sobre todo después de empezar a madurar, las plantas deben ser regadas regularmente (Guenkov, 1980).

Bajo condiciones de hidroponía; (Pérez *et. al.*, 1977), encontraron que el consumo medio de agua por planta es de 552 – 630 ml/día. (Spensley *et. al.* 1978; citados por Resh, 1993) en Inglaterra, determinaron que en un día claro de verano un cultivo de tomate consume 1.33 litros de agua por planta. (Winsor y colaboradores 1980; citados por Resh,

1993) determinaron que las plantas de tomate perdían por evapotranspiración 15 ml/planta/hora durante la noche, alcanzando un día claro de verano hasta un máximo de 134 ml/planta/hora, a mediodía.

En cuanto a la humedad relativa, (Resh 1993) menciona que las investigaciones han demostrado que la humedad relativa del 70% es la mejor para la polinización, cuajado de fruto y posterior desarrollo de este. Una humedad más elevada guarda el polen húmedo y pegadizo, con excepción del mediodía, y disminuye la posibilidad de que se transfiera suficiente cantidad de polen desde anteras al estigma. Un ambiente demasiado seco (humedad relativa inferior al 60 –65%) causa la desecación del polen.

#### **1.4.5. NUTRICIÓN.**

(Steiner 1973), menciona que las plantas de tomate tienen una fuerte capacidad de selección para los iones, dentro de un amplio rango de relaciones de iones en las soluciones nutritivas que él comprobó. Indicando que la relación de iones absorbidos por plantas de tomate están determinados por la fase vegetativa de la planta y la presión osmótica de la solución nutritiva y que la intensidad luminosa y la temperatura del aire no tienen una influencia importante en la capacidad de selecciones de iones.

(Adams 1986), también coincide con que los jitomates pueden crecer en un amplio rango de niveles de cada nutrimento en las soluciones nutritivas, pero aclara que la manipulación de las fuentes de nutrimentos es importante, ya que para lograr una excelente producción es esencial el lograr altos rendimientos y buena calidad de fruto.

Bajo un sistema de cultivo hidropónico, con excepción del carbono, oxígeno e hidrógeno, todos los elementos esenciales son suministrados a través de la solución nutritiva y en forma asimilable por los raíces por lo tanto se considera prerrequisito la solubilidad de los iones esenciales en el agua. El nitrógeno, potasio, fósforo, calcio, azufre y magnesio, denominados comúnmente como macronutrientes, se añaden al agua usando casi siempre como fuente, fertilizantes comerciales. Los otros elementos: manganeso, boro, cobre, zinc y molibdeno denominados micronutrientes van a menudo incluidos como impurezas en el agua y en los fertilizantes que proporcionan los macronutrientes. (Sánchez y Escalante, 1988)

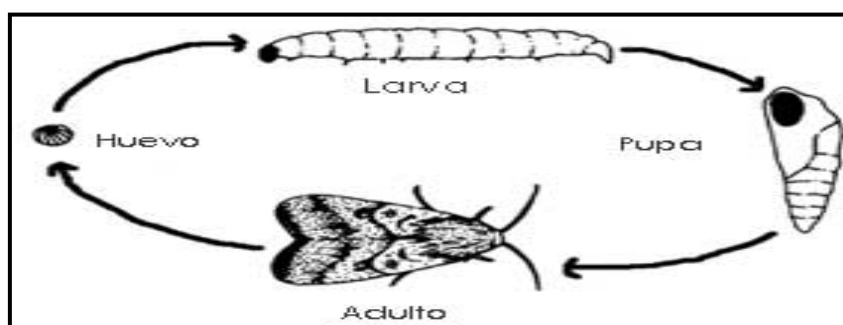
## 1.5. PLAGAS Y ENFERMEDADES MÁS COMUNES DEL JITOMATE.

Los daños sobre el jitomate pueden ser de naturaleza diversa, como meteorológicas, fisiológicas y parasitarias. Estas causan, de todos modos, daños al cultivo ya sea mermando la producción o perjudicando la calidad del producto.

### 1.5.1. LAS PRINCIPALES PLAGAS QUE ATACAN AL JITOMATE.

**1.5.1.1. EL GUSANO ALFILER, *Keiferia lycopersicella* (WALSHINGHAM).** El adulto es una polilla (palomilla nocturna) de forma alargada, con una longitud aproximada de 5-7 mm, de color grisáceo con moteados más oscuros. Es de mayor importancia en cultivos a campo abierto. La larva al emerger inmediatamente se introduce en la hoja, para alimentarse y hacer una mina o galería de forma irregular semi-redonda y largada de 1.5 a 2 cm. de grande generalmente están ubicadas en el borde de las hojas, este es el primer daño que ocasiona en las hojas bajas; el segundo daño lo causa al barrenar los frutos, cuando las larvas alcanzan sus últimos instares. Se puede detectar mediante la presencia de galerías irregulares en los bordes de las hojas que se encuentran en la parte baja de la planta en los sitios sombreados; de igual manera, se buscan hojas dobladas donde se oculta la larva, esto se realiza desde que se encuentran los frutos en formación. (Gil, 2003)

**Fig. 1. CICLO REPRODUCTIVO DEL GUSANO ALFILER.**

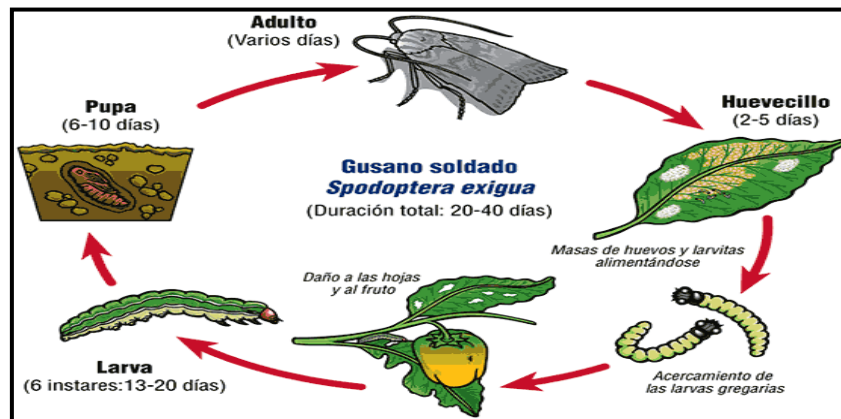


Fuente: [www.dowagro.com](http://www.dowagro.com).

**1.5.1.2. EL GUSANO SOLDADO, *Spodoptera exigua* (HUBNER)** y dos especie de gusano del fruto, *Heliotis zea* y *Heliotis virescens* (Fabricus) (Alvarado y Trumble, 1988); Los adultos son palomillas de hábitos nocturnos; la pupa inverna en el suelo; el adulto emerge al inicio de las primeras lluvias; Las larvas miden hasta 38 mm. de largo y normalmente se encuentran metidas parcial o totalmente en los frutos atacados. Las

larvas son las que ocasionan el mayor daño económico, presentan un aparato bucal masticador, recién eclosionadas se alimentan del follaje tierno de las plantas para luego atacar los frutos en formación, perforándolos y reduciendo su calidad comercial. (Nuez, 2001)

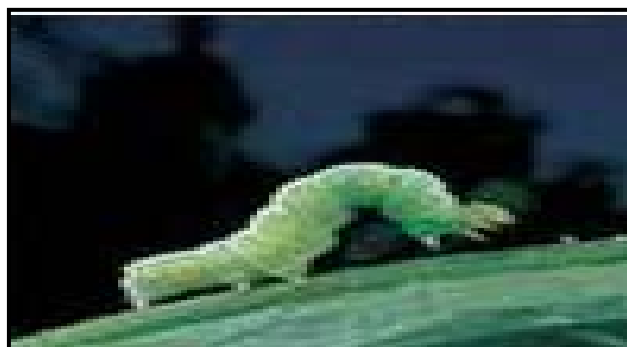
**Fig. 2. CICLO BIOLÓGICO DEL GUSANO SOLDADO.**



Fuente: [www.bayer.com](http://www.bayer.com).

**1.5.1.3. GUSANO FALSO MEDIDOR, *Trichoplusia ni* (HUBNER).** El adulto es una palomilla de color café grisáceo, las alas anteriores presentan una mancha plateada en forma de un número 8 en la parte central del ala. El ciclo biológico dura 45 días a 20° C. Las larvas son de color verde claro con franjas delgadas de color blanco o amarillo, se confunde fácilmente con el follaje; su cuerpo se adelgaza hacia la cabeza, presenta falsas patas en los segmentos abdominales V y VI, la parte media del cuerpo carece de patas; forma una joroba cuando camina o descansa. Inverna como pupa envuelta en un capullo sostenidas en las plantas hospederas; Causa daños económicos, ya que se alimentan de las hojas, defoliando a la planta, también pueden atacar a los frutos pequeños. (Anaya, 1999)

**Fig. 3. GUSANO FALSO MEDIDOR.**



Fuente: [www.phcmexico.com](http://www.phcmexico.com).

Para el control de larvas de lepidópteros que atacan al jitomate en invernadero se debe iniciar por el control cultural, después el físico, el biológico y como último recurso el control químico ya que las larvas crean resistencia a los productos más fácilmente. (Pérez y Castro, 1999)

a) *Control cultural*. Eliminar malezas y plantas hospederas adyacentes al invernadero, así como los restos de cosecha donde pueden existir presencia de huevecillos, larvas o adultos; que puedan reinfestar al cultivo.

b) *Control físico*. Este método se utiliza para evitar la fuente de infestación primaria que son los adultos.

- Mallas antivirus o antiafidos. Son las mallas de retículo fino colocadas alrededor del invernadero para impedir el acceso de los adultos, provenientes de otros invernaderos, hospedantes alternos o de sus sitios de invernación que son la infestación primaria; estas mallas deben proteger todos los posibles accesos al invernadero para evitar que las hembras se introduzcan y ovipositen sobre el cultivo.

c) *Control biológico*. Se puede realizar mediante la aplicación de un insecticida biológico a base de *Bacillus thuringiensis*.

d) *Control químico*. Este tipo de control para larvas que atacan al jitomate, debe ser el último recurso ya que éstas desarrollan fácilmente resistencia hacia productos químicos; se deben hacer aplicaciones alternadas de productos pertenecientes a distintos grupos toxicológicos.

#### **1.5.1.4. EL MINADOR DE LA HOJA, *Liriomyza sativae* (BLACHARD);**

El adulto es una mosca pequeña de 2 mm. de tamaño; las larvas no presentan patas ni cabeza diferenciada, se encuentran minando en medio de la lámina foliar de las hojas; esta plaga es muy común en invernaderos, ya que por su tamaño sólo se reconoce su presencia cuando se presentan las galerías en las hojas, al final de las galerías emergen para pupar en las hojas o en el suelo donde pueden invernar; El mayor daño económico lo ocasionan las larvas, que forman galerías sinuosas en las hojas. (Jones, 2001)

**Fig. 4. EL MINADOR DE LA HOJA.**



Fuente: [www.cenaip.gov](http://www.cenaip.gov).

a) *Control cultural*. Es recomendable eliminar maleza que pueda servir como hospederos donde esta plaga puede invernar y reproducirse; eliminar plantas muy dañadas para reducir la posibilidad de que existan reinfestaciones de adultos en el invernadero.

b) *Control físico*. Este método es utilizado para evitar la fuente de infestación primaria que son los adultos. Se recomienda emplear tiras de plástico amarillo con pegamento, alrededor y dentro del cultivo.

c) *Control químico*. Es dirigido principalmente a larvas haciendo aplicaciones al follaje, se recomienda la utilización de productos translaminares o sistémicos para el control, o el uso de insecticidas a base de abamectina y cyromacina.

**1.5.1.5. LA MOSQUITA BLANCA *Bemisia tabaci* Y *Trialeurodes vaporarium* (LAIRD Y DICKSON)**. Son insectos pequeños, los adultos miden entre 1 a 2 mm con alas de color blanco ceroso y blanco amarillento en el cuerpo, las ninfas son de forma oval aplanada semitransparentes y de color verde pálido, con la apariencia de una pequeña escama. Ambos se localizan en el revés de las hojas. Las mosquitas blancas pueden causar daños en estado de ninfa y adulto, localizándose en el envés de las hojas, donde, por consiguiente debe ser dirigido su control. Producen un daño directo al succionar nutrientes, principalmente aminoácidos y azúcares de transporte, produciendo un amarillamiento de la planta atacada. Algunos métodos que se recomiendan para combatir la mosquita blanca son las mallas antiáfidos, para impedir el acceso de moscas blancas provenientes de plantaciones aledañas; franjas de plástico amarillo con pegamento y se instalan en las orillas y dentro de los invernaderos; los acolchados plásticos también desorientan el vuelo de la mosca blanca, ya que el cambio de las longitudes de onda al incidir los rayos solares dificulta el desplazamiento de este insecto (Pérez y Castro, 1999).



**Fig. 5. MOSQUITA BLANCA.**



Fuente: [www.colpos.mx](http://www.colpos.mx).

**1.5.1.6. LA ARAÑA ROJA *Tetranychus urticae* (KOCH).** Eventualmente los ácaros constituyen una plaga que causa problemas serios en el cultivo del jitomate, siendo dos los más comunes: uno del género *Tetranychus urticae*, forma globosa amarillo-verdoso, de 0.3 a 0.5 mm de longitud; Las altas temperaturas y condiciones de baja humedad favorecen su incremento poblacional y desarrollo óptimo; Los daños los ocasionan mediante la punción de las células, perforándolas y succionando su contenido hasta vaciarlas; esto provoca que las células adyacentes también mueran. El ataque se inicia en el envés de las hojas inferiores de las plantas, produciendo amarillamiento en la base de las hojas a los lados de la nervadura central, lo que coincide con la ubicación de los ácaros en la hoja. Al incrementarse la infestación, puntos o áreas amarillas aparecen en toda la hoja y posteriormente cambian a color rojizo en el haz, con presencia de numerosas telas sedosas; en infestaciones severas puede secar las hojas y defoliar a la planta.

**Fig. 6. ARAÑA ROJA.**



Fuente: [www.agroterra.com](http://www.agroterra.com).

Un método de control es el de favorecer la aireación en el invernadero evitando que se presenten condiciones de altas temperaturas y baja humedad relativa que son óptimas para el desarrollo de los ácaros; eliminar residuos de cosechas y plantas infectadas al término de cada ciclo de cultivo. (Jones, *et al.*, 2001)

## **1.5.2. LAS ENFERMEDADES FISIOLÓGICAS MÁS FRECUENTES EN EL CULTIVO DEL JITOMATE.**

**1.5.2.1. LA PODREDUMBRE APICAL.** Se da, principalmente, en los jitomates de tipo S. Marzano. Las causas de esta anomalía no son muy bien conocidas, se da con mayor facilidad en cultivos con escasas posibilidades de riego en años de escasas precipitaciones. Al principio se nota una acentuada pigmentación verde hacia la punta estilar del punto después un teñirse de amarillo y el posterior oscurecimiento de la parte hasta la aparición de la típica mancha negrusca. El fruto se vuelve achatado por la base y parece casi inutilizable. (Villegas, 1998)

**1.5.2.2. EL AGRIETAMIENTO O RAYADO DE LOS FRUTOS.** Se verifica en sentido concéntrico, en la porción peduncular, sobre todo en los frutos redondos lisos. Tampoco de esta anomalía se conocen las causas exactas. El agrietamiento, mecánicamente, sucede porque la piel no se cunda al crecimiento volumétrico del fruto. Probablemente esto se deba a desequilibrios hídricos o a otras causas capaces de provocar un repentino desarrollo del fruto. (Jones, *et al.*, 2001)

**1.5.2.3. EL TIZÓN TARDÍO DEL TOMATE *Phytophthora infestans*.** Esta enfermedad es causada por el hongo *Phytophthora infestans*, se desarrolla a una temperatura óptima de (18 a 22° C) y ambientes húmedos (humedad relativa de 91 a 100%) para prosperar, inverna en el suelo y en residuos de cosecha; se disemina por el viento y el agua y en poco tiempo en condiciones favorables, pueden invadir toda una plantación; los principales síntomas son pequeñas manchas de color café oscuro sobre las hojas y pecíolos, las cuales avanzan rápidamente produciendo un severo tizón. (Villegas, 1998)

**Fig. 7. DAÑOS POR TIZÓN TARDÍO.**



Fuente: [www.bayer.com](http://www.bayer.com).

**1.5.2.4. EL TIZÓN TEMPRANO *Alternaría solani*.** Las condiciones óptimas de desarrollo son temperaturas de 28 a 30° C y una alta humedad, se disemina mediante corrientes de aire, herramientas y ocasionalmente por insectos masticadores; inverna sobre residuos de cosecha y penetra por aberturas naturales; la enfermedad se presenta en hojas, tallos y frutos en cualquier época del desarrollo del cultivo; cuando ataca en estado de plántula, éstas presentan una pudrición del cuello en el tallo a nivel del suelo, en plantas desarrolladas las hojas atacadas aparecen inicialmente con manchas circulares de café oscuro a negro, las cuales aumentan de tamaño, cuando son fuertemente atacadas, se tornan amarillas y caen. Si el ataque es severo, se desfolia toda la planta, lo que además de debilitarla, deja los frutos expuestos a quemaduras por la acción del sol. Se recomienda eliminar los residuos de cosecha con presencia de síntomas y las plantas severamente dañadas, de igual manera, se eliminan malezas y hospederos alternantes que se encuentran alrededor del invernadero. (Gil, 2003)

**Fig. 8. DAÑO POR TIZÓN TEMPRANO.**



Fuente: [www.dowagro.com](http://www.dowagro.com).

**1.5.2.5. CENICILLA DEL JITOMATE (*Leveillula taurica*).** Las condiciones óptima para su desarrollo son temperaturas de 26° C en promedio y una humedad relativa de 52 a 75%, inverna en residuos de cosecha y como esclerósicos en el suelo o sustrato, en maleza como hospederos alternantes; inicialmente aparecen pequeñas manchas verdes amarillentas, casi circulares en el haz de las hojas atacadas, después el centro de la lesión se deshidrata y se torna de color café; en condiciones favorables pueden afectar a toda la hoja hasta secarla; en condiciones severas la planta adquiere una coloración blanquecina en las hojas, tallo y frutos. Esta enfermedad reduce el área fotosintética y la longevidad de la planta, el rendimiento y la calidad de los frutos. Para evitarla se debe eliminar los residuos de cosecha ya que ahí inverna el inóculo del hongo, también se deben eliminar las malezas dentro y fuera del invernadero, ya que funcionan como hospederos alternantes. (Anaya, 1999)

**Fig. 9. CENICILLA EN EL JITOMATE.**



Fuente: [www.seferssa.com](http://www.seferssa.com).

También existen los daños provocados por causas meteorológicas como pueden ser: las escarchas y en general las bajas temperaturas producen primero en la cara inferior de las hojas y después por toda la planta, una característica coloración azulada. (Pérez y Castro, 1999)

El pedrisco también acarrea serios daños al jitomate. La piel de los frutos es dañada o marcada y, aunque la suberificación cicatriza las heridas, los frutos quedan comercialmente despreciados. Los daños son tanto más graves cuanto más desarrollada está la planta. La vegetación esta siempre en condiciones de ser recuperada gracias a los brotes axilares, mientras que la producción no podrá rehacerse más que para las cosechas tardías. (Villegas, 1998)

Las insolaciones provocan la despigmentación de algunas áreas del fruto. Esto ocurre sobre todo en variedades de escaso aparato foliar o en plantas que han sufrido deshoje a causa de ataques parasitarios. Las insolaciones son más fáciles cuando los frutos quedan repentinamente al descubierto, como ocurre en cultivos faltos de tutores, debiéndose girar las plantas para ver los frutos maduros durante la cosecha. Al principio la placa despigmentada se hincha, después el pericarpio, arrugándose, adquiere aspecto de papel, el tejido de debajo se vuelve acuoso y en él pueden encontrar asilo microorganismos saprofitos. (Jones, *et al.*, 2001)

## 1.6. PRODUCCIÓN DE JITOMATE

### 1.6.1. PRODUCCION DE JITOMATE A NIVEL NACIONAL

Las áreas de siembra dedicadas al cultivo de jitomate representan porcentajes importantes en los diversos estados productores de hortalizas. Así, tenemos que Sinaloa, estado productor de hortalizas por excelencia, dedicó al jitomate en el año 2004 una superficie de 16,447 Ha. (SAGARPA; 2004); mientras que otros estados productores importantes como San Luís Potosí, Michoacán, Morelos, Sonora, Nayarit, Zacatecas, Baja California Sur, Veracruz y Puebla; contribuyeron en el mismo año con superficies menores pero con un rendimiento favorable. (Cuadro 1)

**Cuadro No. 1 PRINCIPALES ESTADOS PRODUCTORES DE JITOMATE EN MÉXICO.**

<b>Estado</b>	<b>Superficie. (Ha.)</b>	<b>Rendimiento prom. (Ton/Ha.)</b>
Sinaloa	16,477	35.253
San Luís Potosí	6,286.50	48.556
Michoacán	5,295.01	50.748
Morelos	2,829.80	20.354
Sonora	2,376	46.604
Nayarit	2,316	29.585
Zacatecas	2,028	24.757
Baja California Sur	1,951.50	89.457
Veracruz	1,386.50	33.052
Puebla	1,306	14.522

Fuente: Anuario estadístico de la producción agrícola (por cultivo) 2004 SAGARPA.

Sinaloa se ha consolidado como el mayor productor de jitomate a nivel nacional, la producción de la hortaliza tanto para jitomate vara como de piso se desenvuelve en dos zonas principales del estado: la zona Norte conformada principalmente por Ahoma, El Fuerte, Choix, Guasave, Sinaloa de Leyva, Angostura, Salvador Alvarado y Mocorito; en este caso la época de siembra está comprendida entre los meses de agosto a enero, mientras que su producción abarca el periodo de febrero a junio. La zona Sur – Centro esta comprendida por las poblaciones de Badiraguato Culiacán, Navolato, Cosala, San Ignacio, Elota, Mazatlán, Concordia, El Rosario y Escuinapa, y sus épocas de siembra corresponden al periodo agosto – diciembre, mientras que su cosecha se extiende de noviembre a junio. (Manrrubio et al., 1998)

El destino de la producción sinaloense de jitomate se orienta tanto a mercado nacional como internacional, dependiendo de las condiciones de mercado prevalecientes al momento de la cosecha.

Sinaloa es el mayor exportador de jitomate, debido a que los productores otorgan prioridad a la exportación programando sus lotes y cortes, de tal modo que mantienen el mayor tiempo posible de la temporada, sus expectativas en la colocación de cantidades elevadas del producto se da el alza en el precio por breves periodos, esta situación explica la excesiva elevación que presentan sus exportaciones cuando los precios de frontera son altos, cayendo el suministro hacia el mercado nacional.

Para el estado de Baja California la temporada de producción abarca el ciclo verano – otoño, y su zona productora se encuentra localizada en el Distrito de Desarrollo Rural 001, Ensenada, en el Valle de San Quintín, existiendo un ligero complemento en el Valle de Maneadero; la importancia del cultivo en el estado ocupa el cuarto lugar por debajo de la alfalfa, rye-grass y trigo.

La producción en otros estados, esta dirigida a captar nichos de mercado que los dos anteriores no alcanzan a cubrir, sobre todo en el ámbito nacional, y en algunos casos a mantener o sustituir la falta de producto que de manera estacional se presenta en las épocas de baja cosecha de cultivo.

Para el caso de Michoacán, su consolidación en las superficies destinadas al jitomate en ambos ciclos agrícolas, le permite surtir el mercado nacional durante los meses de enero a mayo y de noviembre a diciembre, con variedades de saladette, mientras que algunas cantidades de bola seleccionada tiene cabida dentro del global de exportaciones a los Estados Unidos. Para el estado de Sonora su producción es también de riego en dos

ciclos, embarcándose el producto en noviembre e inicios de diciembre, mientras que se convierten en tardíos para las cosechas de mayo a junio. La incursión en el mercado nacional con volúmenes importantes de jitomate saladette se presenta en los meses de enero a mayo así como de junio a octubre, satisfaciendo la demanda industrial en forma importante. (Manrubbio et al., 1998)

## 1.7. LA PRODUCCIÓN DE JITOMATE EN EL ESTADO DE MORELOS

En el estado de Morelos la producción de jitomate es predominantemente a cielo abierto, aunque existe un pequeño sector que cultiva bajo invernadero, sin embargo, no se lleva un control de éstos en la secretaría de Desarrollo Agropecuario del estado.

En el estado de Morelos aproximadamente el 70% de los productores planean individualmente el periodo en el que obtendrán su cosecha. Esta planeación está en función del precio registrado durante el año anterior, y el mismo periodo. Generalmente ningún productor conoce con exactitud el costo unitario de su producto. Todos ellos venden sus productos sin ningún procesamiento; es decir, sin darle valor agregado (Paulino, 2000).

El estado de Morelos ocupa el 9no. sitio a nivel nacional en rendimiento promedio para el año de 2004 y el 4to. sitio en cuanto a superficie sembrada, (SAGARPA, 2004) en cuanto al cultivo de jitomate y es muy importante ya que además de generar empleos, genera divisas para el estado (cuadro 2).

**Cuadro No. 2 EL CULTIVO DE JITOMATE EN EL ESTADO DE MORELOS.**

<b>TOMATE ROJO (JITOMATE)</b>						
Año Agrícola	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Riego + Temporal						
Superficie Sembrada (Ha.)	3,549	3,302	3,024.54	4,215.60	3,411.30	2,830
Superficie Cosechada (Ha.)	3,549	3,299	2,874.54	4,205.60	3,405.30	2,830
Volumen Producción (Ton.)	67,020.50	62,156	59,598.70	72,942	77,602.70	57,598
Rendimiento (Ton. / Ha.)	18.884	18.841	20.733	17.344	22.789	20.354

Fuente: Anuario estadístico de la producción agrícola (por Cultivo) SAGARPA 2004.

Los productores morelenses clasifican sus productos de acuerdo a la calidad; sin embargo ésta no cumple con las normas establecidas por la Secretaría de Economía las cuales son difundidas en las centrales de abasto por medio de folletos. Los agricultores clasifican sus productos en las categorías que se presentan en el cuadro No. 3.

Generalmente la clasificación se realiza al pie de parcela, aunque algunas hortalizas, como la cebolla, con destino a mercados exigentes, como los extranjeros, utilizan clasificadoras y empacadoras mecanizadas conocidas popularmente como “corredoras”. De la totalidad de la producción, entre el 5% y 25%, dependiendo de la especie y condiciones de cultivo, no cumple con ninguna de las categorías indicadas, es decir, corresponden a desperdicios. (Paulino, 2000)

Por lo general, los productores carecen de infraestructura para el almacenamiento de las hortalizas cosechadas, de ahí que tengan que vender sus productos lo antes posible, aunque sus precios no sean favorables.

**Cuadro No. 3 CATEGORÍAS EN LAS QUE SE CLASIFICAN LAS PRINCIPALES HORTALIZAS PARA SU MERCADEO NACIONAL.**

<b>Especie</b>	<b>Categoría 1</b>	<b>Categoría 2</b>	<b>Categoría 3</b>	<b>Categoría 4</b>
Cebolla	grande o primera	mediana o segunda	chica o tercera	
Jitomate	primera	Segunda	tercera	cuarta
Tomate de cáscara	grande	Mediano	amarillo	
Pepino	primera	Segunda	pericos	
Calabacita	primera	Segunda	calaveras	
Nopal	grande	chico o cambray	armadas	
Elote	grande	Chico		
Jícama	primera	segunda	rezaga	
Ejote	única			

Fuente: Vázquez, J. Informe inédito INIFAP 2000.

