

# TÉCNICAS DE PRODUCCIÓN EN CULTIVOS PROTEGIDOS

(Tomo 2 de 2)



Francisco Camacho Ferre  
Coordinador



instituto (i) cajamar

# **TÉCNICAS DE PRODUCCIÓN EN CULTIVOS PROTEGIDOS**

**Francisco Camacho Ferre**  
Coordinador



# TÉCNICAS DE PRODUCCIÓN EN CULTIVOS PROTEGIDOS

TOMO 2

- © Caja Rural Intermediterránea, Cajamar.
- © Los autores que se citan, para cada artículo.

Reservados todos los derechos. Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio, sin previa autorización escrita de la Editorial o los autores afectados.

### **Edita:**

Caja Rural Intermediterránea, Cajamar.  
Plaza de Barcelona, 5  
04006 Almería  
[www.cajamar.es](http://www.cajamar.es)

Instituto de estudios de Cajamar.  
Tf.: 950 62 25 23 - Fax: 950 22 15 94  
[www.instituto.cajamar.es](http://www.instituto.cajamar.es)

### **Diseño y maquetación:**

Ediciones Agrotécnicas, S.L.  
Plaza de España, 10 5º Izq.  
28008 Madrid  
Tf.: 91 547 35 15 - Fax: 91 547 45 06  
C.elec.: [agrotecnicas@agrotecnica.com](mailto:agrotecnicas@agrotecnica.com)  
C.elec.: [terralia@terralia.com](mailto:terralia@terralia.com)  
<http://www.agrotecnica.com>  
<http://www.terralia.com>

Depósito legal: M-  
I.S.B.N.: 84-95531-15-1 (Tomo I)  
I.S.B.N.: 84-95531-16-X (Tomo II)  
I.S.B.N.: 84-95531-17-8 (Obra completa)  
Impreso en España  
Printed in Spain  
Imprime: Eurocolor  
Distribuye: Ediciones Agrotécnicas, S.L.

# ÍNDICE DE AUTORES

## ■ Aparicio Salmerón, Vicente

Ingeniero Agrónomo  
Jefe del Departamento de Sanidad Vegetal de la Delegación Provincial de Agricultura de la J.A. en Almería.

## ■ Borja Carrillo, Alicia

Licenciada en Ciencias Biológicas  
Departamento de Biología Aplicada de la Universidad de Almería.

## ■ Bretones Castillo, Francisco

Ingeniero Técnico Agrícola  
Ex Director de la Estación Experimental de Cajamar “Las Palmerillas”.

## ■ Cadenas Tortosa, Francisco

Ingeniero Agrónomo  
Director de Producción de la S.A.T. “Las Hortichuelas”.

## ■ Callejón Ferre, Ángel Jesús

Doctor Ingeniero Agrónomo  
Mónsul Ingeniería, S.L. – Profesor Asociado de la Universidad de Almería.

## ■ Camacho Ferre, Francisco

Doctor Ingeniero Agrónomo  
Profesor Titular del Departamento de Producción Vegetal de la Universidad de Almería.

## ■ Cánovas Martínez, Francisco

Ingeniero Agrónomo  
Investigador del C.I.F.H. “La Mojonera”.

## ■ Cantón Ramos, José Manuel

Ingeniero Técnico Agrícola  
Departamento Técnico de la S.A.T. “Costa de Almería”.

## ■ Carreño Sánchez, Juan

Ingeniero Técnico Agrícola  
Estación Experimental de Cajamar “Las Palmerillas”.

## ■ Casas Castro, Antonio

Químico  
Laboratorio de Análisis Agrícolas.

## ■ Cortés Martínez, María del Mar

Ingeniero Técnico Agrícola  
Consultora Agrícola.

**■ de la Torre Martínez, Fernando**

Ingeniero Técnico Agrícola  
Director Técnico de Semilleros “Confimaplant”.

**■ Díaz Pérez, Manuel**

Ingeniero Técnico Agrícola  
Departamento de Producción Vegetal de la Universidad de Almería.

**■ Fernández Rodríguez, Eduardo Jesús**

Doctor Ingeniero Agrónomo  
Catedrático del Departamento de Producción Vegetal de la Universidad de Almería.

**■ Fernández Sierra, Luis Miguel**

Ingeniero Agrónomo  
Gerente de “Agrocolor, S.L.”.

**■ Galera García, Isabel**

Ingeniero Técnico Agrícola  
Jefa del Departamento Técnico de la S.C.A. “ Coprohníjar”.

**■ González Vargas, Jesús**

Ingeniero Técnico Agrícola  
Consultor Agrícola.

**■ Hernández Jiménez, Martín**

Ingeniero Agrónomo  
Director Técnico de Fitosanitarios “B. Hernández”.

**■ Jurado Ruíz, Antonio**

Ingeniero Técnico Agrícola  
Consultor Agrícola.

**■ López Hernández, Juan Carlos**

Doctor Ingeniero Agrónomo  
Estación Experimental de Cajamar “Las Palmerillas”.

**■ López Martínez, José Antonio**

Ingeniero Aeronáutico  
Profesor Titular del Departamento de Ingeniería Rural de la Universidad de Almería.

**■ Lozano Ruíz, Rafael**

Doctor en Ciencias Biológicas  
Catedrático del Departamento de Biología Aplicada de la Universidad de Almería.

**■ Magán Cañadas, Juan José**

Ingeniero Agrónomo  
Estación Experimental de Cajamar “Las Palmerillas”.

**■ Manzanares Ruíz, Carmen**

Ingeniero Técnico Agrícola  
Unidad de producción Integrada del Departamento de Sanidad Vegetal de la Delegación Provincial de Agricultura de la J.A. en Almería.



■ **Martínez Martínez, Antonio**

Ingeniero Técnico Agrícola  
Servicio Técnico de la S.C.A. "Hortamar".

■ **Molina Herrera, Jerónimo**

Economista  
Director del Instituto de Estudios de Cajamar.

■ **Nieto Quesada, Nieves**

Ingeniero Técnico Agrícola  
Directora Técnica de Cultivos. "Mónsul Ingeniería, S.L."

■ **Pérez Parra, Jerónimo José**

Doctor Ingeniero Agrónomo  
Director de la Estación Experimental de Cajamar "Las Palmerillas" – Profesor Asociado de la Universidad de Almería.

■ **Rodríguez Rodríguez, María Paz**

Ingeniero Técnico Agrícola  
Unidad de producción Integrada del Departamento de Sanidad Vegetal de la Delegación Provincial de Agricultura de la J.A. en Almería.

■ **Salinas Navarro, María**

Licenciada en Ciencias Biológicas  
Departamento de Biología Aplicada de la Universidad de Almería.

■ **Tello Marquina, Julio César**

Doctor Ingeniero Agrónomo  
Catedrático del Departamento de Producción Vegetal de la Universidad de Almería.

■ **Valenzuela Cabrera, José Luis**

Ingeniero Técnico Agrícola  
Departamento de Producción de la S.A.T. "Parafrut".

■ **Valera Martínez, Diego Luis**

Doctor Ingeniero Agrónomo  
Profesor Titular del Departamento de Ingeniería Rural de la Universidad de Almería.

■ **Vasco Morcillo, Rafael**

Ingeniero Técnico Agrícola  
Departamento Técnico de la S.A.T. "Costa de Almería".

■ **Villalobos López, Jesús**

Ingeniero Técnico Agrícola  
Jefe del Departamento Técnico de la S.C.A. "Cabasc".



# ÍNDICE GENERAL

## TOMO I

### TEMA 1 - EL PAPEL DE LA AGRICULTURA INTENSIVA EN LA ECONOMÍA DE LA PROVINCIA DE ALMERÍA

Jerónimo Molina Herrera

1. INTRODUCCIÓN .....	29
2. BREVE ANÁLISIS DE LA ECONOMÍA ALMERIENSE DURANTE EL SIGLO XX.....	29
3. LA AGRICULTURA EN LA ECONOMÍA PROVINCIAL .....	36
4. LA PROYECCIÓN EXTERIOR DE LA ECONOMÍA ALMERIENSE .....	41
5. FASES DEL DESARROLLO HORTÍCOLA .....	47
6. RETOS FUTUROS DE LA HORTICULTURA ALMERIENSE.....	49

### TEMA 2 - SUELOS Y AGUAS UTILIZADOS EN LA HORTICULTURA INTENSIVA. INTERPRETACIÓN DE ANÁLISIS

Antonio Casas Castro

1. INTRODUCCIÓN .....	53
2. AGUAS .....	53
2.1 Observaciones a los efectos diversos .....	56
2.2 Soluciones a los problemas de salinidad .....	57
2.3 Soluciones a los problemas de infiltración.....	60
2.4 Soluciones a los problemas de toxicidad .....	61
2.5 Ejemplos de diferentes tipos de aguas .....	62
3. SUELOS .....	65
3.1 Caracterización de suelos .....	65
3.2 Análisis químico de suelos .....	68
3.3 Interpretación de los resultados .....	94
3.4 Análisis físico de suelos.....	101
4. BIBLIOGRAFÍA.....	105

### TEMA 3 - EL ENARENADO

Francisco Bretones Castillo

1. INTRODUCCIÓN .....	111
2. ANTECEDENTES .....	111
3. REALIZACIÓN DEL ENARENADO .....	112
4. CARACTERÍSTICAS DE LA ARENA A EMPLEAR .....	113

5. EXTENDIDO Y ACONDICIONAMIENTO DE LA ARENA .....	113
6. MANEJO DEL ENARENADO .....	114
7. PROPIEDADES Y VENTAJAS DEL ENARENADO.....	116

#### TEMA 4 - EVOLUCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS Y CUBIERTAS DE INVERNADERO EN EL SURESTE ESPAÑOL

Juan Carlos López Hernández

##### ▲ MATERIALES FLEXIBLES PARA CUBIERTAS DE INVERNADEROS:

1. INTRODUCCIÓN .....	121
2. MATERIALES FLEXIBLES .....	121
2.1 Propiedades básicas.....	122
2.2 Policloruro de vinilo (PVC).....	123
2.3 Copolímero de etileno y acetato de vinilo (EVA).....	123
2.4 Polietileno (PE).....	125
3. MATERIAL DE CERRAMIENTO FRENTE A LA RADIACIÓN DE ONDA CORTA.....	126
4. MATERIAL DE CERRAMIENTO FRENTE A LA RADIACIÓN DE ONDA LARGA .....	127
5. EFECTO ANTIGOTEO .....	130
6. EFECTO ANTIBOTRYTIS .....	131
7. EFECTO FLUORESCENTE.....	131

##### ▲ ESTRUCTURAS DE INVERNADEROS Y SU EVOLUCIÓN EN ALMERÍA:

1. INTRODUCCIÓN .....	132
2. EVOLUCIÓN .....	133
3. PROCESO CONSTRUCTIVO.....	133
4. ESTRUCTURAS TIPO INDUSTRIAL.....	134
5. BIBLIOGRAFÍA.....	134

#### TEMA 5 - EL RIEGO POR GOTEO. MANEJO, CÁLCULOS DE FERTIRRIGACIÓN Y OTROS PRODUCTOS

Juan Carreño / Juan José Magán

1. INTRODUCCIÓN .....	137
2. EL RIEGO A MANTA EN LOS INVERNADEROS DE ALMERÍA .....	137
3. INSTALACIONES DE RIEGO POR GOTEO .....	140
3.1 Componentes de una instalación de riego por goteo.....	140
3.2 Equipos para la fertirrigación.....	142
4. CRITERIOS DE FERTIRRIGACIÓN .....	148
4.1 Criterio de aporte de fertilizantes en función de las necesidades teóricas del cultivo .....	149
4.2 Criterio de aporte de fertilizantes en base a una disolución fisiológica equilibrada iónicamente.....	150
5. FERTILIZANTES UTILIZADOS EN FERTIRRIGACIÓN .....	155
5.1 Fertilizantes que incorporan macronutrientes.....	155
5.2 Fertilizantes que incorporan micronutrientes.....	160
6. OTROS PRODUCTOS APORTADOS A TRAVÉS DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO .....	164
6.1 Sustancias húmicas .....	164



6.2 Bionutrientes .....	165
6.3 Ácidos polihidroxicarboxílicos .....	166
6.4 Productos fitosanitarios .....	166
6.5 Desinfectantes de suelos .....	168
<b>7. PROBLEMAS RESUELTOS DE FERTIRRIGACIÓN .....</b>	<b>169</b>
<b>8. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>181</b>

## TEMA 6 - EVOLUCIÓN DE LAS ENFERMEDADES HORTÍCOLAS EN EL SURESTE ESPAÑOL

Julio César Tello Marquina

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>185</b>
<b>2. ESTIMACIÓN MATEMÁTICA DE LAS EPIDEMIAS .....</b>	<b>188</b>
<b>3. SÍNTESIS Y VALORACIÓN .....</b>	<b>197</b>
<b>4. LAS ENFERMEDADES EN LOS CULTIVOS BAJO PLÁSTICO .....</b>	<b>198</b>
4.1 Los cultivos de hortalizas. Una necesaria visión retrospectiva.....	198
4.2 Las enfermedades de las plantas de invernadero. Un enfoque histórico y una valoración actual.....	202
<b>5. ENFERMEDADES DE LAS SOLANÁCEAS.....</b>	<b>204</b>
5.1 Enfermedades de los semilleros.....	204
5.2 Enfermedades causadas por parásitos edáficos en el terreno de asiento.....	205
5.3 Hongos, bacterias y virus que enferman la parte aérea de la planta .....	208
<b>6. ENFERMEDADES DE LAS CUCURBITÁCEAS .....</b>	<b>211</b>
6.1 Enfermedades de los semilleros.....	212
6.2 Enfermedades causadas por parásitos edáficos en el terreno de asiento.....	212
6.3 Micosis y bacteriosis de la parte aérea de las plantas.....	215
6.4 Virosis.....	217
6.5 Enfermedades no parasitarias .....	218
<b>7. ENFERMEDADES DE LA JUDÍA.....</b>	<b>218</b>
7.1 Enfermedades producidas por hongos del suelo.....	218
7.2 Micosis y bacteriosis de la parte aérea .....	219
7.3 Virosis.....	221
<b>8. ORIENTACIÓN SOBRE NECESIDADES DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA .....</b>	<b>221</b>

## TEMA 7 - PRODUCCIÓN INTEGRADA EN CULTIVOS HORTÍCOLAS BAJO ABRIGO. ANDALUCÍA.

Vicente Aparicio / María Paz Rodríguez / Carmen Manzanares

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>227</b>
<b>2. NORMAS O REQUISITOS QUE COMPLETAN EL PROCESO GENERAL DE LA PRODUCCIÓN INTEGRADA .....</b>	<b>229</b>
2.1 Normas Generales de la Producción Integrada .....	229
2.2 Normas de Producción Integrada para industrias de transformación .....	235
2.3 Inscripción, registro y obligaciones de los operadores.....	237
2.4 Control de la Producción Integrada .....	238
2.5 Agrupaciones de la Producción Integrada.....	239
2.6 Identificaciones de garantía.....	239

2.7 Entidades de certificación .....	240
2.8 Comisión Nacional de Producción Integrada .....	241
2.9 Registro General de Producción Integrada .....	242
2.10 Comercialización de la Producción Integrada de otros países.....	242

3. **BIBLIOGRAFÍA..... 243**

**TEMA 8 - PRODUCCIÓN CONTROLADA DE CULTIVOS PROTEGIDOS. LA CERTIFICACIÓN AENOR**

Luis Miguel Fernández Sierra

1. <b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>247</b>
2. <b>OBJETIVOS DE AENOR .....</b>	<b>250</b>
3. <b>LA NECESIDAD DE CERTIFICAR UN PRODUCTO DE CALIDAD .....</b>	<b>251</b>
3.1 Razones por las que se deben certificar los productos.....	252
3.2 Beneficios de la certificación.....	252
4. <b>LA SERIE NORMAS UNE 155 001 “PRODUCCIÓN CONTROLADA DE CULTIVOS. HORTALIZAS PARA CONSUMO EN FRESCO” .....</b>	<b>252</b>
4.1 Objeto y campo de actividad .....	253
4.2 Objetivos de esta norma .....	253
4.3 Actividad futura .....	255
5. <b>CONTENIDOS DE LA UNE 155 001-1: REQUISITOS GENERALES .....</b>	<b>255</b>
5.1 Objeto y campo de aplicación.....	255
5.2 Definiciones .....	255
5.3 Formación necesaria .....	256
5.4 Condicionantes del suelo .....	257
5.5 Condiciones climáticas .....	257
5.6 Instalaciones .....	257
5.7 Material vegetal.....	258
5.8 Operaciones propias del cultivo .....	258
5.9 Gestión de residuos sólidos.....	261
5.10 Recolección.....	261
5.11 Cuaderno de explotación.....	261
5.12 Central hortofrutícola.....	262
5.13 Operaciones de postrecolección y comercialización .....	262
5.14 Reclamaciones de clientes .....	263
5.15 Protección ambiental.....	263
5.16 Métodos de análisis .....	263
6. <b>UNE 155 001: REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA CADA CULTIVO .....</b>	<b>264</b>
6.1 Estructuras de normas específicas.....	264
6.2 Recolección.....	264
6.3 Control de plagas.....	265
6.4 Control de enfermedades producidas por hongos .....	266
6.5 Control de enfermedades producidas por bacterias .....	267
6.6 Control de enfermedades producidas por virus .....	268
6.7 Límite máximo de residuos permitido.....	268
7. <b>LA CERTIFICACIÓN AENOR DE HORTALIZAS.....</b>	<b>271</b>
7.1 Definiciones .....	272



7.2 Controles .....	272
7.3 Concesión de licencia de uso de marca.....	274
7.4 Marcado de los productos certificados.....	276
<b>8. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>276</b>

#### TEMA 9 - PROTECCIÓN FITOSANITARIA

Ángel J. Callejón / José A. López / Diego L. Valera

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>281</b>
<b>2. NORMATIVA REFERENTE A LA APLICACIÓN Y MANIPULACIÓN DE PRODUCTOS FITOSANITARIOS .....</b>	<b>281</b>
<b>3. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL.....</b>	<b>283</b>
3.1 Clasificación de equipos de protección individuales a efectos de comercialización.....	283
3.2 Evaluación de conformidad de los EPI según su categoría para comercialización.....	284
3.3 Clasificación de los equipos de protección individual.....	286
● ANEXO 1: CÓDIGO Y DESCRIPCIÓN DE LOS DISTINTOS PREPARADOS FITOSANITARIOS ...	307
● ANEXO 2: SÍMBOLOS, PICTOGRAMAS E INDICACIONES DE PELIGRO DE SUSTANCIAS Y PREPARADOS PELIGROSOS .....	308
● ANEXO 3: FRASES DE RIESGO Y SEGURIDAD .....	308
<b>4. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>312</b>

#### TEMA 10 - MEJORA GENÉTICA DE HORTÍCOLAS MEDIANTE MARCADORES DE ADN

Alicia Borja / María Salinas / Rafael Lozano

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>315</b>
<b>2. MARCADORES MOLECULARES.....</b>	<b>316</b>
2.1 Marcadores obtenidos mediante hibridación de ADN: minisatélites, microsatélites y RFLPs.....	317
2.2 Marcadores desarrollados mediante técnicas de PCR .....	320
2.3 Comparación de los distintos tipos de marcadores moleculares.....	325
<b>3. UTILIDAD DE LOS MARCADORES MOLECULARES EN MEJORA DE PLANTAS .....</b>	<b>326</b>
3.1 Análisis de la variabilidad genética: evaluación de germoplasma y relaciones entre genotipos.....	326
3.2 Identificación genética: pureza de híbridos y evaluación de dihaploides.....	328
3.3 Selección asistida por marcadores moleculares .....	330
3.4 Mapas genéticos .....	335
<b>4. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>338</b>

#### TEMA 11 - INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO AGRARIO

Jerónimo J. Pérez Parra

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>343</b>
<b>2. INVESTIGACIÓN, DESARROLLO ECONÓMICO, MEDIO AMBIENTE Y SEGURIDAD ALIMENTARIA .....</b>	<b>343</b>
<b>3. EL MARCO INSTITUCIONAL DE LA INVESTIGACIÓN AGRARIA.....</b>	<b>347</b>

<b>4. INVESTIGACIÓN AGRARIA Y DESARROLLO TECNOLÓGICO EN ALMERÍA.....</b>	<b>347</b>
4.1 Líneas de trabajo principales de los centros y grupos de investigación de Almería en el ámbito de la agricultura .....	348
<b>5. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>355</b>

#### TEMA 12 - UTILIZACIÓN DE PANTALLAS TÉRMICAS ALUMINIZADAS EN INVERANDEROS MEDITERRANEOS

Eduardo J. Fernández / Manuel Díaz / Ángel J. Callejón

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>361</b>
<b>2. MANEJO DE LAS PANTALLAS TÉRMICAS ALUMINIZADAS EN INVERNADEROS MEDITERRÁNEOS.....</b>	<b>364</b>
<b>3. MANEJO DIURNO DE LAS PANTALLAS TERMOREFLECTIVAS MÓVILES.....</b>	<b>365</b>
<b>4. MANEJO NOCTURNO DE LAS PANTALLAS TERMOREFLECTIVAS MÓVILES.....</b>	<b>370</b>
<b>5. PANTALLAS E INVERSIÓN TÉRMICA.....</b>	<b>371</b>
<b>6. MANEJO COMBINADO DE LAS PANTALLAS TERMOREFLECTIVAS MÓVILES.....</b>	<b>372</b>
<b>7. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>372</b>

## TOMO II

#### TEMA 13 - CULTIVOS SIN SUELO

Francisco Cánovas / Juan José Magán

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>409</b>
1.1 Concepto y definición de cultivo sin suelo.....	409
1.2 Interés y justificación de los cultivos sin suelo como sistemas productivos.....	410
1.3 Antecedentes y evolución.....	411
1.4 Situación actual.....	411
1.5 Los cultivos sin suelo en el sureste español.....	412
1.6 Perspectivas de los cultivos sin suelo.....	412
<b>2. SISTEMAS DE CULTIVOS SIN SUELO.....</b>	<b>413</b>
2.1 Principios básicos.....	413
2.2 Características diferenciales con los cultivos en suelo.....	413
2.3 Componentes y clasificación de los sistemas de cultivos sin suelo.....	415
<b>3. MANEJO DE CULTIVOS SIN SUELO.....</b>	<b>425</b>
3.1 Introducción.....	425
3.2 Fertilización.....	425
3.3 Riegos.....	428
<b>4. ANÁLISIS CRÍTICO DE LOS PRINCIPALES SISTEMAS DE CULTIVO SIN SUELO. EXPERIENCIAS Y POSIBILIDADES DE ADAPTACIÓN A LAS CONDICIONES DEL SURESTE ESPAÑOL.....</b>	<b>431</b>
4.1 Sistemas abiertos.....	431
4.2 Sistemas cerrados.....	442
<b>5. PRINCIPALES FACTORES A TENER EN CUENTA PARA LA IMPLANTACIÓN DE LOS CULTIVOS SIN SUELO EN EL SURESTE.....</b>	<b>448</b>



5.1 Calidad del agua.....	448
5.2 Factores climáticos.....	449
5.3 Especies a cultivar.....	450
5.4 Patologías y fisiopatías específicas de los cultivos sin suelo.....	451
5.5 Aspecto medioambiental.....	452
<b>6. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>453</b>

#### TEMA 14 - LOS SEMILLEROS HORTÍCOLAS

Fernando de la Torre Martínez

1. <b>DEFINICIÓN.....</b>	<b>457</b>
2. <b>EVOLUCIÓN.....</b>	<b>457</b>
3. <b>LEGISLACIÓN.....</b>	<b>457</b>
3.1 Semillas.....	457
3.2 Substratos.....	458
3.3 Semilleros.....	458
4. <b>INSTALACIONES.....</b>	<b>460</b>
4.1 Invernaderos.....	460
4.2 Maquinaria de siembra.....	461
4.3 Cámara de germinación.....	463
4.4 Cámara de cultivo.....	463
4.5 Taller de injertos.....	464
4.6 Banquetas de cultivo.....	464
4.7 Sistemas de riego.....	464
4.8 Sistemas de tratamientos fitosanitarios.....	466
4.9 Climatización.....	467
5. <b>MATERIALES.....</b>	<b>468</b>
5.1 Substratos.....	468
5.2 Bandejas y fundas.....	469
5.3 Otros materiales.....	469
6. <b>CULTIVOS.....</b>	<b>470</b>
6.1 Injertos.....	471
7. <b>LABORES DE CULTIVO.....</b>	<b>475</b>
7.3 Riegos.....	475
7.2 Fertilización.....	475
7.3 Tratamientos fitosanitarios.....	476
8. <b>PROCESO DE PRODUCCIÓN.....</b>	<b>477</b>

#### TEMA 15 - EL CULTIVO PROTEGIDO DEL TOMATE

Francisco Cadenas / Jesús González / Martín Hernández

1. <b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>483</b>
2. <b>HISTORIA DEL CULTIVO EN LAS COMARCAS ALMERIENSES MÁS IMPORTANTES, DESDE EL PUNTO DE VISTA PRODUCTIVO DE ESTA HORTALIZA.....</b>	<b>483</b>
2.1 Historia del cultivo del tomate en la Comarca de El Parador - Roquetas de Mar.....	483
2.2 Historia del cultivo del tomate en la Comarca de La Vega de Almería, Los	

Llanos de la Cañada y El Alquíán .....	485
2.3 Historia del cultivo del tomate en las Comarcas de Cuevas del Almanzora, Pulpi, Águilas, Lorca y Mazarrón .....	486
<b>3. TAXONOMÍA Y MORFOLOGÍA DEL TOMATE.....</b>	<b>487</b>
3.1 Taxonomía y origen .....	487
3.2 Morfología .....	487
<b>4. FISIOLÓGÍA DEL TOMATE .....</b>	<b>489</b>
4.1 Adaptación medioambiental.....	492
<b>5. EXIGENCIAS GENERALES DE CLIMA Y SUELOS .....</b>	<b>492</b>
5.1 Temperaturas críticas para el cultivo del tomate .....	493
<b>6. LA ELECCIÓN DEL MATERIAL VEGETAL.....</b>	<b>494</b>
6.1 El material vegetal en El Parador – Roquetas .....	495
6.2 El material vegetal en La Vega de Almería – La Cañada .....	497
6.3 El material vegetal en el Bajo Almanzora y Este de la Provincia de Almería.....	500
<b>7. LABORES Y TÉCNICAS CULTURALES .....</b>	<b>503</b>
7.1 Preparación del terreno .....	503
7.2 Preparación del invernadero .....	505
7.3 Semilla y semillero.....	505
7.4 Trasplante .....	506
7.5 Poda de formación .....	507
7.6 Aporcado y rehundido .....	507
7.7 Entutorado .....	507
7.8 Podas .....	508
7.9 Escardas .....	509
<b>8. EL RIEGO Y LA FERTILIZACIÓN .....</b>	<b>509</b>
8.1 El riego y la fertilización del tomate en la Comarca de El Parador – Roquetas.....	510
8.2 El riego y la fertilización del tomate en la Comarca de La Vega de Almería – La Cañada .....	512
8.3 El riego y la fertilización del tomate en el Bajo Almanzora y Este de la provincia de Almería .....	514
<b>9. EL CUAJADO DEL TOMATE .....</b>	<b>517</b>
<b>10. PLAGAS Y ENFERMEDADES.....</b>	<b>520</b>
10.1 Plagas .....	520
10.2 Enfermedades .....	525
<b>11. CARENCIAS, FISIOPATÍAS Y ALTERACIONES DE ORIGEN NO PARASITARIO .....</b>	<b>530</b>
11.1 Carencias .....	530
11.2 Alteraciones de origen genético .....	531
11.3 Fitotoxicidades.....	532
11.4 Accidentes climatológicos .....	533
11.5 Otras alteraciones en fruto .....	534
11.6 Otras fisiopatías.....	535
<b>12. RECOLECCIÓN, CUIDADOS POSTERIORES, MERCADO.....</b>	<b>536</b>



<b>13. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>537</b>
<b>TEMA 16 - EL CULTIVO DE PIMIENTO BAJO INVERNADERO</b>	
Antonio Jurado / Nieves Nieto	
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>541</b>
<b>2. BOTÁNICA Y FISIOLOGÍA DE LA PLANTA.....</b>	<b>541</b>
<b>3. EXIGENCIAS GENERALES DEL CLIMA Y SUELO.....</b>	<b>544</b>
3.1 Exigencias climáticas.....	544
3.2 Exigencias del suelo.....	546
<b>4. INVERNADEROS PARA CULTIVO DE PIMIENTO. CONDICIONES QUE DEBEN REUNIR.....</b>	<b>546</b>
<b>5. LABORES CULTURALES DESDE LA SIEMBRA HASTA LA FINALIZACIÓN DEL CULTIVO.....</b>	<b>547</b>
5.1 Siembra.....	547
5.2 Retranqueo y preparación del suelo.....	548
5.3 Desinfección de suelos.....	548
5.4 Riego de preplantación.....	550
5.5 Plantación.....	550
5.6 Riegos iniciales.....	553
5.7 Binas.....	553
5.8 Podas.....	553
5.9 Entutorado.....	554
5.10 Cuajado de frutos.....	556
5.11 Aclareo de frutos.....	556
<b>6. FERTIRRIGACIÓN.....</b>	<b>557</b>
6.1 Nutrición hídrica.....	557
6.2 Nutrición mineral.....	558
<b>7. MATERIAL VEGETAL. ELECCIÓN DE VARIEDADES.....</b>	<b>559</b>
<b>8. PROBLEMAS FISIOLÓGICOS.....</b>	<b>561</b>
8.1 Frutos en punta y agalletados.....	561
8.2 Blossom.....	561
8.3 Stip.....	561
8.4 Agrietado de frutos.....	562
8.5 Manchas en hojas viejas.....	562
8.6 Asfixia radicular.....	562
<b>9. PLAGAS Y ENFERMEDADES. MÉTODOS DE LUCHA.....</b>	<b>562</b>
9.1 Plagas.....	562
9.2 Enfermedades criptogámicas.....	565
<b>10. VIRUS.....</b>	<b>567</b>
<b>11. RECOLECCIÓN.....</b>	<b>568</b>
11.1 Manipulación.....	568
11.2 Conservación frigorífica.....	568
11.3 Transporte.....	568
<b>TEMA 17 - EL CULTIVO DE LA BERENJENA BAJO INVERNADERO</b>	
José Luis Valenzuela Cabrera	
<b>1. HISTORIA DEL CULTIVO DE LA BERENJENA.....</b>	<b>571</b>

2. MORFOLOGÍA DE LOS ÓRGANOS VEGETATIVOS Y PRODUCTIVOS.....	571
3. FISIOLÓGÍA DEL CRECIMIENTO Y FRUCTIFICACIÓN.....	572
4. EXIGENCIAS GENERALES DE CLIMA Y SUELOS.....	573
4.1 Temperatura.....	573
4.2 Humedad.....	574
4.3 Luminosidad.....	574
4.4 Suelo.....	575
5. ELECCIÓN DEL MATERIAL VEGETAL.....	575
5.1 Variedades más usadas.....	576
6. LABORES CULTURALES.....	576
6.1 Preparación del terreno.....	576
6.2 Plantación.....	576
6.3 Aporcado.....	577
6.4 Binas y escardas.....	577
6.5 Poda de formación.....	577
6.6 Entutorado.....	577
6.7 Poda de hojas.....	578
6.8 Cuajado de frutos.....	578
6.9 Aclareo de flores y frutos.....	578
6.10 Poda de regeneración.....	578
7. MARCOS DE PLANTACIÓN.....	578
8. FECHAS DE PLANTACIÓN.....	579
9. RIEGOS Y FERTILIZANTES.....	579
9.1 Factores que influyen en el riego.....	579
9.2 Calendario de riego.....	580
9.3 Riegos de lavado.....	580
9.4 Fertilización.....	580
9.5 Microelementos.....	580
9.6 Otros nutrientes.....	581
10. PLAGAS, ENFERMEDADES Y OTRAS FISIOPATÍAS.....	581
10.1 Medidas culturales.....	581
10.2 Plagas.....	585
10.3 Enfermedades y virosis.....	586
10.4 Fisiopatías.....	587
11. RECOLECCIÓN.....	587

#### TEMA 18 - EL CULTIVO PROTEGIDO DEL MELÓN

José Manuel Cantón / Isabel Galera / Antonio Martínez

1. INTRODUCCIÓN.....	591
2. BREVE DESCRIPCIÓN BOTÁNICA. DESCRIPCIÓN BIOLÓGICA.....	591
2.1 Formas del fruto.....	592
2.2 Color de la piel.....	592
2.3 Características de la placenta.....	593



3. EXIGENCIAS MEDIOAMBIANTALES .....	593
4. NECESIDADES MEDIAS DE AGUA .....	594
5. FERTILIZACIÓN.....	596
5.1 Fases del desarrollo fisiológico del melón .....	598
5.2 Relación entre las fases de crecimiento y la nutrición del melón .....	599
5.3 Fertilización en suelo .....	603
5.4 Fertilización en hidroponía.....	604
6. CICLOS DE CULTIVO .....	604
7. SIEMBRA Y TRANSPLANTE .....	605
7.1 Transplante con planta hecha en semilleros especializados.....	605
7.2 Siembra directa .....	606
7.3 Acolchado.....	606
7.4 Tunelillos.....	607
8. DENSIDAD DE PLANTACIÓN .....	608
9. SISTEMAS DE PODA EN MELÓN.....	608
9.1 Poda del melón sin entutorar .....	609
9.2 Poda del melón entutorado.....	610
10. POLINIZACIÓN .....	610
11. MATERIAL VEGETAL .....	612
11.1 Melón Amarillo.....	613
11.2 Piel de sapo.....	613
11.3 Rochet.....	613
11.4 Tendral .....	614
11.5 Cantaloup.....	614
11.6 Galia .....	614
11.7 Melones de larga conservación.....	615
11.8 Listado de variedades.....	616
12. PLAGAS, ENFERMEDADES Y FISOPATÍAS DEL MELÓN.....	631
12.1 Plagas del melón.....	633
12.2 Nematodos .....	635
12.3 Enfermedades producidas por bacterias .....	636
12.4 Enfermedades producidas por hongos .....	636
12.5 Virus.....	638
12.6 Fisiopatías .....	641
13. RECOLECCIÓN, CUIDADOS POSTCOSECHA Y MERCADOS .....	644
13.1 Recolección.....	644
13.2 Normas de calidad relativas a melones.....	646
13.3 Confección.....	646
14. BIBLIOGRAFÍA.....	648
<b>TEMA 19 - EL CULTIVO DE SANDÍA INVERNADA</b>	
Francisco Camacho Ferre	
1. INTRODUCCIÓN .....	651
2. MORFOLOGÍA DE LOS ÓRGANOS VEGETATIVOS Y PRODUCTIVOS DE LA PLANTA .....	653

3. ELECCIÓN DEL MATERIAL VEGETAL .....	654
4. EXIGENCIAS DE LA SANDÍA EN SUELOS .....	657
5. EL RIEGO Y LA FERTILIZACIÓN DE LA SANDÍA .....	657
6. EXIGENCIAS CLIMÁTICAS DE LA SANDÍA .....	670
7. FISIOLÓGÍA DE LA FECUNDACIÓN .....	671
7.1 El empleo de fitorreguladores.....	672
8. FISIOLÓGÍA DEL DESARROLLO DE LOS FRUTOS .....	676
9. LABORES CULTURALES EN LA SANDÍA .....	676
9.1 Preparación del suelo .....	676
9.2 Plantación .....	677
9.3 Poda.....	677
9.4 Escardas .....	677
9.5 Polinización.....	678
9.6 Utilización de sistemas de semiforzado .....	679
9.7 Sombreo de invernaderos .....	679
10. MARCOS DE PLANTACIÓN .....	680
11. PLAGAS Y ENFERMEDADES.....	680
11.1 Plagas de la sandía.....	681
11.2 Enfermedades de la sandía causadas por hongos .....	684
11.3 Enfermedades de la sandía producidas por bacterias .....	685
11.4 Enfermedades de las sandías producidas por virus .....	685
11.5 Fisiopatías, y daños producidos por mal manejo del cultivo .....	686
12. RECOLECCIÓN, CUIDADOS POSTERIORES Y MERCADOS .....	687
13. BIBLIOGRAFÍA.....	689

## TEMA 20 - EL CULTIVO DEL PEPINO BAJO INVERNADERO

Rafael Vasco Morcillo

1. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA .....	693
1.1 Sistema radicular.....	693
1.2 Tallo .....	693
1.3 Hojas.....	693
1.4 Flores.....	693
1.5 Fruto.....	693
2. CLIMA Y SUELO .....	694
2.1 Exigencias generales de clima (temperatura y humedad relativa) .....	694
2.2 Otros parámetros climáticos .....	696
2.3 Suelo.....	696
3. MATERIAL VEGETAL .....	697
3.1 Elección de variedades .....	697
3.2 Tipos de material vegetal.....	698
3.3 Variedades comerciales .....	698
4. LABORES CULTURALES .....	701
4.1 Siembra .....	701
4.2 Marco de plantación.....	702



4.3 Fecha de siembra.....	702
4.4 Poda y entutorado.....	703
<b>5. RIEGOS Y FERTILIZACION.....</b>	<b>703</b>
5.1 Necesidades de agua del pepino.....	703
5.2 Fertirrigación.....	705
<b>6. CULTIVO DE PEPINO EN SUSTRATO.....</b>	<b>708</b>
<b>7. FISIOPATÍAS, PLAGAS, ENFERMEDADES Y VIRUS.....</b>	<b>711</b>
7.1 Fisiopatías.....	711
7.2 Principales plagas del pepino.....	713
7.3 Enfermedades del pepino.....	717
7.4 Virosis.....	720
<b>8. RECOLECCION Y COMERCIALIZACIÓN.....</b>	<b>722</b>
<b>9. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>722</b>

#### TEMA 21 - EL CULTIVO PROTEGIDO DEL CALABACÍN

María del Mar Cortés Martínez

<b>1. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA.....</b>	<b>725</b>
<b>2. MORFOLOGÍA DE LOS ÓRGANOS VEGETATIVOS Y PRODUCTIVOS DE LA PLANTA.....</b>	<b>725</b>
<b>3. CONDICIONES DE CULTIVO (CLIMA, SUELO, SIEMBRA, MARCOS DE PLANTACIÓN, PRÁCTICAS CULTURALES).....</b>	<b>726</b>
<b>4. ELECCIÓN DEL MATERIAL VEGETAL.....</b>	<b>728</b>
<b>5. PLAGAS, ENFERMEDADES, FISIOPATÍAS Y VIRUS.....</b>	<b>730</b>
<b>6. RECOLECCIÓN.....</b>	<b>737</b>
<b>7. MERCADOS.....</b>	<b>738</b>

#### TEMA 22 - EL CULTIVO DE LA JUDÍA PARA VERDEO

Jesús Villalobos López

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>741</b>
<b>2. MORFOLOGÍA DE LOS ÓRGANOS VEGETATIVOS Y PRODUCTIVOS DE LA PLANTA.....</b>	<b>741</b>
<b>3. CONDICIONES DE CULTIVO.....</b>	<b>743</b>
3.1 Climáticas.....	743
3.2 Siembra.....	744
3.3 Marcos de plantación.....	744
3.4 Prácticas culturales.....	745
3.5 Recolección.....	745
<b>4. ENTUTORADO.....</b>	<b>745</b>
<b>5. PROBLEMAS FISIOLÓGICOS.....</b>	<b>746</b>
<b>6. PLAGAS Y ENFERMEDADES.....</b>	<b>746</b>
6.1 Plagas.....	746
6.2 Enfermedades fúngicas.....	747
6.3 Enfermedades viróticas.....	749
<b>7. LA JUDÍA EN CULTIVO HIDROPÓNICO.....</b>	<b>749</b>
<b>8. LA SALINIDAD EN CULTIVOS DE JUDÍA VERDE.....</b>	<b>750</b>
<b>9. RECOLECCIÓN, CUIDADOS POSTERIORES Y MERCADOS.....</b>	<b>750</b>

9.1 Recolección.....	750
9.2 Cuidados posteriores .....	751
<b>10. SEGUIMIENTO AGRONÓMICO DE UN CULTIVO DE JUDÍA .....</b>	<b>752</b>
10.1 Datos agronómicos campaña de otoño .....	752
10.2 Datos agronómicos campaña de primavera.....	753
<b>11. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>756</b>
<b>TEMA 23 - EL CULTIVO DE LA LECHUGA ICEBERG</b>	
Martín Hernández Jiménez	
<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>759</b>
<b>2. MORFOLOGÍA Y TAXONOMÍA .....</b>	<b>759</b>
<b>3. FISIOLÓGIA DEL CRECIMIENTO .....</b>	<b>760</b>
3.1 Crecimiento y desarrollo.....	760
3.2 Adaptación medioambiental.....	762
<b>4. EXIGENCIAS GENERALES DE CLIMAS Y SUELOS .....</b>	<b>762</b>
4.1 Clima .....	762
4.2 Suelos .....	763
<b>5. ELECCIÓN DE VARIEDADES.....</b>	<b>764</b>
5.1 Variedades.....	764
5.2 Programación.....	765
<b>6. LABORES CULTURALES .....</b>	<b>765</b>
<b>7. MARCOS DE PLANTACIÓN.....</b>	<b>767</b>
<b>8. RIEGOS Y FERTILIZACIÓN.....</b>	<b>768</b>
8.1 Riegos.....	768
8.2 Fertilización .....	769
<b>9. FISIOPATÍAS, PLAGAS Y ENFERMEDADES. APLICACIONES FITOSANITARIAS.....</b>	<b>770</b>
9.1 Fisiopatías .....	770
9.2 Plagas .....	771
9.3 Enfermedades .....	772
9.4 Aplicaciones fitosanitarias.....	774
<b>10. RECOLECCIÓN, CUIDADOS POSTERIORES, MERCADOS.....</b>	<b>774</b>
<b>11. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>775</b>

(TEMA 13]



# CULTIVOS SIN SUELO

**Francisco Cánovas Martínez**

Ingeniero Agrónomo. Investigador del CIFH La Mojonera

**Juan José Magán Cañadas**

Ingeniero Agrónomo. Estación Experimental de Cajamar “Las Palmerillas”





## 1. ( INTRODUCCIÓN ]

### 1.1. ( Concepto y definición de cultivo sin suelo ]

Para la gran mayoría de las plantas que existen en la actualidad sobre la Tierra, el suelo es el medio natural en el que se desarrollan sus raíces. En él, este órgano vegetal encuentra una serie de elementos esenciales para la planta, como son:

■ **Anclaje:** al crecer las raíces en el suelo, profundizan y se extienden, fijándose fuertemente al terreno.

■ **Aire existente en los poros del suelo:** es fundamental ya que incorpora el oxígeno necesario para el proceso de respiración de las células radiculares, gracias al cual obtienen la energía que precisan para su mantenimiento y la absorción activa de ciertos nutrientes. Una insuficiente cantidad de aire en el suelo (por un excesivo encharcamiento de éste, por ejemplo) conlleva la asfixia de la raíz y finalmente su muerte y la de la planta, al ser incapaz de obtener la energía que requiere.

■ **Agua retenida en los poros del suelo:** como sabemos, el agua es fundamental para la supervivencia de la planta pues es utilizada por ésta en numerosos procesos (transpiración, fotosíntesis, crecimiento vegetal, etc). Se absorbe a través de la raíz y es transportada hacia la parte aérea vía xilema gracias al gradiente de potencial hídrico originado por la transpiración. Su falta origina el marchitamiento de la planta y, en casos graves, la muerte de ésta.

■ **Elementos nutritivos disueltos en el agua del suelo** o adsorbidos al complejo de cambio de éste: estos elementos son absorbidos a través de las raíces por diversos procesos, pasivos o activos, junto con el agua y son necesarios para la síntesis de moléculas estructurales, enzimas, pigmentos, etc, esenciales para la vida vegetal.

Sin embargo, desde hace mucho tiempo, el hombre observó que las plantas podían crecer fuera del suelo, siempre y cuando existiesen en el medio de crecimiento de la raíz los elementos esenciales anteriormente mencionados. En ese momento surge el concepto de “cultivo sin suelo”, es decir, aquél que no utiliza el suelo para su desarrollo, pero dispone de una rizosfera en la que están presentes en adecuada proporción todos los nutrientes.

Dentro de este concepto tan amplio de cultivos sin suelo, se incluyen una gran variedad de sistemas diferentes que, básicamente, los podemos clasificar en dos grandes grupos:

■ Aquellos que utilizan un sustrato, diferente del suelo, para el desarrollo de la raíz, como por ejemplo grava, arena, turba, cortezas de árboles, lana de roca, perlita, etc. El sustrato puede ser cualquier material sólido en el cual las raíces pueden crecer y nutrirse correctamente.

■ Aquellos que no utilizan ningún sustrato para el desarrollo de la raíz. En este caso el sistema radicular puede crecer en el seno de una solución nutritiva (agua más elementos minerales) convenientemente oxigenada, dando lugar a lo que se denomi-

nan cultivos hidropónicos, de los que existen diversas modalidades que más tarde se estudiarán; o bien puede crecer en el aire y la solución nutritiva es pulverizada convenientemente para que moje las raíces y éstas puedan nutrirse, dando lugar a lo que se denominan cultivos aeropónicos.

En el campo almeriense frecuentemente se confunden los conceptos de cultivo sin suelo e hidropónico, considerándose como sinónimos, ya que a los cultivos en sustrato se les hace llamar “hidropónicos” cuando, como hemos visto con anterioridad, son términos diferentes.

### 1.2. (Interés y justificación de los cultivos sin suelo como sistemas productivos)

En los países desarrollados la agricultura se encuentra cada vez más condicionada por la mano de obra, ya que es escasa y cara, por lo que supone un importante input. Ante ello, con el fin de mantener la rentabilidad de las explotaciones agrícolas en estos países, sólo caben dos posibilidades.

La primera es la de implantar una elevada mecanización de las distintas operaciones culturales a realizar, con el fin de sustituir la mano de obra por maquinaria. Sin embargo, en los cultivos hortícolas bajo invernadero, la mecanización está muy limitada ya que se trata de cultivos de primor que requieren cuidados muy esmerados para obtener buenas producciones. De esta forma, sólo algunas operaciones se pueden automatizar, como la realización de los tratamientos fitosanitarios, la retirada de la cosecha o la limpieza final del cultivo.

Otra posibilidad es la de aumentar los ingresos incorporando un alto nivel tecnológico a las instalaciones, de forma que se puedan controlar perfectamente los distintos parámetros ambientales, haciéndolos óptimos para el cultivo y consiguiendo así elevadísimas producciones y alta calidad, que de otra forma serían impensables. En este sentido, los cultivos sin suelo juegan un papel muy importante, ya que permiten controlar muy bien las condiciones a las que está sometido el cultivo a nivel radicular, cosa que no es posible en el suelo, por lo que las producciones van a ser menores en éste y resultarán limitantes en sistemas ultracontrolados.

Así, mediante un buen manejo del sistema es posible aportar las concentraciones óptimas de los distintos nutrientes, manteniendo unas adecuadas relaciones para que no se produzcan competencias entre ellos. Al mismo tiempo, se puede mantener un alto nivel de humedad en la rizosfera para facilitar la absorción de agua, guardando una buena aireación para evitar problemas de asfixia.

Por otro lado, la repetición de los cultivos en el mismo suelo ha provocado finalmente la aparición de importantes enfermedades radiculares que limitan enormemente las producciones. Esto ha sido parcialmente solventado mediante la desinfección reiterada de dicho suelo, la utilizada de portainjertos y el empleo de variedades resistentes. Sin embargo, el uso de los cultivos sin suelo ha permitido aumentar las posibilidades en este sentido ya que el número de especies patógenas que aparecen en estos sistemas es menor, aunque algunas tienen una incidencia mayor que en suelo. Además la desinfección es más sencilla y controlable, y la renovación periódica de los sustratos permite evitar el arraigo de las enfermedades.



### 1.3. ( Antecedentes y evolución ]

Ya en el siglo pasado, los cultivos sin suelo se empezaron a utilizar como medio de investigación en fisiología y nutrición vegetal y aún hoy día se siguen empleando con tal fin. Gracias a ello los conocimientos en ambas disciplinas han avanzado enormemente a lo largo del siglo XX y ha sido posible determinar cuáles son los elementos esenciales para las plantas y las proporciones adecuadas entre ellos y establecer la solución nutritiva ideal.

A nivel comercial, las primeras aplicaciones fueron muy especiales. Así por ejemplo, es conocido el uso que hizo de estos sistemas el ejército americano durante la II Guerra Mundial en las bases militares de las islas del Pacífico con el fin de alimentar a las tropas. Se trataba de cultivos en grava que requerían unos costes de instalación muy altos. Además eran muy pesados y por tanto fijos y necesitaban de desinfección.

Es en los años 70 cuando los cultivos sin suelo se empiezan a implantar seriamente a nivel comercial, gracias a la aparición de los primeros elementos móviles, como los sacos de turba o el NFT. Sin embargo, en aquella época, el nivel tecnológico existente hacía complicado el manejo de los sistemas cerrados, y por ello fueron postergados.

Pero es en los años 80 cuando se produce la auténtica expansión de estos cultivos, gracias a la aparición de sustratos artificiales inertes tales como la lana de roca o la perlita que, junto con los avances producidos en instalaciones y automatismos de control, han permitido obtener producciones muy elevadas. Actualmente existen en Europa amplias zonas invernadas de cultivos sin suelo y, en algunas de ellas, estos sistemas superan en superficie a los que aún utilizan el suelo como medio de cultivo.

### 1.4. ( Situación actual ]

En la actualidad, los cultivos sin suelo se han impuesto de forma clara en las producciones hortícolas bajo invernadero, de forma que, en determinados países, el 100% de la superficie dedicada a algunos cultivos está sometida a estos sistemas de producción. Esto es por ejemplo lo que ocurre en Holanda con ciertas producciones hortícolas como tomate, pepino o pimiento.

Sin embargo, los cultivos de hoja se han desarrollado poco en estos sistemas debido al encarecimiento que supone el empleo de un número elevado de unidades de cultivo ocasionado por la alta densidad de plantación necesaria. En lo que se refiere a las flores de corte, la incidencia de los cultivos sin suelo es variable según especies. Así, por ejemplo, es alta para rosas y gerberas y baja para claveles (por la alta densidad que requiere y por tratarse de una flor barata) y crisantemos (igualmente por la densidad necesaria, el ciclo corto de cultivo que presenta y la facilidad de manejo en suelo).

Si consideramos el desarrollo de los cultivos hortícolas por países, se observa que la evolución de estos sistemas ha sido paralela a la de los invernaderos y su tecnología, de forma que en Europa resulta mayor en los países del norte (Holanda, Gran Bretaña, etc). No obstante, poco a poco también empiezan a emplearse en los países del sur, y en concreto en España la superficie de cultivos sin suelo ya tiene cierto peso con unas 8000-1000 ha, distribuidas fundamentalmente por Almería, Murcia, Granada y Canarias.

### 1.5. ( Los cultivos sin suelo en el Sureste español ]

La introducción de los cultivos sin suelo en nuestra provincia tuvo lugar a finales de los años 70, con la aparición de los sistemas de cultivo en sacos de turba y el NFT. Sin embargo, en aquella época resultaron poco interesantes debido fundamentalmente al bajo grado de tecnificación existente y al escaso nivel de formación del agricultor. Además, había un sistema de preparación del suelo bastante eficaz como era el enarenado, el cual estaba muy difundido en la zona.

Durante los años 80, el avance de los cultivos sin suelo en nuestra provincia fue muy lento y apenas significativo, si exceptuamos el uso que se hizo de los mismos en Quash, S.A. Fue a finales de los 80 cuando, debido a la presión ejercida por las empresas comercializadoras de sustratos, los cultivos sin suelo empezaron a despegar en Almería.

Sin embargo, ha sido en la década de los 90 cuando se ha producido, y se sigue produciendo, el avance más significativo. Curiosamente este desarrollo está motivado en gran medida por cuestiones económicas pues, hoy día, resulta bastante costosa la ejecución del enarenado tradicional y, ante ello, muchos agricultores que construyen nuevas explotaciones prefieren simplemente nivelar el terreno y colocar sobre él algún sustrato (lana de roca o perlita, fundamentalmente).

No obstante, también hay agricultores que están optando por los cultivos sin suelo debido a otras circunstancias, como es la aparición en los suelos de enfermedades importantes (nematodos, fusariosis, etc) o simplemente para conseguir un mejor control del cultivo y mayores producciones. En cualquier caso, actualmente el grado de tecnificación alcanzado por la agricultura almeriense es bastante significativo, al igual que la preparación media del agricultor al haberse producido un cambio generacional, con lo cual ambos factores ya no son obstáculo para el desarrollo de los sistemas de cultivo sin suelo.

En la actualidad, se estima que la superficie ocupada por estos cultivos en Almería es de unas 4000 ha, prácticamente en su totalidad como cultivos en sustratos, y se reparten casi al 50% entre lana de roca y perlita; otros sustratos como la fibra de coco se encuentran muy por detrás de los anteriores. Fundamentalmente se destinan al cultivo de tomate y pepino, pero también se emplean para el desarrollo de otras especies como melón, calabacín, sandía, etc.

### 1.6. ( Perspectivas de los cultivos sin suelo ]

De cara al futuro próximo, el desarrollo de los cultivos sin suelo parece irreversible y continuado, en base a lo expuesto en los apartados anteriores. Incluso es de esperar que se acelere dicho desarrollo conforme estos sistemas sean mejor adaptados a la zona y su manejo se facilite y mejore. Asimismo la exigencia del mercado por productos de mayor calidad organoléptica puede favorecer a los cultivos sin suelo ya que, al reducir éstos la incidencia de enfermedades radiculares, será posible, por ejemplo, la vuelta al cultivo de sandía sin injertar.

Otros factores que igualmente favorecerán en el futuro el desarrollo de los cultivos sin suelo frente a los de suelo, son los siguientes:



- El aumento de los riesgos de contaminación, infección o degradación del suelo en aquellos cultivos realizados en éste.
- La necesidad de ahorrar agua, que llevará a la recirculación de las soluciones nutritivas para eliminar o, al menos, reducir los drenajes emitidos al medio.
- La obligación, a través de una legislación ambiental restrictiva, de controlar la contaminación del medio ambiente, lo cual conducirá igualmente a la recirculación de las soluciones en cultivos sin suelo.

## 2. ( SISTEMAS DE CULTIVO SIN SUELO )

### 2.1. ( Principios básicos )

La absorción de agua y nutrientes desde la rizosfera al interior de la raíz y su posterior translocación hacia la parte aérea de la planta, es fundamental para la producción de fotoasimilados en ésta última. Una parte de los mismos son destinados a la generación de elementos plásticos (necesarios para el crecimiento vegetal), mientras que otros sirven como elementos energéticos, los cuales pueden permanecer en reserva o bien ser oxidados mediante el proceso de respiración para proporcionar la energía que necesitan las células en sus funciones vitales.

Así por ejemplo, el propio proceso de absorción radicular requiere, en los casos de transporte activo, el gasto de energía en forma de ATP. Si los elementos que necesita la planta (agua, nutrientes, oxígeno, etc) se encuentran en óptimas condiciones y bien equilibrados, dicho gasto energético será menor y, por tanto, un mayor porcentaje de carbohidratos se destinarán a fines productivos. Esto es lo que ocurre en los sistemas de cultivo sin suelo cuando se manejan correctamente, ya que en ellos es más fácil controlar las condiciones de la rizosfera a las que está sometido el cultivo.

Por otro lado, resultará conveniente que estas condiciones óptimas se mantengan lo más estables posible para evitar que se alejen de la idoneidad. De este modo, los cultivos sin suelo deben ser manejados uniformemente si queremos obtener resultados satisfactorios. En este sentido, los riegos deberán ser suficientemente cortos para evitar que la solución de aporte altere en exceso la existente en la rizosfera. Así mismo se deberán evitar cambios bruscos de la solución nutritiva.

### 2.2. ( Características diferenciales con los cultivos en suelo )

Las características diferenciales entre los cultivos con y sin suelo se centran básicamente a nivel radicular. Así, debido a las mayores necesidades energéticas de los primeros, éstos requieren una mayor tasa de respiración de la raíz, lo que implica que las necesidades de oxígeno a nivel radicular deban ser igualmente mayores. Sin embargo, la temperatura máxima aérea a partir de la cual la planta cierra sus estomas debido a la existencia de un déficit de presión de vapor excesivamente alto, es mayor en los cultivos sin suelo ya que, al estar más disponible el agua en el sustrato y reponerse más fácilmente la que se evapora, el punto de deshidratación se desplaza hacia una mayor temperatura.

Por otro lado, el suelo tiene más inercia térmica, mientras que los sustratos presentan mayores oscilaciones de temperatura a lo largo del día. Esto hace que, aunque se registren temperaturas nocturnas inferiores, el sustrato se caliente más rápidamente por la mañana, entrando la planta antes en actividad, con lo cual se consigue una mayor precocidad en los cultivos sin suelo. La inercia de los sustratos está más condicionada por el volumen y la forma del contenedor que por la naturaleza del mismo ya que, al estar completamente humedecido, su coeficiente de transmisión calorífica varía muy poco de uno a otro y es muy próximo al del agua.

El sustrato resulta más homogéneo, suelto y ligero que el suelo, de forma que la fracción sólida que presenta es muy baja y el porcentaje de fluidos retenidos (agua y aire) muy elevado. Por ello, aunque en cultivos sin suelo el volumen unitario por planta es muy pequeño, el porcentaje de espacio útil es muy grande. Además, se utilizan sustratos que presenten una adecuada relación aire/agua, de forma que las raíces del cultivo están bien aireadas pero, a su vez, disponen de un suministro suficiente de agua. Finalmente, la fuerza de retención de agua en los sustratos es muy pequeña, de manera que sufre oscilaciones mucho menores que en el suelo. Es por ello que, mientras que para representar el nivel de retención de agua de los suelos se utilizan curvas de pF en escala logarítmica, en los sustratos se usa una escala directa en centímetros.

En lo que se refiere al comportamiento químico, en el suelo siempre se presenta algún tipo de actividad química (reacciones, solubilizaciones, hidrólisis, etc), mientras que en los sustratos va a depender del tipo del que se trate, de forma que puede existir (sobre todo si son naturales, como la arenas calizas) o no (en sustratos artificiales especialmente fabricados para tal fin). En cultivos sin suelo se pretende que el sustrato no interfiera en la composición de la solución nutritiva aportada, con el propósito de que el cultivo esté sometido a las condiciones concretas que se deseen, y para ello es interesante que su capacidad de intercambio catiónico sea nula o muy baja. Esto sucede sobre todo en los sustratos minerales, mientras que en los orgánicos suele ser alta, aunque ello no supone un gran problema ya que puede vencerse fácil y rápidamente debido al poco volumen de sustrato que se utiliza. Frente a esto, en el suelo es difícil y lento controlar la solución de la rizosfera debido a su capacidad de intercambio catiónico y el poder tamponante.

En los sustratos también se busca que exista una alta estabilidad física con el fin de que no se degraden y conserven intactas sus propiedades de partida, ya que de lo contrario se podría ver perjudicado el cultivo.

Finalmente, en cuanto a la actividad biológica, inicialmente no existe en sustratos inertes, aunque posteriormente se desarrolla a lo largo del cultivo una flora parásita o saprofita en las raíces. Sin embargo en los sustratos orgánicos sí se produce una intensa actividad biológica que origina su degradación y, por consiguiente, el empeoramiento de sus características (compactación, falta de aire) y la competencia de los microorganismos con el cultivo al consumir nutrientes. En el suelo existe una alta actividad microbiana en un equilibrio de sinergias y antagonismos que es útil para la planta y cualquier contaminación o práctica cultural incorrecta puede romperlo, siendo entonces difícil de corregir. En los sustratos esto no ocurre y, si se produce, es fácil de solventar reponiéndolos periódicamente.



En definitiva, los cultivos sin suelo presentan una menor inercia en casi todo y ello exige un manejo más preciso y continuado que en suelo, pero también permiten alcanzar un equilibrio más favorable para el desarrollo de las funciones radiculares (relación agua/aire, temperatura, elementos nutritivos, presión osmótica, etc) y ello puede repercutir en una mayor producción. Así mismo, los sustratos tienen características más homogéneas que el suelo y, por ello, las plantaciones obtenidas resultan también más parejas. No obstante, todo no son ventajas a favor de los cultivos sin suelo ya que en éstos, al existir un mayor nivel de humedad, se dan condiciones más favorables al desarrollo de los patógenos. Además, debido al poder tampón del suelo, éste permite un manejo más burdo sin problemas y, por lo tanto, requiere menos tecnología y nivel de conocimientos. Así mismo el riesgo de que la plantación sufra algún daño debido a cualquier fallo o error de manejo es inferior.

### 2.3. (Componentes y clasificación de los sistemas de cultivo sin suelo)

Un sistema de cultivo sin suelo comprende: el conjunto de módulos unitarios de cultivo (planchas, macetas, sacos, etc), el equipamiento adecuado (equipo de riego, automatismo, control de temperatura, etc) y la tecnología necesaria para su correcto manejo. La conjunción de estos factores garantizará un resultado satisfactorio del cultivo.

Cada módulo unitario está compuesto por un medio de cultivo o sustrato y por un contenedor o recipiente que da forma y condiciona en gran medida las propiedades del contenido. Esto no siempre es así necesariamente y hay casos extremos en que el sustrato no existe, estando las raíces inmersas directamente en la solución nutritiva, o bien el sustrato es rígido y el contenedor resulta innecesario.

En cualquier caso el módulo de cultivo deberá reunir unas características tales, que permita el desarrollo de la raíz en perfectas condiciones de funcionamiento. Entre sus principales exigencias se encuentran:

▲ **Aireación:** la raíz obtiene la energía que necesita por medio de la respiración, quemando carbohidratos y necesita por tanto disponer del oxígeno necesario para ello. Después de cada riego, en general cortos y numerosos, y una vez establecido el equilibrio hídrico, deberá quedar en el sustrato suficiente aire para asegurar el suministro de oxígeno. Las necesidades dependerán de la intensidad respiratoria (temperatura, fase, etc) pero en cualquier caso un mínimo de un 20-30% del espacio útil deberá quedar ocupado por aire.

▲ **Agua:** el agua deberá estar continuamente disponible para la planta en unas condiciones de extracción muy favorables. El volumen y configuración de espacios condicionará la reposición y régimen de riegos.

▲ **Solutos:** entre los elementos químicos disueltos deberán encontrarse todos los necesarios para la nutrición de la planta en cantidades suficientes para prevenir las carencias, pero no excesivas para evitar niveles altos de presión osmótica a vencer por la raíz.

▲ **Temperatura:** deberá ser la apropiada para asegurar una óptima actividad biológica en la raíz. Si es demasiado baja, ésta se ralentizará y, si es demasiado alta, el exceso de actividad acarreará un despilfarro de energía.

Según el medio en que se encuentran las raíces, podemos clasificar los sistemas sin suelo en tres grandes grupos: cultivos en sustrato, cultivos en agua (hidropónicos) y cultivos en aire (aeropónicos). Cada uno de estos grupos admite gran número de subdivisiones según el tipo de sustrato, forma de aporte de solución nutritiva (estática, recirculante, etc) o sistemas híbridos (recirculantes con sustrato, flujo y reflujo, etc).

Cualquier solución que se adopte funcionará mejor o peor en tanto proporcione a la raíz las mejores condiciones antes mencionadas. Así, los sistemas con sustrato dependerán muy directamente del manejo del riego en el equilibrio aire/agua, mientras en los hidropónicos es la aireación el principal problema, contrariamente a lo que sucede en los aeropónicos en que es la presencia continuada de agua en la raíz.

### ■ Unidad elemental de cultivo

Podemos definirla, un tanto arbitrariamente, como la unidad básica que comprende un espacio de cultivo común de características determinadas y que es utilizado como rizosfera por una o más plantas que tienen sus raíces en contacto directo, empleando conjuntamente dicho espacio (plancha de lana de roca, saco de perlita, maceta de turba, canalón o balseta de hidropónicos, etc).

Estas unidades elementales pueden estar interconectadas (sistemas cerrados) o bien aislados físicamente unas de otras y sin ningún tipo de conexión entre ellas, excepto el espacio aéreo. Cada unidad elemental tiene dos componentes principales: el contenedor que aísla, determina y condiciona el espacio radicular, y el contenido que proporciona el medio adecuado al desarrollo de la raíz.

### ■ Contenedores

Compuestos por materiales de diversa naturaleza, su finalidad consiste en delimitar el espacio radicular, aislándolo del resto con el objeto de preservarlo de la luz, agentes contaminantes, pérdida de agua por evaporación, aislamiento térmico, etc.

Cuando el sistema de cultivo utiliza sustratos amorfos, el contenedor con sus características propias influye directamente en el comportamiento del sustrato, condicionando sus propiedades físicas al adquirir la forma determinada por el contenedor. Cuando los sustratos son rígidos (lana de roca, FOAM, etc) o no existen (hidropónicos, aeropónicos, etc), esto no sucede pero aún así condicionan enormemente las características de la rizosfera (pendiente, altura de agua, aislamiento, etc), por lo que su importancia es muy grande en el comportamiento final del sistema.

En un principio los contenedores se construían de materiales pesados y duraderos (hormigón, hierro, cerámica, asfalto, etc) para construir las primitivas bancadas de cultivo. Actualmente se utilizan materiales mucho más ligeros, impermeables e inertes, generalmente plásticos (polietileno, polipropileno, etc), rígidos, semirrígidos o flexibles, de precio asequible y fácil manejo y reposición.

### ■ Sustratos

Como se decía anteriormente, el sustrato no siempre es necesario en los sistemas de cultivo sin suelo. Actualmente están empezando a utilizarse con interés comercial crecien-



te varios tipos de hidropónicos puros, lo que augura un futuro próximo muy prometedor a este tipo de sistemas. La utilización comercial de la aeroponía no parece tan inminente. No obstante en la actualidad son los sistemas con sustrato de diversos tipos los que ocupan casi el 100% del mercado de los sistemas de cultivo sin suelo.

Cualquier sustrato potencial tiene unas características y propiedades intrínsecas que debemos conocer y estudiar para diseñar el contenedor más apropiado, de forma que el módulo de cultivo resultante, sometido a un correcto manejo, proporcione a la raíz el medio favorable que veíamos anteriormente.

Entre las principales encontramos:

#### ▲ **PROPIEDADES FÍSICAS:**

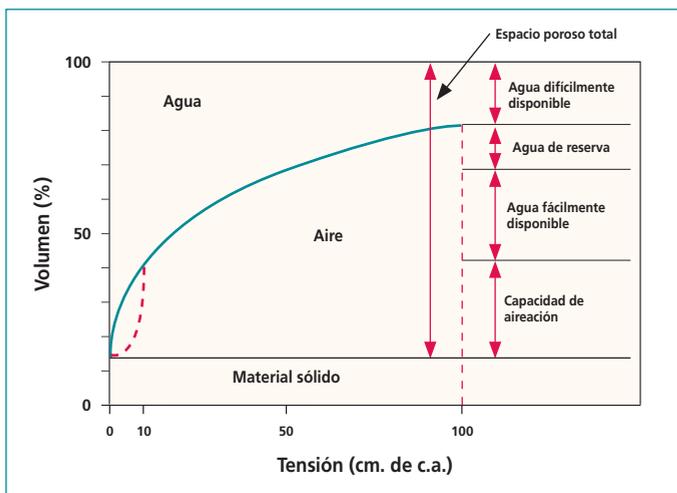
Puesto que la finalidad última de los sustratos es actuar como almacén de aire y solución nutritiva, sus propiedades físicas serán de la mayor importancia.

▲ **Porosidad:** es el volumen total del medio no ocupado por las partículas sólidas y, por tanto, lo estará por aire o agua en una cierta proporción. Su valor óptimo no debería ser inferior al 80-85%, aunque sustratos de menor porosidad pueden ser usados ventajosamente en determinadas condiciones.

Es muy importante que sea abierta, pues la porosidad ocluida, al no estar en contacto con el espacio abierto, no sufre intercambio de fluidos con él y por tanto no sirve como almacén para la raíz. El menor peso del sustrato será el único efecto positivo. El espacio o volumen útil de un sustrato corresponderá pues en exclusiva a la porosidad abierta. El grosor de los poros condiciona la aireación y retención de agua del sustrato. Poros gruesos suponen una menor relación superficie/volumen, por lo que el equilibrio tensión superficial/fuerzas gravitacionales se restablece cuando el poro queda sólo parcialmente lleno de agua, formando una película de espesor determinado.

El equilibrio aire/agua viene plasmado gráficamente en las llamadas curvas de rehumectación. Para su construcción se parte de un volumen unitario saturado de agua. En el eje de las ordenadas aparece en porcentajes el volumen del material sólido (con porosidad cerrada incluida) más el volumen de porosidad útil (al principio lleno totalmente de agua). Se le somete a presiones de succión crecientes, expresadas en centímetros de columna de agua, que se van anotando en el eje de abscisas. A cada succión corresponde una extracción de agua cuyo volumen es reemplazado por el equivalente de aire. De modo que a un valor de abscisas (succión en cm c.d.a.) corresponde una ordenada de valor igual al volumen del material sólido (estable) más volumen de aire. El volumen restante hasta el 100% corresponde al agua que aún retiene el sustrato.

La curva siguiente nos da una radiografía perfecta del desplazamiento del equilibrio aire/agua. En ella hay tres puntos que merecen especial atención, pues sirven de referencia para definir las características del sustrato. Al volumen de aire que corresponde al punto de succión 10 cm se le denomina convencionalmente “capacidad de aireación” del sustrato y valor óptimo se sitúa en el 25-30% del volumen útil. El agua extraída entre los puntos 10 y 50 es el agua fácilmente utilizable. A la extraída entre el 50 y 100 se le denomina agua de reserva y a la retenida a mayor presión se le considera agua de difícil utilización. Lógicamente el agua más interesante es la retenida entre 10 y 50 cm.



**CURVA 1.**

La porosidad útil de un sustrato, que ya hemos dicho que es la porosidad abierta, nos interesa que sea la mayor posible, de ahí la conveniencia de que el sustrato posea una porosidad interna abierta y no solo porosidad externa interparticular.

▲ **Densidad:** la densidad de un sustrato la podemos referir bien a la del material sólido que lo compone y entonces hablamos de densidad real, o bien a la densidad calculada considerando el espacio total ocupado por los componentes sólidos más el espacio poroso, y la denominamos densidad aparente. La densidad real tiene para los sustratos un interés relativo. Su valor varía según la materia de que se trate y suele oscilar entre 2,5-3 para la mayoría de los de origen mineral. La densidad aparente es mucho más interesante pues nos indica indirectamente la porosidad del sustrato y su facilidad de transporte y manejo. La densidad aparente es preferible lo más baja posible, hasta un límite (0,07-0,1) que nos garantice una cierta consistencia de estructura.

▲ **Estructura:** puede ser granular como la de la mayoría de los sustratos minerales o bien fibrilar. La primera no tiene forma estable, acoplándose fácilmente a la forma del contenedor, mientras que la segunda dependerá de las características de las fibras. Si son fijadas por algún tipo de material de cementación, conservan formas rígidas y no se adaptan al recipiente pero tienen cierta facilidad de cambio de volumen y consistencia cuando pasan de secas a mojadas.

▲ **Granulometría:** el tamaño de gránulos o fibras condiciona enormemente el comportamiento del sustrato, ya que además de su densidad aparente varía su comportamiento hídrico a causa de su porosidad externa, que aumenta de tamaño de poros conforme sea mayor la granulometría.

▲ **PROPIEDADES QUÍMICAS:**

Los sustratos inertes son preferibles a los químicamente activos. La actividad química aporta a la solución nutritiva elementos adicionales por procesos de hidrólisis o



solubilidad. Si éstos son tóxicos, el sustrato no sirve y hay que descartarlo, pero aunque sean elementos nutritivos útiles entorpecen el equilibrio de la solución al suponer su incorporación un aporte extra con el que habrá que contar, y dicho aporte no tiene garantía de continuidad cuantitativa (temperatura, agotamiento, etc). Los procesos químicos inciden además en la estructura del sustrato, cambiando sus propiedades físicas de partida, lo que es perjudicial.

La capacidad de intercambio catiónico es la única propiedad físico-química que en cantidades moderadas puede ser beneficiosa. El poder tampón que supone para el equilibrio de la solución, minimiza los posibles errores o accidentes en su formulación. Si es demasiado alta entorpece los cambios que voluntariamente se quieren introducir.

#### ▲ **PROPIEDADES BIOLÓGICAS:**

Cualquier actividad biológica en los sustratos es claramente perjudicial. Los microorganismos compiten con la raíz por oxígeno y nutrientes, lo que hay que tener en cuenta a la hora de diseñar el manejo.

Por otra parte, los microorganismos degradan el sustrato y empeoran sus características físicas de partida. Generalmente su capacidad de aireación disminuye y finalmente se corre el riesgo de asfixia radicular. La actividad biológica está restringida a los sustratos orgánicos y a la hora de la elección habrá que descartar aquéllos en los que el proceso degradativo sea demasiado rápido.

#### ■ **Equipos de riego y fertilización**

Una instalación de riego diseñada para un cultivo sin suelo presenta, en esencia, los mismos componentes básicos que un sistema de fertirrigación en suelo de alta frecuencia. Así pues, va a constar en primer lugar de un cabezal de riego donde se va a formular la solución nutritiva deseada y posteriormente se va a filtrar, con el fin de eliminar las posibles impurezas que pueda llevar. Del mismo modo, incorpora una red de distribución, que es un conjunto de tuberías de diferente orden que se encargan de llevar la solución nutritiva desde el cabezal hasta el cultivo. Por otro lado, los emisores son los elementos que permiten la salida de dicha solución desde las tuberías y su localización a cada una de las plantas de la manera más uniforme posible para que todas ellas reciban la misma cantidad de agua. Finalmente, la instalación se completa con los automatismos de actuación, a través de los cuales es posible automatizar la fertirrigación de los cultivos sin suelo.

Aunque los componentes básicos son similares a los de una instalación de fertirrigación para cultivos en suelo, existen algunas características diferenciales que es necesario tener en cuenta:

▲ **Cabezal de formulación y filtrado:** dado que en cultivos sin suelo la solución nutritiva debe ser formulada (o ajustada en el caso de sistemas recirculantes) con una mayor precisión que en los cultivos de suelo debido a la menor inercia de aquéllos, el cabezal de riego va a resultar más sofisticado en el primer caso. Así pues, dado que en nuestra zona es muy frecuente la utilización de venturis para inyectar las soluciones madre y éstos se ven afectados por la altura del agua en el depósito, resulta conveniente instalar un bidón

pequeño de nivel intermedio entre el depósito de solución madre y el punto de inyección, de manera que desde aquél se realice la aspiración y se mantenga en él constante el nivel de agua mediante una boya.

Este inconveniente que presentan los venturis también se puede subsanar repartiéndolos todos los fertilizantes entre dos soluciones madre cuya concentración sea tal que se inyecten al 50% y se consuman en la misma proporción. Esto permite, además, detectar si existe algún problema en la inyección ya que, en tal caso, el descenso de las soluciones será desigual. Sin embargo, tiene el inconveniente de que no se pueden redondear las cantidades de fertilizantes aportadas a los depósitos, por lo que es más trabajosa la preparación de dichas soluciones madre para el agricultor, y el sistema resulta menos versátil, especialmente cuando se dispone de varios sectores de riego con diferentes necesidades de fertilización.

Otra posibilidad que existe es el empleo de bombas inyectoras, pero en nuestra zona son poco utilizadas ya que el sistema resulta notablemente más caro.

En el cabezal de riego también se pueden presentar otras diferencias con respecto a los cultivos en suelo, especialmente en lo que se refiere a la automatización del sistema, la cual no es necesaria en suelo, mientras que resulta imprescindible en los sin suelo debido al elevado número de riegos que se realizan a lo largo del día.

▲ **Red de distribución:** este elemento de la instalación no difiere grandemente con respecto a los cultivos en suelo, si exceptuamos los automatismos que resultan imprescindibles en los sin suelo. No obstante, hay que tener en cuenta que el cálculo hidráulico debe ser realizado con especial esmero con el fin de conseguir un coeficiente de uniformidad mínimo del 90%, ya que de lo contrario existirán excesivas diferencias en la cantidad de agua suministrada a distintas plantas, y ello repercutirá en un desarrollo desigual del cultivo. En este sentido, puede ser conveniente la instalación de reguladores de presión al inicio de los distintos subsectores, con el fin de mantener una presión uniforme en todo el sector de riego. Así mismo, resulta frecuente establecer un mayor número de subsectores que en cultivos en suelo con el propósito de conseguir una adecuada homogeneidad de presiones.

▲ **Emisores:** aunque en los cultivos sin suelo pueden utilizarse emisores capilares y de laberinto si la nivelación del terreno lo permite y se utilizan electroválvulas en los subsectores para conseguir una buena uniformidad del riego y evitar descargas de las tuberías, en nuestra zona lo más frecuente es el empleo de emisores de membrana autocompensantes, los cuales tienen un amplio margen de autorregulación y arrojan un caudal constante en un gran intervalo de presiones. Aunque éstos también se emplean en cultivos en suelo cuando se trata de terrenos de elevada pendiente, no es frecuente su uso en invernaderos, por lo que suponen otra diferencia a considerar entre los cultivos con y sin suelo.

Aparte de mantener constante el caudal, los goteros autocompensantes presentan otra gran ventaja que es el cierre del orificio de salida cuando la presión es inferior a unos 4 m.c.a., lo que evita la descarga de las tuberías entre riegos y que, de este modo, se aporte más agua a las plantas situadas en cotas más bajas. Además, no se requiere el llenado de las tuberías al inicio del riego y el régimen normal de trabajo se consigue con rapidez. Sin



embargo, esta característica antidrenante se presenta en emisores de  $3 \text{ L}\cdot\text{h}^{-1}$  y no en los de  $2 \text{ L}\cdot\text{h}^{-1}$  cuando existe un cierto desnivel, por lo que los más utilizados son los primeros, a pesar de que en cultivos sin suelo interesan emisores con el caudal más bajo posible con el fin de aumentar el tiempo de riego y mejorar la hidratación del sustrato y la regulación del cabezal a la hora de preparar la solución nutritiva.

▲ **Automatismos de actuación:** constituyen la principal diferencia entre los cultivos con y sin suelo, ya que en los primeros no son necesarios al darse un riego diario como máximo, mientras que sí lo son en los segundos, en los que pueden darse veinte o más riegos al día. No obstante, cada vez se utilizan más en cultivos en suelo para mayor comodidad del agricultor.

Dentro de estos elementos tenemos a los autómatas de riego que son los encargados de gobernar el resto de automatismos, por lo que constituyen el corazón de toda la instalación. A ellos se les indica las órdenes necesarias para efectuar la fertirrigación (tiempo o volumen de riego, ritmo de inyección de fertilizantes, orden de apertura de las válvulas de sectorización, etc).

Otros automatismos importantes son las electroválvulas y las válvulas hidráulicas, las cuales se encargan de abrir y cerrar la tubería en la que se colocan, dejando o no pasar el agua a través suya respectivamente. Las primeras están gobernadas por señales eléctricas, mientras que las segundas presentan un accionamiento hidráulico.

Por otro lado, la cantidad de agua que se va a aportar en cada riego puede fijarse por tiempos, en cuyo caso hay que conocer el caudal de descarga de los goteros y el número de éstos para saber el agua que se está aportando, o mejor aún por volúmenes, de forma que se mide directamente la cantidad aportada. En este segundo caso, se utilizan contadores eléctricos conectados al autómata de riego.