## **1.8. COMERCIALIZACIÓN DEL JITOMATE**

### **1.8.1. EN EL MERCADO INTERNO**

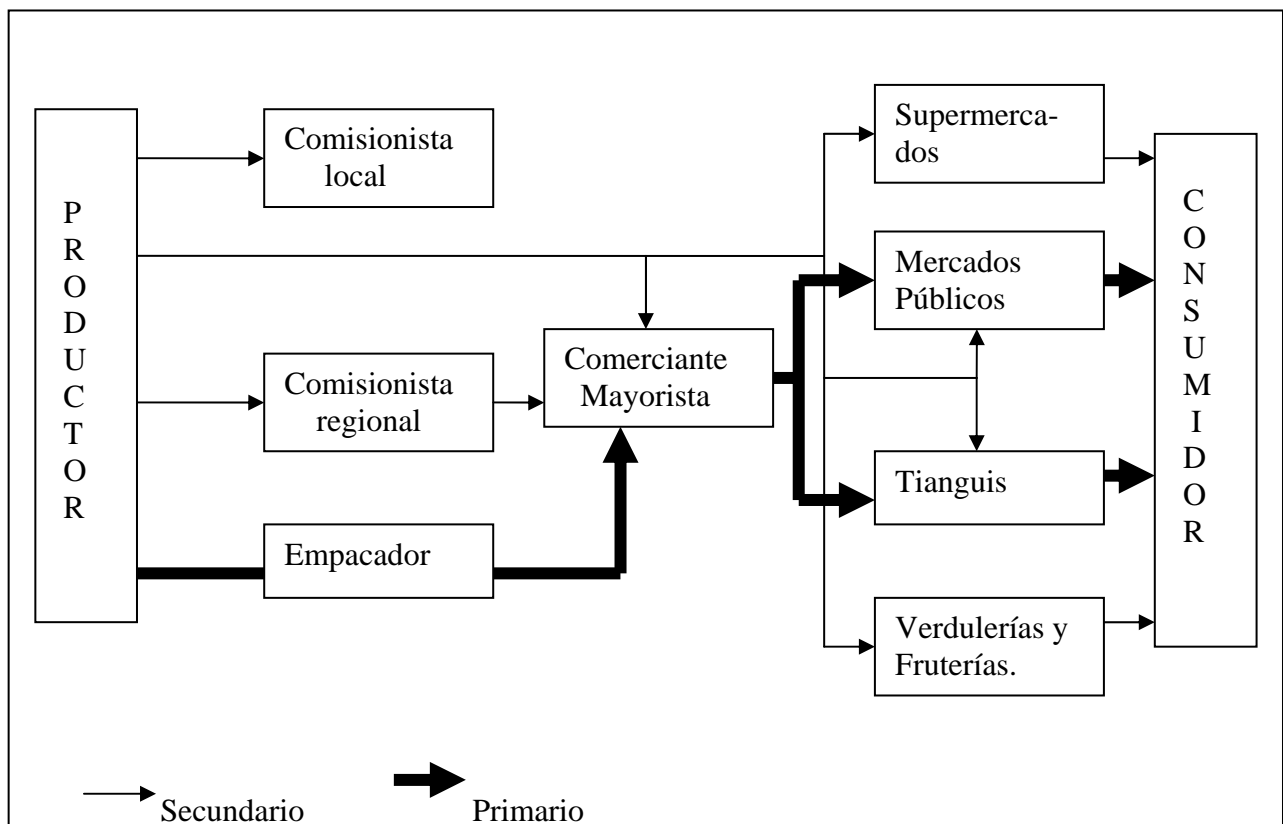
La comercialización del jitomate en fresco en el mercado interno se realiza a través de varios canales que se diferencian principalmente por el grado de intermediación existente entre el productor y el comerciante mayorista.



Los canales de comercialización más importantes, así como una estimación del porcentaje que ocupa, serían de la siguiente manera: la relación directa productor – comerciante mayorista abarca alrededor del 70% del jitomate consumido en fresco; aproximadamente un 15% se comercializa mediante la presencia de intermediarios regionales, una cadena de comercialización que tiende a disminuir esta constituida por productor – intermediario local – intermediario regional – mayorista que abarca alrededor del 8% del producto y finalmente el comisionista independiente que se ocupa del 7% restante. (Muñoz *et al.*, 1997)

En el diagrama de flujo que se presenta a continuación en el cuadro 4 se pueden observar las diferencias en los caminos que existen para que el producto llegue del productor al consumidor final, existiendo una cadena de distribución hacia la utilización industrial del producto que depende de un menor número de intermediarios, sobre aquellas empresas con mayor integración de la cadena productiva.

**Cuadro No. 4. CANALES DE COMERCIALIZACIÓN NACIONAL DEL JITOMATE FRESCO**



Fuente: “Desarrollo de ventajas competitivas en la agricultura, el caso del tomate rojo”, U.A.CH., SAGAR, CIESTAM. 1997.

### **1.8.2. EXPORTACIONES DE JITOMATE**

Los volúmenes producidos le permiten a nuestro país ocupar un segundo lugar a nivel mundial para el año 2004 como país exportador de hortalizas (895,126 toneladas métricas), sólo por debajo de España (1,023,028 toneladas métricas) y por encima de los Países Bajos (771,848 ton. M.). En su gran mayoría el destino de la exportación de jitomate se coloca en nuestro mercado natural más cercano, los Estados Unidos. ([www.fao.org/statics.2004](http://www.fao.org/statics.2004))

Las exportaciones de nuestro país encuentran nichos de mercado que compiten fuertemente con los productos norteamericanos, aún con los costos que significan el transporte y el arancel, los productores mantienen esta competitividad con los productores de la Florida, mismos que han buscado en diversas ocasiones la imposición de revisiones arancelarias con acusaciones de dumping no fundamentadas y originadas por jitomates con un bajo control de calidad, con estándares de maduración y coloración que dañan por sobre todo la imagen del producto proveniente de nuestro país, mismo que no debió entrar al mercado norteamericano. (Manrubbio *et al.*, 1998)

Manrubbio *et al.*, (1998) señalan que el panorama que envuelve a los productores de jitomate en nuestro país, conlleva a la realización y consolidación de estrategias adecuadas a los mercados nacionales e internacionales, que les permitan un crecimiento sostenido en el futuro. Entre los que se pueden citar:

El establecimiento de normas precisas sobre el control de calidad antes de los inicios de temporada, un detallado control sobre los productos químicos a utilizar y a sus fechas de aplicación.

La capacitación extensiva sobre el manejo postcosecha en sus aspectos de selección, empaque, pre-enfriado y transporte del producto en condiciones de clima, sanidad y estiba adecuada, con registros de tiempos, movimientos y condiciones del jitomate.

Un impulso continuo es la innovación tecnológica en la cadena producción–comercialización, desde la investigación para el desarrollo y adaptación de variedades de semilla, con altos rendimientos, larga vida de anaquel, buen sabor y presentación, hasta un etiquetado que lo promocióne e identifique por sobre otros en todos sus puntos de venta.

El manejo que el agricultor hace del cultivo, también se refleja en el beneficio que se obtiene del producto, dependiendo de los rendimientos logrados por hectáreas en

jitomate de calidad de exportación y del precio vigente en el mercado al cosechar y comercializar el producto.

Su trascendencia en el contexto económico del país reside en su importante aportación de divisas y en la generación de empleos correspondiente.

Como consecuencia de la incorporación de México al TLC, el nuevo panorama impone nuevas estrategias que permitan no sólo crecer, sino también, mantener nuestra permanencia en un mercado con exigencias inéditas para nuestros productores.

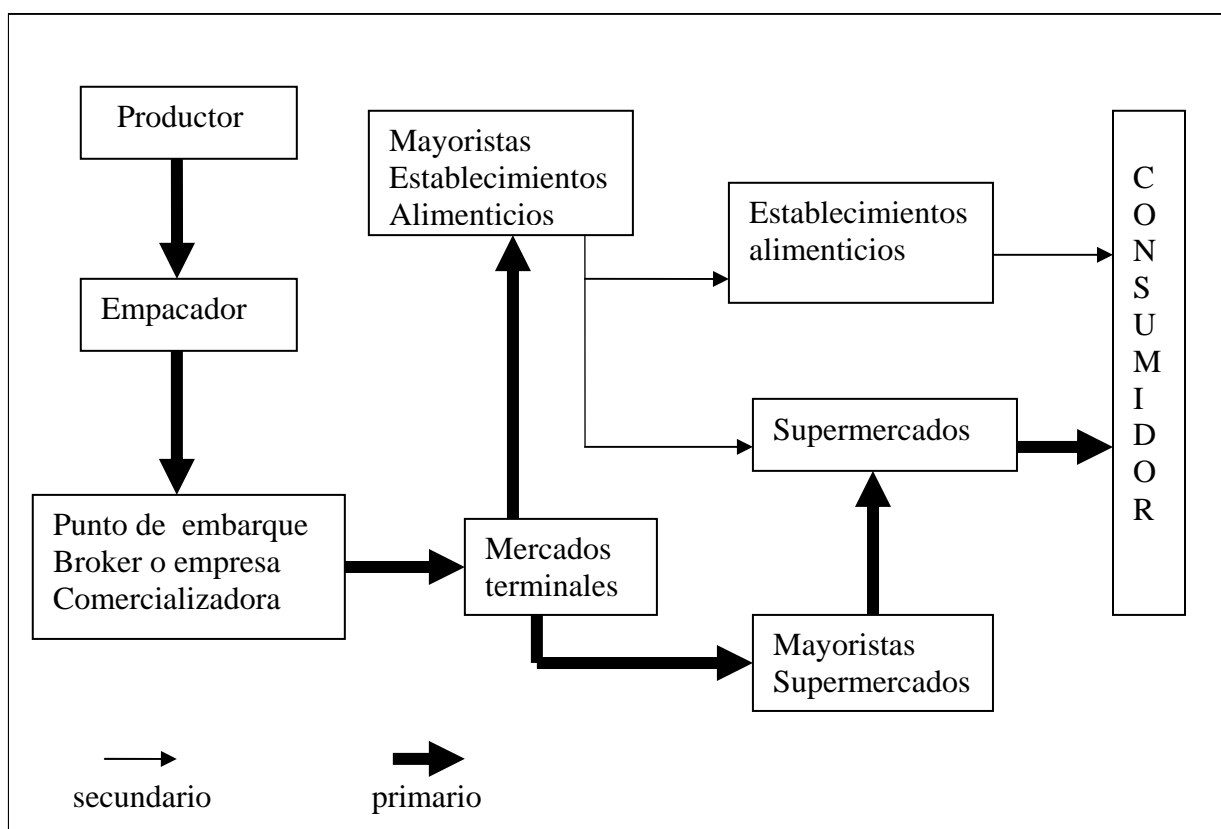
Las transformaciones que se vislumbran, implican el establecimiento de normas precisas de control de calidad previos al proceso productivo, un detallado registro sobre los productos químicos a utilizar, la capacitación para el manejo de postcosecha en lo referente a selección empaque, pre-enfriado y transporte del producto.

Deberá darse un especial impulso a la innovación tecnológica en la cadena producción-comercialización, la investigación para el desarrollo y adaptación de variedades de alto rendimiento, larga vida de anaquel, sabor y presentación.

Dos aspectos son fundamentales: una mayor integración de productores que permita comercializar externamente sus productos durante periodos más largos, y finalmente, la promoción genérica del tomate mexicano en otros mercados internacionales.

En el cuadro 5, se muestra los canales de comercialización dinámicos determinados por los requerimientos del mercado internacional.

**Cuadro No. 5. CANALES DE COMERCIALIZACIÓN DE JITOMATE EN FRESCO PARA EXPORTACIÓN A E.U.A.**



Fuente: “Desarrollo de ventajas competitivas en la agricultura, el caso del tomate rojo”, U.A.CH., SAGAR, CIESTAM. 1997.

Dentro de la comercialización al mercado externo, los productores tienen una injerencia directa, el cumplimiento de normas a los que están sujetos, empaque, calidad, tamaño, peso, madurez, presentación y origen los obliga a la utilización de empresas distribuidoras o brokers, en donde las cadenas de supermercados y principales compradores de los mercados terminales tienen personal propio o mediante convenios que verifican dichas especificaciones aun en zona de producción, y les permite planear sus compras en periodos determinados, para llevarlos a la distribución interna o inclusive a la exportación. (Muñoz, 1995)

Los requerimientos de color, tamaño consistencia, limpieza, empaque, manejo, estiba, transporte y condiciones laborales adecuadas, son necesarias para que las empacadoras reciban la certificación de empresas estadounidenses especializadas, que representan intereses de aquellas que distribuyen el producto en los mercados de Estados Unidos y otros países.

### **1.8.3. PERFIL DE MERCADO DE JITOMATE HIDROPONICO DE INVERNADERO EN ESTADOS UNIDOS.**

A continuación se presentan algunos perfiles del mercado de jitomate hidropónico de invernadero en Estados Unidos. (Estados Unidos perfil de mercado de jitomate hidropónico de invernadero. BANCOMEXT, 2004)

#### **1.8.3.1. TRATAMIENTO ARANCELARIO.**

Cualquier tipo de producto que es exportado, cuenta con la fracción arancelaria de exportación y la de importación, la primera es descrita por las autoridades del país que despacha dicho producto, mientras que la segunda es catalogada por las autoridades del país receptor de la mercancía. El tratamiento arancelario de exportación de México a Estados Unidos para el “Jitomate fresco de invernadero” de acuerdo al Tratado de Libre Comercio con América del Norte, este producto obtuvo un código de desgravación “B y C” según la fecha de entrada a Estados Unidos. El código B indica que el producto se encuentra libre de arancel a partir del Primero de Enero de 1998. El código C indica que el producto se encuentra libre de arancel a partir del Primero de Enero del 2003.

#### **1.8.3.2. BARRERAS NO ARANCELARIAS (LICENCIAS FITOSANITARIAS, CUOTAS, ETIQUETADO, INFORMACIÓN NUTRIMENTAL)**

La USDA es la dependencia gubernamental encargada de regular todo lo relativo a la seguridad, sanidad y etiquetado de productos frescos y su jurisdicción abarca tanto a productos nacionales como importados.

Por otra parte, la USDA a través de la AMS (Agricultural Marketing Services) inspecciona los productos frescos, en este caso el tomate, para el cumplimiento de la importación. Se debe vigilar que el producto cumpla con los requisitos de calidad, tamaño y madurez.

En el caso del Jitomate proveniente de México, Uno de los principales aspectos que se debe tomar en cuenta para la importación de productos frescos en particular para el tomate, es verificar las cuotas cuantitativas, es decir no permiten la importación de productos en exceso de la cantidad especificada durante el período de tiempo que tenga vigencia la cuota.

En el caso de frutas y vegetales frescos, estos no llevan ninguna etiqueta porque generalmente se empacan a granel en cajas, sacos o costales. Sin embargo, si es necesario

que el medio de empaque contenga cierta información básica exigida por la FDA. Se requiere que los empaques contengan lo siguiente:

- \* Nombre común del producto
- \* Marca del producto en caso de tenerla
- \* Contenido del empaque: expresado en número de piezas y peso neto, expresado en el sistema inglés y si se desea también en el sistema métrico.
- \* País de origen, expresado como “Product of México”.
- \* Datos del productor, exportador o del importador, incluyendo nombre de la empresa, calle y número, ciudad, estado y código postal.

Todos los productos cuyo empaque tenga una etiqueta, deben llevar cierta información nutricional de acuerdo a los requisitos de la FDA. En el caso de frutas y vegetales frescos, están exentos de este requisito, aunque la mayoría de las tiendas de supermercados presentan voluntariamente esta información sobre los productos que venden. Si se trata de un producto poco común para el mercado estadounidense, es probable que no se tenga información nutricional para éste por lo que sería recomendable que ya sea el productor mismo o el importador o el distribuidor proporcionara esta información.

A continuación se presenta en el cuadro no. 6 el valor nutricional para el jitomate:

**Cuadro No. 6 VALOR NUTRICIONAL DEL JITOMATE PARA EL MERCADO DE E.U.A.**

<b>COMPONENTE</b>	<b>CONTENIDO NUTRICIONAL</b>
Agua	93.5%
Calorías	20
Colesterol	0
Proteínas	1 gr
Grasas	2 gr
Carbohidratos	4.3 gr
Fibra	0.47gr
<b>VITAMINAS</b>	
Vitamina A	820 IU
Vitamina C	21
Tiamina	.05
Riboflavina	.04
Niacina	.6 gr
<b>MINERALES</b>	
Calcio	12 mg
Fósforo	25 mg
Hierro	.5 mg
Sodio	3mg
Potasio	222 mg

Fuente: Alimentos Frescos, Guía de Exportación Sectorial Bancomext 2004

### **1.8.3.3. CERTIFICACIÓN.**

De acuerdo al departamento de Agricultura (USDA), los siguientes certificados se requieren para la exportación de jitomate a Estados Unidos:

- Certificado fitosanitario expedido por SAGAR, que incluye nombre del huerto, municipio, estado, etc. de donde proviene el embarque.
- “Notice of Arrival”. Certificado de PPQP (“Plant Protection and Quarantine Programs”) que incluye país de origen, puerto de entrada y nombre y dirección del importador en Estados Unidos. Expedido por APHIS (“Animal and Plant Health Inspection Service”) que es parte del Departamento de Agricultura norteamericano (USDA).

### **1.8.3.4. NORMA DE CALIDAD.**

Según la guía de The Packer 2003, Estados Unidos utiliza el tamaño del jitomate hidropónico de invernadero para su clasificación en 4798 para jitomate hidropónico de invernadero small y 4799 para Jitomate hidropónico de invernadero large. En algunos

casos los tamaños más grandes se clasifican en jumbo. Así mismo los jitomates normales de invernadero solo se clasifican en U.S. no. 1 y no.2.

#### **1.8.3.5. LEY PACA (PERISHABLE AGRICULTURAL COMMODITIES ACT)**

En estados Unidos existe una ley que regula el comercio internacional e interestatal de frutas, verduras, raíces y hierbas; frescas o congeladas, se trata de la ley “PACA” o “Perishable Agricultural Commodities Act”.

PACA establece las responsabilidades que tiene un vendedor de alimentos frescos en Estados Unidos, así como las responsabilidades del receptor estadounidense. La ley PACA aplica a todas las transacciones que se lleven a cabo en el sector, a excepción de aquellas cuyo volumen sea muy pequeño o si el vendedor expresamente renuncia por escrito a sus derechos de PACA.

Por esta razón es importante revisar los convenios y acuerdos de distribución muy cuidadosamente antes de firmarlos ya que es posible renunciar o limitar las protecciones que de otro modo son automáticas bajo la ley PACA.

Los derechos automáticos de la ley PACA son entre otros:

- a. Derecho a una notificación a tiempo en caso de que el receptor quiera rechazar un embarque (el plazo de notificación varía entre 8 y 48 horas a partir de la recepción de la mercancía por parte del importador).
- b. Derecho a inspección. La inspección se lleva a cabo por lo regular cuando el comprador reclama que la mercancía está defectuosa y rechaza el embarque o reclama daños y perjuicios o bien solicita un ajuste en el precio. En dichos casos el receptor debe de obtener un certificado de inspección el cual normalmente es emitido por el USDA.
- c. Limitación del 5% del volumen de mercancía que puede ser sujeta de rechazo sin obtener la constancia apropiada.
- d. Derecho de una liquidación por escrito de las ventas y los gastos incurridos por un comisionista que representa a un vendedor extranjero.
- e. A menos que se renuncie este derecho previamente, un comisionista o distribuidor no puede ajustar precios o no se le permite dar al comprador último una concesión de precio por la mercancía del vendedor extranjero a menos que el cliente del distribuidor tenga un certificado de inspección, es decir, a menos que el vendedor extranjero le haya autorizado al distribuidor que vende su mercancía a hacer este tipo de ajustes.



Existe una protección adicional que ofrece PACA que no es automática y que requiere solicitud de la misma, se trata del fideicomiso de PACA.

El fideicomiso de PACA protege al vendedor afiliado por encima de los demás acreedores en situaciones donde la empresa compradora no cumpla con el pago pactado incluso en casos de quiebra, además establece mecanismos legales para incrementar las posibilidades de recuperación de recursos en el caso de que el comprador se encuentre en estado de insolvencia.

Bajo esta ley Los vendedores extranjeros tienen casi los mismos derechos que los estadounidenses. Se recomienda al exportador mexicano estar bien informado sobre los sucesos del mercado de destino de sus productos y el aprovechar todas las oportunidades que se presenten siempre y cuando la operación se encuentre dentro de un razonable grado de certidumbre en cuanto a la recuperación de los recursos que se invierten.

#### **1.8.3.6. INSPECCIÓN EN EL PUNTO DE ENTRADA.**

Es necesario contratar los servicios de un agente aduanal que se haga cargo de los trámites de aduana, además de que puede brindar información actual sobre cambios en los procedimientos, tarifas arancelarias, documentación y restricciones a la entrada. Los agentes aduanales requieren contar con un poder para realizar los trámites en nombre del exportador ante el servicio de aduanas de Estados Unidos. La aduana norteamericana requiere que el exportador cuente con una fianza equivalente al monto de la mercancía exportada adicionando cuotas por concepto de arancel y/o trámite.

Una vez que el agente aduanal cuenta con todos los documentos necesarios puede notificar a la aduana norteamericana de la entrada y hacer los arreglos para su liberación. Los documentos que deben de presentarse al momento de cruzar la mercancía son los siguientes:

- Factura proforma
- Carta de porte o conocimiento de embarque (dependiendo del transporte)
- Lista de empaque
- Certificado de origen TLC (en caso de que el valor de la mercancía sea superior a \$2,000 dls)

La Food and Drug Administration (FDA), la Agencia de Protección Ambiental (EPA), el Departamento de Agricultura y la Aduana de Estados Unidos son los organismos encargados de vigilar que los productos destinados al consumo humano cumplan con los requisitos de salubridad para su entrada a Estados Unidos. Dichos organismos, con el fin

de cumplir su misión de asegurar que el producto que entre a Estados Unidos cumpla con los requisitos mínimos de salubridad, cuentan con inspectores en las principales aduanas terrestres entre Estados Unidos y México, los cuales tienen facultades para la detención e inspección de un embarque parcial o completo.

Todo embarque recibe algo de revisión en la frontera, sin embargo es posible que se presente una revisión más exhaustiva en los siguientes casos:

a. Existencia de un “Warning”.

Por “Warning” o “Advertencia” se refiere a productos o empresas a los que en el pasado se les ha detectado elementos no permitidos o ingredientes “prohibidos” para su importación. Al darse esta situación, en las aduanas se reciben instrucciones de revisar todos los embarques de un producto o una empresa determinada hasta que se termine el “Warning”.

b. Sorteo.

Un porcentaje determinado de embarques se revisan por sorteo diariamente, el cual puede variar de acuerdo a la época del año, de acuerdo a la cantidad de producto que atraviese por un puente determinado y de acuerdo al tráfico de droga que se haya detectado en dicha frontera (los productos más utilizados por los contrabandistas para ocultar su carga ilegal son los alimentos frescos).

c. Papelería incompleta o dudosa.

La papelería que se presenta y no esta completa, presenta alteraciones o los datos que se observan se encuentran fuera de lo normal. La revisión en una aduana dependiendo de la frontera por donde cruce el producto, tarda un promedio de 2 a 2 horas y media y en ocasiones se requiere más tiempo para los análisis de laboratorio y completar la documentación, sin embargo se está trabajando en programas de automatización de procedimientos para agilizar la revisión y liberación de los productos importados. En caso de que las autoridades de inspección determinen que el producto no cumple con las especificaciones para entrar a Estados Unidos debido a que se encuentre alterado, contenga algún ingrediente o colorante prohibido o considerado como dañino, o que se encuentre mal etiquetado, el distribuidor del producto tiene la oportunidad de destruir voluntariamente o extraer el producto del mercado ya que de no hacerlo el producto podrá ser incautado con consecuencias legales para las personas o empresas consideradas responsables de haber introducido el producto al mercado.

### **1.8.3.7. FORMAS COMUNES DE EMPAQUE.**

Las formas de empaque más comunes son en cajas o charolas de cartón de 20 y 25 lbs con 2 o 3 capas. Para el Jitomate de Invernadero se utilizan charolas planas de una capa de 15 lbs y 7 charolas de 7 kilo, cada caja con producto del mismo color y tamaño.

### **1.8.3.8. TIPOS DE CANALES DE COMERCIALIZACIÓN.**

La distribución del jitomate hidropónico de invernadero es a través de Norte América. El mejor medio de transportarlo es a través de trailers. En un futuro, cuando el Mercado se abra para este producto en los países del pacífico, los jitomates serán enviados a varias regiones del mundo vía aéreo.

Los Jitomates hidropónicos son manejados por la mayoría de las cadenas de supermercado y cada vez se vuelven más populares por su alta calidad y sabor.

Los precios más altos de Jitomates hidropónicos de invernadero se presentan durante el invierno, cuando no hay producción de Jitomates a cielo abierto en Estados Unidos. Los precios más altos son pagados por tamaños jumbo que pesa cada uno alrededor de 225 gr. o más.

En primavera, Jitomates de México y Florida decrementan los precios al mayoreo recibidos para jitomates hidropónicos, pero de cualquier manera los hidropónicos mantienen de dos a tres veces precios más altos.

Los precios de referencia del Jitomate hidropónico de invernadero son muy volátiles y muchas veces dependen del origen del vegetal. Es importante mencionar que los precios y los mercados se ajustan todos los días de acuerdo a la oferta y demanda.

## **2. INVERNADEROS**

### **2.1. IMPORTANCIA DE LOS INVERNADEROS**

Un invernadero es considerado como una estructura de materiales diversos, cubierta con un material transparente que permita el paso de la luz y equipado con una serie de sistemas que permiten el control de los factores del ambiente, favoreciendo así las condiciones para el desarrollo de las plantas y la mejora productiva. (Bastida, 1999)

Lo primero que se impone en un invernadero, es reducir las oscilaciones diurnas y estacionales de la temperatura ambiental para que las plantas puedan crecer en un nivel térmico óptimo. (Alpi, 1991)

El concepto de invernadero se utiliza de manera indistinta con respecto al de un sistema de producción bajo cubierta plástica. Sin embargo, en el sentido estricto del concepto, un invernadero debe ser un sistema de producción bajo cubierta plástica y además que se puedan modificar algunos factores climáticos, como la temperatura, la humedad relativa y la concentración de CO<sub>2</sub> (control del clima). En México la mayoría de los sistemas de producción bajo cubierta no tienen un control estricto del clima, por lo cual no deberían llamarse invernaderos. Aún así, los cultivos bajo cubierta representan una mejora considerable con respecto a los cultivos a cielo abierto, ya que mantienen a la planta aislada y mejoran la temperatura del ambiente dentro del mismo en por lo menos 3° C. (Bringas, 2004)

Este sistema de producción cuenta con un impresionante potencial en México. Sin embargo, hay que tomar en cuenta que también existe el riesgo de fracaso. Una tecnología de producción en invernadero mal enfocada puede desembocar en un desastre económico, debido en parte a desproporcionadas expectativas de calidad y rendimiento. Entre los problemas más frecuentes se pueden mencionar los siguientes: personal técnico con formación insuficiente en el área, mala administración, tecnologías y financiamientos inadecuados o mal empleados. (Gil Vásquez, Isaías 2003)

Para el 2002 se estimaba que la superficie de los invernaderos en México, incluidas las casas sombra eran del orden de 1200 hectáreas (Urrutia, 2002). Sin embargo, Steta con datos de la Asociación Mexicana de Productores de Hortalizas en Invernadero, maneja que son 2,208 hectáreas con 539 más en vías de construcción. Este mismo autor señala que la industria de los invernaderos crece a un ritmo tan rápido que es difícil encontrar datos

actualizados, aunque estadísticas no oficiales estiman un crecimiento del 10-15% anual. (Steta, 2004)

Los invernaderos actualmente están destinados para la producción de hortalizas y flores, por ser los grupos de cultivos de mayor rentabilidad. Destacan los estados de Jalisco, Sinaloa, Baja California Sur, Baja California Norte, Colima y Sonora. Por otro lado, el principal cultivo que se dedica a la producción de invernadero es el tomate rojo en sus diferentes tipos, con el 73% de la superficie (Muñoz y Castellanos, 2003).

La tecnología de los invernaderos en México se ha ido transformando, al registrar cambios muy interesantes en el uso de los sustratos y los sistemas de fertirrigación. Para dar una idea de esta transformación, hace tan sólo tres años, la AMPHI (Asociación de Productores de Hortalizas en Invernadero) mencionaba que el 85% de los cultivos bajo invernadero utilizaban el suelo. Sin embargo, en la actualidad casi el 35% de la superficie de invernaderos utiliza sustratos hidropónicos que van desde el tezontle, turba y perlita, hasta lana de roca, para obtener mayor rendimiento y calidad de frutos (Bringas, 2004).

Una gran parte de estos cambios se debe sin duda al desarrollo de patógenos del suelo que han orillado a los agricultores a buscar nuevas alternativas de cultivo. Otro de los factores que han impulsado el uso de los sustratos inertes o hidropónicos es la disponibilidad de soluciones nutritivas que permiten una alimentación mineral intensiva y por otro lado con estos métodos de cultivo se reduce sustancialmente el uso de plaguicidas, por lo cual se cuida mejor el medio ambiente.

Un invernadero facilita el mantenimiento de unos parámetros físicos, como son temperatura del aire y del suelo, humedad relativa, porcentaje de CO<sub>2</sub> en el ambiente de iluminación, etc., en las condiciones óptimas para el desarrollo de las plantas que cultivamos en su interior o al menos en unas condiciones ventajosas respecto al ambiente exterior.

Estos parámetros físicos juegan un papel importante y no son independientes entre sí: en cuanto interviene en la modificación de uno los otros pueden verse afectados. Por ejemplo cuando se vaporiza agua para aumentar la humedad relativa, disminuirá simultáneamente la temperatura, y si mediante un sistema de calefacción se eleva la temperatura se producirá al mismo tiempo un descenso de la humedad relativa. (Rojas, 1993)

## 2.2. TIPOS DE INVERNADERO

Serrano (2002), considera que los invernaderos se pueden clasificar atendiendo a determinadas características de sus elementos constructivos como el perfil externo, la fijación o movilidad, así como por los materiales empleados tanto en las estructuras como en las cubiertas; por perfil externo señala los siguientes tipos de invernaderos:

**2.2.1. PARRAL O PLANO.** Este tipo de invernadero se utiliza en zonas poco lluviosas, aunque no es aconsejable su construcción. La estructura de estos invernaderos se encuentra constituida por dos partes claramente diferenciadas, una estructura vertical y otra horizontal:

- La estructura vertical está constituida por soportes rígidos que se pueden diferenciar según sean perimetrales (soportes de cerco situados en las bandas y los esquineros) o interiores (pies derechos).