Finalmente, cabe hacer mención a los automatismos de demanda para la programación de los riegos. Éstos resultan muy importantes en cultivos sin suelo ya que el volumen de riego es pequeño y, por tanto, el número de riegos elevado. Además, el intervalo entre riegos resulta variable según el periodo del día, y las necesidades de riego pueden cambiar enormemente de un día a otro. Por tanto, la fijación de unas determinadas horas de riego en base a la información que se dispone de días anteriores en cuanto a volumen y conductividad eléctrica del drenaje, no es totalmente exacto y resulta conveniente la instalación de los mencionados automatismos de demanda, de los cuales existen diferentes tipos:

- **Bandeja de demanda:** se trata de una bandeja donde se coloca el sustrato cultivado y en la que se fija un nivel mínimo de agua, por debajo del cual se inicia un nuevo riego. También se ajusta el nivel a partir del cual la bandeja empieza a drenar, estableciéndose el porcentaje de drenaje que se desea. Este tipo de bandejas tienen el inconveniente de que proporcionan un drenaje inferior al mediodía que a primera y última hora del día, por lo que, aunque el porcentaje de drenaje medio diario sea el adecuado, puede ocurrir que la planta sufra estrés hídrico en las horas centrales.
- **Solarímetro:** este instrumento mide la radiación solar incidente en  $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ , siendo dichos datos procesados por autómata, el cual acumula la energía recibida por unidad de tiempo transcurrido. De este modo, cuando se alcanza una cierta cantidad de  $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$  acumulados,

se activa el riego. Sin embargo, este sistema no es totalmente exacto por sí solo ya que, conforme avanza el día, se requiere disminuir el factor de radiación para mantener el porcentaje de drenaje deseado.

Con el fin de subsanar este inconveniente, se está tratando de combinar el solarímetro con medidas de volumen de drenaje, de manera que si disminuye éste, automáticamente se altere el factor de radiación, reduciéndolo igualmente en una determinada proporción para conseguir que los riegos sean más frecuentes y se incremente a su vez el porcentaje de drenaje. De forma contraria se actuará si éste resulta excesivamente elevado.

• **Otros sistemas** tales como medidores del flujo de savia, de las contracciones del diámetro del tallo, etc, están en experimentación en nuestra zona, no habiéndose aplicado aún a nivel comercial.

### ■ Otras instalaciones

Aparte de los equipos de fertirrigación, algunos sistemas de cultivo sin suelo requieren otro tipo de instalaciones para su buen funcionamiento, al presentar una escasa inercia. Dentro de estas instalaciones están las siguientes:

▲ **Equipos de inyección de aire** mediante burbujeo en sistemas hidropónicos de solución estática, como es el caso de las bancadas. Como ya se indicó anteriormente, para el adecuado desarrollo de los cultivos resulta fundamental que las raíces dispongan del oxígeno necesario en el proceso de respiración, y este parámetro es limitante en cultivos en agua de difícil aireación pasiva. Por tanto, para que puedan tener éxito, es imprescindible forzar la solubilización de oxígeno en la solución nutritiva. Esto puede conseguirse haciendo burbujear aire en dicha solución.

▲ **Sistemas de regulación de la temperatura de la solución**, tanto por calefacción como por refrigeración en cultivos hidropónicos recirculantes. Dado que este tipo de cultivos no utilizan sustrato y se desarrollan exclusivamente en agua, la temperatura radicular está sometida a fuertes fluctuaciones en función de la del ambiente. De este modo, en periodos de calor y especialmente si el cultivo está poco desarrollado, de manera que no es capaz de sombrear sus propias raíces, la solución alcanza valores termométricos excesivos que pueden originar la muerte de una parte del sistema radicular y el consiguiente retraso del cultivo.

Para subsanarlo, es fundamental enfriar la solución, bien con sistemas pasivos como puede ser una columna de refrigeración, o bien con sistemas forzados que consuman energía eléctrica.

Del mismo modo, en periodos fríos la solución nutritiva puede alcanzar temperaturas excesivamente bajas, especialmente por la noche. Con el fin de mantener la actividad vital a nivel radicular y mejorar los rendimientos, es importante calentar la solución.

▲ **Humidificadores:** la instalación de sistemas que permitan aumentar la humedad relativa ambiental es fundamental para el buen desarrollo de los cultivos sin suelo en zonas donde este parámetro alcanza valores excesivamente bajos (30% e incluso menos). Aún siendo convenientes en los cultivos en suelo, los equipos de humidificación son especialmente importantes en los sin suelo ya que, en éstos, el volumen radicular es peque-

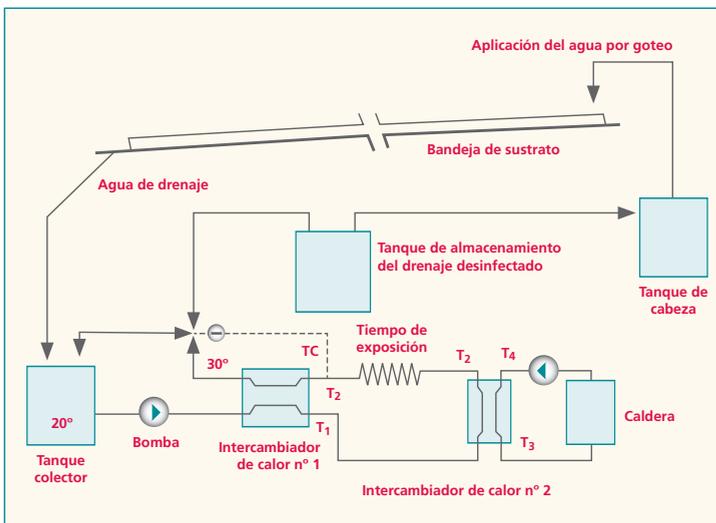


ño y, dado que el calcio es absorbido a través de los ápices radiculares, hay menos puntos de entrada de dicho elemento a la planta, por lo que la existencia de unas condiciones desfavorables a la absorción de calcio (por ejemplo, baja humedad relativa que origina un aumento del déficit de presión de vapor), se vuelven más críticas y pueden acarrear síntomas de deficiencia más graves que en suelo (blossom end rot en tomate y pimiento).

▲ **Equipos de desinfección en sistemas con reuso de los drenajes** en sistemas de cultivo sin suelo cerrados en los que la solución sobrante no absorbida por el cultivo es recogida y reutilizada en la elaboración de una nueva solución, existe el riesgo de que cualquier microorganismo patógeno radicular que se haya introducido en el sistema, se propague rápidamente a través del mismo a toda la plantación, pudiendo ocasionar graves daños. Para evitar esto, existen diversos sistemas que permiten matar dichos microorganismos, desinfectando la solución y reduciendo considerablemente el riesgo. Estos sistemas son los siguientes:

- **Tratamiento térmico:** consiste en calentar la solución nutritiva a 95 °C durante 30 segundos. Se trata de un método altamente efectivo aunque caro y que además requiere bajar el pH de la solución hasta un valor de 3 ó 4 para evitar la precipitación de las sales cálcicas. En la figura siguiente se incluye el esquema original de una instalación para desinfección por calor (Runia, van Os y Bollen, 1988).

En ésta, la elevación de la temperatura se obtiene a través de dos intercambiadores de calor, el primero de los cuales permite hacer un precalentamiento del drenaje, aprovechando como fuente de calor el agua ya desinfectada que procede del segundo intercambiador. Éste utiliza una fuente de calor externa para calentar hasta la temperatura final. Variando la separación entre los dos intercambiadores, se puede modificar el tiempo de exposición de la solución al tratamiento térmico.



■ ESQUEMA DE UNA INSTALACIÓN DE DESINFECCIÓN POR CALOR.

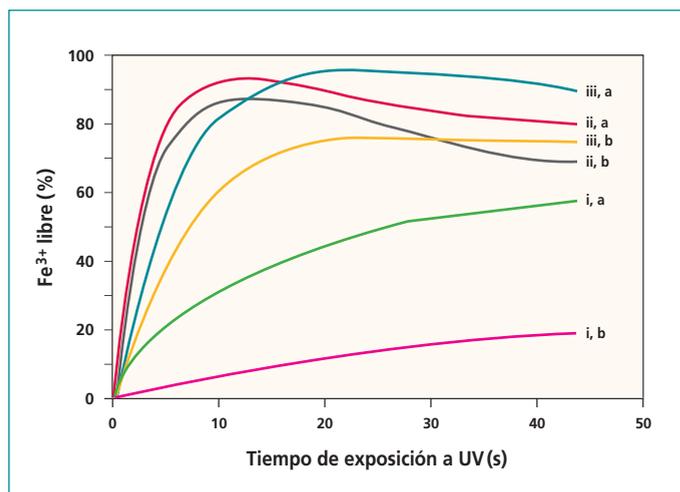
T1: 80°C < T1 < 90°C, T2: > 95°C, T3: 90°C < T3 < 95°C, T4: 105°C. M: VÁLVULA COMANDA-DA POR EL MOTOR. TC: TERMOPAR. FUENTE: RUNIA ET AL (1988)

Más recientemente, se ha visto el interés que puede tener el uso de una caldera de condensación modificada, que combina el efecto térmico con el de los rayos ultravioletas producidos por la llama (Steinberg et al, 1994). Esto permite reducir de forma eficaz la densidad microbiana con una temperatura menos elevada. En concreto los hongos testados se destruyeron con un pase de 30 segundos a 58,9 °C y las bacterias no productoras de esporas con un pase de 45 segundos a 65,2 °C.

- **Ozonización:** se trata de hacer burbujear ozono en la solución nutritiva a una concentración de 8 a 10 g·h<sup>-1</sup>·m<sup>-3</sup>. Previo a la desinfección es necesario bajar el pH hasta un valor de 4 y además hay que eliminar el ozono tras el tratamiento ya que, de lo contrario, al tratarse de un fuerte oxidante, afectaría a las raíces del cultivo. Este sistema tiene el inconveniente de ser caro y un tanto engorroso.
- **Radiación ultravioleta:** En este sistema, la solución nutritiva se hace circular a través de una lámpara capaz de emitir radiación ultravioleta con una longitud de onda de 253,7 nm, lo que permite reducir el nivel de agentes infecciosos gracias a su actividad biocida. Cada especie patógena tiene unos requerimientos energéticos para su eliminación. No obstante, a nivel general se puede decir que en el caso de hongos y bacterias son necesarios 100 mJ·cm<sup>-2</sup>, mientras que en el caso de virus se necesitan 250 mJ·cm<sup>-2</sup>.

Este sistema de desinfección es el más utilizado por su facilidad de aplicación práctica, aunque presenta algunos inconvenientes. Por ejemplo, su eficacia depende de la densidad óptica de la solución, de forma que, si ésta presenta cierta turbidez, la radiación no es capaz de penetrar completamente en la solución y la desinfección resulta no ser totalmente eficaz. Además, también depende de la limpieza y de la edad de las lámparas, cuyo valor máximo recomendado por el fabricante no se debe sobrepasar.

Otro inconveniente es que la radiación ultravioleta destruye los quelatos de hierro presentes en la solución, aunque dicha destrucción es diferente según el tipo de quelato y el pH. Según puede observarse en la gráfica (Acher et al., 1997), al disminuir el pH de la solución se produce una mayor fotodegradación de los quelatos.



**E** EFECTO DEL pH DE LA SOLUCIÓN NUTRITIVA Y EL TIEMPO DE EXPOSICIÓN A UV SOBRE LA FOTODEGRADACIÓN DE LOS QUELATOS.  
 A, pH = 3,5; B, PH = 6,0; I, FE-EDDHA; II, FE-NA-EDTA; III, FE-DTPA.  
 FUENTE: ACHER ET AL. (1997).



Además el quelato más estable es el EDDHA, seguido (para tiempos de exposición bajos) del DTPA y finalmente del EDTA, por lo que éste último no debería ser empleado en la formulación de soluciones nutritivas recirculantes sometidas a desinfección ultravioleta.

- **Filtración biológica en arena:** éste es el sistema más económico y consiste en un depósito grande relleno de arena fina, a través de la cual se deja filtrar el drenaje recogido a una velocidad máxima de  $150 \text{ L}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$ . Sobre la superficie de las partículas de arena se desarrolla una rica y variada flora bacteriana que es capaz de competir parasitar a los patógenos que pueda haber en la solución, impidiendo así que ataquen al cultivo. Se trata de un método eficaz contra hongos y bacterias, aunque no contra virus. Con respecto a éstos, sólo en el caso de aquéllos que se transmiten mediante algunas especie fúngica (como el MNSV), presenta cierta actividad.

▲ **Otras instalaciones auxiliares en cultivos sin suelo:** dentro de éstas tenemos, por ejemplo, los automatismos de descarte de solución nutritiva en hidropónicos recirculantes cuando se emplean aguas mediocres que incorporan ciertos iones en una concentración superior a la que es capaz de absorber el cultivo. Por ello, tiene lugar la acumulación de tales iones al llevar a cabo la recirculación, y resulta necesario eliminar del sistema parte de la solución con el fin de evitar la acumulación indefinida de los mismos. Esto se puede conseguir estableciendo un valor de conductividad eléctrica umbral, de forma que, cuando se alcance el mismo, se abra una electroválvula que elimine al exterior del sistema parte de la solución recirculante. A su vez, será sustituida por agua nueva de menor conductividad, y ésta bajará del nivel umbral, en cuyo momento se cerrará la electroválvula.

### 3. ( MANEJO DE LOS CULTIVOS SIN SUELO )

#### 3.1. ( Introducción )

Como quiera que el diferencial entre cultivos en suelo y cultivos sin suelo está en la rizosfera, el manejo de éstos últimos es común respecto a factores climáticos y labores culturales, y específico en cuanto a conseguir y mantener las condiciones óptimas en el medio radicular, actuando por medio de la fertilización y el riego.

#### 3.2. ( Fertilización )

A excepción del carbono y el oxígeno, que son tomados por la planta del aire, el resto de macro y micronutrientes son obtenidos del agua, disueltos en forma iónica. En los cultivos sin suelo con sustrato inerte, o sin sustrato, el medio radicular no aporta nada a la planta que no haya sido previamente aportado al agua. Es por ello que en estos sistemas de cultivo más que de fertilización hablamos de fertirrigación. Donde va el agua, van los fertilizantes y podemos entender como fertilización la preparación de la solución nutritiva que vamos a emplear en el riego.

#### ■ Solución nutritiva

La planta toma por la raíz de la solución de su entorno el agua y los nutrientes que necesita. Si ambos se encuentran disponibles en forma fácil y abundante, la planta

los incorpora selectivamente a unas concentraciones determinadas (concentraciones de absorción), que se encuentran a su vez en un cierto equilibrio (entre cationes y entre aniones). Las concentraciones de absorción no son fijas y variarán ligadas a las tasas de transpiración de la planta, pero guardando prácticamente el mismo equilibrio entre ellas. Este equilibrio cambia con la especie cultivada y con la fase del ciclo del cultivo (vegetativo, productivo, etc). Para que esto sea así, los iones a incorporar deberán encontrarse de forma disponible y en cantidad suficiente en el entorno de la raíz pues, en caso contrario, se produce deficiencia del elemento determinado y los equilibrios iónicos de absorción se alterarán.

Vemos pues que es necesario un equilibrio y concentración de iones nutrientes en lo que podríamos llamar solución nutritiva del entorno radicular que permita la absorción por la raíz de cada ion a su coeficiente particular.

#### ▲ **Diseño y adecuación de la solución nutritiva:**

Con la solución nutritiva de aporte pretendemos reponer los consumos de agua y nutrientes efectuados por la planta, de forma que se mantengan constantes los niveles de la solución de entorno que se suponen idóneos a unas determinadas condiciones. Ahora bien, los equilibrios de consumo de la planta no son exactamente los de la solución de entorno y, por tanto, tampoco lo deberán ser los de la solución entrante que pretenden su reposición.

La planta presenta una mayor facilidad para incorporar ciertos elementos (K, P,  $\text{NH}_4$ , etc) que otros (Ca, Mg, etc), por lo que los equilibrios en la solución estática deberán ser tales que corrijan estas tendencias, en evitación de consumos de lujo para unos que pueden llegar a ser peligrosos ( $\text{NH}_4$ ) o de deficiencias en otros.

Así pues, la solución entrante tendrá en general menor concentración en los iones difíciles y mayor en los fáciles que la concentración de entorno. En el caso teórico de que no hubiese descarte de solución por desajustes, las concentraciones de la solución entrante coincidirían plenamente con las concentraciones de absorción iónicas en cada circunstancia. Aunque esto es muy difícil de conseguir que ocurra así exactamente, debemos tener en cuenta estos coeficientes, o al menos su equilibrio, a la hora de diseñar la solución nutritiva entrante.

Otro condicionante de primer orden a tener en cuenta es la calidad del agua de riego, la cual nos obligará a un porcentaje de descarte determinado. También habrá que atender a ciertos condicionantes climáticos o de calidad que aconsejen algunas modificaciones.

#### ▲ **Formulación de la solución nutritiva:**

Una vez establecidas las concentraciones teóricas de cada elemento, deducimos las aportadas por el agua y la diferencia será lo que debemos añadir por medio de abonos minerales. Si tenemos en cuenta que éstos son mayoritariamente sales que aportan dos elementos, tenemos varias posibilidades utilizando unos u otros abonos de llegar a la formulación final. Esto que parece farragoso y complicado se resuelve de una forma sencilla siguiendo una metodología y orden preferencial.

Es indiferente el uso de unas u otras unidades de trabajo, pero por comodidad suelen usarse los  $\text{mmoles}\cdot\text{L}^{-1}$  para los elementos mayores y los  $\mu\text{moles}\cdot\text{L}^{-1}$  para los menores, aunque igualmente podríamos trabajar con  $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  o ppm.



Los abonos minerales usados generalmente como fuente de nutrientes son los que aparecen en la relación siguiente, en la que incluimos los ácidos con el 100% de pureza, ya que en el comercio se encuentran a diferentes diluciones.

Fertilizante	Riqueza %	g·mol <sup>-1</sup>
Ácido nítrico	N: 22%	63
Ácido fosfórico	P: 32%	98
Nitrato cálcico	N: 15,5% (1) Ca: 19%	90 210
Nitrato potásico	N: 13% K: 38%	107 102
Nitrato amónico	N: 35% (2)	40
Nitrato magnésico	N: 11% Mg: 9%	127 267
Fosfato monopotásico	P: 23% K: 28%	137 139
Sulfato potásico	K: 45% S: 18%	86 178
Epsomita	Mg: 10% S: 13%	240 246
Sulfato de manganeso	Mn: 32%	172
Sulfato de zinc	Zn: 23%	284
Bórax	B: 11%	98
Sulfato de cobre	Cu: 25%	254
Molibdato amónico	Mo: 58%	165
Hierro (quelatos)	Fe: 5-13% (3)	-
Bicarbonato potásico	K: 39%	100
Hidróxido cálcico	Ca: 54%	74

(1) EL PRODUCTO COMERCIAL NO ES LA SAL PURA Y CORRESPONDE A LA FÓRMULA:  $5[\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}] \cdot \text{NH}_4\text{NO}_3$ , DEL 15,5% DE NITRÓGENO UN 1% ES AMONIACAL Y UN 14,5% NÍTRICO.

(2) MITAD N AMONIACAL Y MITAD NÍTRICO. LA RIQUEZA REAL, DEBIDO A IMPUREZAS, ES DEL 33,5%.

(3) POSIBILIDAD DE USAR DISTINTOS TIPOS DE QUELATOS CON DIFERENTE RIQUEZA.

Veamos la forma de incorporar los distintos nutrientes:

Empezamos por el calcio para el que disponemos de una sola fuente, el nitrato cálcico. Por cada mol de calcio añadido incorporamos dos de nitrógeno, que deducimos del total para saber lo que nos resta.

A continuación ajustamos los bicarbonatos del agua, debiendo neutralizarlos con ácido, a excepción de  $0,5 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ , que nos aseguran un pH idóneo de 5,5. Hasta  $1,5$  empleamos ácido fosfórico y seguimos con el resto con ácido nítrico.

El aporte de fósforo lo hemos hecho con la neutralización de los bicarbonatos. Si no hemos llegado a  $1,5 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$  de fósforo, completamos con fosfato monopotásico, contabilizando el potasio y deduciéndolo de la cantidad total. El aporte aconsejado de  $0,5 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$  de amonio lo añadimos con nitrato amónico, teniendo en cuenta que incorporamos también  $0,5 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$  de nitratos.

Veamos ahora el potasio. La cantidad pendiente, si ha sido necesario incorporar fosfato monopotásico, la completaremos hasta donde sea posible (por la cantidad de nitrógeno pendiente) con nitrato potásico y, si no es suficiente, completamos con sulfato potásico. Para el magnesio hacemos como para el potasio; empezamos si es posible con nitrato y completamos con sulfato. La solución nos quedará así bien ajustada a excepción de los sulfatos, que generalmente nos resultarán excedentarios y habrá que aceptarlos así.

El aporte de nitrógeno nunca nos quedará deficitario actuando como hemos señalado, pues si las necesidades de Ca y Mg son bajas o nulas, por su existencia en el agua, con lo que el aporte de nitratos será bajo, esto supone la existencia de altos niveles de bicarbonatos y entonces deberemos introducir el nitrógeno como ácido nítrico. Lo que si sucederá ocasionalmente es el caso contrario, que los bicarbonatos altos nos obliguen a la incorporación de tal cantidad de ácido nítrico que tengamos que aceptar un equilibrio en la solución con más nitratos de lo que es recomendable.

Excepcionalmente nos encontramos con aguas muy ácidas (no en el sudeste), en el que previamente hay que subir el pH a 5,5-6, lo que conseguiremos añadiendo bicarbonato potásico o hidróxido cálcico, que habrá que tener en cuenta en la contabilidad del K o Ca, y a continuación procederemos como anteriormente.

Los microelementos usualmente se incorporan todos juntos utilizando preparados comerciales a tal efecto, que si bien resultan más caros y no siempre presentan el equilibrio idóneo, tienen la ventaja de una mayor comodidad y, sobre todo, seguridad en su preparación.

Una vez establecidas las cantidades en moles que hemos de añadir de cada sal por metro cúbico de agua, sólo nos queda calcular los correspondientes pesos de abonos comerciales. Para ello bastará multiplicar los moles por su equivalencia en gramos del producto comercial, tal y como aparece en la tabla. La solución nutritiva se formula de forma automática en los modernos cabezales de riego tal y como se ve en el capítulo correspondiente del curso y que no vamos aquí a repetir.

### 3.3. (Riegos ]

#### ■ Características y manejo

El concepto de riego en los cultivos sin suelo difiere en cierto grado con el del riego clásico, pues aquí va asociado con la reposición de la solución nutriente a pequeñas dosis y alta frecuencia. Esto es lógico si tenemos presente el pequeño volumen del sustrato utilizado y su consecuente limitada retención de agua. Pero, **¿cuándo y cómo regar?**

Hemos visto en el capítulo de “sustratos” el comportamiento físico de los mismos, la curva de rehidratación y los conceptos de agua fácilmente disponible, de reserva y



difícilmente utilizable. Parecería lógico que la finalidad del riego sea reponer la solución nutriente antes de que el agua fácilmente utilizable se agote, para que la planta encuentre siempre el agua en la banda de absorción más favorable. Pero esto no es así, pues además de las fuerzas de retención mátricas, la planta debe vencer la presión osmótica de la solución, que irá en aumento conforme su consumo incrementa la concentración salina, por lo que el riego deberá darse antes que la conductividad eléctrica de la solución llegue a ser excesiva. Pero ni siquiera esta razón es la determinante en la periodificación del riego.

Anteriormente veíamos que el equilibrio de la solución de aporte no es el mismo que se encuentra en el sustrato y éste último es el que debemos mantener tan constante como sea posible. Los aportes de solución nueva van a modificar este equilibrio y, para que el desajuste sea mínimo, deberá añadirse en volúmenes pequeños y tantas veces como sea necesario. Se acepta, en un compromiso pragmático entre idoneidad y posibilismo, que la reposición deberá hacerse cuando se haya consumido entre un 5-10% del agua total retenida por el sustrato a capacidad del recipiente, lo que permite una cierta comodidad en el manejo del riego, sin alteraciones en la solución de perjuicio significativo para la planta.

Conocido el cuando, veremos ahora el volumen de cada riego. Como mínimo deberá reponer el agua consumida, pero si nos limitamos a este objetivo, la salinidad del sustrato se irá incrementando indefinidamente, pues se acumularán las sales nocivas aportadas en el agua, que la planta consume en cantidades mínimas (cloro y sodio especialmente), así como los procedentes de los diferenciales entre concentraciones de absorción y aporte.

También las instalaciones y equipos de riego nos obligan a volúmenes excedentarios, pues por muy perfectas que sean, siempre hay una cierta variabilidad, debido tanto a los goteros como a las pérdidas de carga en distribución.

Por ambas razones debemos aceptar en el mejor de los casos un porcentaje de drenaje mínimo del 15-20% como garantía de un correcto funcionamiento.

Este nivel, como decimos, es mínimo y habrá que incrementarlo si los desajustes del riego son notables o si la calidad del agua es mediocre. En el primer caso, la observación y experiencia nos marcará el nivel aconsejado. En el segundo caso, será necesario partir de un porcentaje de drenaje prudente y por análisis de los lixiviados veremos si hay que variar en uno u otro sentido el porcentaje primitivo. Cuando el nivel de Cl y/o Na es apreciable, lo que sucede casi siempre en el sudeste español, evitar su excesiva acumulación será el principal objetivo del drenaje y entonces es fácil calcular el porcentaje necesario. Veamos:

Llamando:

- $V$  = volumen de riego total
- $V_1$  = volumen de riego útil (5-10% establecido)
- $X$  = porcentaje de drenaje (sobre  $V$ )
- $C_1$  = concentración de entrada del elemento perjudicial
- $C_2$  = concentración de salida del elemento perjudicial

El elemento perjudicial que tomamos como indicador será generalmente el sodio, cuyo pequeño consumo no nos altera el cálculo. Entonces:  $C_1 \cdot V = C_2 \cdot X \cdot V$  ; luego:  $X = C_1 / C_2$  ; y por tanto el volumen de riego necesario será:

$$V_1 = V - X \cdot V \Rightarrow V = \frac{V_1 \cdot C_2}{C_2 - C_1}$$

$C_1$  hemos visto que es la concentración del agua de riego, pero  $C_2$  es la concentración que alcanzará el Na en la solución retenida por el sustrato y que nosotros debemos establecer a priori a un nivel tal que no nos afecte la producción significativamente. En tomate, por ejemplo, este nivel podemos establecerlo en unos 25 mmol·L<sup>-1</sup> de Na, aunque las condiciones climáticas (luz, humedad relativa, temperatura) lo harán variar, arriba o abajo, varios puntos en sentido contrario a la variación del potencial de transpiración.

En la práctica la aportación volumétrica del riego la hacemos por tiempos, hallando la equivalencia con la descarga de los goteros. Para establecer los momentos y secuencias de riegos hay varios métodos de posible uso.

El programador horario es el método más sencillo e imperfecto. Se prefija un número determinado de riegos en determinados momentos. Aunque a la hora de establecerlos se tengan en cuenta todos los datos posibles (lectura del tanque evaporimétrico, drenajes obtenidos, etc) todos son datos del día anterior y no siempre son similares de un día a otro, lo que ocasiona desfases importantes.

Los sistemas de control más recomendables son los denominados “riegos a la demanda”, en los que, por diferentes medios, se detecta el consumo de la planta a tiempo real y los riegos se producen cuando el déficit de agua llegue al volumen establecido.

Esto se detecta por medios indirectos o directos. En el primer caso se relaciona la radiación solar con la transpiración introduciendo un programa en el ordenador de riego, que en realidad es un modelo matemático, de forma que cuando recibe una radiación acumulada determinada, ordena un riego. El problema está en que cada programa debe estar confeccionado para unas condiciones determinadas (zona, variedad, invernadero, etc) y no suelen ser de extrema exactitud. Además pueden presentarse factores perturbadores no considerados, como vientos secos, que influyen claramente en los consumos.

Con los sistemas de medición directa esto no sucede y, si están bien ajustados, son de gran exactitud. La medición del consumo se hace directamente bien por peso o bien por volumen de la solución extraída de un depósito auxiliar. En ambos casos, al transpirar la planta, hay una pérdida de agua que se detecta y, al llegar a la cantidad determinada, el balancín se desplaza, dando una señal eléctrica, o bien ésta es una sonda de nivel si es por volumen, y empieza el riego.

Un manejo correcto del riego debe incluir una serie de controles y comprobaciones periódicos, que comprenden chequeos de uniformidad de descarga, para lo que se colocarán varios recipientes en distintos puntos de la parcela; cada recipiente recogerá la descarga de un gotero. Periódicamente se comprobarán volúmenes, conductividad eléctrica y pH, detectando posibles desviaciones para corregirlas.



De forma similar a la anterior se colocarán recipientes de recogida de drenaje para comprobar porcentajes, conductividad y pH.

Periódicamente es conveniente también comprobar, por medio de los correspondientes análisis químicos, alteraciones no detectadas en el agua de riego, formulación de la solución nutritiva y comportamiento de los drenajes.

#### 4. (ANÁLISIS CRÍTICO DE LOS PRINCIPALES SISTEMAS DE CULTIVO SIN SUELO. EXPERIENCIAS Y POSIBILIDADES DE ADAPTACIÓN A LAS CONDICIONES DEL SURESTE ESPAÑOL ]

##### 4.1. (Sistemas abiertos ]

Los sistemas de cultivo sin suelo abiertos son aquellos en los que la solución nutritiva que se aplica en exceso al cultivo y que no es absorbida por éste, no se reutiliza nuevamente en el riego, sino que es eliminada al medio. Esto origina que el gasto de agua total sea notablemente superior al consumo hídrico del cultivo.

Dado que en los sistemas hidropónicos (los cuales no utilizan sustrato alguno) el suministro de agua tiene que ser continuo o intermitente de muy alta frecuencia, no tiene sentido establecer un sistema abierto ya que, en ese caso, el gasto sería excesivamente elevado. Además están diseñados para su manejo en circuito cerrado. Por ello, los sistemas abiertos son propios de sistemas de cultivo en sustrato.

En nuestra zona este tipo de sistemas sin suelo son los únicos que prácticamente se han desarrollado hasta el momento, de manera que se ha conseguido un manejo y producciones aceptables con los mismos.

Los sistemas abiertos suponen la aplicación al sustrato de riegos periódicos, que deben ser más frecuentes cuanto mayores son las necesidades hídricas del cultivo en función de la época del año y de la hora del día. El volumen de riego debe ser suficiente para reponer el agua del sustrato absorbida por el cultivo desde el último riego y, además, para provocar un exceso que sea eliminado del sistema en forma de drenaje, con el fin de evitar la acumulación de las sales en el sustrato hasta niveles insostenibles para el buen desarrollo del cultivo. Lógicamente, el porcentaje de drenaje debe ser mayor cuanto más salina resulte el agua de riego. Puede haber situaciones en las que sea necesario drenar más del 50% del agua aplicada al cultivo.

La principal ventaja de los sistemas abiertos es que, al no aprovecharse el drenaje en la elaboración de nueva solución nutritiva, es más fácil mantener una composición óptima de ésta. De esta forma, simplemente conociendo el análisis del agua de riego se pueden calcular los aportes de fertilizantes necesarios para conseguir la solución deseada. Frente a ello, en un sistema cerrado la composición de la solución nutritiva va a estar influida por las variaciones que pueda sufrir el drenaje, y resulta importante conocer las absorciones realizadas por el cultivo para, en función de ellas, saber qué cantidad de fertilizantes es necesario aportar. De este modo, dichos sistemas resultan más complejos de manejar.

Sin embargo, los sistemas abiertos también tienen sus inconvenientes. Así por ejemplo, como ya se ha indicado anteriormente, el gasto de agua, al igual que el de fertilizantes, es mayor y esto resulta importante en zonas como la nuestra en las que el agua es un bien

escaso. Otro inconveniente de consideración es que, al ser eliminado el drenaje al medio, éste puede contaminar seriamente las aguas tanto superficiales como subterráneas, especialmente por nitratos. Hay que tener en cuenta que dichos drenajes suelen presentar altos niveles de este ion que, por otro lado, es muy fácilmente lixiviable, por lo que el agua subterránea puede alcanzar concentraciones del mismo tales que no permitan su consumo por el hombre.

Como ya se ha comentado, los sistemas abiertos son sistemas de cultivo en sustrato. Como sustrato puede utilizarse una gran variedad de materiales diferentes con resultados aceptables, de manera que no es posible decir si un material es mejor que otro de forma generalizada ya que va a influir una gran cantidad de factores, como puede ser la especie a cultivar, las condiciones climáticas, la experiencia del agricultor, la información técnica disponible, los medios de producción existentes, etc.

En el sureste peninsular han proliferado básicamente cuatro materiales distintos, que son la lana de roca, la perlita, la fibra de coco y la arena. Por ello son los únicos que se van a tratar a continuación de forma individualizada. No obstante, en Almería encontramos los tres primeros y no el último, el cual es típico de Murcia. En Almería los sustratos predominantes son la lana de roca y la perlita, los cuales están prácticamente igualados en superficie, con unas 800 ha cada uno. La fibra de coco cuenta con unas 100 ha aproximadamente. Veamos las características de cada uno de estos sustratos.

- **Lana de roca (rockwool):**

Este material se obtiene por transformación industrial de una mezcla del 60% de rocas ígneas llamadas dolomitas, 20% de piedra caliza y 20% de carbón de coque, la cual se funde a una temperatura de 1600 °C. Este material de partida es propio de la mayoría de las marcas fabricantes de lana de roca, pero en el caso concreto de la marca Cutilène es diferente ya que se emplea escoria de alto horno.

Una vez fundida la mezcla, ésta se lanza desde la base del horno sobre unos rotores que giran a gran velocidad, de donde sale expedida en forma de fibras de unos 0,005 mm de grosor, aunque la longitud y el diámetro de las mismas viene determinado por la velocidad del rotor, la temperatura de la mezcla y otros factores. A continuación las fibras se enfrían mediante una corriente de aire y se les añade una resina fenólica, como apelmazante para dar estabilidad, y un humectante para mejorar la capacidad de absorción de agua. Finalmente, el producto se prensa, se endurece y se corta a la forma deseada (tacos o tablas). También se puede granular.

Aunque las propiedades físicas de la lana de roca dependen del grosor de las fibras, su densidad, la cantidad de estabilizante y mojante añadidos, etc, y esto varía en función del fabricante, puede decirse que en general dichas propiedades son las siguientes:

- **Espacio poroso total:** hasta el 97%
- **Agua fácilmente disponible:** cuando se moja por inmersión previo a la plantación, puede alcanzar un valor superior al 70%, pero posteriormente durante el cultivo tiende a descender entre el 50 y el 60% ya que la lana de roca no es capaz de rehumectarse completamente. Por ello es muy importante evitar que este sustrato se seque en exceso



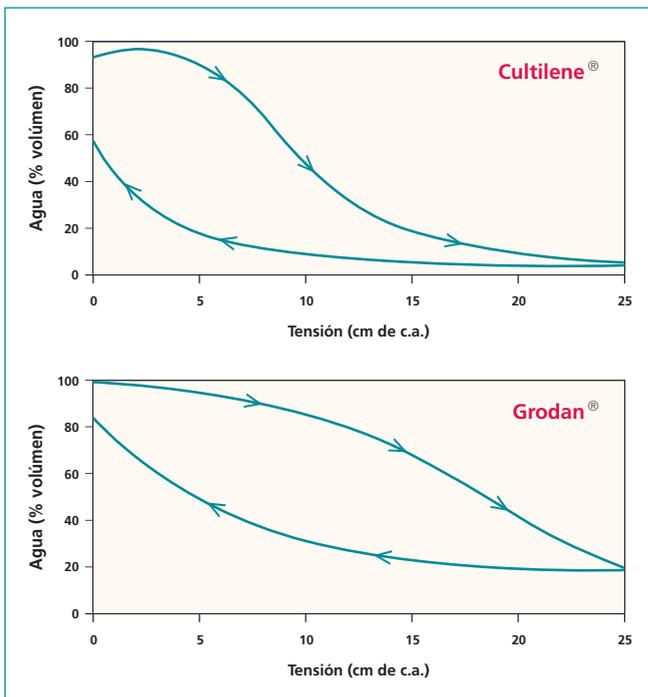
(menos del 50% de humedad) pues, en ese caso, habría grandes dificultades para rehumedecerlo y el cultivo podría sufrir estrés hídrico, debiéndose ofrecer entonces riegos muy cortos y frecuentes, que son difíciles de manejar.

- **Agua de reserva:** entorno al 1%.
- **Agua difícilmente disponible:** se sitúa entre el 2 y el 4%.

Se observa por tanto que la lana de roca retiene muy débilmente el agua pues casi toda ella es fácilmente disponible. Esto supone una ventaja ya que el gasto de energía que tiene que realizar la planta en el proceso de absorción es muy pequeño, pero por otro lado apenas existe una reserva de agua de la que pueda abastecerse el cultivo en caso de que el riego no sea el adecuado o haya un corte eléctrico. Por ello el periodo que puede estar sin riego es menor que para otros sustratos y además el manejo del mismo debe ser mucho más preciso para obtener buenos resultados.

- **Capacidad de aireación:** del 25-30%. Como se ha comentado anteriormente, en el proceso de rehumectación la lana de roca retiene cada vez menos porcentaje de agua y, por tanto, más aire. Sin embargo, esto no tiene lugar de forma homogénea en todo el sustrato, sino en zonas diferenciadas, como la parte alta del mismo o el espacio entre goteros. Al estar más secas, estas zonas son peor colonizadas por las raíces del cultivo y, por tanto, su mayor nivel de aireación no es útil para la raíz.

Las curvas de retención de agua de dos tipos de lana de roca comerciales son las siguientes:



La distribución del agua en la tabla es variable en función de altura considerada. Así, al aumentar dicha altura desde la base de la tabla, se observa que el contenido de agua del sustrato es cada vez menor y a 10 cm, el sustrato está casi seco. Por contra, en la base hay una condiciones de saturación y hasta los 5 cm el nivel de humedad es muy adecuado para el cultivo. Desde los 5 hasta los 7,5 cm hay un descenso rápido del nivel hídrico, pero aún resulta aceptable. Finalmente, desde los 7,5 a los 10 cm la humedad es muy baja y el desarrollo radicular tiende a ser escaso. No obstante en nuestra zona es frecuente encontrar tablas de 10 cm con el fin de mejorar la oxigenación radicular en invierno.

Dado que el volumen mínimo de sustrato que se debe manejar en lana de roca es de 2-3 litros por planta cuando se establecen 6 plantas por tabla, normalmente éstas son de 15 litros. De este modo, son habituales las dimensiones siguientes (expresadas en cm). 100 x 20 x 7,5 y 100 x 15 x 10. En nuestra zona es habitual establecer unos 50 m<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup> de lana de roca. Las tablas se presentan forradas con polietileno blanco opaco para evitar su colonización por algas.

La densidad aparente de la lana de roca es variable en función del fabricante, pero en cualquier caso resulta baja, inferior a 100 kg·m<sup>-3</sup>. La de la marca Grodan suele estar alrededor de 70 kg·m<sup>-3</sup>, mientras que la de Cultilène se sitúa entorno a 80 kg·m<sup>-3</sup>. Una mayor densidad aparente implica la existencia de más fibra y ello supone mayor resistencia mecánica y menor tamaño de los poros, por lo que el material se mojará más fácil y uniformemente y su estructura favorable durará más tiempo. Por tanto, resultará más cara pero tendrá más calidad.

Normalmente se utilizan tablas cuyas fibras se disponen horizontalmente ya que ello aumenta el cono de sustrato mojado directamente por el emisor y mejora la colonización de la tabla por las raíces. No obstante, también existen tablas de fibra vertical, las cuales tienen la ventaja de presentar una mayor capilaridad y una más fácil rehumectación. Éstas pueden tener el inconveniente de acumulación de sales durante el proceso de ascenso capilar en el volumen colindante al cono de humedad.

En cuanto a las características químicas, la capacidad de intercambio catiónico del material es prácticamente nula al igual que su poder tampón, por lo que no es capaz de alterar la composición de la solución nutritiva existente en la rizosfera. Esto en general es una ventaja ya que podemos controlar mejor la nutrición del cultivo. Sin embargo, no se dispone de una reserva de nutrientes en caso de que el aporte no sea el correcto. Es, en definitiva, un sustrato muy técnico.

Por otro lado, la salinidad inicial es despreciable y por tanto no constituye un factor limitante. El pH inicial se sitúa entorno a 8-9, por lo que es necesario dar el riego de saturación con solución nutritiva con el fin de reducir este valor y conseguir que sea óptimo en el momento del transplante. El material es prácticamente inerte y sus componentes o constituyentes no están en condición de asimilables o disponibles para la planta. Sin embargo, y debido a la interacción de la matriz sólida del sustrato con la solución nutritiva, al principio puede liberarse calcio, magnesio, hierro y manganeso, los dos últimos incluso en cantidades importantes, a tener en cuenta en la preparación de la solución nutritiva.

Finalmente, en lo que respecta a las alteraciones sufridas por el material, la lana de roca no sufre descomposición por actividad biológica, sino alteraciones mecánicas que



consisten básicamente en la compactación de las fibras. La vida útil suele ser de 2 ó 3 años, aunque también se comercializan tablas de un solo año de duración, más económicas y con menos riesgos fitosanitarios.

- **Perlita:**

La perlita también se obtiene por transformación industrial de rocas volcánicas, en este caso del grupo de las riolitas, compuestas por silicato aluminico que llevan un 2-5% de agua combinada. Este material se fragmenta en partículas de pequeño tamaño, se precalienta a 300-400 °C y, a continuación, se deposita en hornos a 1000-1100 °C durante unos 5 minutos. Con ello, el agua combinada se evapora rápidamente y el material se expande hasta 20 veces su volumen inicial para formar un producto particulado con una densidad aproximada de 125 kg·m<sup>-3</sup>. La granulometría del material, una vez procesado, es muy variable y sus propiedades físicas varían de acuerdo a los porcentajes de cada uno de los rangos de tamaños considerados. A nivel comercial se distinguen varios tipos de perlita para cultivos sin suelo, que se diferencian en la distribución del tamaño de las partículas y en su densidad. Éstos son:

- **Tipo A-13**, constituido por la fracción gruesa (3-5 mm; densidad 100-120 kg·m<sup>-3</sup>)
- **Tipo B-12**, formado por las fracciones medias y gruesas, junto con las finas (0-5 mm; densidad 105-125 kg·m<sup>-3</sup>)
- **Tipo B-10**, también de textura intermedia (0-3 mm; densidad 105-125 kg·m<sup>-3</sup>)
- **Tipo B-9**, constituido por las fracciones finas (0-1,5 mm; densidad 80-90 kg·m<sup>-3</sup>)
- **Tipo B-6**, también constituido por las fracciones finas pero con una densidad inferior (0-1,5 mm; densidad 50-60 kg·m<sup>-3</sup>).

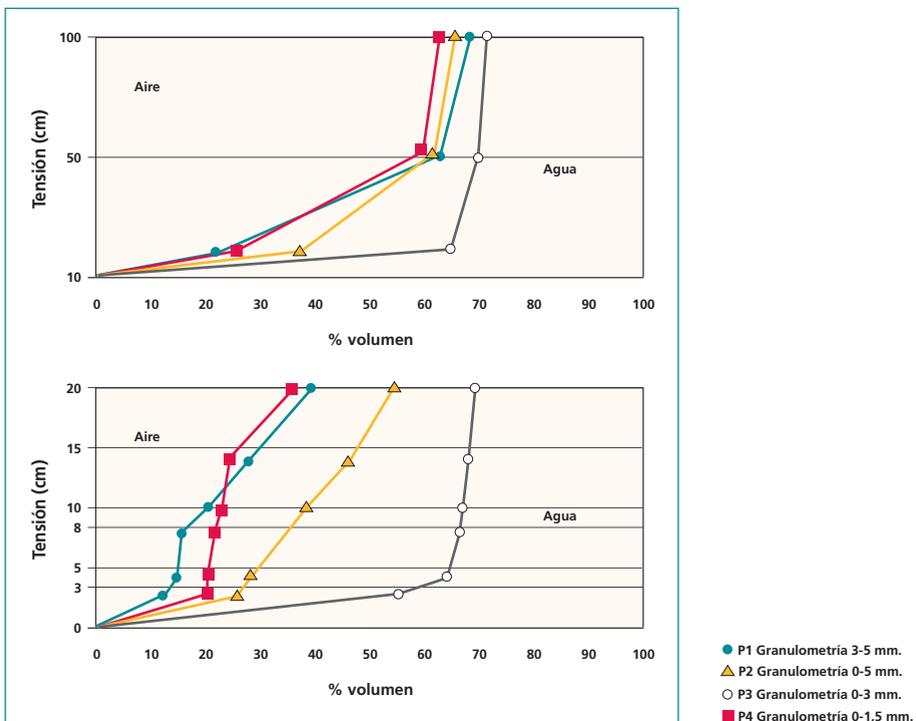
Las propiedades físicas de la perlita dependen del tipo elegido y, por tanto, de su granulometría como se indica en el cuadro siguiente:

Propiedades	Tipo de perlita				
	A-13	B-12	B-10	B-9	B-6
Humedad (%)	0,11	0,10	0,68	0,12	0,23
Densidad aparente (g MS·cm <sup>-3</sup> )	0,13	0,14	0,12	0,09	0,05
Porosidad total (%)	94,66	93,98	95,06	96,36	97,76
Porosidad ocluida (%)	7,6	8,1	7,9	2,4	0,6
Material sólido (%)	5,34	6,02	4,94	3,64	2,24
Capacidad de aireación (%)	65,73	37,22	26,45	24,73	24,43
Agua fácilmente disponible (%)	6,86	24,58	34,39	36,48	37,63
Agua de reserva (%)	2,73	6,98	8,12	7,01	8,55
Agua difícilmente disponible (%)	19,34	25,19	26,09	28,34	27,15

El tipo de perlita que se está empleando en los cultivos sin suelo es el B-12 ya que el A-13 tiene una granulometría excesivamente gruesa que origina una gran aireación

pero a la vez baja retención de agua, lo que dificulta enormemente su manejo. Por otro lado, los tipos más finos muestran un elevado contenido de agua fácilmente asimilable y una capacidad de aireación no limitante (> 18%), pero en ellos puede aumentar el grado de pulverización de las partículas en el transcurso del cultivo, con el consiguiente riesgo de anegamiento en la base de los sacos, por lo que ofrece más seguridad el tipo B-12. Éste último comprende todo el intervalo granulométrico y supone un manejo del riego bastante sencillo y sin riesgos de asfixia ni de déficit hídrico. Además, al no requerir cribado ni clasificación, resulta más económico. No obstante, lo ideal sería realizar un doble cribado quitando las partículas menores de 1 mm y las mayores de 4 mm, ya que ello mejoraría el equilibrio aire/agua y su uniformidad. Sin embargo, esto resulta costoso y por ello no se realiza. Debido a su proceso de fabricación, la perlita presenta porosidad ocluida (es decir, encerrada en cavidades internas aisladas), que es considerable (cerca del 10%) en los materiales que contienen partículas gruesas, y mínima (< 3%) en los finos. Sin embargo, esta porosidad no es útil, al no estar conectada al exterior.

Las curvas de retención de agua de distintos tipos de perlita son las siguientes:



Como puede observarse, la capacidad de aireación de la perlita B-12 es del 37%, pero dicho valor aumenta en el conjunto del saco a lo largo del cultivo debido a que el agua crea unos canales preferentes por los que tiende a drenar. De este modo, al avanzar el ciclo, es frecuente ver cómo hay zonas del sustrato que quedan secas y bien



aireadas pero suponen una pérdida de volumen útil para el cultivo, al no poder éste aprovecharlo. Con el transcurso del tiempo tiene lugar un fuerte desarrollo radicular en el cono de humectación del emisor, lo cual dificulta enormemente la percolación del agua en la perlita y origina el desbordamiento de la solución por el exterior del plástico de protección del sustrato, obligando a cambiar de posición los goteros con el fin de encontrar otra zona con mejor infiltración.

En nuestra área suele emplearse un volumen de perlita por hectárea de 134 m<sup>3</sup>, notablemente superior al empleado en lana de roca. Por ello existe un mayor volumen de agua a disposición del cultivo y esto permite implantar riegos más largos y simplificar el manejo del sistema. En base a los marcos de plantación de los cultivos de invernadero que se suelen establecer y con el fin de alcanzar el volumen de sustrato anteriormente comentado, se suelen utilizar sacos de perlita de 40 litros de 1,2 m de longitud y con un diámetro comprendido entre 15 y 20 cm. Dado que se disponen entre 3 y 6 plantas por saco, cada una de ellas va a disponer de 13,3 a 6,7 litros de perlita, respectivamente, es decir, algo más del doble que en lana de roca.

Dado que la perlita retiene una importante cantidad de agua difícilmente disponible (entorno al 25%), en el caso de un manejo inadecuado del riego o de un corte eléctrico, el cultivo va a tener una reserva interesante de agua y, de este modo, podrá soportar más tiempo tales condiciones desfavorables. Esta razón, junto con la mayor simplicidad de manejo, están haciendo que actualmente el agricultor almeriense se incline hacia este tipo de sustrato.

Al igual que ocurre con la lana de roca, la perlita es un material inerte con una capacidad de intercambio catiónico muy baja (1,5-2,5 meq·100 g<sup>-1</sup>) y una capacidad tampón para el pH muy limitada. Está compuesta principalmente por silicio y aluminio y se puede considerar desprovista de nutrientes, aunque si se utilizan soluciones nutritivas medianamente ácidas (pH ≤ 5), puede originar problemas de fitotoxicidad debidos a una excesiva solubilización del aluminio. Su pH es neutro o ligeramente alcalino (7-7,5) y su salinidad muy baja.

La perlita no se descompone biológica ni químicamente pero puede degradarse durante el ciclo de cultivo debido a la rotura de los gránulos. Esto origina la pérdida de la estabilidad granulométrica y que las partículas finas se acumulen en el fondo del saco, originando unas condiciones de anegamiento en el mismo que conducen a una reducción de la aireación y a problemas en el desarrollo del cultivo. Este hecho limita la vida útil del sustrato, que viene a ser de 2 ó 3 años.

La perlita presenta una mayor capilaridad que la lana de roca y esto permite un mejor ascenso y rehumectación del material. Sin embargo, el lavado de sales es peor debido a esta razón y a la aparición de canales preferentes.

- **Fibra de coco:**

Es un sustrato orgánico que se obtiene del mesocarpio fibroso del coco. Durante el proceso de industrialización de éste se generan cantidades importantes de fragmentos de fibras de pequeño tamaño, llamados “polvo” o “polvillo”, que tradicionalmente constituían un residuo en las zonas de origen que carecía de utilidad, amontonándose al aire libre y originando problemas de impacto medioambiental. Sin embargo desde hace unos pocos

años se ha empezado a utilizar como medio de cultivo tanto en semilleros como en planta ornamental y en cultivos sin suelo, obteniéndose muy buenos resultados.

El área de producción del coco es muy amplio, extendiéndose por las zonas tropicales del Planeta. Sin embargo, Sri Lanka es el país donde más desarrollada se encuentra esta industria y, de este modo, la mayor parte de la fibra de coco procede de allí. Quizás el mayor problema de este material es que no se obtiene en base a un patrón productivo definido y sus características físico-químicas pueden variar grandemente de unas muestras a otras, tal y como se refleja en la siguiente tabla.

■ ALGUNAS PROPIEDADES FÍSICAS SELECCIONADAS DE FIBRAS DE COCO CON DIFERENTES ORÍGENES Y SU COMPARACIÓN CON UNA TURBA *SPHAGNUM*.

ORIGEN	PROPIEDAD							
	índice de grosor (%)	Densidad aparente (g·cm <sup>-3</sup> )	Espacio poroso total (% vol.)	Capacidad de aireación (% vol.)	Agua fácil. Disponible (% vol.)	Agua de reserva (% vol.)	Capacidad de retención de agua (mL·L <sup>-1</sup> )	Contracción (% vol.)
<b>Costa Rica (CR)</b>								
CR1	42,7	0,041	97,0	59,6	14,4	2,9	417,3	15,9
CR2	61,7	0,026	98,2	75,3	4,9	1,3	252,3	2,0
<b>India (IN)</b>								
IN	29,0	0,056	96,3	41,2	21,6	6,5	547,3	20,0
<b>Méjico (ME)</b>								
ME1	21,7	0,072	95,2	43,7	22,8	5,2	639,0	20,5
ME2	35,0	0,061	95,9	57,8	14,7	3,0	458,3	9,1
ME3	62,0	0,039	97,4	83,3	2,6	0,3	201,3	9,7
ME4	66,3	0,025	98,3	89,4	0,7	0,2	137,0	8,5
<b>Sri Lanka (SL)</b>								
SL1	31,3	0,089	94,1	31,7	22,5	5,3	585,0	9,9
SL2	36,3	0,072	95,1	42,0	22,4	4,0	540,7	23,9
<b>Tailandia (TA)</b>								
TA1	11,7	0,073	95,2	24,2	36,0	4,8	786,0	10,9
TA2	25,3	0,063	95,8	37,3	27,7	7,5	648,3	9,2
TA3	33,3	0,056	96,2	45,3	18,6	3,0	532,7	16,3
<b>TURBA</b>	<b>63,0</b>	<b>0,084</b>	<b>94,2</b>	<b>41,2</b>	<b>22,5</b>	<b>4,4</b>	<b>620,3</b>	<b>12,5</b>

FUENTE: MECA ABAD, D. (1996)

Dado que las zonas productoras se encuentran muy lejos de las de consumo, resulta imprescindible comprimir el material en origen con el fin de abaratar suficientemente el transporte y a su vez el producto, haciéndolo competitivo. La forma más típica de encontrar la fibra de coco en el mercado es como pequeños bloques compactos de 20 x 10 x 4 cm a un nivel de compresión de 1:8, aunque también existen bloques más grandes adaptados a la forma del contenedor, e incluso sustrato en el interior de sacos de cultivo, similares a los de lana de roca o perlita, con una compresión menor (normalmente 1:5).

Al igual que ocurre con la perlita, el espacio poroso total del material varía con la granulometría, aunque en los tipos comerciales se sitúa en el 94-95%. Su capacidad de retención de agua es muy grande, llegando incluso al 800% de su peso en seco.



Esta retención se reparte aproximadamente de la siguiente forma:

- **Agua fácilmente disponible:** 24-25%
- **Agua de reserva:** 5%
- **Agua difícilmente disponible:** 35%

El elevado nivel de retención de agua difícilmente disponible permite que el cultivo sea capaz de soportar bastante bien la falta eventual de algún riego. Además, la gran aireación que posee (35-40%) hace difícil el encharcamiento, a no ser que se emplee una granulometría demasiado fina que llegue a crear un lodo fino en el fondo y que puede originar problemas de asfixia radicular. La aireación del material indicada disminuye con el tiempo debido a la degradación progresiva que sufre, y esto hace que finalmente deba desecharse y renovarse el sustrato.

En lo que se refiere a la capacidad de intercambio catiónico, ésta varía mucho según orígenes y granulometría, aunque usualmente oscila entre 50 y 100 meq·100 g<sup>-1</sup>, por lo que existe cierta inercia que obliga a actuar con anticipación a las necesidades de la planta. No obstante este hecho también permite compensar deficiencias puntuales en la composición de la solución nutritiva. La capacidad tampón hace que incluso elementos que pudieran llegar a ser fitotóxicos como el boro o el amonio sean retenidos en gran medida; lógicamente esto tiene que complementarse devolviendo el equilibrio al sustrato en momentos sin cultivo. Es igualmente necesario para la cantidad total de sales.

En cuanto a la salinidad, el material de partida resulta bastante salino debido a la influencia marina y ello obliga a que deba ser lavado previamente a su comercialización. En Asia esta operación se realiza de forma natural gracias a los monzones. Una vez a disposición del agricultor, el producto debe garantizar una salinidad inferior a 1 dS·m<sup>-1</sup>.

Por otro lado, el pH del material oscila entre 5-6 según orígenes.

La fibra de coco, al ser orgánico, es el único material de los cuatro que se descompone con el tiempo debido a la actividad biológica que se desarrolla en su seno. Dicha degradación obliga a renovar el sustrato normalmente cada dos años con el fin de evitar problemas de encharcamiento.

En lo que se refiere al volumen mínimo de sustrato, pueden ser suficientes 3-4 litros por planta, pero normalmente se emplean 5 ó 6. Dicho volumen puede disponerse en el seno de un contenedor de poliestireno troncopiramidal, lo cual ha sido lo más habitual en nuestra zona hasta hace poco tiempo para la fibra de coco. No obstante, de forma progresiva se va introduciendo en el mercado la fibra en saco de cultivo. El contenedor permite un mejor aislamiento térmico del medio radicular tanto a las bajas como a las altas temperaturas pero supone una mayor inversión inicial y presenta cierta fragilidad en el caso de golpes; además ocupa una mayor altura y volumen dentro del invernadero. Resulta habitual que se utilicen tres bloques de fibra por cada contenedor, los cuales se van humedeciendo y disgregando para ocupar todo el volumen de éste. Dicha operación preparatoria previa al cultivo suele resultar costosa y penosa debido a la posición de trabajo y la dureza del material, aunque en la actualidad existen métodos sencillos y mecanizados de triturado y mezcla que facilitan este trabajo. Como ya se ha comentado anteriormente, también existen tacos comprimidos a medida que no necesitan este proceso.

- **Arenas y gravas:**

Las arenas y gravas son materiales minerales de origen natural que proceden normalmente de canteras, aunque también pueden ser de ríos o ramblas, las cuales resultan más heterogéneas. Lo ideal sería que tuvieran un origen volcánico ya que éstas presentan un mayor porcentaje de porosidad al tener una superficie irregular y no lisa, pero normalmente no están disponibles y ante ello resulta adecuado el empleo de arena silíceas, la cual dispone de una buena inercia química. El problema es que en nuestra zona no es habitual encontrar este tipo de arena y normalmente se recurre a las de origen calcáreo, las cuales producen reacciones químicas al entrar en contacto con la solución nutritiva, liberando iones carbonatos y bicarbonatos, lo que descontrola el valor del pH y hace que se produzcan precipitaciones de determinados elementos nutritivos y dificultades de asimilación.

En Murcia, el cultivo en arena está bastante implantado, pero en Almería apenas se ha desarrollado, quizás debido a los problemas de impacto ambiental originados por la extracción del material. Una de las principales ventajas de la arena es su bajo coste, pero ello depende básicamente de la distancia existente entre el punto de aprovisionamiento y el lugar de explotación ya que, al ser un material muy denso (entorno a  $1,6 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ ), dicho coste se vuelve excesivamente elevado cuando hay que transportarlo a largas distancias, con lo cual deja de ser rentable su uso. En el sureste peninsular este sustrato se prepara en forma de largos sacos o “salchichas” de unos 25 m de longitud, 0,4 m de anchura y 0,25 m de altura, utilizando plástico bicolor de 400 a 600 galgas. Ya que el material es muy pesado, esta operación requiere mucha mano de obra. Lo ideal es poder mecanizar al menos la colocación del plástico y el transporte y extendido de la arena, pero para ello es necesario que los postes del invernadero presenten una separación adecuada, de forma que pueda maniobrar la maquinaria.

Uno de los principales problemas de la arena es la gran variabilidad de granulometrías que se observan entre explotaciones distintas e incluso dentro de una misma explotación, al proceder de canteras diferentes y no ser rentable su clasificación granulométrica, ya que ésta encarecería el sistema y perdería la ventaja de su bajo coste. Tal circunstancia origina que no se pueda estandarizar el manejo de dicho sustrato, pues sus propiedades físicas varían enormemente en función del diámetro de las partículas, tal y como se observa en el siguiente cuadro:

	Grava	Arena gruesa	Arena media	Arena fina
	> 2 mm	2 < x < 1 mm	1 < x < 0,5 mm	0,5 < x < 0,2 mm
Densidad aparente	1,53	1,63	1,65	1,55
Densidad real	2,65	2,65	2,65	2,65
Porosidad (%)	42	38	39	43
Retención de agua (%)	5,5	17,1	23,2	25,4
Aireación (%)	34,6	7,2	3,1	< 1

Se considera que la granulometría más adecuada para aprovechar la arena como sustrato en cultivos sin suelo, es la que oscila entre 1 y 3 mm ya que presenta una



mejor relación agua-aire que el resto. Las arenas más finas tienen un bajo nivel de aireación, lo que impide la adecuada oxigenación de las raíces del cultivo, mientras que las más gruesas tienen un bajo poder de retención de agua, lo que dificulta el manejo del riego. No obstante, aún empleando la granulometría óptima se observa que los porcentajes de aireación y retención de agua son bajos en comparación con otros sustratos y ello obliga a utilizar grandes volúmenes de arena. En concreto, se requieren de 10 a 15 litros por planta, lo cual supone unos 250 m<sup>3</sup> por ha.

Las distintas propiedades físicas de la arena de granulometría óptima son las siguientes:

Propiedades	Valor (%)
Espacio poroso total	40-50
Capacidad de aireación	20-25
Agua fácilmente disponible	10-12
Agua de reserva	2-3
Agua difícilmente disponible	6-8

Además de tener en cuenta la granulometría de la arena, resulta muy importante evitar la presencia en ella de materiales tales como limos y arcillas ya que, al ser partículas finas, se van al fondo de las “salchichas”, provocando su encharcamiento y la falta de oxigenación de las raíces. Por ello, si la arena no está limpia, es fundamental proceder a su lavado antes de usarla. Asimismo, con el fin de evitar encharcamiento en el sustrato, resulta importante que el fondo de la “salchicha” quede plano y que ésta tenga las suficientes aperturas de drenaje (normalmente una por planta).

En lo que se refiere a las propiedades químicas, la arena presenta una baja capacidad de intercambio catiónico, en todo caso inferior a 5 meq·100 g<sup>-1</sup>. Sin embargo, dado que las arenas normalmente utilizadas en el sureste peninsular son de procedencia caliza, liberan importantes cantidades de calcio y magnesio a la solución nutritiva, lo que provoca la precipitación de sulfatos y fosfatos y ello conlleva la formación de piedras dentro de las “salchichas”.

Por otro lado, el pH resulta variable según su constitución, pero en el caso de las calizas sobrepasa un valor de 8. Dado que el poder tampón es importante, resulta complicado, si no imposible, el control del pH de la solución de la rizosfera, por lo que elementos tales como el fósforo, el hierro o el manganeso muestran dificultades de asimilación.

En cuanto a la salinidad inicial del material, ésta también es variable según su origen y composición. Así por ejemplo, si su procedencia es marina, resultará elevada y será necesario lavarla.

La arena presenta una vida útil indefinida ya que no sufre descomposición ni degradación. Sin embargo, va a quedar determinada por la vida del plástico de cobertura y por los procesos de acumulación de partículas finas en el fondo y de formación de piedras debida a la liberación de calcio y magnesio. Por ello, es frecuente que se establezca en unos cuatro años.

Finalmente cabe decir que otra ventaja importante de la arena, aparte de su bajo coste, es su poder de amortiguación, que permite que no sea necesaria una tecnología tan sofisticada como con otros sustratos. Así por ejemplo, al utilizarse unidades de cultivo de gran longitud, la obturación de algún gotero no es importante y, por tanto, la uniformidad del sistema de riego no es tan decisiva. Por otro lado, el poder amortiguador del pH permite que variaciones bruscas del mismo en la solución nutritiva no repercutan negativamente sobre el cultivo.

#### 4.2. ( **Sistemas cerrados** )

Los sistemas cerrados son aquellos en los que la solución nutritiva que se aplica en exceso al cultivo y que no es absorbida por éste, se recoge y acumula para ser nuevamente utilizada en el riego. Antes de esto, como es lógico, debe ser mezclada con agua exterior y fertilizantes para reponer el consumo ejercido por la planta y obtener así la solución nutritiva deseada.

La ventaja que presentan los sistemas cerrados frente a los abiertos es que permiten ahorrar agua y fertilizantes y evitar que éstos sean eliminados al medio. De este modo, es posible reducir la contaminación de los acuíferos subterráneos provocada por la lixiviación de los drenajes y la de las aguas superficiales por vertido a ellas, lo cual es un aspecto de máximo interés en la actualidad en los países del Norte de Europa, especialmente Holanda, donde la alta concentración de cultivos sin suelo estaba provocando la aparición de niveles alarmantes de contaminación en las aguas. Este hecho ha originado la reacción social y la prohibición por ley de la emisión de los drenajes al medio, lo que ha obligado a los agricultores a la reutilización de los mismos.

En nuestro país aún no se han detectado problemas de este tipo provocados por los drenajes de los cultivos sin suelo, dado que éstos no alcanzan una concentración tan elevada como en Holanda y la superficie ocupada por los mismos es mucho menor que la existente de cultivos en suelo. No obstante, es de esperar que la Unión Europea, siguiendo las líneas de actuación de los países más desarrollados, legisle próximamente en contra de los sistemas abiertos, lo cual nos llevará también a nosotros hacia los sistemas cerrados. Por ello, aunque todavía hay muy pocas explotaciones comerciales en nuestra zona que reutilicen el drenaje, el interés en el tema es máximo a nivel de investigación.

Sin embargo, en los sistemas cerrados no todo son ventajas, de forma que la solución sobrante puede venir contaminada por algún patógeno desde un foco inicial y, al reutilizarse, la infección puede extenderse rápidamente vía solución nutritiva a todo el cultivo, por lo que en pocos días es posible perder una plantación entera. Este hecho ha provocado que en países como Holanda se hayan probado y se empleen en explotaciones comerciales distintos sistemas de desinfección del drenaje que eviten dichos daños sobre el cultivo. Sin embargo, no está claro qué método de desinfección es el más adecuado, e incluso si son necesarios.

Por otro lado, la reutilización íntegra de la solución sobrante exige el empleo de aguas de muy buena calidad ya que, de lo contrario, aquellos iones que se encuentran en una concentración superior a la capacidad de absorción del cultivo, se acumularán de forma progresiva, llegando un momento en el que la concentración sea tan elevada



que obligue a eliminar ese drenaje y a comenzar nuevamente el proceso de recirculación. Existen básicamente dos tipos fundamentales de sistemas cerrados. Por un lado, aquéllos que utilizan algún sustrato para el desarrollo de las raíces del cultivo y, por otro, aquéllos que no utilizan ningún sustrato o también llamados hidropónicos puros.

Los sistemas cerrados con sustrato los podemos dividir a su vez en tres grupos. En primer lugar tenemos los sistemas que funcionan por inundación periódica del sustrato (flujo) y en los que posteriormente se realiza la recogida de los sobrantes (reflujo); éste es el caso de las bancadas de grava.

En segundo lugar se encuentran aquellos sistemas en los que se realiza un aporte de solución nutritiva y una recirculación continuas o intermitentes de muy alta frecuencia, ya que se utiliza un sustrato con una capacidad de retención de agua muy pequeña pero con elevada aireación, como puede ser la grava.

Por último están los propios sistemas abiertos en los que se recoge y almacena el drenaje para reusarlo posteriormente en la preparación de una nueva solución nutritiva de aporte al cultivo; éste es el sistema cerrado que se ha impuesto en Holanda y puede utilizar cualquiera de los sustratos habitualmente empleados (lana de roca, perlita, etc).

En cuanto a los sistemas hidropónicos puros, en ellos la raíz se desarrolla directamente en una corriente de solución nutritiva, la cual es recirculada continua o intermitentemente con alta frecuencia; dentro de ellos tenemos sistemas tales como el NFT, el NGS, etc. Una modalidad especial son los cultivos aeropónicos, en los que la raíz se encuentra en el aire y es rociada por aspersión con solución nutritiva de forma continua o intermitente.

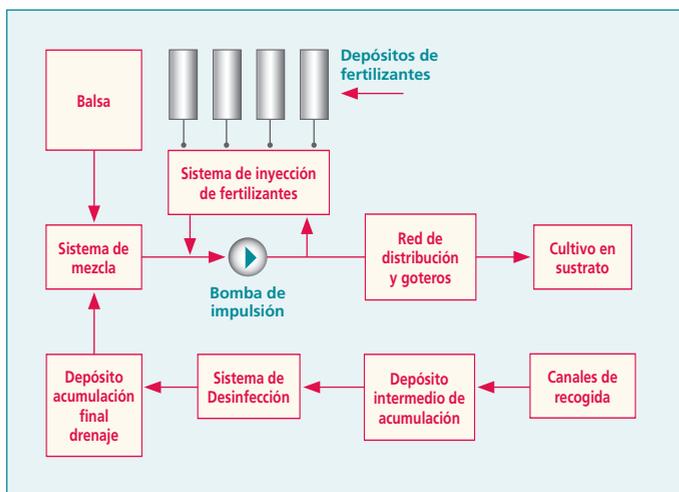
A continuación vamos a estudiar las características de los sistemas cerrados más usados y que pueden tener más posibilidad en Almería.

### ■ Sistemas cerrados con sustrato

Como hemos visto en el apartado anterior, dentro de los sistemas cerrados con sustrato podemos distinguir varias modalidades. No obstante, en la actualidad la más utilizada es la tercera, es decir, el sistema cerrado con sustrato y reúso del drenaje, ya que ha sido la mejor aceptada en Holanda. Del mismo modo, es la que probablemente tiene más posibilidades de extenderse en nuestra zona ya que los sistemas cerrados sin reúso del drenaje ya están implantados en Almería y el agricultor los conoce bien, de manera que resulta lógico que se evolucionen a partir de los mismos. Por tanto, en el presente apartado vamos a tratar exclusivamente esta modalidad.

Un sistema cerrado con sustrato y reúso del drenaje es en esencia lo mismo que otro abierto, pero de forma que el sustrato se encuentra sobre algún tipo de canal, el cual se encarga de recoger el drenaje y llevarlo por gravedad hasta el final de la línea de cultivo y, desde ahí, hasta un depósito de acumulación a través de una tubería. Desde este depósito es trasvasado a través del sistema de desinfección hasta otro, donde tiene lugar la acumulación final en espera de ser mezclado con agua exterior y fertilizantes y obtener así la solución nutritiva, que es nuevamente aportada al cultivo.

Un esquema sencillo de una instalación de este tipo se presenta a continuación.



La mezcla del agua de aporte exterior y el drenaje puede realizar en un depósito al que se añaden unos volúmenes determinados de los mismos en función del porcentaje de drenaje al que se esté funcionando. Estos volúmenes pueden establecerse mediante la colocación en el depósito de sondas de nivel a una altura adecuada.

También se puede llevar a cabo mediante una válvula motorizada que permita el paso de una mayor o menor cantidad de drenaje para que, en su mezcla con el agua de aporte exterior, se alcance un determinado valor de conductividad eléctrica, el cual se habrá previamente establecido en función del porcentaje de drenaje que se pretende recircular.

La bomba de impulsión es la que se encarga de aspirar la mezcla formada por el drenaje y el agua de aporte exterior, haciéndola pasar por el sistema de inyección de fertilizantes y, una vez obtenida la solución nutritiva final, impulsándola a los goteros a la presión necesaria.

El sistema de inyección de fertilizantes tiene por objeto mezclar, de forma homogénea, los fertilizantes de aporte exterior con el agua de riego. Este sistema puede utilizar tanque de mezclas o inyección directa, y a su vez la incorporación de las soluciones madre se puede hacer con venturis o con bombas inyectoras.

Las tuberías de distribución se encargan de llevar la solución nutritiva final desde el cabezal de riego hasta el cultivo. Deben estar dimensionadas en función del caudal y la presión del agua que vaya a circular por ellas. Los goteros deben ser autocompensantes y antidrenantes en caso de que el terreno tenga cierta pendiente.

El sustrato de cultivo puede ser cualquiera de los utilizados en sistemas con solución perdida. Deberá ser el productor quién elija aquél que más le interesa en función de su precio, facilidad de manejo, etc.

Los canales de recogida del drenaje conducen a éste desde el sustrato de cultivo hasta el depósito intermedio de acumulación. Debe tratarse de un sistema barato para



que resulte asequible al agricultor. Las bandejas metálicas suelen ser costosas y es necesario acudir a algún soporte de polipropileno o poliestireno expandido cubierto por una lámina de plástico.

El depósito intermedio de acumulación del drenaje no debe ser de gran capacidad ya que únicamente sirve para acumular un cierto volumen de agua, de forma que sea suficiente para hacerlo pasar a través del equipo de desinfección.

Como ya se vio con anterioridad, existen varios sistemas de desinfección del drenaje (radiación ultravioleta, por calor, ozonización y filtración lenta en arena). Es conveniente su instalación para reducir el riesgo de un ataque generalizado a las raíces del cultivo por parte de alguna especie fitopatógena.

Por último, el depósito de acumulación final del drenaje es el que va a almacenar éste hasta que se vuelva a utilizar en mezcla con el agua de aporte exterior. Debe tener un volumen suficiente como para contener el drenaje que se va a producir en un día, con el fin de obtener una mezcla homogénea de éste. Como puede observarse, la instalación para reuso del drenaje es un tanto compleja y requiere de varias bombas y conexiones eléctricas que deben estar perfectamente ajustadas para conseguir el trasiego adecuado del agua y que ésta no desborde en ningún punto.

Por otro lado, el riesgo anteriormente apuntado de ataque de un patógeno radicular al cultivo en sistemas cerrados es especialmente importante en los sistemas con sustrato ya que, la existencia de éste puede facilitar la concentración de dicho patógeno sobre las raíces, mientras que en cultivos en agua, en los que existe una circulación continua o casi continua, dicha fijación es más difícil y normalmente el patógeno vive como saprófito, alimentándose de las raíces muertas y de exudados radiculares.

Dicho riesgo fitosanitario obliga a cuidar las medidas preventivas (desinfección de los sustratos, empleo de variedades resistentes a los patógenos radiculares, control de la temperatura del sustrato si es posible para hacerla inadecuada al desarrollo del patógeno, uso de una fuente de agua externa no contaminada, empleo preventivo de fungicidas u otros productos como oxidantes o mojantes a la solución nutritiva, etc). Pero aún tomando estas medidas preventivas, en Holanda se considera necesario disponer de algún sistema de desinfección de la solución para evitar la propagación masiva de cualquier patógeno en un momento dado mediante la destrucción del mismo. En general, estos sistemas son costosos y a veces no aseguran la muerte total de los patógenos, pero sin duda suponen una medida más de seguridad. Hasta la fecha no se ha impuesto ningún sistema de desinfección de forma clara.

En nuestra zona, algunas de las instalaciones que existen a nivel experimental para reuso del drenaje están funcionando sin desinfectar la solución por alguno de los métodos existentes. Hasta ahora no se ha detectado ningún tipo de problema por ataque masivo a nivel radicular, pero esto no exime del riesgo existente.

En lo que se refiere a la preparación de la solución nutritiva de aporte al cultivo, ésta va a quedar definida por la suma del drenaje, el agua exterior y los fertilizantes añadidos, y debe ser similar a la utilizada en un sistema abierto con el fin de mantener un aporte suficiente de los diferentes nutrientes y unas relaciones adecuadas entre ellos. Además, con el propósito de mantener dichos niveles de nutrientes, es necesario que el

aporte exterior de cada uno de ellos a través de los abonos más el agua exterior sea igual al coeficiente de absorción de cada nutriente. Este coeficiente es la cantidad del elemento correspondiente que es absorbida por el cultivo por cada litro de agua que éste a su vez absorbe. Así por ejemplo, si el coeficiente de absorción de potasio para un cultivo dado en una determinada fase de su desarrollo es 6, deberemos aportar 6 mmoles de potasio por cada litro agua nueva aportada que va a sustituir a la absorbida por el cultivo. Si no es así, aumentará o disminuirá la concentración del mismo en la solución según se añada más o menos respectivamente, hasta alcanzar niveles insostenibles.

Ya se ha comentado con anterioridad el problema que supone el empleo de aguas de baja calidad agronómica en sistemas cerrados, pero probablemente dicho problema resulte especialmente importante en sistemas cerrados en sustrato con reúso del drenaje ya que, al acumularse las sales en dicho sustrato, pueden originarse zonas dentro del mismo con elevada salinidad debido a su menor hidratación y peor lavado que con respecto a otras, de manera que el cultivo va a estar sometido a un menor potencial osmótico en esos puntos y, en definitiva, a un medio irregular. Frente a ello, en sistemas hidropónicos puros todo el medio en el que se desarrollan las raíces es homogéneo, al tratarse de una circulación continua de agua y no existir sustrato alguno. Además, en éstos es posible trabajar a concentraciones más bajas de nutrientes sin que se afecte el cultivo ya que el aporte de agua es muy excedentario y continuo o de muy alta frecuencia.

### ■ Sistemas hidropónicos puros sin sustrato y con solución recirculante

#### ▲ Nutrient Film Technique (NFT):

Dentro de los distintos sistemas hidropónicos el NFT ha sido desarrollado como un sistema cerrado por A. Cooper a finales de los años 1960. El principio del sistema es hacer fluir una fina lámina de solución nutritiva a través de unas canaletas de plástico semirrígido o flexible en las que las plantas se asientan. Las raíces se desarrollan libremente y se ubican principalmente en el fondo de la canaleta, en contacto directo con la solución nutritiva. Por su parte superior las canaletas se cierran mediante grapas o pinzas. Las canaletas terminan en un canal de desagüe que recoge la solución nutritiva sobrante y la conduce hacia un tanque desde el cual es nuevamente bombeada hacia la tubería principal que alimenta las canaletas.

NFT necesita una preparación del terreno especial: canalizaciones con una pendiente determinada.

Se ha extendido principalmente en virtud de su sencillez de diseño y la economía de su instalación. En Almería se llegó a instalar media hectárea a finales de los años setenta. Los resultados fueron aceptablemente buenos, pero su difusión no se logró en la zona. Tiene problemas de pudrición radicular en el norte de Europa.

#### ▲ New Growing System (NGS):

Es una tecnología española de vanguardia, práctica y accesible al agricultor que se está desarrollando tanto a nivel nacional como internacional. Es un sistema de cultivo hidropónico suspendido en el que la parte visible es un canal de PE de color blanco con la tapa provista de perforaciones.



Un corte muestra varias capas de plástico. Las interiores van provistas de perforaciones a distancias definidas. El diseño del sistema da lugar a un movimiento del flujo en cascada, las raíces son capaces de extenderse sin restricciones, por lo que se consigue una mayor aireación del sistema radicular garantizando el funcionamiento óptimo del mismo.

La solución sobrante drena y, al final de cada línea de cultivo, pasa a través de un embudo y es recogida por un colector que la conduce, por gravedad, al depósito de recepción situado en el cabezal de riego, donde se reponen agua y nutrientes. De aquí una bomba redistribuye la solución en todo el cultivo.

La sujeción del sistema se compone de:

- Alambres acerados tensados (2 por línea) mediante tensores
- Ganchos de alambre acerado para mantener la pendiente uniforme y evitar posibles pandeos que provocarían encharcamientos)
- Tubos, en general de hierro galvanizado.

Entre las principales cualidades de este producto destaca su carácter ecológico, su bajo coste y su sencillez en instalación y manejo que acentúan su interés económico y aplicabilidad.

#### ▲ **Ventajas e inconvenientes:**

Para que un cultivo esté bien alimentado, debe tener en su ambiente radicular un buen equilibrio entre el aire, el agua y los elementos minerales.

Un sistema hidropónico puro, tiene una fuerte aireación. En el NFT lo es hasta que el sistema radicular bien desarrollado frena la circulación de la solución nutritiva. En este estado, un riego intermitente mejorará la aireación.

En los sustratos, con un buen manejo de riego, se llega a un equilibrio entre el aire y el agua, pero con el desarrollo de las raíces y sobre todo con el tiempo, la porosidad del sustrato disminuye.

En los sistemas puros, el desajuste de la solución nutritiva se producirá con más o menos rapidez según el estado fisiológico de la planta y la calidad del agua. El manejo de riego es más sencillo, la planta no sufre estrés hídrico ninguno. Es fácil de calentar la solución nutritiva para mantener una temperatura constante a nivel radicular en periodos fríos. Pero en épocas calurosas, existen problemas y parece ser que están relacionados con la disponibilidad de oxígeno: cuando la temperatura se incrementa, la solubilidad del gas disminuye y la demanda de oxígeno de las raíces aumenta.

Aparte de la temperatura los siguientes factores intervienen en el contenido de oxígeno de la solución circulante: el tipo de planta (las raíces de pepino pueden consumir el doble de oxígeno que las de tomate), intensidad luminosa (con alta intensidad luminosa hay más actividad radicular y consumo de  $O_2$ ), el espesor del flujo (a mayor espesor menos completa es la difusión de  $O_2$  de la atmósfera en el agua), etc.

En cuanto a la calidad del agua se refiere, cuando ésta es de muy buena calidad, es evidente que un sistema cerrado permite ahorrar tanto agua como fertilizantes y fitosanitarios aplicados vía riego. Cuando se trata de una agua de mala calidad, funciona

mejor un sistema cerrado ya que permite aportar continuamente la solución nutritiva en cantidades mínimas de nutrientes y por lo tanto ahorrando fertilizantes sin que la planta sufra ningún estrés.

Los sistemas hidropónicos puros son sensibles a las adversidades originadas por averías debido a la baja capacidad de retención de agua. Por ello es recomendable que la instalación cuente con un dispositivo de seguridad sencillo pero indispensable tal como una reserva de agua o un grupo electrógeno, etc.

## 5. ( PRINCIPALES FACTORES A TENER EN CUENTA PARA LA IMPLANTACIÓN DE LOS CULTIVOS SIN SUELO EN EL SURESTE PENINSULAR )

### 5.1. ( Calidad del agua )

La calidad del agua es un factor importante. Cuanto más buena es el agua, mayor es la posibilidad de alcanzar rendimientos máximos.

La respuesta de las plantas a la salinidad depende de la edad, de las condiciones ambientales, del manejo del cultivo y de la especie. Las plantas en épocas frescas y húmedas son más tolerantes a la salinidad que las cultivadas en épocas calurosas o con baja humedad relativa y temperatura y radiación altas.

Como la calidad del agua es un elemento decisivo en el éxito o fracaso de cualquier sistema hidropónico, trataremos los distintos elementos separadamente.

El Na y Cl son los dos factores más importantes que determinan la calidad de la mayor parte de las aguas de Almería. Para muchas plantas la absorción de Na y Cl es restringida y varía dependiendo del cultivo y de la concentración de Na y Cl en el ambiente radicular. Para algunas plantas se dan las concentraciones de Na y Cl como se ve en la siguiente tabla:

Especie	Concentración en el ambiente radicular			
	< 5 mmol·L <sup>-1</sup>		10 mmol·L <sup>-1</sup>	
	Na	Cl	Na	Cl
Tomate	0,4	0,6	0,8	1,0
Pimiento	0,2	0,3	0,3	0,7
Pepino	0,3	0,3	1,1	1,5
Berenjena	0,1	0,3	0,4	0,7

■ CONCENTRACIONES ABSORBIDAS DE NA Y CL EN MMOL·L<sup>-1</sup> PARA ALGUNAS ESPECIES CULTIVADAS A DOS NIVELES DIFERENTES DE Na Y Cl EN EL AMBIENTE RADICULAR. (SONNEVELD Y VAN DER BURG, 1991).

Se aprecia como estos elementos no son absorbidos en las cantidades presentes en el agua. Consecuentemente, cuando se utiliza agua salina, Na y Cl se acumularán en la solución nutritiva o en el sustrato, en concentraciones tóxicas para la planta. Alta concentración de Na disminuye la absorción de K y alta concentración de Cl crea competencia con los nitratos.



Es por ello que el agua se maneja de manera excedentaria para lavar las sales. Este exceso varía en función de la época del año, el estado fisiológico de la planta y la calidad del agua de riego.

En algunos tipos de aguas es el Ca, Mg,  $\text{SO}_4$  o el B quien determina la cantidad de agua a drenar para evitar posibles problemas de antagonismos o toxicidades. El B, principalmente en la zona Levante, en concentraciones por encima de 1 ppm puede causar problemas de toxicidad.

El Ca y el Mg constituyen dos macronutrientes para la planta y por lo tanto se deben tener en cuenta a la hora de establecer un programa nutritivo. Una alta concentración de Ca interfiere en la absorción de K y una alta concentración de Mg produce deficiencias de Ca.

Los sulfatos se absorben por las plantas en cantidad muy limitada, y su acumulación por lo tanto ocurre con la misma consecuencia que el Na y Cl. Alta concentración de  $\text{SO}_4$  promueve la absorción de Na y dificulta la absorción de Ca e interfiere en la absorción de K.

Los bicarbonatos aumentan el pH del agua y de la solución nutritiva. Por ello, los bicarbonatos se neutralizan por ácido nítrico o fosfórico para asegurar una buena solubilidad de las sales nutritivas en la solución nutritiva y el pH se mantiene entre 5,5 y 6.

Se necesita un riguroso control que se debe realizar periódicamente del riego y fertilización; para prevenir desajustes de nutrientes, disminuciones bruscas de pH y aumento excesivo de la CE, que pueden provocar trastornos en el normal desarrollo de las plantas. Elegir especies que aguantan concentraciones altas de Na y Cl. Asimismo, frente al Na y Cl reaccionan mejor los sistemas hidropónicos puros

## 5.2. (Factores climáticos ]

Las tendencias actuales en materia de calendarios de cultivos consiste en tener plantaciones lo más precoz posible, en periodos del año en que el clima no es todavía muy favorable a la floración y al cuajado.

El cultivo hidropónico requiere un control mucho más exhaustivo que el cultivo sobre suelo. Para compensar su falta de inercia, necesita más atención y más cuidado por parte del agricultor.

A menudo se actúa únicamente sobre dos factores de la producción vegetal el agua y nutrientes, y en consecuencia se pueden presentar problemas relacionados con los factores productivos como son los medioambientales.

Varios factores agroambientales son susceptibles de perturbar la formación de las flores y del polen así como la liberación de este último (temperatura ambiental demasiado elevada o demasiado baja, atmósfera demasiado seca o humedad relativa elevada, etc.).

Las altas temperaturas producen una reducción de calidad del fruto por pérdida de tamaño y color más deficiente; al mismo tiempo pueden aumentar la incidencia de la quemadura apical o BER. Alta temperatura y baja humedad, provocan la caída de flores y frutos. Bajas tasas de humedad que se registran en otoño y primavera sobre todo al

mediodía estresan la planta. Para evitar esto, se debe procurar mantener un nivel de Ca mayor en la solución nutritiva y manejar adecuadamente el ambiente del invernadero actuando sobre la radiación solar (blanqueo del techo, sombreo), la ventilación, evaporación de agua (nebulización, cooling system, etc.) y también reduciendo la CE para favorecer la absorción radicular. Las plantas más vigorosas, con follaje abundante serán indicadas para plantaciones tempranas. Su fuerte evapotranspiración atenuará en parte la baja tasa de humedad relativa.

En invierno, las altas humedades relativas nocturnas pueden favorecer el desarrollo de enfermedades criptogámicas y producir la inviabilidad del polen. Variaciones importantes entre el día y la noche dañan la raíz. Debemos evitar la máximo posible estos daños. también, se recomienda el uso de enraizantes para estimular la regeneración radicular y la utilización de productos contra podredumbres radiculares.

Asimismo y frente a la escasez de luz en invierno, se recomienda aumentar los niveles de potasio, reducir el nitrógeno especialmente el amoniacal e incrementar ligeramente la CE. La temperatura radicular juega un papel clave en el crecimiento y la productividad. En general, por debajo de 10 °C o por encima de 30 °C de temperatura radicular, el crecimiento y rendimiento se reducen y las solanáceas son más sensibles a las altas temperaturas que las cucurbitáceas.

Los sustratos presentan una menor inercia térmica que el suelo, por lo que las variaciones que se producen son mayores. Este factor puede condicionar la producción.

En verano la refrigeración de la solución nutritiva es un método utilizado para evitar un excesivo calentamiento de la misma y por lo tanto evitar un envejecimiento prematuro de la planta.

Calentar la raíz por circulación de agua caliente tiene grandes ventajas y requiere menos energía que calentar el aire. Este calentamiento de la raíz puede compensar parcialmente las noches frías.

Para mantener la temperatura deseada en el ambiente del invernadero, la circulación del agua caliente por el interior del invernadero es uno de los sistemas de calefacción utilizados en el cultivo protegido. También existen sistemas que usan el aire caliente como medio de transmisión de calor.

### 5.3. (Especies a cultivar]

En principio cualquier tipo de hortaliza se puede cultivar en hidroponía. Las condiciones agroclimáticas disponibles condicionan los cultivos a implantar. Cada cultivo es muy específico en sus necesidades ambientales. Cualquier desviación reduce el rendimiento y la calidad del producto. En nuestra zona quizás el factor más limitante es la calidad del agua de riego. Es bien conocido que cuando plantas tolerantes a las sales son cultivadas bajo condiciones salinas, el sabor del producto mejora; sí bien a menudo a expensas del producto vendible. Reducciones en el rendimiento y el tamaño del fruto son de esperar con altas salinidades. De los cultivos más característicos de Almería (pimiento, pepino, melón, berenjena, tomate, judía, sandía y calabacín), el tomate es la especie de mayor importancia en el cultivo sin suelo, aunque también se producen otras hortalizas.



Las mejores aguas deben utilizarse para judías, pimiento, pepino, calabacín y sandía siendo más tolerantes a la salinidad el melón, berenjena y sobre todo el tomate. En general estas hortalizas se ponen con una separación entre líneas de 2 m.

El tomate se utilizan entre 5 y 9 plantas/ tabla o saco. La CE de entrada varía entre 2,5 y 3 dS/m. Se recomienda reducir la CE unas décimas en la fase de engorde de frutos. La CE de drenaje en invierno puede alcanzar 6 dS/m y en primavera varía entre 3 y 5 dS/m.

El pepino se ponen 3 plantas/tabla. Se recomienda incrementar la concentración de nitratos y reducir la de potasio.

Con el melón, se utiliza 1 semilla por golpe. Para evitar el peligro de rajado de frutos, incrementar la CE al final. Asimismo para adelantar la maduración se recomienda subir la CE y disminuir el riego una semana antes de la maduración.

La judía se planta 1 ó 2 semillas por taco. Es recomendable reducir el drenaje entre 10 y 20% para equilibrar el desarrollo vegetativo y la fructificación.

El pimiento es una planta que tiene dificultades en hidroponía. Es una planta con cuello leñoso (posibilidad de formación de pie de elefante). Es muy sensible a los cambios bruscos de humedad y tiene escasa tolerancia a las altas temperaturas de raíz. Es recomendable manejar adecuadamente el invernadero. Se utiliza normalmente 1 semilla por golpe.

#### 5.4. ( **Patologías y fisiopatías específicas de los cultivos sin suelo** )

##### • **Patologías**

Si desde el punto de vista productivo los cultivos hidropónicos presentan ventajas importantes, no están sin embargo exentos de problemas patológicos. La introducción del patógeno es a través del agua de riego o a través de plantas infectadas. Aquí las medidas profilácticas son importantes.

Parece que existe mayor posibilidad de proliferación de patógenos en los sistemas cerrados (contaminación por agua). Asimismo, parece que los sistemas que mantienen cierta reserva de agua favorecen la reproducción y diseminación de ciertos patógenos.

De las enfermedades fúngicas que causan pudriciones a nivel del cuello están *Pythium* y *Phytophthora*, a los que hay que añadir *Oplidium* debido a la transmisión del virus del cribado del melón (MNSV). De los principales virus de la raíz que pueden aparecer en los cultivos hidropónicos está el virus del mosaico del tabaco (TMV) en el pimiento, berenjena y tomate. Para dar solución a estos problemas, se han venido utilizando varios métodos de desinfección: el primero fue el tratamiento térmico, seguido por la ozonización y la radiación UV. También se utilizan métodos químicos para la protección de la planta. Las aplicaciones de pesticidas a la solución nutritiva requiere las medidas de precaución necesarias.

También se aplican algunos insecticidas como ciromazina (Trigard) o oxamylo (Vydate) para controlar el minador de hojas y para luchar contra la mosca blanca o pulgones se utiliza imidacloprid (Confidor).

- **Fisiopatías**

Los cultivos hidropónicos presentan algunos desórdenes fisiológicos, cuya manifestación no tiene nada que ver con patógenos, causados por temperaturas inadecuadas, nutrición desequilibrada o un riego inapropiado. Algunas variedades son claramente más sensibles que otras.

▲ **Rajado de frutos o cracking** causado por una deficiencia hídrica con alta temperatura seguida por un riego copioso. Cuando el fruto comienza a madurar, la piel pierde su elasticidad. Al recibir un impulso de crecimiento debido a factores ambientales de o de nutrición, la piel se raja.

▲ **Pie de elefante en el pimiento** debido a que la planta está colocada superficialmente con exceso de humedad en la base del tallo, de ello pueden derivarse fuertes ataques de agentes patógenos. Conviene señalar que el pimiento es una de las especies más sensibles al exceso de humedad y es la que peor se adapta al cultivo hidropónico debido posiblemente a la frecuente pérdida de masa radical.

▲ **Desecación internervial de hojas de melón** reflejando un desequilibrio entre la vegetación aérea y el sistema radicular. Debida a los factores que tienen incidencia directa sobre el desarrollo del sistema radicular y su vejez prematura.

▲ **Pérdida de raíces** motivada por la asfixia radicular, bajo pH, temperaturas extremas, ataques de ciertos hongos parásitos de las raíces

▲ **Mancha apical de los frutos blossom end rot** debido a una carencia verdadera o inducida de Ca. Su incidencia tiene una componente varietal y suele aparecer sobre todo por desequilibrios hídricos, provocados por inadecuadas frecuencias de riego, temperatura alta y/o por problemas de salinidad, exceso en la relación K/Ca. Asimismo, exceso de nitrógeno amoniacal tiene incidencia en la aparición de BER.

## 5.5. (Aspecto medioambiental]

El mayor problema de los sustratos lo constituyen los residuos de los materiales utilizados como sustratos en el cultivo hidropónico. También están el drenaje de los fertilizantes y fitosanitarios, especialmente en los sistemas abiertos. Consecuentemente esto tiene importantes inconvenientes ecológicas.

Los sistemas de cultivo hidropónico se han desarrollado para reducir la difusión de enfermedades del suelo, para mejorar el crecimiento por un mejor control, para aumentar la producción y muy recientemente para un mejor uso del agua, nutrientes y pesticidas para reducir la emisión al ambiente. Para alcanzar este último aspecto, se han desarrollado los sistemas cerrados.

Aunque el objetivo de los sistemas hidropónicos cerrados es prevenir el lixiviado de químicos al ambiente suelo y capa friática, una eficiencia de uso del 100% de nutrientes y agua no se puede todavía alcanzar debido a la relativa baja calidad del agua de riego con contenidos de algunos iones demasiado altos para circular la solución nutritiva constantemente; una cierta cantidad se tiene que echar (drenar). El uso de desinfectantes de suelo se reduce drásticamente al usar sistemas hidropónicos. También



un cambio en el uso de pesticidas de mayor persistencia a menos persistentes que se dosifican directamente a la raíz por el sistema de riego.

El futuro de los hidropónicos parece cada vez más claro. Los sistemas cerrados sin drenaje y el uso de métodos biológicos de desinfección de la solución nutritiva, evitan todo tipo de pérdidas de elementos minerales y la contaminación del suelo y los acuíferos, respondiendo a la conciencia social, que va dirigida hacia una mayor calidad y un mejor cuidado del medio ambiente.

## 6. ( BIBLIOGRAFÍA ]

- **Abad Berjón, M. (1995).** Sustratos para el cultivo sin suelo. En: El cultivo del tomate. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. Pag. 131-166.
- **Abad Berjón, M. y Martínez, P.F. (1995).** Sustratos hortícolas y cultivos sin suelo. HF. Hortoinformación nº 11. Nov. 1995.
- **Acher, A. et al. 1994.** Use of ultraviolet-disinfected nutrient solutions in greenhouses. Journal of Horticultural Science 72, 117-123.
- **Cadahía López, C. (1998).** Fertirrigación. Cultivos hortícolas y ornamentales. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.
- **Cánovas Martínez, F. y Díaz Álvarez, J.R. (editores) (1993).** Cultivos sin suelo. Curso Superior de Especialización. Ed. I.E.A. y F.I.A.P.A. Almería.
- **Cánovas Martínez, F. (1995).** Manejo del cultivo sin suelo. En: El cultivo del tomate. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. Pag. 227-254.
- **Cánovas Martínez, F. (1995).** Cultivos sin suelo. Una apuesta por la tecnificación. HF. Hortoinformación. nº 3. Marzo 1995.
- **Meca Abad, D. (1996).** La fibra de coco; un nuevo sustrato hortícola para el cultivo sin suelo. Proyecto fin de carrera. Universidad de Almería.
- **Martínez Caldevilla, E. y García Lozano, M. (1993).** Cultivos sin suelo: hortalizas en clima mediterráneo. Ediciones de Horticultura.
- **Navarro Castillo, J.A. (1998).** La fibra de coco como sustrato. Almería Agrícola, 5: 6-7.
- **Resh, H.M. (1992).** Cultivos hidropónicos. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.
- **Runia, W.Th.; van Os, E.A. y Bollen, G.J. (1988).** Disinfection of drainwater from soilless cultures by heat treatment. Netherlands Journal of Agricultural Science 36, 231-238.
- **Sonneveld, C. (1989).** Rockwool as a substrate in protected cultivation. Chronica Horticulturae, 29: 33-36.
- **Sonneveld, C. y Van der Burg (1991).** Sodium chloride salinity in fruit vegetable crops in soilless culture. Neth. J. Of Agric. Sci. nº 39.
- **Van Os, E.A. (1996).** Closed soilless growing systems in the Netherlands: the finishing touch. International symposium on water quality and quantity in greenhouse horticulture. Tenerife, Spain. Nov. 1996.



(TEMA 14)

# LOS SEMILLEROS HORTÍCOLAS



**Fernando de la Torre Martínez**

Ingeniero Técnico Agrícola  
Director Técnico de semilleros “Confimaplant”





## 1. ( DEFINICIÓN ]

Tradicionalmente semillero o plantel, se ha entendido como una parcela de cultivo con la suficiente protección para llevar a cabo la siembra y germinación de semillas y el cuidado de las plántulas en su primer estadio de desarrollo, hasta el momento óptimo del trasplante.

Actualmente los semilleros profesionales son empresas de servicios destinadas exclusivamente a la producción de plantas, transformando las semillas en plántulas de calidad con las debidas garantías vegetativas y fitosanitarias; ofreciendo a su vez un asesoramiento técnico para la elección de variedades, fechas óptimas de trasplante, seguimiento post-trasplante y recomendaciones de cultivo idóneas.

## 2. ( EVOLUCIÓN ]

El constante avance de la horticultura mediterránea de los últimos treinta años ha llevado consigo el desarrollo de otros sectores afines, tales como: sistemas de riego, estructuras de invernaderos, plásticos, semillas, fertilizantes, control de clima etc., convirtiéndola en una horticultura totalmente intensiva, pasando durante los últimos cinco años por una verdadera revolución tecnológica. Paralelamente se ha desarrollado el sector de semilleros hortícolas.

En la década de los años 70, los propios agricultores se producían sus plantas por el sistema tradicional de almáciga, realizando trasplantes a raíz desnuda. A principios de los años 80 surge la aparición de los primeros semilleros comerciales con producción de plantas en bloques de turba cultivados directamente sobre el suelo. En pocos años se produce la transformación de producción de plantas sobre contenedores multi-loculares, principalmente sobre bandejas de distintos materiales y tamaños, cultivadas sobre mesas aisladas del suelo, o directamente apoyadas sobre éste.

Este continuo avance y la especialización empresarial del sector semilleros, han hecho posible la incorporación de nuevas tecnologías de producción y manejo, tales como: mejora de las estructuras, programadores de riego y clima, robots de riego y tratamientos fitosanitarios, robots de transporte interior, cámaras de germinación, cámaras de cultivo, cabezales de siembra de alta precisión y eficacia, etc. así como el desarrollo de novedosas técnicas de cultivo, destacando los injertos en sus diferentes formas (aproximación, cuña lateral, púa, empalme, etc.) sobre cultivos de sandía, melón pepino y tomate.

## 3. ( LEGISLACIÓN PARA SEMILEROS ]

Independientemente de la legislación que regula la actividad del sector, haremos referencia a la legislación que existe para los sectores de materias primas o productos que influyen de forma directa en la producción de plántulas: semillas y sustratos.

### 3.1. ( Semillas ]

Las semillas hortícolas clasificadas como semillas de categoría “estándar” están reguladas por:

■ **Directiva 70/458/CEE del Consejo de 29 de septiembre de 1970**, relativa a la Comercialización de Semillas Hortícolas.

■ **Orden de 1 de Julio de 1985 MAPA**, por la que se aprueba el Reglamento Técnico de Control y Certificación de Semillas de Plantas Hortícolas.

■ **Directiva 90/654/CEE del Consejo**, (Diario Oficial de las Comunidades Europeas nº L353 del 17-12-1990) que modifica la anterior Directiva 70/458/CEE, relativa a la Comercialización de Semillas Hortícolas.

Dicha Directiva no especifica que se realicen controles sobre la calidad fitosanitaria de la semilla (virus, hongos o bacterias), siendo las propias productoras y/o comercializadoras las que garantizan una calidad “estándar” en términos de germinación y pureza, así como los tratamientos realizados de desinfección.

### 3.2. (Substratos ]

La mayoría de los materiales utilizados como sustratos para la germinación y desarrollo de las plántulas son turbas de importación, perlita, vermiculita, fibra de coco o bloques de lana de roca, sobre los cuales no existe un control de calidad y fitosanitario, y una legislación específica que regule dicho sector.

La normativa existente al respecto es muy escasa y poco clara:

- Normativa sobre Turbas y Substratos MAPA, 1987 (BOE nº 146 de 19-07-91)
- Real Decreto 2071/93, MAPA (BOE nº 300 de 16-12-93)

Los productos como: turbas, perlita, vermiculita, etc., se encuentran registrados por el MAPA en el Registro de Productos Fertilizantes y Afines.

### 3.3. (Semilleros ]

Los semilleros hortícolas están regulados por una extensa y complicada normativa compuesta por: **Directivas de la CEE, Reales Decretos y Ordenes del MAPA y Resoluciones de las distintas Consejerías Autónomas.**

La legislación existente con sus normas más significativas es:

■ **Orden de 9 de Marzo de 1992 (BOE nº 66 del 17-03-92)**, por la que se establecen las bases fitosanitarias para la producción de plántulas de hortalizas y material de reproducción de ornamentales.

■ **Resolución de 11 de Mayo de 1992**, de la Dirección General de Agricultura y Ganadería de la J. A. (BOJA nº 46 del 28-05-92), por la que se establecen normas fitosanitarias para la producción de plántulas de hortalizas y material de reproducción de ornamentales.

■ **Directiva 92/33/CEE del Consejo**, de 28 de Abril de 1992 (D.O.C.E. nº L157 del 10-06-92), relativa a la comercialización de plantones de hortalizas y de materiales de multiplicación de hortalizas, distintos de las semillas.

■ **Orden de 17 de Mayo de 1993 MAPA**, por la que se establecen las obligaciones y



normas en relación con el Registro Oficial de Productores, Comerciantes e Importadores de vegetales, así como la normalización de los Pasaportes Fitosanitarios para la circulación de productos vegetales dentro de la Comunidad.

■ **Directiva 93/61/CEE de la Comisión**, de 2 de Julio de 1993, por la que se establecen las fichas que contienen las condiciones que deben cumplir los plantones y material de multiplicación de hortalizas, distintos de las semillas, de conformidad con la Directiva 92/33/CEE del Consejo.

■ **Directiva 93/62/CEE de la Comisión**, de 5 de Julio de 1993, por la que se establecen las disposiciones de aplicación para la vigilancia y control de los proveedores y establecimientos, en el marco de la Directiva 92/33/CEE del Consejo.

■ **Orden de 28 de Octubre de 1994 (BOE nº 264 del 04-11-94)**, por la que se aprueba el Reglamento Técnico de Control de la Producción y Comercialización de Plantones de Hortalizas y Material de Multiplicación de Hortalizas, distinto de las semillas.

■ **Orden de 12 de Diciembre de 2001 (BOJA nº 3 del 08-01-2002)**, por la que se establecen las medidas de control obligatorias así como las recomendadas en la lucha contra las enfermedades víricas en los cultivos hortícolas.

Las Directivas, Ordenes y Resoluciones afectan y obligan al sector semillerista a cumplir lo siguiente:

■ Deberán estar inscritos en los siguientes registros:

- Registro Provisional de Productores de Plantas de Vivero.
- Registro Oficial de Productores, Comerciantes e Importadores de vegetales.
- Registro y Autorización para expedir Pasaportes Fitosanitarios
- Certificado de Autorización para la venta de Semillas y Plantas de Vivero.

■ Disponer de instalaciones adecuadas:

- Aislamiento general de las naves de producción.
- Vados Fitosanitarios.(Uso de batas y/o calzas desechables para visitas).
- Ventilaciones cubiertas con mallas antiparásitos de menos de 1 mm<sup>2</sup>.
- Perímetro de naves cubierto con material impermeable de al menos 1 m de ancho.
- Instalación de desinfección de módulos, bandejas y material auxiliar.

■ Utilizar semillas debidamente registradas y autorizadas.

■ Desinfección mínima dos veces al año de las instalaciones.

■ Mantener al máximo higiene y limpieza en todo el proceso de producción, naves adyacentes y almacenes.

■ Mantener un Registro constante de las semillas sembradas (especie, variedad, cantidad, nº lote, entidad productora), de al menos durante un año.

■ Llevar un Libro Registro de tratamiento fitosanitarios y abonados realizados manteniéndolo al menos durante un año.

■ Adoptar las medidas necesarias que garanticen la calidad fitosanitaria de semillas, turbas, agua, bandejas y otros medios de producción. Informando de cualquier tipo de anomalía extraña que se presente.

■ Expedir el Pasaporte Fitosanitario de todas las plantas que salgan para su trasplante.

■ Disponer de un Técnico Titulado, Responsable del Control Fitosanitario.

#### 4. ( **INSTALACIONES** )

Las primeras instalaciones destinadas a semilleros eran prácticamente iguales a las de un invernadero tradicional, dependiendo de la zona; las mismas estructuras con acondicionamientos para el soporte de bandejas, un sistema de riego manual y la incorporación o no, de una simple máquina de siembra, eran suficientes para la producción de plantas. Actualmente la exigencia de mayor calidad de plántulas, el alto coste de las semillas híbridas, la mano de obra, la producción estacional, la competencia del sector y la legislación existente, hacen necesario que la instalación o renovación de un semillero sea bien estudiado y proyectado, con la distribución y dependencias necesarias: (invernaderos, oficinas, salas de calefacción, almacén de manipulación, embalse y cabezal de riego, zonas de almacenamiento y desinfección, maquinaria necesaria, vehículos de transporte, etc.), realizando un análisis muy estricto y minucioso de los siguientes puntos:

##### ■ **Zona de producción**

- Cultivos y épocas de trasplante.
- Volumen teórico de producción.
- Empresas del sector.
- Disponibilidad del factor humano.

##### ■ **Características de la finca**

- Situación, Red viaria y comunicaciones.
- Superficie y Topografía.
- Suministro de Agua y su Calidad.
- Suministro de Energía Eléctrica y Telecomunicaciones.

##### ■ **Climatología de la zona**

- Evolución de las temperaturas medias, extremas y estacionales.
- Evolución de la humedad relativa.
- Insolación real y potencial
- Duración del día.
- Pluviometría.
- Régimen de vientos dominantes e intensidad.

#### 4.1. ( **Invernaderos** )

Las estructuras de los invernaderos destinados a semilleros profesionales han ido



avanzando a un ritmo espectacular. Las primeras estructuras tipo “parral” a dos aguas construidos de madera y alambre fueron acondicionadas para la producción de plantas; posteriormente estas mismas estructuras fueron mejoradas introduciendo en su construcción materiales mas duraderos y de mayor calidad (tubos galvanizados y vigas o postes de hormigón) dándoles mayor altura y mejorando las ventilaciones laterales e introduciendo ventilaciones cenitales, así como la colocación de doble techo para amortiguar los extremos de temperatura y evitar la caída de agua directamente sobre las plantas “goteo” tan nefasto para las jóvenes plantas.

Actualmente el diseño de forma y dimensionado del invernadero “multitúnel o multicapilla” hace posible un aprovechamiento racional del terreno cubierto. La facilidad de trabajo, unido a unas grandes posibilidades de aireación-ventilación, permite manejar más fácilmente los factores climáticos o microclima interior de forma manual o totalmente automática, todo ello sin perder robustez y seguridad, pero si consiguiendo unos niveles de estanqueidad y aislamiento altos.

Este tipo de estructuras precisan de una buena nivelación del terreno (muy importante también para la posterior colocación de las banquetas de cultivo o cajas directamente sobre el suelo) y una cimentación de los anclajes, en contrapartida su montaje es muy rápido. Dicha estructura esta realizada a partir de bandas de acero galvanizado, ya sea por procedimiento de galvanizado en caliente o sendzimir, según las piezas que la forman y de acuerdo a una normativa dictada al efecto. Las dimensiones de los módulos de los invernaderos multicapilla actuales y con independencia, según las marcas comerciales son:

- **Anchura:** múltiplos de 6,40-7,00-8,00-9,60-12,00 metros.
- **Longitud:** múltiplos de 2,00 -2,50 metros.
- **Altura bajo canal:** desde 2,80 hasta 4,50 metros.
- **Altura en cumbrera:** desde 4,50 hasta 6,50 metros.

Las cubiertas de estos invernaderos de ultima generación, también han avanzado y mejorado; pasando de los filmes de PE normales, de duración dos campañas, a plásticos térmicos tricapa de duración tres-cuatro años, antigoteo y de gran capacidad térmica. La ultima tendencia es colocar doble cubierta en techo con cámara inchable (mayor resistencia a vientos, cámara de aire reguladora de temperatura) y perímetros laterales con placa semirígida de materiales transparentes y más duraderos (PVC - Polimetacrilato - Policarbonato). Existen invernaderos de reciente construcción con cubierta rígida de cristal trasparente, sobre estructuras multicapilla simple o doble.

#### 4.2. ( **Maquinaria de siembra** )

La maquinaria necesaria para realizar todo el proceso de siembra es:

- Sembradora de precisión o Tren de siembra
- Compresor de aire.
- Turbina de aspiración.
- Bomba de riego y dosificación.

Las sembradoras modernas están formadas por un conjunto de elementos mecánicos, eléctricos y electrónicos, que realizan simultáneamente todas las operaciones de siembra. Este conjunto está formado por los elementos siguientes:

■ **Mezclador de sustratos.** Consiste en una tolva de capacidad volumétrica de 500 a 1000 litros de sustrato; tiene un molino mezclador mediante unas aspas accionadas por un motor eléctrico y un sinfín elevador que lleva la mezcla realizada (turbas rubias, negras, perlita, fibra de coco, o vermiculita) hasta la tolva o módulo de llenado y prensado.

■ **Alimentador de bandejas.** Elemento rectangular de dimensiones similares a la de las bandejas (50 x 70 cm) y con capacidad para 15-30 unidades. Posee un sensor electrónico que nos indica la existencia o no de bandejas; estas pasan al módulo de llenado y prensado mediante el arrastre mecánico producido por un cilindro neumático o cadena, posicionando correctamente cada bandeja en el lugar y módulo exacto.

■ **Módulo de llenado y prensado.** Módulo que varía en función del tipo de máquina, compuesto generalmente por un sinfín elevador que dosifica la cantidad de sustrato por bandeja; una tolva de recepción, debajo de la cual se sitúa la bandeja y unas aspas giratorias que van llenando y prensando el sustrato. Todo ello está sincronizado y temporizado, movido por motores eléctricos y un cuadro de mandos.

■ **Módulo de punzonado.** Consta de un puente mecánico sobre el que van instalados uno o dos cilindros neumáticos, que se unen a una plancha de aluminio de 1-2 cm de espesor y de iguales dimensiones a la de la bandeja. Esta plancha contiene en su parte inferior tantos conos invertidos como alveolos tenga la bandeja y en la misma disposición. Al descender la plancha sobre la bandeja llena de sustrato (según las ordenes recibidas de los sensores de siembra), marca unas hendiduras de 1 a 2 cm de profundidad en cada alveolo, (profundidad regulable según la semilla a sembrar). Existen también las sembradoras de tambor donde el punzonado lo realiza un rodillo con conos invertidos, al avanzar la bandeja sobre el tren de siembra.

■ **Cabezal de siembra.** Esta parte del tren de siembra es la que más modificaciones ha sufrido, siempre buscando mayores rendimientos y precisión. Se ha pasado de la siembra manual de los inicios, por las máquinas semiautomáticas de cassettes, los cabezales semiautomáticos de librillo, hasta llegar a los modernos cabezales de siembra automáticos. Rendimientos de: 250-400 bandejas/hora.

Estos últimos constan de una parte fija llamada pulpo, formada por una placa superior perforada en forma de embudo que une mediante tubos de P.E. la placa inferior, donde cae la semilla y mediante una compuerta neumática que se abre deja la semilla en cada alveolo; y una parte móvil con depósito de semilla, placa perforada de aspiración, vibrador, peine de barrido y elemento de soplado de semilla, todo un complejo perfectamente armonizado y controlado por un autómata.

Las sembradoras de tambor son aptas para semillas redondas y partidas de semillas grandes, obteniéndose muy buenos rendimientos: 450-800 bandejas/hora.

■ **Módulo de tapado.** Pequeña parte simple pero de gran importancia en el proceso



de siembra. Esta compuesto por una tolva de forma troncopiramidal que en el fondo lleva una apertura para dejar caer el material para cubrir las semillas sembradas (perlita o vermiculita). Su capacidad de 50-60 litros permiten tapar entre 50-60 bandejas. Junto a la tolva lleva un raspador por su parte posterior que elimina el material sobrante, dejándolo caer sobre un depósito para recogerlo y reutilizarlo. El sistema puede ser temporizado y automático.

■ **Túnel de riego.** Campana o túnel de 1-2 m (capacidad para 2-4 bandejas) que tiene instaladas en su techo 6-8-10 electroválvulas con sus correspondientes boquillas de riego de caudal 0,9-1,2 L/min/ud. El sistema lleva instalado un temporizador y un dosificador volumétrico que inyecta junto con el agua de riego el primer tratamiento fungicida de vital importancia, previo a la germinación.

■ **Apilador de bandejas.** Conjunto de elementos electromecánicos que van recogiendo y agrupando las bandejas sembradas en torres de 8-10-12 uds según la cantidad deseada, y sacándolas sobre el carril de rodillos del final del tren, para su posterior paletizado y marcaje de partidas.

Todo el conjunto puede estar informatizado y robotizado.

#### 4.3. (Cámara de germinación ]

Es un recinto cerrado de características similares a cualquier cámara frigorífica donde se introducen las bandejas sembradas y se mantienen durante un tiempo determinado en condiciones óptimas de germinación, manteniendo los parámetros necesarios, (temperatura y humedad relativa) para la germinación de las distintas especies de semilla (ver tablas de cultivo, cuadro nº 2) y obtener así el mayor porcentaje de estas, en plantas viables.

El dimensionamiento y capacidad de la cámara dependerá del volumen de producción previsto del semillero y de las especies a producir (cantidad de bandejas sembradas diarias y días necesarios de germinación). Su construcción puede realizarse de obra civil recubierta de materiales termoaislantes o paneles prefabricados termoaislantes, constará de una o dos puertas, para entrada y salida. La maquinaria necesaria para mantener el microclima interior es: un equipo de aire acondicionado reversible (frío-calor), un equipo humidificador (fog-sistem), sondas de temperatura y de humedad relativa, cuadro de automatismos con termostato e higróstato de lectura y control.

#### 4.4. (Cámara de cultivo ]

Recinto de similares características a la cámara de germinación, normalmente de dimensiones más pequeñas. La gran diferencia está en la incorporación y control de un tercer parámetro: **la luz**. Su función es mantener constantes los parámetros de: temperatura, humedad relativa y luz, en condiciones ideales que favorezcan el enraizamiento de esquejes o prendimiento de injertos, ya que se trabaja con plantas vivas y no con semillas; llevando un seguimiento y control muy exhaustivo de los parámetros mencionados.

La colocación y disposición de las bandejas en la cámara también es distinta, estando aquí, sobre estanterías fijas o móviles con separación suficiente entre bandejas que permitan recibir las condiciones: temperatura, humedad y luz (artificial), de forma uniforme. La dimensión será la que permita introducir la producción de un solo día, para evitar abrir puertas y cambiar las condiciones una vez iniciado el proceso de enraizamiento o prendimiento. Se instalarán tantas cámaras como necesidades de producción se tengan.

#### 4.5. ( Taller de injertos )

Es el lugar donde se realiza la técnica de injertado, manteniendo unas condiciones climáticas buenas, tanto para el personal que realiza dicha labor, como para las plantas a injertar. Según el método o tipo de injerto a realizar, consta de una gran mesa o varias mesas unitarias, en ellas se dispone de todo el material necesario para injertar: pinzas, bandas de estaño, bisturíes, cuchillas, etc. y se colocan las distintas plantas, tanto del patrón como de la variedad a injertar. Es imprescindible la instalación de luz artificial que facilite la visión de los injertadores, al ser un trabajo de gran precisión.

#### 4.6. ( Banquetas de cultivo )

Las banquetas o mesas de cultivo, son estructuras construidas dentro del invernadero, a una determinada altura del suelo (50-70 cm), perfectamente niveladas, donde se colocan las bandejas extendidas, ya pregerminadas, recibiendo las labores y tratamientos necesarios para terminar su ciclo de crecimiento hasta el momento adecuado de su trasplante.

Existen varias formas de construir y disponer las mesas, dependiendo de su coste, pasillos interiores, etc., enumerando las siguientes: estructura de alambre galvanizado montado sobre tubos galvanizados; tubos galvanizados horizontales montados sobre tubos verticales; viguetas de hormigón montados sobre bloques directamente o sobre postes de hormigón; perfiles de galvanizado montados sobre postes de hormigón, perfiles de PVC reforzado, montado sobre postes de hormigón, PVC o bloques. De todos ellos, los más utilizados son los dos últimos. La existencia de banquetas de cultivos, obedece a una serie de ventajas frente a colocar y extender las bandejas en el suelo; estas son:

- Fácil manipulación de bandejas.
- No hay riesgo de encharcamiento.
- Mayor aireación.
- Facilidad de instalar mangueras de calefacción (aire o agua).
- Rapidez en la localización de partidas.
- Mayor comodidad y rendimiento de trabajo.

#### 4.7. ( Sistemas de riego )

El riego de un semillero tiene prácticamente la misma configuración que una explotación hortícola y ornamental, estando formado por las siguientes unidades básicas: embalse, cabezal de riego, red de alimentación y sistema de distribución del agua. El sistema



o forma de distribución del agua de riego será el que nos definirá el llamado “sistema de riego”, encontrando grandes diferencias de uno a otro sistema (riego por inundación, goteo, aspersión, microaspersión, etc.).

En las fotos nº1, nº2 y nº3, se pueden apreciar distintos modelos de estructuras multitúnel, distintas formas de banquetas y distintos sistemas de riego. Básicamente y dada la alta densidad de plantas por metro cuadrado, las formas más comunes de distribuir el agua en cualquier semillero se puede catalogar en dos: “sistema de inundación” y “sistema de microaspersión “ con las variantes siguientes:

■ **Riego manual** (manguera). Sistema manual tradicional, e imprescindible y complementario con cualquier otro sistema, la eficacia y éxito depende exclusivamente de la persona o personas que lo realizan.

■ **Microaspersión fija**. Sistema formado por un conjunto de tuberías generales, ramales portaaspersores y microaspersores, dispuestos al marco necesario, según características del fabricante (alcance, caudal, etc.) y colocados hacia arriba o hacia abajo sin producir goteos perjudiciales.

■ **Trenes de riego**. Consiste en una barra pulverizadora transversal que se desplaza longitudinalmente mediante unas ruedas sobre un raíl colgado de la estructura del invernadero, accionado por un motorreductor eléctrico, dos poleas y un cable de tracción. La barra pulverizadora está compuesta por un tubo de PVC y un conjunto de boquillas pulverizadoras antigoteo instaladas cada 25-50 cm, unido todo ello a un perfil de aluminio y al cuadro de mandos. El conjunto dispone de sensores que accionan la barra pulverizadora, mediante la colocación de electroimanes y electroválvulas, realizando una distribución uniforme del agua de riego.

■ **Riego por inundación**. (flujo-reflujo). Sistema de gran caudal, con recogida de la solución nutritiva. Instalación pensada para cultivos hidropónicos.



■ FOTO 1. DETALLE COLOCACIÓN BANDEJAS DE PLÁSTICO Y ESTRUCTURA TIPO MULTITÚNEL.



FOTO 2. DETALLE BANQUETA DE CULTIVO Y RIEGO MANUAL.



FOTO 3. DETALLE BANQUETAS DE HORMIGÓN Y TREN DE RIEGO.

#### 4.8. ( **Sistemas de tratamientos fitosanitarios** )

Independientemente de adoptar todas las medidas profilácticas, medidas culturales y métodos de barrera de prevención, se hace necesario la implantación de un programa de tratamientos fitosanitarios capaz de conseguir y mantener la sanidad y calidad fitosanitaria de las plántulas.

Para ello se dispone de sistemas de tratamientos fitosanitarios, que utilizados sólo o conjuntamente nos garanticen la obtención de plantas sanas y vigorosas; éstos son:



■ **Inyección proporcional.** La instalación de uno o varios depósitos de mezclas, y su bomba de inyección correspondiente, son los elementos necesarios para incorporar los productos fungicidas y/o insecticidas en la red de riego para su distribución.

■ **Pulverización de alto volumen.** Sistema tradicional más o menos sofisticado, presente en todas las instalaciones; compuesto por: depósito de mezclas, motobomba de presión y red de distribución. La aplicación se realiza con pistoletas de diversas formas y tipos de gota, de alto volumen, pulverizando directamente sobre las plantas cultivadas.

■ **Nebulización de ultrabajo volumen.** Los productos fitosanitarios diluidos en un pequeño volumen de agua son distribuidos con una boquilla de alta presión, produciendo una finísima niebla, que uno o varios ventiladores reparten por todo el volumen del invernadero. Son tratamientos generales no localizados, de alta eficacia, permitiendo su programación fuera del horario de trabajo y con el invernadero herméticamente cerrado. El sistema dispone de mecanismos como: autolimpieza de boquillas, prevención, removedor y detector final del producto.

#### 4.9. ( Climatización ]

La correcta interpretación y manipulación de los siguientes parámetros: luz, temperatura y humedad, tanto externos como internos, nos darán las condiciones deseadas para la producción de plántulas; teniendo muy en cuenta que una ligera modificación de cualquiera de ellos, influye directamente y afecta a todos los demás.

El acondicionamiento del microclima interior de las instalaciones hay que diferenciarlo en dos grandes periodos, en nuestra zona de producción (Costa Almería) y estos coinciden con ciclos de producción de plantas distintos:

- **Periodos cálidos:** primavera -verano (abril - septiembre).
- **Periodos fríos:** otoño - invierno (octubre - marzo).

#### ■ Periodos cálidos

La gran radiación solar recibida y las altas temperaturas alcanzadas, hacen difícil obtener los rangos óptimos de los parámetros de producción, siendo la disminución de temperatura el mayor problema de estos periodos, que resolveremos utilizando conjuntamente las técnicas siguientes:

▲ **Reducción de radiación solar.** Aplicando métodos de sombreo, sobre la cubierta del invernadero, que pueden ser: Estáticos(encalado de cubierta o colocación de mallas) o dinámicos (instalación de pantallas de sombreo o aluminizadas, colocadas en interior o exterior).

▲ **Ventilación. Ventilación pasiva:** Instalación de ventanas cenitales en todas las cubiertas o laterales. Ventilación activa con la incorporación de ventiladores para recirculación interna del aire, y extractores laterales.

▲ **Refrigeración por agua.** Instalación de sistemas para enfriar el aire:

- Ventiladores-Nebulizadores de media presión.
- **Foog-System**: nebulización a alta presión.
- **Cooling-System**: paneles húmedos y extractores de aire.

### ■ Periodos fríos

La baja iluminación y mantener la temperatura nocturna y diurna en unos niveles óptimos para el desarrollo de las plántulas, se consigue con una buena hermeticidad del invernadero, instalación de doble cámara y el apoyo de un sistema de calefacción.

▲ **Calefacción.** Dependiendo de las exigencias del cultivo se instalarán sistemas de calefacción por aire o agua, teniendo presente que la instalación sea capaz de mantener uniforme y constante la temperatura mínima prefijada, fiable y segura.

- **Sistemas de aire**: generadores con quemador de combustible, cámara de combustión, ventilador o turbina de impulsión, distribuyendo el aire caliente.
- **Sistemas de agua**: caldera, quemador de combustible, colector, bombas de impulsión, tuberías generales de impulsión y retorno, tuberías de distribución y tubos de emisión calorífica (lisos, coarrugados, aluminio, acero), formando un circuito cerrado.

## 5. ( MATERIALES ]

Los distintos materiales y materias primas necesarias para realizar la transformación del material base “la semilla” en plantas óptimas para su trasplante lo componen: substratos, bandejas, fundas y otros materiales accesorios.

### 5.1. ( Substratos ]

Dependiendo del tipo de suelo de cultivo final de la planta, su utilizarán substratos a base de: turba, perlita, termita, fibra de coco, lana de roca o la mezcla entre ellos. La elección de cualquier sustrato debe cumplir las siguientes propiedades:

- Libre de patógenos y gérmenes.
- Excelente porosidad, permitiendo gran aireación y capacidad de retención.
- pH regulado y adecuado a los cultivos.
- Elevada capacidad de intercambio iónico.
- Baja salinidad.
- Estabilidad de la estructura.

El material más utilizado son las turbas, y sus mezclas varían según los cultivos y la época de producción, diferenciando principalmente y a título orientativo:

▲ **Campaña de invierno**; mezcla compuesta por:

- Turba rubia: 80-90%
- Turba negra-parda: 10-20%
- Perlita gruesa: 10-15%



#### ▲ **Campaña de verano;** mezcla compuesta por:

- Turba rubia: 60-70%
- Turba negra-parda: 30-40%
- Perlita gruesa: 15-20%

El porcentaje de mezcla de los distintos materiales son orientativos y oscilará según el tipo de alveolo, sistema de riego, planta a producir, a criterio de la dirección técnica.

### 5.2. ( **Bandejas y fundas** )

Las bandejas son el soporte necesario para el cultivo en semillero. Normalmente se utilizan bandejas de poliestireno expandido (porespam) de color blanco; material que posee unas excelentes cualidades termoaislantes, poco peso, bajo coste y gran facilidad de mecanización. Existen también bandejas fabricadas de plástico rígido de distintos colores, pero con escasa experiencia en la zona en cuanto su manejo y cultivo.

Las bandejas contienen una serie de alveolos de sección tronco piramidal de mejores cualidades para el desarrollo radicular que los alveolos de sección redonda. El número de alveolos por unidad dependerá de la especie a cultivar, oscilando entre los 40 alveolos (injertos) y los 500-1000 (lechuga o cebolla); pero las dimensiones exteriores de la bandeja deberán ser las mismas para facilitar la mecanización de los distintos procesos: siembra, paletizado, extendido en mesas, expedición de plantas, etc.

Las bandejas se clasifican, dependiendo del tamaño del alveolo por códigos:

**-B-1: 273-294 ALVEOLOS; -B-2: 216-228-247 ALVEOLOS; -B-3: 104-135-150 ALVEOLOS, ETC.**

Las fundas son planchas alveolares fabricadas con polipropileno, mediante un proceso de termo conformado, de dimensiones iguales a las de la bandeja, pero siendo la sección de los alveolos algo menor para introducirlos encima de la bandeja. La función principal de la funda (un solo uso) es el aislamiento de la planta con la bandeja soporte, evitando posibles contagios de enfermedades y asegurando mayor higiene, obteniendo un sistema radicular sano y potente, facilitando la extracción de las plantas en el trasplante. Su exclusivo diseño permite obtener un gran sistema radicular debido a las estrías longitudinales, provocando el bifurcado de las raíces. El uso generalizado de las fundas en los últimos años ha mejorado la calidad fitosanitaria de las plántulas, eliminando casi completamente los problemas de raíz-cuello por hongos fitopatógenos como: phityum, rizoctonia, etc.

La tendencia actual es utilizar bandejas con menor número de alveolos, mayor sección de los tacos y plantas de mayor tamaño. Menos plantas/m<sup>2</sup> = Más calidad.

### 5.3. ( **Otros materiales** )

El semillero deberá estar dotado además de los siguientes materiales:

- Envases de cartón, plástico y bolsas de plástico para embalajes.
- Tablillas identificativas.

- Fertilizantes y productos nutricionales.
- Productos fitosanitarios.

## 6. ( CULTIVOS ]

El semillero profesional como especialista en su sector, puede realizar el cultivo de cualquier especie hortícola solicitada por sus clientes horticultores.

Centrándose en la zona del litoral mediterráneo, las principales especies cultivadas son: pimiento, tomate, berenjena, melón, sandía, injertos de: sandía, melón, pepino y tomate, lechuga, col china, coliflor, brócoli, apio, etc., distinguiendo dos campañas anuales de producción muy diferenciadas, sobre todo en la horticultura intensiva almeriense.

Los porcentajes de siembra de las especies varían anualmente de unas zonas a otras. Los cuadros I, II, III reflejan algunos datos de interés de las especies más cultivadas.

CUADRO 1.

Especies	Tª mínima °C		Tª óptima °C			Tª germin. °C		Tª máxim °C	Humedad relativa
	Letal	Biológica	Día	Noche	Subst.	Mínim.	Óptim.	Días	Días
Pimiento	0 / 4	10 - 12	22 - 28	16 - 18	15 - 20	12 - 15	25 - 30	28 - 32	65 - 70
Tomate	0 / 2	8 - 10	22 - 26	13 - 16	15 - 20	9 - 10	25 - 30	26 - 30	55 - 60
Berenjena	0 / 2	9 - 10	22 - 26	15 - 18	12 - 18	13 - 15	25 - 30	30 - 32	65 - 70
Col china	0 / -5	3 - 5	17 - 20	12 - 15	15 - 20	8 - 10	15 - 25	30 - 32	65 - 70
Melón	0 / 2	12 - 14	24 - 30	18 - 21	20 - 22	10 - 13	20 - 30	30 - 34	70 - 90
Sandía	0 / 2	10 - 13	24 - 30	18 - 21	20 - 21	10 - 12	20 - 30	30 - 34	65 - 75
Injertos	0 / 2	10 - 13	24 - 30	20 - 25	20 - 25	--	25 - 30	30 - 35	85 - 90

CUADRO 2.

Cultivos	Cámara germinación			Germinación	Nascencia	1ª hoja Verdadera	Transplante
	Horas	Tª °C	H.R.%	Horas	Días	Días	Días
Pimiento	120	25	75	120	7	16 - 19	32 - 45
Tomate otoño	48	25	85	72	4	16 - 18	30 - 35
Tomate primav.	48	25	85	72	4	12 - 15	25 - 30
Berenjena	72	25	85	72	4	15 - 17	25 - 35
Col china	--	--	--	24	2	7 - 10	25 - 35
Lechuga	30	14	90	24	2	6 - 7	20 - 25
Melón	72	25	85	48	3	15 - 18	25 - 35
Sandía	96	25	85	72	4	16 - 18	35 - 45



**CUADRO 3.**

Cultivos	Nº semillas	Profundidad	Semilla	Germinación	Plantas
	Gramo	cm.	Ha (gr)	%	Ha
<b>Pimiento</b>	120 - 150	0,5 - 1	0,2	80 - 95	20000 - 30000
<b>Tomate</b>	250 - 300	0,5 - 0,75	0,09	75 - 90	15000 - 25000
<b>Berenjena</b>	200 - 250	0,5 - 1	0,1 - 0,2	80 - 95	5000 - 7500
<b>Col china</b>	250 - 400	0,5	0,3	90 - 95	20000 - 30000
<b>Lechuga</b>	600 -1200	0,3	0,1	90 - 95	80000 - 100000
<b>Melón</b>	25 - 30	1 - 1,5	0,5	85 - 95	5000 - 10000
<b>Sandía</b>	15 - 25	1 - 1,5	0,25	75 - 90	2500 - 7500

■ **Campaña de primavera-verano.** Se realizan básicamente seis especies, con sus diferentes tipos de cultivos y multitud de variedades: pimiento, tomate, berenjena, pepino, calabacín y judía verde.

■ **Campaña de otoño-invierno.** Las principales especies más cultivadas son: tomate, pepino, melón, sandía, sandía injertada y col china.

### 6.1. (Injertos]

Son plantas que han sido modificadas mediante la técnica de injertado permitiendo cultivar especies sensibles a ciertos patógenos, sobre suelos infectados, utilizando el sistema radicular de patrones resistentes y la parte aérea de la variedad.

Los portainjertos o patrones utilizados deben cumplir las siguientes cualidades:

- Resistencia a la enfermedad limitante del cultivo.
- Resistencia o tolerancia a otros patógenos del suelo.
- Vigor y rusticidad.
- Gran afinidad con la variedad a injertar.
- Buenas características para realizar el injerto.
- No modificar la calidad externa e interna del fruto.

Actualmente se realizan injertos con éxito, sobre especies hortícolas pertenecientes a las familias de:

- **Cucurbitáceas:** sandía, melón y pepino.
- **Solanáceas:** tomate y berenjena.

■ **Cucurbitáceas.** Los portainjertos utilizados tanto en sandía, melón, o pepino son híbridos interespecíficos del género *cucurbita* (*Cucurbita máxima* x *Cucurbita Moschata*), comercializándose distintos híbridos del mismo tipo (**Shintoza**, **Brava**, **RS-841**, **Patrón**, **Kamel**, **Ferro**, **Strongtosa**, **Hércules**, **Titán**, etc.), que reúnen las cualidades mencionadas. Los métodos de injertar o tipos de injerto, en estas especies son:

- **INJERTO DE APROXIMACIÓN.**
- **INJERTO DE CUÑA.**
- **INJERTO DE EMPALME.**

Para obtener éxito en la técnica de injertado, debemos tener presente:

- Orden o programación de la siembra del patrón y la variedad.
- Extremar los cuidados durante el injertado y periodo de prendimiento.
- Controlar el desarrollo del crecimiento.

#### ▲ **INJERTO DE APROXIMACIÓN**

Método en el cual se mantienen los dos sistemas rediculares (patrón y variedad), durante el periodo de prendimiento, realizándose según este orden:

▲ Sembrar en bandejas la variedad de sandía o melón pregerminado en cámara y cultivando en invernadero entre 15-30 °C.

▲ Sembrar patrón o portainjertos en bandeja, a los 3-5-7 días.

▲ Injertar, cuando en patrón aparece el botón de la 1ª hoja verdadera y la variedad está desarrollándola.

- Arrancar con raíces la planta del patrón y la variedad.
- Eliminar brote del patrón o no (variantes del método), dejando siempre los cotiledones.
- Hacer una incisión en patrón, comenzando por debajo de los cotiledones hacia abajo, de 1-1,5 cm de longitud y hasta la mitad del tallo.
- Eliminar la piel del tallo de la variedad en la zona de unión y hacer una incisión de abajo-arriba, comenzando 2 cm por debajo de los cotiledones.
- Ensamblar patrón y variedad, sujetando con cinta o pinza.

▲ Plantar en bandeja de mayor volumen (taco de 7x7x7), separando algo los tallos de ambas plantas para facilitar su posterior corte.

▲ Llevar y mantener las plantas en invernadero con condiciones de: 25-30 °C y 80-90% H.R., bajo tunelillos o cámaras de prendimientos.

▲ Airear o ventilar progresivamente a partir de los 7 - 10 días

▲ Cortar tallo de la variedad a los 14-16 días, por debajo del injerto. Repasar las cabezas del patrón por si hubiese rebrotes.

▲ Trasplantar a los 20-25 días del injertado.

#### ▲ **INJERTO DE CUÑA**

Método donde la variedad es decapitada dejándola sin raíz durante el periodo de prendimiento, exigiendo mantener unas condiciones ambientales muy estrictas. Se realizan según este orden:

▲ Sembrar la variedad a injertar, sandía o melón, en bandejas con alveolos de 4,5



x 4,5 x 7 cm (necesitamos grosor de tallo), pregerminar en cámara y cultivar en invernadero entre 15-30 °C.

▲ Sembrar patrón a los 5-7 días, de la variedad en invierno, y a los 2-3 días en verano, directamente sobre la bandeja definitiva (taco de 7x7x7 cm) o bandeja de taco (4,5 x 4,5 x 7 cm) realizando trasplante después del injertado.

▲ Injertar cuando la variedad tenga la 1ª hoja abriendo o abierta, con buena sección de tallo y no este enternecida, ni endurecida, y el patrón tenga la 1ª hoja verdadera abierta.

- Coger el patrón, (con la hoja verdadera mirando al injertador) desbrotarlo, eliminando tallo principal y brotes axilares.
- Hacer incisión en el patrón, desde el centro del tallo hacia abajo de 1-1,5 cm de longitud. El corte debe ser limpio, sin tocarlo ni forzar el tallo.
- Coger la variedad, cortándola de la bandeja con 4-5 cm de tallo. Realizar dos cortes (pelando solamente la epidermis del tallo) en forma de semicuña y de 1-1,5 cm de longitud.
- Ensamblar patrón y variedad, introduciendo la variedad en el corte del patrón, sin forzar las plantas, dejando los cortes realizados en perfecto contacto y los cotiledones unidos, dando la visión de una sola planta.
- Fijar la unión con pinza sin mover el injerto (foto nº 4).
- Terminada la bandeja completa, etiquetar con el nº del operario que la realizó.



FOTO 4. INJERTO DE CUÑA.

▲ Transportar las bandejas ya injertadas a cámara de prendimientos con las siguientes condiciones:

- Temperatura entre 25-35 °C
- Humedad relativa 85% - 95% (bajar del 70% es peligroso).

- Sombrear durante los primeros 2-3 días.
- Mantener en cámara de prendimientos el tiempo necesario (5-7 días).
- ▲ Ventilar y retirar el sombreado progresivamente a partir de los 7-10 días.
- ▲ Trasplantar a los 20-25 días del injertado.

### ▲ INJERTO DE EMPALME

Método muy novedoso y exigente en condiciones microclimáticas para el proceso de prendimiento. En este tipo de injerto se corta sistema radicular del patrón y de la variedad, realizándose la unión de las dos plantas a la vez que el enraizamiento, obteniéndose una sola planta de gran calidad.

Las condiciones de siembra y cultivo, de patrón y variedad, previas al proceso de injertado son muy similares a las exigidas para el método descrito de cuña lateral, siendo distinto el proceso del injertado y posterior prendimiento. Descripción del método:

- Cortar tallo del patrón sin raíz, realizar un corte en bisel de 45-60°, eliminando un cotiledón y brote apical.
- Cortar tallo de la variedad (sandía, melón o pepino), y realizar un corte en bisel de 45-60°, a 2-3 cm de los cotiledones.
- Ensamblar, uniendo perfectamente los dos cortes mediante pinza, manteniendo presionadas las dos partes de las plantas injertadas.
- Introducir tallo injertado en bandeja con sustrato húmedo.
- Llevar a cámara de cultivo y mantener en condiciones óptimas de 6-8 días.

El proceso posterior es igual a los métodos anteriores.

Calendario general de injerto de cucurbitáceas					
0 días	5 - 7	20 - 25	30 - 35	40	45 - 50
Siembra	Siembra patrón	Realizar injertos	Desbrotar	Quitar pinza	Trasplante

■ **Solanáceas.** Las especies injertadas con éxito de la familia solanáceas son: berenjena y tomate, obteniéndose buenos resultados en este último. El portainjetos más utilizado para tomate es el híbrido interespecífico KNVF (*L. esculentum* x *L. hirsutum*), variedades comerciales (**Beaufort**, **He-man**, **Maxifort**, etc); resistentes a una amplia gama de enfermedades vasculares y de suelo. De los métodos de injertos descritos en literatura el más utilizado es el denominado “injerto de empalme”.

### ▲ INJERTO DE EMPALME. METODOLOGÍA SEGUIDA

- ▲ Sembrar patrón en bandeja definitiva.
- ▲ Sembrar variedad a los 10-12 días del patrón.



- ▲ Injertar cuando patrón y variedad tengan la misma sección de tallo.
  - Cortar patrón por debajo de cotiledones, en forma de bisel de 45-55° colocando tubo de plástico que ajuste al tallo, viendo el corte.
  - Cortar la variedad por debajo de cotiledones, en bisel de igual ángulo que el patrón e introducir dentro del tubo de plástico, quedando en contacto (pinza de sujeción).
- ▲ Mantener dentro de cámara de prendimientos o tunelillos en condiciones idóneas durante 6-10 días.
- ▲ Realizado el prendimiento del injerto, sacar a invernadero, manteniendo durante los 4-7 días primeros buenas condiciones, después cultivar normalmente.

## 7. ( LABORES DE CULTIVO )

Las operaciones o labores de cultivo que se realizan durante el proceso del semillero son varias, todas ellas de vital importancia y correctamente coordinadas. Debido a tener un ciclo de cultivo relativamente corto (normalmente 30-35 días, con un máximo de 50-60 días), las operaciones se han de realizar en el momento adecuado, teniendo poco margen para corregir posibles errores.

Destacaremos los trabajos más imprescindibles, siendo éstos los siguientes:

- Riego.
- Fertilización.
- Tratamientos fitosanitarios.

### 7.1. ( Riego )

Esta operación quizás sea la más complicada de definir y cuantificar; ya que no existe norma exacta, en cuanto a cantidad y frecuencia de riegos, que se han de aplicar a las plantas, porque éstos dependerán de muchos factores: especies de cultivo (incluso variedades), estado fenológico, época de siembra, tipo de bandeja, mezcla de sustrato, condiciones climatológicas, sistema de riego, tipo de estructura, etc.

Se aplicaran los riegos necesarios, en cantidad y frecuencia según criterio del Técnico de explotación, evitando en cualquier caso los encharcamientos, tan nefastos, para las pequeñas plantas, así como las posibles deficiencias.

Como orientación, se aconsejará regar diariamente en primavera y verano (evitar realizar los riegos en las horas de mayor insolación y temperatura), y cada dos-tres días en invierno, procurando regar siempre por las mañanas.

### 7.2. ( Fertilización )

El empleo de turbas fertilizadas, con pH corregido (entre 5,5-6,5), hace innecesario el aporte de elementos fertilizantes llamados de “fondo”. El nivel de fertilización de los sustratos a utilizar no debe ser alto, estando comprendido entre 0,8-1,2 kg/m<sup>3</sup> de PGMix (15-10-20), resultando un equilibrio de partida de:1,5-1-2.

Los fertilizantes necesarios se aportarán mediante la técnica de fertirrigación, realizando la inyección en el cabezal, manejado por un ordenador de riego que controla y regula los valores de pH y CE marcados.

Teniendo en cuenta el tipo de agua de riego y los cultivos, las soluciones nutritivas se ajustarán, dependiendo del estado fenológico. Las soluciones normalmente se realizan con abonos simples solubles y en un número determinado de tanques; a modo de ejemplo:

### ■ Solución 1.

#### Tanque A.- 1000 litros

- Nitrato de calcio: 25 - 50 kg.
- Nitrato potásico: 25 kg.
- Microelementos: 2 - 2,5 kg.

#### Tanque Acido.- 200 litros

Acido nítrico: 20 litros (56%)

#### Tanque B.- 1000 litros

- Fosfato monoamónico: 25 kg.
- Sulfato potásico: 25 kg.

### ■ Solución 2.

#### Tanque A.- 1000 litros

- Nitrato de calcio: 50 kg.
- Microelementos: 2 - 2,5 kg.

#### Tanque C.- 1000 litros

- Fosfato monopotásico: 25 kg.
- Sulfato de magnesio: 5 kg.

#### Tanque Acido.- 200 litros

- Acido nítrico: 20 litros (56%).

#### Tanque B.- 1000 litros

- Sulfato potásico: 25 kg.

#### Tanque D.- 1000 litros

- Nitrato potásico: 25 kg.
- Nitrato amónico: 25 kg.

La fertirrigación se comenzará en planta pequeña con valores de CE bajos (1 -1,5 dS/m) y se irá aumentando según el desarrollo llegando a valores de 3-3,5 dS/m y con pH igual a 5,5 - 6,5. Los porcentajes de inyección de cada uno de los tanques nos darán un equilibrio determinado, variando estos según tipo de planta y desarrollo observado.

### 7.3. (Tratamientos fitosanitarios)

Los tratamientos fitosanitarios comienzan desde el momento de siembra, con la incorporación del primer tratamiento fungicida en el agua de riego. El planteamiento y la programación de un calendario de tratamientos, será la forma más eficaz de combatir las plagas o enfermedades que atacan a las plántulas, en cada uno de sus estados de desarrollo en semillero: (estado de dos cotiledones, estado de 1-2 hojas verdaderas, estado de 3-4 hojas, estado de planta desarrollada, estado planta adulta). La realización



de los tratamientos debe hacerse siempre de forma preventiva, evitando grandes infecciones de difícil curación; para ello debemos conocer los patógenos que atacan a los cultivos en sus diferentes épocas.

■ **Campaña de primavera-verano.** La incidencia de plagas es muy superior al de enfermedades, ya sean aéreas o de raíz-cuello, además no solamente por el daño directo que realicen sobre las plantas sino por la posibilidad de transmisión y contagio de ciertas virosis de gran importancia de daños.

▲ **Plagas.** Las principales son: trips, submarino, mosca blanca, orugas y gusanos de suelo. Todos ellos se combaten con productos específicos existentes en el mercado o con mezclas entre ellos siempre teniendo en cuenta que estamos manipulando plántulas, donde las mezclas, dosis, etc., pueden ser fitotóxicas.

▲ **Enfermedades.** Las principales son: phytium, rizoctonia, botritis y bacteriosis.

■ **Campaña de Otoño-Invierno.** Al contrario que en primavera-verano, la incidencia de plagas es menor debido a que las condiciones climatológicas son adversas para su desarrollo, pero si muy favorables para el desarrollo de diversos hongos que provocan ciertas enfermedades, algunas de gran importancia por los daños causados.

▲ **Plagas.** Las principales son: mosca blanca, trips.

▲ **Enfermedades raíz-cuello.** Tenemos: phytium, rizoctonia.

▲ **Enfermedades aéreas.** Mildiu, oidio, botritis, mycosphaerella y alternaria.

Los tratamientos fitosanitarios se realizarán a última hora del día para evitar fitotoxicidad, la mayoría de ellos serán de carácter general para todos los cultivos existentes y otros de carácter específico, contra alguna plaga o enfermedad de un determinado cultivo, siempre con productos registrados y autorizados.

## 8. ( PROCESO DE PRODUCCIÓN )

El objetivo de cualquier semillero hortícola es conseguir plantas de gran calidad:

- Sanas
- Ricas en materia seca
- Compactas
- Homogéneas
- Buena relación tallo/raíz

Para conseguirlo deberemos seguir y controlar cada paso de proceso productivo:

▲ **Recepción correcta de semilla.**

- Datos del cliente: Razón social, CIF, domicilio y teléfono.
- Datos de semilla: Especie, variedad, nº de lote, cantidad, fecha de siembra o trasplante, productor y tipo de bandeja.

#### ▲ Registro de siembra.

- Realizar el programa de siembra diario, según especies y variedades iguales y tipo de bandejas; numerando las distintas partidas, este proceso normalmente lo realiza el sistema informático automáticamente.

#### ▲ Siembra.

- Comprobación completa del tren de siembra.
- Realizar las mezclas de sustrato adecuadas, homogéneas, con un llenado y prensado de cepellones uniforme.
- Punzonado centrado y profundidad deseada.
- Siembra completa sin fallos ni alveolos dobles.
- Tapado de semilla y raspado posterior.
- Riego regular y uniforme (de vital importancia) incorporando 1<sup>er</sup> tratamiento fungicida (Previcur 1 cc/L = 3 cc/m<sup>2</sup> de pc).

#### ▲ Paletizado y control de partidas.

- Recogiendo las bandejas sembradas (bloques de 5-10 unidades) se paletizan, tapándose unas con otras evitando resecciones, terminado el palet (80-100 ud) se tapan las últimas bandejas sembradas, con bandejas vacías.
- Marcaje de todas las partidas con los datos:

PARTIDA : P- 0001 (Nº DE PARTIDA).

BANDEJAS: B - 100 (CANTIDAD DE BANDEJAS SEMBRADAS).

REFERENCIA: REF-0502 (FECHA DE SIEMBRA).

ESPECIE: E: TOMATE, PIMIENTO, ETC.

- Colocación de tablilla identificativa con los mismos datos.
- Recuento perfecto de unidades sembradas, comprobación y anotación en parte de siembra.

#### ▲ Cámara de germinación.

- Introducir los palets inmediatamente después de la siembra en cámara con las condiciones ideales, normalmente casi todas las semillas hortícolas germinan bien a:

TEMPERATURA: 25 - 27 °C.

HUMEDAD RELATIVA: 80 - 90%

- Comprobar el perfecto funcionamiento de los anteriores parámetros.
- Realizar diariamente la inspección de salida y extendido de las especies sembradas mediante parte de extendido y observación visual de los palets.

#### ▲ Extendido en mesas de cultivo.

- Separar especies, colocando cada una de ellas en invernaderos distintos o naves distintas (cuidados y tratamientos diferentes).
- Extender a 1<sup>a</sup> hora de la mañana, siguiendo el correcto orden de partidas.
- Realizar inmediatamente después el primer riego.
- Comprobar partidas extendidas e introducir en parte de extendido su ubicación.



### ▲ Control de la fertirrigación.

#### PREVIA OBSERVACIÓN DEL PLANTEL:

- Programar riego según necesidades.
- Control de pH (6-6,5).
- Control de CE (agua + 1-1,5 puntos en dS/m).
- Regar a 1ª hora de la mañana y realizar un repaso de orillas y fallos a 1ª hora de la tarde.

### ▲ Tratamientos fitosanitarios.

- Realizar un programa de tratamientos semanal, incidiendo sobre los patógenos más activos o difícil de combatir, ya sean insectos, hongos o bacterias.
- Tratar siempre que sea posible por la tarde a última hora.

### ▲ Control de salida y expedición.

- Comprobar el estado fenológico y sanitario de la planta a su salida.
- Expedirla adecuadamente con su embalaje y protección necesaria.

La constante vigilancia de los distintos módulos de cultivo del invernadero y el control de sus parámetros climáticos: luz, temperatura y humedad; el orden y limpieza; el control de la fertirrigación, la observación diaria de las plántulas (sistema radicular, longitud de entrenudos, tamaño de hoja, color de la misma, incidencia o presencia de plagas o enfermedades); y la realización de tratamientos fitosanitarios adecuados, nos darán como resultado una planta con gran calidad y garantía fitosanitaria.



(TEMA 15]

A stylized illustration of a tomato, rendered in light blue and white tones. The tomato is depicted with several concentric, hand-drawn outlines, giving it a soft, artistic appearance. It is positioned in the upper left quadrant of the page, with its stem and leaves extending downwards and to the right.

# **E** EL CULTIVO PROTEGIDO DEL TOMATE

**Francisco Cadenas Tortosa**

Ingeniero Agrónomo. Director de Producción de la S.A.T. Hortichuelas

**Jesús González Vargas**

Ingeniero Técnico Agrícola. Consultor Agrícola

**Martín Hernández Jiménez**

Ingeniero Agrónomo. Director Técnico de fitosanitarios “B. Hernández”





## 1. ( INTRODUCCIÓN ]

En la actualidad, hablar del cultivo del tomate en la provincia de Almería, es hablar de la mayor fuente de riqueza para esta provincia dentro del sector hortofrutícola.

Recordar que es la hortaliza reina a nivel mundial, con consumos medios anuales por habitante de unos 10 kg (Principios de los años 90. Fuente: Anuarios FAO de producción 1979-1993) y con tendencia al aumento. Dentro de los países desarrollados estos consumos se pueden triplicar, llegando en países como España e Italia a consumos per cápita de unos 40 kg. Todas estas cifras justifican que se cultive en el mundo más de 2.700.000 ha. (Fuente: MAPA, 1990 ).

España es uno de los grandes países productores de tomate, tanto para consumo en fresco, como para la industria (concentrado, pelado, zumo, etc.), siendo el cultivo de tomate en fresco el más relevante (sobre el 70%) y con tendencia al alza. Las provincias donde se concentra la producción son Murcia, Canarias, Almería (8000 ha) y Alicante.

Almería es una provincia cuya principal fuente de ingresos es la agricultura intensiva, seguida del sector turismo. La producción total hortofrutícola de las últimas tres campañas alcanza los 2.500 millones de kg siendo el tomate el producto número uno con unos 800 millones de kg, seguido del pimiento, pepino, sandía, melón, etc. (Fuente: Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía).

## 2. ( HISTORIA DEL CULTIVO DEL TOMATE EN LAS COMARCAS ALMERIENSES MÁS IMPORTANTES, DESDE EL PUNTO DE VISTA PRODUCTIVO DE ESTA HORTALIZA ]

### 2.1. ( Historia del cultivo del tomate en la Comarca de El Parador – Roquetas de Mar ]

Tras conversaciones con los lugareños de más avanzada edad, sabemos que en las pequeñas y numerosas explotaciones familiares que existían en esta comarca, en los años 40 y 50, en cultivos en la calle, el tomate para mercado local y mercados próximos era un cultivo de gran interés. Eran variedades de tipo "Marmande", gran tamaño de fruto, achatado, muy acostillado y multiloculares. Destacar el cultivar **Raf** (de origen francés), variedad abierta, donde el agricultor seleccionaba los mejores frutos para obtener las semillas. Se hacían ciclos cortos (de 4 a 5 ramos) y las recolecciones se hacían en pintón por el poco aguante de estas variedades.

En los años 60 se introducen los primeros híbridos de tomates "americanos" como el **Nancy** y el **140** buscando más producción y mayor aguante para llegar a mercados más alejados, manteniéndose el **Raf** para los mercados locales.

Con la construcción de los primeros invernaderos, en los años 70 se introducen variedades híbridas de tomates de centroeuropa principalmente de Holanda, destacando el tomate **Dombo**, (Bruinsma Seed), con fruto de unos 200 g, buena producción, aguante justo para llegar a los mercados europeos, resistencia a *Fusarium oxysporum* y tolerancia a ToMV, aunque con la llegada del invierno, con la planta cargada con 5-6 ramilletes, era normal ver como quedaba parada y perdía 2-3 ramos hasta volver a recuperarse con el buen tiempo.

A mediados de los 80, el tomate **Caruso** (De Ruiters Seed), desplaza al **Dombo** por su mayor uniformidad de fruto y mejor comportamiento en invierno, pero con la llegada del tomate **Daniela** (Hazera), al final de los años 80, desplaza en pocos años a todas las variedades anteriores, manteniéndose hasta la actualidad.

El **Daniela** es una variedad de larga vida (LSL o Long Shelf Life), es decir que la conservación de sus frutos después de recolección pueden durar tres y hasta cuatro semanas, por lo que su recolección debe hacerse en rojo. Es una planta de gran vigor y alta productividad en “condiciones de invierno” como son: días cortos, temperaturas mínimas entre 5 °C y 8 °C, humedad relativa alta y baja radiación solar, ( por lo cual se suele hacer un ciclo largo de cultivo que va desde septiembre hasta mayo - junio, unos 14 - 15 ramos), un buen nivel de resistencias (ToMV. V. C5. F2) y facilidad para el cuaje en las condiciones de invierno antes mencionadas. El fruto, redondo o ligeramente achatado y con un peso entre 130 y 170 gramos (calibre M y G), destaca por su uniformidad y bajo porcentaje de destrío. Como defectos principales, con la variedad **Daniela** se pierde precocidad, sabor o calidad organoléptica y potencial de cuaje en trasplantes de agosto.

Es también a mediados de los 80 cuando se introduce la variedad **Rambo** (S & G semillas), tomate con buena conservación, orientado para el mercado nacional y francés. Fruto de calibre G y GG, ligeramente achatado y con hombros verdes, destacando su buen sabor, brillo y color, hace que un sector de agricultores que comercializan sus frutos a través de las subastas en las alhóndigas, opten por esta variedad. Su comportamiento en “condiciones de invierno” es regular por lo que el ciclo de esta variedad suele ser de trasplante en septiembre hasta febrero (6 a 8 ramos). Destacar el alto nivel de resistencia, que aporta esta variedad: ToMV, V, F1-2 y como novedad *Fusarium radici* y Nematodos, siendo esta última muy importante por la problemática generalizada existente en la zona.

A principios de los 90, aparece la variedad **Brillante** (Hazera), como un tomate de ciclo corto para hacer un cultivo de otoño (trasplante de agosto y finalizar en enero) o de primavera (trasplante en enero y finalizar en junio), aportando frente a la variedad **Daniela**, mayor precocidad, mayor calibre (G y GG) y mejor cuaje con calor. A finales de los 90 esta variedades se está viendo desplazada por la variedad **Zinac** (De Ruiters Seed), por su mayor recorrido en el ciclo de cultivo.

A mediados de los 90, surge un nuevo concepto de comercialización del tomate: tomate en racimo, también conocido como tomate en ramo y tomate en ramillete. La variedad **Durinta** (Western Seed), por la uniformidad de sus ramos, se adapta a esta forma de cultivo, principalmente en ciclo de otoño, pues en condiciones de invierno le falta conservación a los frutos al no ser “larga vida”. Con frutos de calibre M, redondos, de color rojo intenso, en ramos de 5 a 7 unidades, bien dispuestos espacialmente, en forma de “raspa de pescado”, bien sujetos al raquis, buena uniformidad de maduración entre los primeros y últimos frutos del ramillete, (no siendo necesario despuntar las últimas flores del ramo) y con buena aptitud de cuaje con temperaturas altas. Al final de los 90 las variedades que se han impuesto son **Ikram** (S & G) y **Pitenza** (Enza Zaden), siendo ésta la que mayor perfección hace de ramo y mejor pasa el invierno por el vigor de planta, aunque como inconvenientes tiene la sensibilidad del fruto al “blotchy ripening” y la necesidad de despuntar el ramillete cuando está recién cuajado. Comentar sobre la variedad **Ikram** su alta sensibilidad a la carencia de calcio en fruto o “blossom end rot”.



Desde mediados de los años 90, se busca una variedad tipo **Daniela** que tolere el virus TYLCV o virus de “la cuchara”, siendo la variedad **Eldiez** (Zeta seed) la que más parecido tiene, por lo que en invernaderos donde el control de la mosca blanca es muy difícil por la falta de aislamiento de éstos, empieza a ponerse esta variedad.

## 2.2. (Historia del cultivo del tomate en la Comarca de La Vega de Almería, Los Llanos de La Cañada y El Alquíán ]

Los inicios del cultivo del tomate en la zona se remontan a tiempos muy lejanos, pero de situarnos en alguna fecha significativa como arranque para el posterior auge de este cultivo en la misma, podríamos situarnos a principios de la década de los sesenta, cuando la agricultura de la zona se extiende más allá de la Vega de Almería y se cultiva en zonas más áridas, como son la zona de Los Llanos de la Cañada y El Alquíán.