Los pies derechos intermedios suelen estar separados unos 2 m en sentido longitudinal y 4m en dirección transversal, aunque también se presentan separaciones de 2x2 y 3x4.

Los soportes perimetrales tienen una inclinación hacia el exterior de aproximadamente 30° con respecto a la vertical y junto con los vientos que sujetan su extremo superior sirven para tensar las cordadas de alambre de la cubierta. Estos apoyos generalmente tienen una separación de 2 m aunque en algunos casos se utilizan distancias de 1,5 m.

Tanto los apoyos exteriores como interiores pueden ser rollizos de pino o eucalipto y tubos de acero galvanizado.

- La estructura horizontal está constituida por dos mallas de alambre galvanizado superpuestas, implantadas manualmente de forma simultánea a la construcción del invernadero y que sirven para portar y sujetar la lámina de plástico.

Los invernaderos planos tienen una altura de cubierta que varía entre 2,15 y 3,5 m y la altura de las bandas oscila entre 2 y 2,7 m. Los soportes del invernadero se apoyan en bloques troncopiramidales prefabricados de hormigón colocados sobre pequeños pozos de cimentación.

Las principales ventajas de los invernaderos planos son:

- Su economía de construcción.
- Su gran adaptabilidad a la geometría del terreno.

- Mayor resistencia al viento.
- Aprovecha el agua de lluvia en periodos secos.
- Presenta una gran uniformidad luminosa.

Las desventajas que presenta son:

- Poco volumen de aire.
- Mala ventilación.
- La instalación de ventanas cenitales es bastante difícil.
- Demasiada especialización en su construcción y conservación.
- Rápido envejecimiento de la instalación.
- Poco o nada aconsejable en los lugares lluviosos.
- Peligro de hundimiento por las bolsas de agua de lluvia que se forman en la lámina de plástico.
- Peligro de destrucción del plástico y de la instalación por su vulnerabilidad al viento.
- Difícil mecanización y dificultad en las labores de cultivo por el excesivo número de postes, alambre de los vientos, piedras de anclaje, etc.
- Poco estanco al goteo del agua de lluvia y al aire ya que es preciso hacer orificios en el plástico para la unión de las dos mallas con alambre, lo que favorece la proliferación de enfermedades fúngicas.

**2.2.2. CAPILLA SIMPLE A UN AGUA O A DOS AGUAS (TAMBIÉN LLAMADOS COLOMBIANOS).** Los invernaderos de capilla simple tienen la techumbre formando uno o dos planos inclinados, según sea a un agua o a dos aguas.

**Fig. 10. INVERNADERO TIPO CAPILLA.**



Fuente. [www.infoagro.com](http://www.infoagro.com).

Este tipo de invernadero se utiliza bastante, destacando las siguientes ventajas:

- Es de fácil construcción y de fácil conservación.
- Es muy aceptable para la colocación de todo tipo de plástico en la cubierta.
- La ventilación vertical en paredes es muy fácil y se puede hacer de grandes superficies, con mecanización sencilla. También resulta fácil la instalación de ventanas cenitales.
- Tiene grandes facilidades para evacuar el agua de lluvia.

La anchura que suele darse a estos invernaderos es de 12 a 16 metros. La altura en cumbrera está comprendida entre 3,25 y 4 metros.

Si la inclinación de los planos de la techumbre es mayor a 25° no ofrecen inconvenientes en la evacuación del agua de lluvia.

La ventilación es por ventanas frontales y laterales. Cuando se trata de estructuras formadas por varias naves unidas la ausencia de ventanas cenitales dificulta la ventilación.

**2.2.3. CAPILLA DOBLE.** Los invernaderos de doble capilla están formados por dos naves yuxtapuestas. Su ventilación es mejor que en otros tipos de invernadero, debido a la ventilación cenital que tienen en cumbrera de los dos escalones que forma la yuxtaposición de las dos naves; estas aberturas de ventilación suelen permanecer abiertas constantemente y suele ponerse en ellas malla mosquitera. Además también poseen ventilación vertical en las paredes frontales y laterales. Este tipo de invernadero no está muy extendido debido a que su construcción es más dificultosa y cara que el tipo de invernadero capilla simple a dos aguas.

**Fig. 11. INVERNADERO TIPO CAPILLA DOBLE.**



Fuente. [www.esPOCH.com](http://www.esPOCH.com).



**2.2.4. DIENTE DE SIERRA A UNO O VARIOS DIENTES.** 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 techumbre 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 dió 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.

**Fig. 12. INVERNADERO TIPO DIENTE DE SIERRA.**



Fuente. [www.esepoch.com](http://www.esepoch.com).

#### Ventajas

- Construcción de mediana complejidad.
- Excelente ventilación (lo que no plantea las limitantes del tipo capilla, en cuanto a la conformación de baterías)
- Empleo de materiales de bajo costo (según zonas).

#### Desventajas

- Sombreo mucho mayor que capilla (debido a mayor número de elementos estructurales de sostén).
- Menor volumen de aire encerrado (para igual altura de cenit) que el tipo capilla.

**2.2.5. TÚNEL O SEMI-CILÍNDRICO.** Se caracteriza por la forma de su cubierta y por su estructura totalmente metálica. El empleo de este tipo de invernadero 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.

Los soportes son de tubos de hierro galvanizado y tienen una separación interior de 5x8 o 3x5 m. La altura máxima de este tipo de invernaderos oscila entre 3,5 y 5 m. En las bandas laterales se adoptan alturas de 2,5 a 4 m.

El ancho de estas naves está comprendido entre 6 y 9 m y permiten el adosamiento de varias naves en batería. La ventilación es mediante ventanas cenitales que se abren hacia el exterior del invernadero, pueden ser de una o dos ventilas cenitales.

**Fig. 13. INVERNADERO TIPO TÚNEL.**



Fuente. [www.unizar.es.com](http://www.unizar.es.com).

Ventajas de los invernaderos tipo túnel:

- Estructuras con pocos obstáculos en su estructura.
- Buena ventilación.
- Buena estanqueidad a la lluvia y al aire.
- Permite la instalación de ventilación cenital a sotavento y facilita su accionamiento mecanizado.

- Buen reparto de la luminosidad en el interior del invernadero.

- Fácil instalación.

Inconvenientes:

- Elevado costo.
- No aprovecha el agua de lluvia.

**2.2.6. ASIMÉTRICO.** Difiere de los tipo raspa y amagado en el aumento de la superficie en la cara expuesta al sur, con objeto de aumentar su capacidad de captación de la radiación solar. Para ello el invernadero se orienta en sentido este-oeste, paralelo al recorrido aparente del sol.

La inclinación de la cubierta debe ser aquella que permita que la radiación solar incida perpendicularmente sobre la cubierta al mediodía solar durante el solsticio de invierno, época en la que el sol alcanza su punto más bajo. Este ángulo deberá ser próximo a 60° pero ocasiona grandes inconvenientes por la inestabilidad de la estructura a los fuertes vientos. Por ello se han tomado ángulo comprendidos entre los 8 y 11° en la cara sur y entre los 18 y 30° en la cara norte.

La altura máxima de la cumbrera varía entre 3 y 5 m, y su altura mínima de 2.5 m a 3 m. La altura de las bandas oscila entre 2,15 y 3 m. La separación de los apoyos interiores suele ser de 2x4 m.

Ventajas de los invernaderos asimétricos:

- Buen aprovechamiento de la luz en la época invernal.
- Su economía.
- Elevada inercia térmica debido a su gran volumen unitario.
- Es estanco a la lluvia y al aire.
- Buena ventilación debido a su elevada altura.
- Permite la instalación de ventilación cenital a sotavento.

Inconvenientes de los invernaderos asimétricos:

- No aprovecha el agua de lluvia.
- Se dificulta el cambio del plástico de la cubierta.
- Tiene más pérdidas de calor a través de la cubierta debido a su mayor superficie desarrollada en comparación con el tipo plano.

En cuanto a estructuras este autor señala las siguientes: 1) estructura de madera, 2) estructura de rollizos de madera y alambre, 3) estructura recta metálica, y 4) estructura de hormigón.

### **2.3. MATERIALES ESTRUCTURALES**

La estructura de los invernaderos debe ser resistente y permitir una amplia iluminación, además de formar la menor sombra posible. Otros factores que se deben considerar son el costo inicial. La durabilidad y el costo de mantenimiento. En la construcción de estructuras se han empleado hasta hoy madera, aluminio, acero y concreto reforzado. (Llamas, 1995)

La estructura se refiere al esqueleto del invernadero, al material que va a soportar todo el peso del sistema de producción, por lo señalado anteriormente, el material más común y de mejor calidad es el acero galvanizado redondo o rectangular de diferente grosor (también conocido como PTR o perfil tubular reforzado). Este material es de buena durabilidad, requiere poco mantenimiento, y los fabricantes garantizan una vida útil de 10 años (FIRA, 1998).

## 2.4. MATERIALES PARA CUBIERTA

La cubierta de un invernadero debe cumplir ciertas características; transmisión de la luz, impermeabilidad, resistencia mecánica, facilidad de instalación, durabilidad y costo principalmente; el material utilizado para cubrir la estructura de un invernadero puede ser de dos tipos, vidrios o plásticos. (Llamas, 1995)

Los plásticos son baratos y pueden usarse para cubrir cualquier estructura; los existen de tres tipos de materiales plásticos usados en invernadero: polietileno (PE), polivinil y fibra de vidrio; el polietileno (PE) es el más utilizado por tener menos densidad, no se oscurece como ocurre con otros materiales, tiene poca reflexión (10 al 14%), y el bajo costo; cabe mencionar que el plástico PE debe ser tratado contra los rayos ultravioleta. Para convertirlos en PE de larga duración se añaden aditivos que limiten la acción de las radiaciones UV, en el mercado se encuentran PE de 2 y 3 años de vida útil, después de este periodo se tienen que cambiar (Muñoz y Castellanos, 2003).

## 2.5. CONDICIONES CON LAS QUE DEBE CONTAR UN INVERNADERO

a) **Diafanidad.** La luz es la fuente de energía, tanto para que la planta realice sus funciones vitales (fotosíntesis, respiración, crecimiento y reproducción), como para su transformación en calor; los materiales que se utilizan como cubiertas de invernadero deben tener una gran transparencia a las radiaciones lumínicas. (Luna y Martínez, 1995)

b) **Efecto invernadero.** Las variaciones caloríficas infrarrojas como consecuencia de su longitud de onda, puede encontrar un obstáculo al pasar a través del material de recubrimiento, puesto que este, en relación con sus características, contribuye a aumentar la temperatura de la atmósfera del invernadero, tanto más en cuanto es más impermeable a estas variaciones, esto es lo que se conoce como “efecto invernadero” que permite cultivar

plantas en invernaderos desprovistos de calefacción en zonas cuyas bajas temperaturas no les permitirían desarrollarse o que, por lo menos, les hará tener un ciclo vegetativo más largo. (Alpi, 1991)

c) **Dimensiones.** La altura en la parte más baja (paredes laterales) nunca debe ser menor a 2 metros, se dificulta el control del ambiente y, además, el trabajo en el interior es incomodo para los trabajadores. La parte más alta, es decir, la cumbre, conviene que tenga una altura comprendida entre 3 y 3.5 metros, pues con mayores alturas se presentan demasiada superficie a la acción del viento. Es aconsejable naves con una longitud comprendida entre 25 y 50 metros, no son convenientes naves con mayor longitud, debido a que se tienen mayores problemas con el manejo del cultivo. (Serrano, 2000)

El nivel de utilización de un invernadero se puede definir por el cociente entre la superficie útil ocupada por el cultivo y la superficie total cubierta por el invernadero ( $Cu = Su/St$ ). (Mantallana y Montero, 2001)

## **3. HIDROPONÍA**

### **3.1. DEFINICIÓN.**

La palabra Hidroponía se deriva del griego *Hydro* (agua) y *Ponos* (labor o trabajo) lo cual significa literalmente trabajo en agua, y son una alusión al empleo de soluciones de agua y fertilizantes químicos para el cultivo de plantas sin suelo. (Douglas, 1997)

### **3.2. CARACTERÍSTICAS DE LA HIDROPONÍA**

La hidroponía, es un sistema de producción agrícola que tiene gran importancia dentro de los contextos ecológico, económico y social. Dicha importancia se basa en la gran flexibilidad del sistema, es decir, por la posibilidad de aplicarlo con éxito, bajo muy distintas condiciones y para diversos usos. (Miranda, 1999)

- Para producir alimentos en las zonas áridas
- Para producir bajo condiciones de clima templado y frío
- Para producir en regiones tropicales
- Para producir en lugares donde el agua tiene un alto contenido en sales
- Para producir en aquellos lugares en donde la agricultura no es posible debido a limitantes de suelo.
- Para producir hortalizas en ciudades
- Para producir hortalizas donde son caras y escasas
- Para realizar investigaciones ecológicas

La hidroponía es un sistema eficiente para producir verduras, frutas, flores, hierbas aromáticas, ornamentales de excelente calidad en espacios reducidos sin alterar, ni agredir el medio ambiente. Es el cultivo de plantas en un medio acuoso recibiendo los nutrientes minerales que necesitan para crecer de sales disueltas en el agua de riego. (Resh, 1993)

El sistema de cultivo en hidroponía es ideal para un invernadero, ya que ambos aspectos mejoran sustancialmente el sistema productivo y se controlan casi al 100% los factores que inciden en la producción (cuadro 8). (Bringas, 2004)

**Cuadro No. 7. RENDIMIENTO COMPARATIVO: CULTIVO EN INVERNADERO EN SUELO E HIDROPONÍA**

<b>Cultivo</b>	<b>Suelo (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Hidroponía (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Diferencia Prom.</b>
Tomate rojo	12-14 (6 meses)	40-50 (11 meses)	32 kg/m <sup>2</sup>
Pepino	8-15 (5 meses)	50-60 (11 meses)	43 kg/m <sup>2</sup>
Pimiento	6-10 (7 meses)	20-22 (11 meses)	13 kg/m <sup>2</sup>
Berenjena	8-10 (7 meses)	30-33 (11 meses)	22 kg/m <sup>2</sup>

Fuente: Bringas, 2004. Perspectivas de los invernaderos. Revista de Productores de Hortalizas.

### **3.3. VENTAJAS DEL SISTEMA DE HIDROPONÍA EN COMPARACIÓN CON EL SISTEMA TRADICIONAL**

La hidroponía, se considera como un sistema de producción agrícola, presenta un gran número de ventajas tanto desde el punto de vista técnico como del económico, con respecto a otros sistemas del mismo género, pero bajo cultivo en suelo; entre las que más sobresalen según Sánchez y Escalante (1988):

- Balance ideal de aire, agua y nutrientes. En hidroponía, dadas las características del sistema, es posible mantener tanto el aire como el agua dentro del rango óptimo requerido por los cultivos.
- Humedad uniforme. Bajo un sistema hidropónico la humedad del sustrato puede ser siempre uniforme y controlada. En el suelo, la falta de humedad o su exceso, constituyen causas frecuentes de pérdidas en el rendimiento o en la calidad.
- Excelente drenaje. Esta característica, sumada a que los materiales usados como sustrato generalmente no se desintegran o parten fácilmente, da como resultado una excelente aireación a las raíces.
- Mayor densidad de población. Ya que los nutrimentos no son limitantes, las plantas cultivadas en hidroponía pueden plantarse más cerca (entre un 10% y 30%) que sus similares en suelo; aquí el factor que viene a limitar la densidad es la luz.

- Corrección fácil de deficiencias o exceso de un nutrimento. En el suelo, corregir una deficiencia nutricional o el efecto tóxico de un ión es cosa de meses o años, mientras que en un sistema hidropónico, es cosa de unos cuantos días.
- Control de pH. Uno de los factores que influyen notablemente en la asimilación de nutrimentos y por lo tanto en el rendimiento de las plantas es el pH. En un cultivo sobre suelo el pH puede estar muy desviado del rango óptimo para una planta y su corrección, en la mayoría de los casos, puede ser difícil y costosa. En hidroponía, al trabajar con sustratos inertes, es muy fácil y barato ajustar y mantener el pH a escala deseada.
- Independencia del clima. Normalmente los cultivos en hidroponía se protegen contra los vientos fuertes, las granizadas, las altas y bajas temperaturas, sequías, etc. Esto permite una mayor expresión del potencial genético de las plantas y, desde luego, del rendimiento.
- Casi no hay gastos en maquinaria agrícola ya que no se requiere de tractor, arado u otros implementos semejantes.
- Altos rendimientos por unidad de superficie.
- Mayor calidad del producto. El eficiente control sobre nutrición, aireación, etc., permite que los productos del sistema hidropónico sean más uniformes en tamaño, peso, color, etc., y de más alta calidad en el comercio que los productos del cultivo en suelo.
- Precocidad en los cultivos. En los cultivos hidropónicos anuales se ha encontrado que, aún al aire libre estos maduran, dependiendo de la especie, de 10 a 60 días antes de que sus similares bajo condiciones de suelo.
- Posibilidad de cultivar repetidamente la misma especie de planta. La rotación de cultivos se desarrolla para mantener la fertilidad del suelo y controlar enfermedades que tiene su origen en el mismo. En hidroponía, debido a que se utilizan contenedores con sustrato, se puede producir continuamente el mismo cultivo con gran éxito.
- Se pueden producir varias cosechas al año.
- Uniformidad en los cultivos. En hidroponía la situación normal es que las plantas sembradas floreen y maduren a un mismo tiempo; esto tiene importancia desde luego en la programación de la cosecha y la venta del producto.



- Se requiere menor espacio para producir el mismo rendimiento que en el suelo. Este hecho es importante desde el punto de vista económico por requerir de menor cantidad de terreno para trabajar con hidroponía; también es importante ecológicamente.
- Ahorro en el consumo de agua. En hidroponía, generalmente se recircula el agua y se riega por métodos de subirrigación en lechos impermeables. Se requiere de mucho menos agua para lograr los mismos rendimientos.
- Reducción en los costos de producción. Debido a menores gastos de fertilizantes, insecticidas, fungicidas, etc., y a que no existan barbechos, escardas, etc., se ahorra tiempo y dinero. La eficiencia del sistema se logra mantener año con año a bajo costo.
- En los trabajos de mantenimiento del cultivo se puede utilizar mano de obra no calificada y de forma permanente.
- Es un sistema versátil que puede ser adaptado a condiciones específicas ambientales, socioeconómicas y tecnológicas.

### **3.4. DESVENTAJAS DEL CULTIVO EN HIDROPONÍA**

Las principales desventajas por las cuales este sistema no se ha desarrollado satisfactoriamente en México son los siguientes (Sánchez y Escalante 1988):

- Requiere para un manejo a nivel comercial de conocimientos técnicos combinados con la comprensión de los principios de fisiología vegetal y química inorgánica. Se requiere de cierta destreza técnica, conocimiento hortícola y control científico, por lo que si alguien intenta trabajar a este nivel deberá proveerse de un asesor que posea estas cualidades o bien adquirir experiencia por su propia cuenta.
- Gasto inicial elevado. El costo para establecer un sistema de cultivo hidropónico a nivel comercial es alto, ya que por lo general se tienen que construir camas y depósitos de concreto u otro material perdurable, comprar el material a usar como: sustrato, bombas y tuberías.
- Cuidado con los detalles. Como el de no mezclar correctamente la solución nutritiva, usar tuberías o depósitos galvanizados, lo que ocasiona toxicidad por zinc, darle demasiada o muy poca pendiente a las camas provocando asfixia a las

raíces por humedad constante, no usar las cantidades adecuadas de micro nutrientes, el no mantener el pH de la solución dentro de cierto rango, no analizar el agua utilizada para preparar la solución.

- Conocimiento de la especie que se desea producir.
- Problemas de comercialización. Una limitante para la extensión de la hidroponía, es la necesidad de contar con un mercado seguro y que garantice un precio mínimo, pues en la alta redituabilidad se basa la idea de hacer una inversión relativamente elevada para la instalación del sistema.
- Abastecimiento continuo de agua. Desde luego que esta situación limita hasta cierto punto al cultivo hidropónico, pero es necesario resaltar que limita mucho más la agricultura de riego ya que en esta última se necesita más agua que la indispensable para mantener un sistema hidropónico de las mismas dimensiones.

### **3.5. MÉTODOS DE CULTIVOS HIDROPÓNICOS**

Miranda (2003) menciona que los métodos de cultivo en hidroponía se pueden clasificar de varias formas; sin embargo, las más comunes son:

#### **3.5.1. POR EL MANEJO DE LA SOLUCIÓN NUTRITIVA.**

- **Sistemas abiertos.** La solución nutritiva se drena libremente no reciclándose la solución sobrante. Este sistema es el más común actualmente y se utiliza en combinación con sustratos inertes.

- **Sistemas cerrados.** La solución nutritiva se recicla o se mantiene en contacto con las raíces, cambiándose o ajustándose periódicamente. Este sistema de cultivo se utiliza cuando se usa la técnica de solución nutritiva. Es un sistema de difícil manejo y requiere de personal altamente capacitado y equipo de medición de pH, conductividad eléctrica y concentración de nutrientes.

#### **3.5.2. POR EL TIPO DE CULTIVO.**

Esta clasificación está dada por el sustrato o medio de cultivo utilizado.

**a). Cultivo en solución nutritiva.** Las plantas se desarrollan sólo en el agua con los nutrientes, proporcionándose aireación por medio de una bomba o dejando un espacio entre el sostén permitiendo así que las raíces superficiales queden suspendidas en el aire. En sí el sistema no utiliza sustrato.

**b). Sustrato inerte.** Esta categoría comprende sustratos que tienen gránulos con más de 3mm de diámetro, como la grava común, ladrillo quebrado y carbón.

**c). Cultivo en agregado.** Comprende a todos aquellos métodos donde se utilizan sustratos con partículas pequeñas, menores o agrolita o perlita, vermiculita, arena de tezontle, aserrín, corteza de árbol o cualquier material orgánico de difícil descomposición.

Para elegir que método deberá utilizarse en un sistema de producción hidropónico, hay que tomar en cuenta todos los factores que inciden en la producción, entre los que destacan los siguientes:

- El clima
- Nivel socioeconómico del productor
- Nivel tecnológico del productor
- Disponibilidad de insumos y materiales
- Disponibilidad de agua y mano de obra
- Especie a cultivar
- Rentabilidad

### **3.6. ESTRUCTURA DEL SISTEMA HIDROPÓNICO**

El método de cultivo en hidroponía consta de los siguientes componentes: planta, solución nutritiva, contenedores, sustratos, sistemas de riego y drenaje. (Sánchez y Escalante, 1988)

#### **3.6.1. PLANTA.**

Aunque técnicamente en hidroponía se puede cultivar cualquier vegetal, en la práctica comercial sólo se manejan cultivos de alto valor; principalmente flores y otras ornamentales, hortalizas y plantas medicinales. Los cereales se cultivan sólo como germinados para la producción superintensiva de forraje verde.

#### **3.6.2. SOLUCIÓN NUTRITIVA.**

Es la disolución de diversos fertilizantes (nutrimentos) en el agua, con la que se riegan las plantas, y cuya función es proporcionar los nutrimentos requeridos por ellas en las proporciones adecuadas.

### **3.6.3. CONTENEDORES.**

Son recipientes de distintos tamaños, formas y material, que contiene el sustrato en el que se cultivan las plantas.

### **3.6.4. SUSTRATO.**

Su función es la de sustituir al suelo agrícola proporcionando a las plantas las más adecuadas condiciones edáficas para su desarrollo. Los contenedores pueden ser camas o bancales y bolsas de polietileno de diferentes tamaños.

### **3.6.5. SISTEMA DE RIEGO.**

El riego en hidroponía puede ser por inundación o vertido, subirrigación, aspersión, goteo, capilaridad; cada uno de estos sistemas de riego tienen sus propios tipos de drenaje.

## **3.7. USO DE CONTENEDORES EN HIDROPONÍA**

En todo sistema de producción hidropónico es necesario el uso de contenedores para sostener el sustrato en donde se van a desarrollar las plantas.

Prácticamente cualquier tipo de contenedores pueden ser usados para contener el medio de crecimiento, provisto de drenaje para evitar acumulaciones de la solución en el fondo, que las cajas son muy comunes y son usadas en trabajos a pequeña escala y que los contenedores de metal pueden ser usados sucesivamente una vez tratados con pinturas bituminosas (impermeabilizantes), tanto por dentro como por fuera con el propósito de evitar la corrosión. (Pérez y Castro, 1999)

Se debe tener cuidado al elegir los recipientes de que al entrar en contacto con la solución no aparezcan transformaciones químicas que dañen a la planta. Así también los recipientes que se ensanchan en su base inferior son sin duda los más indicados para las plantas que crecen con rapidez, ya que su coordinación en recipientes creará condiciones favorables para un libre crecimiento de la planta, de esta manera habrá espacio suficiente para la solución nutritiva y para un volumen de aire satisfactorio; el plástico por ser ligero y se una duración casi ilimitada es recomendado, como más inofensivos Polietileno (PE), Polipropileno (PP), Poliesterol (Ps), formas principales de utilización como espuma rígida de poliesterol y espuma de poliesterol, Poliuretano (Pu), Cloruro de polivinilo (PVC) únicamente rígido no alterado por la acción de plastificantes. (Miranda, 2003)

Sánchez y Escalante (1983) mencionan que para algunos cultivos y en determinados casos, puede ser preferible utilizar macetas en vez de tinas, mismas que

pueden ser de barro, cemento, madera, lámina y polietileno; y que en este caso el riego se efectúa por goteo, por aspersión en el sustrato, por capilaridad o simplemente con regaderas.

Samperio (2001) señala que los contenedores deberán contar con un desnivel o pendiente del 2 al 3 por ciento y un sistema de desagüe, cuyo orificio de salida habrá de tener un tapón (de plástico, hule o corcho), a fin de evitar goteo. Asimismo, tienen que ser opacos, para impedir que la luz penetre y llegue a las raíces de las plantas.

### **3.8. SUSTRATOS UTILIZADOS EN HIDROPONÍA**

Se le denomina sustrato a cualquier material que sea capaz de sustituir al suelo agrícola, y proporcionarle condiciones edáficas adecuadas para el desarrollo de las plantas; buena aireación, buena retención de humedad, que sea químicamente inerte, libre de plagas, enfermedades y maleza, libre de sustancias tóxicas, fácil disponibilidad y de preferencia ligero (Sánchez y Escalante, 1988).

Los sustratos más utilizados para la producción de jitomate en hidroponía son:

#### **3.8.1. AGROLITA O PERLITA.**

Es un aluminosilicato que se fabrica de rocas volcánicas. Es un medio ideal para la raíz y permite obtener una buena producción; presenta un color blanco grisáceo, baja densidad, estéril y con excelentes propiedades de retención de agua, a la vez que buena aireación; el diámetro de las partículas son de 1 – 3 mm. y su pH es neutro. Su desventaja principal es su alto costo. (Rodríguez, 1996)

#### **3.8.2. ARENA.**

Para fines hidropónicos se considera arena a todo material inorgánico natural cuyo diámetro quede comprendido entre 0.02 – 2 mm., la densidad aparente de este material es de 1.5 g/cm<sup>3</sup> y en general el espacio poroso total (EPT) es muy similar al de suelos del orden del 50%. La arena corriente de río es utilizable cuando su contenido en cal es inferior al 20%. Pero si el material calcáreo no excede el 50% sólo se puede utilizar con una solución concentrada de superfosfato (200 ppm). Este sustrato es económico, presenta una buena capacidad de retención de humedad pero tiene problemas de aireación. (Resh, 1993)

### **3.8.3. LANA DE ROCA.**

Este material se obtiene de rocas calizas, es un sustrato inerte, muy uniforme, prácticamente sin capacidad de intercambio cationico, con una densidad aparente de 0.07 g/cm<sup>3</sup> y se vende en varias presentaciones, siendo la más común la de 100x20x10 cm., tiene un EPT de 97% y una aireación de 36%, pero es un material de alto costo. (Abad y Noguera, 2000)

### **3.8.4. GRAVA.**

Al elegir la grava más indicada para un sistema de subirrigación se debe procurar que esta esté formada por granito molido cuyas partículas tengan un diámetro que oscilen entre 1/16 de pulgada las más finas a ¾ de pulgada las mayores. La medida del volumen total de partículas deberán ser lo suficientemente fuertes como para no partirse con facilidad, a la vez que sean capaces de retener suficiente humedad en sus espacios vacíos, y también disponer de un buen drenaje que permita una adecuada aireación de las raíces. (Resh, 1993)

### **3.8.5. TURBAS.**

Son restos de vegetales en proceso de fosilización, la composición de los diversos depósitos de turba varía mucho, dependiendo de la vegetación que le dio origen, su estado de descomposición, contenido de minerales y grado de acidez. En México se utiliza principalmente en la producción de plántula de hortalizas y especies ornamentales, siendo muy escaso en la producción hidropónica, por su dificultad para el manejo de la nutrición y por su elevado costo. En ocasiones se le llega a utilizar en mezclas con tezontle, para mejorar la retención de humedad. (Castellanos y Vargas, 2003)

### **3.8.6. FIBRA DE COCO.**

Es un sustrato con amplias perspectivas para la horticultura protegida en México, dado su bajo costo, su facilidad de manejo, su sanidad y la excelente respuesta agronómica que ha mostrado en los cultivos en donde se le ha evaluado. La fibra de coco tiene una densidad media de .07 g/cm<sup>3</sup>, una aireación que va de 37 a 61%, es un material muy estable puede durar hasta 3 años bajo cultivo, únicamente haciendo desinfección antes de cada siembra. (Minero, 2005)

### **3.8.7. TEZONTLE.**

Es una piedra volcánica ígnea, con una densidad aparente de 1.3 g/cm<sup>3</sup> con un espacio poroso sólido de 43.90%, espacio sólido total de 56.1%, retención de humedad a capacidad de campo 45.10% y capacidad de aireación de 53.90%. Tiene una capacidad de

intercambio cationico de 1.5 meq/100 g., es uno de los sustratos más utilizados en México en los cultivos hidropónicos. El diámetro más adecuado para su utilización como sustrato para un sistema de hidroponía es de 5 mm., su costo de adquisición es de los más bajos. (Pérez y Castro, 1999)

### **3.9. SISTEMAS DE RIEGO EN CULTIVOS HIDROPONICOS**

En los cultivos hidropónicos es imprescindible el uso de un sistema de riego para suplir las necesidades de agua de las plantas y suministrarles los nutrientes necesarios. Los sistemas de riego que pueden utilizarse van desde un manual con regadera hasta el más sofisticado con controladores automáticos de dosificación de nutrientes, pH y programador automático de riego. (<http://www.hidroponia.org.mx>)

Un sistema de riego consta de un tanque para el agua y nutrientes, tuberías de conducción de agua y goteros o aspersores (emisores). El tanque debe ser inerte con respecto a la solución nutritiva y de fácil limpieza, mantenimiento y desinfectación. El criterio para seleccionar el tamaño puede variar según el cultivo, localidad, método de control de la solución nutritiva, etc. Cuanto más pequeño sea, más frecuente será la necesidad de controlar su volumen y composición. La ubicación del tanque dependerá de la situación del cultivo. En caso de regar por gravedad, deberá tener suficiente altura para lograr buena presión en los goteros, si se riega utilizando una bomba, el tanque puede ser subterráneo. Las tuberías de PVC y mangueras de polietileno son las más económicas. El diámetro dependerá del caudal y longitud del tramo. (<http://www.hidroponia.itgo.com.mx>)

El sistema de riego puede ser por subirrigación, aspersión, microaspersión, riego por goteo de cinta y riego por goteo localizado. La decisión final de qué sistema se utilizará dependerá del cultivo, método de cultivo, el costo y la posibilidad de automatizar el sistema para inyectar adecuadamente los nutrientes a la zona de cultivo.

El riego se puede suministrar de la siguiente manera (Miranda, 2003):

#### **3.9.1. RIEGO LOCALIZADO O POR GOTEO.**

Consiste en distribuir el agua generalmente ya filtrada y con fertilizantes a las plantas sobre o dentro del suelo, de esta manera el agua llega directamente a la zona de raíces de las plantas cultivas gota a gota. La distribución se realiza por una red de tuberías generalmente de plástico, ya sea de polietileno o PVC hidráulico en las líneas principales,

en las líneas laterales se realiza con tubería flexible o rígida de polietileno. Este riego es el más común en los sistemas de cultivo hidropónicos. (Martínez, 1999)

La entrega de agua a las plantas se hace mediante perforaciones o boquillas llamadas emisores o goteros, aunque también los goteros y emisores pueden ser independientes de la tubería, para lo cual se requieren de implementos adicionales como múltiples de cuatro salidas, tubo de polietileno delgado (tubín) y estacas de plástico. (Gil Vázquez, 2003)

El riego por goteo tiene muchas ventajas en relación a otros métodos de riego, siendo el principal el mantenimiento de un régimen de humedad relativamente alto dentro de los límites del bulbo mojado que se forma bajo los emisores, esto permite un crecimiento adecuado del sistema de raíces. Por otra parte se puede mantener la humedad casi constante renovando continuamente el volumen de agua que se gasta por el proceso de evapotranspiración, lo cual garantiza un desarrollo favorable de los cultivos. La fertigración (aplicación de fertilizantes en el agua de riego) es muy eficiente, ya que se garantiza una mayor y oportuna disponibilidad de nutrientes a la zona de raíces. Otra ventaja importante se refiere a que no se moja todo el suelo de la parcela, sino únicamente la hilera donde está sembrado el cultivo, esto permite el crecimiento reducido de la maleza (o inclusive se elimina completamente si se combina con la técnica de acolchado plástico), disminuye el gasto de agua y la eficiencia del uso del agua se incrementa notablemente hasta llegar al 100%.

Las desventajas más importantes de éste método de riego se refieren a que el sistema de goteo puede taparse si no se filtra el agua correctamente o si la mezcla de fertilizantes no es compatible e inclusive si se usan fertilizantes de baja solubilidad. Además, la inversión inicial es alta y es indispensable contar con personal técnico capacitado para el diseño, instalación y operación del sistema. (Miranda, 2003)

### **3.9.2. RIEGO POR ASPERSIÓN.**

En el riego por aspersión el agua es llevada a presión por medio de tuberías y emitida mediante aspersores que simulan la lluvia. En este sistema el agua es aportada a una cierta altura sobre el cultivo y cae sobre el follaje. (Pérez y Castro, 1999)

### **3.9.3. RIEGO POR MICROASPERSIÓN.**

En este sistema de riego el agua se entrega puntualmente a la base de los cultivos o por encima de ellos para controlar la temperatura ambiental dentro del invernadero,



mediante un pequeño aspersor o también conocido como microaspersor (de poco gasto por hora).

Estos métodos tienen el inconveniente en que mojan todo el área de cultivo, por lo cual existe un desperdicio de agua, y la mayoría de las especies cultivadas son poco tolerantes al riego foliar por el exceso de humedad relativa y por la toxicidad de los nutrientes al follaje o las flores y frutos de los cultivos, por lo cual son poco utilizados en los cultivos hidropónicos.

#### **3.9.4. RIEGO POR SUBIRRIGACIÓN.**

Esta es una técnica de riego que consiste en suministrar el agua a la base de las camas o bancales, dirigiéndose al otro extremo y mojando hacia la superficie del mismo (flujo-reflujo), después de un periodo de riego, el agua se desaloja por el otro extremo más bajo de la cama o bancal y es recolectada para volver a utilizarla. Por la dificultad del manejo tanto del agua y de la solución nutritiva, un sistema poco utilizado. (Miranda, 2003)

### **3.10. SOLUCIÓN NUTRITIVA PARA CULTIVOS HIDROPÓNICOS**

Una solución nutritiva es una solución acuosa que contiene oxígeno disuelto y todos los nutrientes esenciales en forma de iones disociados (cationes<sup>+</sup> y aniones<sup>-</sup>). Los nutrientes son aportados como fertilizantes comerciales en la relación entre los nutrientes, la concentración ideal de los mismos, el pH y la conductividad eléctrica generan “la solución ideal”. (Castellanos y Vargas, 2003)

Se ha probado que los siguientes elementos son esenciales para el crecimiento y desarrollo de las plantas: carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, azufre, magnesio, hierro, manganeso, boro, cobre, zinc y molibdeno. (Sánchez y Escalante, 1988)

Bajo un sistema de cultivo hidropónico, con excepción del carbono, oxígeno e hidrógeno, todos los elementos esenciales son suministrados a través de una solución nutritiva y en forma asimilable por las raíces de las plantas, por lo tanto se considera un prerequisite la solubilidad de los iones esenciales en el agua. El nitrógeno, el potasio, el fósforo, el calcio, el azufre y el magnesio, denominados comúnmente como macroelementos, se añaden al agua usando, casi siempre como fuente, fertilizantes comerciales. Los otros elementos: hierro, manganeso, boro, cobre, zinc y molibdeno

(denominados microelementos) van a menudo incluidos como impurezas en el agua y en los fertilizantes que proporcionan los macro elementos, y a excepción del hierro (que debe añadirse casi siempre regularmente a la solución) solo se añaden a la solución cuando existe necesidad. (Gil, *et al.*, 2003)

La duración y frecuencia del riego depende de factores como variación de temperatura, intensidad de iluminación, tipo de sustrato utilizado, fase fenológica del cultivo y la especie y/o variedad cultivada. (Gil, *et al.*, 2003)

Para el cálculo de la solución nutritiva se parte de una solución tipo, es decir de la concentración ideal de nutrientes que debe existir en la solución que se va a utilizar para regar el cultivo. Para esto es importante conocer el tipo de cultivo y la calidad del agua de riego, ya que el agua puede proporcionar algunos nutrimentos y por lo tanto, esto permite ahorrar fertilizante. En los cuadros 8 y 9 se muestra la solución tipo recomendada para el cultivo de jitomate. (Castellanos y Vargas, 2003)

**Cuadro 8. SOLUCIÓN NUTRITIVA EN meq L<sup>-1</sup> (MACRONUTRIENTES)**

Solución nutritiva	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	SO <sup>-2</sup>
Meq L <sup>-1</sup>	10.56	0.064	1.25	6.25	5.5	1.0	1.0

Fuente: Castellanos Z., J. y Vargas T., P. 2003. El uso de Sustratos en la Horticultura bajo Invernadero.

**Cuadro 9. SOLUCIÓN NUTRITIVA EN mg L<sup>-1</sup> (MICRONUTRIENTES)**

Ión	Mg L <sup>-1</sup> (ppm)
Fe	0.55
Mn	0.55
Cu	0.03
Zn	0.25
B	0.20
Mo	0.05

Fuente: Castellanos Z., J. y Vargas T., P. 2003. El uso de Sustratos en la Horticultura bajo Invernadero.

Con esta información y la composición de los fertilizantes que se van a utilizar para elaborar la solución nutritiva, se procede a realizar los cálculos, para obtener la cantidad necesaria de fertilizante por cada 1000 litros de agua. (Castellanos y Vargas, 2003)

Los riegos con solución nutritiva deben proporcionarse, para el caso del jitomate, durante los primeros 30 días, a razón de 0.4 litros por planta, en los 40 días siguientes la solución nutritiva debe incrementarse a 0.8 litros por planta en los 70 días siguientes debe

aplicarse 1.0 a 1.5 litros por planta. Cada 7 días se aplica de 0.5 a 1.5 litros de agua simple por planta dependiendo de la cantidad de solución aplicada, con el propósito de disminuir el riesgo de acumulación de sales en el sustrato. (Pérez y Castro, 1999)

El procedimiento básico para la preparación de una solución nutritiva es el siguiente:

- Pesar los fertilizantes
- Llenar el tanque con agua a la cantidad deseada
- Bajar el pH a 5.5
- Disolver individualmente cada micronutriente y luego los macronutrientes
- Agregar primero los micronutrientes y luego los macronutrientes
- Comprobar nuevamente el pH

## 4. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.

### 4.1. LOCALIZACIÓN.

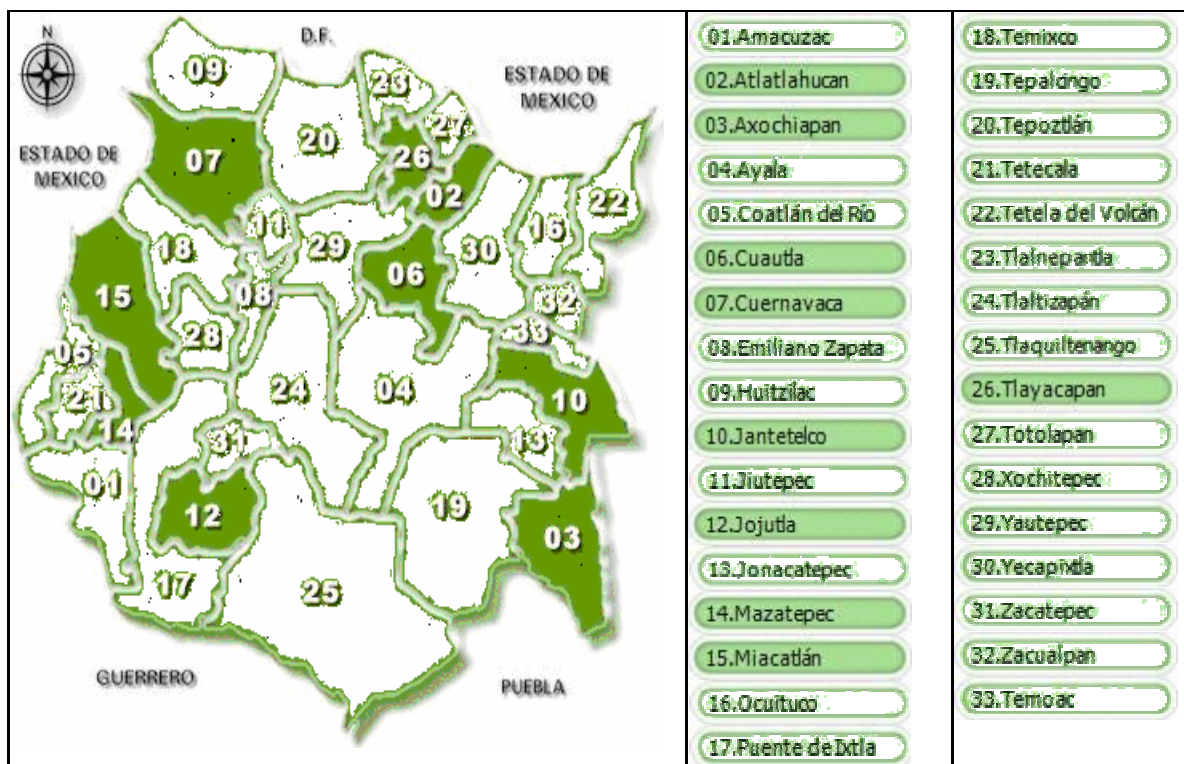
El estado de Morelos representa el 0.2% de la superficie del país; es uno de los más pequeños de la República Mexicana. Colinda al norte con el estado de México y el Distrito Federal; al este con México y Puebla; al sur con Puebla y Guerrero; al oeste con Guerrero y México. su capital es Cuernavaca. (Mitos y realidades del Morelos actual, 1996)

#### -Latitud y longitud

El estado de Morelos, situado entre los paralelos 18°22' y 19°07' LN y los meridianos 98°30' y 99°37' LW, al Sur del Trópico de Cáncer, a una altitud de 1,480 metros sobre el nivel del mar y con una temperatura promedio al año de 22.2° C.

**Fig. 14. UBICACIÓN DEL ESTADO DE MORELOS Y LOS MUNICIPIOS MUESTREADOS.**

Fuente: [www.idefomm.org/municipios/06.htm](http://www.idefomm.org/municipios/06.htm)



## **4.2. ASPECTOS GENERALES DEL ESTADO DE MORELOS.**

Morelos debe sus características ecológicas a su ubicación geográfica en la zona neotropical; recibe influencia del Eje Volcánico Transversal en su parte alta al norte, y de la Cuenca del Balsas en su región más baja al centro sur. Además, presenta un marcado gradiente altitudinal en dirección norte sur, lo que propicia una amplia riqueza de especies reunidas en ambientes diversos. En la porción norte existe una franja montañosa localizada de este a oeste en la que se manifiestan las altitudes mayores de la entidad, éstas registran más de 4000 m s.n.m. en las cercanías del Popocatepetl. La segunda zona montañosa, caracterizada por registrar altitudes entre 3000 y 4000 m s. n. m., se encuentra ubicada en la zona limítrofe con la Ciudad de México y los Estados de México y Puebla. Al sur de ésta última, se ubican localidades como Apapasco, Tetela del Volcán, Tlacualera, San Juan Tlacotenco, Tres Cumbres y Huitzilac, entre otras, caracterizadas por registrar altitudes entre 2000 y 3000 m s.n.m. (Mitos y Realidades del Morelos Actual, U. Oswald, Coordinadora CRIM 1992 y UNICEDES-UAEM 1996)

Las corrientes de aguas superficiales más importantes son los ríos Nexpa, Tepalcingo, Cuautla, Yautepec, Salado, Tetlama, Tembembe y el Chalma, los últimos seis se continúan al sur para desembocar en el llamado Río Amacuzac o Río Grande.

En casi todo el territorio de Morelos, el clima es cálido subhúmedo, con una temporada de lluvias de junio a septiembre, y una temperatura media de 20° C.

Hay variaciones en el clima: desde frío de alta montaña en la cima del Popocatepetl, el templado húmedo en las laderas, hasta el calido subhúmedo en los valles.

Vientos dominantes del este en primavera; del suroeste en verano y del noroeste en otoño e invierno. (Secretaría de Educación Pública. Atlas de México. 2002).

De los cultivos anuales, destacan el maíz, caña de azúcar, sorgo, algodón, jitomate, cacahuete, frijol y cebolla. Tienen importancia también, pero menor, el melón, tomate en cáscara, las hortalizas (pepino, jícama, elotes y calabacitas), la alfalfa y los rosales. Los apoyos federales y estatales permitieron que el estado de Morelos resulte ser una de las entidades más productivas en las áreas agropecuarias, al quintuplicarse las cosechas de básicos y cultivos tradicionales. (<http://www.morelos.gob.mx>)

En el año 2000 Morelos registra una población de 1,555,296 habitantes, de los cuales 750,799 son hombres y 804,497 mujeres (INEGI, 2000).

El estado de Morelos está conformado por 33 municipios, para la realización de este trabajo, se tomaron 9 municipios donde se ubicaron sistemas hidropónicos bajo cubierta, los cuales fueron: Atlatlahucan, Axochiapan, Cuautla, Cuernavaca, Jantetelco, Jojutla, Mazatepec, Miacatlán y Tlayacapan.

### **4.3. ASPECTOS SOCIOECONOMICOS Y GEORGAFICOS DE LA ZONA DE ESTUDIO.**

#### **4.3.1. MUNICIPIO DE ATLATLAHUCAN.**

El municipio se ubica geográficamente entre los paralelos 18° 56' latitud norte y 98° 54' de longitud oeste del meridiano de Greenwich, a una altura de 1,656 metros sobre el nivel del mar, limita al norte con el estado de México y el municipio de Totolapan; al sur con Cuautla; al este con Yecapixtla y al oeste con Tlayacapan y Yautepec.

Tiene una superficie de 47.07 km<sup>2</sup>, cifra que representa el 1.44 % del total de la superficie del estado de Morelos. ([www.infomorelos.com](http://www.infomorelos.com))

##### **4.3.1.1. OROGRAFÍA**

Atlatlahucan se localiza al sureste de la sierra del Ajusco (Axcoche) que va del límite sur de la sierra de las Cruces (Edo. de México) hacia el oeste donde encontramos las proximidades del Popocatepetl y al sureste la sierra de Jumiltepec; es decir, que ésta zona esta rodeada por un amplio sistema montañoso por lo que la forma típica que muestra dicha región es de valles y llanuras; con algunos lomeríos. Este municipio se encuentra a una altura de 1,656 m.s.n.m. Por lo tanto presenta tres formas de relieve que son las siguientes:

Las zonas accidentadas: Se localizan en la parte norte y suroeste del municipio, ocupan aproximadamente el 7.84 % de toda la superficie y está formada por lomeríos y unas pequeñas llanuras.

Las zonas semiplanas: Localizadas en la parte norte del municipio y ocupan aproximadamente el 66.89% de la superficie total está formada por valles.

Las zonas planas: Se ubican al sur y ocupan aproximadamente el 25.2 % de la superficie total, formada por valles.

Dadas las características orográficas de la zona, los suelos existentes en el lugar han tenido su génesis en la acumulación de las rocas volcánicas; mezcladas por el arrastre del material orgánico producto de las precipitaciones, que se han generado a lo largo de la historia del lugar; por lo que se puede decir que el suelo es de origen volcánico-pluvial, que la mayoría de estos suelos someros que van de 20 a 120 cm. de profundidad, en promedio cuenta además con un 15 a un 40 % de pedregal.

#### **4.3.1.2. HIDROGRAFÍA**

Los recursos hidrológicos se componen por arroyos de caudal, en época de lluvias en las barrancas de Yautepec Nepantla; la barranca del Salto o Totolapan desemboca sobre el río de Yautepec; un bordo ubicado en la cabecera municipal y 4 pozos para la extracción de agua potable.

#### **4.3.1.3. CLIMA**

Es templado-frío, registrando una temperatura media de 20 °C, una precipitación pluvial de 1,005 mm. anuales con régimen de lluvias en los meses más calurosos de mayo y junio.

#### **4.3.1.4. CARACTERÍSTICAS Y USO DEL SUELO**

Los tipos de suelos son variados, van desde tierra amarilla, como también distintos tipos de barros, rojos, blancos, grises; suelos arenosos y arcillosos y en casi su totalidad son buenos para la productividad del campo.

El municipio se caracteriza por ser una región eminentemente agrícola, por lo que la vocación y el uso del suelo compaginan completamente.

#### **4.3.1.5. AGRICULTURA**

De los cultivos anuales, destacan el maíz, sorgo, jitomate, cacahuete, frijol y cebolla. Tienen importancia también, pero menor, tomate en cáscara, las hortalizas (pepino, jícama, elotes y calabacitas), la alfalfa y los rosales.

#### **4.3.1.6. GANADERÍA**

Se cría ganado bovino, porcino y caballar. Asimismo se explota la avicultura de engorda y postura y la apicultura.

**Cuadro 10. POBLACIÓN GANADERA EN ATLATLAHUCAN AL 31 DE DICIEMBRE DE 2004**

<b>Tipo</b>	<b>Bovino</b>	<b>Porcino</b>	<b>Ovino</b>	<b>Caprino</b>	<b>Équido</b>	<b>Aves</b>
Cabezas	2,429	2,655	1,155	742	379	66,861

Fuente: INEGI, Anuario Estadístico del Estado de Morelos, México 2005.

#### **4.3.1.7. POBLACIÓN.**

Cabe señalar que para el año 2000, según los resultados del Censo de Población y Vivienda efectuado por INEGI, en el municipio se computaron 14,708 habitantes, de los cuales 7,191 son hombres y 7,517 son mujeres. La población total del municipio representa el 0.95 por ciento, con relación a la población total del estado. (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, Gobierno del Estado de Morelos, Anuario Estadístico del Estado de Morelos año 2005)

#### **4.3.2. MUNICIPIO DE AXOCHIAPAN.**

El municipio se ubica geográficamente entre los paralelos 18°30' de latitud norte y los 98°45' de longitud oeste del meridiano Greenwich, a una altura de 1030 metros sobre el nivel del mar, limita al norte con el municipio de Jonacatepec; al sur y oriente con el estado de Puebla y al poniente con el municipio de Tepalcingo.

Tiene una superficie de 172,935 kilómetros cuadrados, cifra que representa el 3.49% del total del estado. ([www.e-morelos.gob.mx](http://www.e-morelos.gob.mx).)

##### **4.3.2.1. OROGRAFÍA**

Axochiapan se encuentra localizado en un valle que está cruzado por barrancas y constituido por una corteza difícilmente laborable, la estructura geológica reporta grandes sedimentos de arrastre con conglomerados, predominando diversas calidades de arenas.

Las zonas accidentadas abarcan aproximadamente el 12.2% y se localizan en el extremo sureste del municipio, principalmente están formadas por cerros cercanos a las localidades de Joaquín Camaño y Huaxtla, las planas en el resto del municipio.

##### **4.3.2.2. HIDROGRAFÍA**

Los recursos hidrológicos se componen básicamente del río Amatzinac o río Tenango que cruza el municipio, al igual que las barrancas Tochatlaco, Loa Ahuhuetes y El Pajarito y las presas Carros y Cayehuacan permiten aprovechar las aguas del río San Francisco afluyente



del río Nexpa en la cuenca del alto Balsas en la porción oriental del estado, se tiene para riego 1870 ha.

Las presa Carros – Cayehuacan, su capacidad es 8,700,000 m<sup>3</sup> la primera y 12,500.000 m<sup>3</sup>, la segunda, que abastecen en el margen derecho (Morelos) 2,000 hectáreas 66.67% y margen izquierdo (Puebla) 1,000 hectáreas 33.33%, en las cuales aplican 14,140.00 m<sup>3</sup> en volumen en el estado de Morelos y 7,060.00 m<sup>3</sup> en Puebla.

Este sistema de riego beneficia a más de 1,000 familias; además contamos con 45 pozos profundos que son utilizados para la agricultura.

#### **4.3.2.3. CLIMA**

La temperatura media anual es de 22 a 24 grados centígrados, con una precipitación pluvial que apenas llega a los 1,000 mm<sup>3</sup> anuales que abarcan los meses de junio a septiembre y humedad relativa y/o absoluta. Los vientos corren de norte a sur.

#### **4.3.2.4. PRINCIPALES ECOSISTEMAS**

La vegetación predominante son los árboles con un altura de 5 a 10 metros y algunas variedades muy escasas que llegan a alcanzar los 15 metros como el caso de los amates y las parotas, este tipo de vegetación es de hojas caducas.

La flora está constituida por: selva baja caducifolia, amates, cubatas, mesquites, casahuates, ceibas, cuatecomates, guajes, ciruelo, huamuchil, tepehuaje, entre otros.

Dentro de la fauna de este municipio podemos encontrar mamíferos como el coyote, el tlacuache, zorrillo, la zorra, ardilla, hurón, armadillo, conejo, etc., animales ovíparos como la iguana, tortugas, ranas, en aves tenemos el gorrión, zopilote, calandria, pichón, urracas, codorniz, garzas, chachalacas, dentro de la variedad de los peces el bagre, la mojarra y la carpa.

#### **4.3.2.5. CARACTERÍSTICAS Y USO DEL SUELO**

Del total de la superficie de 147.45 kilómetros cuadrados, 1093 ha son de uso agrícola y 780 ha de uso ganadero, el tipo de suelo que predomina (47%) es el vertisol pelico, de textura fina y fase pedregosa y el rogosol etrico y vertisol pelico, de textura media (30%).

#### **4.3.2.6. AGRICULTURA**

Axochiapan aporta el 9.51% del valor de la producción agrícola del estado, su agricultura presenta dos modalidades: una de auto consumo y minifundista ubicada en área de

temporal con cultivos básicos como maíz, sorgo, cacahuete, frijol, calabaza y jamaica, y, de riego cebolla, pepino, caña de azúcar, maíz, frijol, cacahuete.

#### **4.3.2.7. GANADERÍA**

La explotación pecuaria es con bajo nivel tecnológico, poca inversión de capital y dispersión en todo el municipio a excepción de una granja avícola de pie de cría de pollo para engorda, y el producto (huevo), se envía a las incubadoras de Temixco.

Las personas que se dedican a la ganadería normalmente relacionan esta actividad con la agricultura al 31 de diciembre del 2004 se contaba en el municipio con 2,601 cabezas de bovinos, 3,560 de porcinos, 1,561 de ovinos, 337 de équidos, 1,886 de caprinos y 234,991 de aves.

#### **4.3.2.8. POBLACIÓN**

Cabe señalar que para el año 2000, según los resultados del Censo de Población y Vivienda efectuado por INEGI, en el municipio se computaron 30 436 habitantes.

### **4.3.3. MUNICIPIO DE CUAUTLA.**

El Municipio de Cuautla se localiza en la zona oriente del Estado bajo las coordenadas geográficas extremas: al norte 18° 49', al sur 18° 49' de latitud norte; al este 98° 57'; al oeste 99° 01' de longitud oeste. (INEGI. Marco Geoestadístico, 2000. (b)INEGI-DGG. Superficie de la República Mexicana por Estados.2005.)

#### **4.3.3.1. EXTENSIÓN**

La superficie del Municipio de Cuautla, representa el 1.95% de la superficie total del Estado, con una extensión de 153.651 Km<sup>2</sup>. Colinda con los Municipios de Yautepec, Atlatlahucan, Yecapixtla y Ayala.

#### **4.3.3.2. OROGRAFÍA**

En general se presentan tres formas características de relieve, la primera corresponde a las zonas accidentadas y abarca aproximadamente el 7% de la superficie, la segunda corresponde a zonas seminales y abarca aproximadamente el 32% de la superficie, la tercera corresponde a las zonas planas y cubre el 61% de la superficie.

La sierra del chichinautzin desciende abruptamente hacia la parte sur del Estado, dando lugar a ondulantes y fértiles lomeríos en el valle de Cuautla, que se extienden hasta una altitud de 1,200 metros sobre el nivel del mar, las únicas elevaciones de importancia en el Municipio

la conforman el cerro de Calderón que se ubica al poniente, del Municipio así como también el cerro del Hospital que separa los valles de Cuautla y Yautepec.

El Municipio de Cuautla se localiza a una altitud promedio de 1,300 metros sobre el nivel del mar.

#### **4.3.3.3. HIDROGRAFÍA**

La hidrografía se integra por el Río Cuautla, que es una de las subcuencas intermedias del Río Amacuzac, el cual es a la vez una de las dos principales cuencas de la región hidrológica del Río Balsas. Este Río nace en la zona de Protección ecológica de los Sabinos, Santa Rosa y San Cristóbal.

#### **4.3.3.4. CLIMA**

El tipo de clima predominante es de tipo (AW) cálido subhúmedo con lluvias en verano, agrupando el subtipo más seco de los subhúmedos con régimen de lluvia invernal menor de 5% con oscilaciones comprendidas entre 5 y 7 grados centígrados, teniendo una temperatura promedio de 20.5 grados centígrados.