Mientras La Vega se dedicaba en su mayor parte a cultivar todo tipo de verdura, las nuevas zonas de cultivo comenzaron a plantar tomate en enarenado debido a la peor calidad de agua y suelo. Se hacía principalmente cultivo de primavera, plantándose a últimos de diciembre al aire libre con unas protecciones frontales de cisca, para resguardar las plantas del viento del Norte, que en esas fechas azota en la zona. La recolección se efectuaba en los meses de mayo y junio, siendo un problema para la zona conseguir buenos precios con una producción tan agrupada en tan corto espacio de tiempo. Por este motivo se experimentó a finales de los setenta, la plantación de otoño con trasplante en los últimos días de agosto y recolección en octubre, noviembre, diciembre y primeros de enero, donde sucumbían ante los fríos de invierno. Con esta nueva época de plantación se abría un amplio horizonte de esperanza para la zona, puesto que es de gran importancia mantenerse en el mercado el mayor espacio de tiempo posible, para así hacer marca del producto. De este modo se dio el primer paso para que la zona fuese reconocida por su gran calidad del tomate.

En la década de los setenta se construyeron los primeros invernaderos y se pudo por fin cosechar en invierno, que era una fecha donde nadie podía llegar con producciones aceptables. A partir de aquí, se empieza a ver otra forma de rentabilizar las tierras y todos los agricultores hacen sus invernaderos, buscando tener una parte al aire libre que se cosecha en otoño y otra en invernadero para recolección de invierno.

Las variedades que se plantaban eran de ciclo corto, con cinco o seis ramilletes a lo sumo, y con una producción de 30.000-40.000 kg por hectárea. De estas variedades todavía se cultiva alguna de ellas, como la **Marmande RAF**, que es el abanderado del sabor en la zona y que se comercializa en el mercado interior para clientes muy exigentes, alcanzando precios en origen de hasta 8 euros/kg. Después fueron llegando variedades híbridas que mejoraban en productividad a las anteriores, y fueron imponiéndose variedades americanas **VS3** y **707**, que tenían un sabor más ácido y gustaban menos a los clientes, pero eran más productivas por lo que pese a alcanzar menor precio en su venta, se cultivaban por su mayor producción, lo que produjo un retroceso en la evolución de la zona. Más tarde se introdujeron las variedades holandesas, con más producción que las anteriores, y mejor sabor, lo que hizo recuperar la fama perdida y volver a mercados importantes que habían desistido de comprar en la zona.

La variedad estrella era **Nancy** y con este tomate se iniciaron las primeras exportaciones con éxito, después llegaría el tomate **Búfalo** y con él la pérdida del mercado exterior, aunque el mercado interior lo aceptó muy bien. Por entonces el mercado nacional era la base de la zona, pero con el tiempo la exportación fue cogiendo fuerza y mientras otras zonas productivas se lanzaban a la aventura de vender en Europa, La Cañada se estancaba por no cultivar una variedad con la suficiente dureza para soportar varios días de transporte. A mediados de los ochenta aparece la variedad **Rambo**, con la que decididamente la zona se lanza a Europa tomando elevado prestigio en Italia. Aún quedaban muchos países por conquistar, pero eso llegaría unos años más tarde, con la aparición en el mercado de **Daniela**, que ha supuesto una revolución en la forma de cultivar y de comercializar.

Los tomates long life, debido a su exuberante vigor y productividad han hecho cambiar a los agricultores de la zona sus invernaderos por otros más altos y mejor ventilados, han cambiado también sus comprimidos marcos de plantación por otros más amplios donde estas plantas vegeten sin problemas, dando mayores producciones y mejor calidad.

El cultivo de estas variedades ha hecho que al fin se llegue a toda Europa, especialmente Francia, Bélgica y Países del Este. En principio se pensaba que estas variedades darían oportunidad a Países como Marruecos de competir con Almería y arrebatarlos cuota de mercado, lo que no deja de ser cierto, pero gracias a la larga vida de estas variedades hemos podido llegar nosotros también a lugares más lejanos, como son los Países del Este, Estados Unidos y Canadá.

Hay que reseñar, que en los últimos años la zona tomatera ha crecido hacia levante, abarcando la Comarca de Níjar como la zona de mayor calidad de tomate para cosechas de otoño y primavera y con un importante número de hectáreas en producción, sustituyendo a especies como pepino y pimiento, debido a la mala calidad de las aguas de riego.

Para finalizar con esta breve historia, hay que decir que al principio fue la labor de los hombres y mujeres de esta tierra la que impulsó a la zona para que fuese productiva y a medida que aceptaba la realidad del progreso, se subieron al carro de la agricultura tecnológica, cultivando variedades más exigentes en nutrición y en labores culturales, es donde entra el técnico para ayudar y asesorar al agricultor en nuevas técnicas que nos han llevado al punto donde nos encontramos actualmente, habiendo pasado de una agricultura en la que no importaba la calidad que se obtenía, a mirar hacia un futuro donde es inconcebible cultivar tomates sin tener presente el binomio agricultor-técnico, debido a que hay que medir muy bien los costes de producción y las técnicas a aplicar para obtener la mayor rentabilidad de los cultivos y ser más competitivos.

### 2.3. (Historia del cultivo del tomate en las Comarcas de Cuevas del Almanzora, Pulpí, Águilas, Lorca y Mazarrón ]

Esta zona comprende los municipios de Cuevas de Almanzora, Pulpí, Águilas, Lorca y Mazarrón. Hasta la década de los cincuenta el cultivo del tomate se realizaba sólo en las pequeñas zonas de huerta de regadío y no en grandes superficies. En los últimos años se inició el alumbramiento de pozos, así como la mejora de los medios para la extracción



del agua y su transporte a zonas alejadas. Esto, junto con la llegada a la zona de comerciantes valencianos y canarios, concedores del mercado del tomate, fue lo que dinamizó el desarrollo del cultivo.

En principio, todos los cultivos se hacían entutorados con cañas y varas a pleno campo sin ningún tipo de protección. En la actualidad, y tras casi medio siglo de historia nos encontramos una zona con unas 4.000 ha de cultivo de tomate para consumo en fresco que produce y comercializa los doce meses del año con unos niveles tanto cualitativos como cuantitativos de primer orden gracias a técnicas y aplicaciones como:

- El riego por goteo.
- La construcción de invernaderos y mallas de protección.
- El cultivo hidropónico.
- La constitución de potentes grupos productivos comercializadores.

### 3. ( **TAXONOMÍA Y MORFOLOGÍA DEL TOMATE** )

#### 3.1. ( **Taxonomía y origen** )

El tomate *Lycopersicon esculentum* Mill es una dicotiledónea, de la familia de las solanaceas. El género *Lycopersicon* se diferencia del *Solanum* por las anteras que se mantienen unidas por su extremo en forma de cuello de botella y su dehiscencia en lateral y no terminal o poral. (Miller 1754). Hay nueve especies silvestres del género *Lycopersicon* todas diploides ( $2n = 24$  cromosomas), cuyo origen natural se encuentra en Ecuador, Perú y Chile. Con facilidad se han transferido genes mediante la hibridación interespecífica de las especies *L. pimpinellifolium*, *L. cheesmanii*, *L. parviflorum*, *L. chmielewskii* y *L. pennelli* (Rick, 1979), con *L. esculentum*.

Aunque el origen es andino, la domesticación del tomate parece ocurrir en México. Así la civilización azteca lo cultiva y comercializa en formas varias cuando se descubrió el Nuevo Mundo. Se trae a Europa en el siglo XVI más como planta ornamental. En España a finales del siglo XVIII el tomate se cultivaba en numerosos huertos y jardines.

#### 3.2. ( **Morfología** )

La planta de tomate es perenne, aunque se cultiva como anual, de porte arbustivo, de forma rastrera o semierecta y de crecimiento determinado o indeterminado.

##### • **La raíz**

Como en todas las plantas, la raíz tiene la doble función de anclaje y de absorción y transporte de agua y nutrientes. De la raíz principal surgen las secundarias y de estas las adventicias. En sección transversal y de fuera a dentro, en una raíz principal encontramos: la epidermis, el cortex y el cilindro central. En la epidermis se encuentran los pelos absorbentes especializados en tomar agua y nutrientes. El xilema, conjunto de vasos especializados en el transporte de los nutrientes, se sitúa en el cilindro central. El 70% de la masa radicular se encuentra en los primeros 20 cm de suelo.

- **El tallo**

Con una estructura parecida a la raíz, el tallo tiene una parte más externa o epidermis de la que suelen salir pelos glandulares y debajo de la cual se encuentra la corteza o córtex, que recubre el cilindro vascular, que a su vez está dispuesto alrededor de un tejido medular. En la parte distal del tallo está el meristemo apical, zona de crecimiento y formación de nuevos tallos, hojas y flores.

El tallo del tomate es el eje sobre el cual se van desarrollando las hojas, flores y frutos; su grosor oscila entre 2 y 4 cm y puede ser de porte determinado o indeterminado. Determinados son los tallos que cuando han emitido un número limitado de ramilletes detienen su crecimiento. Indeterminados son aquellos que nunca detienen su crecimiento.

- **La hoja**

La hoja del tomate es pinnadocompuesta, de folíolos peciolados y con presencia de pelos glandulares. El mesófilo o tejido parenquimático queda recubierto por una epidermis superior y otra inferior, ausentes de cloroplastos, conteniendo la inferior un alto número de estomas. Dentro del parénquima, la zona superior o en empalizada es rica en cloroplastos. Los haces vasculares constan de un nervio principal, son prominentes sobre todo en el envés de la hoja y su estructura es similar a la del tallo.

Van surgiendo de modo alternativo sobre el tallo, suelen tener entre siete y nueve folíolos lobulados o dentados. Cada dos o tres hojas aparece un ramillete floral.

- **La flor**

La flor consta de cinco o más sépalos, igual número de pétalos y de estambres soldados y con ovario bi o multilocular. Las flores se agrupan en inflorescencias en racimo, llegando en algunas variedades de fruto muy pequeño a superar las 300 flores por racimo. Lo normal es encontrar de 3 a 10 flores por racimo en variedades comerciales de tomate de calibre M y G.



ESTRUCTURA TÍPICA DE LA FLOR DEL TOMATE.



- **El fruto**

El fruto es una baya globosa, con diferente aspecto según el tipo varietal, constituida por el pericarpio, el tejido placentario y las semillas. El fruto puede ser bi o multilocular, con tamaño de entre unos pocos miligramos y más de 600 gramos.

#### 4. ( FISIOLÓGÍA DEL TOMATE ]

En el tomate, como en cualquier ser vivo, su fisiología se ve afectada por el ambiente. Los factores ambientales más importantes son: la luz, la temperatura, la humedad relativa, el viento, el medio donde se desarrollan las raíces (tierra o sustrato), etc. Cualquiera de estas variables van a afectar desde la germinación de la semilla, a la formación del sistema radicular, a la formación del sistema aéreo, a la floración, al cuajado del fruto, al engorde del mismo y a la maduración. La germinación de **la semilla** se ve afectada por la temperatura, óptima entre 20 y 25 °C y extremos entre 8-10 °C y 35-37 °C (Mobayen 1980). También le afecta la luz, necesitándose oscuridad normalmente para una correcta germinación. La disponibilidad de agua en la semilla es imprescindible, pero a su vez con una buena oxigenación. Afecta a la germinación de la semilla el estado de madurez del fruto (al menos un estado de maduración iniciado). El almacenamiento de esta semilla (tiempo y condiciones de temperatura y humedad) así como los tratamientos físico-químicos tienen influencia sobre la fisiología de la semilla.

##### ■ El sistema radicular:

La temperatura óptima de crecimiento está entre 20 y 30 °C (superior a 30-35 °C, e inferior a 12-15 °C según autores son limitadas para el crecimiento radicular).

La luz inhibe la formación de la raíz, de ahí la importancia en la opacidad del plástico, en los sustratos embolsados (perlita, lana de roca, etc.).

El medio ambiente donde se desarrolla: suelo (el ideal sería 1/3 agua, 1/3 aire, 1/3 tierra), pH, textura, estructura, materia orgánica, niveles de nutrientes, CE, enarenado, sustrato, son variables que afectan a la fisiología de la raíz. Técnicas de cultivo como el tipo de plantación (siembra directa o trasplante), manejo y tipo de riego (manta o goteo), fertirrigación, etc, también influyen.

##### ■ A la parte aérea de la planta del tomate le afecta:

La radiación, la temperatura, la nutrición, el CO<sub>2</sub>, la humedad relativa del aire y las técnicas de cultivos (densidad de plantación, marco, orientación, podas, deshojado y como no, la variedad).

Niveles bajos de radiación (blanqueo excesivo en el invernadero, días de invierno de pocas horas de luz y nublado, plásticos sucios de polvo, condensación del agua) hacen que la planta tienda a vegetar, a la etiolación de las hojas, al alargamiento de los entrenudos, al afinamiento del tallo, con disminución de fotosíntesis. Estos efectos negativos pueden compensarse con el aumento de nivel del CO<sub>2</sub> del aire. La calidad de la radiación también es importante, de ahí que la elección del material de cubierta (polietileno en el 100% de los casos), su espesor, su transmisibilidad, transparencia, el porcentaje de luz difusa, etc. son factores a estudiar. Igualmente vemos a veces como

algunos agricultores, al blanquear añaden pinturas o aditivos que filtran ciertas longitudes de onda con repercusiones imprevisibles.

Niveles altos de iluminación continuada llegan a parar el crecimiento de la hoja, produciendo su posterior muerte, fenómeno no relacionado con el fotoperiodo ya que este hecho no ocurre con niveles bajos de luz (Kristoffersen, 1963).

La temperatura y sus efectos en el tomate ha sido bastante estudiada, aunque ésta esté muy correlacionada con otros factores ambientales y sobre todo con el cultivo o variedad.

En general podemos hablar de un óptimo de crecimiento de la parte aérea de 25 °C diurnos con un termoperiodo de menos 6-7 °C por la noche (Verkerk 1975). Es recomendable en días de alta radiación, aumentar la temperaturas (Calvert 1975).

Temperaturas nocturnas elevadas y diurnas bajas inducen a plantas muy vegetativas, acentuándose el problema en días de baja radiación. Cuando las temperaturas diurnas son elevadas, un descenso de las nocturnas puede ser beneficioso.

Temperaturas mínimas nocturnas entre 12 y 15 °C son adecuadas para nuestras condiciones de cultivo (Brun y Lagier 1984); las cuales se alcanzan en primavera y otoño en nuestros invernaderos. En los meses de invierno las mínimas rondan más los 6-8 °C y en verano los 20-24 °C.

La humedad relativa (H.R.) del aire ideal deberá estar entre un 60% y un 80%. H.R. superiores al 90% bajan drásticamente la tasa de transpiración y aumenta los riesgos de enfermedades criptogámicas tipo botritis. H.R. bajas aumentan la tasa de transpiración, provocando un estrés hídrico con cierre de estomas y disminución de la fotosíntesis (Rawson *et al*, 1977).

La correlación entre valores elevados de humedad media en 24 h y producción de tomate ha sido demostrada (Bakker 1990).

En los invernaderos del sureste español, en los meses de invierno son muchos los días y las horas donde la humedad relativa es elevada, actuando sobre la ventilación para bajarla al carecer de sistemas de calefacción. La ventilación nos renueva el aire y con él los niveles de CO<sub>2</sub>, limitantes de la fotosíntesis, en nuestras condiciones de producción, en las horas de alta intensidad luminosa. Limitar la reducción de CO<sub>2</sub>, mediante unas mayores tasas de renovación del aire, contribuyendo a limitar los extremos térmicos y excesos de la humedad del aire, es de suma importancia (Castilla, 1994). Los vientos moderados (brisas), al contribuir a una mejor ventilación, sobre todo en invernaderos de poca ventilación, son muy beneficiosos, sobre todo si estos aires son “secos” como es el caso del “de levante” en las Comarcas de Poniente y Vega de Almería y el “de poniente” en el caso de Águilas.

El exceso de ventilación con vientos cálidos puede producir condiciones de estrés hídrico, llegando a síntomas de marchitez de la planta, paliándose esta situación con la disminución de apertura o cierre de las ventilaciones, principalmente las laterales, y cierre total de la banda orientada a estos vientos secos, así como con el manejo del riego (riegos más frecuentes, con C E inferiores, para conseguir hidratar las plantas en el menor tiempo posible).



### ■ Fisiología de la Floración y del Cuajado:

Todos los factores ambientales que afecta a la parte aérea, en especial temperatura y luz afectan a la floración y al cuajado. Limitaciones en la nutrición pueden producir retraso y malformaciones en la floración. En condiciones de iluminación limitante para el crecimiento, un estrés hídrico puede promover el desarrollo floral (Athertin y Hamis 1986). Temperaturas bajas son promotoras de la ramificación de las inflorescencias y del nº de flores, así plantas cultivadas a 16 °C producen cuatro veces más flores que a 24 °C (Aung 1976), efecto que se acusa con niveles altos de iluminación. El tamaño de las inflorescencias está más relacionado con la nutrición.

Temperaturas extremas afectan a la producción y viabilidad del polen, a la germinación de este (1h a 25 °C y 20 h a 5 °C) y a la velocidad de crecimiento del tubo polínico, así como a la dehiscencia de las anteras, que por su carácter higroscópico se produce en unos rangos adecuados de humedad relativa.

En condiciones normales de iluminación y temperatura las flores del tomate en los cultivares comerciales son insertas (longitud del estilo inferior a la de los estambres), lo que favorece la autofecundación, pero condiciones de baja luminosidad y temperaturas elevadas pueden producir la exorción estigmática con consecuencia en la fecundación. La partenocarpia es el cuajado y crecimiento del fruto sin desarrollo de embriones o semillas. Existe de forma natural (gen pat- 2) (no en variedades comerciales en nuestra zona). Se puede inducir de forma artificial mediante la aplicación de auxinas a los racimos florales del tipo (2,4 - D), ANA, IBA, HCPA y GA.

En la actualidad esta técnica está en regresión, pues la calidad de los frutos hormonados deja mucho que desear (frutos esponjosos, de peor color, sabor, consistencia y aguante al transporte, mayor porcentaje de frutos huecos, deformes, rajados, etc.).

### ■ Fisiología del fruto:

El tamaño y la calidad del fruto están estrechamente correlacionados con el número de semillas, con el número de lóculos (factor principalmente genético), con la posición del fruto en el ramo, con la posición del ramo y sobre todo con la llegada de fotoasimilados desde las hojas (el 90% en sacarosa), es decir con la actividad fotosintética de la planta (condiciones ambientales vistas en el apartado de fisiología de la parte aérea).

Los tomates verdes contienen clorofila y hacen fotosíntesis en un 10-15% de la necesaria para su crecimiento.

El tomate es un fruto climatérico, es decir, al iniciarse la maduración, la respiración aumenta así como la producción de etileno, que conlleva a enzimas como la poligalacturonasa (PG) y celulasa el ablandamiento de la pared celular, (textura más blanda), y los azúcares (que son el 65% de los sólidos solubles) aumentan, principalmente como glucosa y fructosa. La acidez máxima suele coincidir con el estado de color rosado, siendo el cítrico y málico los ácidos predominantes. El color verde es debido a la clorofila y con la maduración, ésta se degrada sintetizándose pigmentos amarillos del tipo xantofila y  $\beta$ -carotenos, alcanzando finalmente un color rojo el fruto maduro por acumulación de licopeno. La iluminación es un factor muy influyente en la síntesis de licopenos. Para evitar el gran problema de comercialización que conllevan los frutos climatéricos en

su maduración se han buscado por un lado tomates mutantes, con genes que afectan a la síntesis de etileno. Así, cultivares con el gen rin (ripening inhibitor) y el nor (non ripening) en homocigosis producen frutos no climatéricos, que envejecen lentamente (no producen poligalacturonasa y quedan de color amarillo o amarillo-anaranjado, sin aromas característicos del tomate normal maduro). En heterocigosis, el gen rin si alcanza el color rojo en maduración aunque con una velocidad lenta, al igual que el proceso de actividad poligalacturonasa, lo que aplicado a variedades comerciales (**Daniela, Atlético, Gabriela, Thomas**, etc.), les confiere un aguante comercial en postrecolección de tres a cuatro semanas, de ahí la denominación de tomates “**Larga Vida**”. Otros genes relacionados con la maduración son: t, r, gt, u, nr, y alc.

Mediante manipulación genética, con la tecnología de la “genética antisentido” es posible inhibir la expresión de genes que codifican enzimas como la PG, pectinesterasa, ACC sintetasa, ACC oxidasa, etc. Estaríamos ante el caso de plantas transgénicas, que en un futuro podrían mejorar cualquier aspecto de la producción, de la calidad y de la comercialización.

#### 4.1. ( **Adaptación medioambiental** )

La planta de tomate se puede decir que es relativamente tolerante a la salinidad; razón por la cual en algunas zonas con aguas de mala calidad, es prácticamente la única hortaliza que se puede cultivar de modo rentable. Siempre se cumple la regla de a mayor salinidad mejor calidad y menor producción. El cultivo es sensible al frío y poco resistente a la sequía.

Las líneas genéticas que más se están trabajando son las de resistencia a la salinidad y cuajes con temperaturas elevadas. Ésta última es muy importante para el sureste peninsular, debido a las altas temperaturas que se alcanzan en los meses de julio y agosto cuando se inician los transplantes.

#### 5. ( **EXIGENCIAS GENERALES DE CLIMA Y SUELOS** )

Como ya ha quedado reflejado anteriormente, en el apartado de fisiología, el tomate es un cultivo de climas cálidos, lo cual hace que su cultivo normal se de en los periodos de primavera y verano.

En la zona objeto de nuestro estudio, se dan unas condiciones climáticas con inviernos muy suaves, prácticamente libres de periodos de heladas, que hacen posible el cultivo durante todo el año sin necesidad de apoyos térmicos activos; empleando simplemente los invernaderos, con sus cubiertas de plásticos habituales, para los periodos más fríos.

No obstante siempre existen épocas de mayor dificultad para el desarrollo de las plantas coincidiendo éstos con el periodo central del invierno y del verano. En el primer caso debido a que los días son cortos y fríos; y en el segundo por las elevadas temperaturas y humedad relativa muy baja.

En cuanto a suelos la planta del tomate no es muy exigente, salvo en un aspecto que si es limitante como es el drenaje; prefiere suelos sueltos y bien drenados.



En referencia al pH puede vegetar bien en suelos desde ligeramente ácidos hasta ligeramente alcalinos.

Tiene cierta resistencia a suelos con problemas de salinidad, siempre y cuando exista un buen drenaje de los mismos.

En nuestra zona no existen unos modelos o definiciones de tipos de suelos ya que la característica general de los mismos es su heterogeneidad, por proceder la mayor parte de las zonas de cultivo de transformaciones agrícolas de terrenos con orografías muy diversas. Las únicas zonas que sí cuenta con suelos uniformes son las vegas junto a los ríos Andarax y Almanzora.

Son suelos con niveles muy bajos de materia orgánica, lo cual hace necesaria su corrección hasta niveles del 2% de promedio. Las aportaciones de materia orgánica a los suelos, además sirven para uniformar, en cierto modo, las características de los mismos. En suelos con exceso de salinidad o falta de aireación también resulta conveniente realizar un enarenado en franjas o total, dependiendo esto de las condiciones de cultivo de la parcela en cuestión.

Otra opción para paliar el problema de la heterogeneidad de los suelos es el cultivo hidropónico, del cual existen unas 6000 ha en la zona, teniendo como substratos lana de roca, perlita e incluso “arena” en contenedores tubulares (salchicha de arena) que se confecciona sobre el lugar definitivo de cultivo, lo cual requiere el uso de maquinarias específicamente desarrolladas para tal fin.

### 5.1. ( Temperaturas críticas para el cultivo de tomate ]

Se huela la planta a:	2 °C
Detiene su desarrollo entre:	10 a 15 °C
Mayor desarrollo entre:	20 a 24 °C
Germinación mínima a:	10 °C
Germinación óptima entre:	25 a 30 °C
Germinación máxima a:	35 °C
Nascencia a:	18 °C
Primeras hojas a:	12 °C
Desarrollo diurno entre:	18 a 21 °C
Desarrollo nocturno entre:	15 a 18 °C
Floración diurna entre:	23 a 26 °C
Floración nocturna entre:	15 a 18 °C
Maduración fruto rojo entre:	15 a 22 °C
Maduración fruto amarillo a:	> 30 °C
Suelo: -mínima a:	12 °C
-óptima a:	20 a 24 °C
-máxima a:	34 °C

## 6. ( LA ELECCIÓN DEL MATERIAL VEGETAL ]

Toda elección lleva consigo el temor a equivocarse, pero si una cosa debe quedar clara es la absoluta seguridad que debe dar el técnico al productor, en el momento de decidir que tomate plantamos y no basta con decir la variedad. Hay que dar una explicación clara y convincente de porque se ha llegado a esa conclusión. Por ello es importante tener en cuenta diversos criterios, que a continuación se detallan.

■ **En función del medio de cultivo.** En este caso, se ha de tener presente todo lo que rodea al lugar donde se va a plantar.

▲ **Estructura del invernadero.** La estructura del invernadero nos puede limitar nuestra elección, si se trata de invernaderos bajos y poco ventilados, puesto que plantas híbridas de mucho vigor y crecimiento indeterminado tendrían más problemas de los normales, por causa de una mala ventilación inducida por la poca altura del invernadero y el excesivo vigor de la planta. En este caso, nuestra elección iría encaminada hacia variedades con poco follaje, de tallos finos para evitar podredumbres que acaben con el cultivo.

▲ **Suelo.** La riqueza en materia orgánica y minerales de un suelo nos determina que según sea el vigor de la variedad, podamos elegirla o no. Suele ocurrir con demasiada frecuencia que en suelos recientemente estercolados la primera cosecha sea peor que las siguientes, debido a que tiene demasiado alimento a su disposición y además es muy difícil de controlar la planta, teniendo así plantas con tallos muy gruesos, sensibles a los ataques de botritis y bacterias, ramilletes florales con gran número de flores y poco polen, lo que al final se traduce en mal cuajo de frutos y poca producción. Por tanto, en este caso conviene elegir una variedad de hojas estrechas y tallo fino. En caso de que contemos con suelos pobres la elección sería de una variedad lo más vigorosa posible. Otra problemática que nos puede surgir, es la de la infección de nematodos y hongos en suelo, para lo cual elegiremos variedades con resistencias o en su defecto tolerancias a las enfermedades o patógenos que infecten el suelo.

▲ **Clima.** Es importante conocer el comportamiento de las distintas variedades ante el frío, el calor, la sequía, etc., para elegir la variedad que más se adapte a las condiciones de la zona y época elegida para la plantación.

▲ **Calidad del agua de riego.** La sensibilidad de las variedades a la salinidad, también nos limitan para elegir el tipo y variedad de tomate. Como ejemplo tenemos que con aguas salinas no deberían utilizarse variedades de tipo pera por su sensibilidad a la necrosis apical o “blossom-end rot”, sobre todo en plantaciones de verano que la demanda hídrica es mayor. Recientemente están apareciendo variedades con tolerancia a la salinidad, por lo que las tendríamos en cuenta para su elección.

■ **En función de las exigencias del mercado.** Los mercados son muy variados y exigentes en sus peticiones, así nos podemos encontrar con un mercado que quiera un tomate de sabor y color atractivo sin importarle la forma del fruto, ni la consistencia. “ Estos suelen ser mercados pequeños y elitistas” y por otro lado un mercado que lo que más apremia es una buena vista del producto, sin desperfectos y sin importar demasiado el sabor, que



suelen ser mercados de gran volumen dirigidos a la gran masa de consumidores. Sin embargo, las nuevas tendencias del mercado, van encaminadas a recuperar el sabor y ofertar tomates de distintos sabores bien diferenciados, por lo que no sería de extrañar que próximamente nos encontremos en el mercado tomates de sabor ácido, agridulce, dulce, o con una etiqueta que marque grados brix y pH. Todo esto aparecerá manteniendo la dureza y conservación que tienen las variedades actuales.

Dejando a un lado las exigencias organolépticas del mercado, hablaremos de lo que más preocupa y ocupa a las administraciones públicas, que es el medio ambiente y las condiciones de salubridad en que llegan los tomates a los mercados. Por exigencia de los consumidores, las administraciones intentan imponer una serie de medidas que deben de cumplir los productores y manipuladores del producto, como son los L.M.R. de los productos fitosanitarios, requisitos a tener en cuenta para etiquetar en las distintas categorías, normas para la manipulación de tomate, etc.

Por lo explicado en el punto 1 de este apartado es fácilmente comprensible, que cada Comarca haya tenido un desarrollo varietal diferente, pero siempre siguiendo los criterios descritos.

### 6.1. (El material vegetal en El Parador – Roquetas ]

En la zona de El Parador y Roquetas de Mar, el mercado del tomate es 100% para consumo en fresco y 99% en invernadero bajo plástico. Según el destino, hay variedades para el consumo nacional y los tipo “larga vida” más orientados para la exportación, aunque el mercado nacional también los puede consumir.

Las preferencias del mercado nacional son de tomate con gran calibre (G y GG), preferentemente multilocular, asurcado, con hombros verdes, buen sabor y aromas, y recolección en pintón. Son variedades de ciclo corto (de 6 a 8 ramos), de otoño, o de primavera y la superficie de cultivo de este tipo de variedades en la zona que no ocupa es minoritario, puesto que la inmensa producción de los tomates de la zona esta orientada a la exportación.

Las variedades “Larga Vida” y de ciclo largo son las que ocupan la mayor parte de la superficie de tomate de la zona de Roquetas de Mar-El Parador, destacando en la actualidad la variedad **Daniela** ya descrita anteriormente.

En suelos con una alta infección de nematodos patógenos, principalmente del género *Meloidogyne*, optamos por la variedad **Gabriela** (Hazera), de similares características al **Daniela** pero incorporando el gen de resistencia N, aunque esta resistencia es posible que se salte con temperaturas de suelo superiores a los 28 °C, por lo que en plantaciones de agosto se ha podido observar síntomas de batatilla en planta y raíz de **Gabriela**, que suelen remitir con la bajada de las temperaturas.

Tras la gran aceptación del mercado internacional y parte del nacional (principalmente Cataluña) del tomate en ramo, a partir del año 95, la elección del material vegetal para hacer un ciclo largo es dudosa por parte de los técnicos del campo. Además de los parámetros de producción y calidad normales, se estudian los específicos del cultivo en ramillete como es la uniformidad del tamaño de los frutos dentro del racimo,

homogeneidad de la coloración en el ramo, uniformidad en la distribución espacial del racimo, porcentaje de ramos simples, dobles y triples, sensibilidad al desprendimiento del fruto, amarilleamiento de los sépalos, etc.

Los ciclos de cultivo en esta Comarca son del siguiente modo: podemos diferenciar claramente tres ciclos.

- Ciclo de otoño.
- Ciclo largo de cultivo (otoño-invierno-primavera) o ciclo único.
- Ciclo de primavera.

■ **El ciclo de cultivo de otoño**, tiene su trasplante en el mes de agosto, empezando las primeras recolecciones en noviembre y acabando a final de enero o en febrero. Se despunta la cabeza (el meristemo apical), entre el 6º y 8º ramillete. Es un ciclo que da opción a un cultivo de primavera detrás de él, bien un nuevo tomate o una plantación de melón, sandía, calabacín o judía.

La variedad a elegir, deberá tener buena aptitud para cuajar con calor (septiembre y octubre principalmente) por lo que no es recomendable el **Daniela**. Actualmente se está cultivando la variedad **Brillante** (Hazera) y **Zinac** (De Ruiter) cultivares de “media vida”, buen calibre y buen comportamiento con temperaturas altas.

Las producciones en este ciclo rondan los 7-9 kg/m<sup>2</sup>. La densidad de plantación es más alta que en el ciclo único, al desarrollarse gran parte del ciclo con buenas condiciones de luz y temperatura. Densidad de 1,6 a 2 plantas /m<sup>2</sup> es lo normal a un marco de plantación de entre 1 y 1,5 m entre líneas, por 0,5 m entre gotero.

El resumen gráfico del ciclo de otoño sería:



■ **El ciclo largo** de cultivo de tomate es el más común de la zona del Poniente almeriense. Es un ciclo único, que se trasplanta entre finales de agosto y todo septiembre, para iniciarse las recolecciones al final de noviembre y diciembre, obteniéndose las máximas producciones en enero y febrero (entre 3 y 4 kg/m<sup>2</sup>/mes), disminuyendo en marzo y abril (frutos de menor calibre, problemas de cuaje, etc., con producciones entre 2 y 3 kg/m<sup>2</sup>/mes) y recuperándose la producción y calidad en mayo, para acabar el ciclo en junio.

La variedad a elegir será **Daniela** o similar (**Gabriela**, **Atlético**, **Madrila**, etc), o **Eldiez**, variedades de gran vigor para poder superar las condiciones de invierno de nuestra zona, así como una buena aptitud para el cuaje en condiciones de frío y baja luminosidad. La producción en este ciclo ronda los 12-16 kg/m<sup>2</sup>.

La densidad de plantación es de 1 a 1,6 plantas/m<sup>2</sup> con marcos que varían entre 1,3 y 2 m entre líneas y 0,5 a 0,7 m entre planta. La disminución de la densidad palía la



falta de iluminación en los meses de invierno, facilita la ventilación (reducción de enfermedades), aumenta el calibre (mejorando la expectativa de precios) y reduce la mano de obra (menor nº de plantas a entutar, destallar, deshojar y recolectar), conjunto de factores que compensan la posible mayor producción con densidades más altas.

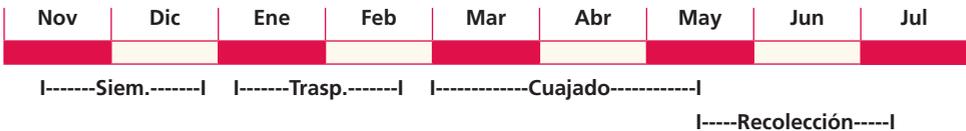
El resumen gráfico del ciclo único sería:



**El ciclo de primavera** tiene su trasplante en el mes de enero, por lo que complementa normalmente a un cultivo de otoño (de pimiento california, de tomate, de pepino, de calabacín o de judía) que acaba en esta fecha. Es un ciclo corto, donde se despunta la cabeza cuando la planta ya tiene de 6 a 8 ramilletes. Las primeras recolecciones se hacen a final de abril, acabando el cultivo a final de junio. Las variedades que se ponen son varias, en función de que se busque más o menos “Larga Vida”, calibre, precocidad, posibilidad de mercado “en pintón”, etc. además del **Daniela** y **Eldiez**, se planta **Brillante** y **Zinac**.

La producción en este ciclo pueden alcanzar los 8–10 kg/m<sup>2</sup>. Las densidades y marcos de plantación de este ciclo de cultivo son similares a las del ciclo de otoño.

El resumen gráfico del ciclo de primavera sería:



Comentar la posibilidad de hacer un cuarto ciclo que podríamos llamar de invierno-primavera donde el trasplante se hace entre octubre-noviembre, con objeto de iniciar las recolecciones en febrero y obtener la máxima producción y calidad en marzo y abril, época donde las expectativas comerciales son muy interesantes. Es un ciclo muy difícil de hacer agrónomicamente, las plantas se van a vegetativo, las inflorescencias se ramifican, el cuajado es difícil y los primeros racimos suelen tener grandes problemas de irregularidad en la maduración (blotchy ripening).

## 6.2. (El material vegetal en La Vega de Almería – La Cañada ]

- **Tipo Marmande.** Este es el tomate más tradicional de la zona, se comenzó a cultivar una variedad llamada **Cuarenteno** y después se cultivó por muchos años la variedad **Raf**, siendo en parte sustituida en la actualidad por **Delizia**, perteneciente a Clause-Tezier como la anterior.

▲ **Marmande Raf.** Variedad de porte semideterminado, de gran precocidad. Frutos de forma aplastada, con cuello verde y unos 170 g de peso medio. Resistente a *Verticillium* y *Fusarium*.

▲ **Delizia.** Variedad tipo **Raf** que se caracteriza por poseer una planta más vigorosa, capaz de aumentar la productividad y alargar el ciclo de cultivo. Frutos uniformes, de color oscuro con el cuello verde muy intenso. Adaptada al cultivo al aire libre, bajo malla y en invernadero.

- **Tipo liso.** Son variedades que se comercializan en pintón para mercado interior y consumo para ensalada. Las variedades más cultivadas son las que siguen a continuación:

▲ **Rambo.** Es una variedad preciada por su buena conservación y buen sabor. Es menos productiva que las de larga vida siendo problemática para el cuajado en plantaciones tempranas. Es sensible a necrosis apical y suelen rajarse algunos frutos en los primeros ramilletes. El cierre pistilar no es perfecto cuando se alcanzan temperaturas extremas durante el cuajado, y en invierno es necesaria la utilización de hormonas, debido a las malformaciones pistilares y el poco polen fértil que hace que los abejorros no tomen las flores.

▲ **Carson.** Variedad con planta compacta de vigor medio. Fruto de intenso color verde oscuro. Apto para mercado interior. Recomendado para plantaciones de otoño y primavera. Resistente a virus del mosaico del tabaco, *Cladosporium* 5, *Verticillium*, *Fusarium* 2, *Fusarium radicis* y Nematodos.

▲ **Lido.** Planta abierta de vigor intermedio. Fruto ligeramente asurcado y muy consistente, con color verde atractivo y rojo intenso en la maduración. Ideal para recolectar en pintón. Recomendado para plantaciones de otoño y primavera. Resistente a TMV, *Verticillium*, *Fusarium* 2, y Nematodos.

▲ **Caramba.** Variedad de tomate para recolectar en pintón. Planta de vigor medio de entrenudos cortos y hoja pequeña. Frutos de color verde brillante oscuro y cuello verde. Forma ramilletes de 5-6 tomates muy uniformes con calibre GG principalmente. Recomendado para plantaciones en invernadero, tanto en otoño como en primavera. Resistente a TMV, *Cladosporium* 5, *Verticillium*, *Fusarium* 2, y Nematodos.

▲ **Amadeo.** Variedad de planta fuerte, vigorosa, oscura, de entrenudos cortos, con buena aptitud para el cuaje. Frutos de calibre grueso, de color verde muy oscuro, con un cuello verde intenso y excelente color de viraje. Resistente a TMV, *Cladosporium*, *Fusarium* 2, *Verticillium*, *Fusarium radicis* y Nematodos.

- **Tipo larga vida.** Ha supuesto un gran avance en la historia del tomate, pudiendo llegar a mercados que antes eran inalcanzables para su venta. La gran consistencia que estos frutos tienen hacen que su vida comercial se alargue, pero a cambio su sabor es inferior a las variedades tradicionales.

La variedad estrella es **Daniela** habiendo sido la pionera en el mercado, después han aparecido muchas pero casi ninguna ha durado demasiado.

▲ **Daniela.** Planta fuerte y muy productiva, recomendada para cultivo en inverna-



dero, malla o al aire libre. Frutos muy uniformes dando principalmente los calibres M, G, con 4 lóculos. Color rojo brillante y uniforme, de larga vida. Es aconsejable cosechar el fruto sonrosado o rojo.

▲ **Atlético.** Planta abierta con hojas relativamente pequeñas, de entrenudos medios a cortos. Frutos lisos de 3-5 lóculos, algo achatados. Muy similar a **Daniela**.

- **Tipo ramillete.** En este tipo se pueden encuadrar todas las variedades de corte en rojo que se recolecte el fruto unido al ramo. Con el paso de algunos años y la entrada de variedades como **Pitenza**, se ha logrado definir mejor el concepto de ramo, siendo estos de una homogeneidad y vista comercial mayor.

▲ **Durinta.** Esta variedad es la que se ha tomado como punto de partida para la búsqueda de variedades específicas de ramillete, pero éste ha sido solo el inicio y de ahí que tenga graves problemas en su cultivo. Es una variedad sensible al rajado, y muy sensible a bloching. Es la que mejor se adapta a plantaciones tempranas de julio-agosto.

▲ **Pitenza.** Variedad de planta abierta y vigorosa. Frutos extraordinariamente firmes y de atractivo color rojo. Ramos muy uniformes en forma de raspa de pescado. Buen cuaje y elevada producción en ramo. Recomendado para plantaciones de agosto y septiembre. En estos momentos es la variedad estrella para ramo.

▲ **Ikram.** Planta de vigor medio, con problemas de continuidad en su crecimiento durante el invierno. Sin embargo, los frutos son de un color rojo intenso y los primeros 6 ramilletes de mucha calidad. Es poco productivo pero bien aceptado por el mercado.

- **Tipo pera.** Son tomates con forma ovoide que se distinguen de los redondos, además de por su sabor menos ácido. Los más cultivados son los siguientes:

▲ **Jury.** Planta vigorosa ideal para cultivos bajo plástico durante todo el ciclo de otoño. Frutos de buen calibre y consistencia. Se adapta a la recolección en ramillete. Buena conservación en postcosecha. La planta es sensible al frío.

▲ **Patrona.** Variedad de planta vigorosa, compacta, de hoja oscura y entrenudos cortos. Destaca por presentar ramos sencillos de entre 6 y 10 tomates y ramos múltiples en abanico. Frutos de forma ovalada redondeada, con un peso medio de 100-125 g con un color rojo intenso, no ahuecándose en invierno.

▲ **Granate.** Planta vigorosa, con ramilletes muy homogéneos. Destaca por su excelente color oscuro y buena conservación.

- **Tipo grueso.**

▲ **Brillante.** Variedad de vigor medio y producción bastante concentrada. Aconsejable plantar en invernadero temprano (mediados de agosto), y especialmente indicado para plantaciones en primavera bajo plástico.

▲ **Zinac.** Planta de vigor medio de entrenudos cortos, con gran precocidad en la recolección. Aconsejable su plantación para agosto y diciembre en ciclo corto. Destaca por su buen color.

▲ **Calvi.** Variedad de porte indeterminado del tipo larga vida. Planta de buen vigor

y alto rendimiento. Frutos muy gruesos, de tamaño G y GG. Se puede cultivar tanto en invernadero como al aire libre.

Los marcos de plantación en esta Comarca son muy variados, siendo más utilizado el de 1,5 m entre líneas por 0,5 m entre planta. El marco de plantación varía según la variedad que se cultive dependiendo del porte de la planta. Así, en variedades como **Raf** de porte medio bajo, el marco se puede espesar siendo de 1 x 0,5 m, teniendo una densidad de 2 plantas por metro cuadrado. Sin embargo, en variedades como **Daniela** el marco de plantación más usual es el de 1,5 x 0,5 m, pero si el entutorado es de perchas cambia, debido fundamentalmente a que las líneas deben de ser pareadas para que se puedan pasar de una línea a otra formando una cadena sin fin. Por tanto, se busca dejar pasillos amplios para el paso de carros para la bajada de las perchas que suelen tener una anchura de 1,3 m en invernaderos cuyas bandas tienen una separación entre postes de 2 metros y entre líneas conjuntas de 70 cm con lo que habría una densidad de 2 plantas por metro cuadrado.

### 6.3. (El material vegetal en el Bajo Almanzora y Este de la provincia de Almería)

En esta zona existen dos canales bien diferenciados de venta:

- Las subastas o alhóndigas.
- Las organizaciones de productores-comercializadores.

Las ventas de las subastas van destinadas fundamentalmente al mercado interior y la de los productores-comercializadores a la exportación, sobre todo, al mercado europeo.

Respecto al mercado interior, el tipo de fruto que demanda es de un calibre grueso (G-GG), pudiendo ser liso o asurcado aunque la tendencia general es de predominio del liso. Respecto al color hay mercados que prefieren “pintones” (verdes con estrella rosa) y otros rosados y rojos. Sin embargo, para la exportación se cultiva un tipo de fruto de calibre medio (M-MM) liso y de recolección de rosado a rojo.

Tanto para un mercado como para otro, se prefiere que tengan buena conservación ya que esto influirá en su mejor comercialización y posterior venta. Podemos citar algunas variedades de las que más se cultivan en la zona, atendiendo a su destino comercial mayoritario:

#### ▲ MERCADO INTERIOR:

- **Roncardo (Yzabella), Rambo, Tyrade\*, Anastasia\*, Birloque\*, Noelia\*.**

#### ▲ MERCADO EXTERIOR:

- **Durinta, Daniela, Tiway\*, Boludo\***

\* (VARIETADES TOLERANTES AL VIRUS DE LA CUCHARA)

Existen también en la zona, cultivos de tomate “tipo cherry” destinado fundamentalmente a exportación y cultivos destinados a recolección en ramillete; en la actualidad están iniciándose con tendencia al alza.



El otro gran factor a tener en cuenta, a la hora de elegir la variedad, es el de las condiciones ambientales, el cual vendrá determinado por la fecha de trasplante, la protección que tenga (calle, malla o invernadero), el suelo con sus características físicas, químicas y patológicas, y el tipo de agua a emplear. Siempre debe predominar el factor más limitante a la hora de elegir la variedad.

Las variedades antes citadas se distribuirían de la manera siguiente:

#### ▲ MERCADO DE CALLE Y MALLA:

- **Roncardo, Daniela, Durinta, Tyrade\*, Anastasia\*, Boludo\*.**

#### ▲ MERCADO INVERNADERO:

##### ▲ **Trasplante Agosto-Septiembre:**

- **Rambo, Rafter, Tyrade\*, Daniela, Durinta, Boludo\*.**

##### ▲ **Trasplante Octubre-Noviembre:**

- **Rambo, Salvador.**

##### ▲ **Trasplante Enero-Febrero:**

- **Roncardo, Rafter, Noelia\*, Durinta.**

Hay que observar también con interés el tema de resistencias, sobre todo, Fusarium 1 y 2, Nematodos y *Fusarium oxysporum radycis* enfermedad que causa graves problemas en los meses fríos. Muy importantes son las resistencias a las diversas virosis (TSWV, TYLCV). A la hora de elegir una variedad se busca que tenga varios aprovechamientos, que sirva para pintón y rojo y, para tomate sueltos y en ramillete. Esto en la actualidad es muy difícil de encontrar entre las variedades existentes; pero seguro que pasado poco tiempo se consigue gracias a la investigación de los genetistas.



■ TOMATE RONCARDO RECOLECTADO DE CULTIVO AL AIRE LIBRE.

Otra tendencia muy importante es la búsqueda de tomates larga vida pero que tengan buen sabor.

De todas las líneas de investigación genética que hay en tomate en la actualidad, tiene prioridad la búsqueda de material resistente a las dos virosis antes citadas, que a su vez reúna buenas condiciones comerciales, lo cual resulta bastante difícil. En la actualidad se cultivan ya variedades tolerantes a ambos virus, sobre todo en cultivos más sensibles como pueden ser los de calle y malla. El objetivo ahora es mejorar en este tipo de material la calidad y la productividad.



■ MARCO DE PLANTACIÓN EN INVERNADERO CON LINEAS PAREADAS.

El marco de plantación habitual en esta Comarca es el de 1,25 m x 0,6 m, lo cual da una densidad de 1,3 plantas/m<sup>2</sup>; a diferencia de zonas como la Cañada o el Poniente de Almería, las plantas se suelen entutorar a dos guías con lo que nos da como resultado la densidad de tallos o guías por m<sup>2</sup> de 2,6.

Esta costumbre está evolucionando debido, sobre todo, a la necesidad de mecanización de los cultivos y al aumento de los cultivos bajo cubierta de plástico en ciclos de climatología más adversa; siendo la tendencia actual la de disminuir la densidad de guías hasta unos niveles de 2 guías/m<sup>2</sup>.

Otro cambio que se está detectando es hacia el aumento del nº de plantas pero manteniendo fijo el de guías, es decir, reducir de 0,6 m a 0,4-0,5 m la distancia entre plantas y dejarlas a una sola guía.

Por ejemplo, en un cultivo que tuviéramos 1,25 m x 0,4 m tendríamos 20.000 plantas/ha, con 20.000 guías/ha, lo cual nos daría un resultado por el que tendríamos más plantas que en el marco tradicional y menos guías.

El diseño de las plantaciones también ha evolucionado para mejorar la mecanización de los cultivos en lo posible, como se ha mencionado anteriormente. Se trazan



líneas pareadas de cultivo separadas 2,5 m una de la otra, dejando un pasillo de 1,5-1,6 m suficiente para el paso de maquinaria ligera de auxilio en las labores culturales e incluso para el paso de tractores de 30 C.V. de potencia.

En los cultivos hidropónicos, el marco de plantación es de 2,5 m entre líneas por 0,4 m entre emisores, colocándose dos plantas por piqueta o emisor con lo que tendremos 20.000 plantas/ha a una guía 2 guías/m<sup>2</sup>.

Las mayores densidades de plantación se dan en los transplantes de calle y malla en el mes de julio, mientras que las densidades bajas de plantación se colocan en los ciclos invernales bajo cubierta de plástico.

## 7. ( LABORES Y TÉCNICAS CULTURALES )

Son todos aquellos trabajos que se realizan durante el cultivo para conseguir los máximos rendimientos, cronológicamente serían los siguientes:

### 7.1. ( Preparación del terreno )

En la preparación del terreno diferenciaremos cuando el invernadero es de nueva implantación o si se ha cultivado ya en él.

#### ■ De nueva implantación

Antes de invernar un terreno, es preciso hacer una nivelación del mismo, un despedregado en caso de necesidad y en ese momento decidir en que medio se va a cultivar: sobre tierra, sobre sistema enarenado o sobre sustrato (perlita, lana roca, fibra de coco, etc.).

Lo primero a conocer es la calidad agronómica de la tierra original, que por lo general, en la zona que nos ocupa es mala (pH alto, muy suelta, muy lavada, de baja CIC, de bajo% de saturación, etc.), siendo habitual el incorporar una capa de tierra de cañada, de una supuesta mayor fertilidad, (con espesor de entre 20 y 40 cm) y en un porcentaje altísimo continuar con el sistema enarenado, donde se aporta una capa de estiércol entre 1 y 2 cm y una capa de arena sobre este entre 6 y 10 cm de espesor, procurando que esta sea de granulometría media (entre 0,3 y 5 mm), que esté limpia de semillas y lavada de sales.

La elección entre el cultivo en enarenado y el cultivo en sustrato es difícil. Las bondades del enarenado frente al cultivo en tierra son conocidas: rotura de la capilaridad por lo que los niveles de sales en suelo se mantienen bajos, disminución o ausencia de malas hierbas, mayor precocidad, calentamiento de las raíces, se evita la erosión de la tierra tras una lluvia, se puede trabajar (pisar, pasar con carros de recolección, etc.) tras una lluvia o recién regado, etc.

Las ventajas del cultivo en sustrato frente al enarenado son:

▲ **Menor costo de implantación:** ahorro de la capa de suelo fértil, de la capa de estiércol y de la capa de arena, aunque es conveniente poner una capa fina (2 a 4 cm) de arena gruesa o en su defecto una lámina de polietileno opaco, para facilitar los drenajes y disminuir el problema de las malas hierbas.

▲ **Medio idóneo para la raíz:** físicamente la relación agua/aire es adecuada, evitándose el problema de asfixia que ocurre en suelos muy arcillosos o después de fuertes lluvias en invernaderos planos; químicamente, los sustratos más utilizados son bastante inertes, baja C.I.C. y reacciones de pH neutros, por lo que el manejo de la nutrición es sencillo.

▲ **Renovación periódica del mismo:** (cada 2-3 años partimos de un sustrato nuevo).

▲ **Garantía de un material desinfectado:** en el caso de la lana de roca y la perlita por su propio proceso de fabricación (expansión por temperatura, a unos 1600 °C y 900 °C respectivamente), con el consiguiente ahorro de las desinfecciones de suelo.

▲ **Aumento de la producción y la calidad.**

Como inconvenientes del cultivo en sustrato:

▲ **Necesidad de un control perfecto de la fertirrigación:** con mayor inversión en la instalación de riego y abonado.

▲ **Seguimiento técnico cualificado.**

▲ **Necesidad de alta frecuencia de riego:** (varios riegos al día), con un alto riesgo de afectar a la plantación si falla el riego. A veces unas horas sin regar, en época de altas necesidades de transpiración del cultivo, pueden tener efectos irreversibles, en resumen existe un mayor riesgo ante un fallo en la fertirrigación.

▲ **Frecuencia de toma de datos:** (pH y C.E.) y de una analítica que nos permita corregir las desviaciones en la solución nutritiva.

▲ **Mayor consumo de agua y fertilizantes:** (puede estar entre un 20% y un 30% respecto al enarenado, siendo función de la calidad de las aguas).

Tras poner en la balanza las ventajas y los inconvenientes, el agricultor se decidirá a poner cultivo hidropónico si tiene una confianza en el servicio técnico, si tiene una mente abierta a las nuevas tecnologías y un espíritu arriesgado y de sacrificio, condiciones más usuales en los jóvenes agricultores.

■ **Si se ha cultivado ya en el invernadero, la preparación del terreno previa al inicio de un nuevo ciclo de tomate, deberá de pasar por:**

- **Un análisis de los problemas** si es que han existido, en el cultivo anterior (nematodos, hongos de suelo, bacterias, malas hierbas, etc.)
- **Un análisis físico-químico del suelo** donde poder comprobar su estado de fertilidad, sus niveles de salinización, de materia orgánica, su pH, su P.S, etc.

En el enarenado, es recomendable cada tres años recuperar el estrato de materia orgánica mediante el retranqueo (apartar la arena, labrar la tierra, aportar el estiércol y recubrirlo con la arena) o la carilla (apartar la arena sólo en la franja de cultivo, aportar el estiércol y recubrirlo con arena).

Se evitará el estiércol poco fermentado (el cual podría competir por el nitrógeno con el cultivo en las primeras etapas de éste) y deberá estar libre de malas hierbas.



Si la suma de cationes es baja o desequilibrada, será recomendable un abonado de fondo corrector (Sulfato amónico, Superfosfato de cal, Sulfato potásico, Sulfato magnesio o abonos complejos de lenta liberación).

- **Un análisis del agua de riego**, donde poder conocer su pH, su C.E y los niveles de sales que trae ésta. En general las aguas de las zonas son de pozos, con una C.E. entre 0,6 y 1,5 dS/m, un pH alto alrededor de 8,4, niveles ínfimos de nitrógeno, fósforo y potasio y niveles considerables de sodio, calcio y magnesio, factores todos a tomar en cuenta a la hora de elaborar la fertirrigación.

Ante la presencia de síntomas de nematodos en la plantación precedente, es necesario bajar la población de estos mediante una desinfección con dicloropropeno (DD o Telone), incorporando el desinfectante en el riego bien a manta o por goteo. Es recomendable una semana antes a la desinfección el apartar un volumen alto de agua, bien por el goteo o mediante un riego a manta, con objeto de desenquistar al máximo la población de nematodos. La solarización (cubrir el enarenado con una película de P.E. de 100 – 200 galgas transparente y mantenerlo durante al menos 40 días en los meses de verano para que el suelo alcance temperaturas por encima de 40 °C), es también una técnica de desinfección física que sola o complementado con la desinfección química, ha demostrado buenos niveles de eficacia tanto en la lucha contra los nematodos como con los hongos de suelo y semillas.

Otro desinfectante de suelo usual en la zona previo a la plantación, es el Metán sodio o Metán potasio, orientado más a bajar los niveles de hongos de suelo y con un buen efecto secundario como herbicida.

Tras una desinfección química, debe respetarse un plazo de seguridad de al menos 20 días hasta el trasplante.

## 7.2. (Preparación del invernadero ]

Antes de la plantación del tomate, el invernadero deberá estar:

- Hermético, es decir aislado del exterior o por plástico o por las ventilaciones, protegidas estas por telas mosqueras.
- Limpio de malas hierbas tanto en el interior como en la periferia, de restos vegetales del cultivo anterior y de restos de rafia o cualquier otro material de entutorado.
- Bien ventilado. El manejo de la ventilación, tanto cenital como lateral debe ser prioritario para evitar condiciones extremas de temperatura y humedad.
- Desinfectado en su estructura interna con un tratamiento bien en pulverización o en espolvoreo con insecticidas / acaricidas de amplio espectro. Productos como Malatión y Endosulfan son utilizados frecuentemente.

## 7.3. (Semilla y semillero ]

Definida la variedad a cultivar, se obtiene la semilla necesaria, bien de la casa de semillas, o a través de algún punto de venta autorizado (Cooperativa de consumo, almacén de suministros, etc.). La semilla se lleva siempre a un semillero profesional autorizado

por los organismos oficiales, donde 20 días antes del trasplante para el caso de cultivo hidropónico, 30 días antes para el caso de cultivo enarenado en verano y 40 días antes en caso de cultivo en enarenado en invierno, se siembra la semilla en cepellones independientes de turba para el cultivo en suelo y de lana de roca o perlita para cultivo en sustrato. Tras la siembra se humedece el sustrato y se pasan las bandejas a una cámara de germinación en condiciones de 25 °C, 90% de humedad y oscuridad durante tres días, para extenderse posteriormente en el invernadero, garantizándose en invierno mediante calefacción temperaturas mínimas superiores a 12 °C.

Las bandejas deberán estar desinfectadas, utilizándose actualmente unas fundas alveoladas de plástico negro o blanco que evitan por un lado el contacto del sustrato con la bandeja y por otro facilitar la salida del cepellón de su alveolo. La fertirrigación del semillero suele ser por aspersión o manual mediante mangueras, imitando a la lluvia. Los tratamientos fitosanitarios son frecuentes, dirigidos a controlar tanto los hongos de raíz/cuello, como las plagas del momento y de la zona.

Una semana antes del trasplantarles las plantas, del semillero deberán de “endurecerse” para sufrir menos el trasplante, mediante técnicas como los tratamientos con cobre, la disminución del blanqueo y el manejo de la fertirrigación. En los últimos años se ha empezado a hacer pruebas de injerto sobre patrones TmKNVF, quedando por demostrar la rentabilidad de esta técnica frente al sistema actual.

#### 7.4. (Trasplante ]

Es el paso de la planta desde el semillero al asiento definitivo de cultivo. El riego por goteo estará colocado según el marco, la densidad y la orientación de la plantación (ver apartado ciclos de cultivo). Normalmente la orientación del línea de cultivo es dirección Norte – Sur para facilitar la entrada de luz y evitar sombras en los meses de invierno donde el ángulo de incidencia de la radiación es muy bajo.

En el enarenado, previo al trasplante se da un riego abundante (varias horas) para meter el terreno en humedad, apartar las sales y bajar la C.E, pasando a continuación a “abrir los hoyos”, labor de apartar la arena y el estiércol hasta llegar a la tierra, guiados por los goteros. La planta se puede introducir en la tierra o poner sobre ésta, abrigándose con arena. El primer caso es recomendable en trasplantes de verano y el hoyo deberá abrirse con alguna herramienta afilada (mancaje o escardillo), no con barra metálica que presiona y alisa las paredes del hoyo, dificultando el drenaje de éste y la salida de las raíces del cepellón.

En trasplantes de agosto con mucho calor y con arena gruesa que alcanza temperaturas muy elevadas, no es conveniente abrigar la arena hasta pasadas 2 ó 3 semanas, que la planta se asombra más, el cuello está más endurecido y las condiciones extremas de calor han disminuido.

La hora de regar en verano será cuando la temperatura del agua no esté muy caliente ni las gomas de riego tampoco, es decir al amanecer o al atardecer. Cuando en el trasplante la planta no se introduce en la tierra sino que sólo se abriga con la arena, se deben dar desde principio riegos cortos y frecuentes (diarios) y con solución nutritiva completa puesto que la arena retiene un mínimo de agua y nutrientes. Este tipo de



trasplante no se recomienda en arenas gruesas ni en épocas de calor. El trasplante en cultivo hidropónico consiste en introducir el cepellón en el sustrato (cuando el cepellón es de dimensiones entre 25 y 40 mm), y cuando el cepellón es de 70 mm o más, colocando este sobre el sustrato y sujetándolo con la pinza del gotero.

Después del trasplante se da un riego de asiento, para asegurar un buen contacto del cepellón con la tierra. Es habitual aportar en este riego o después mediante “cacharreo” (mojando el cuello), algún enraizante y algún fungicida contra hongos de raíz / cuello como es el propamocarb.

### 7.5. ( **Poda de formación** )

La Poda es una práctica imprescindible en las variedades de tomate de crecimiento indeterminado, 100% cultivados en las comarcas que nos ocupa. La poda de formación tiene lugar a los 15 ó 20 días del trasplante cuando han aparecido los primeros brotes laterales de la planta consistiendo en podar estos pequeños brotes y las hojas más viejas que dan con la arena, y nos va a servir para ventilar la planta a nivel de cuello y en caso de aporcado, para limpiar la zona que se va a enterrar. Se denomina poda de formación porque es en este momento, cuando se determina el número de tallos que vamos a dejar a la planta. La poda se puede hacer a uno o dos brotes (brazos), aunque lo más usual es la poda a un solo brazo, para conseguir mayor tamaño de fruto.

En el ciclo largo hay un porcentaje de agricultores que en enero – febrero dejan un 2º tallo (a la altura del alambre de entutorar) por lo que en primavera la planta descuelga a dos brazos, aumentando la producción, pero también la mano de obra y disminuyendo el calibre, por lo que la rentabilidad de este sistema es más que dudosa. Si es habitual, cuando una planta se pierde, por virus, enfermedad o cualquier otro motivo, el dejar un segundo tallo a la planta colindante. Hay otras formas de poda pero que no son aplicadas de modo muy extendido en el cultivo protegido, por lo que carece de interés el que sean mencionadas aquí.

### 7.6. ( **Aporcado y rehundido** )

El aporcado es una práctica que consiste en abrigar la planta con arena o tierra con objeto de fomentar la creación de un mayor número de raíces, y se hace después de la poda de formación. El rehundido es una variante del aporcado y consiste en doblar la planta hasta que ésta entra en contacto con la tierra, rascando un poco en ella y depositando con cuidado la misma, echando después arena y dejando fuera la yema terminal y un par de hojas. Esta última operación está en desuso, por lo que carece de importancia en agricultura moderna. Debido a la intensificación de cultivos, se tiende a aminorar mano de obra y como consecuencia la plantación se está haciendo últimamente sobre la arena evitando ser aporcadas posteriormente, sin observarse ninguna variación en la producción del tomate.

### 7.7. ( **Entutorado** )

Esta labor es imprescindible para mantener la planta erguida y evitar que las hojas y sobre todo los frutos toquen el suelo, mejorando la aireación general de la planta y fa-

voreciendo la disposición en el espacio, el aprovechamiento de la radiación y las labores culturales (podas, destalles, recolección, etc.). En los invernaderos del sureste español, la planta del tomate se entutora mediante hilos de polipropileno (rafia), que se unen a la zona basal de la tomatera mediante liado, anudado o anilla, atándose al alambre de entutorado, que va sobre el líneo de cultivo a una altura entre 1,8 m y 3,4m.

Conforme la planta va creciendo esta se va liando o sujetando al hilo tutor mediante anillas, hasta que la planta alcanza el alambre, lo cual ocurre en el ciclo largo en los primeros meses de invierno. A partir de este momento hay tres opciones:

- Bajar la planta descolgando el hilo (lo hace una minoría, pues conlleva un coste adicional de mano de obra, ya que cada vez que la planta crece unos 30 cm hay que repetir la operación, previo deshojado de la zona basal pero que las hojas no descansen sobre el suelo, labor que implica un riesgo de entrada de enfermedades por las heridas del deshojado).
- Dejar que la planta crezca cayendo por propia gravedad. En estos casos, cuando el entutorado no es muy alto, en el mes de marzo podemos ver plantas que llegan con el brote terminal al suelo, siendo necesario el volver a entutorarlas con un nuevo hilo.
- Continuar el crecimiento de la planta de manera horizontal (formando un techo o parral), ayudados por otros alambres o cuerdas de emparrillado.

Existe una variante de este tipo de sujeción, más moderno y que comienza a imponerse en algunas comarcas. Este tipo es el llamado holandés o de perchas y consiste en poner perchas con hilo enrollado en ellas (sistema de gancho y descuelgue) para ir dejándolo caer a medida que la planta va creciendo, sujetándola al hilo mediante clips. El tallo principal se irá dejando caer sobre el suelo o sobre soportes destinados para ello. La ventaja de este sistema estriba en la mejora de calidad del fruto con mayor tamaño, color y uniformidad debido a que la planta siempre se entutora hacia arriba recibiendo el máximo de luminosidad. Tiene como inconveniente el aumento en mano de obra, pero se ve compensado con el incremento en la producción.

## 7.8. (Podas ]

Las podas pueden ser de tallos, hojas y flores o frutos.

- **Destallado.** Consiste en cortar los tallos laterales de la planta para que se desarrolle mejor el tallo principal. El corte de éstos debe de hacerse lo más bajo posible realizando un corte limpio sin magulladuras, para evitar infecciones fúngicas o bacterianas. Es una labor que se realiza durante todo el año con una frecuencia semanal en primavera y otoño y quincenal en invierno. Suele hacerse a mano, con tijeras de podar o con cuchillo.

Cuando el tallo se corta muy pequeño no es necesario ninguna herramienta, porque la herida producida es muy leve y cicatriza rápidamente. Si por descuido el grosor del tallo a eliminar es grande y estamos en época con condiciones favorables para el desarrollo de enfermedades que se instalarían en las heridas producidas, se procederá a dar un tratamiento fitosanitario con algún fungicida – bactericida (Ej: derivados del cobre).



Se pondrá especial interés en la eliminación del brote que hay debajo de la inflorescencia, ya que toma una gran tendencia apical.

- **Deshojado.** Es una operación que no siempre se realiza, es recomendable en las hojas senescentes, para facilitar la aireación y mejorar el color de los frutos. También se quitarán las hojas enfermas (Ej: botritis), para eliminar fuente de inóculo, debiendo sacarse inmediatamente del invernadero.

Cuando las plantas han adquirido un exceso de vigor (hojas enormes, troncos muy gruesos), es recomendable hacer un entresaque de hojas, sobre todo si éstas se solapan unas sobre otras y no dejan entrever los frutos. Se procurará quitar la hoja por encima del ramo (la que enfrenta al ramo tiene un importante papel en el aporte de fotoasimilados a éste), que esté orientada en la dirección norte o levante. No se quitarán más de 2-3 hojas por planta en una sola vez, para no producirle a la planta un estrés demasiado grande. El corte de la hoja será por la base del peciolo, a ras de tronco y con cuchilla, conociendo casos de pérdida de plantaciones enteras por efecto de la botritis iniciándose los daños en las heridas del deshojado, cuando se han hecho mal (con tijeras y dejando tocón).

En entutorado de perchas la poda es obligada puesto que no pueden dejarse caer las plantas sin deshojar sobre el suelo, provocando una acumulación de hojas que solo ocasionaría graves perjuicios sobre la plantación debido a ataques fuertes de botritis entre otras enfermedades. También en esta labor es importante hacer un corte limpio y a ras de tallo para que se cicatrice antes.

- **Despunte de inflorescencias.** La eliminación de flores cuando existe un excesivo número de ellas, así como la eliminación de frutos recién cuajados con malformaciones, es una práctica deseable y poco usual hace unos años, aunque con el mercado del tomate en ramo, en los últimos años se está consiguiendo que se empieza a llevar a cabo, estando demostrado el aumento de calibre, homogeneidad y calidad de los frutos restantes, así como la disminución de destrío.

## 7.9. ( Escardas ]

La eliminación de malas hierbas es fundamental para el control de los insectos vectores de virosis.

En cultivos de aire libre y malla se utiliza la escarda química con productos como: metribuzina (selectivo) y paracuat (contacto, no selectivo). En los invernaderos suele haber menos problemas, sobre todo, en los enarenados, pudiéndose recurrir al paracuat, pero lo más normal es recurrir a la escarda manual.

En los invernaderos, la metribuzina no se utiliza porque a veces ha ocasionado problemas de ligeras fitotoxicidades.

## 8. ( EL RIEGO Y LA FERTILIZACIÓN ]

Debido a las diferentes condiciones de cultivo que existen en las Comarcas que

venimos tratando, este apartado se hará para cada una de ellas, justificando en cada caso la fertilización aportada, condiciones nutricionales que están dando excelentes productividades en estos sistemas.

### 8.1. (El riego y la fertilización del tomate en la Comarca de El Parador – Roquetas ]

El aporte del agua y gran parte de los nutrientes en el cultivo del tomate, en la zona que nos ocupa se produce mediante el riego por goteo, generalizado prácticamente en el 100% de las explotaciones. Las necesidades de agua y nutrientes van a ser función del estado fenológico de la planta, de las condiciones de clima en el invernadero, del vigor de la planta y de la salinidad del agua.

Ante la gran pregunta de cuándo y cuánto regar, en un cultivo enarenado tendremos en cuanto la tensión de agua en el suelo, el tipo de suelo (su capacidad de campo, porcentaje de saturación) y por supuesto la evapotranspiración del cultivo, las precipitaciones en caso de caer dentro del invernadero (normalmente despreciables por no caer uniformemente) y la eficiencia del riego (uniformidad de caudal de los goteros).

Existen tablas de consumos medios de riego (en litros por metro cuadrado y día) en el cultivo de tomate en el Poniente almeriense que nos orientan por quincenas y para dos ciclos de cultivo diferentes: uno de trasplante a mediados de agosto y otro a primeros de enero (Publicaciones de la Estación Experimental de Cajamar “Las Palmerillas”).

Mediante un buen manejo del tensiómetro, podremos conocer la tensión mátrica del agua en el suelo, siendo conveniente regar antes de alcanzar los 20-30 centibares (según autores).

Otra técnica es medir la C.E. de la fase líquida del suelo que se puede extraer por succión a través de una bomba de succión. En la práctica, la frecuencia de riego en el enarenado para un cultivo ya establecido es de 2 - 3 veces/semana en época de invierno, subiendo a 4 - 7 veces /semana, en época de primavera / verano con caudales entre 2 y 3 L/planta. En aguas de mala calidad los volúmenes de agua son mayores, para desplazar el frente de sales del bulbo de humedad.

**En cultivo hidropónico** el cuándo regar, está automatizado mediante sistemas a la demanda, estando generaliza la demanda por bandeja, a veces complementada por programas de riego dónde también se relaciona la radiación (vatios acumulados) con la transpiración. La bandeja se nivela, en su interior se colocan 2 o 3 uds de sustrato con sus plantas correspondientes (entre 4 y 6 plantas o tallos/ almohadilla o tabla); la bandeja tiene un nivel de drenaje y un sensor o electrodo, que cuando la planta transpira este se seca al bajar el nivel de solución en la bandeja, mandando una señal eléctrica al cabezal de riego para iniciar un riego, el cual recuperará el nivel de la bandeja hasta el agujero de drenaje y drenará un porcentaje del riego.

La frecuencia de riego nos la da la distancia entre el sensor y el drenaje de la bandeja, que están definiendo el volumen de agua a transpirar por las plantas y el porcentaje de drenaje lo establecemos mediante el tiempo de riego.

El lugar dónde colocar la bandeja de demanda será aquel donde se sospechen las mayores necesidades de evapotranspiración del invernadero (más temperatura, más radiación



y buena ventilación) y a su vez se colocarán unas bandejas de drenaje en otras zonas donde medir la C.E., el pH y el porcentaje de drenaje y, poder contrastar la eficiencia del sistema de demanda.

El tiempo de riego en el cultivo hidropónico viene dado básicamente por la capacidad de retención de agua del sustrato, función a su vez del material en sí, la granulometría, la forma y el volumen, así como del número de goteros por unidad, del caudal del gotero, del porcentaje de drenaje (que a su vez depende de la calidad del agua y de la conductividad eléctrica del sustrato en el momento).

Respecto a la nutrición, en el cultivo hidropónico, a diferencia con el enarenado, siempre se aportará una solución nutritiva completa, es decir, con niveles adecuados de macroelementos (nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre) como de microelementos (hierro, manganeso, cobre, zinc, boro, molibdeno) y con un pH entre 5,5 y 6.

Una vez determinados los niveles de nutrientes del agua, se aportará los abonos necesarios hasta alcanzar una solución nutritiva de partida con aproximadamente las siguientes concentraciones (mmol/L en los macros y ppm en los micros): N ( $\text{NO}_3$ ) 12; N ( $\text{NH}_4$ ) 0,5; P 0,5; K 6; Ca 4; Mg 2; S ( $\text{SO}_4$ ) 2; Fe 2; Mn 1,5; B 0,5; Cu, y Zn 0,5; Mo 0,1. El nitrógeno se aporta normalmente con Nitrato cálcico (15'5% N, 19% Ca), Nitrato Potásico (13% N y 38% K), Nitrato amónico (33% N, mitad nítrico y mitad amoniacal) y Acido nítrico (22% N); el fósforo con Ácido fosfórico de 75% (32% P) y Fosfato monopotásico (23% P y 28% K), el potasio con Nitrato potásico y sulfato potásico (45% K y 18% S); el calcio con Nitrato cálcico y el magnesio mediante Epsomita (10% Mg y 13% S).

Mensualmente se analiza la solución que hay en el sustrato o que sale del drenaje, que nos ayudará a corregir la solución de entrada en función de las desviaciones de la analizada. Los microelementos (Fe, Mn, Cu, Zn, B, Mo) se suelen aportar mediante un complejo, quelatados los metales en forma de EDTA principalmente.

La forma de aportar los abonos al agua es:

Balsa de solución definitiva, donde se echan todos los nutrientes, (abonos y ácidos), recomendado para superficies no demasiado grandes y necesitándose una balsa por cultivo o plantación. Por su sencillez y fiabilidad este sistema queda especialmente recomendado desde estas páginas.

Mediante inyección de los abonos al riego (venturis, bombas inyectoras, dosificadores, etc.), los cuales tenemos previamente diluidos en soluciones concentradas o soluciones madre, siendo necesario al menos dos tanques, uno para el calcio y otro para el nitrógeno – fósforo – potasio; los microelementos se suelen aportar en el tanque del calcio. Un tercer tanque con ácido nítrico nos suele servir para ajustar el pH.

La C.E., el pH, y el porcentaje de inyección de cada tanque son variables manejadas y programadas desde un ordenador.

En el cultivo enarenado en los últimos años también se han instalado sistemas informáticos de fertirrigación, quedando aún un alto porcentaje de explotaciones donde se usa la abonadora tradicional de presión o abonadora abierta conectada a la aspiración y donde la forma más usual de recomendar el abonado es en “kilos por 1000

m<sup>2</sup>”, siendo las dosis función del tiempo de riego, o mejor dicho del volumen de agua a aportar a esa superficie, función a su vez del tamaño y estado fenológico de la planta y de las condiciones ambientales. Por ejemplo: para una hora de riego, en un cultivo establecido, con una densidad de 2 goteros/m<sup>2</sup>, con caudales de 3L/h, se aportará 6.000 L/1000 m<sup>2</sup>/h.

Si abonásemos con 3 kg/1000 m<sup>2</sup> de KNO<sub>3</sub> (13% N y 46% K<sub>2</sub>O), estamos aportando 0,5 g/L o 500 ppm, que al 13% de N (500x13/100) da 65 ppm de N, más (500x46/100) 230 ppm de K<sub>2</sub>O. No debemos sobrepasar dosis de abono total superiores a 2 g/L, siendo normal 1g/L para aguas de 1dS/m. En cultivo en suelo, es normal aportar una parte del N en forma amoniacal (mediante Nitrato o Sulfato amónico). La relación N/K suele ser de 1/1 desde el trasplante hasta la floración, cambiando hasta 1/2 e incluso hasta 1/3 cuando la planta está en recolección. Los niveles de fósforo y magnesio se aumentan en época de invierno para evitar fuertes carencias por el enfriamiento del suelo.

## 8.2. (El riego y la fertilización del tomate en la Comarca de La Vega de Almería – Llanos de La Cañada – El Alquíán ]

En cuanto a riegos, para dar una dotación de riego idónea, tendremos en cuenta el estado del cultivo y la época del año en la que se produzcan, dado que en verano la planta tiene unas necesidades de agua mayores que en invierno, por lo que debemos regar más continuo y con una duración del riego mayor que en éste. Por lo que a fase de cultivo se refiere, también las necesidades hídricas varían, necesitando más cuanto más masa vegetativa y frutos tenga que mantener.

En lo referente a abonado, si observamos las distintas recetas que expiden los técnicos de campo (directores y asesores de cultivo) podemos comprobar que son muy variadas y contradictorias, lo cual explica lo generosa que es la tierra y la planta de tomate, admitiendo errores de técnicos y agricultores. Lo cierto es que existe una banda muy amplia donde puede oscilar un abonado sin que aprecie diferencia alguna entre ambos y por ello nos encontramos distintos abonados en la misma zona con el mismo suelo y la misma especie y variedad siendo válidos todos ellos.

Aclarado esto, anecdóticamente comentaré (J. González) que hace diez años debido a la imposibilidad que tenía de llegar a todas las fincas y poner un abonado correcto, me vi en la necesidad de elaborar una hoja de abonados donde se recogían las distintas modificaciones que había que hacer durante todo el cultivo. Curiosamente hoy todavía tiene vigencia y se utiliza por muchos productores y nos sirve de guía a algunos técnicos para comenzar el abonado de los cultivos, aunque se varíe en campaña dependiendo de los problemas que se den en cada una de las parcelas.

Esta relación de abonado he considerado interesante reflejarla aquí, porque puede servir de gran ayuda a quienes por su corta experiencia necesitan de una guía fiable que les sirva para iniciarse.

### ▲ ABONADO PARA CULTIVO DE TOMATE EN RIEGO POR GOTEO\*:

#### ▲ 1ª semana después del trasplante:

- Regar con agua sola manteniendo la humedad constante.



▲ **2ª semana:**

- Fosfato monoamónico (0,5 kg/1000 m<sup>2</sup>).

▲ **3ª y 4ª semana:**

- Nitrato potásico (0,5 kg/1000 m<sup>2</sup>).
- Fosfato monoamónico (1 kg/1000 m<sup>2</sup>).

▲ **A partir de 4ª semana hasta cuajado de 2º ramillete (alternos):**

- Fosfato monoamónico (1 kg/1000 m<sup>2</sup>).
- Nitrato potásico (0,5 kg/1000 m<sup>2</sup>).
- Nitrato amónico (0,5 kg/1000 m<sup>2</sup>).
- Ácido nítrico (0,2 L/1000 m<sup>2</sup>).
- Nitrato cálcico (1 kg/1000 m<sup>2</sup>).

▲ **A partir de 2º ramillete hasta cuajado de 4º ramillete:**

- Fosfato monoamónico (1 kg/1000 m<sup>2</sup>).
- Nitrato potásico (1 kg/1000 m<sup>2</sup>).
- Nitrato amónico (0,5 kg/1000 m<sup>2</sup>).
- Ácido nítrico (0,2 L /1000 m<sup>2</sup>).
- Nitrato cálcico (1 kg/1000 m<sup>2</sup>).
- Nitrato potásico (1 kg/1000 m<sup>2</sup>).

▲ **Cuajado de 4º ramillete hasta 7º ramillete (riegos alternos):**

- Fosfato monoamónico (1 kg/1000 m<sup>2</sup>).
- Nitrato potásico (2 kg/1000 m<sup>2</sup>).
- Nitrato amónico (1 kg/1000 m<sup>2</sup>).
- Ácido nítrico (0,5 L /1000 m<sup>2</sup>).
- Nitrato cálcico (1,5 kg/1000 m<sup>2</sup>).
- Nitrato potásico (1,5 kg/1000 m<sup>2</sup>).

▲ **Cuajado de 7º ramillete hasta final de cuajado (riegos alternos):**

- Fosfato monoamónico (0,5 kg/1000 m<sup>2</sup>).
- Nitrato potásico (3 kg/1000 m<sup>2</sup>).
- Nitrato amónico (2 kg/1000 m<sup>2</sup>).
- Ácido nítrico (0,5 L /1000 m<sup>2</sup>).
- Nitrato cálcico (2 kg/1000 m<sup>2</sup>).
- Nitrato potásico (3 kg/1000 m<sup>2</sup>).

▲ **Último cuajado hasta final de cosecha:**

- Nitrato potásico (2,5 kg/1000 m<sup>2</sup>).
- Nitrato amónico (2 kg/1000 m<sup>2</sup>).

(\*) CANTIDADES ORIENTATIVAS PARA CULTIVO EN SUELO QUE VARIARÁN EN FUNCIÓN DE DENSIDAD DE PLANTACIÓN, PRÁCTICAS CULTURALES, METEOROLOGÍA, ETC.

Últimamente se ha impuesto en la zona la fertirrigación automática, con máquinas de precisión. Para ello se utilizan equilibrios más exactos, pudiendo afinar muchos más, y a continuación se citan los equilibrios más usados en milimoles por litro de agua e incremento de conductividad.

▲ **1ª semana después del trasplante:**

- Regar con agua sola manteniendo la humedad constante.

▲ **2ª semana:**

- Fosfato monoamónico. Hacer una solución al 10% e incrementar la conductividad 0,5 dS/m por encima del agua.

▲ **3ª y 4ª semana:**

- En dos bidones distintos se echan Fosfato monoamónico y Nitrato potásico haciendo una solución del 10% y ponemos en la máquina de riego un 75% de Fosfato monoamónico y un 25% de Nitrato potásico. La conductividad la incrementamos en 0,7dS/m por encima del agua.

▲ **En lo sucesivo:**

- A partir de este momento se ajustan cada elemento en un equilibrio predeterminado por el técnico, que variará según las exigencias de cada variedad y el clima que acontezca durante el cultivo. Como guía sirvan los siguientes abonado expresado en mmol/L:

Periodo / lón	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>
A partir de la segunda semana		4	0,5		4			
Tercera y cuarta semana	3,5	4	0,5		4	3,5		
4ª semana hasta 8º ramillete	9	4	1,5		4	5	2	1
8º ramillete hasta último cuajado	14	3	1,5		3	7	3,5	1,5
Último cuajado a final de cultivo	14	1,5	1,5		1,5	6	4	2
<b>Para cultivo en hidroponía</b>								
Inicio ( Floración y cuajado)	12	1,8	0,5			7	2,5	1,5
Engorde y maduración	14	1,8	0,5			8	3	1,5

ESTAS CONCENTRACIONES SON VARIABLES SEGÚN LA CALIDAD DE LAS AGUAS CON LAS QUE SE RIEGUE.

### 8.3. (El riego y la fertilización del tomate en el Bajo Almanzora y Este de la provincia de Almería]

El tomate se cultiva en esta zona con riego por goteo en el 100% de la superficie; no existiendo riego a pie. Los métodos más eficaces para determinar las necesidades de riego son los basados en las medidas directas de la tensión de agua en el suelo. Los tensiómetros son los aparatos más utilizados.

Un buen manejo de los aparatos mantendrá lecturas entre 10 y 30 centibares. En el menos profundo de los tensiómetros (10 cm); el más profundo (30-50 cm) permitirá evaluar el movimiento del agua en profundidad (Castilla, 1991).

En los cultivos hidropónicos existen métodos de control de riego mucho más precisos y rigurosos:

- Bandeja de drenaje.
- Bandeja de demanda de riego.
- Control de riego por radiación recibida.
- Control por velocidad del aire.

Siendo éstos una serie de mecanismos que bien utilizados, uno por uno, o en conjunto, determinan de un modo automático y directo las necesidades de riego del cultivo hidropónico.



Como dato orientativo diremos que el consumo medio de una ha de tomate de ciclo largo oscila entre 7.000 y 8.000 m<sup>3</sup>/ha. El precio del agua es muy variable según la zona y va desde los 5-6 céntimos de euro/m<sup>3</sup> del valle del Almanzora, hasta los 27-30 céntimos de euro/m<sup>3</sup> de Águilas y Mazarrón. Por lo tanto, el coste del agua es un capítulo muy importante, a tener en cuenta, en estas zonas por su repercusión en el importe final del producto.

La fertilización se realiza, casi en su totalidad, a través del sistema de riego (ferti-riregación); también en los cultivos en suelo se efectúan aportes de materia orgánica y abonados de fondo, basándose en los análisis previos del suelo y las recomendaciones efectuadas por el laboratorio.

Las necesidades nutritivas del cultivo, según Castilla 1995, son:

- **N** 2,1-3,8 kg
- **P** 0,3-0,7 kg
- **K** 4,4-7,0 kg
- **Ca** 1,2-3,2 kg
- **Mg** 0,3-1,1 kg

(NECESIDADES POR TONELADA DE COSECHA)

Para una cosecha de 120.000 kg/ha, las necesidades nutritivas son (Cadahía 1995):

- **N** 400 kg/ha
- **P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>** 200 kg/ha
- **K<sub>2</sub>O** 850 kg/ha

Para aportar estos nutrientes a las plantas existen, en la actualidad, dos sistemas de medida fundamentalmente:

- Aportación de un determinado equilibrio en g/m<sup>2</sup> ó g/planta.
- Aportación del equilibrio fertilizante, atendiendo a la C.E. deseada.

En el cuadro siguiente se pueden ver, a modo orientativo, los equilibrios más utilizados según el estado fenológico de las plantas.

	Equilibrio	g/m <sup>2</sup> . día	C.E (dS/m)
Transplante a inicio floración	1:2:1	1,5	Agua+0,5
Floración y cuaje	1:1:1	3	Agua+0,8
Recolección	1:1:1,5	4	Agua+1,0

Hay que observar muy bien, sobre todo, en épocas de calor los niveles de calcio, magnesio y potasio, para evitar problemas de manchado en tomate por carencia de calcio, bien directa o indirectamente.

En los momentos críticos del cultivo es conveniente realizar análisis foliares para corregir, en lo posible, los desajustes que puedan producirse.

En los cultivos hidropónicos, la fertilización se realiza a través de una solución madre que se inyecta a la red, atendiendo también a la conductividad eléctrica.

Una de las soluciones más comunes es la que sigue:

	$\text{NO}_3^-$	$\text{H}_2\text{PO}_4^-$	$\text{SO}_4^{=}$	$\text{NH}_4^+$	$\text{Ca}^{++}$	$\text{Mg}^{++}$	$\text{K}^+$
<b>mmol/L</b>	<b>10,5</b>	<b>1,5</b>	<b>2,5</b>	<b>0,5</b>	<b>3,75</b>	<b>1</b>	<b>7</b>

SONNEVELD (1984)

En microelementos:

	Fe	Mn	Cu	Zn	B	Mo
<b>p.p.m.</b>	<b>2</b>	<b>0,7</b>	<b>0,02</b>	<b>0,09</b>	<b>0,5</b>	<b>0,04</b>

STEINER

Las soluciones nutritivas de hidroponía hay que confeccionarlas tomando como base los análisis de agua. Una vez confeccionada la solución madre se incorpora a la red, atendiendo a los criterios de conductividad antes mencionado.

El pH también hay que regularlo con dosificadores automáticos de Ácido nítrico fundamentalmente.

Los fertilizantes más utilizados son los siguientes:

- Nitrato potásico
- Nitrato cálcico
- Nitrato amónico
- Sulfato de potasa
- Sulfato amónico
- Fosfato monoamónico
- Fosfato monopotásico
- Ácido fosfórico
- Sulfato de magnesio
- Nitrato de magnesio

Los microelementos se aplican en forma de quelatos de EDTA. En el suelo el hierro se incorpora como EDDHA principalmente.

Como vemos el riego y fertilización es un tema fundamental en el cultivo, de todo lo cual va a depender, en buena parte, la obtención de una buena cosecha. Como norma general, es conveniente trazar unos programas de riego y fertilización que como mínimo tengan una duración de 15 días. No es adecuado estar a cada momento cambiando de equilibrio ni de modo de riego.



Una norma práctica de mucho interés es el estar atento a los cambios climatológicos, sobre todo, a los días de viento fuertes, ya que en esas ocasiones hay que dejar a un lado los programas y aumentar las aportaciones de riego, de lo contrario correríamos el riesgo que se manchase el tomate y se produzca una merma considerable en la producción final de la cosecha.

## 9. ( EL CUAJADO DEL TOMATE )

El cuajado del tomate esta correlacionado con la producción de auxinas por parte de las semillas en óvulos fecundados (Nissen *et al.*, 1990). Cuando las condiciones ambientales no son las idóneas para que se produzca el cuaje del tomate, es necesario realizar labores o poner los medios necesarios para que el cuaje se efectúe sin problemas.

Hasta principios de los noventa, la práctica más habitual era la aplicación de fitohormonas a la flor del tomate, operación con la que se conseguía una buena eficacia.

En el cultivo de invernadero para favorecer el cuajado del fruto se utilizan varias técnicas:

- **De tipo mecánico.** Para favorecer el mayor desprendimiento de polen de la flor. Se debe hacer cuando las condiciones de humedad y temperatura sean las ideales (ni al amanecer, ni al atardecer ).

- Vibrar el ramo floral. Mediante vibrador de varilla. En total desuso por el alto costo en mano de obra (debe hacerse 3 veces / semana).
- Mover la planta, bien mediante chorro de aire con máquina de mochila, o por golpes vibrantes al alambre o al hilo de entutorado. Cada vez más en desuso al imponerse la polinización por abejorro.

- **Mediante insectos.** A partir de principios de los 90 se prueban las colmenas de "*Bombus terrestris*", imponiéndose en los tres últimos años, por su rusticidad (trabajando en condiciones extremas, con temperaturas de 6-8 °C, lluvia y baja luminosidad, sin descansar fines de semana ni días de fiesta. Un abejorro, buscando el polen como fuente de proteínas para alimentar a las larvas de su colmena, puede visitar entre 6 y 10 flores por minuto, por lo que una colonia podría polinizar entre 20.000 y 50.000 flores por día).

La calidad de una colmena viene dada por el proceso de producción de ésta, la calidad de los materiales y el aislamiento térmico de éstos. Luego la vida útil de la colmena, varía entre 5 y 8 semanas, dependiendo principalmente de la época (en primavera y otoño dura más que en invierno), por ser insectos sensibles a las condiciones ambientales.

Puntualmente la actividad de una colmena se puede ver reducida o anulada por: condiciones extremas de temperatura y humedad, ausencia o disminución del polen en la flor, ausencia o disminución de floración (carencias nutricionales en la plantación), desorientación (ciertos plásticos, en los primeros meses filtran los UVA en las longitudes de ondas de la visión del insecto) y utilización de productos fitosanitarios inadecuados. En general fungicidas y acaricidas son bastante inocuos, debiendo ser muy

selectivos a la hora de emplear insecticidas, siendo necesario con algunos la retirada de la colmena del invernadero (máximo tres días).

Debido a las observaciones realizadas en el párrafo anterior, es importante tener en cuenta la ubicación de las colmenas, según la época del año. En invierno hay que protegerlas del frío, en primavera y verano de las altas temperaturas y la forma de hacerlo es de la siguiente manera:

- En época de frío colocar la colmena en sitios altos y soleados.
- En época de calor colocarlas en lugares bajos, sombreados y, a ser posible, cerca de las bandas o zonas de ventilación.

A la hora de buscar la ubicación idónea, suelen causar más problemas en estas comarcas las altas temperaturas que las bajas, debido a que el periodo de tiempo caluroso es más amplio que en otros lugares. Hay que vigilar periódicamente el trabajo de los abejorros y, sobre todo, observar en los invernaderos los tramos con distintos tipos de dificultades.

En los invernaderos con pendientes pronunciadas suele haber problemas, debido a que el aire caliente fluye hacia las zonas altas y los abejorros se van a trabajar a ellas por estar más cálidas durante el periodo invernal; sin embargo, durante el periodo estival hacen todo lo contrario. Por ello hay que vigilar mucho los invernaderos en pendiente por los problemas que de ello se deriva.

El manejo de la colmena, el mantenimiento y la actividad de esta deberá realizarse por técnicos especialistas periódicamente (semanalmente), aunque el agricultor deberá observar con frecuencia el marcaje de las flores después de haber sido visitadas por el abejorro (ver al menos marcas en un 80% de las flores abiertas).



- **Mediante fitorreguladores.** En la actualidad, solo una proporción muy pequeña de productores siguen aportando fitorreguladores, (se considera que entre el 80-100%



de tomate que se hace en sureste el peninsular, dependiendo de las Comarcas, se poliniza con abejorros) en momentos en los que no hay polen en las flores y los abejorros no las visitan o bien en variedades que por diversos motivos interese darle fitohormona. No obstante, para utilizar fitohormonas o fitorreguladores hay que tener claro los objetivos que se persiguen, éstos podemos agruparlos del siguiente modo:

#### ▲ Reguladores de crecimiento:

Se consideran así a todas las hormonas vegetales que tienen alguna influencia en cuanto al crecimiento de la planta, actuando como freno del crecimiento acortando los entrenudos. El producto más usado fue el cicocel, y solía utilizarse normalmente en semilleros para frenar el crecimiento de la planta y a su vez engrosar el tallo principal. A partir de 2002 ha quedado prohibido su uso, tanto en semilleros como en el cultivo posterior

#### ▲ Hormonas de engorde:

Las mismas hormonas que se utilizan para el cuaje de las flores, sirven para el engorde pero con la introducción de los abejorros, el efecto que lograban estas hormonas no se observa, con lo que han tomado mayor relieve otras del tipo ana-amidas, que se utilizan en el periodo de engorde de frutos para ayudar a la planta a hacer un poco más de calibre al fruto. Existe la polémica con su utilización porque dicen sus detractores que ablanda el fruto perdiendo consistencia y por tanto vida comercial. Otros efectos que consigue son los de estimulante de la planta y la floración.

#### ▲ Hormonas de maduración:

Estas son hormonas que no tienen ningún efecto positivo para el mercado en fresco y su utilización se limita tan solo a productores desaprensivos que ante expectativas buenas de precio aplican estos productos a base de etefón para su rápida maduración, logrando aparentemente su objetivo, ya que el fruto madura en su parte externa, pero no logra tener su grado de azúcar, estando sin embargo más ácido de lo habitual, debido a que no ha madurado en su parte interior.

Los fitorreguladores más empleados son:

Nombre comercial	Materia activa	Dosis cc/L
Procarpil	ANA-Amida+4 CPA	2-6
Tomatone	4-CPA	5-15
Trylone	MCPA	1-5
Fengib	AC.GIBERELICO + FENOTIOL	0,3-0,5

Destacan en su nivel de consumo Procarpil y Tomatone, debido a que son los que menos fitotoxicidad provocan en las plantas.

Hay variedades de tomate en la actualidad que toleran altas dosis de estos dos productos mencionados, habiéndose observado una relación entre el tamaño de fruto y la dosis de hormona aportada. En concreto, la variedad **Roncardo** responde con aumentos de calibre considerables al aumento de las dosis de Procarpil o Tomatone, no incidiendo ésto en la buena presencia del fruto.

## 10. ( PLAGAS Y ENFERMEDADES ]

### 10.1. ( Plagas ]

#### ▲ ÁCAROS

*Aculops lycopersici*, o ácaro del bronceado también conocido como *Vasates lycopersici*. Diminuto ácaro polífago de aspecto de coma que ataca a diferentes solanáceas, llegando a ser plaga sobre tomate en condiciones de otoño seco y de primavera en nuestros invernaderos (temperaturas suaves o altas y humedad baja). Los síntomas aparecen por focos, cerca de la bandas y en los tallos (aspecto bronceado) y hojas viejas (amarilleamiento y desecación de folíolos), ascendiendo con el tiempo. Los frutos muy atacados presentan un aspecto marrón cuarteado que recuerda al cuero viejo, haciéndolos inserviles. Con la lupa cuentahilos, es fácil ver los adultos en peciolo y envés de las hojas. El control es fácil con diversos acaricidas (abamectina, mitac, endosulfan, fenbutestan, tetradifón, propargita, etc.), aunque suele ser suficiente el empleo frecuente de azufre

*Polyphagotarsonemus latus*, o araña blanca. Este diminuto ácaro suele ser plaga importante en los pimientos de otoño de nuestros invernaderos, siendo raro verlos en los cultivos de tomate, haciéndolo de manera localizada, en la parte tierna de la planta, produciendo recurvamientos de las hojas y deformaciones en zigzag de los nervios.

El control es semejante al ácaro anterior, debiendo de alternarse materias activas en caso de necesidad de repetir los tratamientos. Si los focos son localizados, se tratarán éstos y alrededores en cuanto se observe inicio de síntomas, mojando lo mejor posible (en caso de pulverización) los órganos más afectados.

*Tetranychus urticae* y *T. evansi* o araña roja. Ácaros polípagos, tanto en cultivos como en malas hierbas, son una de las mayores plagas de nuestros invernaderos, en cualquier época del año. Los ataques suelen aparecer por focos, frecuentemente cerca de malas hierbas como correhuela o malva. Los síntomas son decoloración de la hoja (amarilleamiento punteado), llegando a la desecación de los folíolos y al cubrimiento de las partes tiernas por telarañas en caso de ataques severos.

El planteamiento para controlar este ácaro es similar al de los dos anteriores, mediante la lucha química, aunque la utilización de enemigos naturales es una alternativa a tener en cuenta. El ácaro depredador *Phytoseiulus persimilis* es el más adecuado para hacer IPM o agricultura biológica.

#### ▲ INSECTOS

##### ● Trips

A finales de los años 80, aparece en los invernaderos de la zona la especie de trips "*Frankliniella occidentalis*" insecto que se adapta a todo tipo de cultivos protegidos, así como a un gran número de malas hierbas de la calle. Las hembras realizan la puesta inserta en el tejido vegetal. Las larvas y adultos pican y succionan la savia para alimentarse, inyectando saliva y finalmente dejan las células vacías que toman un aspecto plateado al principio y necrosado al final, con pérdida de fotosíntesis por parte de las hojas.



En el trasplante y primeros meses del otoño las poblaciones son muy bajas, probablemente por las altas temperaturas que tenemos en los invernaderos, pero éstas aumentan conforme se alarga el otoño, se mantienen en invierno y se incrementan en primavera.

Como daños indirectos, el alto potencial de transmisión del virus del bronceado: TSWV (Tomato Spotted Wilt Virus), ha tenido consecuencia de altas pérdidas en las plantaciones de tomate y pimiento de la zona, aunque en los últimos años esta situación está bastante paliada. Ante este peligro potencial de transmitir virus, se justifica la necesidad de controlar a este insecto desde el principio de su presencia, ayudándonos a ésta, la colocación de placas pegajosas de color azul claro. La eliminación de plantas con síntomas de TSWV es necesaria. Placas cromotrópicas pegajosas amarillas y azules son un indicador del momento y la importancia de esta plaga.

Como control químico, las siguientes materias activas están dando buenos resultados: acrinatrin, abamectina (larvicida), formetonato (carbamato), malathión (fosforado), spinosad y algunas piretrinas. Al ser productos de contacto, debe de mojarse bien la planta, añadir algún mojante y algún aditivo azucarado, para mejorar los niveles de eficacias.

Como enemigos naturales de interés, el fitoseido "*Amblyseius curumeris*" es un buen depredador de larvas, aunque para su desarrollo necesita humedades relativas medias-altas. Chinchas del género *Orius* se están probando en programas de producción integrada, aunque en nuestras condiciones de invierno entran en diapausa.

### ● Pulgón

Son varios las especies de áfidos que puntualmente pueden ser plaga. Los más comunes y polípagos son: "*Myzus persicae*" o pulgón verde del melocotonero, "*Aphis gossypii*" o pulgón del algodónero y "*Macrosiphum euphorbiae*" o pulgón verde del tomate o de la patata.

La distribución en el invernadero suele ser por focos o rodales, dando tiempo a actuar antes de que se generalice la plaga. Pueden cerrar su ciclo biológico en cualquier época del ciclo del cultivo del tomate, prefiriendo las temperaturas altas. Los daños directos son consecuencia de la succión de la savia, segregación de melaza e inyección de toxinas, teniendo como consecuencia la deformación de hojas tiernas y brotes.

Como daños indirectos, todos estos áfidos son transmisores de un amplio abanico de virus, siendo el tomate susceptible principalmente al CMV (Virus del Mosaico del Pepino) y al PVY (Virus Y de la Patata). Por ser la transmisión en forma "no persistente" y ser muy baja la expectativa de entrada masiva de formas aladas de pulgón, es excepcional ver estos virus en nuestros invernaderos.

Las medidas de control son, además de la eliminación de malas hierbas y de la colocación de mallas en las ventilaciones: - Control químico: piretroides, (ver mosca blanca), metomilo, etiofen carb (no controla *Myzus*), pirimicarb (no controla *Aphis*), endosulfán, imidocloprid y tiametoxan.

En programas de control integrado, ha funcionado bien el control del pulgón con "*Aphidius colemani*", avispa que endoparasita a muchas especies de pulgón. El mosquito "*Aphidoletes aphidimyza*" hace su puesta cerca de las colonias de pulgones, para que sus larvas se alimenten de éstas.

### ● Mosca blanca

Es el nombre vulgar de dos especies muy polífagas que cohabitan en nuestros invernaderos: "*Trialeurodes vaporariorum*" y "*Bemisia tabaci*", siendo la segunda la más temida por ser transmisora del virus de la cuchara (TYLCV) de forma persistente, virus que en los cuatro últimos años ha producido grandes daños.

Hasta finales de los 80, en las comarcas que venimos tratando solo teníamos *Trialeurodes*, que producía tanto daños directos (por la propia succión de savia por las larvas) como indirectos (al excretar una especie de melaza, que sirve para que en ella se implante la "fumagina" o "negrilla", hongo de aspecto negro pulverulento, que reduce la actividad fotosintética y de transpiración de la hoja y puede manchar al fruto con la correspondiente depreciación comercial. Con la aparición de "*Bemisia tabaci*" (el biotipo Q se ha impuesto en los últimos años), hemos visto como en un espacio pequeño de tiempo ha desplazado en nuestras zonas a *Trialeurodes*.

Se observan los primeros adultos en las plantas recién transplantadas, cerca de las bandas, en el verano y su control es difícil, sobre todo con productos de contacto, puesto que están y hacen la puesta en el envés de las hojas. Son capaces de cerrar su ciclo reproductivo durante todas las estaciones del año, aunque en invierno se distancie en el tiempo.

Algunas formas de diferenciar las dos especies es: "*Trialeurodes vaporariorum*" hace la puesta agrupada, en forma de círculo mientras que "*Bemisia tabaci*" la hace dispersa y aislada. *Trialeurodes* en estado de pupa alrededor del cuerpo presenta un cerco de filamentos y *Bemisia* no, la forma es más oval en *Trialeurodes*, el tamaño del adulto es mayor en *Trialeurodes*, que coloca las alas en un plano más horizontal que *Bemisia*. Las omatidias de los ojos también las diferencian.

El control de mosca blanca está basado actualmente en el tratamiento con insecticidas, recomendándose medidas complementarias que aminoren la entrada del aleuródido al invernadero, como es la eliminación de las malas hierbas colindantes, la instalación de mallas de ventilación con una densidad alta de hilos (recomendamos la malla de 20 x 10 hilos/cm en el sentido perpendicular, debiendo fijarnos en que tengan una buena uniformidad de distribución, y recordar que estas mallas reducen a más de la mitad la entrada de aire respecto a la malla tradicional de 6 hilos/cm en ambos sentidos, por tanto recomendamos como mínimo doblar la superficie de ventilación) y el empleo de placas pegajosas amarillas.

Entre las materias activas usada contra la mosca blanca, encontramos:

- \*Piretroides (efecto de choque en adultos, baja eficacia en larvas): alfacipermetrina, bifentrín, deltametrina, lambda-cihalotrin, tralometrina, etc.
- \*Reguladores del crecimiento: buprofezin y teflubenzuron.
- \*Carbamatos: metomilo (buen efecto contra *Trialeurodes*) y oxamilo en riego por goteo.
- \*Endosulfán: materia activa de alta eficacia adulticida en *Bemisia* con buena acción acaricida.
- \*Imidacloprid, producto líder durante muchos años, tiene su acción principalmente larvicida sobre todo en los primeros estados. Su efecto sistémico es importante pudiéndose emplear en riego por goteo.



- \*Tiametosan, de la misma familia que el anterior, tiene unas propiedades de actuación similares.
- \*Piridaben, materia activa de alta eficacia, es respetuosa con los abejorros.

La utilización de mojanter y jabones potásicos como medios de control son otras alternativas de discutible eficacia. Como hongos entomófilos ya se comercializa "*Beauveria bassiana*". El empleo de "*Verticillium lecanii*" no ha funcionado al necesitar este hongo para su desarrollo humedades muy altas.

El chinche depredador "*Macrolophus caliginosus*" está dando buenos resultados en Francia para el control de mosca blanca en IPM. Aquí en invierno entra en diapausa, teniendo sentido para ciclos de primavera-verano.

La avispa "*Encarsia formosa*" parasita a "*Trialeurodes vaporariorum*", mientras que "*Eretmocerus mundus*" (autóctono) actúa más sobre "*Bemisia tabaci*". "*Eretmocerus californicus*" es comercializado por su capacidad de parasitar a ambas especies de mosca. Estos himenópteros hacen la puesta junto a las larvas de mosca, las cuales cambian de color (negro en *Trialeurodes* y naranja intenso en *Bemisia*). También en el pupario se puede ver si hubo parasitismo o no (la apertura del pupario normal es en forma de T, siendo en círculo cuando ha habido parasitismo).

#### ● Minador o Submarino

Son varias las especies del género *Liriomyza* que atacan al tomate de nuestra zona. Como autóctonas "*Liriomyza bryoniae*" o minador del tomate y "*Liriomyza strigata*". "*L. trifolii*" es importada a finales de los 70 probablemente de Florida extendiéndose como plaga por toda Europa en pocos años. Algo parecido ocurre con "*L. huidobrensis*" a principios de los 90 procedente de Sudamérica, siendo actualmente la mayor plaga de minador en tomate. Las diferencias entre estos dípteros son mínimas en morfología y ciclos de vida. Las puestas son insertas en el parénquima de la hoja, pasan por tres estados larvarios produciendo galerías y pupan en el suelo a unos 5 cm de profundidad o en el envés de la hoja. La galería de "*L. bryoniae*" y "*L. trifolii*" son similares y a través de todas las hojas, mientras que en "*L. huidobremis*" la galería parte del haz, buscando el envés y suelen recorrer la vena central y laterales. "*L. strigata*" busca las galerías siguiendo las venas secundarias.

Los daños directos son consecuencia de las galerías, que reducen la fotosíntesis, llegando en ataques graves al marchitamiento de folíolos y hojas enteras. Como daños indirectos, la zona necrosada de la hoja es fuente de entrada e instalación de hongos patógenos como botritis y liveillula.

El control hoy día esta basado en la lucha química, principalmente con dos materias activas, abamectina y ciromazina, la primera por su poder translaminar alcanza a las larvas y la segunda por su alta sistemía llega a toda la planta, sobre todo a la parte tierna donde están las puestas y primeros estadios larvarios, obteniéndose grandes éxitos de control mediante la aplicación por riego localizado. Algunas piretrinas y carbamatos bajan las poblaciones de adultos.

El control biológico con el enemigo natural "*Diglyphus isaea*", tiene una alta aceptación. Este himenóptero ectoparásito pica a las larvas de submarino paralizándolas y

haciendo la puesta (un sólo huevo), junto a la larva para que esta sirva de alimento. También los adultos pican a las larvas en un porcentaje aproximado del 20% para alimentarse sin hacer la ovoposición, calculándose que un adulto puede matar, en óptimas condiciones más de 300 larvas de minador.

Es frecuente en el trasplante encontrar galerías y picaduras de submarino en las plantas de las bandejas, aconsejándose un tratamiento en las propias bandejas.

La colocación de placas pegajosas nos indicarán la presencia de adultos.

#### ● Orugas

Son varios los lepidópteros que pueden llegar a ser plaga en los invernaderos del poniente almeriense en tomate: "*Heliothis armigera*" (oruga verde del tomate, o del algodón), se caracteriza por introducirse en los frutos en los primeros estadios larvarios, y pupa en el suelo enterrándose en los primeros centímetros de éste.

"*Autographa gamma*" (plusia del tomate) y "*Chysodeisis chalcites*" (el medidor del tomate) se caracterizan por que sus larvas al caminar arquean el cuerpo, de ahí el nombre de camello. Sus daños son principalmente por su voracidad defoliadora.

"*Spodoptera exigua*" (la gardama) y "*Spodoptera litoralis*" (rosquilla negra) son dos noctuidos de costumbres similares pudiendo dañar hojas, tallos y frutos, sin llegar a introducirse en éstos como lo hacen en el caso del pimiento.

Las orugas pueden aparecer como plaga a finales de verano o principio del otoño coincidiendo con vuelos de mariposas de la calle. El aislamiento del invernadero del exterior (no tener el plástico roto, mallas en las ventilaciones, bandas y puertas herméticas, etc.), evitará la entrada de los adultos, de hábitos nocturnos.

En caso de presencia de primeros estados larvarios, posiblemente sea suficiente su control con las cepas aizawai, kurstaki o derivadas de ambas de "*Bacillus thuringiensis*", bacteria que contiene en sus esporas un cristal proteico tóxico en el intestino de ciertos lepidópteros.

Como lucha química, se alternarán materias activas del tipo piretroides, carbamatos (metomilo), reguladores del crecimiento o IGR (flufenoxuron, teflubenzuron), y spinosad. Las trampas de luz y placas pegajosas con feromonas nos pueden indicar la presencia de adultos de noctuidos.

#### ▲ NEMATODOS

Son muchas las tierras de nuestros invernaderos infectados de nematodos que parasitan a las raíces del tomate, siendo la especie "*Meloidogyne incognita*" la que más daños ocasiona, al disminuir la función de las raíces produciendo en éstas deformaciones en rosario o agallas. Como consecuencia las plantas retienen el crecimiento, amarillean las hojas, manifiestan carencias y pueden aparecer marchiteces o epinastias más o menos severas incluso llegando a la muerte.

Los métodos de lucha son:

- Desinfección química previa al trasplante para reducir la población de nematodos con Bromuro de metilo (prácticamente en desuso en nuestra zona) y con DD (dicloro-



propeno), muy generalizado en nuestros invernaderos, con fenamifos o con carbofuran. Con el cultivo implantado, las materias activas oxamilo y cadusafos pueden sujetar los ataques de batatilla.

- La utilización del injerto con patrón resistente a nematodos.
- La utilización de variedades resistentes o parcialmente resistentes es otra alternativa a tener en los últimos años.
- La sustitución del suelo por sustrato (cultivo hidropónico) podía estar justificada en suelos donde el grado de ataque de los nematodos es tal que a pesar de las desinfecciones, se producen mermas considerables.



## 10.2. ( Enfermedades ]

### ▲ BACTERIAS

Es infrecuente el ataque de bacterias en los cultivos de tomate de los invernaderos de nuestra zona.

“*Pseudomonas syringae* pv *tomato*” en ocasiones ha presentado síntomas generalizados en hojas, tallos, peciols, sépalos y frutos. Las manchas en la hoja son pardas, bien delimitadas, angulosas y rodeadas de un halo amarillo. El gen Pto presenta una buena resistencia a la enfermedad.

“*Pseudomonas corrugata*” es la responsable de la médula negra, encontrándose puntualmente en plantas de tallos gruesos, muy vegetativas y muy tiernas, que suelen coincidir debajo de los chorreones del plástico tras las lluvias o las condensaciones; como síntoma típico esta el pardeamiento de la médula, a veces exteriorizándose en el tallo y algunos peciols, llegando el marchitamiento de la planta (no siempre conlleva a la muerte de la planta).

“*Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*” excepcionalmente ataca en nuestros cultivos de tomate, entrando en los troncos por las heridas (ej. en el deshojado) y produciendo una

podrición blanda y acuosa, pudiendo ocasionar la muerte rápida de la planta.

“*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*” conocida como la quemadura bacteriana es una enfermedad vascular que ha aparecido recientemente de manera puntual con síntomas de desecación en hojas con aspecto de quemadura, con marchitamiento en planta y con pardeamiento amarillo en el sistema vascular. Los frutos cerca de la madurez son más sensibles al desprendimiento.

La propagación de esta bacteria está descrita por lluvia, y principalmente por técnicas de cultivo como la poda y el destallado ya que la infección suele entrar por heridas. Arrancar plantas enfermas, usar guantes y ropa desechables y desinfectar los cuchillos de la poda (lejía al 1%) serán medidas básicas de lucha.

Como medida de control preventiva, utilizar semillas desinfectadas, evitar los excesos de humedad (máxima ventilación en épocas lluviosas) y eliminación de restos vegetales contaminados.

Materias activas como los compuestos de cobre, los ditiocarbamatos de zinc y los antibióticos como la kasugamicina pueden frenar las enfermedades bacterianas.

#### ▲ HONGOS

##### ● De raíz y cuello

En general el cultivo de tomate en estas zonas no tiene problemas de raíz y cuello. Ocasionalmente “*Pythium aphanidermatum*” ha producido daños en semillero y en postrasplante, con especial virulencia en los cultivos sin suelo cuando ha habido factores de riesgo (temperaturas extremas, plantas desequilibradas es decir con poca raíz o mucha hoja produciéndose una epirastia reversible en las horas centrales del día, rotura de raíces en el trasplante, etc.). Los síntomas son pardeamiento y estrangulamiento del cuello con caída de la planta y necrosis radicular. La forma de evitar o paliar estos daños es: trasplantar plantas equilibradas, no “pasadas”, blanquear en caso de plantaciones tempranas, evitar encharcamientos y riegos en horas centrales del día donde el agua de riego alcanza temperaturas extremas y aplicar fungicidas en riego o “cacharreo” al cuello, específicos contra pitiaceas (propamocarb, etridiazol).

Otros hongos del género *Fusarium* y *Phytophthora* han demostrado su patogenicidad en regiones y zonas limítrofes a la nuestra.

##### ● Vasculares

La fusariosis vascular, producida por “*Fusarium oxysporum* fsp *lycoporsici*” es una traqueomicosis que hace años causó importantes pérdidas en la zona. Las variedades comerciales cultivadas en las últimas décadas no han manifestado síntomas de esta enfermedad por incorporar genes de resistencia, el gen F a la raza 1 y el F2 a las razas 1 y 2.

“*Verticilium dahliae*” hasta el momento no se ha mostrado como patógeno.

#### ▲ HONGOS QUE ATACAN A LA PARTE AÉREA

El *mildiu* del tomate, más conocido por nuestros agricultores como la cangrena tiene como agente causal a “*Phytophthora infestans*” que en condiciones óptimas de



humedad y temperatura para desarrollarse la enfermedad, en plantaciones no protegidas, es capaz de arrasar hojas, tallos y frutos en 48 horas.

Manchas de aspecto aceitoso en el follaje con pardeado más intenso en los nervios y esporulación blanquecina por el envés son síntomas típicos. En los frutos el pardeado suele desarrollarse alrededor de la zona peduncular. Síntomas parecidos en fruto con manchas pardas concéntricas son producidos por "*Phytophthora nicotianae var parasitica*".

Las condiciones de desarrollo de esta enfermedad son higrometrías altas (más del 90% de humedad relativa), noches frescas y días cálidos.

Como métodos de lucha contra esta enfermedad, evitar las humedades y la presencia de gota de agua sobre la planta (máxima ventilación) y en condiciones de riesgo, hacer tratamientos fitosanitarios preventivos (normalmente con derivados del cobre y ditiocarbamatos). Una vez iniciada la enfermedad, añadir en los tratamientos fungicidas sistémicos como oxadixyl, metalaxil, cimoxanilo, o dimetomorf. Se eliminarán las partes del vegetal enfermas.

Existen niveles de resistencia parcial con el gen Ph-2. Similares medidas de control se tomarán ante la presencia de "*Alternaria dauci f sp solani*", hongo de poca incidencia en nuestros invernaderos, que se desarrolla en condiciones ambientales similares al mildiu, con síntomas en hojas de manchas pardo oscuras, frecuentemente concéntricas, necrosando sépalos de frutos.

"*Botritis cinerea*" es el agente causal de la "podrición" que afecta a todos los cultivos de nuestros invernaderos, produciendo grandes daños en años donde las condiciones son favorables para su desarrollo, siendo éstas humedades relativas superiores al 95% y temperaturas entre 10 y 23 °C. Inicia este hongo sus ataques en tejidos necrosados o senescentes (heridas, sépalos de las flores, cicatrices del fruto, etc.) formando una mancha acuosa parda o beige que se recubre de un fieltro gris. Si el avance del hongo en un tronco rodea todo el tallo, producirá la muerte de toda la planta. En fruto a veces se manifiesta mediante pequeños puntos con aspecto de picadura de insectos, rodeados de un halo blanco en frutos verdes y amarillento en frutos rojos, lo que se conoce como la "mancha fantasma".

Métodos preventivos de control serían evitar grandes heridas, quitar tallos pequeños o hacer heridas "limpias", maximizar la ventilación, llevar las plantaciones "endurecidas", es decir evitar plantaciones muy nitrogenadas y muy tiernas, eliminar los inicios del ataque (hojas, frutos, tallos, etc.) y hacer tratamientos químicos, alternando familias químicas. No se ha visto resistencia a materias activas de amplio espectro y polivalentes como son el clortalonil o la diclofluonida. Si existen niveles de resistencia a los benzimidazoles (benomilo, carbendazima, metiltiofonato) y a las dicarboximidazoles (procimidona, iprodiona). Materias activas más recientes como el dietofencarb, el pirimetanil, el ciprodinil y el fludioxinil están teniendo una eficacia aceptable.

Similares métodos de control se usarán ante la presencia, mucho más esporádica en nuestros invernaderos de "*Sclerotinia sclerotiorum*" capaz de producir chancros beige en tallos, identificándose por un fieltro blanco y por la producción de esclerocios negros en la médula.

“*Leveillula taurica*” es el hongo responsable del oidio o la ceniza del tomate. Las esporas transportadas por el viento germinan en la superficie de la hoja y el micelio coloniza el interior de esta produciendo manchas amarillas en el haz con un afieltrado blanco en el envés; con el avance de la mancha se necrosa el tejido, llegando a secarse las hojas enteras con las consecuencias fisiológicas que esto conlleva. Las condiciones óptimas de desarrollo de esta enfermedad son: humedad relativa intermedia (50 al 70%) y temperaturas cálidas (20 a 25 °C), por lo que en nuestros invernaderos las épocas de otoño son las más propicias, viéndose en invierno o principio de primavera el desarrollo de esta enfermedad por la zona de las bandas del invernadero, sobre todo la sur.

El empleo de azufre como medida preventiva de control es importante. Cuando la enfermedad esta iniciada, los tratamientos alternando familias de antioidios son necesarios. Los triazoles (nuarimol, triadimenol, ciproconazol, etc.) alternos con quinometionato y diclofluanida pueden sujetar el avance de la oidiosis. Actualmente empieza a aparecer variedades comerciales con resistencia parcial genética.

#### ▲ VIRUS

El ToMV (Tomato Mosaic Virus), o **virus del mosaico del tomate**, pertenece al grupo de los Tobamovirus y existen varias razas en función de la capacidad de superar los genes de resistencia. Se transmite por semilla y contacto (transmisión mecánica) y en las variedades actuales comerciales de la zona no manifiesta síntomas por aportar resistencia genética. En variedades sensibles es frecuente encontrar síntomas de mosaico en hojas y mosaico o necrosis en frutos.

El TSWV (Tomato Spotted Wilt Virus) o **virus del bronceado** es transmitido por Trips, de forma persistente, apareciendo en nuestra comarca a los 2 ó 3 años de aparecer “*Frankliniella occidentalis*”, ocasionando fuertes daños en plantaciones de tomate y pimiento.



En las últimas campañas la presencia de este virus esta muy limitada. El control está basado en el control del insecto y de la entrada de éste al invernadero y eliminación de



las plantas enfermas, así como de las malas hierbas que pueden servir de huéspedes del virus y del tisanóptero.

En la actualidad empiezan a aparecer variedades genéticamente resistentes o altamente tolerantes. Como síntomas más característico, el bronceado de las hojas tiernas, reducción del crecimiento y manchas anilladas en fruto.

El TYLCV (Tomato Yellow Leaf Curl Virus) o **virus de la cuchara del tomate**, es un geminivirus transmitido por la mosca blanca "*Bemisia tabaci*" de forma persistente. Aparece en nuestra región en el año 92, no con gran virulencia, aunque algunas plantaciones puntuales si sufriesen altos porcentajes de plantas afectadas. Los síntomas eran relentización del crecimiento, amarilleo suave de la cabeza y curvatura de los foliolos hacia el haz. Los frutos eran comerciales aunque de un menor calibre. Esta circunstancia ha hecho que las plantas que se afectaban con frutos o en recolección no se arrancasen, con el consecuente peligro potencial. A partir de la campaña 97, aparece un nuevo aislado, conocido como del tipo israelí, mucho más agresivo, llegando a paralizar el crecimiento de las plantas produciendo fuertes amarillos de las hojas tiernas, reducción de los foliolos a la mínima expresión y anomalías en las inflorescencias. La incidencia de plantaciones afectadas ha sido altísima y cuando el porcentaje de plantas con síntomas superaba el 30-40% en plantaciones pequeñas (antes de 2-3 ramos cuajados) se ha recomendado el arranque de la plantación. La pérdida de plantas aisladas se ha suplido dejando un tallo más a las plantas colindantes, en cultivos establecidos. Los tratamientos contra mosca se han intensificado, aunque en ocasiones aparecían síntomas en plantas a los pocos días del trasplante con ausencia del insecto, lo que nos induce a pensar en una probable infección en el semillero.

La mayor incidencia de la mosca en las bandas explica el mayor porcentaje de plantas afectadas en estas zonas, sobre todo en la banda sur. El aislamiento de bandas (mallas de mayor densidad de hilos, ausencia de rotos, huecos y agujeros), así como de puertas (aumentar la hermeticidad en éstas, colocar doble plástico de entrada, para evitar entradas fuertes de aire (y de mosca) al abrir la puerta, son medidas recomendables, al igual que otras medidas de control comunes a otros virus (limpieza de malas hierbas en alrededores y eliminación de plantas enfermas). La utilización de variedades resistentes nos han demostrado en las últimas campañas que no existe una resistencia total, pero si una buena tolerancia si la presión de mosca infectada no es muy alta.

En el año 1999 aparece por primera vez algún caso de otro virus transmitido también por mosca blanca, el TCV (**Virus de la clorosis del tomate**) con síntomas de grandes manchas cloróticas en hojas así como en brotes.

Otros virus de incidencia casi nula en nuestros invernaderos son los transmitidos por áfidos de forma no persistente como CMV, (Cucumber Mosaic Virus) o **virus del mosaico del pepino**, que puede producir filiformismo en hojas y necrosis internas en frutos; PVY (Potato Virus Y) o **virus Y de la patata**, que suele presentar un moteado necrótico en las hojas con posibles necrosis de los nervios en la zona del envés. Los métodos de control se basarán en impedir la entrada de los pulgones al invernadero, así como las medidas comunes al control de virus transmitidos por insectos.

A mediados de los 90 se han encontrado casos aislados de un nuevo virus en nuestra comarca; se trata del TBSV (Tomato Bushy Stunt Virus) o **virus del enanismo ramificado**

del tomate, con síntomas similares al virus del bronceado, pero con necrosis radicular que puede acabar con la muerte de la planta en periodos fríos. Parece transmitirse a través del suelo o de las raíces.

## 11. ( CARENCIAS, FISIOPATÍAS Y ALTERACIONES DE ORIGEN NO PARASITARIO )

### 11.1. ( Carencias )

Las carencias más usuales en el cultivo del tomate de nuestros invernaderos son:

■ **Carencia de Nitrógeno.** Como síntomas produce amarillez generalizado y debilidad de la planta. Se observa más en invernaderos planos después de las lluvias, por lavado de nitratos. Se corrige aportando N en forma de Nitratos (cálcico, amónico o potásico) en el riego. El exceso de N en forma amoniacal puede producir toxicidad, sobre todo en cultivos hidropónicos.

■ **Carencia de Fósforo.** Como síntomas produce amarilleo y colores violáceos en el envés de las hojas (antocianinas). Esta suelen aparecer con la llegada de los fríos. En cultivos hidropónicos se debe mantener el pH por debajo de 7,3 para evitar precipitados de fósforo como fosfato bicálcico. La corrección se hará aportando fósforo como ácido fosfórico o fosfato monoamónico o monopotásico, por la raíz o foliar. Niveles altos de N y P pueden producir enrollamiento en hélice de las hojas tiernas del tomate.

■ **Carencia de Potasio.** Empieza a manifestarse con amarilleo y posterior necrosis del extremo distal de los folíolos. En frutos puede presentar maduraciones irregulares con pardeamiento de las zonas vasculares de las paredes, síntoma conocido como “Blotchy ripening”, acentuándose con bajas relaciones K/N, con C.E. bajas en suelo y sustrato, en plantas muy vigorosas y al inicio de las recolecciones en marzo y abril (en plantaciones de octubre y noviembre). Existen diferencias de sensibilidad variedad muy importantes. Para evitar este problema, se elegirá la variedad y fecha de plantación adecuadas y se aportarán niveles altos de K en la nutrición durante el invierno.





■ **Carencia de Calcio.** Como síntomas se puede apreciar un blanqueamiento de las hojas jóvenes, siendo la “pesetilla,” pudredumbre apical o Blosson end rot la manifestación en fruto. Al ser este nutriente poco móvil, en condiciones de elevada transpiración de la planta (temperatura y radiación elevadas y humedad ambiental baja), este tiende a desplazarse hacia la hoja, produciéndose carencia en fruto, problema que se acentúa si la C.E. del extracto del suelo o del sustrato están elevadas y si la relación Ca/Na+K+Mg está baja. Paliaremos estas circunstancias con un blanqueo y/o con bajadas de C.E. en la fertirrigación (lavado de sales) y aumentando el Calcio.

La corrección por aplicación de calcio quelatado o acompañado por L-&-aminoácidos y boro, tanto vía foliar como por goteo ha dado buen resultado (ver publicación en revista Horticultura, enero 98, autores: J.A. Franco, P.J. Pérez, Saura, A. Durán; Universidad de Murcia).

■ **Carencia de Magnesio.** Tiene por síntomas el amarilleo internervial en hojas viejas o intermedias. Con la llegada del frío y estando la planta cargada de fruto, las carencias se acentúan sobre todo en cultivo hidropónico aún con niveles correctos de Mg en la solución nutritiva (posible pérdida de raíz). En cultivo hidropónico no se recomienda bajar de 2 mmol/L de Mg en la solución nutritiva. La corrección de la carencia será mediante aporte de Mg en forma de sulfato o de quelato por vía radicular o foliar respectivamente. A la vez se estimulará la formación del sistema radicular (aminoácidos, enraizantes, ácidos húmicos, etc.)

■ **Carencia de Hierro.** Por tratarse de un elemento poco móvil, los síntomas se presentan con amarilleo generalizado de las hojas en formación, es decir clorosis, que en carencias extremas llega a producir necrosis. Como causas, además de niveles bajos, tener en cuenta el antagonismo existente con el calcio, fósforo, manganeso y zinc. La bajada de temperatura acentúa el problema.

La corrección la haremos mediante la aportación de hierro quelatado vía radicular. Con valores altos de pH la forma quelatada en EDDHA es más estable que en EDTA.

■ **Carencia de Manganeso.** Presenta sus síntomas en las hojas tiernas (entre la 4ª y 6ª hojas contando desde la cabeza), con clorosis internervial. Las causas son similares a las del hierro, por lo que frecuentemente aparecen las dos carencias simultáneamente. La corrección se hará con aportes de manganeso quelatado, bien vía foliar o/y radicular.

## 11.2. ( Alteraciones de origen genético ]

■ **Mutantes estériles.** A veces, en porcentajes ínfimos aparecen plantas aisladas, generalmente con filiformismo, color brillante y esterilidad, que tienen su origen en alteraciones genéticas (triploides, etc.) Se eliminarán del cultivo lo antes posible para evitar competencias con las plantas comerciales.

■ **Plantas “Fuera de tipo”.** Son plantas que se repiten con cierta frecuencia en los mismos cultivares no correspondiendo a la variedad. Su origen puede achacarse a fallos a la hora de hacer los híbridos (autofecundaciones) y otras causas de origen genético. Si las plantas “fuera de tipo” dan suficiente producción y calidad comercial se dejan, debiendo quitarse en caso contrario.



■ **“El Argentado”**, o presencia de hojas con folíolos con zonas verde-plateado, que puede llegar a afectar a frutos al presentar estrías de color verde claro, blanco, es una alteración infrecuente, relacionada con semillas de frutas inmaduras.

■ **Grietas pequeñas** longitudinales y puntos verdes en el fruto, conocidos como **“Fruit pox”** parecen tener su origen en un gen recesivo, fácil de eliminar en pocas generaciones de los parentales.



### 11.3. (Fitotoxicidades ]

■ **Por tratamientos fitosanitarios.** A veces las mezclas y sobredosis de ciertos fitofármacos pueden producir quemaduras en hojas y frutos. Se evitarán siguiendo las recomendaciones de técnicos cualificados, no tratando en horas de temperaturas elevadas o haciendo una prueba previa a pequeña escala en caso de tratamientos desconocidos.

■ **Por fitohormonas.** Es frecuente al aplicar hormonas para el cuaje, cuando las dosis se han sobrepasado y el tratamiento ha alcanzado las hojas, que estas presenten filiformismos, marcaje de los nervios y deformaciones dentadas. También los frutos pueden verse afectados, con deformaciones (frutos atetados o apezonados, “cat face” o cicatriz estilar leñosa, ahuecado, acentuándose estos problemas en plantaciones mal nutridas, excesivamente nitrogenadas, y en épocas de temperaturas bajas.



■ **Por herbicidas.** Algunos “revientasemillas” (pendimetalina) pueden producir quemaduras en troncos (zona del tallo entre la tierra y la arena), con un engrosamiento típico donde el tejido se acorcha, siendo fácil que rompa por esa zona. La solución está en evitar este tipo de herbicidas.

#### 11.4. ( Accidentes climatológicos ]

■ **Helada.** Ocurre cuando la planta está un tiempo con temperaturas por debajo de 0 °C. Los síntomas son de quemaduras afectándose más las partes tiernas. Se ha visto la enorme importancia de la utilización de plásticos térmicos frente a normales en años de helada, sobre todo si ésta ha sido por radiación. Si la helada es por convección (masas de aires muy fríos generalmente procedentes del norte), se cerrarán las bandas para evitar la entrada de éstos.

A veces, frutos recién cuajados que han sufrido temperaturas nocturnas muy bajas con humedad relativa baja, presentan una cicatriz circular en cremallera llegando a rodear todo el fruto, (apreciable a los 8-10 días, en tamaño de aceituna), la cual suele ceder con el crecimiento del fruto, enseñando estos la placenta y las semillas.

Se quitarán lo antes posible todos los frutos con estos síntomas por no ser comercializables.



■ **Deshidratación por viento.** Vientos fuertes y secos (normalmente de levante en la zona de Poniente almeriense y La Vega y de Poniente en el caso de Águilas) pueden llegar a producir fuertes deshidrataciones y quemaduras en hojas muy expuestas (cerca de las ventilaciones), así como en frutos, donde en la cara más expuesta llegan a producirse rozaduras. Se evitará el problema limitando o cerrando la ventilación, sobre todo por los laterales más expuestos.



■ **El golpe de sol.** Cuando el fruto está desprotegido de la radiación directa, puede ocurrir el “golpe de sol” con deshidratación de la piel, pérdida del color (adquiriendo un color blanco amarillento) y depresión de la zona expuesta, que suele coincidir con la parte sur o sur-poniente. Se da en frutos acercándose a maduración. Existen importantes diferencias de sensibilidad varietal.

Para paliar el problema, evitar deshojados en la zona sur de la planta que pueda dejar a los frutos descubiertos. En febrero se dará un blanqueo suave.

#### 11.5. (Otras alteraciones en el fruto )

■ **El rajado.** Es fácil encontrar frutos rajados en nuestros invernaderos. El rajado radial o longitudinal suele partir de la cicatriz peduncular o de la pistilar por lo que las variedades con estas cicatrices reducidas suelen ser menos sensibles. Este rajado se acentúa ante bajadas bruscas de C.E. (lluvias o riegos sin abono), con abonados excesivamente nitrogenados o con grandes saltos térmicos (diferencias de temperaturas día a noche). El rajado circular, que a veces llega a rodear todo el fruto con una o varias rajaduras concéntricas, está relacionado con saltos de la humedad ambiental.

El microagrietado o microcracking en fruto es otra alteración de la piel donde se producen muchas y pequeñas heridas transversales que se suberizan (rosseting), acentuándose el problema en plantas de poca hoja y en condiciones de invierno donde se alternan lluvias con anticiclones. Todos los tipos de rajado tienen una marcada diferencia de sensibilidad varietal.



■ **Amarilleo del cuello.** Ocurre en épocas de temperaturas elevadas, sobre todo en variedades de hombros verdes.

■ **Cicatriz en cremallera radial del fruto.** Aparece a veces cuando parte de los pétalos secos han quedado adheridos a la base del cáliz y en condiciones de humedad ambiental baja, al crecer el fruto la piel se va cortando y cicatrizando. Existe diferente sensibilidad varietal.

■ **Rozaduras.** Las más comunes en fruto son por el contacto de estos con el suelo, arena o plástico del acolchado, acentuándose el problema con las humedades y las lluvias. El problema se resuelve evitando ese contacto.



### 11.6. (Otras fisiopatías ]



■ **Asfixia de raíz y cuello.** Se produce en suelos fuertes, con mal drenaje, con goteros pegados a los troncos. En cultivo hidropónico, cuando se obtura el drenaje o se hace demasiado alto, también se pueden producir situaciones de asfixia. Los síntomas son pardeamientos de la zona encharcada. Se palia el problema con un correcto manejo del riego (evitar riegos frecuentes) y con la separación del gotero del tronco.

■ **Ahilado.** Cuando la planta crece con el tallo fino y débil, con hojas pequeñas y gran longitud de entrenudos, hablamos de plantas ahiladas. Esto ocurre en condiciones de temperaturas altas y baja luminosidad (blanqueo excesivo en verano, poca ventilación, días nublados). La corrección del problema se consigue evitando estas condiciones ambientales desfavorables. En plantas pequeñas (6 a 8 hojas) ahiladas es recomendable el rehundido (es decir enterrar entre la tierra y la arena un trozo del tronco, para conseguir mayor enraizamiento, dar más vigor a la planta y bajar el primer ramo).

## 12. ( RECOLECCIÓN, CUIDADOS POSTERIORES, MERCADO )

El objetivo del cultivo del tomate es la recolección, su manipulación para la clasificación, envasado y transporte, hecho que sucede entre los sesenta y cien días después del trasplante, siendo el fin último la aceptación del mercado o del consumidor de un fruto que se ajusta a unas normas de calidad. En cuanto falle alguno de estos pasos, todos los esfuerzos en la producción habrán sido en vano.

Antes de aparecer las variedades de larga vida, el tomate había que recolectarlo verde o como mucho pintón, para que llegara en buen estado a los mercados. En la actualidad, se puede recolectar maduro en planta sin ningún problema de conservación.

Como novedad de los últimos años tenemos la recolección de ramilletes enteros con todos sus tomates maduros.

La recolección del tomate para consumo en fresco es manual y se hará con sumo cuidado para no producir daños mecánicos al fruto. Ésta se hará con un mínimo de madurez comercial. Actualmente se ha conseguido en un alto porcentaje de explotaciones que la recolección se haga directamente desde la mata a la caja de campo con la ayuda de los carros de recolección, evitando un paso intermedio, el del cesto o cubo de recolección, donde algunos frutos pueden sufrir golpes.

La presencia del cáliz en el fruto suele ser preferencia de los mercados como garantía de reciente recolección. Las operaciones de selección (color y calibre por tamaño) y envasado, manual o mecánicamente, se realizarán de manera que los frutos no sufran alteraciones en la calidad comercial.

En cuanto a tamaño, los calibres del tomate son los siguientes:

Calibre	Diámetro máximo (mm)
GG	75-85
G	65-75
M	55-65
MM	45-55
MMM	40-45
P	35-40

El transporte se hará preferentemente en contenedor frigorífico con temperaturas entre 12-13 °C. La conservación en cámaras deberá estar entre 10 y 15 °C y el 95% de humedad, en función del grado de madurez. Temperaturas inferiores pueden producir “daño por frío” y una anormal evolución de la maduración.

El mercado de destino de las producciones de nuestra zona es básicamente Europa Occidental, empezando a abrirse el mercado de Europa Oriental, EEUU y Canadá en los últimos años. Las preferencias de estos mercados son de tomate con color, consistencia y uniformidad, valorándose el tema del sabor (relacionado con los niveles de azúcares y ácidos) y el valor nutritivo.



### 13. ( BIBLIOGRAFÍA ]

- **Blancard, D.(1990).** Enfermedades del tomate. Observar. Identificar. Luchar. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.
- **Bruscolotti, M (1998).** “Plagas del tomate”, Revista CASI nº 5 Y 6.
- **Cánovas, F (1993).** Principios básicos de la hidroponía. Curso Superior de Especialización sobre Cultivos sin suelo. I.E.A/F.I.A.P.A., Almería: 29-42.
- **Castilla, N. (1985).** Contribución al estudio de los cultivos enarenados en Almería. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid.
- **Consejería de Agricultura y Pesca, Sevilla. Gómez, J (1993).** Enfermedades de las hortalizas en cultivo hidropónico. Comunicación I+D Agroalimentaria 2/93. Junta de Andalucía.
- **Consejería de Agricultura y Pesca (1998).** “Virus del rizado amarillo del tomate”. Edita Junta de Andalucía.
- **Fernández, M. (1995).** “La nutrición del tomate”. Hortoinformación 6.
- **Marín, J. “Portagrano 2003”.** Vademécum de variedades hortícolas.
- **Maroto J. V. (2000).** “Horticultura herbácea especial”. Mundi Prensa. Madrid.
- **Martínez, F.J. (1997).** “Enfermedades de invierno en tomate”. Revista CASI nº 4. Edita CASI. Almería.
- **Martínez, E; García, M (1993).** Cultivos sin suelo: hortalizas en clima mediterráneo. Ed. de Horticultura. Reus. España.
- **Moreno R. (1994).** “Sanidad vegetal en la horticultura protegida”. Junta de Andalucía. Sevilla.
- **Nuez, F (1995).** El Cultivo del tomate. Mundi-Prensa.
- **Rodríguez, M.D. (1994).** “IPM Tomate. Programa de manejo integrado en cultivo de tomate bajo plástico en Almería”. Junta de Andalucía.
- **Rodríguez, R; Tabares, J.M. y Medina, J.A. (1984).** El cultivo moderno del tomate. Mundi-Prensa. Madrid.
- **Watterson, J.C. (1988).** Enfermedades del tomate. Guía práctica para Agrónomos y Agricultores. Ed. Petoseed C. Inc. Sativoy. Calif., USA.



(TEMA 16]



# **E**L CULTIVO DE PIMIENTO BAJO INVERNADERO

**Antonio Jurado Ruíz**

Ingeniero Técnico Agrícola. Consultor Agrícola

**María Nieves Nieto Quesada**

Ingeniero Técnico Agrícola. Directora Técnica de Cultivos

Mónsul Ingeniería, S.L.





## 1. (INTRODUCCIÓN]

Parece ser que el pimiento es originario de América del Sur, y como sucedió también con el tomate, los navegantes españoles lo introdujeron en España posiblemente en un principio como planta ornamental más que para cultivarla.

Se tiene conocimiento por descubrimientos de restos de semillas, que esta planta ya existió entre los años 8500-8000 a.c., aunque la representación más antigua que hasta hoy conocemos, de frutos de pimiento, grabados sobre piedra, datan de 800 a 1000 años después de Jesucristo. Este hallazgo se realizó en la parte nordeste de los Andes Peruvienenes. Originario de la zona central de Sudamérica (Bolivia), donde es el límite del clima de transición del clima templado a sub-tropical, sin heladas, vegetaban muchas especies del género *Capsicum*.

Las numerosas expediciones al Nuevo Mundo, finales del siglo XV e inicio del XVI, permiten la introducción del género *Capsicum*, por navegantes españoles y portugueses en Europa, inicialmente en áreas del Mediterráneo, de climas templados y cálidos, siguiendo en África, América del Norte, Indias, China y Oceanía.

La zona productora más importante de Europa en pimiento es Almería, seguida de Murcia. Almería se dedica más al cultivo de Otoño-Invierno y Murcia al de Primavera-Verano.

En la zona del poniente de Almería se comenzó a poner pimiento en los enarenados con setos cortavientos que normalmente eran de cañas, esto sucedía por los años 60-65. La variedad que más se cultivaba por entonces era un pimiento pequeño de pared fina originario de la parte de Málaga, llamado (Miguelín ó Miguelito). En el levante almeriense su cultivo se inicia con la construcción de las primeras estructuras de invernaderos a mediados de los años sesenta, con pimientos alargados de carne fina (**Dulce Italiano, Marconi**). En esta zona el ciclo largo como cultivo único es poco frecuente y lo que más se repite es la alternativa pimiento-sandía y pimiento-melón.

Después ha existido una gran expansión del consumo y de la producción, lo que ha permitido ampliar las superficies, mejorar las técnicas y renovar el material vegetal con frutos cada vez más perfectos y más variados en sus formas, tamaños y colores.

## 2. (BOTÁNICA Y FISIOLÓGIA DE LA PLANTA]

Pertenece a la familia de las Solanáceas y su nombre botánico es *Capsicum annuum* L.

Es una planta herbácea, anual, de tallos ramosos que parten de un tallo principal, el cual parte y se ramifica entre los 10 a 40 cm (según la variedad) en dos, tres ramas que a su vez se bifurcan en forma dicotómica. Este armazón está provisto de hojas y yemas que dan lugar a tallos secundarios. Los frutos van insertados en las ramas principales y más tardíamente en las ramas secundarias, siendo los frutos mejor formados y de mejor calidad los de las ramas principales. La altura de la planta en invernadero es variable, dependiendo de la variedad y de la postura, temprana o más tardía, pero por regla general se puede decir que oscila entre 1 y 2 m. Los tallos del pimiento son muy frágiles y se parten con facilidad a la menor presión; por ello y debido a la altura que ya hemos expresado

tienen, necesita tutores para mantener un porte de planta firme. La raíz del pimiento en condiciones normales, es pivotante y bastante profunda (0,50 a 1,25 m), aunque en los invernaderos del sureste peninsular español, esta profundidad está limitada por la profundidad del suelo y por la textura de la tierra. Tiene numerosas raíces fasciculadas que van en sentido horizontal llegando a tener una longitud de 0,50 a 1 m.

Las hojas son enteras, lanceoladas y lampiñas, terminadas en ápice muy agudo y de color verde más o menos intenso (según variedad) y brillantes, van insertas en el tallo de forma alterna, y dependiendo de las variedades, unas son más grandes que otras. Parece ser que existe una relación directa entre tamaño de hoja y peso del fruto.



 FLOR DEL PIMIENTO.

Para que se produzca la floración, es necesario que la planta tenga un grado de madurez, que no se consigue hasta que tiene alrededor de 10 hojas.

Las flores suelen aparecer solitarias en cada nudo del tallo, en las axilas de las hojas. Las flores son autóгамas, con un porcentaje no muy elevado de alogamia, (no llega al 10%). En la mayoría de las variedades suele salir la primera flor en la primera “cruz” de la planta y suele dar lugar a un fruto grande.

Tienen los pétalos blancos y son pequeñas, el tamaño de la misma también depende de la variedad, por ejemplo, la flor de un pimiento **Dulce Italiano** es más pequeña que la de un pimiento **California**. En el pimiento **California** son más importantes las flores que salen en las ramas principales y su cuajado implica pimientos de más calibre y mejor formados que los de las flores que salen en los tallos secundarios. El fruto es una baya variable en formas y tamaños, con la piel tersa y lisa, de color verde, rojo, amarillo, naranja, violeta, blancos. Hay frutos de algunas variedades de pimientos que pasan por tres colores a medida que van madurando, verde, anaranjado y finalmente rojo intenso.

Hace algunos años se plantaban algunas variedades de pimiento rojo y sobre todo amarillo tipo **California** que al comerlos picaban, esto como es lógico no gusta en los



mercados, este picor es debido a una sustancia llamada capsicina. Actualmente no se presenta este problema. Desde que se fecunda la flor hasta el momento oportuno de recolectarlo en verde, tarda de 20 a 25 días, según variedades y temperaturas.

El peso y tamaño de los frutos es muy variable, según variedades; oscilando entre 100 y 250 g por unidad. Existen diversos tipos de frutos según la variedad de que se trate, los tipos **California** son frutos cortos de longitud 7-10 cm anchos 6-9 cm con tres, cuatro cascotes bien marcados, con el cáliz y la base del pedúnculo por debajo o a nivel de los hombros, de carne más o menos gruesa 3-7 mm. Este grosor de carne es independiente de la consistencia del fruto pues puede haber frutos de pared gruesa que sean menos consistentes que otros con pared menos gruesa, la consistencia es un factor que depende de la densidad de la carne, es decir, que entre las células tengan más o menos aire.

Los tipos largos cuadrados vulgarmente denominados **Lamuyo** (llamados así en honor a la variedad obtenida por el INRA Francés) es de porte más alto y entrenudos más largos que los tipo **California**. Los pimientos largos tipo **Lamuyo** se suelen plantar más tardíos que el tipo **California** por el mayor porte de la planta. Otros tipos de pimientos. Son el **Dulce Italiano**, y los pimientos picantes (tipo **guindilla**). Los pimientos tipo **California** se clasifican para el mercado de la siguiente forma:

■ **Primera (I - A):** este pimiento ha de ser bien formado, sano, limpio y color propio de cada variedad, exento de marcas por enfermedades ó insectos (virus, trips, trips, orugas etc.) y exento de daños fisiológicos en la piel (cracking, rozaduras, etc.).

El pimiento debe ser consistente, duro, sin síntomas de blandeo, y sin deformaciones acusadas, exento de pico en su cierre. El pedúnculo no puede ir rajado, magullado y debe presentar un corte limpio. En cuanto al color, el pimiento rojo puede presentar hasta un 10% de verde (esto depende de las fechas, no es igual en invierno que en otoño).

En el pimiento recolectado en verde, cualquier indicio de color rojo o morado le hace no ser apto para incluirlo en primera, así como también los frutos que presentan manchas blancas por sombreo.

- **Calibres:** **GG** (90 - 110 mm)
- G** (70 - 90 mm)
- M** (60 - 80 mm)
- P** (40 - 50 mm)

■ **Segunda (II - B):** el pimiento de segunda será pimiento sano, con deformaciones, algo pintones, inicio de marcas por enfermedades o insectos, con daños en el pedúnculo (rajado, magullado, etc.) con color alterado por diferentes motivos, pico más acusado etc.

- **Calibres:** igual que primera (I - A).

■ **Tercera (III - C):** en esta clasificación irán los sobremaduros, tiernos, pimientos todavía en crecimiento, con marcas acusadas por virus, insectos, grietas, anaranjados, afligidos, etc. Estos frutos más los pimientos mal cuajados (tipo bola o galleta) se destinan a la industria normalmente.

■ **Destrio:** pimientos rotos, podridos, muy afligidos, muy afectados de virosis, etc.

**NOTA:** ESTA CLASIFICACIÓN PUEDE SUFRIR ALTERACIONES DEPENDIENDO DE LA ENTIDAD MANIPULADORA Y DE LOS MERCADOS A LOS QUE EXPORTA.

### 3. ( EXIGENCIAS GENERALES DE CLIMA Y SUELO )

#### 3.1. ( Exigencias climáticas )

Aunque los valores óptimos de desarrollo están claramente determinados, es conveniente conocer los niveles tanto máximos como mínimos, por encima y debajo de los cuales éste se ve seriamente afectado.

De este modo y en la medida de lo posible, se intentarán modificar en pro de obtener un mayor rendimiento.

#### ■ Temperatura

Es una especie sensible al frío, que requiere temperaturas más elevadas que otros cultivos, como por ejemplo el tomate.



■ EL CULTIVO DEL PIMIENTO ES EXIGENTE EN TEMPERATURA.

Durante el desarrollo del botón floral si las temperaturas son bajas, las flores que se forman son morfológicamente diferentes a las producidas a altas temperaturas y en la mayoría de los casos presentan alguna/s de las anomalías siguientes:

- Acortamiento de estambres y pistilo.
- Engrosamiento del ovario y pistilo. En muchos casos, éste engrosamiento provoca que el pistilo sobresalga por encima de los pétalos cuando éstos están aún cerrados.
- Alteración de los pétalos, algunos quedan curvados y sin desenrollar .



- Formación de ovarios adicionales que pueden crecer formando pequeños frutos alrededor del fruto principal.
- Fusión de anteras.

Con temperaturas de 0 °C se hiela la planta y por debajo de 10 °C detiene su desarrollo vegetativo, siendo deficiente ese desarrollo a partir de 15 °C hacia abajo. La temperatura ideal para el desarrollo del cultivo de pimiento es de 20 °C a 25 °C por el día y 16 °C a 18 °C por la noche, aunque la floración es mejor con temperaturas nocturnas menores a las expuestas. Con temperaturas nocturnas comprendidas entre 8 °C – 10 °C el polen se hace inviable para la fecundación.

La temperatura media mensual que debe existir para conseguir una cosecha abundante en este cultivo tiene que ser de 18 °C a 22 °C; con temperatura más baja a las enunciadas, el desarrollo vegetativo de esta planta se paraliza o apenas evoluciona. Con temperaturas más elevadas que éstas, la planta vegeta exageradamente, pero puede ocurrir que la producción sea menor, si no se equilibra esa alta temperatura con otros factores como la luminosidad y la humedad, al mismo tiempo puede aumentar la incidencia de Blossom.

### ■ Humedad

El pimiento admite más humedad en el ambiente del invernadero que el tomate; su óptimo está comprendido entre el 50% -70%. Si la humedad es más alta y la vegetación es exuberante el cultivo se expone a fuertes ataques de botritis y otras enfermedades, además de que la fecundación de las flores se ve bastante dificultada. Si la humedad es baja y la temperatura es elevada se origina caída de flores y de frutos recién cuajados.

### ■ Luminosidad

Está solanácea es muy exigente en luminosidad, tanto en su desarrollo vegetativo, principalmente cuando es joven, como en la floración; esta planta admite temperatura más altas cuando aumenta la luminosidad.

Cuando hay poca luz ocasionado por periodos nubosos, por el uso de dobles techos y/o por encalados de las cubiertas, los entrenudos de los tallos de pimiento se alargan demasiado y quedan muy débiles para soportar una cosecha óptima de frutos, en estas condiciones la planta florece menos y las flores son más débiles.

### ■ Anhídrido carbónico

En ensayos realizados se ha podido ver la respuesta positiva del pimiento a la fertilización carbónica. Podemos decir que un manejo racional de los invernaderos, proporciona los niveles adecuados para un perfecto funcionamiento del cultivo; ya que aportaciones adicionales de este gas requieren métodos más sofisticados que son difícilmente manejables por el agricultor.

Todos los factores climáticos mencionados (temperatura, humedad y luminosidad), están íntimamente relacionados, por lo que al actuar sobre uno de ellos su variación

incide en los otros. La mayor o menor incidencia de estos factores viene determinada por la orientación y tipo de invernadero, material de cubierta y situación geográfica, entre otros factores.

### 3.2. (Exigencias en suelo)

Para este cultivo van bien los suelos areno-limosos; no son convenientes los suelos arcillosos, aunque en los terrenos enarenados los admite bien. El pimiento teme bastante los suelos húmedos, exigiendo un buen drenaje de los mismos.

El pH óptimo de este cultivo varía entre 6,5 a 7; en suelos de cultivo enarenado vegeta perfectamente con un pH de 7 a 8.

El pimiento es menos resistente a la salinidad del suelo y agua de riego que el tomate; con salinidad en el suelo y en el agua de riego la planta desarrolla poco y el fruto que se obtiene es de menor tamaño, así como la producción total del cultivo. En algunas comarcas oscila entre los 4 a 5 kg/m<sup>2</sup>, debido a la baja calidad de las aguas de riego, con conductividades que oscilan entre 2,500 dS/m y 4,000 dS/m.

La deficiencia de calcio aumenta la sensibilidad a enfermedades vasculares. En suelos ricos en magnesio, éste interfiere la asimilación del calcio y por ello aumenta el ataque de enfermedades fúngicas.

### 4. (INVERNADEROS PARA CULTIVO DE PIMIENTO. CONDICIONES QUE DEBEN REUNIR)

El mínimo de características que debe de poseer un invernadero para garantizar el buen comportamiento de una plantación de pimiento es el siguiente:

#### ■ Características

- Invernaderos altos, con buena cámara de aire, para evitar cambios demasiados bruscos de temperatura.
- Que tengan resistencia al viento.
- La ventilación debe ser buena para poder mantener la temperatura y humedades relativas adecuadas en todo momento.
- El invernadero debe ser amplio y fácil de trabajar en él, incluso con maquinaria (camión, carretilla elevadora, palets, cajas) se deben de poder mover con facilidad dentro de un invernadero.
- La iluminación del invernadero debe ser lo mejor y más regular posible.
- La cubierta del techo, debe de estar lo menos agujereada posible para evitar la fuga del aire caliente almacenado durante el día y evitar también goteras del agua de lluvia que provocaría en el cultivo desequilibrios nutritivos y asfixias radiculares.
- Por último, el invernadero debe ser asequible desde del punto de vista económico para el agricultor.

Los invernaderos de construcción más común actualmente en el suereste español son invernaderos de estructura de madera o tubos de hierro galvanizado (este tipo de estructura es la que se va generalizando):



#### ▲ Invernadero a dos aguas simétrico:

- Altura de las bandas 2,5 m.
- Altura de raspa 4,5 m.
- Distancia de raspa a amagado 4,5 m.
- Distancia entre palos de raspa 2 m.
- Distancia entre palos de banda 2 m.
- Camino central 3 m. Asfaltados.
- Tejido interior: 20 x 20 ó 25 x 25 cm.
- Tejido exterior: 25 x 25 ó 40 x 25 cm.
- Ventilación cenital por ventanas accionadas con poleas.

▲ **Invernadero a dos aguas asimétrico:** Este invernadero recibe bastante iluminación. La orientación de la raspa debe ir de Este a Oeste ya que la cara de más superficie tiene que ir orientada al Sur. También lleva tejido interior y exterior como el tipo simétrico a dos aguas.

▲ **Invernadero de medio arco:** No lleva tejido para sujetar el plástico.

▲ **Invernadero de arco:** No lleva tejido.

Los módulos de construcción de invernaderos, no deben pasar de 5.000 m<sup>2</sup>. Con medidas de 100 x 50 m.

## 5. ( **LABORES CULTURALES. DESDE LA SIEMBRA HASTA LA FINALIZACIÓN DEL CULTIVO** )

Una vez el invernadero limpio de la cosecha anterior el agricultor debe realizar las siguientes funciones:

- Siembra.
- Retranqueo y preparación del suelo, aportación de materia orgánica.
- Desinfección del suelo en caso de que haga falta.
- Riego de preplantación.
- Plantación, marcos de plantación y fechas de plantación.
- Labores culturales, riegos iniciales, binas, podas, tutorados.
- Riegos y abonados.
- Polinización y cuaje de frutos.
- Plagas y enfermedades más importantes que se presentan en el campo.
- Recolección.

### 5.1. ( **Siembra** )

La semilla del pimiento necesita una temperatura óptima de germinación que oscila entre los 25 °C y 30 °C. Pero en ningún caso ésta puede ser inferior a 15 °C o superar los 40 °C. En condiciones normales, la semilla necesita para germinar de 5 a 7 días en la época estival (julio-agosto) y entre 10 y 14 días en invierno (diciembre-enero).

La siembra se suele realizar en bandejas de poliestireno con alvéolos de 3x3 cm ó 4x4 cm, que se llenan con una mezcla de  $\frac{3}{4}$  de sustrato y  $\frac{1}{4}$  de perlita o vermiculita. La semilla debe quedar enterrada a 1cm de profundidad y cubierta con la misma mezcla o alternativamente, sólo con perlita o vermiculita. De este modo se evita la aparición de algas que podrían impermeabilizar la superficie del cepellón e impedir su hidratación.

En semillero, la planta se desarrolla en 30-35 días en los meses de julio/agosto. Este proceso se alarga hasta 50-60 días en los meses de diciembre-enero. La fertilización con sustrato enriquecido sólo es necesaria si el período de semillero se alarga, como ocurre en invierno. En estos casos, no conviene superar una CE de 1,800 dS/m en la solución de abonado ya que, de lo contrario, podrían producirse quemaduras en las hojas. Durante la fase de crianza habrá que extremar los controles sanitarios, evitando vectores de virus como CMV, PVY y TSWV.

### 5.2. (Retranqueo y preparación del suelo ]

El retranqueo consiste en apartar en caballones la arena de las calles en las cuales se planta el cultivo, labrando seguidamente con escarificador el suelo, a continuación se hace una labor con rotovator para desmenuzar los terrones que se han formado al hacer la labor de arado, después se incorpora una capa de estiércol o turba y a continuación se vuelve a incorporar la arena que se apartó anteriormente, nivelándola.

El apartado de la arena antiguamente se hacía a mano, en la actualidad se hace con tractor y una especie de doble vertedera unida por un extremo. La aportación de materia orgánica y la incorporación de la arena se sigue haciendo manual por el obstáculo que presentan los pies de centro y los amagados de los invernaderos.

Esta labor se venía haciendo cada tres o cuatro años, aunque actualmente parece que el agricultor es cada día más reacio a realizarla totalmente y se inclina por hacer carillas, esta labor consiste en separar sólo una parte de arena al lado de donde va situado el línea de planta e incorporar la materia orgánica que tapa con arena.

Actualmente con la fabricación de estiércol en forma de deshidratados (pélets) la materia orgánica se incorpora sin tener que retirar la arena mediante una máquina enganchada a un tractor pequeño 30-40 CV, la cual consta de una tolva con un regulador en su base, una cuchilla hueca por donde caen las pastillas y una niveladora de arena. Las pastillas al contacto con el agua de riego aumentan de volumen y se desmoronan.

### 5.3. (Desinfección de suelos ]

Cuando un invernadero se cultiva tres o cuatro años, empiezan a plantearse problemas de contaminación del suelo, bien por los restos que quedan cosechas anteriores o por contaminación de las aguas de riego. En este momento se deben tomar precauciones sobre todo, si en el cultivo anterior han surgido problemas de *Phytophthora*, en éste caso recurre a desinfecciones de suelo.

La elección del desinfectante más adecuado, depende, además del patógeno, del tiempo que le quede para realizar la plantación.



## ■ Metan-sodio

- Desinfectante indicado contra hongos de suelo principalmente.
- Dosis de aplicación: 1.000-2.000 L/ha, a la dosis alta tiene efectos herbicida.
- Plazo de seguridad para realizar la plantación 30 días.

La desinfección en riego por goteo se hace de la siguiente forma:

El agricultor da un riego abundante 3-4 días antes, después en otro riego incorpora el desinfectante, inyectándolo en el agua de riego por medio de un venturi o por la aspiración. Tanto si lo inyecta por venturi o por la aspiración, debe tener presente que no debe sobrepasar la cantidad de 2,5 L/m<sup>2</sup>, 150 L/ha de producto activo, si no es así puede que corra riesgo de que el sistema de riego por gotero se vea afectado.

Si el agricultor no tiene tiempo para desinfectar con metan-sodio deberá hacerlo con bromuro de metilo.

## ■ Desinfección con bromuro de metilo

Para esta desinfección no hay que regar, teniendo el suelo 40-50% de humedad es suficiente. Para realizar esta desinfección se cubre el terreno con plástico (enterrando los bordes del mismo para evitar fugas) y se incorpora el producto debajo del mismo. A penas se realiza.

Se puede hacer de dos modos:

▲ **En caliente:** se calienta agua a 90 °C, en un bidón el cual lleva un serpentín de varios metros de largo, por un extremo se inyecta el bromuro líquido desde la bombona y por el otro extremo se incorpora al suelo en forma de gas mediante una cinta de plástico micro perforada.