La precipitación pluvial se ubica entre los 800-1,000 mm.

#### **4.3.3.5. POBLACIÓN**

De acuerdo al XII Censo General de Población y Vivienda 2000 efectuado por el INEGI, la población total del municipio es de 153,329 habitantes, de los cuales 73,124 son hombres y 80,205 son mujeres. La población total del municipio representa el 9.86 por ciento, con relación a la población total del estado.

#### **4.3.3.6. AGRICULTURA**

La superficie de uso agrícola es de 7,720 hectáreas, de agostadero 2,121 hectáreas y 3,900 de fondo legal. La agricultura de la región y del municipio en particular se basa en la explotación intensiva de áreas de riego donde se cultiva principalmente, caña de azúcar, arroz, maíz, frijol y hortalizas. En las áreas de temporal se cultiva principalmente maíz y sorgo.

El clima es ideal para el cultivo de diversas especies agrícolas comerciales, aunado a los profundos y fértiles suelos se cultiva principalmente caña de azúcar, arroz, sorgo, calabaza, ejote, maíz elotero, cebolla, tomate de cáscara, jitomate, flor de gladiola, pepino, etc.

#### **4.3.3.7. GANADERÍA**

Existe una ganadería de mediana relevancia, destacando en este rubro la producción de leche; explotándose aproximadamente 1,200 cabezas de manera semi-intensiva.

El ganado bovino se explota en forma extensiva 3,877 cabezas y 5,519 animales porcinos de los cuales aproximadamente 1,912 se explotan en traspatio.

La avicultura explota 100,400 aves que se destinan a la producción de huevo y 119,556 para producción de carne.

El ganado caprino se compone de 1,435 pies de cría que se explotan de manera extensiva y poco tecnificada, lo mismo ocurre con las 1,625 cabezas de ganado ovino.

El ganado equino que se utiliza como animal de carga en el apoyo de las actividades agrícolas se compone de 674 animales.

Existen 331 productores pecuarios cuya actividad principal es la explotación de ganado para la producción de carne y 36 productores que se dedican a la explotación de ganado lechero.

#### **4.3.4. MUNICIPIO DE CUERNAVACA.**

El municipio de Cuernavaca se encuentra localizado al noroeste del estado de Morelos y presenta colindancia al norte con el municipio de Huitzilac, al sur con los municipios de Temixco y Xochitepec, con Huitzilac, Tepoztlán y Jiutepec al oriente y al poniente con el municipio de Temixco y el municipio de Ocuilan en el Estado de México.

El municipio de Cuernavaca se ubica en las siguientes coordenadas geográficas: al norte 19° 02"; al sur 18° 49" de latitud norte; al este 99° 10"; al oeste 99° 20" de longitud oeste, y se localiza dentro de las regiones del Eje Neovolcánico (lagos y volcanes de Anáhuac) y la Sierra Madre del Sur (sierra y valles guerrerenses). (Secretaría de Gobernación, Centro Nacional de Estudios Municipales, Gobierno del Estado de Morelos, Los Municipios de Morelos, en Enciclopedia de los Municipios de México. Cuernavaca, 2005)

##### **4.3.4.1. EXTENSIÓN**

Cuernavaca cuenta con 151.20 kilómetros cuadrados, ocupando el 2.95% de la superficie total del estado de Morelos, que es de 5,122.63 kilómetros cuadrados. Del territorio total que ocupa el municipio de Cuernavaca, en forma general se utilizan 5,668 hectáreas de uso agrícola, 8,227 hectáreas de uso pecuario, 5,400 de uso urbano y 1,390 hectáreas de bosque.

#### **4.3.4.2. OROGRAFÍA**

El municipio de Cuernavaca forma parte de la región de los valles y montañas del Anáhuac y en particular de la vertiente sur de la sierra del Chichinautzin, cuyo origen volcánico determina la procedencia de las rocas y suelos que se encuentran en su territorio.

El 6.5% de la superficie municipal corresponde a material ígneo extrusivo del periodo terciario; el 48.75% a material clástico del mismo período; el 43.39% a material ígneo extrusivo del período cuaternario; y el 1.35% a material sedimentario de este mismo período.

Las formaciones geológicas que se presentan en la región donde se ubica el municipio, son de los periodos Cretácico y Cuaternario, predominando las rocas ígneas extrusivas, basaltos, andesitas y tobas y las rocas sedimentarias, areniscas, conglomerados, calizas, lutitas y las rocas piroclásticas o materiales cineríticos.

El 56.52% del territorio del municipio se localiza en el Eje Neovolcánico y el 43.48% dentro de la Sierra Madre del Sur.

El relieve que presenta la ciudad de Cuernavaca es un declive a partir de las 2,200 msnm. en la parte norte de la colonia del Bosque hasta 1,255 msnm. en la parte sur en la confluencia de los ríos Apatlaco y del Pollo. Al norte del municipio se localizan las faldas de la Sierra del Ajusco, al poniente las serranías de Chalma y Ocuilán, al sur y el oriente no existen elevaciones importantes. El tipo de suelo influye en la construcción de infraestructura. Los suelos más gruesos facilitan la construcción de equipamiento y vivienda, el suelo mas fino lo dificulta.

#### **4.3.4.3. HIDROGRAFÍA**

Cuernavaca se ubica en la cuenca del río Grande de Amacuzac dentro de la cual participa con el 2,51% de su extensión, el territorio municipal drena sus aguas en tres subcuencas en la del río Ixtapan con 4,26 km<sup>2</sup>, el 5,9% en la del río Apatlaco con 184.29 km<sup>2</sup>, el 38.47% de su superficie; y en la del río Yautepec, con 18.12 km<sup>2</sup>, 1.72% del total, sus principales ríos son: el río Apatlaco con dos afluentes, el Pollo y Chapultepec, los arroyos permanentes el Salto y Ojo de Agua; los manantiales El Limón, Chapultepec, Santa María Tepeiti y el Túnel.

El río Apatlaco nace en los manantiales de Chapultepec y recibe las aguas de las barrancas del centro y occidente de Cuernavaca, destacando el Túnel, la del Pollo, Pilcalla,

Amanalco, El Limón, Tlazala y los Sabinos. El río Apatlaco aumenta su caudal por el río Cuentepec y por los arroyos Salados, Fría, Salto de Agua, Colotepec y Poza Honda.

Las precipitaciones pluviales son el principal abastecimiento de agua a la subcuenca de Cuernavaca. Con el propósito de beneficiar tierras agrícolas de riego al sur oriente de la ciudad, el río Chapultepec sufrió modificaciones en su cauce.

En las zonas de Palmira y San Antón, en las cañadas Guacamayas y el Tecolote respectivamente, se encuentran saltos de agua y columnas de basalto que están siendo afectadas por los tiraderos de basura que la población ha creado en ellas.

#### **4.3.4.4. CLIMA**

Existen en el municipio de Cuernavaca dos tipos de climas predominantes, siendo éstos el clima templado sub húmedo con lluvias en verano de mayor humedad c(w2), el cual se localiza en la parte norte del municipio y abarca el 40.59% de su superficie y el clima semi cálido sub húmedo con lluvias en verano de humedad media acw1, ocupa el 54,57% del territorio municipal y se localiza en el área urbanizada.

La temperatura media anual es de 21.1 °C con una precipitación media anual que oscila entre los 800 y los 1,500 mm. Los meses en que se presenta mayor temperatura son abril y mayo entre los 24 °C y los 28 ° C, y los meses en que desciende la temperatura son diciembre y enero hasta menos de 15 ° C. En los últimos 15 años la temperatura ha variado, al presentar una leve disminución en invierno y en primavera ocasionando un clima más extremo; motivado por el constante crecimiento del área urbanizada y por la disminución de áreas verdes y de arroyos en la zona.

La ciudad de Cuernavaca se encuentra localizada sobre la vertiente sur de la sierra del Chichinautzin, esta ubicación es la principal causa que determina el régimen de vientos dominantes, estas corrientes de aire se originan por el calentamiento diurno en los valles del sur del estado ascendiendo a lo largo de las barrancas con dirección norte, y descendiendo con el enfriamiento nocturno en dirección sur y suroeste; los vientos de mayor intensidad (4.5 y 5.6 m/s), soplan del noroeste en los meses de enero y marzo.

#### **4.3.4.5. PRINCIPALES ECOSISTEMAS**

El norte de la zona se encuentra cubierto por bosques de tipo mesófilos de montaña, pino y encino, al extremo sur predomina el pastizal inducido asociado con condiciones secundarias de selva baja caducifolia, representada por herbáceas altas como la higuera y

acahuales; en las barrancas que se localizan al poniente y en las que cruzan la ciudad se aprecian distintas variedades de árboles como fresno, jacaranda, ciruelo, sauce, amate y guayabo.

Dentro de las barrancas, en las partes húmedas, se presentan aún bosques de galería, la acción depredadora causada por el hombre se observa con el crecimiento de la mancha urbana sobre éstas.

Dentro de la zona de estudio la vegetación se presenta en construcciones formando tupidos follajes y contribuye a conservar sus peculiaridades climáticas y de paisaje.

#### **4.3.4.6. CARACTERÍSTICAS Y USO DE SUELO**

De acuerdo a la clasificación edafológica, en el municipio de Cuernavaca se presentan los siguientes tipos de suelo, al norte andosol húmico y andosol ócrico, este tipo de suelos se derivan de cenizas volcánicas y tienen como inconvenientes ser ácidos, fijar los fosfatos, son de topografía accidentada y fácilmente erosionables, por lo que no se consideran apropiados para el uso agrícola, el uso indicado para este tipo de suelos es el forestal; al suroeste se encuentran feozem háplico, y combinado con litosol y vertisol pélico, que presentan cierta potencialidad para el uso agrícola.

En el 38 % del territorio municipal que comprende a la mayoría de la mancha urbana se localizan las siguientes combinaciones: feozem lúvico, feozem haplico y litosol; feozem háplico y vertisol pélico; luvisol crómico y feozem lúvico; la aptitud de este tipo de suelos es silvícola (selva baja caducifolea), sin embargo son apropiados también para el uso urbano por su bajo nivel de fertilidad.

Al sur del municipio se localiza una combinación de vertisol pélico y feozem háplico que presenta aptitud para el uso agrícola.

Considerando las características físicas del municipio en cuanto a clima, geología, fisiografía y edafología, se desprende que partiendo del límite sur del municipio hasta la cota 1,800 msnm, el uso recomendable es el pecuario o el urbano; entre las cotas 1,800 y 2,100 msnm., la aptitud es para uso mixto, agrícola y forestal, excepto la franja colindante con la barranca de Mexicapa, cuyo uso potencial es el agrícola y a partir de los 2,100 msnm. el uso más adecuado es el forestal.

El uso urbano ocupa el 37.72% de la superficie municipal y comprende las áreas urbanizadas de la ciudad de Cuernavaca y las de las localidades rurales que se encuentran aisladas.

El uso forestal que representa el 30.10% del territorio municipal corresponde a las áreas boscosas que se localizan al norte y en las márgenes de las barrancas que corren de norte a sur.

El uso de agricultura de temporal y las zonas sin uso que ocupan el 25.03% de la superficie del municipio se localizan en su mayor extensión al poniente del municipio y en menor proporción al norte y oriente, en general las zonas agrícolas son de baja productividad por las características de los suelos que se presentan en el municipio.

Las zonas de uso agropecuario con presión para su urbanización son aquellas que se encuentran en colindancia o rodeadas por la mancha urbana, como es el caso de las tierras comunales de Ahuatepec localizadas al oriente de la ciudad, en donde se están generando asentamientos irregulares por el fraccionamiento ilegal de parcelas comunales, una situación similar se presenta en las tierras del ejido de Chipitlán ubicadas al sur del municipio, las que también se encuentran rodeadas por usos urbanos.

#### **4.3.4.7. AGRICULTURA**

Dentro de los cultivos más importantes en el municipio destacan: el maíz, frijol, jitomate, pepino, calabacitas, caña de azúcar y cacahuate.

#### **4.3.4.8. GANADERÍA**

La ganadería según INEGI registró al 31 de diciembre de 2004 de la siguiente manera: ganado bovino 3,891 cabezas, porcino 1,191, ovino 714, caprino 343, équido 246 y aves 2,118,527.

#### **4.3.4.9. POBLACIÓN**

Cabe señalar que para el año 2000, según los resultados del Censo de Población y Vivienda efectuado por INEGI, en el municipio se computaron 338,706 habitantes, de los cuales 160,759 son hombres y 177,947 son mujeres. La población total del municipio representa el 21.78% de la población total del estado.



#### **4.3.5. MUNICIPIO DE MAZATEPEC.**

Se encuentra geográficamente ubicado entre los paralelos 18°43'37" de latitud norte y 99°21'43" de longitud oeste del meridiano de Greenwich, a una altura de 980 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte y noreste con Miaatlán, al noroeste con Coatlán del Río, al sur con Amacuzac, al este con puente de Ixtla al oeste con Tetecala. La distancia aproximada que lo separa de la capital es de 45 km.

Tiene una superficie de 45,922 km<sup>2</sup> que representa el 0.92% del total de territorio estatal. (www.geocities.com)

##### **4.3.5.1. OROGRAFÍA**

El municipio presenta tres formas de relieve, al centro, las accidentadas, que cubren el 6% del territorio, las semi - planas abarcan de 3%, y las planas la mayor parte del municipio con el 83%. Las áreas más accidentadas están formadas por el cerro del Jumíl, el Chiquito, de los Coyotes y prominencias cercanas al Ojo de Agua de Cuauchichinola, cerro del Tembembe, la Cantera, Loma del Calvario, Chalcatzingo, el Jabonero, la Plata, el Limón, los Guayabos.

##### **4.3.5.2. HIDROGRAFÍA**

Cuenta con recursos hidráulicos como son: el río Mazatepec que cruza el municipio de norte a sur y que proviene de Miaatlán que sólo trae agua en tiempo de lluvias. Así como con los ríos Chalma y Tembembe cuyo cauce desaparece en los meses del estiaje. Otros recursos acuíferos son el Ojo de Agua de Cuauchichinola y seis pozos que abastecen a Mazatepec.

##### **4.3.5.3. CLIMA**

Es del tipo cálido - subhúmedo, caluroso y tropical, con inviernos poco definidos y con mayor sequía en el otoño, invierno a principios de primavera, la temperatura es de 23.60°C y la precipitación pluvial es de 1,194 mm<sup>3</sup>.

##### **4.3.5.4. PRINCIPALES ECOSISTEMAS**

La flora está constituida principalmente por selva bajo caducifolia de clima cálido, jacarandas y tabachín, cazahuate, ceiba, bugambilia, guamúchil, cubata, huizache, tamarindo, amezquite, parota, mangos, cuajote, tepehuaje y cirian.

La fauna cuenta con gran diversidad de especies silvestres como son: Conejos, tlacuache, armadillo, iguana, rana toro, gallina de arroz, garza, codorniz, siervo, venado, jabalí, paloma, víbora de cascabel, chachalaca, escorpión, búhos y una gran diversidad de insectos.

#### **4.3.5.5. RECURSOS NATURALES**

En cuanto a recursos minerales hace algunos años se explotó una mina de arena, actividad que quedó suspendida a causa de derrumbes y accidentes; también se cuenta con cantera, laja y piedra, pero sin que estos recursos sean explotados.

#### **4.3.5.6. CARACTERÍSTICAS Y USO DEL SUELO**

El municipio cuenta con una superficie aproximada de 4,592 hectáreas, de las cuales 3,981 son destinadas para uso agrícola y 611 para uso pecuario.

#### **4.3.5.7. AGRICULTURA**

Los cultivos más importantes son los que cultivan en tierra de riego, de los que destacan, calabaza, maíz, arroz, caña de azúcar, pepinos, tomates y jitomates.

En las tierras de temporal destacan los cultivos de maíz, sorgo forrajero y cacahuete.

#### **4.3.5.8. GANADERÍA**

El 56.95% de las unidades de producción rural del municipio desarrollan actividades de cría y explotación de animales, de las cuales, 137 unidades de producción explotan ganado bovino, 77%, 8% ovino, 3.22% equino, 2.22% aves de corral y 7% conejo y colmenas.

#### **4.3.5.9. POBLACIÓN**

De acuerdo al XII Censo General de Población y Vivienda 2000 efectuado por el INEGI, la población total del municipio es de 8,821 habitantes, de los cuales 4,264 son hombres y 4,557 son mujeres. La población total del municipio representa el 0.57 por ciento, con relación a la población total del estado.

#### **4.3.6. MUNICIPIO DE MIACATLAN.** ([www.idefomm.org/municipio/06.htm](http://www.idefomm.org/municipio/06.htm))

El municipio de Miacatlán se ubica geográficamente entre los paralelos 18° 45' latitud norte y los 99° 21' longitud oeste del meridiano de Greenwich a una altura de 1,054 m.s.n.m.m. limita al norte con el Estado de México y el municipio de Temixco, al sur con los municipios de Puente de Ixtla, Mazatepec y Tetecala, al este con Xochitepec y al oeste con Coatlán del Río y el Estado de México. Su distancia aproximada entre la cabecera y la capital del estado es de 40 kilómetros.

La superficie total del municipio de Miacatlán es de 233.644.30 Km<sup>2</sup> y representa el 4.4% respecto de la superficie del Estado. ([www.idefomm.org/municipio/06.htm](http://www.idefomm.org/municipio/06.htm))

#### **4.3.6.1. OROGRAFÍA**

El municipio se caracteriza por ser montañoso en la parte norte donde se localizan las peñas del Fraile y del Bosque, así como las montañas de los Cuilotes y el cerro alto, en la parte intermedia el cerro de Tepetzingo en la región de Palpan con alturas de los 2,000 y 2,250 metros, también se encuentra el cerro del Cuachi por el lado de Cuentepec con altura de 2,000 metros y el cerro de la angostura en la región de Los Perritos con 1,700 mts. de altura.

Las zonas accidentadas cubren el 10% del territorio municipal, así como lomerío el 40% en la parte norte y al centro y sur se encuentran campos semi-planos que cubren el 50 por ciento.

#### **4.3.6.2. HIDROGRAFÍA**

Este municipio es atravesado por el río-Tembembe que nace en el Estado de México, sus afluentes de aguas broncas son el arroyo seco y el arroyo de Chiltepec, que nacen en las montañas de Palpan, tiene dos lagunas la de Coatetelco que es un cuerpo de agua natural y El Rodeo que es llenada con aguas del río Tembembe, se cuenta con un pozo profundo para uso agrícola que produce 60 litros por segundo y 8 pozos más en la región de Coatetelco que producen entre 20 y 40 litros por segundo también para riego, además de 9 pozos de agua para consumo humano.

#### **4.3.6.3. CLIMA**

Se tiene un clima de tipo sub-tropical húmedo caluroso, con temperatura media anual de 22°C, en la parte baja y en la región de la montaña el clima es templado. Su precipitación media es de 1,112 milímetros al año. El periodo de lluvias comienza en junio y termina en octubre y la evaporación media es de 2,203 milímetros por año, la dirección de los vientos en lo general es de norte a sur y en sus campos hay poca humedad.

#### **4.3.6.4. PRINCIPALES ECOSISTEMAS**

Flora. Esta constituida principalmente por selva baja caducifolia de clima cálido, su vegetación consiste en plantas de casahuate, cuahulote, canelillo, cuajote, parotas, huizache, guamúchil, acacias, guajes rojo y verde, copal, cuachalalate, pochotes, mezquites, tepehuajes, camarón y una gran variedad de árboles frutales de clima semi-tropical y plantas de ornato.

Fauna. La constituyen animales como: tejón, zorrillo, liebre, conejo común, cacomixtle, tlacuaches, urracas, huilotas, zopilotes, auras, cuervos, lechuzas, tórtolas y primavera, así como iguanas, víboras de cascabel y coyotes. En la laguna y la presa hay

actividades de pesca, donde se produce la mojarra carpa de Israel y lobina. En el municipio no existen áreas naturales protegidas.

#### **4.3.6.5. RECURSOS NATURALES**

En el municipio se localizan dos minas de mármol una en explotación en el pueblo de Palpan y otra sin explotar. Una mina de metal, se dice que puede producir oro y plata se llama El Jatero y se ubica en el ejido de Tlajotla y otra de azogue (mercurio) llamada Mina de Santa Rosa, la cual estuvo en explotación.

#### **4.3.6.6. CARACTERÍSTICAS Y USO DEL SUELO**

Las unidades ecológicas del municipio son las siguientes:

Primera unidad.

Se localiza en la parte norte del municipio, con una fisiografía de sierra, la geología es de roca Ígnea extrusiva básica el tipo de suelo es feozem y la vegetación es de selva baja caducifolia.

Segunda unidad.

Se localiza en la parte norte y este del municipio, con una fisiografía de sierra y geología de roca caliza, el tipo de suelo es rendzina y la vegetación es de selva baja caducifolia.

Tercera unidad.

Se localiza en la parte norte y centro del municipio, con una fisiografía de planicie, la geología es de roca arenisca-conglomerado el tipo de suelo es feozem y la vegetación es de pastizales.

Cuarta unidad.

Se localiza en la parte oeste y centro con una fisiografía de planicie, la geología es de roca arenisca-conglomerado y el tipo de suelo es feozem y la vegetación es de bosque mesófilo.

Quinta unidad.

Se localiza en la parte oeste del municipio, con una fisiografía de planicie, la geología es de roca caliza, el tipo de suelo es vertisol y es de uso agrícola.

Sexta unidad.

Se localiza en la parte centro del municipio con una fisiografía de planicie, la geografía es de roca arenisca conglomerada, el tipo de suelo es feozem y es de uso agrícola.

Séptima unidad.

Se localiza en la parte centro sur y este del municipio, con una fisiografía de planicie, la geología es de roca arenisca conglomerado, el tipo de suelo es castañozem y la vegetación es de páramo.

Octava unidad.

Se localiza en la parte Oeste del municipio con una fisiografía de planicie, la geología es de roca arenisca conglomerado el tipo de suelo es cambisol de uso agrícola

El 50% del territorio municipal es agrícola y se utiliza para la siembra de cultivos de riego y temporal, el 15% esta ocupado con viviendas, el 5% para espacios públicos y el 30% para la ganadería y el cerril.

Del total del territorio 7,900 hectáreas son de uso agrícola, 3,892 de uso pecuario, 7,400 de usos forestal y 1.5 para uso industrial.

En cuanto a la tenencia de la tierra, se puede dividir en: 14,458 hectáreas propiedad ejidal, 2,647 hectáreas propiedad comunal y 1,248 hectáreas propiedad particular.

#### **4.3.6.7. AGRICULTURA**

La Agricultura en terrenos de riego consiste en la siembra de caña de azúcar y hortalizas y en terrenos de temporal es la siembra de maíz, sorgo y frijol.

#### **4.3.6.8. GANADERÍA**

La ganadería según INEGI registró al 31 de diciembre de 2004 de la siguiente manera: ganado bovino 6,889 cabezas, porcino 9,715, ovino 2,708, caprino, 4,996, équido 1,489 y aves 1, 636,856.

#### **4.3.6.9. POBLACIÓN**

Para el año 2000, según los resultados preliminares del Censo de Población y Vivienda efectuado por INEGI, en el municipio se computaron 23,984 habitantes, de los cuales 11,754 son hombres y 12,230 son mujeres.

#### **4.3.7. MUNICIPIO DE JANTETELCO.**

El municipio se ubica geográficamente entre los paralelos 18'42'30" de latitud norte y los 98'46'12" de longitud oeste del Meridiano de Greenwich. (INEGI. Carpetas de Datos Básicos Estatales. Datos Básicos de Morelos. Dirección General de Estadística. 2004)

Colindancias: al norte con el municipio de Temoac, al sur con el municipio Axochiapan, al este con el Estado de Puebla y al oeste y sureste con Jonacatepec. Tiene una superficie total de 80.826 Km<sup>2</sup>, que representa el 1.63% del estado.

#### **4.3.7.1. OROGRAFÍA**

Destaca en la parte centro el cerro de Jantetelco, el cual alcanza una altura de 1,878 metros, también se encuentra una elevación importante en el cerro de Chalcatzingo con una altura de 1,570 metros de altura.

#### **4.3.7.2. HIDROGRAFÍA**

El municipio cuenta con los ríos Amatzinac, Tenango, Los Santos y Tepalcingo. Así como con varios arroyos que corren por las barrancas de “En medio” y la “Del zacate”, por los cerros Gordo y El Colorado; existen 10 bordos en todo el municipio, los cuales se utilizan como presas.

#### **4.3.7.3. CLIMA**

Los climas que predominan en este municipio son los semiseco y semicaliente con invierno poco definido, con sequía al final del otoño durante el invierno y principio de primavera. Con una pluviosidad de 968 milímetros al año.

#### **4.3.7.4. PRINCIPALES ECOSISTEMAS**

El municipio tiene una vegetación don de sobre salen las especies como la jacaranda tabachin, casahuate, ceiba, bugambilia.

En cuanto a la fauna del lugar se cuenta con mapache, tejón, zorrillo, armadillo, liebre, conejo común, coyote, gato montes, comadreja, cacomixtle, tlacuache, murciélago, chachalaca, urraca, zopilote, áura, cuervo y lechuza.

#### **4.3.7.5. RECURSOS NATURALES**

El patrimonio cultural del municipio consiste básicamente en la sierra de La Cantera que se localiza al oriente del municipio, presentando interesantes condiciones geológicas y una gran vegetación de belleza escénica.

#### **4.3.7.6. CARACTERÍSTICAS Y USO DEL SUELO**

El suelo predominante (72%) es el vertisol pelico con textura fina y fase pedregosa, el resto es de rogosol eutrico, con textura gruesa y fase pedregosa y rogosol eutrico y feosem luvico con textura gruesa y fase pedregosa.

De la superficie aproximada (80.826 kilómetros cuadrados) en forma general, se utilizan 3,445 hectáreas para uso agrícola y 5,383 hectáreas para uso pecuario, y 1,986 hectáreas para uso forestal.

#### **4.3.7.7. AGRICULTURA**

Los cultivos que destacan son: caña de azúcar, arroz, calabacitas, sorgo de grano, maíz y frijol, los productos frutícolas son: ciruela, guayaba y aguacate; se cultivan plantas y flores de ornato, destaca la nochebuena.

#### **4.3.7.8. GANADERÍA**

Se cría ganado bovino 2,601 cabezas, 3,560 de porcino, 1561 de ovino, 1886 de caprino, 337 de équido y sin ser sobresaliente se explota la avicultura 234,991 (INEGI, al 31 de diciembre del 2004).

#### **4.3.7.9. POBLACIÓN**

De acuerdo al XII Censo General de Población y Vivienda 2000 efectuado por el INEGI, la población total del municipio es de 13 745 habitantes.

### **4.3.8. MUNICIPIO DE JOJUTLA.**

Coordenadas geográficas extremas al norte 18°41', al sur 18°31' de latitud norte; al este 99°09', al oeste 99°18' de longitud oeste. Colinda al norte con los municipios de Puente de Ixtla, Zacatepec de Hidalgo y Tlaltizapan; al este con los municipios de Tlaltizapan y Tlaquiltenango; al sur con los municipios de Tlaquiltenango y Puente de Ixtla; al oeste con el municipio de Puente de Ixtla. INEGI 2005.

Tiene una superficie de 142,633 kilómetros cuadrados que representan el 3.2 % de la superficie del estado y está a 890 metros sobre el nivel del mar (msnm). (Mitos y realidades del Morelos actual, 1996)

#### **4.3.8.1. OROGRAFÍA**

El cerro de Jojutla con sus 1,550 metros sobre el nivel del mar es la única montaña del municipio, el resto de la superficie lo componen mesetas, lomeríos y cañadas.

Las zonas planas abarcan un 65% del territorio y se localizan al norte del municipio, las zonas semiplanas con una extensión del 27% y las accidentadas al sur de la cabecera municipal con un 8% del terreno.

#### **4.3.8.2. HIDROGRAFÍA**

Al municipio lo atraviesa el río Alpuyeca, que recoge los derrames de las cercanías de Xoxocotla y toma el nombre de río Apatlaco. El río Amacuzac, el más caudaloso del estado, atraviesa las localidades de Chisco, Tehuixtla, Río Seco y Vicente Aranda, y en el lugar llamado Tenayuca recibe al río Higuierón o de Yautepec. Cuenta además con 98 pozos.

#### **4.3.8.3. CLIMA**

El clima de este municipio es cálido la mayor parte del año, pueden registrarse temperaturas por encima de los 30°C los meses de abril, mayo y junio, siendo de 27° C en promedio, en noviembre, diciembre y enero se registran las temperaturas más bajas que no bajan de lo 18°C.

La temporada de lluvia regularmente inicia junio y se prolonga hasta septiembre que promedian 917 mm al año.

#### **4.3.8.4. PRINCIPALES ECOSISTEMAS**

El municipio tiene una vegetación denominada selva baja caducifolia con vegetación secundaria, compuesta principalmente de casahuate, copal, tepehuaje, pochote, siendo muy escasos ejemplares de palo brasil, nopales, huizaches y pastizales.