Hay que tener en cuenta que se debe calcular la aportación de la cantidad de bromuro para cada superficie de invernadero sellado.

**Ejemplo:** Una melga (trozo de suelo sellado) tiene 25 m de largo por 2 m de ancho, el cálculo sería el siguiente:  $25 \times 2 = 50 \text{ m}^2$ ;  $50 \text{ m}^2 \times 60 \text{ g/m}^2 = 3.000 \text{ g} = 3 \text{ kg}$ .

▲ **En frío:** sólo se puede hacer cuando hace calor en verano. Se incorpora el bromuro en forma líquida, distribuyéndolo regularmente por la superficie a desinfectar.

La desinfección en caliente es mejor que en frío, va mejor distribuida y se pierde menos producto.

La dosis de desinfección varía de 50 a 70 g/m<sup>2</sup>.

El plazo de espera para plantar oscila entre las 48-72 horas.

El comportamiento de la plantación con bromuro de metilo es mucho mejor que con otros desinfectantes.

## Problemas de la desinfección con bromuro:

- Es más cara que los otros desinfectantes. En la actualidad la desinfección de una hectárea de bromuro supone un coste de 0,42 euro/m<sup>2</sup>, contra las 0,12 euro/m<sup>2</sup> que supone la de metan-sodio.

- El bromuro de metilo está en fase de futura prohibición y solo los intereses económicos lo mantienen (a pesar de que destruye la capa de ozono) de todas formas parece que su final está entre el 2005 al 2010.

### ■ **Desinfección con DD-Telone (dicloropropeno)**

Este desinfectante se utiliza contra nematodos (batatilla). Su dosis de utilización para que sea eficaz oscila entre los 150-300 L/ha, la dosis alta para ataques fuertes. Tiene muy escasa incidencia contra hongos y prácticamente no tiene efecto herbicida.

Se utiliza por el riego, lo mismo que el metan-sodio.

### ■ **Desinfección por insolación (solarización)**

Esta desinfección es la más razonable y ecológica.

Se trata de cubrir el suelo con plástico transparente de 100-150 galgas, regando varias veces, y espaciando dichos riegos en el tiempo que se vaya a tener instalada. Las temperaturas alcanzadas por el plástico son altísimas 80°C y suele ser efectiva en los primeros 8-10 cm del suelo.

A medida que el tiempo que se tenga el sellado del terreno sea mayor, más eficaz es.

### ■ **Desinfección con vapor de agua a 100 °C**

Esta desinfección es muy completa y muy cara, por lo que no se considera viable para realizarla en hortalizas y para grandes superficies.

## 5.4. ( **Riego de preplantación** )

Este riego es importante, se realiza uno o dos días antes de la plantación y sirve para proveer de humedad el suelo y también para eliminar los últimos residuos de toxinas y productos varios que hayan quedado en el mismo.

La cantidad de agua aportada en éste riego depende de la textura del suelo y de su capacidad de drenaje.

## 5.5. ( **Plantación** )

Una vez preparado el terreno, es fundamental dejar acondicionado el invernadero y el entorno donde crecerá el cultivo. Con uno o dos meses de antelación, si no se va a desinfectar, es necesario limpiar los restos de la cosecha anterior, colocar los elementos de entutorado y las bandas correspondientes.

Debido a las altas temperaturas de la época de plantación, se suelen blanquear las cubiertas y bandas del invernadero. Para realizar esta tarea, es común el uso de “Blanco de España”, cuya aplicación dependerá de la fecha, tipo de invernadero (más o menos aireado) y de las variedades a cultivar. Una dosis normal se compone de 25 kg por cada 100 litros, para variedades tempranas y 12 kg por cada 100 litros para variedades semitardías, aunque el resultado final variará en función de la cantidad de solución aplicada sobre el plástico. También pueden usarse junto con el “Blanco de España”



colorantes, que dependiendo del efecto que busquemos pueden ser azul, si nos interesa recortar longitud de entrenudo para variedades semitardías o rojo, si buscamos alargamiento de entrenudo en variedades tempranas.

En cultivos con enarenados viejos es frecuente la aplicación de estiércol o materia orgánica entre líneas de plantación, comúnmente denominada “entre reguerillas”. Después, se debe regar con abundancia para lavar las sales y ayudar a la fermentación del estiércol. Antes del riego de preplantación.

En cultivos en tierra, se suele aportar estiércol a razón de unos 40-50 m<sup>3</sup>/ha, aproximadamente 20 días antes de la plantación. Este proceso evitará quemaduras de raíces y plantas jóvenes. Es frecuente también aportar un abonado mineral de fondo tras haber realizado un análisis previo del terreno.

En el momento del trasplante, el cepellón debe estar suficientemente húmedo para que agarre bien a la tierra. Hay que evitar los posibles problemas de falta de humedad en el suelo, causados en muchas ocasiones por obturaciones de goteros o riego defectuoso. Las plantas de pimiento se sirven desde el semillero en bandejas de plástico (platos), en bandejas de porspan, etc, pero siempre deben de venir los cepellones introducidos en una funda de plástico que se utiliza una sola vez, para evitar contagios de enfermedades por la raíz de anteriores siembras. Se ha comprobado que utilizando la misma bandeja (sin funda) para hacer varias tandas de plantitas, la segunda tanda sale peor que la primera y la tercera peor que la segunda, y así sucesivamente.

Las plantas del semillero deben venir sanas, limpias de plagas y uniformes.

Hay dos formas de realizar la plantación:

▲ **Con barra:** se trata de hacer con una barra (del mismo calibre que el cepellón) un agujero en el suelo introduciendo posteriormente el cepellón en dicho agujero y presionando algo los bordes para que tome contacto con el cepellón. Esta plantación se puede hacer en enarenados que tenga la arena fina, si ésta es gorda, al hacer el agujero se introduce en él y no se puede meter el cepellón.

▲ **Con almocafre:** se trata de apartar la arena hasta llegar a la tierra y picar el suelo y enterrar el cepellón en la tierra movida.

Una variante es apartar la arena con el almocafre y no picar la tierra, sino poner el cepellón con la arena. Estas tres formas de plantar tienen sus ventajas y sus inconvenientes que a continuación analizaremos:

La plantación con barra tiene la ventaja de: rapidez, menos mano de obra que con almocafre, más fácil y menos trabajosa, más exactitud y regularidad entre la distancia de plantas. Por el contrario, tiene el inconveniente de que en suelos excesivamente arcillosos, la raíz le cuesta trabajo perforar la pared de tierra, ya que al golpear con la barra el agujero la tierra se compacta, se llena de agua al regar y puede haber asfixia radicular.

También ocurre con cierta frecuencia que el agujero que deja la barra es demasiado profundo y estrecho en el fondo, lo que provoca que al introducir el cepellón en el agujero éste se quede en el aire (queda un hueco vacío entre el extremo final del cepellón y el final del agujero) esto provoca que la raíz pivotante no pueda clavar en

la tierra, retrasando por tanto el crecimiento de la planta. Esto no sucede haciéndolo con almocafre.

La plantación con almocafre tiene los inconvenientes de: mucha más mano de obra, más trabajoso y algo menos de exactitud en la distancia entre plantas. Las ventajas son: mejor y más rápido agarre de la planta, pues la tierra está movida y la raíz crece mucho más deprisa.

Evita los problemas citados anteriormente que se presentaban con la barra.

La plantación encima de la tierra sin mover, solo enterrando el cepellón en la arena, requiere riegos más cortos y más frecuentes al principio, ya que la arena se seca más rápidamente que la tierra. Con este sistema evitamos normalmente los problemas de asfixia radicular y el contagio de los hongos malignos que se encuentran en la tierra.

En cuanto a los marcos de plantación, son algo variables, según la construcción del invernadero, el riego el tipo de suelo y el ciclo que se quiera hacer de pimiento.

Vamos a enumerar los marcos de plantación más comunes:

- $10.000 \text{ m}^2$ ;  $1 \times 0,50 = 20.000$  plantas.  $1 \text{ m} \times 0,50 \text{ m} = 20.000$  plantas por ha. Tutorado tipo holandés a dos tallos, son 40.000 tallos/ha.
- $10.000 \text{ m}^2$ ;  $1 \times 0,33 = 30.303$  plantas.  $1 \text{ m} \times 0,33 \text{ m} = 30.000$  plantas/ha que son 60.000 tallos/ha.
- $10.000 \text{ m}^2$ ;  $2 \times 0,50 = 10.000 \times 2 = 20.000$ .  $2 \text{ m} \times 0,50 \text{ m} \times$  doble línea; son 20.000 plantas/ha, lo que en el apartado a) la ventaja que supone este marco de plantación c) sobre el a) es que queda un pasillo mucho más amplio para realizar las labores culturales y más recepción de luz en las plantas.
- $10.000 \text{ m}^2$ ;  $2 \times 0,33 = 15.151,52 \times 2 = 30.303$  plantas.  $2 \times 0,33 \times$  doble línea; el número de plantas equivalente al b) 30.000 plantas/ha. 60.000 tallos, tiene las mismas ventajas sobre el b) que el c) sobre el a).
- $10.000 \text{ m}^2$ ;  $1,5 \times 0,5 = 13.333,33 \times 2 = 26.666$  plantas.  $1,5 \times 0,5$  por doble línea.
- $10.000 \text{ m}^2$ ;  $2 \times 0,4 = 12.500 \times 2 = 25.000$  plantas/ha.  $2 \times 0,4$  por doble línea.

Un inconveniente que presentan los dobles líneas, sobre las plantaciones de líneas simples, es que aquellas reciben peor los tratamientos fitosanitarios (máximo si son tutorados de la forma tradicional usada en Almería), pues la cara interior no recibe suficiente caldo fitosanitario como para controlar totalmente los patógenos. Este hecho se ha comprobado prácticamente en el campo y también en las clasificaciones registradas de cada marco de plantación. En general podemos decir que los marcos de plantación con mayor número de plantas tienen mayor producción y menor calibre, y al contrario, los marcos con menor producción y mayor calibre en los frutos.

### ■ Fechas de plantación

Con respecto a la fecha de plantación decir que cada variedad de pimiento sea para temprana ó para tardía, se debe plantar en su fecha. Si una variedad temprana se pone antes de mediados de Junio se presentan los siguientes inconvenientes:

- La planta crece excesivamente con el consiguiente gasto de mano de obra añadida.
- Habrá más gasto de productos fitosanitarios.



- Más costoso saldrá el tutorado.
- Más gasto en el mantenimiento del blanqueo del invernadero.
- El cuaje tendrá muchos problemas tanto por el calor, como por el blanqueo del invernadero.
- Por consiguiente habrá más gasto de agua y de fertilizantes.

Si una variedad para plantación temprana se pone tardía, últimos días de julio, primeros de agosto, la planta crece poco (más si la otoñada viene con frío), la producción se puede reducir incluso a la mitad, con el consiguiente perjuicio para el agricultor. Lo mismo pasaría en las variedades para tardío.

### 5.6. (Riegos iniciales ]

Una vez terminada la plantación en la parcela, se dará un riego de una hora solamente con agua, el gotero debe de estar junto al cepellón. Con este riego se busca humedecer bien la turba del cepellón y que la tierra que está junto a él se pegue al mismo.

Después y una vez arraigada la plantita se tiene la costumbre de dar un cacharreo con unos 150 cc de caldo por planta.

El caldo llevará los siguientes productos en solución, por cada 100 L de agua.

- 100 cc de propamocarb.
- 100 cc de un enraizante.
- 100 cc de Aminoácidos.
- 200 cc de abono complejo 12-44-12

Después de este cacharreo se suele suprimir el riego de 7 a 10 días, según el tipo de suelo. Con esta labor se intenta provocar el aumento y mayor desarrollo de la masa radicular.

A partir de esos 7-10 días de postura aproximadamente, se comienza a regar de una forma regular, experimentalmente se ha comprobado (siempre dependiendo del tipo del suelo) que riegos de dos - tres veces por semana con 20.000-30.000 L/ha dan buenos resultados. De todas formas se deben instalar en los invernaderos dos tensiómetros como mínimo y en diferentes zonas, que sirvan como referente para elegir el momento del riego.

### 5.7. (Binas ]

Consiste en mover la arena o tierra alrededor de la planta, con esta labor se consigue quitar la hierba que comienza a salir y se rompe la costra superficial. En el enarenado se utiliza un apero especial con una cuchilla que se denomina cortahierbas.

### 5.8. (Podas ]

Esta operación es más o menos necesaria, intensa y frecuente, según tipos y variedades de pimiento. Consiste en eliminar las hojas y brotes secundarios que salgan en el tallo principal del fuste, por debajo de la “cruz” de las dos primeras ramas de la planta.

Los brotes se cortan cuando se vea que la planta va bien armada en su estructura; nunca se hará antes de que la misma haya desarrollado las primeras ramas de la “cruz”; hay que tener en cuenta que si se desbrotan los brotes secundarios del tallo cuando la planta es muy joven, el tallo principal queda debilitado y se favorece el ahilamiento de la planta.

Si las plantas tienen una vegetación muy exuberante y un crecimiento vegetativo bajo como puede ser el caso de variedades con ciclo temprano, es aconsejable cortar alguna que otra rama por el interior del follaje, así como algunas flores; con ello se obtendrá mayor iluminación y ventilación en el interior de la planta y por tanto una mejora en el crecimiento de la misma, mejor cuaje de frutos y menor riesgo de desarrollo de enfermedades.

En cualquier caso la poda debe ser paulatina y nunca demasiado severa, sobre todo en épocas de fuerte insolación, al objeto de evitar parones vegetativos y quemaduras en los frutos que quedan expuestos directamente a la luz solar.

A modo de resumen podríamos decir que con la poda se consigue:

- Más luz y por tanto color de fruto más uniforme.
- Mejor formación del fruto y más uniforme en cuanto a tamaño. Mejor formado.
- Los tratamientos fitosanitarios son más eficaces, al penetrar el producto mejor.
- La mano de obra de la recolección es más rápida y por lo tanto más barata.
- Las enfermedades criptogámicas afectan menos a la planta podada que a la que no lo está.

### 5.9. (Entutorado ]

Esta operación se realiza antes de que la planta comience a volcarse y consiste en el mantenimiento de su verticalidad a lo largo del ciclo de cultivo, mediante la colocación de hilos. Existen dos modalidades de entutorado:

#### • Entutorado tradicional



 ENTUTORADO TRADICIONAL DE ALMERÍA.



En este tipo de entutorado, es recomendable, despejar los primeros tallos secundarios para favorecer a los principales y evitar un exceso de vegetación que pudiera perjudicar a los primeros frutos.

El entutorado consiste en formar una red con hilos verticales (1,5-2 m) y horizontales (20-25 cm) que sujetan bien las plantas, el primer piso horizontal se pone por debajo de la “cruz” y el resto a la distancia citada. En las puntas de las filas de las plantas puede haber palos o clavillas a los que se atan los hilos horizontales.

- **Entutorado holandés**



**ENTUTORADO HOLANÉS.**

Consiste en conducir la planta a dos o tres tallos principales (6 tallos/m<sup>2</sup>), podando todos los tallos secundarios por encima de su primer nudo. Siempre hay que mantener una hoja y tratar de asegurar un fruto por nudo, sea en tallo principal o secundario. El entutorado holandés permite una planta más aireada que redonda en una mejor fructificación, mayor uniformidad y superior calidad. Por el contrario, las desventajas son un mayor coste por mano de obra y un riesgo superior de transmisión de virus por manipulación y heridas en la planta.

Este tipo de poda se está potenciando cada vez más, dadas las mejoras en la calidad del fruto. La tendencia que experimenta el mercado nos obliga a introducir técnicas más sofisticadas para ofrecer un producto homogéneo. Los detractores del entutorado holandés afirman que el aumento en el coste de la mano de obra no compensa la superior calidad del producto. Pero, ya se sabe que las innovaciones cuestan de introducir, con frecuencia debido a la falta de experiencia del propio agricultor.

Los pioneros con varios años de experiencia en esta técnica hablan incluso de un coste similar al del entutorado tradicional. Argumentan que al principio es complicado,

pero una vez que se ha adquirido el hábito de colocar los hilos, se gana en rapidez y calidad. Otra ventaja importante de este tipo de entutorado es la mayor eficacia de los tratamientos y la menor incidencia de las plagas, ya que la planta queda mucho más abierta, sin rincones ocultos.

#### 5.10. (Cuajado de frutos ]

El cuajado de las primeras flores es la fase crítica del cultivo. Como regla general todo lo que aumenta el vigor de la planta lo dificulta y si las primeras flores caen, las plantas se vigorizan más y se hace más difícil el cuaje de los siguientes pisos de flores.

Solamente después del cuaje de los primeros frutos la planta tiende a equilibrar la vegetación y la fructificación.

Así pues, lo que contribuye a “debilitar” a las plantas ayuda a este primer cuaje; en la práctica esto se puede conseguir aplicando las siguientes normas:

- Airear al máximo el cultivo, contando incluso con la ayuda de máquinas espolvoreadoras en vacío. Si se cree oportuno, el tratamiento de aire puede ser diario.
- Aumentar la CE del agua de riego además de disminuir en todo lo posible el aporte de nitrógeno e incrementar los de fósforo y potasio.
- Suprimir o reducir el blanqueo para proporcionar más luz al cultivo, esto suele coincidir por el mes de septiembre; la falta de luz, provoca ahilamiento de las plantas y caída de las flores.
- Disminuir el volumen de agua de riego. Este hecho repercutirá en un aumento de la CE en la tierra. Si se usa tensiómetro, no se debe regar hasta 20 cb, aunque esta medida siempre dependerá de la calidad de agua y del tipo de terreno

El objetivo es someter a la planta a un stress. Pero debemos procurar no excedernos, ya que podría producirse la caída de las flores que queremos cuajar.

Se debe controlar la relación equilibrada cuajado-vegetación hasta que la carga de frutos sea la que regule la propia planta.

Una vez obtenida una buena fructificación, aportando calcio se disminuye poco a poco la CE del suelo para evitar el “blossom” o mancha apical. Así se consigue un equilibrio nutricional que favorece el desarrollo equilibrado de la planta.

#### 5.11. (Aclareo de frutos ]

La mayoría de las variedades de pimiento, suelen florecer una o varias flores en la “cruz” o primera ramificación por encima del fuste de la planta, que dan lugar a frutos de gran volumen.

Si cuando cuajan esas flores, la planta está iniciando su desarrollo y, además, las temperaturas ambientales no son las óptimas para el cultivo, el desarrollo de estos frutos, en muchos casos, debilita a la planta con lo que se retrasa la recolección posterior de los siguientes frutos. Es aconsejable cortar esas flores o frutos recién cuajados que se forman en la “cruz”.



Con climatología favorable, en el caso de que la planta tuviera demasiado desarrollo vegetativo y se temiera que la floración y cuaje de los frutos fuera a ser deficiente, como consecuencia de esa vegetación exuberante, no conviene hacer aclareo de esos primeros frutos de la “cruz”, con el fin de que detengan un poco el desarrollo de la planta. Si en alguna rama cuajan bastantes frutos, puede ser interesante hacer algún aclareo, en beneficio de la calidad y el tamaño de los restantes frutos que se recolecten en el futuro.

## 6. ( FERTIRRIGACIÓN ]

Los riegos difieren de unas plantaciones a otras, depende del tipo de suelo que tiene cada invernadero, de su drenaje, de la situación del invernadero e incluso del tipo de construcción que tenga el mismo.

Experimentalmente se puede decir, como norma general que la cantidad de agua que se gasta en una plantación normal de pimiento plantado a mediados de junio y terminada a últimos de enero es de 4.000 - 5.000 m<sup>3</sup>/ha repartidos racionalmente durante todo el cultivo. Lógico es pensar que, en principio y cuando la planta es pequeña necesitan menos agua que cuando la planta está cuajando, y con fruto. También es lógico que se necesite regar más en septiembre y octubre que en diciembre y enero.

Para dar una idea, se puede decir, que durante los 50 días primeros de cultivo, el gasto de agua por semana sería de 60 m<sup>3</sup> por ha, en los 90 días siguientes coincidiendo con los meses de septiembre, octubre, noviembre y cuando la planta está cargada de fruto y en pleno crecimiento, los riegos serán de 180-230 m<sup>3</sup> por semana y hectárea, para ir bajando después en diciembre y enero cuando la planta está con cierta parada invernal a 100 m<sup>3</sup> por semana y ha. El abono aportado a la plantación de pimiento como es normal, iría en proporción a la cantidad de agua aportada en cada momento.

Centrándonos en el concepto de fertirrigación, que como su nombre indica es la aplicación conjunta del agua de riego y los fertilizantes, analizaremos por separado los dos componentes: nutrición hídrica y nutrición mineral.

### 6.1. ( Nutrición hídrica ]

Después del trasplante, nos interesa un buen enraizamiento y un desarrollo no demasiado abundante de la parte aérea ya suficientemente favorecida por las cálidas temperaturas y la relativa falta de luz que entraña el blanqueo.

A fin de lograr un enraizamiento idóneo, los riegos se distanciarán lo máximo posible, para forzar a la planta a extender sus raíces en busca de zonas más profundas y húmedas. Este cultivo precisa un especial control en los suministros de agua, pues necesita bastante uniformidad en la humedad de suelo durante todo su desarrollo vegetativo. En esta fase de enraizamiento, hay que prevenir la proliferación de hongos, como el “phityum” o la “rizoconia”.

Cuando las plantas inician la floración es conveniente que no haya exceso de humedad en el suelo para evitar que haya aborto de flores. El turno y número de riegos que se dan a este cultivo, lógicamente dependen de las características del suelo y de la época estacional que se cultive.

La falta de agua se acusa en las plantas porque la vegetación toma un color verde oscuro y se abarquillan las hojas; con sequía llegan a caerse las flores. Cuando los cultivos pasan sed, los frutos toman un sabor más picante. Los excesos de agua dan lugar a un follaje de color verde claro y a pérdidas de plantas por asfixia de raíces.

## 6.2. ( **Nutrición mineral** )

El pimiento es exigente en abonos nitrogenados y responde favorablemente a su aplicación cuando éstos se dosifican equilibradamente.

La planta de pimiento cuando tiene mayor necesidad de absorción de todos los fertilizantes es desde que inicia el desarrollo vegetativo, aproximadamente al mes después de que se haya plantado, hasta que está en plena producción de frutos. Al principio del cultivo hasta que la planta empieza a tener bastante fruto en formación, puede ser peligroso un exceso de nitrógeno. Después, cuando ha cuajado una cantidad suficiente de fruto, el empleo de fertilizantes nitrogenados tiene menos inconvenientes, ayudando a conseguir, por otra parte, una mayor producción, para ello los niveles de nitratos en el extracto saturado del suelo oscila entre 7,0-8,0 meL<sup>-1</sup> en plena producción.

En el inicio de la floración se consideran valores adecuados 4,0-6,0 meL<sup>-1</sup> y una relación N/K entre 2,2-2,4 , que se elevará a 3,0-3,2 en producción. Excesos en la fertilización nitrogenada asociados al sombreo del invernadero, en la época estival, pueden originar una fisiopatía denominada colour spots, una mancha amarillenta que aparece sobre la superficie de los frutos.

El cultivo de pimiento no es demasiado exigente en fósforo, en comparación con otros cultivos de huerta. Una carencia de este elemento da lugar a que la lignificación de los tejidos de los tallos no se haga correctamente y se quiebren bastantes ramas en las operaciones de cultivo y por causa del peso de los frutos cuando están desarrollados. Un contenido suficiente en fósforo mejora la resistencia de los tejidos vegetales.

El pimiento agradece las aportaciones de abonos potásicos; reacciona rápidamente con un mejor cuajado de frutos. El potasio actúa favorablemente en la formación y desarrollo de los frutos, adelantando su maduración y dándoles mejor sabor. Con el elemento potasio, las hojas y los frutos en la madurez toman un color metálico brillante muy vistoso; los tallos lignifican bien, en los inicios de la plantación se mantendrán valores de 1,5 meL<sup>-1</sup> en el extracto saturado, que se irán aumentando conforme se desarrolla la planta hasta llegar a 2,5 meL<sup>-1</sup>, en plena producción. Valores superiores a 3,0-3,5 meL<sup>-1</sup> pueden provocar carencias inducidas en calcio y magnesio.

Ejemplo de abonado en un cultivo de pimiento de 1 ha:

■ **Por riego:** 66.666 L de agua por ha.

■ **Abono aportado:**

- 35 kg/ha de Nitrato de cal.
- 35 kg/ha de Nitrato potásico.
- 6 L/ha de Acido fosfórico.
- 6 L/ha de Sulfato de magnesio.



### ■ En los 4.000 m<sup>3</sup> de agua que gastamos al regar 1 ha sería:

- 2.100 kg/ha de Nitrato de cal.
- 2.100 kg/ha de Nitrato potásico.
- 360 L/ha de Acido fosfórico.
- 360 L/ha de Sulfato de magnesio.

### ■ Esto convertido a U. F. sería:

- 598 U.F. de N
- 295 U.F. de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>
- 966 U.F. de K<sub>2</sub>O
- 58 U.F. de Mg

No cabe duda que este abonado sufriría alteraciones dependiendo de la riqueza inicial del suelo y del agua a usar en el riego.

## 7. ( MATERIAL VEGETAL. ELECCIÓN DE VARIEDADES )

En las variedades de pimiento que se están cultivando es conveniente tener en cuenta, entre otros factores, los siguientes:

### • Tamaño de la planta

El tamaño que alcanza la planta es una característica interesante en el conocimiento de una variedad, puesto que algunos aspectos del cultivo, tales como: longitud de entrenudos, vigor de la planta, etc, serán aspectos importantes para encajarle su ciclo de cultivo (temprano, semitardío y tardío).

### • Precocidad

La precocidad en la floración y en la recolección es normalmente importante en las variedades que se cultivan. En este sentido se consideran variedades precoces, medias y tardías.

### • Forma del fruto

Atendiendo a su forma externa los pimientos se clasifican en tres grandes grupos: de forma cuadrangular cúbica, es decir tan largo como ancho, son los llamados “tipo California”; de forma paralelepípedica cuya sección longitudinal es rectangular, “tipo Lamuyo”; de forma cónica, su sección longitudinal es triangular y son muy alargados, comparándolo con su anchura media, “ tipo Italiano”.

### • Tamaño y peso del fruto

El tamaño y el peso del fruto están relacionados entre sí y a su vez, el peso del fruto con el grosor de la carne y el tamaño de la placenta.

Los frutos más largos suelen llegar a tener hasta 18-20 cm; la anchura media máxima puede alcanzar los 8-10 cm. Los tamaños más pequeños varían entre 8-10 cm de longitud y 6-8 cm de anchura media. El peso varía entre 100 y 250 g, según variedades.

- **Lóbulos o cascos del fruto**

Son los departamentos que tienen los frutos cuando se les secciona transversalmente. El número de lóbulos en las variedades de pimiento varían entre 3 y 4 cascos.

- **Resistencia a enfermedades**

Es interesante la resistencia de ciertas variedades a algunas enfermedades, principalmente aquellas que pertenecen al complejo parasitario del suelo y tolerancia a virus como (PMMV, TSWV, CMV, etc).

Una vez analizados los parámetros anteriormente expuestos hay que tener en cuenta los ciclos de cultivo, los tipos y variedades de pimiento que mejor se adapten a cada uno de ellos:

### ■ **Pimiento California Rojo**

▲ **Variedades Tempranas.** Plantaciones de finales de Junio a Julio.

- **CUZCO.** resistencia PMMV
- **PRIOR.** resistencia PMMV, TSWV
- **VERGASA.** resistencia PMMV, TSWV
- **CARISMA.** resistencia PMMV

▲ **Variedades Semitardías.** Plantaciones de mediados de Julio a Agosto

- **ROXY.** no resistencia PMMV
- **BARDENAS.** resistencia PMMV, TSWV

### ■ **Pimiento California Amarillo**

▲ **Variedades Tempranas.** Plantaciones de Julio.

- **CAPINO.** resistencia PMMV
- **CASTELO.** resistencia PMMV

▲ **Variedades Semitardías.** Plantaciones de Agosto

- **CADIA.** resistencia PMMV
- **NIEBLA.** resistencia PMMV

### ■ **Pimiento California Naranja**

▲ **Variedades Semitardías.** Plantaciones de Agosto

- **LION.** Resistencia PMMV
- **PARAMO.** Resistencia PMMV

### ■ **Pimiento Lamuyo Rojo**

▲ **Variedades Semitardías.** Plantaciones de Agosto



- LIDO
- GENIL
- CALIFA
- LIMA
- ANTONIO
- DRAGO

### ■ Pimiento Lamuyo Amarillo

▲ Variedades Semitardías. Plantaciones de Agosto

- HARMONI
- MARIBEL

### ■ Pimiento Italiano

▲ Variedades Semitardías. Plantaciones de Agosto

- ITÁLICO
- STAR

## 8. ( PROBLEMAS FISIOLÓGICOS )

Haremos una breve referencia a las fisiopatías que se dan con más frecuencia en los cultivos de pimiento.

### 8.1. ( Frutos en punta y "agalletados" )

Los problemas del cuajado en invierno son dos: las bajas temperaturas nocturnas que se manifiestan en un desarrollo del pistilo (frutos con punta); y la polinización defectuosa que produce frutos partenocárpicos (galletas). Este problema aparece antes y con mayor facilidad en las variedades de tipo "California" (principios de diciembre).

### 8.2. ( Blossom )

Es una carencia de calcio en el fruto. Puede estar provocado por una falta real de calcio en el suelo, exceso de salinidad o riego insuficiente que impide su movilidad. La planta absorbe del fruto el calcio que necesita para su desarrollo y provoca la desecación parcial del mismo.

Se manifiesta por manchas más o menos grandes de tejido necrosado en el fruto. El problema se presenta especialmente con temperaturas altas, agravado por problemas de salinidad (en agua y/o en suelo), mala regulación de los riegos (algún período de sequía) y hay algunas variedades más sensibles que otras.

### 8.3. ( Stip )

Es una mancha característica que aparece en el fruto cuando madura, relacionada con problemas de movilidad de calcio en la planta. Íntimamente ligado a la variedad, distinguimos dos tipos:

El que se produce con temperaturas altas y provoca manchas grandes y difusas y el stip de invierno, que es más común y se caracteriza por manchas marrones de 3 a 5 mm de diámetro, dispersas por el fruto maduro. Aparte de la sensibilidad varietal, aparece

en condiciones de alta humedad relativa, baja luminosidad por exceso de vegetación o días nublados y baja temperatura de suelo.

#### 8.4. (Agrietado de frutos ]

Consiste en pequeñas estrías que aparecen en la superficie del fruto, normalmente en invierno. Están relacionadas con la variedad (según la elasticidad de la superficie del fruto) y se ven favorecidas por las bajas temperaturas y cambios de humedad. Realmente todavía no se conoce la etiología de este problema.

#### 8.5. (Manchas en hojas viejas ]

Son manchas pardo-negruzcas que aparecen en el envés de las hojas, ligadas a una clorosis en el haz. Parecen estar provocadas por bloqueos de magnesio por otros cationes y favorecidas por un exceso de CE, desequilibrios en la relación K/Mg y en general situaciones de stress.

Los síntomas de fitotoxicidad causados por algunos productos químicos son bastante similares a las de este problema.

#### 8.6. (Asfixia radicular ]

Se trata de la muerte de las plantas a causa de un exceso generalizado de humedad en el suelo, que se manifiesta por una pudrición de toda la parte inferior de la planta. El pimiento es una de las plantas más sensibles a esta fisiopatía.

Otra fisiopatía provocada por un exceso de humedad es el llamado “pie de elefante”, consiste en un engrosamiento en el cuello de la planta, este efecto provoca a nivel interno un estragulación tanto de vasos y médula que dificulta el movimiento ascendente de la savia, lo que puede conllevar a la muerte de ella.

### 9. (PLAGAS Y ENFERMEDADES. MÉTODOS DE LUCHA ]

#### 9.1. (Plagas ]

Son varias las plagas que pueden atacar al cultivo del pimiento. Desde hace unos años, en que tuvo lugar la introducción y difusión del trips *Frankliniella Occidentalis* este se ha convertido, en muchas zonas, en la plaga mas temible por los importantes daños que puede ocasionar al cultivo.

Otras plagas que habitualmente pueden atacar al cultivo del pimiento de manera sistemática son: pulgones, ácaros, orugas y mosca blanca.

- Trips

Los daños son, por una parte de orden directo e inmediato, a base de picaduras de alimentación y hendiduras de puestas y por otra, la mas importante, por la transmisión del **virus del bronceado del tomate** o TSWV, de gran agresividad.



Las picaduras que tanto larvas como adultos realizan sobre tejidos vegetales para succionar la solución nutritiva, puede no ser base tanto en hojas, como en tallos y frutos, siendo particularmente abundantes en la zona peduncular de éstos. Al realizar la extracción quedan como grupos celulares vacíos que, posteriormente, se llenan de aire, tomando aspectos plateados que cambian después a pardo-marrón por necrosis del tejido afectado. Cuando los frutos se recogen en verde, el síntoma, aunque perceptible, no es muy llamativo; pero si la recolección se hace en rojo el contraste es muy evidente y la depreciación muy importante.

Para su control se utilizan tratamientos químicos que reducirán las poblaciones a niveles lo mas bajos posibles. Los productos aconsejados para su control son: acrinatrin (RUFAS), formetanato (DICARZOL) y spinosad (SPINTOR). También puede realizarse un control biológico con enemigos naturales del género *Orius*.

#### • Pulgones

Son varias las especies que atacan al pimiento, siendo el más frecuente el *Myzus persicae*. Suelen aparecer por focos, pudiendo llegar a causar daños importantes en las plantas sobre todo en las primeras fases vegetativas, si las poblaciones llegan a ser altas. Enrollamiento y abollonaduras de hojas con la siguiente reducción del ritmo vegetativo, así como desarrollo de negrilla sobre la melaza segregada, son los daños habituales.

Por otra parte, de manera indirecta, son transmisores de los virus CMV y PVY que afectan al pimiento. Para el control de esta plaga aunque es conveniente considerar la acción de la fauna auxiliar natural, así como la posibilidad de lucha biológica, normalmente, por la rápida difusión que alcanzan los focos en la mayoría ocasiones, resulta positivo su control mediante tratamientos químicos; imidacloprid (CONFIDOR), cipermetrin (CITRIN).

Como consideraciones generales podemos indicar que:

- Para evitar problemas viróticos conviene detectar los primeros focos.
- Es conveniente aplicar productos sistémicos si el enrollamiento de hojas es importante.

#### • Ácaros

El cultivo del pimiento puede manifestar síntomas de ataque de dos ácaros distintos: la araña roja o *Tetranychus urticae* y la araña blanca o *Polyphagotarsonemus latus*.

La araña roja, visible a simple vista, se desarrolla en el envés de las hojas causando decoloraciones, punteaduras, y posteriormente amarillez general de las hojas que, en ataques intensos, terminan por desecarse y caer.

La araña blanca de tamaño microscópico y no apreciable a simple vista, causa deformaciones en las hojas adultas, comenzando de manera singular, por el rizamiento de los nervios en las hojas apicales y desecación de los brotes más jóvenes, incluso los botones florales, en estado inicial.

Las plantas emiten nuevamente yemas axilares que, de persistir el ataque, volverán a perder y sustituir, provocando este proceso una debilidad y enanismo manifiesto en las mismas.

Ambas especies se desarrollan óptimamente en periodos de temperaturas altas y humedades reducidas, favoreciéndoles también un crecimiento excesivo de los tejidos a causa de aportes desequilibrados de nitrógeno.

En lo que respecta al control de la araña roja hay que decir que, cada vez más, se está valorando la acción positiva de sus enemigos naturales (*Phytoseiulus*, *Amblyseius* y otros) que conviene tener muy presente al programar su control, así como el hecho de que va ganando terreno la lucha biológica. No obstante, todavía el método más generalizado de control, en ambas especies es el uso de productos químicos, tales como, abamectina (VERTIMEC, BERMECTINE).

#### • Orugas

El cultivo del pimiento, puede ser atacado por distintas orugas. Las especies concretas que incluimos son las siguientes: *Spodoptera exigua*, *Heliothis armigera*, *Chrysodeixis*, *Autographa gamma*.

Las cuatro especies primeras se diferencian claramente en estado larvario, pues mientras *Spodoptera* y *Heliothis* tienen cinco pares de falsas patas abdominales, en *Autographa* y *Chrysodeixis*, conocidas ambas como “plusias”, sólo existen dos, lo que les obliga a desplazarse arqueando el cuerpo de manera singular, por lo que se les conoce como “orugas camello”. La biología de estas especies es bastante similar. Los huevos son depositados por las mariposas preferentemente en el envés de las hojas y los adultos son de hábitos crepusculares-nocturnos. Los daños son producidos siempre por la orugas que mordisquean, según qué casos, preferentemente los órganos vegetativos o los frutos. Las consecuencias pueden ser graves en las primeras fases de vegetación.

Los métodos preventivos resultan, cuando es posible su aplicación, positivos. Entre ellos cabe destacar:

- Trampa de feromonas.
- Limpieza de malas hierbas.



ATAQUE DE ORUGA EN PIMIENTO.



En cuanto al control biológico existen en el comercio varios formulados a base de un patógeno de larvas, *Bacillus thuringiensis*.

- **La mosca blanca**

En determinadas circunstancias, pueden aparecer ciertos ataques de mosca blanca, predominando la especie *Bemisia tabaci* sobre *Trialeurodes vaporariorum*.

Las picaduras de alimentación causadas por larvas y adultos son las que provocan amarillez y debilitamiento de las plantas. Igualmente, las larvas segregan sustancias azucaradas sobre las que suelen desarrollarse diversos hongos (negrilla), manchando hojas y frutos, quedando éstos depreciados para su comercialización.

Entre los productos comerciales más utilizados, se aconsejan las siguientes: CONFIDOR, APPLAUD, TERRESTRE, SANMITE, etc.

- **Nematodos**

Entre los parásitos del suelo, debemos incluir los nematodos que afectan, a veces gravemente, el sistema radicular, sobre todo si los cultivos anteriores sufrieron ya algún grado de ataque. El género más extendido es el *Meloidogine*, que provoca numerosas agallas en los tejidos de las raíces y que suelen presentarse habitualmente por rodales.

La obstrucción de vasos impide la absorción radicular lo que se traduce en un menor desarrollo de las plantas, con síntomas de marchitez durante las horas de más calor.

En las parcelas infectadas el mejor control es el que se logra mediante la solarización o la aplicación de fumigantes, antes de establecer el cultivo, entre los que están las materias polivalentes: diclopropeno (TELONE), cloropicrina-diclopropeno (AGROCELHONE). Puede aplicarse también, en esta fase previa oxamilo (VYDATE). En la línea de control biológico de nematodos se está trabajando con especies criptogámicas y con enmiendas orgánicas que pueden resultar de interés para un futuro no lejano.

## 9.2. (Enfermedades criptogámicas ]

- **Phytophthora capsici**

De todas las enfermedades criptogámicas y bacterianas, que atacan al pimiento, la más específica y grave a la vez es, sin duda la causada por *Phytophthora capsici*.

Su ataque a las plantas puede tener lugar en cualquier estado vegetativo, tanto en planta joven como adulta, siendo una época crítica y muy propicia la del período de fructificación. No obstante, lo natural es que la infección tenga lugar bastante antes de que sean perceptibles los primeros síntomas externos en las plantas.

En la mayoría de ocasiones, lo típico es que el hongo inicie su ataque a nivel del cuello de las plantas, presentando éstas la clásica mancha oscura que cuando afecta a todo el tallo la circulación de la savia queda interrumpida y la planta presenta una marchitez rápida. Otras veces, la infección primaria es a través del sistema radicular, el hongo invade las raicillas y va progresando, poco a poco, hasta que llega a afectar a las principales.

Esta sintomatología, es la que ha motivado el nombre práctico y popular con el que se designa la enfermedad: tristeza o seca del pimiento. En ocasiones, dado a que es un hongo del suelo, las salpicaduras de tierra contaminada, causadas simplemente por gotas de agua, pueden propiciar la infección a los frutos más inferiores e incluso a zonas del tallo, ramas y hojas.

La distribución de la infección se presenta, en parcelas regadas a pie siempre por hileras más que por rodales, como consecuencia de que es un hongo que se difunde, principalmente, a través del agua. Esto explica que en una misma parcela los ataques con riego a pie sean mucho más intensos que con riegos a goteo.

Para su control lo más aconsejable es la desinfección del suelo a base de metam-sodio, ya que su control una vez manifestada la enfermedad es muy difícil.

- **Botritis y sclerotinia**

Son hongos que pueden comportarse como parásitos y como saprofitos, causando daños importantes. La temperatura y humedad relativa son factores decisivos en su propagación, siendo óptimos 15°C – 20°C y alrededor del 95% respectivamente.

Atacan a hojas, tallos, flores y frutos, sobre los que causa manchas y podredumbres, más o menos blandas, apareciendo posteriormente en las zonas atacadas el típico micelio gris de botritis y blanco de la sclerotinia. Los productos comerciales utilizados para su control son: ROVRAL AQUAFLO, SWITCH, SCALA, etc.

- **Oidiopsis**

Los daños son causados por *Leveiulla taurica*, que se caracteriza por ser de desarrollo interno. Los síntomas que manifiesta son manchas amarillas en el haz que se necrosan por el centro, debajo de las cuales, por el envés, puede observarse un fieltro blanquecino. Estas manchas aumentan de tamaño y número y en caso de fuerte ataque la hoja se seca y cae, pudiéndose llegar a importantes defoliaciones.

Hay diversos grupos con materias eficaces y entre las actualizadas en este cultivo están: PRODIMENOL, ATEMI, TOPAS, etc, sin olvidar el AZUFRE y mojantes.

- **Bacteriosis**

Este tipo de enfermedades es más bien esporádica apareciendo bajo condiciones concretas de temperatura y humedad. Pueden atacar al pimiento las siguientes bacterias:

- ▲ *Xantomonas campestris*:

Produce manchas y pústulas en hojas, tallos y frutos y se transmite por semilla.

- ▲ *Clavibacter michiganensis*:

De tipo vascular, produce marchitez de planta y también es la semilla su medio de difusión.

- ▲ *Erwinia caratovora*:

Muy polífaga que causa podredumbre blandas y acuosas en tallos. Es saprofita, vive en el suelo y penetra en la planta a través de heridas.



En general para evitar este tipo de enfermedades son más importantes las medidas preventivas que los tratamientos químicos. Conviene pues:

- Utilizar semillas sanas.
- Evitar humedades altas.
- Destruir plantas enfermas.

Como materia química pueden usarse productos cúpricos y a base de kasugamicina (Kasumin).

## 10. ( VIRUS ]

Los principales virus que atacan al pimiento en el sureste de la península son:

Virus	Transmisión
" Y" de la patata PVY	Pulgones
Mosaico del Tabaco TMV	Mecánica y Semilla
Pepper Mild Mottel PMMV	Mecánica y Semilla
Bronceado del Tomate TSWV	Trips
Mosaico del Pepino CMV	Pulgones

Para combatir los virus, debemos considerar lo siguiente:

■ **Contra el virus.** La única posibilidad de lucha es indirecta, cultivando en la medida de lo posible plantas que genéticamente sean tolerantes o mejor aún, resistentes a los virus presentes en las diversas zonas. Pero esto, por el momento no es posible al 100% ya que no existen variedades resistentes a todos los virus.

■ **Contra el agente transmisor.** Se tomarán medidas diferentes, en función del tipo de transmisor.

▲ **Pulgones y trips.** Además del tratamiento con productos químicos, existe otras medidas de prevención:

- Limpiar lindes, caminos y el propio invernadero de hierbas y desechos que puedan servir de refugio, tanto a los insectos como al propio virus.
- No dejar los cultivos abandonados en el invernadero al final de la cosecha.
- Tratar bordes, estructura del invernadero y suelo antes de plantar el último cultivo.
- Instalar mallas protectoras contra estos vectores en todas las aberturas, sean bandas, raspas o puertas.

▲ **Transmisión mecánica.** Cualquier manipulación que se haga en los cultivos puede ser vehículo de transmisión, en especial, si se producen heridas y trasiegos de savia.

▲ **Transmisión por semilla.** Hoy en día es muy reducida, especialmente si se utilizan semillas sometidas a tratamientos viricidas aprobados y controlados

## 11. ( RECOLECCIÓN ]

La recolección debe ser cuidadosa, realizada a tijera, cortando por encima del fruto para dejar con la totalidad del pedúnculo; así mismo, el fruto debe ser tratado con cuidado en los envases de campo para evitar magulladuras y heridas.

### 11.1. ( Manipulacion ]

El fruto una vez recolectado, es aconsejable someterlo a una prerrefrigeración, logrando así, en el menor tiempo posible bajar los 25 °C de temperatura del fruto a menos de 12 °C, procediendo entonces a su manipulación.

La selección debe ser rigurosa, normalmente con cintas y calibrado a mano, tanto para envase a granel en cajas como para hacerlo ordenadamente en bolsas, mallas o bandejas.

### 11.2. ( Conservación frigorífica ]

Una vez confeccionados, los pimientos se deben llevar a conservación frigorífica en cámara, hasta su expedición. La temperatura de refrigeración estará comprendida entre los 8 y 12 °C, no debiendo bajar de los 8 °C

### 11.3. ( Transporte ]

Durante el transporte deben evitarse los cambios bruscos de temperatura, pues provocan condensación de humedad en los frutos y pueden aparecer alteraciones.

Es necesario, además, evitar la acumulación de etileno, ya que favorece la sobremaduración y envejecimiento. Es por ello que no deben permanecer en cámaras, ni durante el transporte, mezclados con frutos productores de este gas.

En viajes largos es conveniente ventilar de vez en cuando, si el remolque es frigorífico, pero la temperatura debe estar entre los 8 y 10 °C.

(TEMA 17)



# **E**L CULTIVO DE LA BERENJENA BAJO INVERNADERO

**José Luis Valenzuela Cabrera**

Ingeniero Técnico Agrícola  
Departamento de producción de SAT Parafrut





## 1. ( HISTORIA DEL CULTIVO DE LA BERENJENA ]

La berenjena (*Solanum melongena*) es cultivada en casi todo el mundo, en particular en la cuenca mediterránea. Procede de *Solanum incanum*, planta adventicia y muy espinosa de África del Este, si bien el centro histórico de su cultivo esta situado en India y Sudeste Asiático, a de JC, pasando a China, Turquía y África del Norte y de aquí pasa a España con las invasiones moriscas, hablándose de ella en Italia sobre el siglo XV y en Francia sobre el XVII (Provence).

Ha sido considerada como una planta con propiedades tóxicas o narcóticas (familia de Belladona, Mandrágora), conociéndose en Francia como manzana malsana o de la locura.

Es conocida en la industria farmacéutica y tiene distintos usos medicinales; en India se usa para diabéticos la berenjena de piel blanca, en Nigeria se le considera fruto de la fertilidad, en Malasia no está recomendada durante la cuarentena del post-parto.

En España, las zonas de mayor producción se concentran en la parte oriental de la península (Almería, Murcia, Alicante y Valencia), Islas Baleares e Islas Canarias.

Valencia es la provincia española que más superficie de cultivo tiene, pero con bajo rendimiento por ser sobre todo cultivo al aire libre (25.000 kg/ha), mientras que en invernadero, Murcia, Alicante y Almería, duplican la producción por hectárea, oscilando entre 50.000 a 120.000 kg/ha, según ciclo de cultivo.

El cultivo en la provincia de Almería y concretamente en invernadero ha ido aumentando, según se muestra en el cuadro siguiente:

Año	Hectáreas	Toneladas
1975	600	18.000
1998	1.000	60.000
2002	1.200	75.000

La producción siempre ha estado destinada al mercado interior en su mayoría, comenzando la exportación a medida que las variedades han ido evolucionando, cambiando drásticamente de variedades, dejando a un lado las de tipo globoso, que actualmente son minoría, frente a las de tipo semilargo, más apreciadas en los mercados nacional y europeo.

La producción de invernadero se concentra principalmente en los meses de noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo y abril, momentos de poca competencia, exceptuando a Italia, que prácticamente produce para consumo propio.

## 2. ( MORFOLOGÍA DE LOS ÓRGANOS VEGETATIVOS Y PRODUCTIVOS ]

La berenjena es planta anual y aunque bien cuidada y podada puede rebrotar y mantenerse un año más, no se suele hacer actualmente por su bajada de producción y falta de calidad en los frutos.

Se clasifica como cultivo herbáceo, aunque sus tallos son fuertes con tejidos lignificados, dando aspecto de arbusto, más cuanto más erguida sea la planta.

Las plantas pueden ser de crecimiento determinado, de tallos rastreros con porte muy abierto, o bien de crecimiento indeterminado, de tallos erguidos y erectos, que pueden alcanzar de dos a tres metros, por lo que es necesario entutorar los tallos para que no se partan. Según el marco de plantación, se dejarán de dos a cuatro tallos por planta de donde saldrán brotes secundarios, hojas, flores y frutos.

Las hojas son enteras, frondosas y grandes; las nerviaciones de las hojas tienen espinas, el envés está cubierto de una vellosidad grisácea que llega a provocar alergias con cierta frecuencia; poseen un largo peciolo y se insertan de forma alterna en el tallo. De las axilas de las hojas brotan los tallos secundarios.

Las flores son de color violáceo, el cáliz de la flor perdura después de la fecundación y crece junto al fruto, envolviéndolo por su parte inferior, lo cual puede dar lugar a ataques de *Botrytis* (en épocas de elevada humedad relativa) en los frutos por quedar atrapados los pétalos entre el cáliz y este fruto.

La mayor parte de las variedades florecen en ramilletes de tres a cinco flores, siendo una de ellas hermafrodita y con un pedúnculo corto y continuo desde el tallo hasta el cáliz, que es la que da lugar a un fruto comercial, mientras que las otras flores o abortan o dan lugar a un fruto pequeño.

La primera flor suele aparecer en el vértice de la primera bifurcación o tallo principal de la planta. Tanto el pedúnculo como el cáliz poseen abundantes espinas, según variedades, siendo la tendencia actual usar variedades sin espinas.

Los estambres poseen unas anteras muy desarrolladas y de color amarillo que están por debajo del estigma, por lo que tienen dificultades para la fecundación directa.

El fruto es una baya alargada o globosa, de color negro, morado, blanco, blanco jaspeado de morado o verde. Las semillas son pequeñas y de color amarillo con un poder germinativo de cuatro a cinco años y donde un gramo contiene entre doscientas cincuenta y trescientas semillas.

### 3. ( FISIOLÓGÍA DEL CRECIMIENTO Y FRUCTIFICACIÓN )

La planta está formada por un tallo principal con entrenudos cortos, del cual surge otro tallo paralelo (bifurcación) formando la cruz o punto donde parte la berenjena, a partir de aquí, en estos dos tallos, es donde se forma la planta, brotando en las axilas de las hojas nuevos tallos que dan lugar a la formación completa de la misma, siempre que el sistema de poda no sea a dos tallos, pues en este caso, tendríamos definida la planta en la cruz.

La primera inflorescencia se desarrolla en la cruz y suele ocurrir a los veinte o veinticinco días después del trasplante, en plantaciones tempranas; en este caso casi siempre suele aparecer una sola flor, sin embargo, a medida que la planta va creciendo, aparece una flor principal que da lugar al fruto comercial y dos o tres flores secundarias que darán lugar a frutos no comerciales y pequeños.



La fecundación es autógama, aunque puede haber cruzamientos con flores de otras plantas o de la misma planta. Cuando la climatología es adversa es necesario la utilización de fitoreguladores para el cuajado de los frutos.

El fruto de la berenjena, que es una baya, tarda en llegar a su punto de recolección unos treinta días después de la fecundación, teniendo en cuenta que la madurez fisiológica es mucho más tardía y el fruto no es apto para su consumo.

#### 4. ( EXIGENCIAS GENERALES DE CLIMA Y SUELOS )

La berenjena es un cultivo para climas cálidos y secos, por lo tanto necesita de altas temperaturas así como bastante luminosidad y humedad relativa en torno al 50 al 65%.

##### 4.1. ( Temperatura )

La berenjena es de los cultivos más exigentes en calor. La temperatura media debe estar comprendida entre 23-25 °C, soporta bien las temperaturas elevadas siempre que el ambiente no sea muy seco, llegando a tolerar hasta los 40-45 °C.

La influencia de la temperatura en la berenjena se muestra en el siguiente cuadro.

<b>Helada</b>		<b>0 °C</b>
<b>Parada vegetativa</b>		<b>10-12 °C</b>
<b>germinación</b>	<b>Mínima</b>	<b>15 °C</b>
	<b>Óptima</b>	<b>20-25 °C</b>
	<b>Máxima</b>	<b>35 °C</b>
<b>Desarrollo vegetativo</b>	<b>Mínima</b>	<b>13-15 °C</b>
	<b>Óptima</b>	<b>20-25 °C</b>
	<b>Máxima</b>	<b>40-45 °C</b>
<b>Floración y cuaje</b>		<b>20-30 °C</b>

Cuando las temperaturas son próximas a la mínima biológica (10-12°C) o a la máxima 40-45°C hay disminuciones en los procesos biológicos, retraso del crecimiento, que afecta a la floración, fecundación y desarrollo del fruto. Los valores medios tanto del suelo como del aire son importantes aunque están estrechamente relacionados, siendo dentro del invernadero la temperatura ambiente el factor a controlar.

#### ■ Manejo del invernadero para controlar la temperatura

##### ▲ Para bajar temperaturas:

- Ventilación a través de ventanas cenitales y bandas laterales que deben de ser del 15% de la superficie total del invernadero, también se pueden instalar extractores pero no es muy usado.

- Sombreo mediante encalado del plástico de cubierta o colocando malla de plástico negro en el interior o en el exterior del invernadero.
- Humidificación para lo que es necesario la instalación de nebulizadores o microaspersores en el techo del invernadero, de tal forma que crean una niebla bajando la temperatura al evaporarse.

#### ▲ Para aumentar las temperaturas:

- Utilización de plásticos térmicos.
- Cerrando bien todas las ventanas y bandas del invernadero.
- Usando doble cubierta de plástico.
- La calefacción, método que es ligeramente caro.
- Buena orientación y estructura del invernadero.

### 4.2. ( Humedad ]

La berenjena es menos exigente en humedad que pepino, pimiento y tomate. La humedad óptima está comprendida entre el 50 y el 65%, valores que están por debajo de la media en el interior del invernadero, que suele ser del 70 al 75% como mínimo en otoño e invierno, según las horas del día.

Con humedad alta y temperatura alta tendremos una floración deficiente, caída de flores, frutos deformes y disminución del crecimiento. En invernadero si la humedad es alta se producen condensaciones que pueden favorecer la aparición de enfermedades aéreas. Cuando la humedad es escasa también se retrasa el crecimiento, se produce la caída de flores y mala fecundación dando lugar a frutos deformes.

La forma de influir en la humedad dentro del invernadero es similar a la usada para las temperaturas.

#### ■ Para bajar la humedad

- Control de riegos.
- Ventilación en horas de máxima evaporación, teniendo en cuenta la humedad exterior (nieblas).
- Calefacción, subiendo la temperatura disminuye la humedad relativa.
- Enarenado o acolchado de plástico en el suelo.

#### ■ Para subir la humedad

- Humidificación.
- Riegos.
- Humectación o cooling.
- Cerrar ventanas y bandas (vientos secos).

### 4.3. ( Luminosidad ]

Unidos a los factores anteriores puede ocasionar graves problemas, porque la be-



berenjena necesita de diez a doce horas de luz, por lo que en la época de otoño e invierno, con días cortos, es necesario aprovechar al máximo las horas de luz, con el fin de evitar aborto de flores y crecimiento exuberante.

Para corregir la luminosidad se pueden usar:

- Plásticos transparentes incoloros, que aumentan la luminosidad, por lo que son buenos para el invierno; mientras que los amarillos disminuyen la luminosidad.
- Sombreo en caso de exceso de luminosidad.
- Labores culturales como poda de formación y de hojas.

#### 4.4. ( Suelo ]

La berenjena es una planta poco exigente en suelo, hay que tener en cuenta que posee un sistema radicular potente y muy profundo, por lo que los suelos que mejor le van son los francos y profundos. Puede haber problemas en suelos arcillosos por asfixia radicular, tanto en planta joven como adulta.

Con respecto a la salinidad es más resistente que el pimiento y menos que el tomate. El pH óptimo está entre 6 y 8 en invernadero enarenado; con pH ácido presenta problemas de crecimiento y producción.

### 5. ( ELECCIÓN DEL MATERIAL VEGETAL ]

Al contrario de lo que ocurre en las 100.000 ha cultivadas en toda la cuenca mediterránea, solamente en el caso de los cultivos protegidos bajo plástico para producir en invierno se tienen presentes la utilización de variedades híbridas, como es el caso de Almería, y ciertas zonas de Sicilia, Grecia y Turquía en menor cantidad, ya que el resto de la producción está basada en variedades locales.

En nuestro caso tenemos actualmente dos tipos apreciados por el mercado:

■ Globosa, más aceptada por el mercado nacional, aunque en descenso. Frutos casi esféricos de color negro o violeta oscuro.

■ Semilarga, de diámetro inferior y más alargada que la anterior. Es más apreciada, tanto en el mercado interior como en el exterior.

Una vez decidido el tipo de berenjena, tendremos en cuenta las variedades disponibles en el mercado, observando las siguientes características:

■ Porte de la planta, mejor erguido que abierto.

■ Color del fruto, generalmente el mercado prefiere frutos brillantes de color negro o morado oscuro.

■ Color y sabor de la pulpa, puede ser blanca o verdosa, esta última implica sabor picante y amargo con textura esponjosa.

■ Resistencia al transporte, es importante disponer de un fruto con consistencia, con el fin de evitar problemas durante el transporte; hay que destacar dos caracterís-

ticas, la consistencia del fruto o firmeza y la resistencia de la piel a roces o golpes que evite la aparición de manchas.

■ Resistencia a enfermedades, actualmente apenas existen resistencias y en casos extremos se recurre al injerto sobre tomate, muy poco usado en Almería.

### 5.1. ( Variedades más usadas ]

- **Bonica F1:** Tipo globosa; híbrido de porte bajo, fruto de forma oval, redonda, de color violeta oscuro y brillante, que puede superar los trescientos gramos de peso. Muy precoz y resistente a TMV y CMV.

- **Dalia F1:** Tipo globosa; planta de entrenudos cortos, hojas pequeñas y crecimiento lento, lo que permite hacer plantaciones en épocas de mucho calor. Fruto redondo que mantiene el color negro brillante y en invierno no pierde forma ni consistencia. Tiene buena fecundación en los meses fríos, aceptando bien las hormonas.

- **Cava RZ F1:** Tipo semilarga; planta muy vigorosa de porte alto. Piel de color negro intenso, muy brillante y de gran firmeza, cáliz pequeño y sin espinas.

- **Cyntia F1:** Tipo semilarga; variedad precoz. Planta de entrenudos cortos. Frutos negros, brillantes, muy consistentes y cáliz sin espinas. Muy productiva.

- **Cristal F1:** Tipo semilarga ligeramente corta; frutos uniformes de color negro muy brillantes, muy consistentes y con pocas espinas sobre el cáliz. Facilidad para el cuaje y alto rendimiento. Muy precoz. Es la más cultivada en la actualidad.

## 6. ( LABORES CULTURALES ]

### 6.1. ( Preparación del terreno ]

Una vez limpio el invernadero, se hace la desinfección o solarización del suelo, en caso de que sea necesario; pasado el plazo de seguridad, en caso de desinfección, se da una labor con cuchilla a la arena para mullirla.

### 6.2. ( Plantación ]

En caso de enarenado se abre una carilla de unos veinte o treinta centímetros de anchura y se colocan las gomas de riego en función del marco de plantación elegido.

En caso de no haber arena se suele colocar un plástico que cubra todo el suelo. Es necesario dar un riego el día anterior o el mismo día, lo suficientemente copioso para que el suelo quede con buen tempero, estando listo para plantar.

La plantación normalmente se hace con barra, aunque para mejorar las condiciones del suelo sería más aconsejable hacerlo con mancaje o escardillo, pero es más laborioso y costoso. Una vez hecha la plantación se da un riego de asiento y continuamos con riegos diarios hasta los cinco o diez días, tiempo que tarda en enraizar; pasando a riegos menos frecuentes.



### 6.3. (Aporcado ]

Pasados los quince o veinte días desde el transplante se procede a allanar la arena, pero si queremos aportar materia orgánica conviene aporcar un poco de arena al tronco de la berenjena y a continuación en toda la carilla que queda abierta echamos el estiércol.

Si no pretendemos estercolar no es necesario abrir la carilla a todo lo largo del líneo, si no apartar la arena junto al gotero, dejando una superficie vista de suelo de unos 20 x 20 cm, a la que podemos añadir, en vez de estiércol, humus de lombriz, que no nos dará problemas de enfermedades en cuello.

Una vez hecho el aporte de materia orgánica, se aporca, allanando la arena; Si no hay arena esta labor no se hace y la materia orgánica se aplica directamente al suelo antes de colocar el plástico.

Cuando se trata de plantaciones realizadas en el mes de diciembre se puede hacer un tunelillo de plástico o manta térmica sobre cada línea de cultivo o bien colocar doble techo; para evitar un retraso por frío o helada.

### 6.4. (Binas y escardas ]

Conviene mover la arena en los primeros días de cultivo y eliminar las malas hierbas, lo mismo en suelo desnudo, ya que una vez que el cultivo se ha desarrollado dificulta la vegetación de malas hierbas.

### 6.5. (Poda de formación ]

Es necesaria para conseguir mayor precocidad y mejor calidad, aun reduciendo el número de frutos. También mejora mucho la aireación y luminosidad de la planta. Los tallos que brotan por debajo de la cruz, que se denominan chupones, se eliminan todos, junto con las hojas, después del aporcado.

La poda se realiza a partir de los dos tallos que parten de la cruz. Según el marco de plantación la planta quedará con dos, tres o cuatro tallos; para cuatro brazos dejaremos un tallo a cada brazo principal y así tenemos los cuatro brazos definitivos; de estos tallos brotarán, primero una flor, a continuación una hoja y de la axila de ésta otro tallo que deberemos dejarlo crecer hasta que aparezca la flor y despuntar por la axila de la siguiente hoja, dejando ésta última, y así sucesivamente a lo largo de los cuatro tallos principales.

Los cortes de poda se realizarán con tijeras o cuchillo, dejando una herida limpia, con el fin de evitar problemas de enfermedades.

### 6.6. (Entutorado ]

El entutorado de la berenjena es imprescindible ya que los tallos se parten por el peso de los frutos; también se mejoran la ventilación y luminosidad y por tanto, la floración y cuajado.

Este entutorado se realiza con hilo de rafia colocado de forma vertical a cada tallo y liando éste al hilo conforme va creciendo la planta.

### 6.7. ( Poda de hojas ]

Al tener hojas muy frondosas es necesario aclarar un poco la planta, aun después de haber realizado la poda; consiste en eliminar hojas del interior de la planta y hojas bajas, lo cual favorece la aireación.

Como norma general, las podas hay que realizarlas con poca humedad ambiental y plantas secas.

### 6.8. ( Cuajado de frutos ]

Normalmente cuando las condiciones de temperatura y humedad están en los óptimos, no hay problemas con la polinización, aunque ésta se ve mejorada con la aplicación de un chorro de aire dirigido a la flor.

Cuando las condiciones son adversas se deben utilizar bioestimulantes con el fin de potenciar la actividad de la planta mermada por dichas condiciones.

También se están utilizando abejorros para la polinización.

### 6.9. ( Aclareo de flores y frutos ]

De las tres o cuatro flores que forman el ramillete floral sólo una da lugar al fruto principal, el resto conviene eliminarlas; también deben eliminarse los frutos defectuosos o dañados por plagas y/o enfermedades.

### 6.10. ( Poda de regeneración ]

Para conseguir dos ciclos de cultivo con la misma planta se cortan los cuatro tallos principales, dejando tres o cuatro yemas a cada tallo. Una vez que han brotado sólo se deja un brote a cada tallo principal.

Este tipo de poda está actualmente en desuso.

## 7. ( MARCOS DE PLANTACIÓN ]

El marco de plantación depende de la poda de formación que se vaya a realizar, del ciclo de cultivo, de la variedad, del tipo de invernadero, etc.

Los marcos de plantación más usuales deben proporcionar de tres a cuatro tallos por m<sup>2</sup>, quedando de la siguiente forma:

- 2 x 0,5 m, formando la planta a cuatro tallos.
- 1,75 x 0,5 m, formando la planta a tres o cuatro tallos.
- 1,5 x 0,75 m, formando la planta a cuatro tallos.



- 1,5 x 0,5 m, formando la planta a tres tallos.
- 1 x 0,5 m, formando la planta a dos tallos.

Todos estos marcos de plantación se adaptan bien a las variedades de porte erguido que actualmente se plantan, así como para las épocas de cultivo más corrientes.

## 8. ( FECHAS DE PLANTACIÓN ]

En la provincia de Almería, en cultivo de invernadero, hay tres fechas de plantación que se solapan:

■ Plantación del 15 de agosto al 15 de septiembre, comenzando la recolección en octubre y finalizando en junio.

■ Plantación del 1 al 15 de agosto, comenzando la recolección a finales de septiembre y finalizando en diciembre.

■ Plantación del 15 al 30 de diciembre, comenzando la recolección en marzo y finalizando en junio.

La semilla conviene sembrarla de 33 a 45 días antes de la plantación, según sea verano u otoño respectivamente. Las siembras se realizan en semilleros comerciales.

## 9. ( RIEGOS Y FERTILIZANTES ]

Nos referiremos siempre al riego por goteo, por ser el más usual.

Se comenzará con un riego abundante antes de la plantación y otro inmediatamente después, menos copioso. Una vez enraizada la planta las necesidades hídricas son bajas; hay que procurar que el desarrollo vegetativo no sea muy exuberante ya que puede dificultar la floración y cuaje, llevando a la planta a un desarrollo más vegetativo que generativo.

### 9.1. ( Factores que influyen en el riego ]

Los principales factores que influyen en el riego son los siguientes:

■ Suelo, en suelos franco arenosos los riegos serán más cortos y frecuentes, mientras que en suelos limosos o arcillosos los riegos serán más largos y menos frecuentes.

■ Agua, en suelos arenosos o con buen drenaje se podrá usar agua de elevada conductividad eléctrica, mientras que en suelos arcillosos se dificulta el lavado de sales, por lo que se deberá utilizar agua de mejor calidad. El enarenado mejora las características de suelos arcillosos frente a aguas salinas.

■ Ciclo de cultivo, según la época del año los consumos varían, oscilando de 1,5 L/m<sup>2</sup> y día, recién plantado en agosto hasta 6 L/m<sup>2</sup> y día en el mes de junio.

■ Viento, si el viento dominante es de levante el consumo de agua es mayor.

■ Arena, a mayor calibre mayor necesidad de agua.

### 9.2. ( **Calendario de riego** )

Durante el periodo de cultivo la distribución del riego se realiza:

- Antes de la plantación se dará un riego abundante, del orden de 20 a 30 L/m<sup>2</sup>.
- Una vez hecha la plantación se riega diariamente de 1,5 a 2 L/m<sup>2</sup>.
- Cuando se encuentra enraizada, esto suele ocurrir a los 7 u 8 días después del trasplante, disminuimos la frecuencia de riego a día sí, día no, pasando incluso, según el tipo de suelo, a no regar durante 5-7 días, con el fin de forzar el crecimiento radicular.
- Pasado este periodo se riega cada 2-3 días, de 4 a 5 L/m<sup>2</sup>, hasta el cuajado de los primeros frutos.
- Cuando los primeros frutos comienzan su desarrollo es necesario aumentar paulatinamente el volumen de agua, que puede variar de 4 a 9 L/m<sup>2</sup>, cada dos o tres días, o incluso diarios, según el tipo de arena, suelo, época y vientos dominantes.

### 9.3. ( **Riegos de lavado** )

Se realizaran riegos de lavado para evitar la acumulación de sales en la zona radicular. Estos riegos se realizarán principalmente en épocas calurosas con una frecuencia de 7 a 10 días con el doble de agua de lo normal.

### 9.4. ( **Fertilización** )

Partiendo del consumo de agua expuesto anteriormente, sólo tenemos que añadir al agua los nutrientes necesarios para formular una solución nutritiva acorde con las necesidades de cultivo y que a lo largo del cultivo tendrá ligeras variaciones en función del estado vegetativo en que se encuentre, así como de análisis de suelo y foliares que se vayan efectuando.

■ **Análisis de suelo:** conviene hacer uno completo antes de la plantación y realizar las enmiendas que sean necesarias y a lo largo del cultivo se realizarán de tres a cinco análisis del extracto saturado con el fin de ver la evolución del suelo.

■ **Análisis de agua:** se realiza a principios de campaña, para poder formular la solución nutritiva que interese, teniendo en cuenta los rasgos generales del suelo.

■ **Solución nutritiva ideal:** aunque no existe la solución ideal, siempre hay unos valores de referencia alrededor de los cuales se trabaja. En las páginas siguientes se exponen tres ejemplos con tres tipos de aguas y los abonos correspondientes a aportar.

### 9.5. ( **Microelementos** )

Los aportes de microelementos a la solución nutritiva son los siguientes:

Fe	Mn	Cu	Zn	B
2 ppm	1 ppm	0,1 ppm	0,1 ppm	0,5 ppm



Teniendo en cuenta que la influencia del suelo, así como las bajas temperaturas los hace poco asimilables, conviene hacer análisis foliares para determinar posibles carencias, sobre todo en épocas de máxima producción y de invierno. En general suelen aparecer carencias, sobre todo de Fe y Mn, para corregirlas existen compuestos quelatados a base de estos elementos, tanto para aplicar al suelo vía riego como vía foliar.

Los niveles normales en hoja, son los siguientes:

N	P	K	Mg	Ca	Fe	Mn	Cu	Zn	B
% sms					ppm				
3,5-5,5	0,4-0,9	3,5-5,5	0,4-1	2,4-3,6	100-240	90	10-20	20	25

## 9.6. (Otros nutrientes ]

Como apoyo a la nutrición se pueden aportar ácidos húmicos, aminoácidos y otros bioestimulantes para momentos de estrés por frío, calor, exceso de producción, fitotoxicidad, y otras fisiopatías.

## 10. (PLAGAS, ENFERMEDADES Y OTRAS FISIOPATÍAS)

Descripción de las principales plagas y enfermedades presentes en el cultivo de la berenjena en la provincia de Almería; antes se señalarán algunas medidas preventivas y culturales para mejorar la protección de los cultivos, con el fin de reducir el número de tratamientos químicos.

### 10.1. (Medidas culturales ]

- Se recomienda tratar la estructura de los invernaderos y suelo antes de una nueva plantación.
- Limpieza de malas hierbas y restos del cultivo anterior, tanto dentro como en el exterior del invernadero.
- Colocación de mallas en bandas y ventanas del invernadero.
- Utilización de variedades resistentes, si las hay.
- Utilización de plantas y semillas sanas.
- Marcos de plantación adecuados.
- No asociar cultivos.
- Vigilar los primeros estadios de crecimiento de las plantas, cuando los ataques son más graves.
- Colocación de elementos para captura y eliminación de plagas: placas cromotrópicas azules y amarillas.
- Buen manejo de riegos y abonado.
- Evitar contaminación a través de aperos, ropa, etc.
- Los restos de poda y limpiezas no deben permanecer dentro del invernadero.

**Ejemplo 1:**

	Aniones mmol/l						Cationes mmol/l						pH	An.(-) meq/l	Cat.(+) meq/l	C.E. mS/cm	
	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>		Na <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>						
Solución Ideal	12	1,5	3	0,5	0	0	0	0	7	5	2,7						CEw
AGUA	0	0	0,1	3,8	0,2		0,5	0	0	1	1			8	4,2	4,5	0,5
Aportes	12	1,5	2,9	0	0		0	0	7	4	1,7						
S.N.Final	12,00	1,50	4,20	0,50	0,20		0,50	0,40	7,00	5,00	2,70			5,5	22,60	23,30	2,30
<b>Superficie</b>	<b>5000</b>	<b>m2</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>	<b>Acido</b>							
Ac.Fosforico			1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	500						
Ac.Nitrico				50,0													
Nitrato Cálcico			100,0														
Fosfato Monopotásico				0,0	0,0	0,0	###	###	###	###							
Sulfato Potásico				169,8	187,9	100,0	###	###	###	###							
Sulfato Magnésico				170,0	188,2	100,1	###	###	###	###							
Nitrato Amónico 33%			0,0							###							
Nitrato Potásico			27,8	90,3	100,0	53,2	###	###	###	###							
Fosfato monoamónico				0,0	0,0	0,0	###	###	###	###							
Microelementos																	
Sulfato amónico																	
505,7		Caudal	240,0	73,8	66,7	125,3	0,0	0,0	0,0	0,0	84,2						
100		Porcentaje	47,5	14,6	13,2	24,8	0,0	0,0	0,0	0,0							



▲ Ejemplo 2:

	Aniones mmol/l					Cationes mmol/l					pH	An.(-) meq/l	Cat.(+) meq/l	C.E. mS/cm	
	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	Na <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>					
Solución Ideal	14	1,5	2,5	0,5	2	2	0	5	5	2,7					
AGUA	0,07	0	0,6	4,25	9,9	6	0	0,22	2	2,2	7,6	15,42	14,62		1,54
Aportes	13,9	1,5	1,9	0	0	0	0	4,78	3	0,5					
S.N.Final	13,10	1,50	1,10	0,50	9,90	6	0,30	5,00	5,00	2,70	5,5	27,20	28,70		2,70

	Superficie	5000	m2							Acido
			A	B	C	D	E	F	G	
Ac.Fosfórico			1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	500
Ac.Nítrico				50,0						
Nitrato Cálcico			100,0							25,0
Fosfato Monopotásico				0,0	0,0	###	###	###	###	###
Sulfato Potásico				0,0	0,0	100,0	###	###	###	###
Sulfato Magnésico				50,5	25,5	###	###	###	###	###
Nitrato Amónico 33%			0,0							
Nitrato Potásico			80,5	198,3	100,0	###	###	###	###	###
Fosfato monoamónico				0,0	0,0	###	###	###	###	###
Microelementos										
Sulfato amónico										
398,6	Caudal		180,0	73,8	144,8	0,0	0,0	0,0	0,0	105,3
100	Porcentaje		45,2	18,5	36,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

## Ejemplo 3:

	Aniones mmol/l						Cationes mmol/l						pH	An.(-) meq/l	Cat.(+) meq/l	C.E. mS/cm
	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	Na <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>						
Solución Ideal	14	1,5	2	0,5	2	2	0	5	6	2,5						CEw
AGUA	0,09	0	2,1	4,03	26	19,8	0	0,4	3,7	2,5						3,5
Aportes	13,9	1,5	0	0	0	0	0	4,5	2,3	0						CE
S.N.Final	11,32	1,50	2,10	0,50	26,00	19,80	0,23	5,00	6,00	2,50						4,28
<b>Superficie</b>	<b>5000</b>	<b>m2</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>	<b>Acido</b>						
Ac.Fosfórico			1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	500						
Ac.Nítrico																
Nitrato Cálculo			100,0													
Fosfato Monopotásico				0,0	0,0	###	###	###	###	###						
Sulfato Potásico				0,0	0,0	100,0	###	###	###	###						
Sulfato Magnésico				0,0	0,0	###	###	###	###	###						
Nitrato Amónico 33%			0,0							###						
Nitrato Potásico			101,0	188,9	100,0	###	###	###	###	###						
Fosfato monoamónico				0,0	0,0	###	###	###	###	###						
Microelementos																
Sulfato amónico																
351,2		Caudal	138,0	73,8	139,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0						95,0
100		Porcentaje	39,3	21,0	39,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0						



## 10.2. ( Plagas ]

- **Araña roja** (*Tetranychus urticae* Koch): Se desarrolla en el envés de las hojas causando decoloraciones, punteaduras o manchas amarillentas que pueden apreciarse por el haz como primeros síntomas, con mayores poblaciones se produce desecación y por tanto pérdida de masa foliar, así como daños en el pedúnculo y en el fruto.

Los ataques son graves sobre todo en los primeros estadios fenológicos. El desarrollo de la plaga se ve favorecido con altas temperaturas y baja humedad.

Las principales materias activas empleadas en control químico son las siguientes: azufre, abamectina, acrinatrín.

- **Araña blanca** (*Polyphagotarsonemus latus* Banks): Aparece siempre en las zonas apicales de la planta, produciendo filimorfismos, curvaturas en las hojas, llegando incluso a perder las plantas los brotes de crecimiento. Tanto el pedúnculo como el fruto pierden la calidad comercial.

Las principales materias activas empleadas en control químico son las siguientes: azufre y abamectina. Conviene dar un segundo tratamiento a los cuatro días en los focos de aparición.

- **Mosca blanca**: Se distinguen dos especies de mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* West y *Bemisia tabaci* Genn. Los daños son producidos tanto por larvas como por adultos, provocando amarilleamientos en las hojas, incluso pérdida de masa foliar; además sobre la melaza que segregan las larvas se puede desarrollar la negrilla. Los daños en fruto son producidos tanto por la melaza segregada como por la negrilla.

Las principales materias activas empleadas en control químico son las siguientes: metomilo, piridaben, piriproxifen, imidacloprid.

- **Pulgones**: Se distinguen dos especies *Myzus persicae* y *Aphis gossypii*. Su distribución normalmente es por focos. Los principales daños son deformaciones en hojas nuevas, lo que provoca pérdida de crecimiento y en la melaza que segregan se desarrolla la negrilla.

Las principales materias activas empleadas en control químico son las siguientes: imidacloprid, pirimicarb. Es conveniente repetir tratamientos en focos.

- **Submarino o minador** (*Liriomyza* spp.): Los daños están ocasionados por las picaduras de alimentación, puestas de los adultos y por el posterior desarrollo de las larvas dentro del tejido de las hojas formando galerías perfectamente visibles. Estas galerías aparecen en el haz o en el envés de las hojas, dependiendo de la especie.

Las principales materias activas empleadas en control químico son las siguientes: ciromazina, abamectina.

- **Trips** (*Frankliniella occidentalis*): Los daños son producidos tanto por larvas como por adultos, debido a su alimentación, provocando una decoloración plateada en hojas y pedúnculo; en el fruto produce pústulas en la parte inferior del fruto. Otro daño importante es la transmisión de TSWV.

Las principales materias activas empleadas en control químico son las siguientes: formetanato, malation y acrinatin.

- **Larvas de lepidópteros:** *Heliothis*, *Spodoptera* y *Plusia*. Pueden causar daños en hoja, tallos y frutos.

Las principales materias activas empleadas son las siguientes: *Bacillus thuringiensis* (hay varias cepas), tebufenocida, deltametrín, flufenoxuron.

- **Nematodos** (*Meloidegyna spp*): Penetran en las raíces provocando engrosamiento de las raíces, aparición de agallas y disminución del crecimiento de las mismas. En ataques fuertes se aprecian en las raíces las típicas patatillas.

Las principales materias activas empleadas en control químico son las siguientes: dicloropropeno (en desinfección de suelos antes de la plantación), y oxamilo. También se puede solarizar durante el verano.

A parte del control químico existe también el control biológico, que se realiza con productos biológicos (bacterias y hongos) y con parásitos y depredadores (espontáneos o introducidos) y el manejo integrado de plagas, que combina un control químico racional con la lucha biológica.

### 10.3. ( Enfermedades y virosis )

- **Mildiu terrestre.** Esta enfermedad es causada por *Phytophthora nicotianae*, causando daños en el cuello de la planta, provocando marchitez e incluso la muerte de las plantas afectadas. Se ve favorecida por encharcamientos y épocas de poca actividad vegetativa.

Las principales materias activas empleadas en control químico son las siguientes: propamocarb. Los suelos afectados se pueden solarizar o desinfectar con Metam – Na.

- **Verticiliosis.** Enfermedad provocada por *Verticillium dahliae*. Los síntomas empiezan por una marchitez y continúan con clorosis laterales en las hojas, provocando la muerte de la planta.

Las principales materias activas empleadas en control químico son las siguientes: polioxina-B. Desinfección de suelos.

- **Podredumbre gris.** Enfermedad causada por *Botrytis cinerea*. Produce en hojas, tallos y frutos una podredumbre blanda en los que se observa el micelio gris del hongo. Los puntos de mayor infección suelen ser los cortes de poda, los pétalos de las flores, los frutos abortados y las heridas causadas por insectos como minador. Esta enfermedad se ve muy favorecida por la elevada humedad relativa dentro del invernadero.

Las principales materias activas empleadas en control químico son las siguientes: iprodiona, pirimetanil, ciprodinil + fludioxonil, diclofluanida + tebuconazol, clortalonil, carbendazima, + dietofencarb.

- **Esclerotiniosis.** Es producida por *Esclerotinia esclerotiorum*. Produce una podredumbre blanda que acaba secándose y apareciendo un micelio algodonoso blanco con numerosos esclerocios blancos al principio y negros después. Suele atacar sobre todo al tallo, provocando la muerte del mismo, apareciendo los esclerocios en el interior del tallo.

Las principales materias activas empleadas en control químico son las siguientes: iprodiona, pirimetanil, ciprodinil + fludioxonil, diclofluanida + tebuconazol, clortalonil, carbendazima, + dietofencarb.



- **Alternaria.** Está producida por el hongo *Alternaria solani*. En las hojas aparecen unas manchas de color pardusco, bordeadas de color amarillento, de formas más o menos redondeadas y concéntricas.

Las principales materias activas empleadas en control químico son las siguientes: clortalonil, procimidona y oxiclورو de cobre.

- **Virus del bronceado del tomate (TSWV).** Virus transmitido por trips que provoca arabescos en las hojas con puntos y manchas necróticas; en el fruto aparecen abullonaduras en todo el fruto.

- **Virus del enanismo ramificado del tomate (TBSV).** Se observa una fuerte clorosis en las hojas apicales con necrosis de nervios y en los frutos abullonaduras y deformaciones. Se transmite por suelo y agua. Se desconoce la intervención de algún vector biológico.

#### 10.4. ( Fisiopatías ]

Las fisiopatías son daños ocasionados por alteraciones fisiológicas. Se nombran las más importantes: blossom-end rot, fitotoxicidades provocadas por reguladores de crecimiento, herbicidas y pesticidas, rajado de frutos, golpes de sol, deformaciones de frutos, etc.

#### 11. ( RECOLECCIÓN ]

Conviene seguir unas normas básicas para la recolección de la berenjena:

- Cortar el fruto siempre por las mañanas y a ser posible exento de humedad.
- Respetar siempre el plazo de seguridad de las materias activas empleadas en los tratamientos, con el fin de no superar los L.M.R..
- Usar siempre tijera y dejar un centímetro de pedúnculo.
- No presionar el fruto con las manos, usar éstas simplemente como apoyo.
- Colocar las berenjenas directamente en la caja de campo y entre capa y capa colocar un separador.



(TEMA 18]

A large, stylized illustration of a watermelon in shades of light blue and teal, with a thick outline and wavy lines below it representing the watermelon's shape and texture. The title text is overlaid on the upper part of the watermelon.

# EL CULTIVO PROTEGIDO DEL MELÓN

**José Manuel Cantón Ramos**

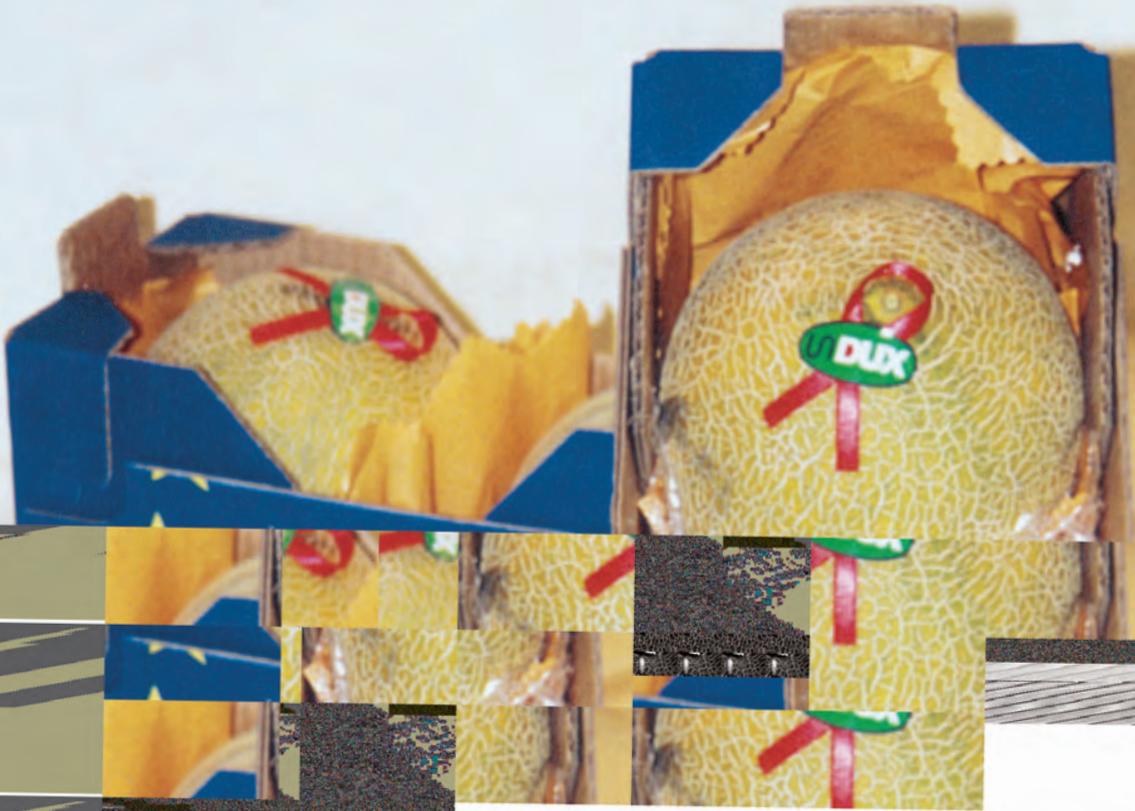
Ingeniero Técnico Agrícola. Departamento Técnico “S.A.T. COSTA DE ALMERÍA”

**Isabel Galera García**

Ingeniero Técnico Agrícola. Jefa del Departamento Técnico “S.C.A. COPROHÑÍJAR”

**Antonio Martínez Martínez**

Ingeniero Técnico Agrícola. Servicio Técnico Agrícola “S.C.A. HORTAMAR”





## 1. ( INTRODUCCIÓN ]

A principios de los sesenta se empezaron a plantar los primeros melones en la provincia de Almería, siendo el melón **Amarillo** el de más aceptación seguido del **Charentais** y del **Piel de sapo**. Estas plantaciones se hacían al aire libre y sobre suelo arenado.

Al inicio de la siguiente década se empezaron a hacer los primeros cultivos de melón en invernadero, donde además del ya citado **Amarillo** y **Charentais** se empieza a realizar melón **Ogen**, que a la postre se rebeló como uno de los parentales del posterior **Galia**, la superficie que se hacía de este cultivo era muy pequeña, pero de un modo paulatino se realizaría un incremento de la misma. Estas primeras plantaciones se iniciaron en la Vega de Adra y en el Campo de Níjar. A finales de los setenta, principios de los ochenta hubo un gran despegue en la superficie del melón, coincidiendo con la venida de grupos de comercializadores franceses para realizar aquí melón **Cantaloup**, tanto de tipo **Charentais** como **Vedrantais** así como con la aparición en el mercado de los melones **Galia**. En ese momento se pueden diferenciar cuatro zonas de melón en Almería: la de Adra, donde se hace una gran especialización en melón del tipo **Piel de sapo** y Rochet, precursores de lo que son los actuales melones del tipo **Verde españoles** y que fundamentalmente iban dirigidos al consumidor nacional; la zona del Poniente, con cultivos innovadores de melón **Galia** para mercados de exportación y las zonas de Roquetas de Mar y Níjar donde se realiza fundamentalmente melón de tipo cantaloup, a la sombra de los comerciantes franceses y de empresas del Levante Español, fundamentalmente Valencianas, que trabajaban ese melón no sólo para el mercado Francés, sino también para el Belga y algunas zonas de Inglaterra.

A principios de los noventa el melón **Galia** tuvo problemas debido a los daños que sufría con el virus del Cribado (MNSV). En la actualidad ese problema se está solucionando con la aparición en el mercado de variedades resistentes y también se ha empezado a utilizar el injerto sobre híbridos interespecíficos de calabaza, que ya empiezan a tener en los productores bastante aceptación.

En estos momentos la superficie de invernadero dedicado al cultivo de melón tipo **Galia** es superior a la de tipo **Cantaloup**, siguiendo en importancia los melones tipo **Verdes españoles** y por último los tipo **Amarillos**.

## 2. ( BREVE DESCRIPCIÓN BOTÁNICA. DESCRIPCIÓN BIOLÓGICA ]

Pertenece a la familia *Cucurbitaceae*, y su nombre científico es *Cucumis melo* L. Posee un sistema radicular muy abundante y ramificado, de crecimiento rápido, y del cual algunas de sus raíces pueden alcanzar una profundidad de 1,20 m, aunque la mayoría de ellas se encuentran entre los primeros 30-40 cm de suelo. Sus tallos son herbáceos, recubiertos de formaciones pilosas, y su desarrollo puede ser rastroso o trepador debido a la presencia de zarcillos. Sus hojas, recubiertas de pelos y de tacto áspero, poseen el limbo orbicular aovado, reniforme o pentagonal, dividido en 3-7 lóbulos y con los márgenes dentados.

Las flores son solitarias, de color amarillo y por su sexo pueden ser masculinas, femeninas o hermafroditas. Las flores masculinas suelen aparecer en primer lugar sobre

los entrenudos más bajos, mientras que las flores femeninas aparecen más tarde en las ramificaciones de segunda y tercera generación, aunque siempre conjuntamente con otras flores masculinas. La fecundación del melón es principalmente entomófila.

La forma del fruto es variable, pudiendo ser esférica, deprimida o flexuosa; la corteza de color verde, amarillo, anaranjado o blanco, puede ser lisa, reticulada o estriada. La pulpa puede ser blanca, amarilla, cremosa, anaranjada, asalmonada o verdosa. El extremo opuesto a la inserción peduncular recibe el nombre de ombligo. En un fruto pueden existir entre 200 y 600 semillas. En un gramo pueden contenerse aproximadamente entre 22 y 50 semillas, según las variedades. La capacidad germinativa media de las semillas de melón suele ser de unos cinco años, si se conservan en buenas condiciones.

La apertura de la flor tiene lugar a primera hora de la mañana y dura 4-6 horas normalmente. Si la flor no es fecundada, renueva su apertura en días sucesivos. Las flores femeninas no fecundadas tienen la capacidad de permanecer receptivas hasta dos o tres días. Una vez fecundado el ovario, comienza a engrosarse en muy breve periodo de tiempo. La fecundación se produce después de las 24 horas que necesita el tubo polínico para llegar al ovario. Si la polinización es insuficiente, se obtienen frutos que contienen menos semillas y frecuentemente deformados, lo que hace aconsejable la colocación de colmenas en las plantaciones. También es conveniente de cara a una buena polinización que la temperatura en el momento en que se abren las flores masculinas sea lo más próxima posible a 20 °C.

Debido, entre otros factores, a la demanda de elementos nutritivos que precisan algunos frutos, normalmente los primeros en cuajar, impiden la formación de otros jóvenes, provocando el desprendimiento de éstos. Los frutos alcanzan su madurez, en condiciones favorables de cultivo, a los 45 días de su fecundación (según variedades).

Con el objetivo de tipificar los tipos de fruto de melón por forma, color y estado en que están las semillas dentro del mismo, podríamos hacer el siguiente resumen:

### 2.1. (Formas del fruto ]

El fruto del melón puede tener forma variable:

- **Esférica:** típica de los melones tipos **Galia** y **Cantaloup**.
- **Esférica ligeramente achatada:** melones tipo **Charentais**.
- **Alargada:** típica de melones **Amarillos** y **Verdes españoles**.
- **Elíptica:** melones de nuevo material vegetal de **Verdes españoles**.
- **Ovoide:** aparece en algunas variedades de melones tipo **Galia**.

Aunque cada tipo tiene una forma típica, hay variaciones dependiendo de las características de tipo y/o variedad, de las condiciones de cultivo (temperatura, longitud del día...).

### 2.2. (Color de la piel ]

La piel es de distintos colores en función del tipo de melón de que se trate.



- **Verde más o menos oscuro:** melones **Verdes españoles**.
- **Verde claro y/o ligeramente grisáceo:** melones tipo **Charentais**.
- **Amarilla:** melones **Amarillos, Galia**.
- **Pardo:** melones fuertemente reticulados y con fondo amarillo, tipo **Cantaloup**.

### 2.3. ( **Características de la placenta** )

La placenta contiene las semillas del melón y puede ser seca, gelatinosa o acuosa en función de su consistencia; puede estar desprendida de la pulpa o adherida a la misma. Es importante que la placenta sea pequeña para que no reste la pulpa al volumen del fruto, y que las semillas estén bien situadas en la misma para que no se muevan internamente en el transporte a los mercados de destino. También es importante que el tamaño de la placenta se mantenga en las diferentes condiciones de cultivo a lo largo del año.

### 3. ( **EXIGENCIAS MEDIOAMBIENTALES** )

El melón requiere calor para su cultivo y una humedad no excesiva, pues de lo contrario su desarrollo no es normal, no madurando bien los frutos y perdiendo calidad en regiones húmedas y con poca insolación.

<b>Helada</b>		1 °C
<b>Detención de la vegetación</b>	<b>Aire</b>	13 a 15 °C
	<b>Suelo</b>	8 a 10 °C
<b>Germinación</b>	<b>Mínima</b>	15 °C
	<b>Óptima</b>	22 a 28 °C
	<b>Máxima</b>	39 °C
<b>Floración</b>	<b>Óptima</b>	20 a 23 °C
<b>Desarrollo</b>	<b>Óptima</b>	25 a 30 °C
<b>Maduración del fruto</b>	<b>Mínima</b>	25 °C

El desarrollo vegetativo de la planta queda detenido cuando la temperatura del aire es inferior a 13 °C, helándose a 1 °C. En cuanto a temperaturas óptimas, las ideales son las expuestas en el cuadro anterior.

En el primer desarrollo de la planta, la humedad relativa debe ser del 65-75%, en floración del 60-70%, y en la fructificación del 55-65%.

La relación entre la temperatura del suelo y los días necesarios para la nascencia de la semilla sembrada a 1,25 cm de profundidad es la siguiente:

<b>Temperatura del suelo</b>	15 °C	20 °C	25 °C	30 °C
<b>Días necesarios</b>	10	8	4	3

Las plantas de melón necesitan bastante agua en el período de crecimiento y durante la maduración de los frutos. Estas necesidades están ligadas al clima local y a la insolación. La falta de agua en el cultivo da lugar a menores rendimientos, tanto en cantidad como en calidad.

La duración de la luminosidad y de la temperatura tiene su influencia no sólo en el crecimiento de la planta, sino en la inducción floral, en la fecundación de las flores perfectas y en el ritmo de absorción de elementos nutritivos.

Otra acción que ejerce la luminosidad sobre el melón es la reducción del número de flores macho y un aumento del número de flores perfectas, aunque a lo largo del desarrollo de la planta en un ciclo de primavera típico, el resultado del aumento conjunto de luminosidad y temperatura se traduce, sobre todo en los cultivares tradicionales de melón tipo español, en un aumento de proporción de flores macho en detrimento de las flores con ovarios. El desarrollo de los tejidos del ovario está profundamente influenciado por la temperatura y horas de iluminación. En general, días largos y temperaturas elevadas reprimen el desarrollo de flores con ovarios, mientras que días cortos con temperaturas bajas favorecen el desarrollo de flores con ovarios. El CO<sub>2</sub>, etefon, daminocida y el etileno estimulan el desarrollo de flores femeninas, así como algunas auxinas. Algunas de estas sustancias, además, tienen un efecto enanizante.

En cuanto a suelos, aún sin ser muy exigente, el melón da mejores resultados cuando el suelo rico en materia orgánica, profundo, mullido, bien drenado, con buena aireación y un pH ideal entre 6 y 7. Sí es exigente en cuanto a la capacidad de retención del agua por el suelo, ya que los encharcamientos producen podredumbres en el fruto e impiden el normal funcionamiento del sistema radicular, por lo que es necesario que el suelo tenga un buen drenaje.

Se encuentra entre las especies moderadamente sensibles a la salinidad; tolera aguas de 1,5 dS/m de C.E. y suelos de 2,2, pero cada unidad de incremento de este valor del suelo representa una baja en producción del 7,5%.

#### 4. ( NECESIDADES MEDIAS DE AGUA )

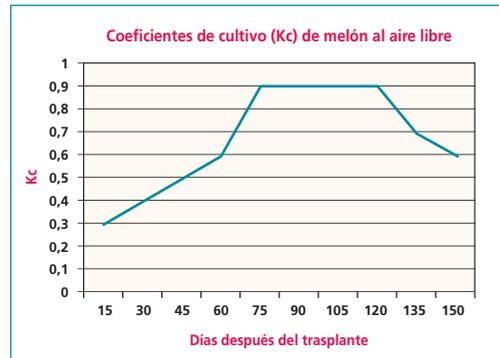
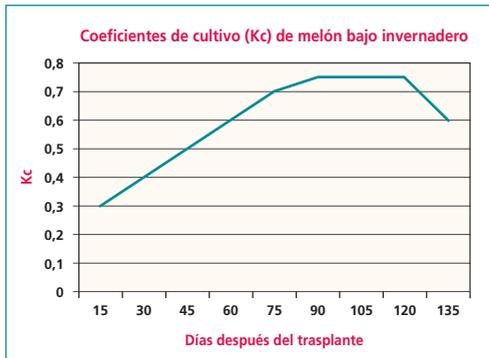
Según los estudios realizados por el equipo Técnico de la Estación Experimental de Cajamar “las Palmerillas”, los consumos medios en agua del cultivo del melón en nuestra zona son los que se exponen en el cuadro siguiente. El consumo está expresado en L/m<sup>2</sup>-día.

	Enero		Febrero		Marzo		Abril		Mayo		Junio		Julio	
Fecha trasplante	1 al 15	16 al 31	1 al 14	15 al 28	1 al 15	16 al 31	1 al 15	16 al 30	1 al 15	16 al 31	1 al 15	16 al 30	1 al 15	
*	0,26	0,44	0,85	1,31	2,55	3,53	4,39	4,66	4,61	4,54	4,88	5,09	*	*
*	*	0,29	0,51	0,94	1,99	2,88	4,39	4,66	5,08	5,04	5,48	5,09	*	*
*	*	*	0,34	0,75	1,70	2,56	3,99	4,66	5,08	5,54	5,48	5,09	*	*
*	*	*	*	0,56	1,43	2,24	3,59	4,66	5,08	5,04	5,48	5,09	*	*
*	*	*	*	*	0,85	1,60	2,79	3,81	5,08	5,54	6,09	5,73	4,86	*



La extracción máxima de agua y de nutrientes durante el desarrollo del cultivo del melón ocurre justo después de la floración. El aporte de elementos nutritivos es muy importante en este periodo.

Durante la fase de floración, dependiendo de la situación del cultivo, a veces es conveniente provocar un ligero stress hídrico para facilitar el “enganche” de las flores recién cuajadas.



El melón es una planta muy sensible a la asfixia radicular provocada principalmente por excesos de agua en el suelo, bien por lluvias fuertes o bien por excesivos riegos, que desplazan el aire que contiene el terreno y, por tanto, el desarrollo de los pelos radiculares se reduce drásticamente debido a la carencia de oxígeno en el suelo.

Hay otros factores tales como mal drenaje de las parcelas o un nivel freático elevado que influye en una cantidad excesiva de agua a nivel radicular. La humedad relativa excesivamente alta en el interior de los invernaderos disminuye la evaporación y por tanto las necesidades de agua de las plantas.

El método de riego que mejor se adapta al cultivo del melón es el de alta frecuencia, riego “por goteo”. Este sistema nos permite regular el aporte de agua necesaria en cada momento, junto con la concentración adecuada de nutrientes necesaria para la planta en dicho momento. Cuando se utiliza acolchado hay que tener en cuenta para planificar los riegos que éste nos reduce la evaporación y conserva mejor la humedad bajo el mismo.

De un modo práctico el manejo del riego puede hacerse del siguiente modo: Se aconseja dar un riego bastante abundante unos días antes de la plantación para reducir el contenido de sales a nivel del sistema radicular, sobre todo si el agua que utilizamos tiene una elevada conductividad eléctrica.

Cuando el cultivo está recién plantado se recomienda dar riegos diarios y de menos cantidad de agua. Cuando se observe que la planta está enraizada se disminuye el riego, para producir un pequeño déficit hídrico, con el objeto de fomentar el desarrollo del sistema radicular. Cuando esté bien establecido, se empiezan a aumentar los riegos, realizándose ya con regularidad. De cara al cuaje, para inducir la floración, también

es recomendable reducir la dosis de agua, pero cuando se vean frutos cuajados se empiezan a aumentar los riegos progresivamente. Si le falta agua a los melones recién cuajados puede llegar a abortarlos.

No cortar el riego días antes de la recolección, lo correcto es disminuir la dosis, puede disminuir la calidad de los frutos.

El riego por aspersión, aunque empleado es el menos aconsejable; después de la floración es peligroso debido a la difusión de enfermedades criptogámicas que nos pueden aparecer y además por facilitar la pudrición de los frutos.

## 5. ( FERTILIZACIÓN ]

Es un cultivo que agradece bastante las aportaciones de estiércol siempre y cuando sea estiércol bien descompuesto. Las aportaciones de **Nitrógeno** influyen en el desarrollo foliar y en el tamaño del fruto, si bien un exceso de éste puede producir grietas en el fruto. La deficiencia de Nitrógeno produce una sintomatología en la planta que se manifiesta por un amarilleamiento de las hojas, comenzando por las basales. El crecimiento de la planta disminuye con entrenudos cortos y hojas pequeñas. Cuando la deficiencia es acusada, el crecimiento se paraliza, el amarilleamiento se intensifica generalizándose a toda la planta con defoliación de las hojas viejas. La carencia se corrige mediante la aplicación de fertilizantes minerales en forma de nitrato a razón de 75 ppm de N nítrico en el agua de riego hasta la desaparición.

El **Fósforo** es primordial para la abundante formación de frutos, estimulando su precocidad. No debemos olvidar el buen efecto que realiza sobre el estímulo del desarrollo radicular de la planta. Su carencia se caracteriza por un enanismo generalizado en toda la planta, acompañado de una reducción del tamaño de los entrenudos y por la aparición de una coloración rojiza en las hojas basales, que cuando la deficiencia es severa se transforman en punteaduras internerviales marrones que se alargan y finalmente se necrosan. La corrección se realiza mediante aplicaciones vía riego de concentraciones de 25-50 ppm de P hasta su desaparición. Con temperaturas de suelo algo bajas, es conveniente la aplicación vía foliar de productos comerciales ricos en P. La carencia de Fósforo puede venir inducida por un exceso de Calcio y elevado pH en el suelo.

El **Potasio** da dulzor al fruto y hace más resistente la planta al frío. En general, el Potasio juega un papel fundamental en lo referente a calidad del fruto. Los síntomas de carencia en potasio comienzan por un amarilleamiento de las hojas basales permaneciendo verdes las hojas jóvenes, disminuyendo el desarrollo de la planta. Con deficiencia acusada, el amarilleamiento se intensifica, evolucionando a necrosamiento. En fruto aumenta la cavidad interior (frutos huecos) con disminución de la concentración de azúcares. La corrección se realiza aplicando vía riego concentraciones de 75-100 ppm de K a base de Nitrato potásico ó Sulfato de potasa. Existen preparados comerciales ricos en Potasio para su aplicación tanto por vía suelo como por vía foliar.

La deficiencia en **Calcio** aparece en hojas jóvenes (el calcio es un elemento poco móvil) con la aparición de una coloración blanquecina en el borde de las hojas, inhibiendo el crecimiento y curvándose hacia el envés. La coloración tiene distintos



tonos de color verde, oscuros cerca de los nervios y más claros en la zona intermedia. Con deficiencia acusada puede aparecer “blossom end rot” (podredumbre apical del fruto). Niveles altos de potasio y magnesio pueden inducir una carencia de calcio. La corrección se lleva a cabo mediante aportaciones vía riego de Nitrato de cal a concentraciones de 30-40 ppm de Ca. También se pueden realizar aplicaciones vía foliar con Nitrato de Cal o preparados comerciales a base de quelatos de Calcio.

Los síntomas de la carencia de **Magnesio** se inician en las hojas adultas, apareciendo manchas amarillentas entre los nervios presentando un aspecto de moteado. Las hojas jóvenes se curvan haciéndose quebradizas. Con carencia más acusada, la hoja adquiere un tono amarillo apareciendo posteriormente zonas necróticas. Para su corrección se aplicará Sulfato de magnesio vía riego a concentración de 15-25 ppm de Mg conjuntamente con aplicaciones vía foliar del mismo abono ó de preparados comerciales en forma de quelato.

Los síntomas de carencia de **Hierro** se manifiestan por una coloración amarillenta de las hojas jóvenes (debido a la baja movilidad del elemento dentro de la planta) con los nervios verdes, intensificándose conforme aumenta la carencia. La carencia de hierro puede ser directa debido a la ausencia del elemento en el medio de cultivo o bien inducida por efectos de antagonismo con otros nutrientes como el fósforo, calcio y excesos de manganeso y zinc. Su corrección se realiza mediante aplicaciones vía riego de quelatos de hierro periódicamente.

La carencia de **Manganeso** se produce generalmente en suelos calizos de alto pH. Produce una sintomatología parecida a la deficiencia en hierro, aunque se presenta en forma de manchas cloróticas amplias que al fusionarse hacen que todo el limbo foliar, excepto los nervios, presenten coloración amarilla. En suelos ácidos la solubilización del manganeso es alta, absorbiendo la planta grandes cantidades, lo que da lugar a toxicidades que afectan gravemente al desarrollo vegetativo de la planta. En condiciones experimentales se ha comprobado que aplicando altas concentraciones de Mn (15-20 ppm) en el agua de riego, la toxicidad producida hace morir a la planta en pocos días.

La carencia de **Zinc** es poco conocida cuyos síntomas no están muy claros. Algunos autores la describen por una decoloración entre los nervios de la hoja, que pueden llegar a necrosarse en caso de carencia muy acusada. Otros síntomas descritos son la disminución del tamaño de la hoja y enanismo de la planta. La corrección se realiza mediante la aplicación foliar de quelatos de zinc.

La adición de **Boro** mejora, en muchos casos, la calidad de los frutos, hace aumentar su riqueza en azúcar, facilita la fecundación de las flores femeninas y da al fruto más resistencia al calor y al agrietado. Los primeros síntomas de deficiencia aparecen en las hojas jóvenes, manifestándose por una decoloración del borde fundamentalmente en el ápice de la planta, en los que además se inhibe el crecimiento produciéndose un acortamiento característico de los entrenudos y el aborto sistemático de los frutos recién cuajados. La corrección se realiza mediante aplicaciones vía foliar de compuestos de boro.

La carencia de **Molibdeno** aparece con relativa frecuencia, produciendo una decoloración de las hojas, que adquieren un tono amarillo-marfil, en contraste con las

nervaciones que permanecen verdes durante más tiempo; las hojas se secan por los márgenes replégándose hacia arriba y la planta deja de crecer. Esto se puede corregir mediante aplicaciones de Molibdato amónico al 0,02% o mediante pulverizaciones con cualquier preparado comercial de los existentes hoy en día en el mercado.

Los niveles de extracción de elementos nutritivos del melón son variables en función de los diferentes autores que tratan el tema. Éstas cifras varían bastante dependiendo de aspectos como son la variedad, densidad de plantación, tipo de producción, duración del cultivo, condiciones climáticas, etc.

**EXTRACCIONES DE 1 ha DE MELONES.**

Rendimientos ( t/ ha )	Kg / ha					Fuente
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	
16,3	56,2	17,2	101,2	69,7	16,3	Thompson y Kelly (1.957)
20	49	23	112	88	13	INRA, Monfavet (1.976)
24	122	17	229	---	---	Robin (1.967)
67 (Incluido sistema vegetativo)	283	137	503	412	77	Anstett (1.965)
15-20	50	20	100	---	---	Chaux (1.972)

**EXTRACCIONES PERIÓDICAS DE NUTRIENTES DEL MELÓN DURANTE EL CICLO DE CULTIVO (RINCÓN *et al.* 1996).**

Intervalo (días)	N		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		K <sub>2</sub> O		Ca		Mg	
	Total kg/ha	kg/ha/ día	Total kg/ha	kg/ha/ día	Total kg/ha	kg/ha/ día	Total kg/ha	kg/ha/ día	Total kg/ha	kg/ha/ día
0-35	10	0,30	1	0,03	15	0,50	14	0,40	5	0,15
35-65	40	1,30	5	0,16	60	2,00	60	3,00	20	0,70
65-85	70	3,50	16	0,80	110	5,50	56	2,80	25	1,25
85-105	60	3,00	25	1,25	105	5,25	25	1,25	15	0,75
105-125	30	1,00	32	1,60	100	5,00	10	0,50	10	0,50
125-150	15	0,50	10	0,60	60	3,00	-	-	10	0,50
<b>TOTAL</b>	<b>225</b>	<b>----</b>	<b>89</b>	<b>----</b>	<b>450</b>	<b>----</b>	<b>165</b>	<b>----</b>	<b>85</b>	<b>----</b>

**5.1. ( Fases del desarrollo fisiológico del melón )**

La mayoría de autores que han estudiado la nutrición del melón a lo largo de su ciclo biológico, diferencian sólo cuatro periodos de crecimiento basándose en el aumento



en peso seco de la planta y en las variaciones del contenido hídrico en función de la E.T.P. Sin embargo para nuestras condiciones de trabajo se considera más acertado realizar una diferenciación de éstas en cuatro etapas:

▲ **Desde la germinación hasta la aparición de las primeras flores masculinas y/o hermafroditas.** Se caracteriza por un lento aumento del aparato vegetativo y una estabilidad media en cuanto a la demanda hídrica de la planta.

▲ **Fase de fecundación.** Comprende desde la aparición de las primeras flores perfectas al final de la fecundación de los primeros frutos. Se caracteriza por el desarrollo del aparato vegetativo, por la fecundación de los primeros frutos, y por un aumento importante de la demanda hídrica de la planta.

▲ **Fase de engrosamiento de los frutos.** Abarca desde la fecundación hasta las primeras fases de la maduración de los frutos en que éstos alcanzan su tamaño máximo. Caracterizada por un crecimiento abundante del aparato vegetativo, un aumento importante del tamaño de los frutos y una gran demanda hídrica de la planta que se mantiene constante durante todo este periodo.

▲ **Fase de maduración.** Comprende desde el principio de la maduración hasta la recolección de los frutos. Se reconoce por una reducción del crecimiento, el cambio en las características morfológicas de los frutos que conduce a su madurez total y por una reducción importante de la demanda hídrica de la planta.

## 5.2. (Relación entre las fases de crecimiento y la nutrición del melón)

Existe una relación directa entre la absorción de elementos nutritivos y la síntesis de materia seca. En términos generales podemos decir que en relación con las fases de crecimiento, la absorción más importante de elementos nutritivos por parte del melón se corresponde con el periodo que sigue a la fecundación o cuaje de los frutos, sin embargo las necesidades de nutrientes varían tanto en función del órgano que tratemos como de la etapa fisiológica en que se encuentre la planta.

Desde el punto de vista del órgano que estudiemos, podemos decir que el nitrógeno abunda en todos los órganos de la planta, si bien esta abundancia no quiere decir que este elemento domine de forma clara sobre los demás elementos en todos los órganos. El fósforo es abundante, y tienen un requerimiento predominante de este elemento, los órganos encargados de la reproducción (ya que es imprescindible en las primeras fases de elongación del tubo polínico) y en el sistema radicular. El potasio es abundante en los frutos y en los tejidos conductores del tallo y de las hojas. El calcio es abundante en las hojas donde se acumula a nivel de la lámina media de las paredes celulares y tiene una función principal en las estructuras de sostén.

Desde el punto de vista de las fases de crecimiento, el contenido en hoja de los elementos nutritivos varía a lo largo del ciclo vegetativo.

■ **Efectos sobre el crecimiento.** Entre los efectos concretos de los elementos nutritivos sobre las fases de desarrollo podemos citar el efecto de una nutrición deficiente en nitrógeno, aunque los demás elementos estén en cantidades óptimas, que produce una reduc-

ción del 25% en el crecimiento total de la planta. Ésta reducción es fundamentalmente importante en el crecimiento del sistema radicular, en tanto que disminuye la capacidad exploratoria de éste, y por tanto limita las posibilidades de absorción de los elementos que tienen menor movilidad en el suelo. Las cantidades de nitrógeno disponible influyen sobre la proporción parte aérea/raíz, de tal forma que aportes crecientes de nitrógeno en forma localizada, producen un aumento de esta relación no sólo por un aumento de la parte aérea, sino por una disminución del volumen de suelo explorado por la raíz.

El tipo de sal que se utilice como fuente nitrogenada, también puede tener influencia sobre el comportamiento de la planta, tanto en su parte aérea, ya que un aporte de nitrógeno en el que predomine la forma amónica puede producir una toxicidad por amonio (que se manifiesta por un oscurecimiento en los pigmentos del aparato fotosintético y en la aparición de raíces adventicias en los nudos del tallo), como en su parte radicular, ya que dependiendo del tipo de sal que se utilice como fuente de nitrógeno, puede variar la morfología del sistema radicular sin variar su volumen total, produciendo sistemas radiculares más compactos (con menor volumen de suelo explorado) en el caso de aplicaciones mayoritarias con sales amónicas.

También tiene una marcada influencia sobre el crecimiento vegetativo la deficiencia en fósforo, produciendo una disminución entre el 40 y el 45% del crecimiento de la parte aérea, que se manifiesta tanto en una reducción del número de hojas como en una disminución de la superficie foliar y una disminución en un 30% del sistema radicular, originado fundamentalmente por una inhibición del crecimiento de los ápices radicales, lo que produce un acortamiento y un engrosamiento de las raíces, con una disminución de la zona pilífera radical. La acción de los macronutrientes secundarios (potasio, calcio, magnesio y azufre) sobre el crecimiento es limitada, aunque la acción que ejercen sobre la elongación celular puede producir, en el caso de deficiencias prolongadas, una reducción del crecimiento que puede llegar a originar necrosis foliares.

En cuanto a la influencia que sobre el crecimiento de las plantas de melón tienen los micronutrientes (Fe, Mn, Zn, Cu, B y Mo), baste decir que si bien es posible conseguir rendimientos de 10 kg/m<sup>2</sup> en cultivos de tomate, cultivados en condiciones de semihidroponía, con soluciones deficientes en micronutrientes, en el caso del melón cultivado en las mismas condiciones, no es posible obtener ningún fruto consumible.

**Efectos sobre la floración.** Los efectos de los elementos nutritivos sobre la floración se manifiestan para los casos de exceso de nitrógeno en una reducción del 35% de las flores femeninas y casi en un 50% de las flores hermafroditas. El caso más drástico se produce cuando concurren niveles deficientes en fósforo y excesivos de nitrógeno en los que se produce una reducción de hasta el 70% del potencial de floración. De forma similar a lo que ocurre en el crecimiento vegetativo, la acción de potasio y magnesio es menos importante, si bien una deficiencia severa de potasio puede producir una reducción de hasta el 35% del número de flores hermafroditas.

**Efectos sobre la fecundación.** El efecto más marcado sobre la fecundación se manifiesta fundamentalmente, como en el caso de la formación de flores, cuando se originan niveles deficientes de fósforo de forma conjunta con niveles elevados de nitrógeno,



produciéndose una disminución considerable en el número de frutos fecundados. Una disminución menos drástica se produce en los casos de deficiencia, tanto de nitrógeno como de magnesio. En esta fase vegetativa, las extracciones y asimilaciones de potasio y magnesio alcanzan casi el 50% del total, mientras que para los elementos nitrógeno, fósforo y calcio, la demanda es más regular en todas las fases del ciclo.

**Efectos sobre el desarrollo y la maduración de los frutos.** Sobre estos estadios tienen influencia los niveles deficientes de nitrógeno, fósforo y magnesio, que descenden el índice de producción, tanto por su efecto en éste como en estadios anteriores. Los niveles deficientes de potasio y calcio producen una disminución en calidad y en las cualidades organolépticas de los frutos. Durante el engrosamiento de los frutos disminuye la concentración en hoja de todos los elementos móviles, y aumenta la de los inmóviles, mientras que en el fruto en proceso de maduración disminuye la concentración de todos los elementos, debido fundamentalmente a dos procesos paralelos; primero a un proceso de dilución al producirse un aumento de volumen mucho mayor que el aumento de peso, y en segundo lugar a un proceso de fijación de elementos en las estructuras de reserva de las semillas (endosperma y cotiledones).

**NIVELES NORMALES EN HOJAS DE MELÓN (% S.M.S.).**

N	P	K	Ca <sup>1</sup>	Mg	Na	Cl	Fe	Mn	Cu	Zn	B
3,5-5,5	0,4-0,9	3,5-5	2 - 7	0,4-0,9	< 0,25	< 1,5	> 80 ppm	>75 ppm	5-20 ppm	>30 ppm	>25 ppm

<sup>1</sup> EL NIVEL AUMENTA A LO LARGO DEL CICLO DE CULTIVO.

**RELACIONES NORMALES EN HOJA DE MELÓN.**

N/K	N/Ca	N/Mg	K/Ca	K/Mg	Ca/Mg
1,06	1,00	6,92	0,94	5,5-8,7	6,92

Rango óptimo de nutrientes totales en plantas de melón (Valenzuela <i>et al.</i> 1991)				Rango óptimo de nutrientes solubles en plantas de melón (Valenzuela <i>et al.</i> 1991)		
	Parámetro	Bajo	Medio	Alto	Parámetro	Medio
% sobre materia seca	N	4,00	4,00 – 4,32	4,32	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	13,68 – 15,18
	P	0,67	0,67 – 0,76	0,76	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	7,58 – 8,22
	K	2,25	2,25 – 2,44	2,44	P-inorg.	2,78 – 2,95
	Ca	4,51	4,51 – 4,87	4,87	K <sup>+</sup>	4,27 – 4,89
	Mg	1,39	1,39 – 1,47	1,47	Ca <sup>++</sup> sol. HCl	17,78 – 18,46
	Na	0,57	0,57 – 0,64	0,64	Ca <sup>++</sup> sol. H <sub>2</sub> O	6,22 – 6,92
	S	0,71	0,71 – 0,85	0,85	Mg <sup>++</sup>	3,38 – 3,54
ppm	Fe	209	209 – 228	228	Na <sup>+</sup>	1,83 – 2,03
	Mn	87	87 – 94	94	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	0,87 – 0,94
	Zn	26	26 – 34	34	Cl <sup>-</sup>	4,23 – 5,04
	Cu	40	40 – 47	47	Fe	92 – 105
	B	20	20 - 29	29	Mn	40 – 46
					Zn	9 – 14
					Cu	20 – 28

**EVOLUCIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE MACRONUTRIENTES EN HOJAS DE MELÓN (RINCÓN *ET AL.* 1996).**

Días después del trasplante	Macroelementos (% sobre materia seca)				
	N	P	K	Ca	Mg
0	4,44	0,35	4,23	2,15	1,25
35	4,57	0,45	2,99	7,35	1,60
65	3,31	0,25	3,00	8,08	1,96
85	3,14	0,27	2,96	7,27	1,89
105	3,09	0,31	2,68	7,09	1,86
125	3,25	0,32	2,52	7,01	1,83

En caso de ser necesario, también podemos realizar análisis de savia, cuyos valores de referencia para melón son los siguientes:

mg·L <sup>-1</sup> de savia							
N(NO <sub>3</sub> -)	Cl-	P(PO <sub>4</sub> H <sub>2</sub> -)	SO <sub>4</sub> =	K+	Mg <sup>++</sup>	Ca <sup>++</sup>	Na+
800-1,400	1,400-3,300	100-250	-----	3,500-5,000	200-500	500-1,000	170-400

También podemos utilizar métodos bioquímicos para conocer el nivel nutricional, basados en el empleo de enzimas específicos de iones. Éstos métodos se fundamentan en la diferente actividad de ciertos enzimas dependiendo del nivel nutricional. O bien se determina la actividad enzimática en el tejido u órgano tras su extracción, o bien se incuba el enzima con el nutriente mineral en cuestión durante 24 ó 48 horas para determinar la actividad enzimática inducible. Muchos ejemplos de esto se encuentran en la bibliografía, así se puede utilizar la actividad de la nitrato-reductasa para determinar el nivel nutricional del Mo (Shaked y Bar-Akiva, 1967), peroxidasa y catalasa para el Fe y Mn (Valenzuela *et al.*, 1991), ácido ascórbico oxidasa para el Cu (Loneragan *et al.*, 1982). La acumulación de putresceína en la planta es un indicador de la deficiencia en K (Smith *et al.*, 1982), la actividad de la nitrato-reductasa también es utilizada para establecer el nivel nutricional del N (Bar-Akiva *et al.*, 1970; Valenzuela *et al.* 1987), y en tejidos deficientes en P la actividad de la fosfatasa ácida es mayor.

El rango óptimo de la actividad enzimática puede ser utilizado como diagnóstico inicial, para establecer “in situ” la carencia o exceso de un nutriente.

**RANGO ÓPTIMO DE ALGUNOS INDICADORES BIOQUÍMICOS. (VALENZUELA *ET AL.* 1991).**

Parámetro	Bajo	Óptimo	Alto
ANR <sub>e</sub>	1,28	1,28 --- 1,53	1,53
ANR <sub>i</sub>	3,78	3,78 --- 4,16	4,16
ANR <sub>i</sub> / ANR <sub>e</sub>	2,65	2,65 --- 3,52	3,52
Fosfatasa ácd.	1,94	1,94 --- 2,50	2,50



<b>Catalasa end.</b>	5,35	5,35 --- 5,56	5,56
<b>Catal. Inf. Fe</b>	8,48	8,48 --- 9,15	9,15
<b>Peroxidasa end.</b>	6,97	6,97 --- 7,22	7,22
<b>Perox. Inf. Fe</b>	16,79	16,79 --- 16,94	16,94
<b>Aconitasa</b>	52,83	52,83 --- 53,93	53,93
<b>AAO<sub>e</sub></b>	1,463	1,463 --- 1,518	1,518
<b>AAO<sub>i</sub></b>	2,224	2,224 --- 2.467	2,467
<b>ANR<sub>r</sub></b>	2,26	2,26 --- 2,45	2,45

ANR<sub>e</sub> = ANR ENDÓGENA; ANR<sub>r</sub> = ANR INDUCIDA CON NITRATOS (MMOLES DE NITRITO/G P.F./H); FOSFATASA ÁCIDA (MMOLES DE PNP-P HIDROLIZADO/MIN./30 °C; CATALASAS (MEQ. DE PERBORATO DESTRUIDO EN 5'/G P. F.); ACONITASA (MMOLES DE CIS-ACONÍTICO FORMADO/G P. F.); AAO EXPRESADA EN MG DE A.A. OXIDADO/G P.F. / 30 °; ANR<sub>r</sub> = ANR INFILTRADA CON MO.

### 5.3. ( Fertilización "en suelo" ]

Los nutrientes a aportar deben estar basados siempre en un análisis inicial del suelo y del agua de riego, y un seguimiento posterior basado en análisis foliares; esto adquiere mayor importancia en los cultivos hidropónicos, en los que se parte de una solución nutritiva en función de las necesidades estimadas de cada cultivo ó variedad en particular y se va corrigiendo en base a los análisis foliares. Las líneas generales para la fertilización, en suelo, en los diferentes periodos de cultivo son:

Elementos	Antes de la siembra ó trasplante	Justo después de la floración	Después de la 1ª cosecha
N	50 kg/ha	20 kg/ha	20 kg/ha
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	100 kg/ha	0 kg/ha	0 kg/ha
K <sub>2</sub> O	100 kg/ha	40 kg/ha	40 kg/ha
MgO	60 kg/ha	0 kg/ha	0 kg/ha

LA FERTILIZACIÓN DESPUÉS DE LA PRIMERA COSECHA DEPENDE DEL VIGOR DE LA PLANTA.

En cultivos de invernadero deben incrementarse las dosis entorno al 20-30%.

En fertirrigación podemos recomendar los siguientes equilibrios en cuanto a la relación N - P - K:

- Hasta floración 1 - 1 - 1
- En floración 0,3 - 1 - 1
- Cuajado - Engorde 1 - 1 - 1,5 ó 1 - 1 - 2

Es conveniente un aumento de la C.E. durante las 2 semanas antes de la recolección.

#### • Fertirrigación del melón

Abonado en ppm:

Fase de cultivo	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Fase de enraizamiento (de 7 a 10 días)	0	100	0
Del enraizamiento a la aparición de las primeras flores femeninas	70 - 125	100	75 - 125
Durante el cuajado del fruto	100 - 150	80 - 100	100 - 150
Fase de engrosamiento del fruto	100 - 150	50 - 100	200 - 250
Durante la maduración	0 - 50	50 - 75	250 - 300

#### 5.4. (Fertilización " en hidroponía" ]

Solución nutritiva en mmoles / litro

	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	K	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	CO <sub>3</sub> H <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>
Melón	0,2 - 0,5	9 - 16	0,6 - 1,2	4 - 8	4 - 8	1,5 - 3	< 1,5	1,5-2

Concentración de micronutrientes en µmoles / litro

	Fe	Mn	Zn	Cu	B	Mo
Melón	33,5	15	2,3	1	14,8	0,52

Las recomendaciones expuestas en los cuadros anteriores son meramente indicativas, ya que dependerá del criterio a seguir por el técnico en cuestión a medida que avanza el desarrollo del cultivo y basándose en los diferentes estados de desarrollo de la planta, se realizarán los ajustes pertinentes en la solución nutritiva. Es conveniente realizar análisis periódicos de la solución de drenaje y de la tabla (cuando trabajemos con lana de roca).

Se realizarán medidas diarias del volumen de agua drenado, de la C.E. y del pH de la solución, bien sea en drenaje ó en la tabla, dependiendo del sistema de cultivo hidropónico que estemos trabajando y del tipo de sustrato que posea.

#### 6. (CICLOS DE CULTIVO ]

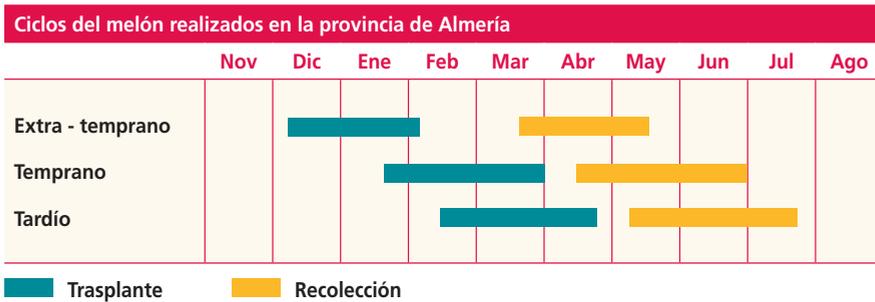
**Ciclo extratemprano.** La siembra se realiza a mediados de diciembre, en algunas zonas incluso un mes antes, generalmente en semilleros, sembrando sobre bandejas rellenas de turba colocadas en invernaderos dotados de calefacción. El transplante se realiza generalmente unos 45-50 días después. La recolección de las plantas cultivadas en este ciclo suele producirse a los 120-130 días, aunque algunas variedades como por ejemplo las del tipo **Galia** se pueden adelantar en su recolección algunos días. Este ciclo es el que se sigue generalmente con la utilización de los modernos híbridos, princi-



palmente **Cantalupos** y **Galia**, en el cultivo para la exportación más precoz, del litoral mediterráneo (Almería).

■ **Ciclo temprano.** La siembra se realiza desde mediados de marzo a mediados de abril. La recolección puede iniciarse a partir de mediados de junio. Este ciclo es característico de determinadas zonas del litoral mediterráneo como Almería, Murcia, Valencia, etc.

■ **Ciclo normal - tardío.** Las siembras se realizan entre mediados de abril y mediados de mayo, normalmente siembra directa, y comenzándose la recolección a mediados de julio.



## 7. ( SIEMBRA Y TRANSPLANTE )

Como se ha observado en el punto precedente, la producción de melón bajo invernadero se hace coincidir con épocas en las que no existe producción al aire libre o bien ésta es escasa, lo cual implica hacer las plantaciones muy tempranas y desarrollar unas técnicas de cultivo que permita el desarrollo óptimo de las mismas. Dependiendo de esas épocas de cultivo elegimos uno de los dos sistemas, aunque para producciones precoces en el sureste estamos obligados a utilizar el trasplante debido a la limitación de la temperatura en el suelo en los meses de diciembre hasta primeros de marzo.

### 7.1. ( Trasplante con planta hecha en semillero especializado )

Las semillas son sembradas en tacos de turba, perlita, lana de roca o bandejas (con un diámetro mínimo de 4 cm). Una vez depositada la semilla, se riega y se introduce en la cámara de germinación durante 2-3 días a una temperatura de unos 25 °C, llevándose luego a una nave invernadero a una temperatura controlada.

En el caso del melón para trasplante en suelo, el sustrato empleado es una mezcla de turba rubia, turba negra y perlita, cubriéndose la semilla una vez colocada en el alveolo con vermiculita, que evita la pérdida de humedad. El periodo de duración de la fase de semillero depende de la época en que se realiza; y del tamaño de cepellón en que se trabaje (5 a 8 semanas), en el caso de periodos largos (50 días) se suele trabajar con cepellones de 40 a 74 alveolos, con lo que la primera poda se le realiza a la planta en el semillero; después de este periodo las plantas pueden ser transplantadas en el campo.

Cuando trasplantamos a un suelo arenado y dependiendo del tipo de cepellón en el que vengan los melones se procede como sigue: si el cepellón es grande, se aparta la

arena, se deposita la planta sobre el suelo en la misma posición que viene del semillero, se le incorpora un poco de humus de lombriz o sustrato en estado de mineralización avanzada, posteriormente se tapa el cepellón con arena. Si no hay tiempo suficiente para ir incorporándole la materia orgánica sólida, se puede recurrir a la incorporación de la misma en estado líquido. Cuando se planta cepellón pequeño conviene meter la mitad del mismo en la tierra y a continuación hacer la misma operación que con el anterior. Si el terreno es arcilloso se pone la planta un poco inclinada, para no introducirla sobre el suelo y se hacen las posteriores operaciones igual que las anteriores.

No obstante, el trasplante no se debe de realizar antes de que el melón tenga la primera hoja verdadera bien desarrollada. Se aconseja humedecer inmediatamente después del trasplante para garantizar el enraizamiento. Si se utiliza acolchado, para evitar las quemaduras del tallo con el plástico, debe de evitarse que el plástico toque al tallo.

Pasada una semana / diez días después de la plantación se recomienda realizar un cacharreo, el objeto es proteger y preparar el cuello de la planta de una posible infección de algún hongo:

- **Propamocarb** (Previcur, Proplant) = 1 cc/L de pc
- **Metil Tiofanato** = 1 g/L de pc
- **Enraizante** = 2-3 cc/L de pc
- **Ácidos húmicos** = 3 cc/L de pc

## 7.2. ( **Siembra directa** )

Para una siembra directa la temperatura del suelo debería ser al menos de 16 °C. Se siembra una semilla por golpe y se cubre con 1,5-2 cm de arena, turba o humus de lombriz. La siembra directa se realiza con semilla seca, humedecida o pre-germinada.

## 7.3. ( **Acolchado** )

Esta labor hay dos momentos en que se puede hacer: antes de la plantación, significa que tenemos que ir acolchando todo el suelo y haciendo unos agujeros en el plástico, justo en el lugar donde se va a realizar la plantación o posteriormente a la plantación, después de retirar el tunelillo (en caso de haberlo puesto), para lo cual se pondrán las bandas de plástico, quedando sin el mismo unos 10 cm a lado y lado de la plantación de melón. En caso de haber adoptado este método se debe de realizar la labor cuando las condiciones no sean muy extremas en temperaturas.

Independientemente del color del plástico elegido para realizar el acolchado, la utilización de esta técnica tiene una serie de ventajas beneficiosas para el cultivo:

- Aumenta la temperatura del suelo
- Mejora la estructura del suelo
- Disminuye la evaporación de agua; ahorro considerable
- Aumenta la concentración de CO<sub>2</sub> en el suelo
- Aumenta la calidad del fruto al impedir el contacto directo del fruto con la humedad del suelo.



El tipo de film más utilizado y casi generalizado es el negro tanto en lámina continua como microperforado. Esta lámina impide el crecimiento de plantas adventicias, pero si se coloca muy cercano al cuello de la planta puede incluso producirle quemaduras y del mismo modo puede afectar a hojas y frutos.

En caso de adoptar la decisión de poner el plástico de acolchado una vez establecida la plantación, es recomendable colocar el mismo de un modo progresivo, ya que la planta se está desarrollando a una alta temperatura y humedad relativa, al instalar el acolchado se reduce drásticamente la humedad dentro del invernadero, y le produce un gran estrés a la planta, retrasándose su desarrollo.

#### 7.4. (Tunelillos ]

La colocación de **tunelillos** en ciclos extratempranos y a veces en tempranos, es la práctica más utilizada en los invernaderos de Almería. Su efectividad también depende de los elementos de soporte, en forma de arco, que actúan de estructura de sujeción. En plantaciones tempranas es recomendable colocar tunelillos grandes, para que el cultivo esté el máximo tiempo debajo del mismo. Una vez realizada la siembra se colocarán los arcos a una distancia uno de otro de 1,5 m y luego el film sujetándolo a la estructura mediante el enterrado de sus laterales en el momento de la colocación.

Los materiales de los films de protección que se utilizan son:

■ **Polímero EVA:** el que mejores resultados está dando. El cual, además de proteger de las bajas temperaturas impide el goteo del agua sobre las plantas, teniendo las mismas menos problemas de pudrición y permitiendo la mejor penetración de luz.

■ **Poliétileno normal transparente:** éste se suele colocar en plantaciones algo más tardías para así evitar los problemas de las heladas, tiene el inconveniente añadido del goteo por condensación que produce sobre la plantación.

Los films anteriormente descritos, tienen unos inconvenientes:

- Mala aireación
- Mayor riesgo de enfermedades criptogámicas
- Riesgos de quemaduras

■ **Agrotexil o no tejido:** llamada vulgarmente **manta térmica**, el incremento de temperatura no es tan elevado como en el caso del PE o el EVA, resta un poco de luz al cultivo, pero la planta está más ventilada y no hay problemas de goteo.

Es muy importante recordar que dentro del tunelillo se concentra mayor grado de humedad que en el exterior, por eso es aconsejable un manejo del mismo en cuanto a lo que pueda ser su ventilación.

En las plantaciones extratempranas, a veces también se recomienda, además colocar unas bandas o cortados de plástico para intentar incrementar la temperatura en el invernadero. Con todas estas protecciones se pretende favorecer el mejor desarrollo de las plántulas, reduciendo el estrés que sufren tras el transplante.

Otro modo de mejorar las condiciones de temperatura en el invernadero es con la colocación de cubiertas flotantes sobre las plantas utilizando agrotexil, o bien colocando doble techo, de film transparente y perforado. La instalación del mismo se realizará, si la estructura del invernadero lo permite, en forma de capilla (dos aguas) para evitar que la humedad acumulada en el mismo caiga sobre el cultivo, produciendo a veces quemaduras y otros problemas de pudrición. La retirada de ese doble techo una vez suban las temperaturas, se debe hacer por las tardes al objeto de que las plantas tengan toda la noche para aclimatarse a la nueva situación, de este modo evitaremos provocarles estrés a la planta.

### 8. ( DENSIDAD DE PLANTACIÓN )

Los marcos de plantación dependen de la variedad, de la fecha de puesta, de las características del invernadero, del tipo de agua con las que se van a regar y por supuesto del tipo de conducción que se le vaya a dar al melón: con desarrollo vertical o rastrero.

En invernaderos donde los melones crecen en vertical la densidad de las plantas puede variar entre 0,8-1,5 plantas/m<sup>2</sup>. Incluso se llega a veces hasta 2 plantas/m<sup>2</sup> en plantaciones que se van a hacer a un solo tallo (brote principal). Para aquellos que crecen en el suelo, rastreros, varía entre 0,75-1,2 plantas/m<sup>2</sup>. El marco de plantación puede variar:

- **Entre filas:** 2,0-2,5 m.
- **Entre plantas:** 0,5-1,0 m.

Para una misma variedad de melón, los marcos más densos se hacen en puestas tempranas (ej: 2 x 0,5 m), mientras que los menos densos se hacen en puestas tardías (ej: 2 x 0,75 m e incluso 2 x 1 m). Hay tipos de melón, como los **Verdes españoles** que incluso a veces se plantan a una densidad de 4000 plantas/ha debido al alto vigor que tienen este tipo de melones.

### 9. ( SISTEMAS DE PODA EN MELÓN )

Los objetivos perseguidos con esta operación son :

- Aumento de precocidad.
- Favorecimiento del cuajado de flores.
- Control de la cantidad y tamaño del fruto.
- Aceleración de la madurez.
- Facilitar la ventilación y aplicación de tratamientos fitosanitarios.

Al comienzo del cultivo se desarrolla mucho el tallo principal, que únicamente da flores masculinas (generalmente), y por tanto ningún fruto.

Del tallo principal nacen los tallos secundarios, que suelen tener pocas flores femeninas. A su vez, de los secundarios nacen los tallos terciarios, y así sucesivamente los de cuarto orden, etc. Los tallos de tercer y cuarto orden son los que llevan mayor número de flores femeninas, por lo que deben dar más frutos.



Es fundamental distinguir dos tipos de poda, según que el melón esté entutorado, generalmente en cultivo bajo invernadero, o esté sin entutorar, en cultivo rastrero.

### 9.1. (Poda del melón sin entutorar]

▲ Cuando las plantas tienen 4 o 5 hojas verdaderas se despunta el tallo principal por encima de la 2ª o 3ª hoja.

▲ De cada una de las axilas de las hojas restantes surgen los tallos laterales que son podados cuando tienen 5-6 hojas por encima de la 3ª .

▲ (Opcional) De las axilas de cada una de las hojas restantes nacen nuevas ramas que son fructíferas, podándose estas ramas por encima de la segunda hoja más arriba del fruto, cuando éste alcance el tamaño de una pequeña ciruela. Normalmente no se pinzan los brazos terciarios, aunque se debiera de hacer; suelen despuntar aquellos tallos que toman mucho vigor, con el fin de frenarlos y que formen fruto.

Al final, una vez cuajados los frutos, si la planta tiene mucho vigor, cuando las yemas terminales se levantan hacia arriba, es conveniente despuntarlas (descabezarlas) con el fin de quitarle vigor a la planta y adelantar unos días la maduración

Debido a la dominancia que producen los primeros frutos cuajados de las cucurbitáceas sobre el desarrollo de la planta, hace aconsejable que si las primeras flores femeninas que cuajan lo hacen cuando la planta no tiene un buen desarrollo, se hace preciso quitar esos frutos ya que no van a tener calidad, van a incidir sobre la calidad de los que se desarrollen posteriormente y no van a permitir un buen desarrollo de la planta.

En caso de melones del tipo **Cantalupo** sin el gen larga vida, donde se entra a cosechar de modo paulatino varias veces a la semana, con el objeto de no dañar la planta, que haría perder calidad a los frutos con problemas de vitricencia (descomposición de la carne) o de azafanado (amarilleo de la piel) es conveniente dejar unos pasillos cada cuatro metros, de modo que se facilite la labor de recolección.



PASILLO

## 9.2. ( Poda del melón entutorado ]

Existen dos métodos de poda para melón entutorado en invernadero, a un sólo brazo y a dos brazos.

### ■ Poda a un sólo brazo :

- Los tallos laterales por debajo del 6º-7º nudo ( $\approx$ 50-60 cm) deben ser eliminados del tallo principal. Así mismo, se deben eliminar también las hojas por debajo del 6º-7º nudo cuando envejecen.
- Los tallos laterales con fruto deben ser pinzados por encima de la 2ª hoja a partir del fruto cuajado.
- El tallo principal debe ser pinzado entre el 23º y 25º nudos ( $\approx$  2,00 m).
- Todos los frutos que cuajan en el tallo principal se van eliminando.

Normalmente, fructifican 3-5 melones en la 1ª cosecha y de 2-3 melones en una segunda cosecha.

### ■ Poda a dos brazos:

- Cuando el tallo principal tiene 4 o 5 hojas se despunta por encima de la 3ª hoja.
- De las axilas de las hojas que se dejan brotan otros tantos tallos secundarios de los que se dejan 2.
- En los tallos terciarios que vayan brotando de los dos ramos secundarios se va dejando un fruto por cada ramo, despuntando por encima de la segunda hoja a partir del fruto.
- Todos los frutos que salgan en los tallos secundarios y en el principal se deben de quitar cuando se vea la flor.

## 10. ( POLINIZACIÓN ]

La floración, cuando se inicia, se produce a primeras horas de la mañana. Las flores masculinas aparecen antes que las femeninas, en grupos de 3-5 flores y nunca en los nudos donde se encuentran las flores femeninas. Estas se presentan solas en el extremo de unos pedúnculos que brotan de los tallos secundarios de la planta. Las flores pistilares pueden estar receptivas hasta 2-3 días. Las que no han sido fecundadas se caen.

La polinización se realiza con abejas, éstas se colocarán en las plantaciones cuando veamos que la planta está bien desarrollada y que presenta algunas muestras de flores femeninas. No se debe retrasar en colocar las colmenas, porque la abeja puede tardar, en algunos casos, varios días en adaptarse al invernadero y podemos encontrarnos con una planta con demasiado vigor y muy cerrada, siendo más dificultosa una correcta polinización. Se ha de colocar al menos una colmena por cada 5.000 m<sup>2</sup>, aunque lo normal es colocar dos e incluso tres. Las colmenas se suelen poner en el exterior, junto al invernadero, permitiéndole su acceso al mismo mediante una apertura en la piqueta, pasados uno 10-15 días, si se ha realizado una correcta polinización, se retiran las colmenas. Otros productores optan por ponerlas en el interior, pero los cuidados a tener con las mismas son diferentes como se verá más adelante.



Para obtener de las abejas los mejores rendimientos pueden ser válidos los siguientes consejos:

▲ Tener mucho cuidado con los tratamientos fitosanitarios que se realizan, ya que hay muchos productos que son tóxicos y perjudican a los insectos. Los tratamientos son recomendables hacerlos a última hora de la tarde y con productos que no afecten a las abejas.

▲ Conviene que una semana antes de meter las abejas en el invernadero se hayan tomado todas las medidas de control ambiental, como es apertura de bandas y ventilación cenital si se dispone; de modo que se tenga unas condiciones habitables para estos insectos dentro del invernadero.

▲ Se debe meter el número suficiente según superficie, para que el cuaje sea lo más uniforme posible, y evitar que la recolección sea muy escalonada. Con 4 o 6 colmenas por hectárea son suficientes.

▲ Una vez en el invernadero, colocarlas en la zona sur del mismo, en las partes más ventiladas y que haga menos calor. Conviene ponerles algún sombraje de cañas u otros materiales para evitar excesivo calor a la colmena. También se puede poner al lado un bidón con un grifo y que vaya goteando agua todo el día con algo de arena en el suelo.

▲ Conviene que tengan apertura al exterior de la banda para que no estén encerradas dentro del invernadero. No hay que olvidar que si las condiciones de trabajo dentro del invernadero hacen que no puedan realizarlo por circunstancias de humedad relativa muy baja, mucho calor o productos fitosanitarios no adecuados, moriría la colmena. Por lo tanto conviene que si algún día no se cumplen las condiciones ambientales de trabajo en el invernadero puedan ir a las orillas u otros parajes colindantes a trabajar, para que se procuren el polen diario que necesitan para la fabricación de proteínas.

Los excesos de abonos nitrogenados provocan un desarrollo vegetativo excesivo, lo que puede producir problemas en el cuajado. En la fase de floración y cuajado se recomiendan realizar abonados ricos en fósforo y potásico y pobres en nitrógeno, además de reducir los riegos. Cuando la planta tiene una carga excesiva de frutos, se produce un “aclareo natural” de la planta, es decir, el aborto de frutos, también es cierto que esa pérdida de frutos a veces es ocasionada por una falta de agua ó de nutrientes o por ambas causas.

Antes de meter las colmenas, se debe dar un tratamiento con abonos foliares para favorecer la floración, incrementar el polen y la calidad del mismo:

- Abono foliar rico en fósforo (1,5 cc/L), para inducir una aumento de floración.
- Algas marinas ricas en molibdeno y boro (3 cc/L), para aumentar la fotosíntesis.
- Si observamos que la planta va un poco fuerte también en el tratamiento podremos incluir Nitrato potásico (2-3 g/L)

Por el riego aportaremos boro, aumentando así la fertilidad del polen, pero antes de realizar dicha aplicación se recomienda mirar la concentración que posee el agua de riego, en algunas zonas de Almería es superior a 2 ppm. Un exceso puede producir toxicidad.

## 11. ( MATERIAL VEGETAL ]

La clasificación que se establece desde el punto de vista productivo del melón es una clasificación comercial y no hace referencia a especies botánicas. Los principales criterios que se han de tener en cuenta para elegir una variedad son:

- Exigencias de mercado de destino
- Características de la variedad comercial: vigor de la planta, resistencia a plagas y enfermedades, calidad interna y externa de fruto, conservación.

La tendencia existente en la mejora genética del melón nos lleva a unos trabajos donde se pretenden acumular en un genotipo una serie de cualidades que enumeraremos a continuación:

### ■ Resistencia a plagas y enfermedades

▲ **Oídio** en el melón es una enfermedad de importancia en todas las zonas de cultivo de la especie. Dos especies de hongos parece ser los causantes de la enfermedad *Sphaerotheca fuliginea* y *Erysiphe cichoracearum*, siendo la más detectada la primera. Actualmente se han encontrado resistencia a *S. fuliginea*, tanto a la raza 1 como a la 2.

▲ **Fusariosis** está causada por una forma patógena especializada del hongo del suelo *Fusarium oxysporum*, la forma especial *melonis*. Se han descrito cuatro razas fisiológicas del hongo (0, 1, 2 y 1-2 ).

▲ Además de estos hongos también causan problemas en los cultivos de melón:

- Proredumbres de cuello y de raíz
- Colapso o muerte súbita. Es la denominación bajo la que se encuadra un síndrome caracterizado por la marchitez y muerte de las plantas de melón en unos pocos días, generalmente en fechas cercanas a la recolección.

▲ Hay bastantes **virus** que afectan a la familia de las cucurbitáceas. De entre ellos sólo cinco tienen un impacto económico importante sobre los cultivos:

- **Virus del mosaico del pepino** CMV.
- **Virus del mosaico de la sandía** WMW-2.
- **Virus del mosaico del calabacín** ZYMV.
- **Virus de las manchas necróticas del melón** MNSV, que ha sido relacionado con la muerte súbita del melón y los amarilleos transmitidos por la mosca blanca.
- **Virus del amarilleamiento de las venas del pepino** CVYV, transmitido por mosca blanca.

### ■ Mejora de la calidad

la conservación, rendimientos, adaptación, sabor. Dentro de esto tiene especial interés el tiempo de conservación y se intenta introducir el carácter larga vida, de echo existen algunas variedades con dicho gen.

Otros aspectos que tienen mucha importancia son: el color de la pulpa, pequeño tamaño de la placenta, consistencia, precocidad y grados Brix .



## Injertos

Se pueden injertar por varios métodos pero el más utilizado en el melón es el de aproximación, que si lo desean, se puede dejar a dos tallos. Esta técnica se utiliza fundamentalmente para evitar los problemas de Fusarium, Cribado y en algunas zonas por la alta salinidad del agua de riego.

Estas plantas tienen mucho vigor, por lo que se puede disminuir la densidad de plantación (4.000 plantas/ha).

Cuando se realiza la plantación se debe cubrir el cepellón dejando fuera la zona de unión del injerto y posteriormente se ha de dar un buen riego para que la raíz se quede bien adherida al suelo. Si aparecen rebrotes en el patrón se han de eliminar.

### 11.1. ( Melón Amarillo )

Existen dos tipos de melón amarillo, el **Amarillo canario** y el **Amarillo oro**. El melón amarillo canario es de forma más oval y algo más alargado que el amarillo oro. La relación L/D en el amarillo canario suele ser próxima a 1,3 mientras que la de amarillo oro oscila entre 1,1 y 1,2.

La planta de melón amarillo es menos vigorosa que la mayoría del resto de melones, de crecimiento normal, con hojas de bordes algo más dentados que los melones tipo español como **Piel de sapo** o **Tendral**. Los frutos más o menos ovalados, de piel lisa y color amarillo en la madurez, sin escriturado. Carne blanca, crujiente y dulce (12 - 14 °Brix). El ciclo de estos melones suele ser de 90 - 115 días, según variedades. Posee una buena conservación.

### 11.2. ( Piel de sapo ]

Este tipo de melón se caracteriza por poseer frutos uniformes en cuanto a calidad y producción, siendo éstos alargados, con predominio del tipo ovalado, con un peso entre 1,5 y 2,5 kg, asurcado medio y tonos dorado-amarillentos en la madurez. Su precocidad es media o baja (ciclo de ≈ 100 días). La pulpa es de color blanco - amarillenta, compacta, crujiente, muy dulce (de 12 a 15 °Brix) y poco olorosa. La corteza es fina, con un espesor entre 0,3 y 0,5 cm, de color verde con manchas oscuras características de donde le viene el nombre. Su conservación es aceptable (de 2 a 3 meses) y la resistencia al transporte es muy buena. La planta es vigorosa y bien cubierta de hojas.

### 11.3. ( Rochet ]

Varietal temprana con buena producción. Se caracteriza por su buena calidad, precocidad media (≈ 100 días), buena producción, fruto alargado, con un peso de 1,5 a 2 kg, piel lisa, ligeramente acostillada y con cierto escriturado, sobre todo en las extremidades, que se va haciendo más perceptible a medida que avanza la maduración, de color verde. La carne es blanca-amarillenta, compacta, poco aromática pero muy azucarada (de 14 a 17 °Brix) y de consistencia media. El fruto tiene gran resistencia al transporte pero poca conservación (de 1 a 2 meses como máximo), degenerando rápidamente.

Los distintos híbridos que se han ido realizando donde la base del material vegetal utilizado ha sido bien **Rochet** o **Piel de sapo** han dado lugar a un grupo de melones llamados **Verdes españoles**, con características intermedias entre ambos. La mayoría del material vegetal que se emplea cuando se decide hacer **Rochet** o **Piel de sapo** es de este tipo.

#### 11.4. ( **Tendral** )

Melón originario del sudeste español, de gran resistencia al transporte y excelente conservación. El fruto es bastante pesado (2-kg ), de superficie rugosa y color verde oscuro. Uno de los factores que más influyen en su gran resistencia al transporte es el elevado grosor de su corteza (entre 0,5 y 1 cm). Es uniforme, redondeado, poco ovalado y muy asurcado pero sin escriturado. La carne es muy sabrosa, blanca, firme, dulce y nada olorosa. La planta es de porte medio, vigorosa, con abundantes hojas, pero con el inconveniente de que no llega a cubrir todos los frutos, por lo que los daños producidos por el sol pueden ser grandes si no se pone remedio. Su ciclo suele durar  $\approx$  120 días. Es una planta para cultivos tardíos y con muy buena conservación.

#### 11.5. ( **Cantaloup** )

Melón precoz ( $\approx$  85-95 días), cuyas plantas adquieren un buen desarrollo. Las hojas son de color verde-gris oscuro. En general los frutos son esféricos, con un peso entre 700 y 1.200 gramos, ligeramente aplastados, con 10 a 14 cm de diámetro, de costillas poco marcadas, con piel fina y pulpa de color naranja, dulce y de aroma característico. El grado de azúcar oscila entre 11 y 15 °Brix.

El grado óptimo para la recolección oscila entre 12 y 14 °Brix, ya que por encima de 15 °Brix la conservación es bastante más corta. Hay variedades de piel lisa (europeos) y variedades de piel escriturada (americanos). El fruto tiene una alta velocidad de crecimiento, llegando a la madurez entre los 30 y 40 días después del cuajado, en función de la variedad y de las condiciones climáticas en que se desarrolla. Cuando llega a plena madurez el color de la piel cambia hacia el amarillo. Los melones cantalupos de piel lisa se suelen denominar en el campo como tipo **Charentais** o **Cantaloup**, y los de piel escriturada se suelen denominar de forma genérica como de tipo **Supermarket italiano**.

#### 11.6. ( **Galia** )

Planta algo menos vigorosa, en general de menor tamaño que los tipos negros o españoles (**Piel de sapo**, **Tendral** o **Rochet**). Frutos esféricos, de color verde que vira a amarillo intenso en la madurez, con un denso escriturado. Carne blanca ligeramente verdosa, poco consistente, con un contenido en azúcar de 14 a 16 °Brix. Híbrido muy precoz de origen Israelí, con un peso medio del fruto entre 850 y 1.900 gramos. La longitud del fruto es alrededor de 130 mm y aproximadamente 134 mm de anchura. El espesor de la corteza varía entre 3 mm y 8 mm. La duración del ciclo total puede durar desde 80 días para las variedades más precoces hasta aproximadamente 100 días para las menos precoces. La separación del pedúnculo es fácil o de dificultad media.



### 11.7. ( Melones de larga conservación ]

Las ventajas de estos melones son :

▲ **Alto contenido en azúcar:** el °Brix es 1-2 puntos más alto, en comparación con el °Brix de los híbridos normales de su categoría.

▲ **Conservación más duradera:** almacenaje mínimo de 12 días a temperatura ambiente, estando en función de la calidad del fruto recolectado y de su punto de madurez.

▲ **Excelente calidad de carne:** carne sólida y no vitrescente. La frecuencia en la recolección puede variar desde 2-3 veces por semana con un tiempo cálido y una vez por semana con tiempo más frío. Después de la recolección, el fruto debe ser transportado tan pronto como fuera posible al almacén para evitar las quemaduras del sol.

Los melones de larga conservación se adaptan al transporte porque la piel es menos susceptible a daños. Hoy en día podemos hablar de “marcas” de melón larga vida, que agrupan la producción de varias empresas en origen para vender en destino con la misma marca de calidad; esta marca de calidad es reconocida y demandada por los mercados extranjeros. Existen tres marcas de calidad, promovidas por la empresa “Nunhems semillas” de melones de larga conservación:

■ **Novanun.** Comparable al **Charenteis** o **Cantaloup**. Frutos redondos y lisos con ligera fragancia exterior y con piel de color verde que vira a gris verde en la madurez. De carne anaranjada y almacenaje a temperatura controlada hasta 12-18 días. El sabor se intensifica después de unos días de almacenamiento. Alto contenido en azúcar y resistentes a vitrescencia. Las indicaciones para el correcto periodo de recogida son:

- Color de la piel virando a verde o amarillo-verde.
- Las suturas viran a verde oscuro y las hojas junto al pedúnculo se marchitan.
- El pedúnculo se estría.
- Los melones están completamente redondos y bien formados.
- La hoja en la zona de inserción del fruto al tallo toma un color amarillo - verde.
- Ligero desgarre en la zona de inserción del pedúnculo al fruto sin llegar a desprenderse.
- Las líneas verticales se definen más claramente sobre todo en la zona pistilar.

■ **Solarnun.** Comparable al tipo **Galia**, de carne verde, conservación a temperatura controlada o en frío hasta 3 semanas. Las indicaciones para el correcto periodo de recogida son:

- Cuando están maduros, el color amarillo del fruto es más intenso, y la inserción del pedúnculo se agrieta un poco.

■ **Geanun.** Comparable al tipo **Supermarket italiano**, de carne naranja y un perfecto escriturado. Forma redonda u ovalada, piel de color verde que vira a gris-verde en plena madurez. Resistentes a vitrescencia. La conservación puede ser mejorada con refrigeración. Almacenaje hasta 3 semanas. Las indicaciones para el correcto periodo de recogida son:

- El peciolo se agrieta.
- La inserción del pedúnculo con el fruto presentará un agrietado en el momento óptimo de recolección.
- Las suturas viran a verde oscuro, frutos de color gris verde.

■ **Lunanun.** Frutos redondos y lisos, piel de color verde que vira a amarillo en plena madurez. Buen nivel de conservación. Carne de color naranja, fragante y aromática, con alto contenido en azúcar y fuertes contra vitescencia. Las indicaciones para el correcto periodo de recogida son:

- La piel vira de color verde a amarillo.
- Los frutos maduros son fragantes.
- Alrededor del pedúnculo aparece una grieta claramente visible.

La empresa de semillas “Clause” introdujo en Francia (1991) el concepto C.O.F. (sinónimo de Color, Olor y Firmeza).

### 11.8. (Listado de variedades)

Empresa	Variedad	Tipo	Piel	Carne	Resist/Toler.	Características
Asgrow	Tirso	PS	V/L	B	F 0,1 y 2	Híbrido de vigor medio-alto, muy uniforme, de carne crujiente, para cultivo bajo invernadero. Frutos de gran tamaño.
	Toboso	PS	V/L	B	F 0 y 1	Híbrido de vigor medio. Fruto muy uniforme de 2,5 3 kg. de carne firme y alto contenido en azúcar. Recomendado para cultivo bajo plástico.
	Tesón	PS	V/L	B	F 0 y 1	Variedad de vigor medio para cultivo al aire libre. Fruto de carne firme y crujiente, con alto contenido en azúcar.
	Alcázar	PS	V/R	B	F 0 y 1	Planta de vigor medio-alto para cultivo al aire libre. Frutos uniformes con escriturado largo y ligero, resistente al transporte y almacenaje.
	XPH13014	RO	V/R	B	---	Planta de vigor medio recomendada para cultivo al aire libre. Fruto uniforme y grueso, con buen contenido en azúcar.
	Tejo	BR	V/R	B	F 0, 1 y 2, PM y MNSV	Planta vigorosa de frutos grandes (3 a 4 kg) y bien escriturados.
	Gualdo	AM	A/A	B	PM y F 0 y 1	Planta de vigor medio-alto para cultivo al aire libre. Fruto pequeño de carne fina, forma apiñada y pequeña cavidad interna.
	Amasol	AM	A/A	B	PM	Híbrido de vigor medio-alto muy productivo. Fruto uniforme, semiliso y pequeña cicatriz pistilar. Buen color y corteza resistente a las manchas de humedad.
Amarelo	AM	A/A	B	---	Planta de vigor medio, de fruto ovalado de pequeño tamaño (1-1,5 kg) resistente al transporte.	