La fauna se reduce a conejos, tejones, tlacuaches, zorras, mapaches, a últimas fechas se han reproducido garzas blancas garrapateras, aves migratorias como paloma de ala blanca, y huilota, aún se pueden ver codornices y cada vez menos chachalacas.

#### **4.3.8.5. RECURSOS NATURALES**

La laguna de Tequesquitengo y los manantiales de Tehuixtla son sus principales recursos naturales.

#### **4.3.8.6. CARACTERÍSTICAS Y USO DEL SUELO**

De la extensión total del municipio, en forma general se utilizan 6,975 hectáreas para uso agrícola, 3,856 hectáreas para uso pecuario y 4.5 hectáreas para uso industrial.

En cuanto a la tenencia de la tierra se puede dividir en 2,167 hectáreas de propiedad ejidal, 2,663 hectáreas de propiedad comunal y 980 hectáreas de propiedad particular.

El suelo presenta características comprendidas entre el Mesozoico al Cenozoico que alterna rocas sedimentarias e ígneas extrusivas, siendo aluvial, basalto, arenisca-conglomerado, toba ácida, caliza y lutita-arenisca sus componentes básicos.



#### **4.3.8.7. AGRICULTURA**

Los cultivos que se practican en este municipio son el de la caña de azúcar y arroz, cada vez menos maíz, frijol, calabaza, jícama, jitomate, tomate y hortalizas.

#### **4.3.8.8. GANADERÍA**

El municipio cuenta con 6,531 cabezas de ganado bovino, 3,922 de animales porcinos, ovinos 573 cabezas, de ganado caprino 1,672 cabezas, équidos 809 y 1,212,722 aves.

#### **4.3.8.9. POBLACIÓN**

De acuerdo al XII Censo General de Población y Vivienda 2000 efectuado por el INEGI, la población total del municipio es de 53,351 habitantes, de los cuales 25,701 son hombres y 27,650 son mujeres. La población total del municipio representa el 3.43 por ciento, con relación a la población total del estado.

#### **4.3.9. MUNICIPIO DE TLAYACAPAN.**

Se encuentra localizado en la parte Noreste del Estado de Morelos; entre los paralelos 18° 57' latitud Norte y 98° 59' de longitud Oeste del meridiano de Greenwich. Sus colindancias son las siguientes: Al Norte, con el municipio de Tlalnepantla; al Sur, con el municipio de Yautepec; al Este con el municipio de Totolapan y Atlatlahucan; al Oeste con el municipio de Tepoztlán; distancia aproximada hacia la capital del Estado 60 km.

Posee una extensión territorial de 52,136 kilómetros cuadrados, cifra que representa el 1.05% .del total de estado. (INEGI. Estado de Morelos, 2005)

#### **4.3.9.1. OROGRAFÍA**

Se encuentra rodeado por una cadena de cerros: por el sur, se encuentra ubicado el cerro de la "Ventanilla", el "Sombrerito" o "Yacatl" (nariz); por el Oeste, el cerro de "Huixtlalzink", "Tlatoani" y el "Ziualopapalozink" (mariposita señora) él más alto tiene 505 metros de altura; por el Noroeste, el cerro de "Tezontlala", "Cuitlazimpa" y "Tepozoco"; por el Norte, la loma de la "Amixtepec", a una altura de 1,630 mts. sobre el nivel del mar.

#### **4.3.9.2. HIDROGRAFÍA**

El municipio de Tlayacapan carece de ríos y arroyos naturales, solo cuenta con las corrientes de las barrancas que descienden de la cordillera neovolcánica, como arroyo de caudal temporal entre las que se pueden mencionar la del "Tepanate", "Chicotla", "Huiconchi" (Tlacuiloloapa), la de la "Plaza", "Santiago" Se cuenta además con Jagueyes considerado como ollas para almacenar agua como son: "Coatetechal" que ya no existe, "Nacatonco" o de

los animales, "Chauxacacla", "Suchuititla", "El sabino", "Tenanquiahua" y el de "Atenexapa" que ya no existe y que se encontraba por la barranca de la cortina.

#### **4.3.9.3. CLIMA**

Se encuentra a 1, 630 metros sobre el nivel del mar por lo tanto su clima es templado subhúmedo con lluvias en verano=C(w). Su temperatura media es de 16° C.

Se cuenta con un clima templado, muy agradable y sobre todo saludable, lugar apropiado para la construcción de instituciones de recuperación y asilos de ancianos con vientos que corren del sur al norte.

#### **4.3.9.4. PRINCIPALES ECOSISTEMAS**

Es importante mencionar que se cuenta con el corredor ecológico denominado Chichinautzin considerado como área natural protegida desde 1988.

Los animales que se localizan en el municipio son: puma o león americano, venado cola blanca, coyote, tejón, mapache, zorra, conejo, liebre, tlacuache, zorrillo, paloma, urraca, chachalaca, garza blanca por temporadas, codorniz, jilguero, mulato floricano, primavera, carpintero, bobo, gorrión, tecolote (buhó), lechuza, colibrí, víbora de cascabel, coralillo, culebra ratonera, tlilcuate, mazacuate (alicante), iguana, lagartija, chintete o cuespal, salamanesca (salamandra), ranas, sapos, grillos, alacranes, chapulines, tapachichis y muchas variedades de arañas.

#### **4.3.9.5. RECURSOS NATURALES**

Mineros.- Se dice que en la época de la colonia se explotaban algunas minas de las cuales no tenemos información verídica. Se cuenta que en el cerro de Tlatoani existía una mina de oro y se conoce el lugar, pero no se tiene certeza de ello. También se dice de la existencia de una mina de plata en el plan de Popotlán, también se conoce la entrada y existen unas vigas en la entrada de la que dicen que fue la mina y así se cuentan muchas versiones de la existencia de muchos minerales, pero nunca se han explorado.

#### **4.3.9.6. CARACTERÍSTICAS Y USO DEL SUELO**

Calizas, andesitas, conglomerados, basaltos, cenizas volcánicas y suelos.

Las calizas afloran al sur de la región en donde también se localizan afloramientos de yeso, las andesitas que forman el macizo del ajusco en la zona de los laureles.

Los conglomerados constituyen una potente formación aluvial que en las partes bajas se encuentran cubiertas por basaltos y que en la zona próxima a Tlayacapan aflora en contra

fuerte abruptos que forman los cerros del Sombrerito, Zoapalotzin, Tepozoco, la cueva de Tonantzin y se extienden hacia el Noroeste para unirse en los cerros del Tepozteco. Su exposición en estos contra fuertes es debida a una intensa erosión desarrollada posteriormente al depósito aluvial.

La orientación de los contrafuertes hace suponer que el drenaje anterior a los derrames basálticos pudo haberse verificado a través de las barrancas.

Además de los cerros mencionados la formación de conglomerados se expone en las barrancas labradas en los contactos de esta roca con el basalto; siendo la principal de Tlayacapan al sur, la del "TEPEXI" o salto del agua.

En las zonas se encuentran acumulaciones piroclásticas de cenizas volcánicas que cubren a los basaltos y pequeños conos volcánicos de la pille basáltico tales como la loma de Tezontlala al Noroeste de Tlayacapan, entre los cerros del Zoapalotzin y el Tepozoco.

La historia geológica de las formaciones es como sigue: las calizas, que forman el basamento general emergieron de los mares cretácicos y fueron posteriormente plegados y erosionados. Probablemente en el mioceno, se formó el macizo andesítico del ajusco acompañado de misiones abundantes de material fragmentario y cinerítico, posteriormente a este ciclo eruptivo los fenómenos de acarreo y depósito formaron grandes conos de eyección con una sucesión potente de depósitos de conglomerados brochoides en la ladera de la sierra, caracterizados por sus cantos semi redondeados de tamaños variables.

Predominando los de mayor tamaño y con gran abundancia de material fino, constituido esto principalmente por cenizas volcánicas. Los fenómenos de alteración, así como los debidos a la presión de los estratos subyacentes influyeron en la compactación de los depósitos aluviales, que en la actualidad se presentan muy compactos.

Respecto a la tenencia de la tierra, el municipio de Tlayacapan, tiene una superficie de 71.52 kilómetros cuadrados distribuidos dentro del municipio. Aclarando que con la nueva reforma al Artículo 27 constitucional, en lo que se refiere a la legalización sobre la privatización del ejido está aumentando el porcentaje de la propiedad privada.

El desarrollo económico del municipio se debe a las actividades agrícolas desarrolladas en .75 hectáreas de riego y 2,406.25 hectáreas de temporal.

#### **4.3.9.7. AGRICULTURA**

Las actividades agropecuarias en Tlayacapan, son de vital importancia puesto que el 90% de la población se dedica a la agricultura. Los principales cultivos en el municipio de Tlayacapan son el jitomate, tomate, maíz, fríjol, calabaza, pepino.

En los últimos años ha decrecido la producción del jitomate a cielo abierto debido a que han aumentado las plagas y han subido el precio de los insecticidas y funguicidas. Y a eso se agrega el bajo precio del mercado en consecuencia del tratado de libre comercio. Se localizan contados huertos familiares pero no de gran importancia.

#### **4.3.9.8. GANADERÍA**

La población ganadería al 31 de diciembre del 2004 se registro de esta manera: ganado bovino 2,446 cabezas, porcino 4,805; ovino 1,228 cabezas, caprino 428; 393 équido y 66,861 aves.

#### **4.3.9.9. POBLACIÓN**

De acuerdo al XII Censo General de Población y Vivienda 2000 efectuado por el INEGI, la población total del municipio es de 13,851 habitantes, de los cuales 6,893 son hombres y 6,958 son mujeres. La población total del municipio representa el 0.89 por ciento, con relación a la población total del estado.

## **5. RESULTADOS EN LA ZONA DE ESTUDIO**

### **5.1. ESTUDIO TECNICO**

La investigación se realizó tomando una muestra aleatoria de diferentes municipios del estado de Morelos, en los cuales se produce con un sistema hidropónico bajo cubierta, éstos fueron: Cuautla (1 invernadero), Atlatlahucan (1 invernadero), Axochiapan (2 invernaderos) Cuernavaca (1 invernadero), Jojutla (1 invernadero), Jantetelco (2 invernaderos), Tlayacapan (2 invernaderos), Mazatepec (2 invernaderos) y Miacatlán (2 invernaderos).

En la zona de estudio se obtuvieron las siguientes observaciones:

#### **5.1.1. SISTEMA DE PRODUCCIÓN.**

En el sistema de producción hidropónico bajo cubierta se observó que en los 14 invernaderos visitados, el 100% son del tipo túnel, en algunos casos son de una ventila y otros cuentan con dos ventilas cenitales, la cubierta en todos los casos es de plástico protegida con una malla antiáfidos y su estructura es de PTR (perfil tubular reforzado) de acero galvanizado.

**Foto. 1. INVERNADEROS TIPO TUNEL DE DOBLE VENTILA CENTAL.**



Fuente: Tomada en el municipio de Mazatepec, Morelos, 2005.

El 29% de estos invernaderos cuentan con ventiladores que regulan la temperatura, mientras que el 71% restante de los invernaderos no cuenta con éstos; en un invernadero se pudo observar la utilización de un blower, que es un aspersor manual de aire que se utiliza para la polinización artificial de las plantas, al propiciar la liberación del polen sobre los estigmas de la flor y mejorar de esta manera el amarre de frutos; también se utiliza para que se tenga una buena circulación de aire y se tenga un desarrollo homogéneo de los mismos. (Foto.2).

**Foto 2. UTILIZACIÓN DEL BLOWER.**



Fuente: Tomada en el municipio de Cuautla, Morelos, 2005

Lo anterior contrasta con el sistema de producción tradicional a cielo abierto en el cual se cultiva en condiciones desfavorables ya que al no contar con métodos que brinden una protección contra las problemas que ocasionan los factores ambientales tales como enfermedades, plagas desarrollo inadecuado de la plantas que la hacen de una pobre calidad y aunado la carencia de tecnología que le permita producir en mejores condiciones; propicia que el productor tenga valorar si es conveniente producir en una situación tan desventajosa.

### **5.1.2. SISTEMA DE RIEGO UTILIZADO EN LA ZONA DE ESTUDIO**

El sistema de riego utilizado es por goteo localizado tipo abierto, es decir, no se recicla la solución nutritiva, el riego se realiza con líquido nuevo. Se utilizan tinacos de plásticos de diferentes capacidades para preparar las mezclas de los nutrimentos, tubería de PVC, goteros, bomba hidráulica y timer (controlador de tiempos o reloj).

El 64% de los invernaderos cuentan con un sistema de riego semiautomatizado, el cual consiste en la programación en el timer de los tiempos en que se tiene que hacer el riego, así como la preparación de la mezcla de nutrimentos se hace de forma manual.

En el 29% se hace de forma manual, se realiza reloj en mano y no se utiliza el controlador de tiempos y también la preparación de la mezcla de nutrimentos es de forma manual.

El 7% restante de los invernaderos visitados el riego es automatizado, la programación del timer se hace mecánicamente, mediante una fertirrigadora traída de Almería, España; está a su vez inyecta automáticamente en la tubería la dosificación de nutrientes, de pH y de agua para las plantas en sus diferentes etapas, en la forma en que fue programada (foto. 3).

El riego se realiza cada 1 o 2 horas dependiendo de la superficie del invernadero y por periodos que varían en algunos casos es de 10 o 15 min. y otros de 5 a 8 min. cada hora cuando hay intenso brillo solar.

**Foto. 3. FERTIRRIGADORA AUTOMÁTICA.**

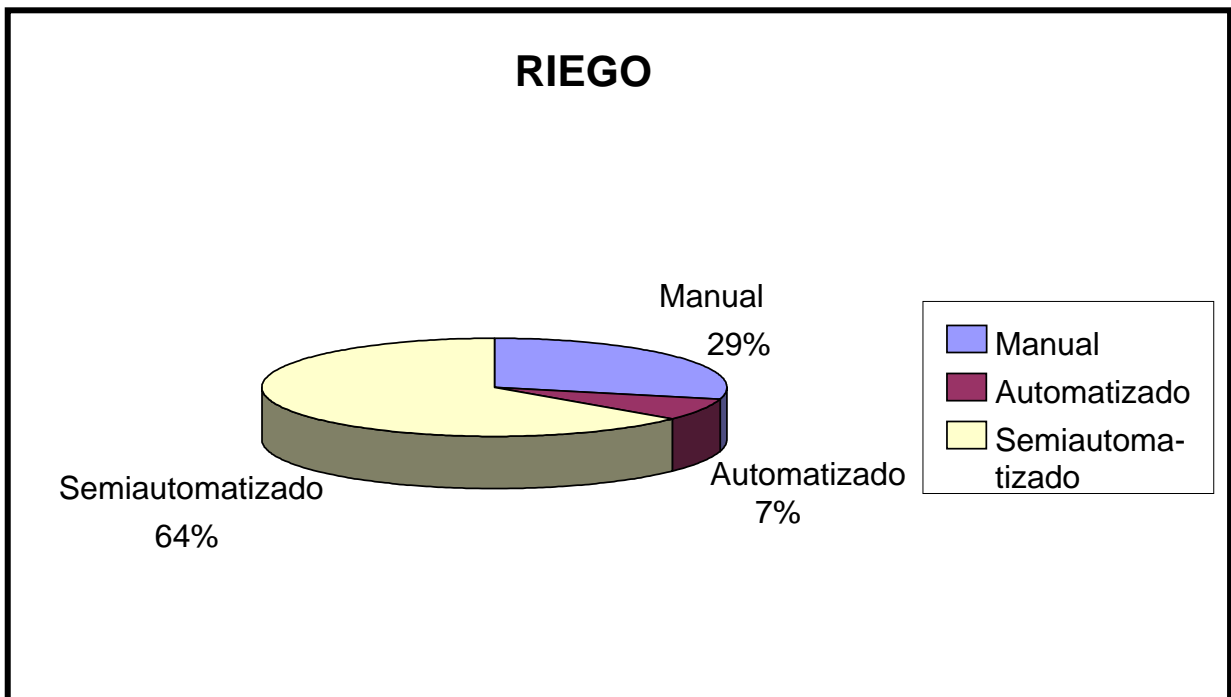


Fuente: Tomada en el municipio de Miacatlan, Morelos, 2005.

A continuación se presenta una grafica (No. 1) donde se muestra el porcentaje de los tres tipos de riegos mencionados anteriormente que se utilizan en los invernadero visitados.



**Grafica 1. TIPOS DE RIEGO UTILIZADOS EN LA ZONA DE ESTUDIO.**



Fuente: Elaboración propia, con datos obtenidos en la zona de estudio, 2005.

### **5.1.3. SUSTRATOS UTILIZADOS EN LOS INVERNADEROS DE LA ZONA DE ESTUDIO.**

Se visitaron 14 invernaderos, en diferentes localidades en todos los casos utilizan como contenedores bolsas de plástico negro de 15 kg. aprox.; así mismo el tezontle es el material que se ocupa como sustrato ya sea de color rojo, en otros es de color negro y algunos utilizan ambos; la medida de grosor del tezontle es de entre 0.5 a 1.0 cm. Utilizan este material debido a que es económico, fácil de encontrar en el lugar ya que existen minas de este material y permite una eficaz aireación para las plantas; es un material inerte, por lo que no contiene elementos que puedan alterar la solución de nutrientes. Además permite un firme agarre y sujeción de las raíces, otra de las ventajas de este sustrato es que facilita la absorción de la solución.

## **5.2. ESTABLECIMIENTO Y MANEJO DEL CULTIVO DE JITOMATE HIDROPÓNICO.**

El 29% de los productores visitados en la zona de estudio, cuentan dentro de sus instalaciones con un área destinada a la germinación de la plántula y el 71% restante de los productores, compran las plántulas; ya que es más económico para ellos, además de que pueden hacer uso de ellas en cualquier momento que lo soliciten; pero existe el riesgo de que la plántula pueda tener problemas fitosanitarios, o que sea una variedad distinta a la solicitada.

### **5.2.1. TRANSPLANTE DE LA PLANTULA.**

Esta actividad consiste en colocar las plántulas en las bolsas de polietileno con el sustrato. La plántula de jitomate debe ser transplantada de 25 a 28 días de germinada; antes de transplantar se aplica un riego ligero al almácigo para facilitar la extracción del cepellón de las charolas de germinación; cabe señalar que el contenedor debe estar perfectamente desinfectado.

Antes de colocar la planta en el sustrato se eliminan las hojas cotiledonales; las heridas se desinfectan con una solución de Manzate y después de esto, la planta se coloca en el hoyo o cavidad al nivel de las hojas cotiledonales. Finalmente, el sustrato se aprieta ligeramente alrededor de la planta para fijar bien su sistema radical. En cada contenedor se colocan 2 plántulas; la distancia media entre los contenedores es normalmente de entre 30 a 40 cm.

### **5.2.2. TUTOREO EN LOS INVERNADEROS VISITADOS**

El tutoreo o guiado de las plantas de jitomate, es una práctica necesaria, porque permite un crecimiento adecuado de la planta e impide que los frutos se dañen o sufran el ataque de alguna enfermedad si estuvieran en contacto con el sustrato. El sistema de tutoraje que se observó en los invernaderos es mediante hilos de rafia colgados de alambres acerados que corren paralelamente a las hileras de plantas en la parte superior de la estructura del invernadero y descienden al contenedor, amarrando la planta cuidando de no hacerlo muy fuerte para no ahorcar el tallo; y esto permite que la planta tenga un crecimiento vertical y evita que se doble o tenga un crecimiento hacia los lados. Se utilizan anillos de plástico los cuales se colocan a lo largo del tallo y van sujetos al hilo de rafia; estos anillos impiden que las plantas resbalen por el peso de sus frutos y hojas.

El tutoraje en las plantas se arregla cada semana para lograr un crecimiento vertical e impedir que los tallos se cuelguen y se trocen. Además, de que facilita las labores de poda, la aplicación de agroquímicos, la cosecha, aumenta la densidad de población del cultivo.

### **5.2.3. PODA DE LA PLANTA DE JITOMATE HIDROPÓNICO**

La poda es la eliminación de ciertas partes de la planta como hojas, tallos y/o frutos para mejorar el desarrollo y aspecto de la planta relacionados con su eficiencia fotosintética, hábito de crecimiento, sanidad fructificación y facilidad de manejo.

En lo que respecta a la poda esta varía según el crecimiento de la planta; esta poda se limita a eliminar los retoños excedentes de la planta, así como las hojas que presentan síntomas de decoloración por enfermedad o ataque de insectos, así como las hojas que puedan llegar a tocar el sustrato. Se dejan solo una o dos hojas por debajo del primer racimo. El problema de dejar desarrollar todos los brotes, es la gran competencia que se genera al interior de la planta por agua, luz y nutrientes.

Se deja la planta a un solo tallo, los brotes laterales que van apareciendo se van eliminando; es recomendable la poda semanal o cuando los brotes tienen de 5 – 10 cm de longitud. Se deben desinfectar las heridas causadas por la poda con algún fungicida como el Manzate.

A medida que se cosechan los frutos de jitomate hacia arriba del tallo, se van podando también las hojas hasta el racimo siguiente con frutos, dejando dos hojas inmediatamente debajo de cada racimo.

Se realiza otro tipo de poda llamada de despunte la cual se puede realizar en distintos momentos, y se trata de eliminar las yemas o brotes terminales, cuando la planta ha llegado al límite de la altura deseada, esta práctica ayuda a acelerar la precocidad y llenado del fruto. Generalmente se deja de 8 a 10 racimos para facilitar el manejo de la planta.

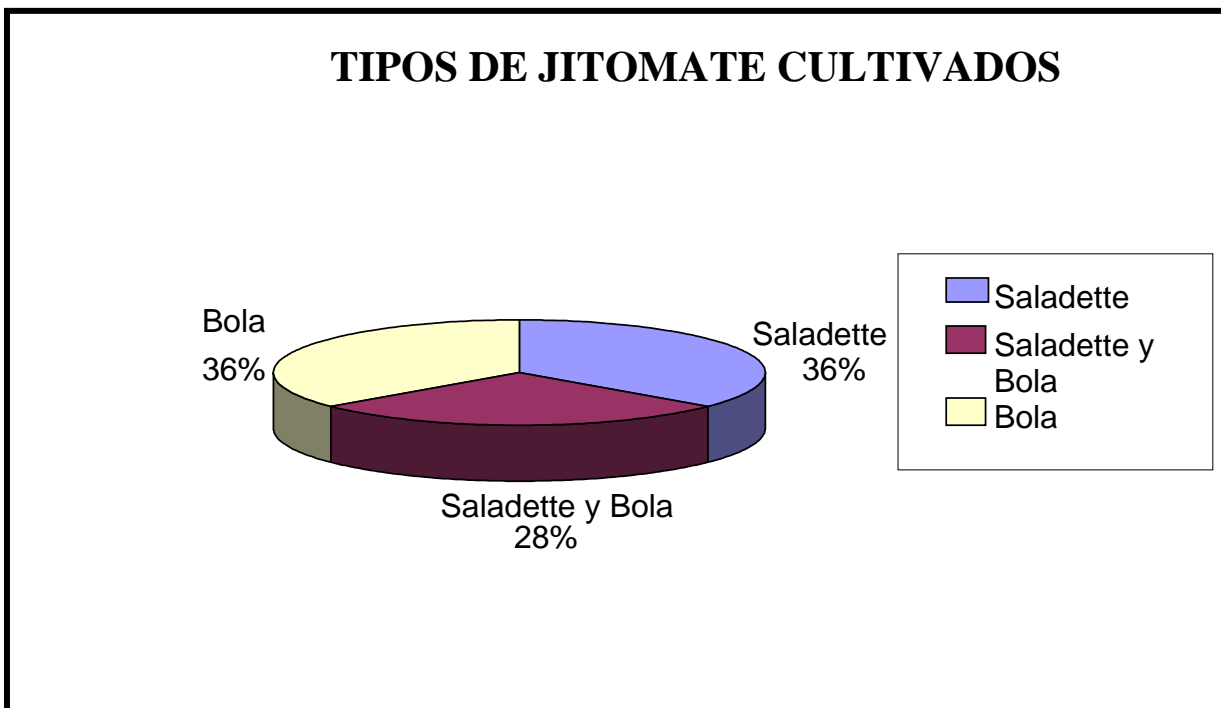
### **5.2.4. DENSIDAD DE PLANTACIÓN**

En lo que respecta a la distribución dentro de los invernaderos varía de 3 a 4 contenedores por metro cuadrado, los cuales tienen de una a dos plantas y los contenedores están colocados en filas separadas a una distancia media de entre 1.20 metros a 1.50 metros para poder transitar sin dañar las plantas.

En el 36% de los invernaderos visitados se cultiva jitomate de tipo bola, el 28% saladette y bola y el 36% solo tipo saladette; esto debido a que se tiene un mercado

especifico donde los productores que cultivan el tipo bola pueden acceder a colocar su producto, principalmente en las emparadoras locales, sin embargo algunos productores también tienen la capacidad de producir el jitomate saladette que es de más fácil acceso al mercado local y se puede colocar de una manera más rápida en cualquier mercado (grafica 2).

**Grafica 2. TIPOS DE JITOMATE CULTIVADOS EN LOS INVERNADEROS VISITADOS.**



Fuente: Elaboración propia con datos proporcionados por los productores de la zona de estudio, 2005.

### **5.2.5. CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES EN LOS INVERNADEROS VISITADOS.**

Las principales plagas que afectan al cultivo de jitomate son la mosca blanca y la araña roja; mientras que las enfermedades más frecuentes están las fungosas como la cenicilla y los tizones (temprano y tardío).

El recubrimiento que se hace en los invernaderos con malla antiáfidos resulta muy efectivo ya que evita que insectos del exterior puedan introducirse; esto aunado a un estricto control de acceso al invernadero como la desinfección del calzado con hipoclorito

de sodio antes de entrar al invernadero y evitar mantener abierta la entrada; logran que se tengan un menor porcentaje problemas de plagas y enfermedades.

Mediante los cuestionarios aplicados se pudo constatar que existen productores que ellos mismos atienden los problemas de plagas y enfermedades, ya que cuentan con el conocimiento necesario debido a que han tenido experiencias anteriores, tienen estudios relacionados con el control y manejo del cultivo, lo que hace que puedan mantener un adecuado tratamiento y supervisión del cultivo, así como buscar las alternativas más viables para cada problema.

En los cultivos a cielo abierto la incidencia de plagas y enfermedades es mayor, debido a que no se cuenta con los medios para combatirlas adecuadamente; esto aunado a los factores agroclimáticos los cuales el productor está expuesto como las granizadas, sequías, lluvias excesivas que ayudan a la aparición de plagas y enfermedades que se van dispersando a plantaciones aledañas convirtiéndose en un gran problema y al no tener una protección los cultivos, los insectos y parásitos pueden atacar con mayor facilidad las plantaciones. Haciendo que su producción se vea mermada y obteniendo un producto de baja calidad.

#### **5.2.6. COSECHA**

La primera cosecha se da en promedio entre los 80 y 90 días después del transplante.

El índice de cosecha del jitomate, es básicamente el color del fruto y la cosecha se realiza en diferentes estados de madurez.

La cosecha se efectúa cada tres o cuatro días según la velocidad de maduración de los frutos y el régimen de temperatura en el invernadero. El jitomate se cosecha dejando el pedúnculo en la planta para evitar que dañe a otros frutos a la hora de ponerlos en las cajas de plástico para su transportación.

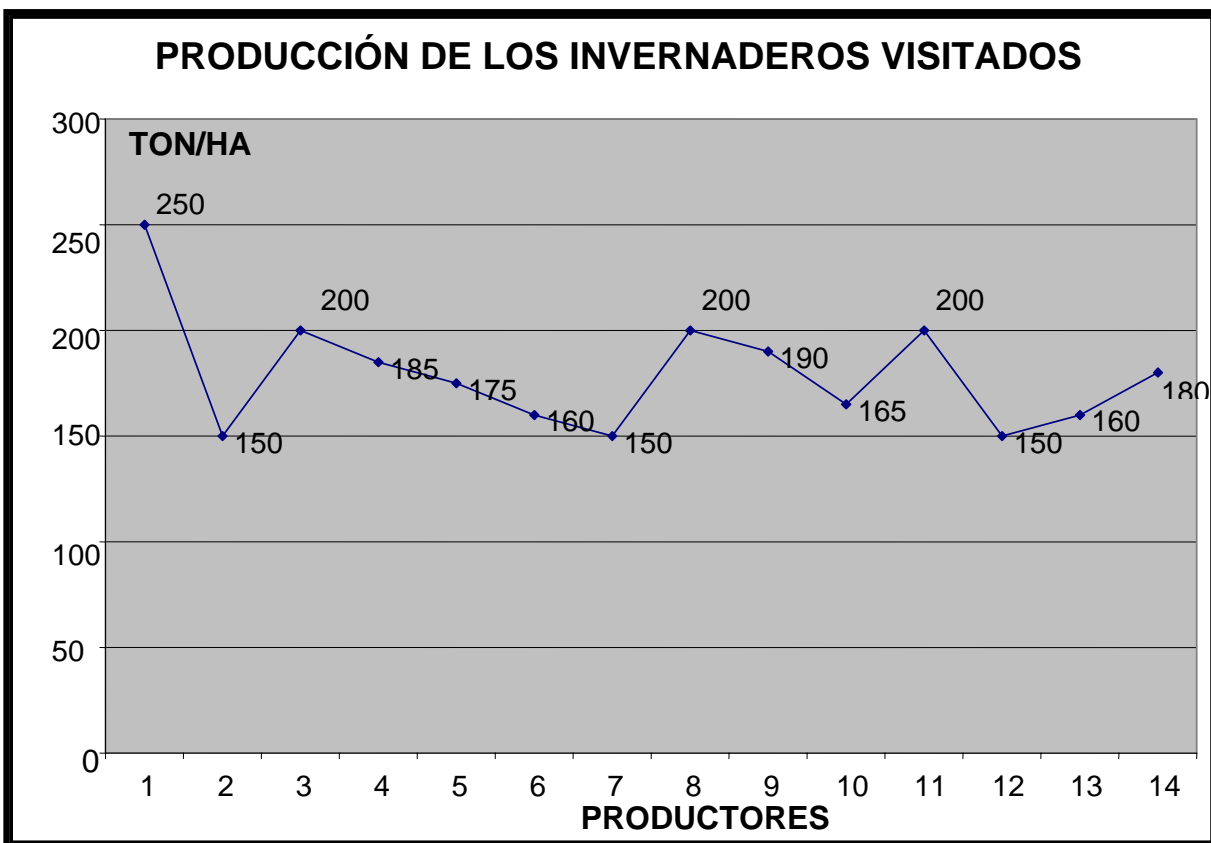
La recolección de frutos de jitomate es manual, se hace cuidadosamente para desprender exclusivamente los frutos que ya alcanzaron la madurez deseada.

Terminada la cosecha se levanta la plantación; se desata cada planta de su tutoraje de hilo de rafia, se corta el tallo dejando un tocón de 20 cm aprox. A continuación se inundan los contenedores y se deja que el agua escurra con el objeto de lavar todos los residuos de cosecha del jitomate, se desatan los goteros, para facilitar el arranque de raíces y la desinfección del sustrato.

Finalmente se drena el agua, se nivela el sustrato y se colocan nuevamente las mangueras goteros en su sitio, previamente lavadas. Se desinfecta toda el área del invernadero: la cubierta de plástico, la estructura metálica, el piso y todos los rincones donde puede haber inóculo de patógenos, con hipoclorito de sodio. Se deja ventilado unos días antes de establecer la nueva siembra.

A continuación se presenta en la gráfica (no. 3) el rendimiento obtenido por ciclo en los invernaderos de la zona de estudio en ton/Ha.

**Grafica 3. RENDIMIENTO OBTENIDO POR CICLO EN LOS INVERNADEROS DE LA ZONA DE ESTUDIO. (TON/HA)**

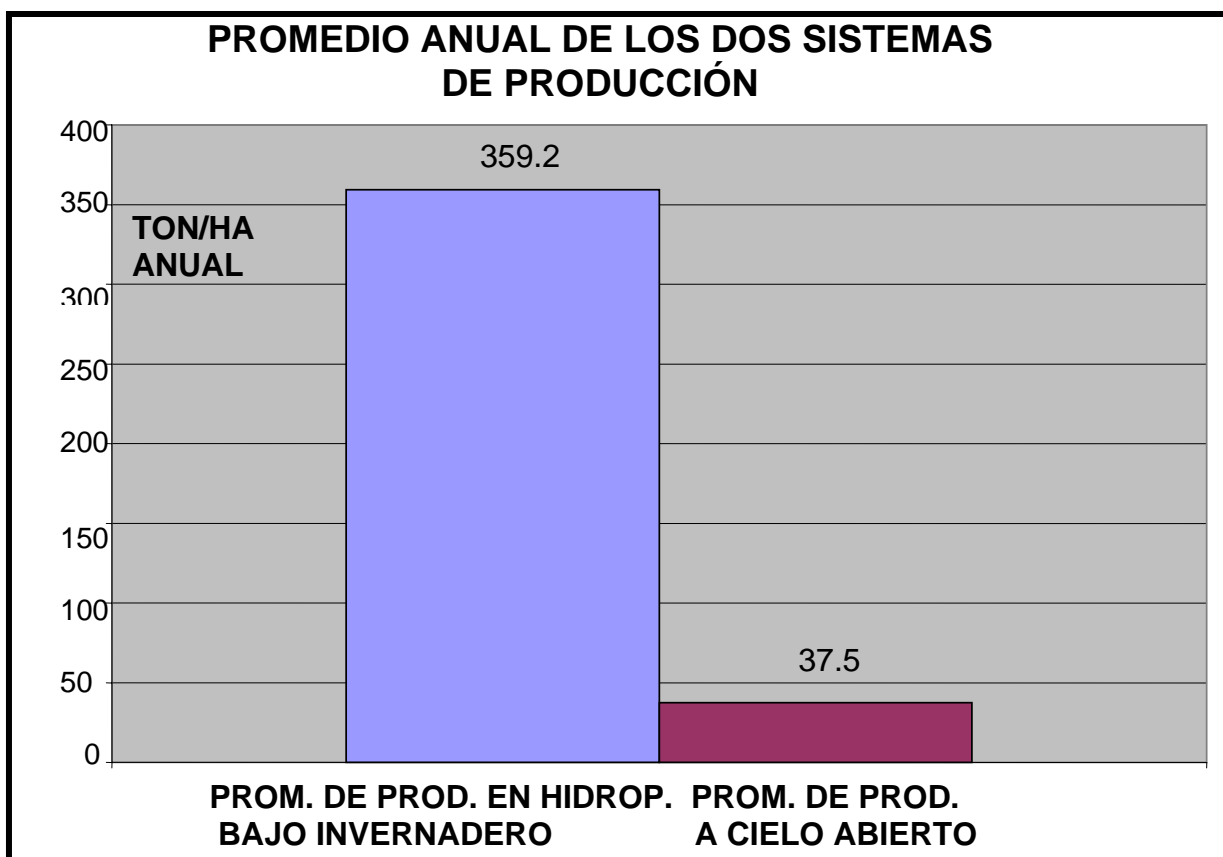


Fuente. Elaboración propia con datos obtenidos con los productores de la zona de estudio, 2005.

Como se puede observar hay una disparidad en la producción entre el productor 1 con respecto a los productores restantes; esto se debe a que existe un asesoramiento técnico especializado, ya que en este caso se cuenta con un ingeniero en parasitología y un maestro en nutrición vegetal. Lo cual hace una gran diferencia con respecto a los productores que utilizan asesoría gubernamental y se ve reflejado en el rendimiento de la producción.

En la siguiente gráfica se hace una comparación entre la producción anual en hidroponía bajo invernadero y la producción anual tradicional a cielo abierto. Cabe mencionar que la primera es en dos ciclos y la segunda es un ciclo.

**Gráfica 4. COMPARACIÓN ENTRE LA PRODUCCIÓN PROMEDIO ANUAL EN HIDROPONÍA BAJO INVERNADERO Y LA PRODUCCIÓN A CIELO ABIERTO.**



Fuente: Elaboración propia con datos de los productores y el Ing. Eugenio Cedillo P., 2005.

### 5.2.7. DESINFECCIÓN DEL SUSTRATO EN LOS INVERNADEROS VISTADOS.

El 70% de los productores de invernaderos entrevistados utilizan un sistema para desinfectar el sustrato conocido como “acolchado” (foto 4); es una técnica que consiste en cubrir totalmente los contenedores con una capa delgada o lámina de material inorgánico (polietileno y polivinilo), mediante el sistema de riego se vierte una solución con ácido sulfúrico y agua con la cual se riega el sustrato durante 7 días seguidos; pasando este periodo se lava perfectamente con agua corriente, se deja secar y ventilar durante 15 días antes de la siguiente siembra.

**Foto4. SISTEMA DE ACOLCHADO.**



Fuente: Tomada en el municipio de Jojutla, Morelos, 2005.

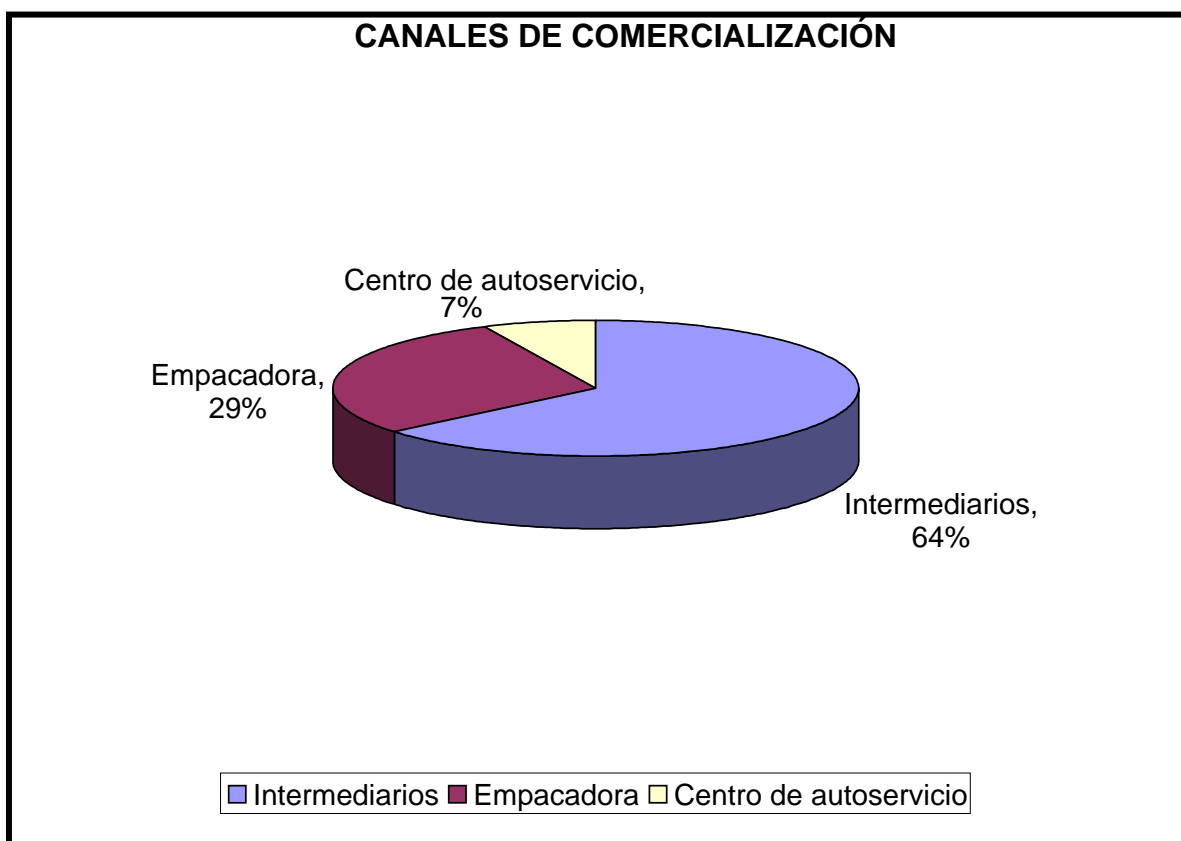
### **5.3. DESTINO DE LA PRODUCCIÓN**

El 29% de los productores de invernaderos hidropónicos destinan su producción en su mayoría a una empresa empacadora que se encarga de seleccionar, empaquetar y la distribución del producto; la transportación del jitomate se hace en cajas de plástico de 20 kg y la venta se hace a granel; mientras que el 64% la vende a intermediarios, quienes llegan hasta las instalaciones del invernadero y se encargan del transporte y el 7% la comercializa directamente en un centro de autoservicio (Wal Mart) (ver gráfica 5).

A diferencia de la producción que se obtiene a cielo abierto, se destina principalmente al mercado local, así como a intermediarios quienes compran el producto a pie de camioneta; ya que su calidad no es comparada con la de un sistema hidropónico bajo cubierta.



**Grafica 5. COMERCIALIZACIÓN DEL JITOMATE EN LA ZONA DE ESTUDIO.**



Fuente. Elaboración propia con datos recopilados con los productores en la zona de estudio, 2005.

#### **5.4. FACTORES QUE PROPICIAN LA UTILIZACIÓN DEL SISTEMA HIDROPÓNICO BAJO CUBIERTA.**

##### **5.4.1. FACTORES FISICO-AMBIENTALES**

a) Clima. El estado de Morelos se caracteriza por contar con un clima de una temperatura templada y semicálida en algunas zonas, en la mayor parte del año que permite la instalación de sistemas bajo cubierta los cuales no sean tan sofisticados y por ende sean más económicos para el productor, además ayuda a que se tenga una producción precoz, y la programación más acertada en la calendarización de las cosechas.

En cambio los productores a cielo abierto tienen que estar sujetos a sembrar en ciclos específicos ya que el jitomate necesita de temperatura de 25 a 30° C y humedad de 50 a 60% promedio para poder desarrollarse, y estas sólo se alcanzan en determinadas épocas del año.

b) Agua. Este es un factor muy importante ya que en hidroponía, generalmente se recircula el agua y se riega por métodos de subirrigación en lechos impermeables; el riego es más controlado ya que se aplica directamente con suministro de nutrientes, lo que propicia el máximo aprovechamiento de agua y nutrientes. Se requiere de mucho menos agua para lograr los mismos rendimientos que a cielo abierto.

Desde luego que el abastecimiento continuo de agua es una situación que limita hasta cierto punto al cultivo hidropónico, pero es necesario resaltar que limita muchos más la agricultura de riego ya que en esta última se necesita más agua que la indispensable para mantener a un sistema hidropónico de las mismas dimensiones.

Aunque en el estado de Morelos se cuenta con manantiales, ríos y lagos para el abastecimiento del riego en cultivos a cielo abierto, algunos de los productores no cuentan con el apoyo estatal para ser sujetos de créditos para la instalación de sistemas de riego en sus cultivos, ya que no se organizan y es muy difícil que individualmente puedan garantizar el pago de los créditos que presta el gobierno; por lo cual dependen de las lluvias temporales.

c) Suelo. En los sistemas hidropónicos bajo cubierta de la zona de estudio se utilizan contenedores que sustituyen el suelo, por lo que este factor no es determinante en la producción y se evitan las actividades culturales que se hacen en la producción a cielo abierto con la de barbecho, abonar, fertilizar, rotación de cultivos, desyerbar, fumigar y el control de pH que resulta mucho más difícil y caro que en hidroponía; la erosión del suelo es otra limitante para los productores a cielo abierto, la utilización de cortinas rompevientos que generalmente se construyen con árboles los cuales tardan mucho tiempo en crecer. Si existe mucha humedad en el suelo puede provocar problemas de enfermedades fungosas y plagas; y si la humedad es pobre el desarrollo de la planta es deficiente.

#### **5.4.2. FACTORES SOCIOECONÓMICOS**

a) Vías de comunicación. El estado de Morelos debido a su ubicación geográfica tiene comunicación con importantes estados del centro del país, donde pueden desplazar sus productos en corto tiempo, como lo es el estado de México, Puebla y el Distrito Federal donde se encuentra el mercado más importante de la zona centro del país la central de Abasto, ubicada en la delegación Iztapalapa.

b) Mano de obra. En el sistema hidropónico la mano de obra tiene que estar supervisada por una persona que conozca el manejo y control del cultivo, ya que al preparar la mezcla

de nutrientes se debe hacer con las medidas exactas, sin embargo una vez que se conocen y manejan estas mezclas es fácil llevar el control y manejo, por lo que se requiere de menos personas que en el cultivo tradicional a cielo abierto.

En un sistema hidropónico se puede utilizar mano de obra como pueden ser mujeres, personas de la tercera edad, personas que sufren algún tipo de discapacidad, en las actividades de recolección y manejo del cultivo; de esta forma se crean empleos permanentes para la comunidad.

c) **Financiamiento.** Para la adquisición de un sistema hidropónico bajo cubierta en el estado de Morelos para aquellos productores que no cuenta con el capital necesario para adquirirlo por su propia cuenta, el gobierno estatal a través de la Secretaría de Desarrollo Agropecuario (SEDAGRO) otorga financiamiento, pero los productores deben reunir una serie de requisitos que consiste en la asociación de por lo menos seis productores con el capital necesario para cubrir la aportación que les corresponde, presentan su proyecto, tengan dotación de agua para el sistema de riego y una vez aceptado, se les otorga el 50% de capital para la construcción del invernadero y el 70% del capital para el sistema de riego, como condición se les obliga a los productores beneficiados a producir por lo menos tres años consecutivos el mismo producto.

Los productores que cultivan a cielo abierto están en la disponibilidad de producir con un sistema hidropónico, pero en su mayoría no están organizados ya que les falta comunicación entre ellos lo que provoca que no se les otorgue el financiamiento, además de que en muchos de los casos no cuentan con la dotación de agua para el sistema de riego que es otro factor que les impide acceder a estos beneficios.

#### **5.4.3. FACTORES TECNOLOGICOS**

a) **Asistencia técnica.** Otros de los servicios con los que el gobierno estatal apoya a los productores que cultivan bajo sistema hidropónico es la asistencia técnica gratuita, aunque esta no se hace con frecuencia (una vez por mes) y tiene algunas deficiencias; aún así se logra una buena producción.

En la producción a cielo abierto existe la carencia de asistencia técnica gratuita, que conlleva a que sus plantaciones estén afectadas continuamente con problemas de plagas y enfermedades que merman y hacen que su producto sea pobre en calidad. Los productores tienen que conseguir esta asistencia técnica con personal de empresas particulares a los hay que pagar y además de comprar el agroquímico a un precio elevado esto ocasiona pérdidas económicas para ellos que muchas veces no se recuperan con la venta de su cosecha.

b) Organización. Los productores con sistema hidropónico están asociados entre ellos por lo que se convierten en figura jurídica que los hace sujetos de crédito con empresas que les proveen de insumos, así como financiamientos por parte del gobierno y es más fácil colocar su productos en mercados específicos donde logran mayores ganancias.

Los productores a cielo abierto al no estar organizados no pueden acceder a negociar con empresas que les puedan proporcionar los agroquímicos que necesitan para su producción, además de que al solicitar algún servicio en la SEDAGRO les ponen muchas trabas burocráticas.

#### **5.4.4. CANALES DE COMERCIALIZACIÓN EN LA ZONA DE ESTUDIO**

a) Mercados. Los productores que cultivan bajo sistema hidropónico en su mayoría destina su producción a las empacadoras locales que se encargan de seleccionar y empacar el producto; También a mayoristas de origen que tienen sus instalaciones en la zona de producción principalmente son los de la Central de Abasto de Cuautla; mayoristas de destino, que tienen sus instalaciones en las mismas zonas de consumo. Estos acopian los productos en las zonas de producción por medio de agentes intermediarios o de agricultores asociados. A este grupo corresponden los mayoristas de la Central de Abasto de Distrito Federal (CADF) y de las empresas que exportan hacia Estados Unidos.

Los productores a cielo abierto destinan su producto al mercado local y a intermediarios que lo compran a pie de huerta. Cuando los compradores no se presentan en las parcelas, señalan que el mercado del Distrito Federal está saturado, los productores tienen que llevar su producto al cruce de Amayuca para promoverlos entre intermediarios procedentes de Puebla o otros estados del Sureste. También se dirigen a vender directamente su cosecha en la Central de Abasto de Cuautla (aunque aquí se les cobra la cantidad de \$35 por camioneta “pick up” por derecho de piso), o en el mercado Adolfo López Mateos de Cuernavaca.

b) Comercialización. El producto obtenido en el sistema hidropónico se vende en restaurantes, tiendas de autoservicio, departamentales, central de abasto y empacadoras; gracias a sus características distintas como color sabor y tamaño, además de mayor vida en anaquel. Lo cual hace que se le de un valor mayor, que al producido en condiciones normales, ya que este producto se destina al consumidor con capacidad económica para adquirir un producto con las características que se obtienen en hidroponía.

En contraste con los productores que cultivan tradicionalmente a cielo abierto, por lo general carecen de infraestructura para el almacenamiento de la producción cosechada,

de ahí que tengan que vender su producto lo antes posible, aunque sus precios sean desfavorables. La mayoría de estos productores prefieren vender su producto en pie de huerta, ya que con esto evitan los gastos de cosecha y, según ellos, evitan el riesgo de vender a precios bajos.

Con respecto al precio del producto, por lo general, para negociarlo, los productores consultan vía telefónica los precios corrientes en las centrales de abasto de Cuautla y del Distrito Federal; mientras que algunos pocos preguntan al vecino el precio al que ha vendido sus productos en fechas recientes.

La mayoría de los productores vende su cosecha al contado. La mayor parte de los ingresos, con mucha frecuencia, tienen como destino el pago de las deudas contraídas para producir.

c) Transporte. Los medios para el transporte de la cosecha son los siguientes: los camiones “torton”, que cargan de 15 a 18 toneladas, los más usados por los intermediarios ya que el costo unitario se abate significativamente; los camiones conocidos como “rabones”, que cargan 10 toneladas, los utilizan algunos productores aunque sus utilidades son menores; y las camionetas “pick up”, que tienen menor capacidad de carga, pero están más accesibles a los productores más modestos; estas no son recomendables para llevar los productos a largas distancias ya que los costos unitarios son muy altos.

## 6. ANALISIS FINANCIERO

El análisis financiero para el sistema de producción hidropónico bajo cubierta está dado por tres aspectos generales que son el presupuesto de inversiones, el financiamiento y los ingresos y egresos, cabe señalar que este diagnóstico se hace para un invernadero de 1000 m<sup>2</sup>.

Dentro de este apartado se sintetizan las inversiones, el financiamiento y los ingresos y egresos que se tiene en la vida útil del invernadero.

### 6.1. INVERSIÓN FIJA

Para poder poner en marcha el sistema hidropónico bajo cubierta se requiere, de infraestructura para un invernadero de 1000 m<sup>2</sup>, el sistema de riego, sistema de tutoreo, bolsas de plástico, sustrato, así como equipo auxiliar como son los materiales y herramientas necesarias que ayudan a un mejor funcionamiento durante el proceso productivo como pueden ser: carretilla, rastrillo, pala de cuchara, botes de plástico de 18 lt., pinzas, balanza, mascarilla, peachimetro, probeta, termómetro de máxima y mínima y cajas de plástico. El monto inicial de esta inversión es de **\$ 237,765.00**, el mayor costo de esta inversión lo constituye la infraestructura del invernadero con un monto de **\$ 180,000.00**. El recurso al que se puede acceder es por parte del gobierno estatal a través de un financiamiento del 50% del valor del invernadero, con lo cual se está considerando la cantidad de **\$ 90,000.00**; y para el sistema de riego el monto es de **\$ 40,000.00**, del cual el gobierno del estado da un financiamiento del 70% del valor del sistema de riego; con lo cual está considerado la cantidad de **\$ 28,000.00**. Este recurso es a fondo perdido.

**Cuadro 11. PRESUPUESTO DE INVERSIONES PARA LA CONSTRUCCIÓN Y MANEJO DE UN INVERNADERO HIDROPÓNICO DE 1000 M<sup>2</sup> EN LA ZONA DE ESTUDIO.**

<b>Concepto</b>	<b>Subsidio (\$)</b>	<b>Importe ( \$)</b>
INVERSIÓN FIJA		
Invernadero	90,000.00	180,000.00
Sistema de riego	28,000.00	40,000.00
Sustrato		6,400.00
Bolsas de plástico		4,000.00
Sistema de tutorio		3,000.00
Equipo auxiliar		4,365.00
INVERSIÓN INICIAL	118,000.00	237,765.00
Costos de operación		59,940.80
SUBTOTAL	118,000.00	297,705.80
<b>TOTAL</b>		<b>179,705.80</b>

Fuente: Elaboración propia, con datos proporcionados por los productores y el Ing. Eugenio Cedillo P.

Como se observa en el cuadro 11, el monto de la inversión inicial para el primer año es de \$ **179,705.80**.

## 6.2. CAPITAL DE TRABAJO

Los costos de operación se dividen en fijos y variables, dentro de los costos fijos se considera el valor de la suma de la depreciación de los componentes de la inversión fija.

La depreciación se le denomina la pérdida de valor que sufren los activos fijos de un proyecto, debido al desgaste de los mismos por su uso.

Los datos de depreciación se calcularon por el método lineal; que consiste en dividir el valor del activo, una vez restado el valor de rescate, entre el número de años de vida útil de dicho activo y se expresa en la fórmula matemática siguiente:

$$D = (I_0 - R) / N$$

En donde: D = depreciación anual

$I_0$  = inversión en el año cero

R = valor de rescate

N = vida útil del proyecto

El monto total por depreciación de los activos fijos es de \$ **23,145.43**, es necesario mencionar que estos costos son anuales. (Cuadro 12)

**Cuadro 12. DETERMINACIÓN DE LA DEPRECIACIÓN DE LOS ACTIVOS FIJOS POR EL MÉTODO LINEAL.**

<b>Concepto</b>	<b>Valor inicial (\$)</b>	<b>Vida económica (años)</b>	<b>Valor residual (\$)</b>	<b>Depreciación anual (\$)</b>
Estructura del invernadero	80,893.84	10	3,640.22	7,725.36
Cubierta del invernadero	14,00.00	5	630.00	2,674.00
Malla antiáfidos	5,583.33	5	251.25	1,066.42
Bolsa de plástico	4,000.00	3	180.00	1,273.33
Alambre para tutoreo	3,000.00	8	135.00	358.13
Sustrato	6,400.00	6	288.00	1,018.67
Equipo auxiliar	4,365.00	3	196.43	1,389.52
Sistema de riego	40,000.00	5	1,800.00	7,640.00
<b>TOTAL</b>				<b>23,145.43</b>

En cuanto a los costos variables son aquellos que varían de acuerdo al grado de producción y nivel de ventas; se consideran los gastos por el concepto de mano de obra, así como los insumos necesarios para la producción; la mayor cantidad la tiene la mano de obra con \$ **43,200.00**; en el cuadro 13 se menciona el desglose de los costos fijos y variables.



**Cuadro 13. COSTOS DE OPERACIÓN EN UN CICLO DE PRODUCCIÓN EN SISTEMA HIDROPÓNICO BAJO INVERNADERO.**

<b>Concepto</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo unitario (\$)</b>	<b>Importe (\$)</b>
<b>COSTOS FIJOS</b>			
Depreciación			23,145.43
<b>COSTOS VARIABLES</b>			
Semilla	40 g.	100.00/g	4,000.00
Siembra (charolas)	20 pcs.	30.00	600.00
Mano de obra	2 jornales permanentes por 6 meses	120.00/día/jornal	43,200.00
Rafia jitomatera	14 kg	45.00/kg	630.00
<b>Fertilizantes</b>			
*Nitrato de calcio		7.6/kg	2,660.00
*Nitrato de potasio	350 kg	8.4/kg	2,100.00
*Fosfato monopotásico	250 kg	17.20/kg	860.00
*Acido fosfórico	50 kg	12.80/kg	460.80
*Sulfato de Magnesio	36 kg	3.00/kg	300.00
*Acido nítrico	100 kg	20.00/kg	1,600.00
*Microelementos	80 kg	75.00/kg	1,200.00
	16 kg		
<b>Plaguicidas</b>			
*Fungicidas		150.00/kg	600.00
*Insecticidas	4 kg	150.00/kg	600.00
	4 lt		
Energía p/bombeo			630.00
Derecho por uso de agua			500.00
<b>SUBTOTAL</b>			<b>59,940.80</b>
<b>TOTAL</b>			<b>83,086.23</b>

Fuente: Elaboración propia con datos proporcionados por los productores y el Ing. Eugenio Cedillo

P.

### 6.3. PROYECCIÓN DE INGRESOS

El rendimiento promedio para el caso de un invernadero en la zona de estudio fue de 18 toneladas en un ciclo productivo; con un precio de venta de \$7.00 por kg dando un

ingreso anual total de \$ 252, 000.00, tal y como se menciona en el cuadro 14, donde la proyección de ingresos es anual, es decir de dos ciclos productivos.

**Cuadro 14. PROYECCIÓN DE INGRESOS PARA DOS CICLOS DE PRODUCCIÓN POR AÑO.**

Año	Volumen producido (kg)	Volumen vendido (kg)	Precio por kg (\$)	Ingresos anuales (\$)
Año No. 1				
1 <sup>er</sup> semestre	18,000	18,000	7.00	
2 <sup>o</sup> semestre	18,000	18,000	7.00	252,000.00
Año No. 2				
3 <sup>er</sup> semestre	18,000	18,000	7.00	
4 <sup>o</sup> semestre	18,000	18,000	7.00	252,000.00
Año No. 3				
5 <sup>o</sup> semestre	18,000	18,000	7.00	
6 <sup>o</sup> semestre	18,000	18,000	7.00	252,000.00
Año No. 4				
7 <sup>o</sup> semestre	18,000	18,000	7.00	
8 <sup>o</sup> semestre	18,000	18,000	7.00	252,000.00
Año No. 5				
9 <sup>o</sup> semestre	18,000	18,000	7.00	
10 <sup>o</sup> semestre	18,000	18,000	7.00	252,000.00

Fuente: Elaboración propia con datos proporcionados por los productores y el Ing. Eugenio Cedillo P.

#### 6.4. COSTOS TOTALES DE OPERACIÓN

Los costos totales de operación están constituidos por los costos fijos que en este caso es la depreciación que es anual y que tienen un monto de \$ 23,145.43 y los costos variables de \$ 59,940.80 por ciclo, por lo tanto de \$ 119,881.60 anuales; así como se muestra en el cuadro 15.

**Cuadro 15. COSTOS TOTALTES DE OPERACIÓN**

Año	Costos fijos (\$)	Costos variables (\$)	Costos totales (\$)
Año No. 1	23,145.23	119,881.60	143,026.83
Año No. 2	23,145.23	119,881.60	143,026.83
Año No. 3	23,145.23	119,881.60	143,026.83
Año No. 4	23,145.23	119,881.60	143,026.83
Año No. 5	23,145.23	119,881.60	143,026.83

Fuente: Elaboración propia con datos proporcionados por los productores y el Ing. Eugenio Cedillo P.

## 6.5. COSTOS DE REINVERSIÓN

Durante la vida útil del invernadero será necesaria la reposición de los siguientes materiales: bolsas de plástico, equipo auxiliar, para el tercer año; y el sistema de riego, cubierta del invernadero, malla antiáfidos que se reemplazará en el quinto año.

## 6.6. PROYECCIÓN DE INGRESOS Y EGRESOS

La proyección de ingresos y egresos para se puede observar en el cuadro 16, donde podemos ver las utilidades.

**Cuadro 16. PROYECCIÓN DE INGRESOS Y EGRESOS**

Concepto/año	1	2	3	4	5
Ingresos por ventas	252,000.00	252,000.00	252,000.00	252,000.00	252,000.00
Subsidio	118,000.00				
Inversión	237,765.00				
Costos anuales					
totales	143,026.83	143,026.83	145,689.68	143,026.83	154,407.25
Utilidad neta	-10,791.83	108,973.17	106,310.32	108,973.17	97,592.75

Utilidad neta = Ingresos + subsidio – inversión – costos anuales totales.

## 6.7. FLUJO DE FONDOS

En el cuadro 17 se muestra el flujo de fondos a lo largo de 5 años de producción del invernadero; para el primer año a los costos totales se le suma la inversión inicial fija. A partir del segundo año sólo se incurre en los gastos variables o de producción y para el tercer y quinto año se le aumentan los costos de reinversión.

**Cuadro 17. FLUJO DE FONDOS**

Concepto/año	1	2	3	4	5
Capacidad	100%	100%	100%	100%	100%
Ingresos totales (\$)	370,000.00	252,000.00	252,000.00	252,000.00	252,000.00
Costos (\$)	380,791.83	119,881.60	122,544.45	119,881.60	131,262.02
Flujo de fondos (\$)	-10,791.83	132,118.40	129,455.55	132,118.40	120,737.98

## 6.8. INDICADORES FINANCIEROS

Para determinar los indicadores financieros, se empleó el programa computacional ANPRO, el cual emplea los costos totales (costos fijos más costos variables), ingresos brutos totales y la tasa de interés o tasa de actualización. Estos datos se agruparon en el cuadro 18, en el que se muestran los costos totales, ingresos brutos totales y la tasa de actualización.

La tasa de actualización que se empleó fue de 12% anual. Para determinarla se tomó como referencia las tasas de interés CETES a 28 días anualizadas que se obtuvieron de INEGI.

**Cuadro 18. DATOS EMPLEADOS PARA CALCULAR LOS INDICADORES**

Año	CT	BBT	TI (%)	FA	CTA	BBTA	FF	FFA
1	380,791.83	370,000	12	0.585	222,763.22	216,450	-10,791.83	-6313.22
2	143,026.83	252,000	12	0.585	83,670.70	147,420	132,118.40	77,289.27
3	145,689.68	252,000	12	0.585	85,228.46	147,420	129,455.55	75,731.50
4	143,026.83	252,000	12	0.585	83,670.70	147,420	132,118.40	77,289.27
5	154,407.25	252,000	12	0.585	90,328.24	147,420	120,737.98	70,631.70
	<b>Suma</b>				<b>565,661.32</b>	<b>806,130</b>	<b>503,638.50</b>	<b>294,628.3</b>
								<b>2</b>

### 6.8.1. VALOR ACTUAL NETO (VAN)

El VAN es la diferencia numérica entre los valores actualizados de los ingresos y de los valores actualizados de los costos, a una tasa de actualización determinada. El VAN refleja la utilidad neta actualizada. Su cálculo es mediante la siguiente fórmula:

$$VAN = \sum (IT - CT) / (1 + i)^n$$

Donde : IT = Ingresos totales

CT = Costos totales

i = Tasa de actualización

n = Número de años

El criterio de selección para el VAN es:

VAN = 0 indica que el proyecto es indeterminado

$VAN > 0$  indica que el proyecto se acepta

$VAN < 0$  indica que el proyecto se rechaza

Tomando en cuenta los datos y la metodología que se ha mencionado, el valor de VAN, es de **\$240,468.68**; lo que indica que es la cantidad de efectivo que se recibiría al momento de iniciar el proyecto. De acuerdo a este valor arrojado y tomando en cuenta el criterio de selección, se concluye que el proyecto del presente estudio es rentable. El valor de \$240,468.68, muestra que es el monto que se podría pagar en exceso por el proyecto y recuperar su inversión a una tasa del 12% anual.

### **6.8.2. RELACIÓN BENEFICIO/COSTO (B/C)**

Es el cociente que resulta de dividir el valor actualizado de la corriente de beneficios entre el valor actualizado de la corriente de costos, a una tasa de actualización determinada; se denota así:

$$R\ B/C = \sum (BT/CT) / (1 + i)^n$$

Donde: BT = Beneficios totales

CT = Costos totales

i = Tasa de actualización

n = Número de años

La R B/C indica los beneficios obtenidos por unidad monetaria total en el proyecto, indica también cuanto podrían elevarse los costos sin hacer que el proyecto carezca de atractivo económico y a través de su recíproco menos uno se puede estimar cuanto se pueden reducir los beneficios antes de que deje de ser rentable el proyecto.

El criterio de selección para la R B/C del valor de un proyecto es aceptar todos los proyectos independientes con todos los R B/C mayor o igual a uno, cuando los corrientes de costos y beneficios se actualizan al costo de oportunidad del capital.

El valor de la Relación Beneficio / Costo para este estudio es de **\$1.43**; esto es que a una tasa de actualización del 12% por cada peso invertido se ganan **\$1.43**; es decir, que se recupera la inversión, pero además se obtienen \$1.43 de beneficios. De acuerdo a los criterios de selección, indica que el proyecto en estudio es rentable.

### 6.8.3. RELACIÓN BENEFICIO INVERSIÓN-NETA (R N/K)

Es el cociente que resulta de dividir la suma de la corriente actualizada del flujo de fondos desde que se hace positivo entre la suma del flujo de fondos negativos hasta que se hace positivo, a una tasa de actualización determinada.

Los criterios de selección son:

$R N/K \geq 1$  se acepta

$R N/K < 1$  se rechaza

Su cálculo es mediante la fórmula:

$$R N / K = \sum N_n (1 + r)^{-n} / K_n (1 + r)^{-n}$$

Donde:  $N_n$  = Corriente de flujo de fondos positivo

$K_n$  = Corriente de flujo de fondos negativo

Con las condiciones de este estudio en costos y beneficios, durante el análisis financiero, a una tasa de actualización del 12% por cada peso invertido inicialmente se obtendrán beneficios netos totales de **\$47.37**. De acuerdo a los criterios de selección de este indicador, da la pauta de decir que el proyecto es aceptable.

### 6.8.4. TASA INTERNA DE RENTABILIDAD (TIR)

Es la tasa de actualización que hace justo que la corriente de beneficios incrementales netos, o el flujo incremental de fondos, sea igual a cero. Es la tasa máxima de interés que puede pagar un proyecto por los recursos utilizados si se desea que el proyecto recupere su inversión y los gastos de operación y de todos modos termine sin pérdidas ni ganancias.

Es la tasa de interés que hace que el valor actualizado de la corriente de beneficios sea igual al valor actualizado de la corriente de costos, tal que:

$$TIR = \sum B_n (1 + r)^{-n} - \sum C_n (1 + r)^{-n} = 0$$

Donde:  $B_n$  = Corriente de beneficios anuales

$C_n$  = Corriente de costos anuales

La TIR nos dice que, durante la vida útil de este proyecto, se recupera la inversión y se obtiene una rentabilidad de **153.87%**.

Cuando se usa la TIR el criterio de selección es aceptar todos los proyectos independientes con una TIR mayor que la tasa de actualización seleccionada, que en general es el costo del capital.

### 6.9. PUNTO DE EQUILIBRIO

El punto de equilibrio nos indica hasta que punto el productor no pierde ni gana en cierta cantidad de producto vendido o a cierto volumen de producción.

Para su determinación se emplearon los costos fijos, el costo variable unitario y los costos variables.

El punto de equilibrio se obtuvo empleando la ecuación:  $X = F / (P - v)$ .

Donde:  $X =$  Volumen de producción

$F =$  Costos fijos totales

$P =$  Precio del producto (\$ kg.)

$v =$  Costos variables unitarios

Los costos variables unitarios se obtuvieron empleando la siguiente ecuación:

$$v = Cvt / Vpt$$

Donde:  $v =$  costo variable unitario

$Cvt =$  costos variables totales

$Vpt =$  volumen de producción total

CFT (Costos fijos totales) = \$ 24,864.75

CVT (Costos variables Totales) = \$ 169,881.60

IT (Ingresos totales) = \$ 252,000.00

PE.VV (Punto de equilibrio en valor de ventas) = **\$75,347.72**

PE VP (Punto de equilibrio en valor de producción) = **3,928.08 kg.**

De lo anterior resulta que para que el productor no pierda ni gane se necesita obtener en ventas de la producción la cantidad de **\$75,347.72** (PE VV) para el primer año.

En el presente estudio, el punto de equilibrio para el volumen de producción (PE VP) es de **3,928.08 kg.**, lo que indica que se debe producir ésta cantidad de kg. de producto a fin de que los ingresos por venta de la producción permitan la recuperación de la inversión inicial y que los ingresos sean igual a los egresos.

Los resultados de la evaluación financiera que se expresan en los indicadores que miden los beneficios esperados, las ventajas de realizar la inversión, los cuales sirven para decidir si los recursos se invierten en la producción; que en este caso los resultados arrojados por dichos indicadores demuestran que el cultivar bajo un sistema hidropónico bajo cubierta resulta muy rentable, ya que cuando se alcanzó el volumen de producción de 3,928.08 kg se había llegado a recuperar la inversión que se hizo inicialmente.

Bajo las circunstancias en que se está llevando a cabo el estudio de la producción de jitomate hidropónico bajo cubierta, tiene una alta rentabilidad; sin embargo, si se mejora técnica y administrativamente, la rentabilidad puede ser mayor.



## CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos, y tomando en cuenta el marco de referencia y lo observado en campo, podemos llegar a las siguientes conclusiones:

- El sistema de producción hidropónico bajo cubierta es una alternativa viable para los productores que cultivan a cielo abierto, ya que logra optimizar los factores que se requieren para la producción de jitomate.
- En el sistema hidropónico bajo cubierta se observó que se ahorra en gran medida el factor agua, ya que los riegos se hacen por períodos que son controlados.
- Bajo condiciones de hidroponía se logra que el producto se desarrolle en menor tiempo y sea más homogéneo en comparación con la producción a cielo abierto.
- La producción de jitomate que se obtiene en sistema hidropónico es mayor y en menor superficie que a cielo abierto.
- Por lo observado en un sistema hidropónico bajo cubierta no se elimina al 100% los problemas de plagas y enfermedades, aunque si se llegan a controlar mucho más rápido y eficazmente, además de no ser tantas las especies que atacan a estos cultivos.
- Se necesita un verdadero control en cuanto a la asesoría técnica que se otorga gratuitamente, ya que hay deficiencias en cuanto al manejo del cultivo que hace que los productores encuentren dificultades para un mejor aprovechamiento del mismo.
- Hay disponibilidad por parte de productores que cultivan a cielo abierto de cambiar el sistema de producción, no obstante encuentran muchos impedimentos al solicitar un financiamiento lo cual causa inconformidad por parte de los productores y pierden el interés.
- La comercialización que se hace por parte de los productores a cielo abierto es muy desventajosa para ellos, lo que ocasiona que no tengan las ganancias para cubrir totalmente sus necesidades.
- Las condiciones de manejo de cultivo bajo invernadero resultan favorables para la producción de jitomate y permite producir en los meses de junio-julio y diciembre-enero, que es la época donde más se encarece el producto.
- La rentabilidad que presenta la producción de jitomate hidropónico bajo cubierta en la zona de estudio y sabiendo que existe un mercado potencial que no se ha atendido se concluye también, que es una alternativa para que productores agrupados de la región

se dedique a la producción de este cultivo, empleando un sistema similar o mejor que el de la zona de estudio, pues esto les permitirá mejorar sus ingresos.

- El análisis financiero hecho anteriormente demuestra que la inversión inicial se recupera en el tercer ciclo productivo, por lo que lo hace atractivo para aquellos productores que quieran producir bajo este sistema.
- Se necesita la presencia del planificador para el desarrollo agropecuario para coordinar, atender y asesorar a los productores tanto en el aspecto administrativo, así como en el aspecto técnico ya que se tiene el conocimiento y la práctica para poder dar el apoyo para la producción y se tenga un beneficio social en la comunidad.

## RECOMENDACIONES

- Es recomendable que los productores cuenten con la asistencia profesional para el manejo del sistema hidropónico bajo cubierta, sobre todo para el manejo de la solución nutritiva en el sistema de riego. Además que éstas sean más frecuentes y que el personal esté realmente capacitado para poder ayudar a los productores en sus diferentes problemas.
- Además es necesario que los productores sean asesorados con respecto a lo administrativo y el estudio de mercado para la buena comercialización de su producto.
- Se recomienda la colocación de los contenedores en el invernadero en doble fila para el mejor aprovechamiento del espacio, y la densidad de plantación sería mayor sin alterar el desarrollo de las plantas debido a que estaría una en cada contenedor.
- Se recomienda dentro de los invernaderos la utilización de aspersores de aire para la polinización y el buen desarrollo de las plantas.
- La comercialización de este producto hidropónico sería mucho más redituable mediante la organización de los productores, para vender directamente a clientes potenciales que estén dispuestos a pagar el valor real de la calidad del jitomate bajo estas condiciones.
- Para lograr un control eficiente de plagas y enfermedades se recomienda realizar el control preventivo, más que el correctivo.
- Se recomienda que los productores del sistema hidropónico bajo cubierta se organicen para que ellos mismos seleccionen y empaquen su producto, dándole un valor agregado y puedan comercializarlo directamente al consumidor final y a algunos centros de autoservicio obteniendo mayores ganancias.

## **ANEXOS**

**CUESTIONARIO APLICADO A PRODUCTORES DE JITOMATE  
BAJO CUBIERTA CON SISTEMA HIDROPONICO EN EL ESTADO  
DE MORELOS.**

1. LOCALIZACIÓN

---

2. NOMBRE Y CARGO

---

3. ¿ESTA ASOCIADO A UNA ORGANIZACIÓN?

---

4. ¿RECIBE ALGÚN TIPO DE AYUDA POR PARTE DE UNA INSTITUCIÓN Y EN QUE CONSISTE?

---

5. ¿CUÁNTAS VECES PRODUCE AL AÑO?

---

6. ¿CUÁL ES SUPERFICIE CON LA QUE CUENTA PARA PRODUCIR?

---

7. ¿QUÉ TIPOS DE INSUMOS SON LOS QUE UTILIZA PARA PRODUCIR?

---

8. ¿QUÉ PROBLEMAS DE PLAGAS O ENFERMEDADES A TENIDO EN SU CULTIVO?

---

9. ¿QUÉ TIPO DE MATERIAL UTILIZÓ PARA CONTRUIR SU INVERNADERO?

---

10. ¿A DÓNDE DESTINA SU PRODUCCIÓN?

---

11. ¿QUÉ VENTAJAS NOS PODRÍA MENCIONAR EN CULTIVAR BAJO ESTAS CONDICIONES EN COMPARACIÓN CON EL METODO TRADICIONAL?

---

12. ¿QUÉ LO MOTIVO A PRODUCIR CON ESTE SISTEMA?

---

13. ¿CUÁL ES EL RENDIMIENTO QUE SE OBTIENE?

---

14. ¿QUÉ MATERIAL UTILIZA COMO SUSTRATO?

---

15. ¿CUÁL ES EL SISTEMA DE RIEGO QUE EMPLEA?

---

## **CUESTIONARIO APLICADO A PERSONAL DE LA SECRETARÍA DE DESARROLLO AGROPECUARIO DEL ESTADO MORELOS**

1. NOMBRE Y CARGO

---

2. EXPERIENCIA CON PRODUCTORES DE JITOMATE

---

3. ¿CUÁNTOS PRODUCTORES DEL ESTADO DE MORELOS CULTIVAN JITOMATE?

---

4. ¿QUÉ PORCENTAJE DE ÉSTOS PRODUCTORES CULTIVAN BAJO CUBIERTA CON SISTEME HIDROPÓNICO?

---

5. ¿POR QUÉ UN PRODUCTOR DE JITOMATE SOLICITA AYUDA A LA SEDAGRO?

---

6. ¿QUÉ TIPO DE ASISTENCIA LE BRINDAN?

---

7. ¿QUÉ REQUISITOS SE LE PIDEN A UN PRODUCTOR PARA BRINDARLE LA ASISTENCIA DE LA INSTITUCIÓN?

---

8. ¿CUÁL ES LA ACEPTACIÓN QUE TIENE EL SISTEMA HIDROPÓNICO EN PRODUCTORES QUE CULTIVAN BAJO CUBIERTA?

---

9. ¿QUÉ PARTICIPACIÓN HA TENIDO LA SEDAGRO PARA FOMENTAR LA PRODUCCIÓN BAJO CUBIERTA COMO UNA ALTERNATIVA PARA LOS PRODUCTORES DE LA ZONA?

---

10. ¿EXISTE LA DISPONIBILIDAD POR PARTE DE LOS PRODUCTORES EN CULTIVAR CON OTRO MÉTODO QUE NO SEA EL TRADICIONAL?

---



## BIBLIOGRAFÍA

- Abad, M. y Noguera, P. Sustratos en cultivos sin suelo. En : Manual de Cultivos sin suelo. M. Urrestarazu, Ed. Manuales Universidad de Almería, servicio de publicaciones. España, 2000.
- Alpi, A. Cultivo en invernadero. 3ª. Edición. Ed. Ediciones Mundi-prensa. Madrid, España, 1991. 347 p.
- Adams, P. The Tomato Crop: A scientific basis for improvement. Mineral Nutrition. In: Atherton, J. G. and J. Rudich (Editors). Ed. Chammanad Hall Lts. University Press. Cambridge, Great Britain. 1986. pp. 661
- Anaya R., S. Hortalizas: Plagas y Enfermedades. Ed. Trillas. México, 1999.
- Anderlini Roberto. Cultivo del tomate. Ed. CEAC, 1989, España. pp. 11,12,15-32,66-68,79-83,91-106.
- Anuario Estadístico del Estado de Morelos año 2005, INEGI, México, 2005.
- Attar, S. The effects of nutrient interrelationships on tomatoes in hydroponic culture. In: proceedings of the third International Congress of Soilless Culture. IWOSC. Sassari, Italy. 1973. 55-63 pp.
- Baca C., G. Efecto de la solución nutritiva, la frecuencia de riego, el sustrato y la densidad de siembra en los cultivos hidropónicos al aire libre de pepino, melón y jitomate. Tesis doctoral. Colegio de Postgraduados, Montecillos, Méx. 1983.
- Bastida T., A. Invernaderos en México. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, México, 1999. 105 p.
- Baca Urbina, Gabriel. Evaluación de Proyectos. 3ra. Edición, Ed. Mc Graw-Will Interamericana de México, S. A. de C. V. Atlacomulco 499, Fracc. Ind. Sn. Andrés Atoto 53500, Naucalpan de Juárez, Edo. de México, 1997. pp. 339
- Bazán Levy José de Jesús, Carmona Zúñiga Cristina. Enfoque Discursivo 3. Taller de lectura y Redacción III. Ed. Área de Talleres de CCH. 1996 pp. 13-44.
- Bernat Juanos Carlos, Andrés Vitoria Juan J., Martínez Ros José. Invernaderos. Construcción, manejo, rentabilidad. Ed. AEDOS Barcelona, 1987. pp. 5-11,25,30-33,42-59,81-88,131-143.
- Bringas. Perspectivas de los invernaderos. Revista Productores de Hortalizas. Febrero de 2004. Ohio, EUA.

- Cancino B., J.; F. Sánchez Del C. y P. Espinoza, R. Efectos del despunte y la densidad de población sobre 2 variedades de jitomate (*Lycopersicon Esculentum* Mill) en hidroponía bajo invernadero. Revista Chapingo. No. 73. Chapingo, Méx. 1991. pp. 26-30.
- Castellanos Z., J. Y Vargas T., P. El Uso de Sustratos en la Horticultura bajo Invernadero. En: Manual de Producción Hortícola en Invernadero. Muñoz R., J. J. y J. Z. Castellanos (Eds.) Patrocinado por INTECA (Innovaciones Tecnológicas en Agricultura. Guanajuato, México, 2003.
- Centeno Ávila Javier. Metodología y Técnicas en el Proceso de la Investigación. Ed. Cambio 1981. pp. 138.
- Chávez R., C. y L. Bringas. Invernaderos de Israel. Productores de Hortalizas. Año 8, publicación No. 4, Méx. 1980 pp. 50-55.
- Contreras Arrijo Pedro Producción de jitomate bajo sistema hidropónico rústico en Rosamorada, Nayarit. Tesis, Chapingo, Mex. 2001, pp. 43-67.
- García, E. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Copen. Méx., D.F. 1988.
- Douglas J., Sh. Hidroponía: Como cultivar sin tierra. 7<sup>ma</sup> edición. Ed. El Ateneo. Buenos Aires, Arg. 1997. 127p.
- Gil Vázquez, Isaías. Manual práctico de producción de jitomate hidropónico bajo invernadero. 2003, Ed. AGRIBOT. Pp. 2, 38-40.
- Gómez C., M. A.; R. Schwentesius R. y A. Merino S. El Consumo de Hortalizas en México. Reporte de Investigación No. 7 Ed. CIESTAAM, UACH. Chapingo, México, 1991. 37h.
- Gómez, Tovar Laura; Gómez Cruz, Manuel Ángel. Hortalizas Orgánicas de México. Chapingo, Méx. UACH. Centro de Investigaciones Económicas Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial. 1997.
- Gonzáles I., A. El Jitomate (*Lycopersicum esculentum* Mill). Aspectos relevantes para su cultivo en México. Tesis licenciatura. Depto. De Fitotecnia. UACH. Chapingo, México, 1991. 708h.
- González Reyna Susana. Manual de Redacción e Investigación Documental. Ed. Trillas 1990. pp142-152, 173-177.
- Guenkoy, G. Fundamentos de la Horticultura Cubana. 1ra. reimpresión. Ed. Pueblo y Educación. La Habana, Cuba. 1980. pp. 308

- INEGI. Marco Geoestadístico, 2000. (b)INEGI-DGG. Superficie de la República Mexicana por Estados.2005.
- Jeavons John. Cultivo Biointensivo de alimentos. Ed. Ecology Action. Wilits CA EE UU, 1991 pp. 38-52
- Llamas Álvarez, Jorge. Diseño estructural de invernaderos. UACH. Departamento de Ingeniería Mecánica Agrícola. Tesis 1995. Chapingo, México.
- Manrubbio Muñoz Rodríguez, J. Reyes Altamirano Cárdenas, Jesús Carmona Montalvo, Juan de Dios Trujillo Félix, Gerardo López Cervantes, Agustín Cruz Alcalá. Desarrollo de ventajas competitivas en la agricultura. El caso del tomate rojo. Ed. SAGAR, 1995. pp. 30,31,32,33,42.
- Mantallana G., A., Montero C. J. I. INVERNADEROS: Diseño, Construcción y Climatización. 2ª. Edición, Ed. Mundi-prensa. Madrid, España, 2001. 209 p.
- Martínez Loeza Alfonso. Producción de semillas de jitomate bajo Hidroponía en condiciones de invernadero. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. 1992 pp. 6-9.
- Miranda V., I. Sistemas de producción hidropónicos. V Curso Internacional de Sistemas de Riego Vol. V. Universidad Autónoma de Chapingo, Chapingo, México. 2003.
- Minero A., A. Producción Hidropónica. Revista Productores de Hortalizas, febrero de 2005. Ohio, EUA.
- Muñoz B., P. y Castellanos B. J. Densidades, Despupes y tutores en Jitomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) en Hidroponía bajo condiciones de invernadero. Tesis Profesional de licenciatura en Fitotecnia. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, México, 2003. 86 p.
- Muñoz R., M.; Altamirano C. J. R.; Carmona M. J.; Trujillo F. J. de D.; López C. G.; Cruz A. A. Desarrollo de Ventajas Comparativas en la Agricultura. El Caso de Tomate Rojo. CIESTAAM. Chapingo, México, 1995. 120 p.
- Nuez, F. El cultivo del tomate. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España. 1995.
- Ochoa María José, Carravedo Miguel. Catalogo de semillas de tomates autóctonos. Ed. Diputación de Aragón, Depto. de Agricultura y Medio Ambiente. Puebla de Alfinden (Zaragoza, España),pp. 12-17.
- Paulino Jorge Miguel. Comercialización de hortalizas en el estado de Morelos. Folleto 16140, Publicación especial No. 26. Zacatepec, Morelos; INIFAP 2000.

- Pérez G., M. y Castro B., R. Guía para la Producción Intensiva de Jitomate en Invernadero. Boletín de Divulgación #3. Programa Universitario de Investigación y Servicio en Olericultura. Departamento de Fitotecnia. UACH., Chapingo, México. 1999. 58p.
- Pérez, M. G.; O. Santana; E. A. Luque y A. O. Carpena. Absorción de agua e iones O por planta de tomate. Ed. Anales de Edafología y Agrobiología. Vol. 37. Madrid, España. 1977. pp. 739-753
- Resh, H. M. Cultivos hidropónicos: Nuevas técnicas de producción. Trad. J. Santos Caffarena, José. Ed. Mundi-Prensa. 3ra. edición Madrid, España. 1993. pág. 369
- Robledo de P., F. y Martín, V. L. Aplicación de plásticos en la agricultura. Ed. Mundi-Prensa. 1981.
- Rodríguez R., R. et. Al. El cultivo moderno del tomate. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España. 1996. pág. 201
- Samperio Ruiz Gloria. Hidroponía básica, el cultivo fácil y rentable de plantas sin tierra. Ed. Diana. 2001. 172 pp.
- Sánchez Del C., F. y Escalante R., E. R. Hidroponía. UACH. Chapingo, México. 1988. 194 p.
- Secretaría de Educación Pública. Atlas de México. Educación primaria. México. 2002.
- Secretaría de Gobernación, Centro Nacional de Estudios Municipales, Gobierno del Estado de Morelos, Los Municipios de Morelos, en Enciclopedia de los Municipios de México. Cuernavaca, 2005
- Serrano C., Z. Construcción de invernadero. 2ª edición Ed. Mundi-prensa. Madrid, España, 2002.499 p.
- Steiner, A. A. The selective capacity of tomato plants for ions in a nutriment solutions. In: Proceedings of the third International Congress of Soilless Culture. IWOSC. Sassari, Italy. 1973. pp. 43-53
- Torres G., Ma. S. Evaluación de 7 soluciones nutritivas en el cultivo de jitomate (*Lycopersicon Esculentum* Mill), en hidroponía bajo invernadero rústico. Tesis Licenciatura. UACH., Chapingo, Méx. 1989. 145 h.
- U. Oswald. Mitos y Realidades del Morelos Actual. Coordinadora CRIM 1992 y UNICEDES-UAEM 1996.

- Valadez I., A. Producción de Hortalizas. 3ra. reimpresión. Ed. LIMUSA. México, D.F. 1993. 298 p.
- Villegas O., S. Notas del Curso de Fitopatología General. Fitotecnia, UACH. Chapingo, México. 1998.
- Vives M., E. Cultivo del Tomate. Ed. Sintés, S. A. Barcelona, España. 1984. pág. 206.
- Young, M. Digestores Anaeróbicos: Criterios de selección, diseño y construcción. Ed. INIREB. 1ra. edición. Jalapa, Ver1. 986. pág. 51.
- Yuca Vázquez Octavio. Plagas y enfermedades del jitomate en los Mochis, Sinaloa. Tesis, Chapingo, Méx.
- BANCOMEXT. Estados Unidos perfil de mercado de jitomate hidropónico de invernadero 2004. CD-ROM.
- <http://www.chapingo.mx>.
- <http://www.hidroponia.org.mx>
- <http://www.morelos.gob.mx>
- <http://www.sagarpa.gob.mx>
- [www.idefomm.org/municipios/06.htm](http://www.idefomm.org/municipios/06.htm)
- [www.infomorelos.com](http://www.infomorelos.com)
- [www.geocities.com/sergio\\_mexico/morelos.htm](http://www.geocities.com/sergio_mexico/morelos.htm)
- [www.fao.org/statics.2004](http://www.fao.org/statics.2004).