Empresa	Variedad	Tipo	Piel	Carne	Resist/Toler.	Características
Asgrow	Yupi	GA	A/R	V	F 0 y 1	Planta muy vigorosa y productiva, de fruto bien escriturado, muy aromática y pequeña cicatriz pistilar con aguante al despezonado. Adaptado al aire libre y bajo cultivo protegido, para plantaciones tempranas-medias y suelos cansados.
	XPH13079	GA	A/R	V	MNSV y PM	Planta de vigor medio para plantaciones medias-tardías al aire libre o bajo cubierta. Fruto pequeño con escasa cicatriz pistilar.
Bruinsma	Supremo (BS7093)	PS	V/L	B	F 0 y 1	Planta de vigor medio-alto. Elevado potencial productivo. Se recomienda para plantaciones tempranas-medias al aire libre en el campo de Cartagena. Flexibilidad para la recolección. Se recomienda moderar los abonados nitrogenados. Fruto de tamaño medio-grande con escriturado suave y carne crujiente. Resistente al avinado y con alto contenido en azúcar.
	BS13081	AM	A/A	B	F 0 y 1 y PM	Planta de vigor alto, recomendada para plantaciones medias y tardías en la zona de Murcia. Fruto de tamaño medio, semirrugoso y en forma de piña.
	Galindo	GA	A/R	V	MNSV y PM	Planta de vigor medio-alto. Facilidad de cuaje. Se recomienda para plantaciones medias y tardías en invernadero (plantaciones a partir del 15 de febrero). Fruto de forma redondeada y muy uniforme. Tamaño entre 700 y 900 g. Buen escriturado, suave y firme, con buena consistencia y pequeña cicatriz pistilar.
Clause-Tézier	Cezane F1	CH	G/L	N	PM y F0,1 y 2	Variedad muy productiva del nuevo concepto C.O.F.(color, olor y firmeza). Fruto redondo de 0,8 a 0,9 kg de peso, dulce, precoz y buena conservación.
	Jerac F1	CH	G/L	N	F0,1 y 2	Tipo Charentais de referencia, con buena forma redonda, 0,8 a 0,9 kg de peso y dulce.
	Signac F1	CH	B/L	N	PM y F0,1 y 2	Fruto acostillado muy dulce y crujiente, con buena conservación, producción uniforme y viraje lento. Variedad de la gama C.O.F.
	Matisse F1	CH	B/L	N	PM , F0 y 1	Buena consistencia (6 días) después de la recolección. Carne densa y azucarada. Poco sensible al rajado, con calibre homogéneo y piel lisa. Pequeña cavidad central.
	Fusario F1	CH	B/L	N	F0, 1 y 1-2	Planta muy vigorosa. Ciclo semi precoz y alto rendimiento en el primer corte. Fruto redondo, ligeramente escriturado, calibre 0,7 a 0,8 kg. Carne muy naranja. I.R.> 12. Buena consistencia tras la recolección.
	CLX2703 F1	GA	V/R	N	F0, 1 y 2	Variedad ligeramente ovalada, productiva y precoz.
	Sabas F1	PS	V/L	B	---	Planta vigorosa, de ciclo medio para cultivo bajo túnel y manta térmica. Frutos homogéneos, de carne crujiente y alto nivel de azúcar.

Empresa	Variedad	Tipo	Piel	Carne	Resist/Toler.	Características
Clause-Tézier	<b>Elisap F1</b>	PS	V/L	B	F0, 1 y 2	Planta vigorosa, muy precoz y uniforme, de frutos elípticos con buena conservación. El fruto está maduro cuando está totalmente escriturado.
	<b>Ruano F1</b>	RO	V/R	B-V	F0, 1 y 2	Variedad precoz y productiva de frutos ovalados, muy dulces. Color del fruto verde intenso con manchas oscuras bien marcadas. Peso de 2,5 a 3 kg. Carne crujiente.
	<b>Fuente F1</b>	RO	V/R	B-C	PM, F0, 1 y 2	Planta vigorosa de frutos alargados con buen nivel de azúcar y conservación, para producción de primavera en invernadero y tunelillo. Variedad precoz con excelente cuaje y homogeneidad en la producción. Calibre de 2,5 a 3 kg. Color de la carne ocre a la madurez.
	<b>Jaune Canaries</b>	AM	A/L	B	PM	Fruto oblongo, para cultivo a campo abierto o invernadero, de producción uniforme.
	<b>Helios F1</b>	AM	A/A	B	F0 y 1	Variedad de fruto oblongo y altos rendimientos.
	<b>Pamir F1</b>	HD	B/L	N	F0, 1 y 2	Frutos redondos con buena calidad de carne.
	<b>Sirio</b>	CH	G/L	N	F0, 1 y 2 Aphis Gossypii	Variedad vigorosa de ciclo precoz, gran facilidad de cuaje y producción remontante. Fruto tipo Larga vida, de elevado índice refractométrico y sin presentar vitrescencias.
	<b>Tornado</b>	CH	G/L	N	F0, 1 y 2	Variedad vigorosa adaptada a cultivos extratempranos, muy productiva y precoz. Frutos tipo Larga vida, muy homogéneos, de buen calibre y poco escriturado.
	<b>Torero</b>	CH	G/L	N	F0, 1 y 2, Oidio (Sf5)	Variedad de frutos lisos y uniformes, de buen calibre. Larga vida. Recomendado para plantaciones intermedias.
	<b>Vulcano</b>	CH	G/L	N	F0, 1 y 2, Aphis Gossypii	Variedad especialmente adaptada a siembras tempranas. Frutos larga vida, homogéneos.
	<b>Elpaso</b>	GA	V/R	V	PM, F0 y 1	Planta de vigor moderado, precoz, adaptada a plantaciones tempranas bajo invernadero y rápida entrada en producción. Fruto redondo, de calibre medio, homogéneo y densamente escriturado, resistente al despezonado, buena conservación, muy densos y buena calidad interna, con elevado índice de azúcar.
	<b>Balboa</b>	PS	V/R	B	F0 y 1, Oidio (Sf5)	Frutos de buen calibre, de color ligeramente dorado en madurez. Con elevado índice de azúcar.
<b>Yalo</b>	AM	A/L	B	Oidio (Sf2)	Siembras tempranas y medias en invernadero. Frutos homogéneos, de forma elíptica y piel lisa. Peso medio entorno a 1,50 kg. Elevado contenido en azúcar y buena conservación.	



Empresa	Variedad	Tipo	Piel	Carne	Resist/Toler.	Características
De Ruitter	Ajax	GA	V/R	V	PM , F0 y 1	Planta rústica y precoz, ideal tanto para cultivos bajo invernadero (plantación media y tardía) como al aire libre. Cosecha agrupada y uniforme con frutos de peso 0,8 a 1 kg. con alto contenido en azúcar, consistentes y buen aguante al transporte. Escriturado muy denso y atractivo.
	Pepe ( MA 902 )	GA	A/R	V	MNSV, PM, F0 ,1 y 2	Planta muy fuerte y compacta para cultivo bajo invernadero (plantaciones tempranas y medias de enero-febrero) o al aire libre. No se despezona. Frutos uniformes de 0,9 a 1 kg de peso medio y carne consistente con un alto contenido en azúcar. Piel escriturada.
	DRG 1227	GA	A/R	V	MNSV, PM, F0 ,1 y 2	Planta muy fuerte de frutos muy redondos de 1,2 kg de peso aproximado, con alto contenido en azúcar y resistente al transporte. Escriturado fino y denso.
	DRG 1154	GA	A/R	V	---	Planta vigorosa tolerante al frío. Frutos de peso superior a 1,5 kg. con alto contenido en azúcar (15 °Brix) y cavidad interna pequeña. Carne consistente y resistente al avinado. Escriturado denso y uniforme.
	DRT 6020	CH	V/L	N	PM, F0 ,1 y 2	Planta fuerte para cultivo medio-tardío. Frutos de tamaño medio, muy redondos y con alto contenido en azúcar. Larga vida.
	DRT 6507	CH	V/L	N	PM, F0 ,1 y 2	Planta fuerte, bien adaptada a cultivos al aire libre. Fruta redonda y con peso medio de 1 a 1,5 kg.
	DRT 7542	CH	V/R	N	F0 y 2	Planta fuerte de frutos alargados de piel muy dura, que soporta muy bien el transporte. Transplante de media estación. Escriturado grueso y carne dura, con alto contenido en azúcar. Resistente al agrietado.
	DRT 7577	CH	V/R	N	F0 y 2	Planta fuerte de fruto muy redondo, de 1 kg de peso aproximado, escriturado denso y carne dura.
	Topazio F1	CH	V/R	N	PM, F0 ,1 y 2	Variedad híbrida muy precoz, para cultivos al aire libre o bajo plástico. Frutos muy redondos de 1 kg de peso medio, pulpa muy consistente con la placenta muy limitada y 15 °Brix en contenido de azúcar. Al madurar la piel cambia a color crema.
	DRM 3069	AN	V/R	B	---	Planta fuerte, bien adaptada a cultivos al aire libre, con producción uniforme y precoz. Fruta alargada, con alto contenido en azúcar, escriturado intenso y maduración en naranja.
	Abran	PS	V/R	B	PM	Planta fuerte y resistente, para siembras de diciembre-enero. Frutos de peso medio temprano de 2 kg. buena conservación y sin problemas de rajado ni avinado.
Sebastián ( MA 942 )	RO	V/R	B	PM, F0 y 1	Planta fuerte de alta producción escalonada en ciclo muy largo, para cultivos al aire libre. Frutos con alto contenido en azúcar, carne crujiente y buena conservación, con peso medio de 2,5 kg.	

Empresa	Variedad	Tipo	Piel	Carne	Resist/Toler.	Características
De Ruiter	<b>5Jotas</b>	PS	V/R	B	F0 y 1	Planta fuerte, con alta tolerancia a oidio. Fruto de forma alargada y peso medio de 3 kg. Siembras medias- tardías. Momento óptimo de recolección con 14-15 °Brix.
	<b>DRY 9041</b>	AM	A/A	B	PM, F0 y 1	Planta fuerte, de color verde oscuro, adaptada al aire libre, muy productiva. Fruto semilargo, muy liso y alto contenido en azúcar.
Fito	<b>Fado</b>	GA	A/R	V	---	Variedad temprana de planta vigorosa. Fruto redondeado muy escriturado y sin cavidad interior. Peso medio de 0,8 kg en siembras tempranas ( de noviembre hasta primeros de enero), carne verdosa y muy azucarada.
	<b>Marina</b>	GA	V/R	B	PM, F0 y 2	Híbrido extra precoz de 83 días desde la nascencia a la cosecha. Frutos de corteza verde que vira a dorado a la madurez, con escriturado medio en forma de retícula y peso medio de 1,5 kg. Variedad contraestación bajo invernadero, de carne suave, aromática y dulce, con un 15% de contenido en azúcar.
	<b>Goloso</b>	RO	V/R	B	---	Híbrido precoz de 85 días desde la nascencia a la cosecha, con gran uniformidad y producción elevada. Planta vigorosa y fruto elíptico ovalado con peso medio de 2 kg. Corteza verde medio con un ligero escriturado a la madurez. Carne de suave textura con un 16% de azúcar.
	<b>Futuro</b>	RO	V/R	B	---	Híbrido precoz de 85 días desde la nascencia a la cosecha, de planta vigorosa, adaptada a las bajas temperaturas, con siembras a partir de enero. Fruto muy escriturado, elíptico y sin cavidad interior, con un peso medio mayor de 2 kg. Carne crujiente y dulce, con 16% de azúcar. L/D= 1,5
	<b>Cartago</b>	AM	A/L	B	---	Híbrido precoz (90 días desde la nascencia a la cosecha), con frutos muy resistentes al transporte, oval- redondeados y peso medio de 1,5 kg. Los frutos no toman el color amarillo hasta que su nivel de azúcar no llega a 10%, alcanzando a la madurez final un 15,5% de azúcar y pleno color amarillo. L/D= 1,15
	<b>Mesol</b>	AM	A/L	B	PM	Híbrido de planta muy vigorosa y facilidad de cuaje en siembras tempranas. Ciclo de 87 días. Fruto ovalado de carne crujiente muy azucarada (15,3%) y peso medio de 1,3 kg.
	<b>Indálico</b>	AM	A/L	B/V	PM	Planta muy vigorosa de hojas grandes, para siembras tempranas, muy productiva, de cuaje precoz y muy concentrado. Ciclo de 92 días. Fruto oval-elíptico (L/D=1,5), de carne crujiente, buena conservación y muy azucarada (15,4%). Peso medio de 1,9 kg.
	<b>Categoría</b>	PS	V/R	B	---	Híbrido medio-precoz, 94 días desde la nascencia hasta la cosecha, adaptado al cultivo bajo plástico. Planta vigorosa y de gran producción, de frutos elípticos (L/D=1,6), escriturados y escasa cavidad interior. Peso medio de 2,5 kg. Carne crujiente, con 16% de azúcar. Muy buena conservación y resistencia al transporte.



Empresa	Varietad	Tipo	Piel	Carne	Resist/Toler.	Características
Fito						
	<b>Cantagrillo</b>	PS	V/R	B	---	Planta vigorosa con facilidad de cuaje. Ciclo de 95 días. Frutos elípticos, muy parecidos a la variedad categoría, pero de tamaño netamente algo mayor, destacando la compacidad de su carne, alto contenido en azúcar (15,8%), y ausencia de cavidad central. Gran aguante a sobremadurez después de la recolección. Siembras a partir de enero.
	<b>Cortex</b>	PS	V/R	B	---	Híbrido de planta vigorosa, rústica, adaptada al aire libre o bajo protección, con gran facilidad de cuaje. Ciclo de 90 días. Fruto ovalado, ligeramente escriturado, con tamaño medio de 2,5 kg. Carne crujiente y muy azucarada(14,8%).
	<b>Biga</b>	PS	V/L	B	PM, F0, 1 y 2	Planta de rápido desarrollo, de ciclo precoz (90 días) y muy productiva. Frutos ligeramente elípticos (L/D=1,3), de 1,3 kg de peso medio en cultivo bajo invernadero, alcanzando los 2 kg. Cultivado al aire libre. Corteza verde oscuro con moteado oscuro, y carne de textura crujiente, con alto contenido en azúcar (16%).
	<b>Cantasapo</b>	PS	V/R	B	---	Varietad semiprecoz, para cultivo bajo invernadero o al aire libre. Fruto elíptico alargado (L/D=1,7) y muy buena capacidad de aguante en postcosecha, con peso medio de 3,2 kg , brillo acusado y ligero escriturado. Carne muy dulce (16 °Brix). Trasplantes de febrero y marzo.
	<b>Cantarino</b>	PS	V/R	B	---	Varietad semiprecoz, para cultivo bajo invernadero o al aire libre. Fruto elíptico alargado (L/D=1,5) y muy buena capacidad de aguante en postcosecha, con peso medio de 2,8 kg, con un ligero escriturado. Carne muy dulce. Trasplantes de diciembre y enero.
	<b>Seda</b>	PS	V/R	B	PM , F2	Planta vigorosa muy equilibrada. De fácil cuaje. Fruto de forma oval, larga vida, 16 °Brix. Trasplantes de mediados de marzo a mediados de febrero.
	<b>SF-400/02</b>	GA	A/R	B	PM, F0, 1 y 2	Planta muy vigorosa de cuaje fácil. Fruto redondeado y larga conservación. 14 °Brix. Trasplantes a primeros de Febrero en invernadero.
	<b>Tambo</b>	CH	G/L	N	PM, F0, 1 y 2	Planta vigorosa de gran facilidad de cuaje. Fruto muy precoz, redondeado y larga vida. 16 °Brix. Trasplante desde mediados de enero hasta Marzo.
	<b>Irina</b>	CH	G/L	N	PM, F0, 1 y 2	Planta vigorosa de gran facilidad de cuaje. Fruto muy precoz, redondeado y larga vida. 16 °Brix. Trasplante hasta mediados de enero.
	<b>Alvaro</b>	CH	Vainilla/ L	N	PM, F0, 1 y 2	Planta muy vigorosa para trasplantes desde final de final de diciembre hasta marzo. Fruto muy oloroso.

Empresa	Variedad	Tipo	Piel	Carne	Resist/Toler.	Características
Fito	<b>Marca</b>	TE	V/A	B	---	Selección de Tendral verde tardío, caracterizado por la homogeneidad de sus frutos, ovalados, grandes y de corteza muy gruesa. Ciclo de 112 días. Peso medio de 2,5 kg. Contenido en azúcar de 15,6%.
Gautier	<b>Durandal</b>	CH	G/R	N	PM, F0, 1 y 2	Variedad andromonoica ideal para cultivo de otoño al aire libre o bajo plástico. Frutos de larga conservación postcosecha, con pesos de 0,8 kg y un escriturado fino y denso.
	<b>Galoubet</b>	CH	V/L	N	F0, 1 y 2	Variedad monoica y precoz recomendada para cultivo temprano o de otoño bajo protección. Fruto algo escriturado y de peso medio de 0,8 kg. redondo, muy uniforme y alto contenido en azúcar.
	<b>Figaro</b>	CH	V/L	N	PM, F0, 1 y 2	Variedad monoica, vigorosa y productiva para cultivo de primavera bajo protección. Fruto redondo, totalmente liso, uniforme, con pesos de 1 kg y buena conservación. Por su sabor es muy apreciado en los mercados franceses.
	<b>Cyrano</b>	CH	V/L	N	PM, F0, 1 y 2	Variedad tipo galoubet, con muy buen cuaje en condiciones tempranas. Producción bastante precoz, medianamente agrupada, para cultivo temprano bajo invernadero o al aire libre, con frutos de 1 kg.
	<b>Felibre</b>	CH	V/L	N	PM, F0, 1 y 2	Variedad tipo galoubet, de producción bastante agrupada y precoz. Para cultivos semitemperanos o al aire libre. Frutos de 0,8 kg.
	<b>Edonis</b>	CH	V/L	N	PM, F0, 1 y 2	Variedad tipo galoubet, de producción precoz y agrupada, adaptada a plantaciones semitemperanas y al aire libre, con frutos de 0,8 kg.
	<b>Sirocco</b>	AM	A/L	B	---	Variedad precoz que obtiene altos rendimientos, para cultivo de primavera bajo plástico. Fruto ovalado con peso medio de 1,2 kg.
	<b>Amarillo canario</b>	AM	A/L	B	---	Variedad precoz muy productiva, para cultivo de primavera y otoño bajo plástico, con frutos de 1 kg de peso.
Hazera	<b>Galia</b>	GA	N/R	V	PM	Para producción al aire libre e invernadero, con fruto redondo, de peso medio 1-1,2 kg. de excelente sabor y piel fuerte, finamente reticulada, de color amarillo anaranjado.
	<b>Makdimon</b>	GA	N/R	V	PM, F0 y 1	Variedad extratemprana para producción al aire libre e invernadero, con fruto redondo de reticulado medio y peso de 1-1,5 kg.
	<b>Arava</b>	GA	N/R	V	PM	Para producción al aire libre e invernadero. Recomendado para siembras tempranas. Adaptado a climas cálidos. Fruto redondo-achatado, de peso medio 1-1,5 kg, con reticulado medio.



Empresa	Variedad	Tipo	Piel	Carne	Resist/Toler.	Características
Hazera	<b>Galor</b>	GA	N/R	V	PM, F0 y 1	Para producción al aire libre e invernadero. Fruto amarillo verdoso, redondo y con reticulado medio.
	<b>Revigal</b>	GA	N/R	V	PM y CMV	Producción al aire libre e invernadero, incluso en secano. Fruto amarillo verdoso, redondo, con buen reticulado y alto contenido en azúcar.
	<b>Jalisco X-GAL 51</b>	GA	N/R	V	PM, F0, 1 y 2	Variedad precoz (madurez a los 80-85 días) para producción al aire libre y bajo invernadero. Fruto redondo bien reticulado, de color amarillo naranja, y de tamaño medio (de 0,9 a 1,1 kg).
	<b>Lavi X-GAL 52</b>	GA	N/R	V	PM, F0, 1 y 2	Planta vigorosa para producción al aire libre e invernadero, con fruto redondo bien reticulado y de color amarillo naranja. Peso medio de 1 a 1,5 kg. Madurez a los 80-85 días.
	<b>Elario</b>	GA	A/R	V	MNSV, PM, F0 ,1 y 2,	Planta vigorosa, para siembras tempranas. Fruto redondo, de 0,8 a 1 kg. Fruto con excelente reticulado. Plantaciones de Enero.
	<b>Galante</b>	GA	A/R	V	MNSV, PM, F0 ,1 y 2,	Planta vigorosa, para siembras tempranas. Fruto redondeado, de 0,8 a 1,1 kg. Fruto con excelente escritura y alto contenido en azúcar. Plantaciones de Marzo
	<b>Galápago</b>	GA	A/R	V	MNSV, PM, F0 ,1 y 2,	Fruto redondeado, muy uniforme. Peso de 0,8 a 1,2 kg. Plantaciones de Febrero
Leen de mos	<b>Alore</b>	GA	V/R	V	PM, F0 y 1	Híbrido temprano de buena producción. Frutos verde amarillentos de 1-1,6 kg y carne verde claro.
	<b>Galia F1</b>	GA	V/R	V	PM	Frutos redondos de color verde amarillento, de 0,8 a 1,4 kg y carne color verde claro.
	<b>LM-27 F1</b>	GA	V/R	N	PM, F0 y 1	Frutos redondos de 1-1,5 kg.
	<b>LM-28 F1</b>	GA	V/R	N	PM	Fruto alargado de 1,2-1,7 kg.
	<b>LM 145 F1</b>	AM	A/L	B	F0 y 1	Fruto alargado de 1,5-2 kg.
Nunhems	<b>Solo</b>	RO	V/R	B	F0 y 1	Planta vigorosa de ciclo medio y muy productiva, para cultivos precoces protegidos y al aire libre. Fruto oval, de color verde dorado, de 2,5 a 3,5 kg, de 12 –14°Brix, y carne firme.
	<b>Toledo</b>	PS	V/R	B	F0 y 1	Planta muy vigorosa de precocidad media, para siembras precoces y medias bajo cubierta. Frutos de 2,5 a 3,5 kg, verde intenso con manchas muy marcadas que se tornan doradas a la madurez. 12-14 °Brix .
	<b>Daimiel</b>	PS	V/R	B	F0 y 1	Híbrido de ciclo medio precoz, para cultivo protegido y al aire libre. Planta de moderado vigor de fácil fructificación. Fruto verde con manchas oscuras bien definidas, que en la madurez toma color acaramelado y se escritura. Fruto de 2 a 3 kg de peso y 13-14 °Brix. Buena conservación.
	<b>Almagro</b>	PS	V/R	B	PM, F0 y 1	Planta vigorosa de producción precoz, de regular y fácil fructificación, para cultivo bajo invernadero y al aire libre. Fruto de 2 a 3,5 kg, carne fina y buen comportamiento a la vitescencia. 13-14°Brix.

Empresa	Variedad	Tipo	Piel	Carne	Resist/Toler.	Características
Nunhems	<b>Ruidera (Nun 6171)</b>	PS	V/A	B	F0 y 2	Planta de vigor medio y cuaje escalonado. Planta adaptada a condiciones de manta y aire libre en Murcia. Transplantes medios en zonas como Sevilla y Valencia. Transplantes de plena estación en Badajoz. Fruto alargado, tipo piñonet, piel ligeramente rugosa, con excelente presentación y conservación. Su textura de carne y sabor recuerdan al Piel de Sapo tradicional. Alto contenido en azúcar.
	<b>Clipper</b>	CH	G/L	N	F0, 1 y 2	Tipo Novanun con planta de crecimiento vigoroso y producción semiprecoz, para cultivo protegido. Fruto de 0,7-1 kg. no vitrescente, de carne firme y alto contenido en azúcar (12-15°Brix). L/D=1.
	<b>Topper</b>	CH	G/L	N	F0, 1 y 2	Tipo Novanun de planta vigorosa, para cultivo protegido precoz y al aire libre. Frutos uniformes y esféricos, de 0,8-1,1 kg, carne firme y perfumada, de alto contenido en azúcar (12-15 °Brix) y no vitrescente. L/D=1.
	<b>Nun 4811</b>	CH	G/L	N	Áfidos, PM, F0, 1 y 2	Tipo Novanun, de características y color similares a Clipper, pero con tamaño un poco más grande.
	<b>Nun 6200</b>	CH	G/L	N	PM, F0, 1 y 2	Tipo Novanun, de planta vigorosa, tamaño de fruto uniforme, y que vira a amarillo en su madurez, con buen nivel de azúcar.
	<b>Nun 6201</b>	CH	G/L	N	PM, F0, 1 y 2	Tipo Novanun, de vigor medio, ideal para plantaciones extratempranas o tempranas, y/o para zonas de agua de mala calidad por su capacidad de conseguir un excelente calibre comercial. contenido de azúcar de 14 °Brix. Excelente uniformidad de frutos e impecable aspecto externo.
	<b>Nun 6293</b>	CH	G/L	N	PM, F0, 1 y 2	Tipo Novanun, con planta vigorosa con facilidad de cuaje, excelente calibre (0,8-1 kg, aconsejado para plantaciones tempranas), carne firme, crujiente y muy azucarada (16 °Brix), larga conservación y muy tolerante a vitrescencia.
	<b>Nun 7029</b>	CH	G/L	N	Áfidos, PM, F0, 1 y 2	Tipo Novanun. Planta de vigor medio para plantaciones medias, (más tardías que Nun 6293). Fruto de buen calibre y color externo oscuro similar a Nun 6293. Excelente tolerancia a la vitrescencia. Excelentes cualidades organolépticas y de conservación.
	<b>Nun 7031</b>	CH	G/L	N	Áfidos, PM, F0, 1 y 2	Tipo Novanun, de vigor medio. Para plantaciones medias y tardías. Fruto de excelente aspecto externo y alto contenido en azúcar. Elevada tolerancia a la vitrescencia. Excelente conservación del fruto.
<b>Lunastar</b>	CH	A/L	N	PM, F0, 1 y 2	Tipo Lunanun, de planta de vigor medio y producción semiprecoz, para cultivos protegidos y al aire libre. Fruto esférico que vira a amarillo en la madurez, de 0,7-1 kg. carne firme, cremosa y perfumada, de alto contenido en azúcar (12-14°Brix). Melón de larga conservación.	



Empresa	Variedad	Tipo	Piel	Carne	Resist/Toler.	Características
Nunhems	Lunabel	CH	A/L	N	Áfidos, PM, F0, 1 y 2	Tipo Lunanun, de planta de vigor medio, semiprecoz y alto potencial productivo, para cultivos protegidos y al aire libre. Fruto esférico que vira a amarillo en la madurez, de 0,8-1,1 kg, carne firme, cremosa y perfumada, de alto contenido en azúcar (12-14 °Brix). Posee el gen VAT .
	Castella	CH	V/R	N	PM, F0 y 2	Tipo Geanun, de planta vigorosa, para cultivos precoces al aire libre o protegidos. Frutos ovalados (L/D=1,3), bien escriturados en la madurez, de 1,2-1,5 kg, carne firme no vitrescente y muy dulce (12-15 °Brix).
	Geamar	CH	V/R	N	PM, F0 y 2	Tipo Geanun de planta vigorosa y precocidad media, para cultivo al aire libre y bajo invernadero. Fruto oval (L/D=1,3), reticulado denso y uniforme de 1,1-1,4 kg, carne firme y alto contenido en azúcar (12-15°Brix). No vitrescente.
	Geaprince	CH	V/R	N	Áfidos, PM, F0, 1 y 2	Tipo geanun de planta vigorosa, muy productiva, de precocidad media. Fruto redondo (L/D=1), escriturado uniforme, de 1-1,2 kg, carne muy firme y no vitrescente.
	Solarbel	GA	A/R	V	F0 y 2	Tipo Solarnun de planta vigorosa y precocidad media, de producción concentrada, adaptada a cultivos tardíos de invernadero en primavera, cultivos de manta y aire libre, y otoño en invernadero. Frutos redondos, densamente escriturados, de 0,8-1,2 kg. En madurez la piel vira de amarillo limón a amarillo intenso. Carne de color verdeblanca, con alto contenido en azúcar (12-15 °Brix), no vitrescente. Excelente conservación.
	Aril	AM	A/L	B	PM, F0 y 1	Tipo Amarillo oro. Planta de reducido vigor y producción muy precoz, recomendada para cultivos protegidos. Fruto con pequeña cicatriz pistilar, de 1-1,5 kg (calibres 7-8), con buen contenido en azúcar (12-13°b brix). L/D=1,1.
	Bista	AM	A/L	B	PM, F0 y 1	Tipo Amarillo oro. Planta de porte vigoroso y producción muy precoz. Fruto oblongo (L/D=1,1), de 1,2-1,5 Kg., carne firme y alto contenido en azúcar(12-13°Brix).
	Deoro	AM	A/L	B	F0 y 1	Tipo Amarillo oro. Planta de vigor y precocidad media. Frutos de forma tipo piña, piel algo rugosa, de 1-1,5 Kg. cicatriz pistilar en forma de ojo de perdiz. Para cultivos al aire libre o bajo manta de plena estación. 12-13°Brix.
	Nun 1266	AM	A/L	B	PM, F0 y 1	Tipo Amarillo oro. Planta de vigor medio y producción semiprecoz. Frutos de forma apiñada, piel ligeramente rugosa, con pequeña cicatriz pistilar. Carne firme, jugosa y azucarada (12-13 °Brix). Prefiere los cultivos medios y de plena estación.

Empresa	Variedad	Tipo	Piel	Carne	Resist/Toler.	Características
Nunhems	<b>Pandor</b>	AM	A/L	B	F0 y 1	Tipo Amarillo canario. Planta vigorosa de producción precoz. Frutos de forma oval, carne firme y muy azucarada. De 1,2-1,7 kg. 13-14°Brix. L/D= 1,3
	<b>Delada</b>	GA	V/R	V	F0 y 2	Planta de ciclo precoz y vigor medio, para cultivos de plena estación y tardíos. Frutos esféricos, uniformemente reticulados, de 0,9-1,1 kg, alto contenido en azúcar (12-14°Brix) y cavidad interna reducida.
	<b>Deltex</b>	GA	V/R	B	F0 y 2	Melón tipo Eriçó, de planta vigorosa de rápido desarrollo y ciclo medio precoz, adaptada a cultivo bajo túnel y al aire libre. Fruto esférico-ovalado (L/D=1,1), piel fina y uniformemente escriturada, de 1-1,5 kg. 13-15 °Brix.
Petoseed	<b>PEX 542</b>	GA	A/R	C	PM, F0 y 1	Planta vigorosa. Frutos esféricos bien escriturados, de 0,7-1 kg de peso.
	<b>PEX 543</b>	GA	V/R	V	PM, F0 y 1	Planta de vigor medio, adaptada a cultivos tempranos bajo cubierta. Frutos esféricos, muy uniformes, bien escriturados y consistentes, de 0,8-1 kg.
	<b>Eros (PSI 04400)</b>	GA	V/R	V	MNSV, PM, F0 y 1	Planta de vigor medio-alto con facilidad de cuaje, gran capacidad de rebrote, muy productiva y precoz. Ciclo adaptado a cultivo de invernadero, manta y al aire libre en siembras medias y tardías. Frutos completamente redondos. Pequeña cavidad interna y carne muy consistente. Escriturado perfecto y atractivo, muy denso. Maduración uniforme con corteza de color amarillo-naranja. No se despezona. Alto contenido en azúcar y peso medio de 0,8-1 kg.
	<b>PSI 04806</b>	GA	V/R	V	PM, F0 y 1	Planta vigorosa, frutos esféricos de escriturado uniforme, peso de 0,9-1,1 kg. Alto contenido en azúcar u larga conservación.
	<b>Yuma</b>	GA	V/R	V	---	Planta de vigor medio con gran capacidad de rebrote, para cultivo al aire libre o bajo invernadero. Fruto redondo de escriturado intenso y color amarillo fuerte en madurez. Peso de 1-1,2 kg.
	<b>Gallicum</b>	GA	V/R	B	---	Fruto redondo de peso medio 1-1,5 Kg. Corteza de color amarillo en su madurez y denso reticulado. Carne blanco-verdosa, muy dulce y aromática.
	<b>PSI 04002</b>	PS	V/R	B	F0 y 1	Planta de vigor medio. Frutos de buen tamaño, escriturado ligero y color dorado a la madurez.
	<b>Braco</b>	PS	V/R	B	---	Planta de gran vigor, muy productiva, para cultivo al aire libre o bajo invernadero. Frutos de gran tamaño con peso de 2,5-3,5 kg.
	<b>Bardino</b>	PS	V/R	B	---	Planta vigorosa, con frutos de forma elíptica y piel de reticulado fino. Frutos de 2,5-3 kg.
	<b>Unico</b>	RO	V/L	B	PM	Híbrido de planta vigorosa y ciclo precoz, para cultivo al aire libre y bajo invernadero. Fruto consistente y resistente al avinado.



Empresa	Variedad	Tipo	Piel	Carne	Resist/Toler.	Características
Petoseed	Éxito	RO	V/L	B	---	Planta vigorosa, con frutos de forma elíptica, de peso 2,5-3 kg. de piel ligeramente escriturada y pulpa con textura firme.
	Novel	RO	V/L	B	PM	Fruto con piel lisa, de forma oval y con pesos de 2,5-3 kg. con textura de la pulpa dura.
	Doral	AM	A/L	B	PM, F2	Híbrido F1 de planta vigorosa, con fácil cuajado y fruto consistente, para cultivo al aire libre o bajo invernadero.
	Champs Elysees	CH	G/L	N	PM, F0, 1 y 2	Planta vigorosa de gran producción y ciclo medio precoz para cultivo al aire libre. Frutos consistentes y alto contenido en azúcar con peso medio de 1 kg.
Rijk Zwaan	Aitana (34-04 RZ)	GA	A/R	V	PM, F0 y 1	Planta vigorosa de potente sistema radicular, de cuaje muy uniforme, gran precocidad de maduración, con recolección agrupada. Calibre medio de 1 kg. Escriturado firme y denso, maduración uniforme y elevada consistencia y resistencia al transporte. Recomendada para trasplantes medios en invernadero, túnel o al aire libre.
	Melina	GA	A/R	V	---	Variedad recomendada para plantaciones tempranas, tanto entutorado como sin tutor. Peso del fruto homogéneo (de 1-1,2 kg). Excelente reticulado, denso, fino y uniforme. Gran resistencia al transporte, incluso con frutos completamente maduros. Sabor dulce y aromático (11-13 °Brix). Buena facilidad para el cuaje.
	Gredos	GA	A/R	V	PM, F0 y 1	Planta vigorosa de gran rusticidad, recomendada para plantaciones tardías bajo invernadero, malla o al aire libre. Hojas de tamaño medio y de color oscuro. Fruto muy pesado y consistente debido al reducido tamaño de la cavidad interior. Escriturado denso y muy homogéneo. Calibre y forma uniforme, peso medio entre 0,8-1 kg. (calibre 6). Carne muy dulce y aromática (11-14 °Brix) de color verde y textura crujiente.
	Himalaya	GA	A/R	V	PM, F0,1 y 2	Planta muy vigorosa de cuaje escalonado, interesante para entutorado. Maduración precoz y frutos muy uniformes.
	Mirella (34-53 RZ)	GA	A/R	V	PM, F0 y 1	Variedad para siembras medias y tardías, tanto en suelo como entutorado. Gran precocidad de maduración. Planta fuerte de vegetación abierta. Fruto muy redondo, de escriturado fino y denso, similar a Melina, de calibre medio muy uniforme. Carne de sabor dulce, aromática y de textura melosa crujiente.
	Danubio	GA	A/R	V	F0,1 y 2 , Oidio Sf2,Sf5	Planta vigorosa, con facilidad de cuaje. Fruto redondo y escriturado intenso, Larga vida, calibres 5 y 6, nivel de azúcar entre 14-16 °Brix. Reticulado tipo Galia por todo el fruto.
	Alpes	GA	A/R	V	F0,1 y 2 , Oidio Sf2,Sf5	Planta vigorosa, con facilidad de cuaje. Fruto redondo, de escriturado intenso y cierre pistilar pequeño. Calibres 5 y 6. Buen nivel de azúcar y degradación lenta del mismo.

Empresa	Varietad	Tipo	Piel	Carne	Resist/Toler.	Características
Rijk Zwaan	<b>Babiaca</b> (34-10 RZ)	PS	V/L	B	F0, 1 y 2	Varietad para plantaciones medias-tempranas. Planta vigorosa, con facilidad de cuaje. Frutos ovalados de peso medio 4-5 kg con un escriturado muy comercial. Carne firme y consistente (no se avina), con alto contenido en azúcar.
	<b>Moncayo</b>	AM	A/L	B	---	Varietad muy temprana, que proporciona frutos uniformes de un peso de 1-1,5 kg. Forma redonda del fruto y carne bastante blanda y blanca, con un nivel muy bueno de azúcar y muy productiva.
	<b>Miró</b> (34-70 RZ)	CH	G/L	N	PM, F0,1 y 2	Planta fuerte y vigorosa, con cuaje agrupado algo escalonado. Fruto redondo y bien casqueado, de tamaño medio-grande (0,9-1,1 kg), con buen cambio de coloración al madurar (tono marfil) y hombros de jaspeado azul intenso. Buen nivel de azúcar, consistente y buena conservación.
	<b>Phoenix</b>	CH	G/L	N	PM, F0,1 y 2	Planta vigorosa y bien equilibrada. Recomendada para plantaciones medias de invernadero y tardías en malla o calle. Fruto de calibre mediano y uniforme. Corteza clara, lisa y con los surcos bien marcados.
Royal Sluis	<b>RS 122001</b>	CH	G/L	N	PM, F0,1 y 2	Planta medio vigorosa de ciclo muy precoz. Fruto redondo con buena conservación y 0,8-1,1 kg de peso.
	<b>RS 04400</b>	GA	V/R	B-V	PM, F0 y 1	Planta muy vigorosa de ciclo precoz. Fruto ligeramente ovalado, de 1-1,3 kg, cavidad pequeña y no despezona con facilidad.
	<b>RS 123001</b>	GA	V/R	V	PM, F0 y 1	Planta vigorosa de ciclo precoz, para cultivo de media estación y tardío. Frutos redondos finamente escriturados, de 0,9-1,1 kg.
	<b>Polidor</b>	GA	V/R	V	PM, F0 y 2	Planta muy vigorosa de ciclo precoz y alto rendimiento. Fruto redondo, de 1,3-1,7 kg y carne verde claro brillante.
	<b>RS 04200</b>	RO	V/R	B-C	PM, F0,1 y 2	Planta vigorosa de ciclo medio precoz, de buen cuaje y cicatriz estilar media. Fruto ovalado de carne blanco-amarillo claro y peso de 2-3 kg.
	<b>RS 125001</b>	PS	V/L	B	PM, F2	Varietad vigorosa de ciclo medio precoz. Fruto ovalado y peso de 2-3 kg.
	<b>RS 125002</b>	PS	V/L	B	PM, F2	Planta vigorosa de ciclo medio para cultivo protegido. Fruto oval-alargado y peso de 2,5-3 kg.
	<b>RS 125003</b>	PS	V/L	B	PM, F2	Planta de vigorosidad media y ciclo medio. Fruto oval y peso de 2,5-3 kg.
	<b>RS 04600</b>	AM	A/L	B	PM, F2	Planta vigorosa de ciclo muy precoz. Fruto redondo, muy uniforme y de peso 1-1,3 kg.
	<b>RS 124001</b>	AM	A/A	B	PM, F2	Planta vigorosa de ciclo precoz. Fruto redondo ligeramente ovalado, de 1,2-1,5 kg, que puede escriturarse.
<b>RS 127001</b>	BR	B/L	B	PM, F2	Planta muy vigorosa de ciclo medio precoz. Fruto redondo ligeramente ovalado, para el mercado de exportación, con peso medio 1,3-1,5 kg	



Empresa	Variedad	Tipo	Piel	Carne	Resist/Toler.	Características
S&G Sandoz Seeds	<b>Sancho</b>	PS	V/R	B	PM, F0 y 1	Adaptado a cultivos bajo plástico, aunque consigue sus mejores resultados al aire libre. Fruto de buen calibre. Atractivo por su escriturado y color dorado en la madurez. Alto contenido en azúcar.
	<b>Amarillo canario</b>	AM	A/L	B	---	Alta producción, tanto al aire libre como bajo invernadero. Color amarillo intenso en su madurez y fruto muy dulce.
	<b>Regal</b>	GA	V/R	B-V	PM, F0 y 1	Adaptado a siembras tempranas en túnel y al aire libre, con gran capacidad de cuaje. Frutos redondos de 0,8-1,1 kg muy dulces.
	<b>Gustal</b>	GA	A/R	B-V	PM, F0 y 1	Ideal para siembras tardías. Frutos redondos muy homogéneos.
	<b>Primal</b>	GA	A/R	V	MNSV, PM, F0 y 1	Planta muy vigorosa bien adaptada a cultivos tempranos bajo cubierta o al aire libre. Frutos dulces, firmes, redondos y con buena conservación.
	<b>Radical</b>	GA	A/R	V	MNSV, PM, F0 y 1	Planta vigorosa, adaptada a cultivos bajo cubierta, para siembras medias y tardías. Frutos algo ovalados, de carne densa.
	<b>Total</b>	GA	A/R	V	PM, F0 y 1	Planta muy vigorosa y muy productiva, de frutos homogéneos y carne firme, para recolectar en pintón o amarillo.
	<b>MG-754</b>	GA	A/R	V	MNSV, PM, F0,1 y 2	Planta vigorosa de frutos redondos, dulces y pequeños (0,7 kg). para plantaciones medias y tardías.
	<b>MG-741</b>	GA	A/R	V	PM, F0,1 y 2	Planta vigorosa para plantaciones medio tempranas. Frutos dulces, homogéneos, tamaño medio y buen aguante postcosecha.
	<b>Manago</b>	CH	V/L	C	PM, F0,1 y 2	Buen comportamiento en siembras tempranas, con frutos de color claro muy aromáticos.
	<b>Pancha</b>	CH	V/R	C	PM, F0 y 1	Frutos dulces y aromáticos con buen comportamiento en siembras tempranas.
Sakata Seed Iberica	<b>Aikido</b>	GA	A/R	V-B	PM, F0 y 1	Fruto redondo de 1-1,4 kg, 37-38 días para madurez tras la floración y 10-13 °Brix.
	<b>Judo</b>	GA	A/R	V-B	PM, F0 y 1	Fruto redondo de 1-1,3 kg, 40 días para madurez tras la floración y 10-13 °Brix.
	<b>K2-18</b>	GA	A/R	N	PM, F0,1 y 2	Fruto redondo de 1 kg, 40 días para madurez tras la floración y 10-13 °Brix
	<b>C2-15</b>	SM	V/R	N	PM, F0,1 y 2	Fruto oblongo de 1 kg de peso, 42-45 días para madurez tras la floración y 12-15 °Brix.
	<b>Birdie</b>	AM	A/L	B	PM, F0 y 2	Fruto oval de 0,8-0,9 kg de peso, 40-45 días para madurez tras la floración y 15-16 °Brix.
	<b>Eagle</b>	AM	A/L	V-B	PM, F0 y 2	Fruto redondo de 0,9-1,1 kg. 43-47 días para madurez tras la floración y 15-17 °Brix.
	<b>K2-29</b>	AM	A/L	V-B	PM, F0 y 2	Fruto oval de 1 kg de peso medio, 45-48 días para madurez tras la floración y 13-14 °Brix.
	<b>Utopia</b>	AM	A/A	V-B	PM, F0 y 2	Fruto oval de 1,2-1,4 kg de peso, 50 días para madurez tras la floración y 13-14 °Brix.
<b>Kinka</b>	AM	A/L	V	PM, F0 y 2	Fruto redondo de 1,4-1,6 kg, 50-55 días para madurez tras la floración y 13-14 °Brix.	

Empresa	Variedad	Tipo	Piel	Carne	Resist/Toler.	Características
Sakata Seed Iberica	<b>Pegasus</b>	PS	V/R	B	PM, F0 y 2	Fruto oval verde oscuro de 2-3 kg, 50 días para madurez tras la floración y 13-16 °Brix.
	<b>Zilba</b>	PS	V/R	B	PM, F0 y 2	Fruto redondo oval, entre piel de sapo y Galia verde amarillento, de 1,4-1,8 kg, 43-45 días para madurez tras la floración y 15-17 °Brix.
	<b>Sonie</b>	RO	V/R	B	PM, F0 y 2	Fruto temprano oval, de 2-2,5 kg, 50 días para madurez tras la floración y 14-17 °Brix.
	<b>Pelayo</b>	TE	V/A	B	PM, F0 y 2	Fruto oval tendral negro, de 1,5-2,5 kg, 60 días para madurez tras la floración y 15-17 °Brix.
	<b>Harvest King</b>	RFP	V/R	N	---	Fruto redondo de 1 kg, 45-46 días para madurez tras la floración y 12-13 °Brix.
	<b>Paradise</b>	RFP	V/R	N-V	PM, F0 y 2	Fruto redondo tipo Harvest King de 1,2-1,3 kg., 48-50 días para madurez tras la floración y 14-15 °Brix.
	<b>Concert</b>	RFP	V/R	N	PM, F0 y 2	Fruto redondo tipo Harvest King de 1,2-1,3 kg. 45-46 días para madurez tras la floración y 12-13 °Brix.
	<b>Sunrise</b>	RFP	A/R	N	PM	Fruto redondo tipo Harvest King de 1 kg, 42-45 días para madurez tras la floración y 12-13 °Brix.
	<b>Sweetheart</b>	CH	G/L	N	Mildiu, PM, F0 y 2	Fruto redondo de 0,6 kg. 33-36 días para madurez tras la floración y 13-15 °Brix.
	<b>Parisien</b>	CH	A/L	N	PM, F0 y 2	Fruto redondo de 1-1,3 kg. 45 días para madurez tras la floración y 13-15 °Brix.
	<b>Sprite</b>	OR	B/L	B	Mildiu, PM, F0 y 2	Fruto oval de 0,5 kg, 40-45 días para madurez tras la floración y 16-17 °Brix.
	<b>A-ONE</b>	OG	V/R	V	PM, F0 y 2	Fruto redondo de 1-1,5 kg. 55 días para madurez tras la floración y 13-14 °Brix.
Vilmorin	<b>Verdol</b>	PS	V/R	B	F0 y 2	Planta vigorosa y rústica, de producción precoz agrupada, con alta productividad, adaptada al cultivo al aire libre y bajo invernadero. Frutos homogéneos, de forma elíptica, con carne dulce y crujiente.
	<b>Iberix</b>	RO	V/R	B	F0 y 1	Planta vigorosa y productiva, adaptada a cultivos al aire libre e invernaderos. Fruto con escriturado medio y atractivo. Calibre grueso y alto contenido en azúcar. Buena conservación.
	<b>Solaris</b>	AM	A/L	B	F0 y 1	Para producción precoz en invernadero y al aire libre. Planta vigorosa, precoz, con facilidad de cuaje. Fruto ovalado, consistente y dulce. Pequeña cicatriz pistilar.
	<b>Goliat</b>	GA	A/R	V	F0 y 2	Planta de vigor medio y producción agrupada. Fruto esférico y muy regular, con reticulado uniforme y muy atractivo. Fruto consistente y con alto contenido en azúcar.
	<b>Acor</b>	CH	G/L	N	F0, 1 y 2	Planta monoica muy precoz. Fruto esférico a oblongo, de piel lisa, verde gris, acostillado, calibre muy homogéneo (0,8-0,9 kg) y muy dulce.



Empresa	Variiedad	Tipo	Piel	Carne	Resist/Toler.	Características
Western seed	Manko	GA	A/R	V	---	Variiedad para cultivo al aire libre o bajo invernadero, de frutos esféricos, de 0,6-1,4 kg, carne verde claro y piel fuertemente reticulada amarillo-verdosa que vira a anaranjado a la madurez. Precocidad de 90-100 días, según época de siembra.

▲ **TIPOS :**

- **Rochet** (RO), **Piel de Sapo** (PS), **Tendral** (TE), **Amarillo** (AM), **Galia** (GA), **Charentais** (CH), **Honey Dew** (HD), **Branco de Ribatejo** (BR), **Super Market** (SM), **Red Fleshed Pearl** (RFP), **Oriental** (OR), **Ogen** (OG).

▲ **PIEL :**

- Verde (V), Amarilla (A), Anaranjada (N), Blanquecina (B), Gris-Verde (G).
- Lisa (L), Asurcada (A), Reticulada/Escriturada (R).

▲ **CARNE :**

- Blanca (B), Verde (V), Naranja (N), Crema (C).

▲ **Resistencias / Tolerancias :**

- *Fusarium oxysporum* (F), Oidio (PM) -no se especifica entre los géneros *Erysiphe cichoracearum* y las tres razas de *Sphaerotheca fuliginea*-, Virus del Cribado (MNSV), Cucumber Mosaic Virus (CMV).

FUENTE: INFORMACIÓN FACILITADA POR LAS CASAS COMERCIALES.

12. ( **PLAGAS, ENFERMEDADES Y FISIOPATÍAS DEL MELÓN** )

Si fuese posible, es mu conveniente tener un historial de la zona en cuanto a climatología, humedad y temperaturas sobre todo, también tener presentes los problemas fitosanitarios de los últimos años y las desinfecciones realizadas, con ello minimizaremos los problemas.

Antes de pasar al estudio de cada plaga, enfermedad o fisiopatía, conviene recordar **las medidas de protección fitosanitaria contra las enfermedades víricas** (Orden de fecha 12 de diciembre de 2001, de la Consejería de Agricultura y pesca de la Junta de Andalucía, por la que se establecen medidas de control obligatorias así como las recomendadas en la lucha contra las enfermedades víricas en los cultivos hortícola).

■ **Obligación de los productores de hortalizas**

- Deberán emplear “plántulas” procedentes de semilleros autorizados y conservar durante un año el Pasaporte Fitosanitario.
- En caso de semillas que así lo requieran, deberán tener asimismo el Pasaporte Fitosanitario, estar registradas y mantener el envase etiquetado un año.
- Deberán comunicar a las delegaciones provinciales de la Consejería de Agricultura y Pesca la aparición de cualquier síntoma sospechoso desconocido y facilitar toda la información al respecto.

- Facilitar el acceso a las instalaciones de los inspectores de los Servicios Oficiales.
- Ejecutar las medidas de control de carácter obligatorio, reflejadas en el siguiente anexo.

## **ANEXO:**

### **MEDIDAS DE CONTROL OBLIGATORIAS:**

#### **Medidas de carácter fitosanitario:**

Seguimiento y control de las poblaciones de posibles insectos vectores. En caso de tratamientos químicos alternar las aplicaciones con productos de distintos grupos. Utilización de trampas cromotrópicas para seguimiento y captura de insectos vectores.

#### **Medidas de carácter estructural:**

La estructura del invernadero deberá mantener una hermeticidad completa que impida el paso de insectos vectores.

Colocación de malla en las bandas y cubreras del invernadero con una densidad mínima de 10 por 20 hilos/cm, excepto en aquellos casos en que no permita una adecuada ventilación.

Colocación de doble puerta o puerta y malla, de igual densidad a la anterior, en las entradas del invernadero.

#### **Medidas de carácter higiénico:**

Arrancar y eliminar inmediatamente las plantas afectadas por virus y las colindantes al inicio del cultivo, antes del cuaje y, posteriormente, a criterio técnico, transportándolas en camiones herméticos a plantas de tratamiento para su destrucción inmediata.

Intensificar las medidas de limpieza de restos vegetales y malas hierbas en el invernadero y alrededores (1 m). En virus transmitido por contacto, desinfectar los útiles de trabajo con una solución de fosfato trisódico al 10% antes y después de realizar las labores de cultivo. Lavar la ropa después de cada visita al invernadero.

En cultivos en sustrato, desinfección de los mismos, de las tuberías y estructuras en caso de detectarse virus por contacto. Evitar las visitas indiscriminadas a invernaderos por virus transmitido por contacto.

Una vez finalizado el cultivo:

- Tratar contra los insectos vectores.
- Mantener cerrados los invernaderos hasta la desecación total de las plantas.
- Eliminar los restos vegetales de forma adecuada.

Queda prohibido el abandono de los cultivos.

#### **Medidas agronómicas:**

En caso de situaciones críticas, podría imponerse periodos sin cultivo, con el fin de romper el ciclo de los posibles insectos vectores.



## 12.1. ( Plagas del melón ]

### ▲ Araña roja

- *Tetranychus urticae*
- *Tetranychus cinnabarin*

#### Control Biológico Araña Roja

- *Phytoseilus persimilis*
- *Amblyseius californicus*

### ▲ Síntomas:

Los primeros síntomas se precian en el haz de las hojas con manchas amarillentas, mientras que en el envés se observa la presencia de las arañas.

### ▲ Daños:

Los daños son debidos al debilitamiento de la planta como consecuencia de las numerosas picaduras para su alimentación, así como la disminución de las funciones de las hojas que terminan por secarse.

### ▲ Materias activas recomendadas:

Abamectina, bifentrín, hexitiazox.

### ▲ Mosca blanca

- *Trialeurodes vaporariorum*
- *Bemisia tabaci*: (biotipo B y biotipo no-B)

#### Control Biológico Mosca B.

- *Macrolophus caliginosus*
- *Encarsia formosa*
- *Eretmocerus californicus*
- *Verticillium lecanii*
- *Beauveria bassiana*

### ▲ Síntomas:

Los adultos colonizan el envés de las hojas.

### ▲ Daños:

Esta plaga ocasiona dos tipos de daños. Los directos son producidos por la succión de la savia de las hojas, efectuada por larvas y adultos, con el debilitamiento del cultivo, además de la melaza producida donde se asienta el hongo de la negrilla, lo cual dificulta el desarrollo normal de la planta, aparte de la depreciación de los frutos. Sin embargo los daños más importantes son los indirectos, al actuar estos insectos como vectores del virus del amarilleamiento del pepino y melón (CuYV).

### ▲ Biología:

Los adultos procedentes del exterior (malas hierbas) se localizan en el envés de las hojas jóvenes donde se alimentan y realizan las puestas. De los huevos nacen las larvas que pasan por varios estadios hasta transformarse en pupa.

Las poblaciones se superponen y en cada momento existen huevos, larvas, pupas y adultos, siendo muy numeroso el número de generaciones a lo largo del año.

### ▲ Materias activas recomendadas:

Buprofecín, imidacloprid, lambda-cihalotrin, pimetrocina, piridaben, tiamethosan. Es muy recomendable la utilización de mojanter y jabones potásicos.

### ▲ Áfidos

- *Aphis gossypii*
- *Myzus persicae*

#### Control Biológico Afidos

- *Aphidius ervi*
- *Chrysoperla carnea*
- *Aphidius matricariae*
- *Aphelinus abdominalis*
- *Hippodamia convergens*
- *Aphidius colemani*
- *Aphidoletes aphidimyza*
- *Verticillium lecanii*

### ▲ Síntomas:

La colonización por áfidos en plantaciones de melón se realiza principalmente a través de formas aladas que llegan a la planta, iniciándose la colonia con formas ápteras e inmaduras.

La dispersión de la población a otras plantas del cultivo y la formación de nuevas colonias se realiza a través de los vuelos de formas aladas. Las formas ápteras se dispersan caminando a través de la superficie de contacto entre unas hojas y otras, siendo esta última forma de dispersión más fácil en el caso de cultivo rastrero. En un principio, la distribución en la parcela se presentará por focos o rodales.

### ▲ Daños:

Los daños directos son producidos por la absorción de savia de larvas y adultos durante la alimentación, lo que provoca en los órganos de la planta una reducción de su desarrollo con deformaciones, abullonaduras y enrollamiento de las hojas hacia el envés, con un retraso general de la planta.

Los indirectos se producen porque la fracción de savia absorbida y no aprovechada es eliminada por los sifones durante la alimentación. Esta sustancia pegajosa tiene un elevado contenido en azúcares, sirviendo como medio de cultivo a hongos saprofitos como la fumagina ó negrilla. Otro de los daños ocasionados es la transmisión de virus tales como Virus del Mosaico del Pepino (CMV).

### ▲ Materias activas recomendadas:

Bifentrín, deltametrín, imidacloprid, pimetrocina.

### ▲ Minadores

- *Liriomyza bryoniae*
- *Liriomyza strigata*
- *Liriomyza trifolii*
- *Liriomyza huidobrensis*

#### Control Biológico Minadores

- *Diglyphus isaea*
- *Dacnusa sibirica*

Las hembras adultas de minadores realizan las puestas dentro del tejido de hojas jóvenes donde comienza a desarrollarse una larva en su interior que se alimenta del parénquima de la hoja ocasionando las típicas galerías.

La forma de las galerías es diferente aunque no siempre distinguible entre especies y cultivos. Una vez finalizado el desarrollo, las larvas salen de las hojas para pupar, lo cual suelen realizar en el suelo o en hojas, emergiendo los adultos al final de este estado.

### ▲ Materias activas recomendadas:

Abamectina, ciromazina.

### ▲ Noctuidos

- *Spodoptera exigua*
- *Spodoptera littoralis*
- *Plusia* spp.
- *Heliothis* spp.

#### Control Biológico Noctuidos

- *Bacillus thuringiensis*
- *Trichogramma evanescens*



#### ▲ Síntomas:

Las hojas tienen zonas comidas en forma redondeada y distribuidas por toda ella. Las larvas pequeñas dejan la epidermis de las hojas. En fruto, se puede observar hendiduras superficiales o comeduras que marcan los frutos.

#### ▲ Biología:

Las mariposas depositan los huevos sobre el envés de las hojas en ooplacas o plastones, con un número variable y envueltos en una masa de escamas blancas en el caso del género *Spodoptera* o de forma aislada y sin escamas en los de *Plusia* y *Heliothis*. Las larvas recién eclosionadas se agrupan sobre los tallos y hojas. Las larvas más desarrolladas tienen tendencia a vivir aisladamente, causando los mayores daños. Su mayor actividad es durante la noche.

#### ▲ Materias activas recomendadas:

*Bacillus thuringiensis*, bifentrín y deltametrín.

#### ▲ Trips

- *Thrips tabaci*
- *Frankliniella occidentalis*

#### Control Biológico Trips

- *Amblyseius cucumeris*
- *Orius laevigatus*
- *Orius albidipennis*
- *Verticillium lecanii*

#### ▲ Biología:

Las puestas de huevos las realizan las hembras adultas de forma aislada dentro de los tejidos de donde salen las larvas, que recién nacidas son de color blanco y que conforme van creciendo, van tomando una coloración más amarillenta y oscura hasta alcanzar el estadio de pupa inmóvil y el estado de adulto.

Las larvas y adultos pueden localizarse en todas las partes de la planta abundando sobre todo en las flores, donde se refugian y son difíciles de ver. Se alimentan picando las células vegetales vaciándolas de su contenido y también del polen de las flores.

#### ▲ Daños:

En las hojas se observan unas placas o manchas plateadas y brillantes que con el tiempo se necrosan. En las flores, los daños se traducen a malformaciones. Cuando las picaduras son numerosas y extensas en el fruto, en ciertos tipos de melones como cantaloup, pueden ser causa de una depreciación en la calidad comercial. Las picaduras producen manchas plateadas en los frutos.

#### ▲ Materias activas recomendadas:

Malathion, formetanato, acrinatrín.

### 12.2. (Nematodos)

El género *Meloidogyne* es el único que causa daños de importancia económica a melón. *Meloidogyne javanica* y *Meloidogyne arenaria* han sido las especies más recientemente encontradas e identificadas en los cultivos hortícolas de Almería. Los ataques suelen presentarse en rodales donde las plantas muestran un crecimiento irregular y pobre con una tendencia a marchitarse fácilmente por desequilibrios hídricos, más acentuados

durante la fructificación. Al arrancar éstas plantas se pueden apreciar unos abultamientos (agallas o nódulos) en las raíces, característicos de esta afección. Ha dado buen resultado la solarización. En pretrasplante se están utilizando desinfecciones a base de dicloropropeno, el tiempo de espera en estos casos es de 21 días. Cuando el cultivo está implantado y se nos presenta el ataque se aplican tratamientos al suelo con oxamilo.

### 12.3. ( Enfermedades producidas por bacterias )

#### ■ *Pseudomonas syringae* pv. *Lachrymans* (Mancha angular de la hoja)

Su presencia se hace evidente primero en las hojas y más tarde se extiende a los frutos que aparecen manchados. La transmisión tiene lugar por semilla, infectándose los cotiledones y de ahí a las hojas. Su sintomatología comienza con unas pequeñas manchas en hojas o cotiledones como infiltradas de agua. Las lesiones van creciendo hasta quedar limitadas por las nerviaduras de las hojas, dándoles un aspecto anguloso que da nombre a la enfermedad. Si la humedad relativa es alta estas lesiones pueden exudar gotitas de suspensión bacteriana semejantes a lágrimas. Los exudados cuando se secan forman una costra blanquecina encima de la lesión o muy cercana a ella. Las lesiones pueden estar rodeadas de un halo amarillento. Cuando el ataque es fuerte se presentan las lesiones incluidas en un área amarilla más o menos grande. El centro de la lesión puede, una vez seca, caer, quedando la hoja perforada. En Almería se ha observado también otra sintomatología en plantas adultas, con marchitez, estrías necróticas de color oscuro y atabacado de las hojas. En frutos pueden aparecer lesiones redondeadas de 2-3 mm. de diámetro, con exudado bacteriano.

#### ■ *Erwinia carotovora* (Podredumbre blanda)

Produce una típica podredumbre blanda en el cuello y tallo del melón. Aparece una dislaceración de los tejidos que toman un tono marrón claro. En condiciones de humedad alta se pueden producir chancros y fisuras. El fruto presenta así mismo una podredumbre y desintegración de los tejidos.

#### ■ *Erwinia tracheiphila* (Marchitamiento bacteriano)

Repentino marchitamiento de las hojas, pudiéndose recuperar algo por la noche, pero rápidamente se produce el colapso y muerte de la planta. Si se corta el tallo afectado longitudinalmente se pueden observar los vasos dañados y en ocasiones puede verse una sustancia blanquecina, que no es otra cosa que suspensión bacteriana.

Los ataques de bacterias no son preocupantes en los invernaderos del sureste peninsular, debido a las fechas en que se realizan los cultivos. Normalmente se recurre a la ventilación si fuese necesario se aplicaría cualquier producto a base de oxiclورو de cobre.

### 12.4. ( Enfermedades producidas por hongos )

#### ■ *Acremonium cucurbitacearum* (Acremoniosis)

El síntoma característico es la aparición de zonas pardas acorchadas en la raíz de plántulas que comienzan a manifestarse 3-4 semanas después de la siembra: los prime-



ros síntomas se inician con un pardeamiento que comienza a verse en la zona de unión de hipocótilo y raíz; la raíz principal cesa en su desarrollo y puede acabar desecándose y generalmente se observa la emisión de nuevas raicillas en la zona del hipocótilo por encima de la zona afectada. Más adelante, la planta presenta un aparato radicular muy pobre, con poca barbada y descompensado respecto a la parte aérea, lo que hace que sea incapaz de abastecer toda la demanda hídrica provocando el colapso de la parte aérea. En esta última etapa, la raíz está muy deteriorada, con abundantes necrosis y podredumbres y prácticamente sin barbada. Se está aplicando contra la enfermedad metil tiofanato y/o propamocarb.

#### ■ *Monosporascus* sp.

El síntoma más característico es la aparición sobre las raíces de unos puntos negros, un poco saliente respecto del tejido circundante que son los cuerpos fructíferos (peritecios) del hongo sobre los que es frecuente observar un exudado mucoso de color negro. Estos peritecios suelen aparecer en las raicillas secundarias. Se aplica para combatir la enfermedad metil tiofanato y/o propamocarb.

#### ■ *Rhizoctonia solani*

Provoca una pérdida de barbada en la raíz y en las raíces de mayor tamaño se aprecian grandes lesiones de color pardo. Se está aplicando contra la enfermedad metil tiofanato y/o propamocarb.

#### ■ *Didymella bryoniae* (Chancro gomoso)

Las plantas afectadas presentan en el cuello zonas acuosas y de color pardo, sobre las que se suele observar gotas de exudados. Éstas zonas evolucionan posteriormente a colores negruzcos. Cuando el ataque es muy intenso, la planta puede llegar a marchitarse con el aspecto típico de colapso. También pueden aparecer estos síntomas en la cruz de la planta o en las ramas. En fruto es menos frecuente el ataque, donde provoca podredumbres blandas. En caharreo se aplica metil tiofanato con un antibotrytis específico.

#### ■ *Fusarium oxysporum* sp. *melonis*.

Presenta dos tipos de sintomatología según cepas:

▲ **Tipo Yellow.** Amarilleo de hojas. Comienzan con el amarilleo de venas en un lado de las hojas que avanza afectando al limbo, haciéndose más amarillas, gruesas y quebradizas, despidiendo un olor típico a madre selva. En tallos se observan estrías necróticas longitudinales de las que exuda goma, posteriormente el hongo esporula sobre las zonas necróticas formando esporodoquios rosados. En la sección transversal del tallo se observa un oscurecimiento de los vasos.

▲ **Tipo Wilt.** Marchitez en verde súbita de las plantas sin que amarilleen o desarrollen color.

En Almería se han encontrado hasta ahora las razas *Fusarium oxysporum* sp. *melonis*: 0 (Wilt y Yellow), 1 (Wilt y Yellow), 2 (Yellow) y 1-2 (Wilt).

#### ■ *Sphaerotheca fuliginea* (Oidio)

Los síntomas que se observan son manchas pulverulentas de color blanco en la su-

perficie de las hojas (haz y envés) que van cubriendo todo el aparato vegetativo llegando a invadir la hoja entera, también afecta a tallos y peciolo e incluso frutos en ataques muy fuertes. Las hojas y tallos atacadas se vuelven de color amarillento y se secan.

En melón se han establecido tres razas de *Sphaerotheca fuliginea* (raza 1, 2 y 3), detectándose en Málaga y Almería las razas 1 y 2.

Las materias activas que se están empleando para combatir la enfermedad son: azoxystrobin, kresoxim metil, ciproconazol, miclobutanil, nuarimol, quinometionato, tetraconazol, triadimenol y triflumizol.

#### ■ *Pseudoperonospora cubensis* (Mildiu de las cucurbitáceas)

El síntoma más frecuente en campo es la aparición en el haz de la hoja de unas manchas amarillentas irregulares que se van necrosando rodeadas por un halo amarillento. Cuando la humedad es más alta, las manchas aparecen de mayor tamaño y también rodeadas por el halo amarillento. En condiciones de alta humedad, en el envés de las zonas afectadas aparece un polvillo gris que está formado por las fructificaciones del hongo. Con ataques intensos, las hojas afectadas se pliegan hacia arriba y si no se controla adecuadamente, pueden llegar a secarse.

Se está combatiendo la enfermedad con la aplicación de las siguientes materias activas: azoxystrobin, benalaxil, cimoxanilo, clortalonil, diclofuanida, dimetomorf, mancoceb y compuestos de cobre, alternando materias activas y familias.

### 12.5. (Virus ]

#### ■ Virus del Mosaico del pepino (CMV)

▲ **Sintomatología.** Presenta fuerte mosaico verde claro-verde oscuro en las hojas, malformación y achaparramiento de la planta en ataques tempranos con reducción del tamaño de la hoja. Abullonamiento en las zonas verdes de las hojas afectadas y bandeado verde oscuro de las venas. En fruto produce mosaico y moteado, y generalmente reducción del tamaño. La semilla de estos frutos, cuando la afección es grave, disminuye considerablemente.

▲ **Transmisión.** La transmisión natural de la enfermedad fundamentalmente la realizan los pulgones de forma no persistente, es decir en la prueba que realizan al posarse sobre la planta hincando la punta del estilete son capaces de absorber el virus de una planta enferma y transmitirlo al realizar una segunda prueba sobre una planta sana.

#### ■ Virus del mosaico amarillo del calabacín (ZYMV)

▲ **Sintomatología.** Las plantas presentan enanismo. En hojas mosaico con abullonaduras y filimorfismo, a veces amarilleo con necrosis en el limbo y peciolo. En frutos se observan agrietados externos, alteraciones en la forma y abullonaduras y a veces manchas internas de color pardo.

▲ **Transmisión.** Se realiza de forma no persistente por varias especies de pulgones. Se cita repetidas veces en bibliografía su facilidad para la transmisión mecánica (Providenti *et al.* 1984) e incluso por contacto de hoja (Blancard *et al.* 1991).



### ■ Mosaicos I y II de la sandía (PRSV-W y WMV-II)

▲ **Sintomatología.** El PRSV-W ocasiona en melón un amarilleo generalizado, deformaciones en hojas con fasciación de nervio. En fruto, mosaico, pudiendo presentar las zonas verde oscuro en relieve.

El WMV-II presenta una sintomatología muy variada debido a la variabilidad de sus aislados. En general puede mostrar un mosaico en hoja que puede ser deformante, parada del crecimiento y reducción de la superficie foliar.

El PRSV-W y WMV-II pueden presentarse en infección conjunta con efecto sinérgico.

▲ **Transmisión.** En ambos casos la transmisión es realizada de forma no persistente por áfidos (38 especies de pulgones).

### ■ Mosaico de la calabaza (SqMV)

▲ **Sintomatología.** En las hojas aparecen manchas verde oscuro junto a los nervios (vein banding), algunas veces seguidas de deformaciones o una aparente recuperación. En fruto no aparecen síntomas, aunque hay una reducción del rendimiento.

▲ **Transmisión.** La transmisión tiene lugar por semilla pudiendo alcanzar del 1-5% de transmisión o superior a nivel experimental. Posteriormente se puede extender por transmisión mecánica a través de roces de hojas y labores culturales.

### ■ Virus del Cribado del melón (MNSV)

▲ **Sintomatología.** Se caracteriza por la aparición de pequeñas lesiones cloróticas en hojas de 1-2 mm de diámetro que posteriormente evolucionan a necróticas, dándole el peculiar aspecto de “cribado” que da nombre a la enfermedad. La necrosis puede avanzar necrosándose áreas de la hoja o bien avanzar a lo largo de los nervios produciendo un típico “enrejado”. Éstos aspectos tan característicos no son siempre visibles, apareciendo otros no tan claros como estrías necróticas en cuello y tallo de color marrón claro, marchitez y muerte de la planta. En frutos manchas necróticas acorchadas o leñosas, rugosidad de la piel, jaspeado interno y tamaño más pequeño.

▲ **Transmisión.** Se realiza por un hongo de suelo, *Oplidium radicale*. También está descrita su transmisión por semilla. Las esporas del hongo han podido ser encontradas en el agua de riego de las balsas de Almería, y a partir de ahí, mediante el riego pueden efectuar la expansión de la enfermedad a nuevas parcelas (Gómez *et al.* 1993)

### ■ Amarillos del melón

▲ **Sintomatología.** Inicialmente presenta un pequeño moteado en las zonas internerviales de la hoja apenas visible. Posteriormente se van haciendo mayores hasta que prácticamente la hoja queda totalmente amarilla conservando los nervios verdes. También puede comenzar con una mancha amarilla en la base de la hoja que se va extendiendo hasta que toda la hoja está asimismo amarilla, conservándose los nervios verdes como en el caso anterior. El número de frutos disminuye considerablemente.

▲ **Transmisión.** Se consideran vectores de estos amarilleamientos las moscas blancas *Trialeurodes vaporariorum* y *Bemisia tabaci*.

### ■ Virus de las venas amarillas del pepino: CVYV (Cucumber vein yellowing virus)

La enfermedad del virus CVYV (Cucumber vein yellowing virus) o “Virus de las venas amarillas del pepino” es de reciente introducción en la zona del poniente almeriense, por lo que la información de que se dispone es escasa.

▲ **Descripción** : El CVYV es un virus ARN con partículas flexuosas de 740-780 nm de longitud, que parece estar relacionado con un virus de la batata, el **Sweet potato mild mottle virus**, SPMMV.

Se le considera, como un nuevo miembro del género *Ipomovirus* familia *Potiviridae*. Afecta a especies de la familia *Cucurbitaceae*: Pepino, Melón, Calabacín y Sandía. El virus está extendido por el Mediterráneo oriental: Israel, Valle del Jordán y Turquía. Hay citadas dos cepas: CVYV-Isr y CVYV-Jor, que inducen síntomas similares en pepino y melón de clareo de las nerviaciones (amarilleamiento de las venas), aunque el CVYV-Jor causa más enanismo en pepino.

▲ **Sintomatología**. En las hojas del brote se observa amarilleamiento de las nerviaciones (venas), característica que le da el nombre al virus, aunque dependiendo del momento de infección, también puede presentarse de forma generalizada en toda la planta, así como un menor desarrollo de la misma. En frutos de pepino se produce un mosaico, verde-claro, verde-oscuro, mientras que en frutos de melón no se han observado síntomas. Parece ser que este virus, asociado al virus del enanismo amarillo del pepino (Cucurbit yellow stunting disorder closterovirus, CYSDV), produce un sinergismo que potencia los síntomas de ambos virus.

▲ **Plantas huésped**: Las cucurbitáceas cultivadas en la zona, pepino (*Cucumis sativus*), calabacín (*Cucurbita pepo*), melón (*Cucumis melo*) y sandía (*Citrullus vulgaris*) pueden verse afectadas por esta virosis, además de algunas otras citadas en bibliografía. De las especies de malas hierbas presentes en la zona no hay citada ninguna como posible reservorio, según bibliografía consultada.

Las transmisiones experimentales realizadas con su vector *Bemisia tabaci* a algunas otras especies (*Chenopodium quinoa*, *Datura stramonium*, *Gomphrena globosa* y *Nicotiana* sp.) han sido negativas.

▲ **Transmisión**: La transmisión del virus se realiza por el insecto vector *Bemisia tabaci* (Genn.) (Homoptera: Aleyrodidae). El ciclo de vida de *B.tabaci* en cultivo de pepino, a temperatura constante, puede completarse en 17,8 días a 32 °C y en 38,2 días a 20 °C, habiéndose citado una longevidad de hembras entre 15 y 30 días a 28 y 16°C respectivamente, con una fecundidad entre 2,5 y 7,1 huevos por hembra y día.

La transmisión del virus CVYV en los cultivos la realiza *Bemisia tabaci* de forma semi-persistente. Según bibliografía, necesita un período de adquisición del virus mínimo de 30 minutos, y precisa al menos 15 minutos de alimentación en la planta para inocularlo. El insecto retiene el virus durante 6 horas y tiene un período de latencia de 75 minutos. Se ha señalado una baja efectividad de transmisión por parte del insecto, necesitando un número de 15 a 20 insectos por planta como mínimo para su transmisión. Artificialmente puede ser transmitido de forma mecánica, aunque de forma poco eficiente pero posible.



Para tener más información respecto nuevos productos, cambio de legislación y plazo de seguridad, consultar la página web del Departamento de Sanidad Vegetal (Almería) de la Junta de Andalucía: <http://desaveal.ual.es/sifa/>.

## 12.6. ( Fisiopatías ]

- **Deformaciones en frutos.** Puede ser causada por una mala polinización o un estrés hídrico. En ciertos casos, la mala utilización de ciertos fitorreguladores para mejorar el cuajado y engorde del melón, pueden provocar deformaciones en los frutos. En melón, y sobre todo en variedades tipo **Galia**, aparecen un porcentaje de frutos deformes, con una gran cicatriz pistilar, denominados vulgarmente “culo de mona”. Esta anomalía es debida normalmente a que no se despegan los restos de la flor, continuando adheridos al ovario fecundado produciendo una cicatriz, estrangulamiento y deformación del ovario. Suele aparecer en los primeros frutos de la planta como consecuencia de una deficiente fecundación, motivada por inactividad o insuficiencia del polen o condiciones climatológicas adversas. Estos frutos se deben de suprimir, ya que carecen de valor comercial y restan vigor a la propia planta.

- **Planchado o asolanado (Golpe de sol).** Como consecuencia de la incidencia directa de los rayos de sol asociada a altas temperaturas, se producen unas manchas blanquecinas en los frutos.

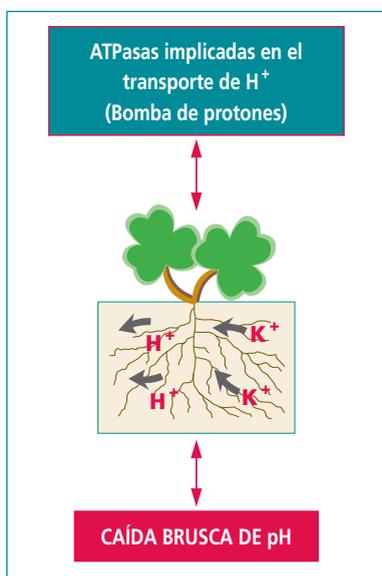
- **Rajado de frutos.** Principalmente longitudinales, provocado por desequilibrios de la humedad ambiental, ó por irrigación desigual bien sea por un exceso de agua o por un estrés provocado por la falta de la misma en las fases previas a la maduración final. También puede suceder este problema con cambios bruscos en la C.E. de la solución nutritiva, normalmente por ser muy baja en los momentos de la maduración. En algunos casos por un aguante excesivo del fruto en la planta una vez que éste está ya maduro.

- **Manchas en frutos.** Son más evidentes en melones tipo **Amarillo**, presentando unas manchas marrones dispersas por la superficie del fruto. La causa está en la elevada humedad del invernadero y bajo las hojas. En estas condiciones, grupos de células de la epidermis saturadas de agua se hinchan y estallan. Su posterior suberificación le dan el aspecto de pústulas. En otras ocasiones, las manchas son debidas a pequeñas quemaduras por tratamientos sobre la piel delicada de los frutos jóvenes que al desarrollarse toman un aspecto rugoso y con más o menos relieve. Cuando la pulverización ha sido importante, puede acumularse producto en la cama del melón . En estas condiciones, grupos de células de la epidermis saturadas de agua se hinchan y estallan. Su posterior suberificación le dan el aspecto de pústulas. En otras ocasiones, las manchas son debidas a pequeñas quemaduras por tratamientos sobre la piel delicada de los frutos jóvenes que al desarrollarse toman un aspecto rugoso y con más o menos relieve. Cuando la pulverización ha sido importante, puede acumularse producto en la cama del melón, presentando hinchazones o intumescencias. Otra causa de que aparezcan manchas en frutos puede ser consecuencia de ataques de enfermedades (hongos, bacterias y virus) ó depósitos de polen ocasionados por las abejas que dejan caer bolitas cuando vuelan.

- **Reducción del desarrollo de las raíces** bajo el acolchado, provocando una asfixia radicular.

- Colapso de la planta.** El problema aparece cuando llega a la fase de maduración, o premaduración. Pocos días antes de comenzar a recolectar, empiezan a marchitarse plantas, primero puntualmente y luego continuo, terminando por morir la planta antes de recolectar el fruto. Existen diversas causas patológicas que puedan provocar la muerte súbita en melón. En gran número de casos se produce debido a ataques de Cribado (MNSV). En otros casos la muerte de las plantas es debida a la presencia de *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*. También se le atribuye muerte de plantas a ataques de un hongo del género *Acremonium*. En el caso que nos ocupa, existen casos de muerte súbita en plantas de melón sin causa de enfermedad parasitaria. En estos casos, si se arranca una planta de melón con marchitez irreversible y cargada de fruto, se observa que el sistema radicular está sano pero de tamaño tan reducido que prácticamente no sale del cepellón en el que se transplantó. En consecuencia, al tener un gran desequilibrio entre parte aérea y raíces, cuando la planta se carga de frutos y aumenta la demanda de agua, se produce la citada marchitez como resultado del gran desequilibrio entre la cantidad de agua transpirada por las hojas y la que el sistema radicular, tan reducido, es capaz de tomar, aún existiendo suficiente humedad en el suelo.

- Aborto de frutos.** Los frutos recién cuajados amarillean, se arrugan y abortan en un porcentaje más o menos elevado. Esto es debido a una carga de frutos demasiado elevada o a una falta de nutrientes y de agua, o a ambas causas. Cuando una planta está muy cargada de frutos sufre un gran estrés, y realiza un aclareo natural de frutos al no proporcionar nutrientes suficientes para el desarrollo de todos los frutos, abortando los últimos cuajados. Cuando la planta tiene varios frutos bien desarrollados, éstos monopolizan las actividades de la planta, superan en demanda al resto de frutos, impidiendo el crecimiento de otros frutos cuajados posteriormente. En general, plantas muy cargadas de frutos y con sistema radicular dañado o poco desarrollado, presentan corrimiento de frutos más o menos intenso.



- Bajada brusca de pH.** La planta de melón cuando comienza la fase de maduración, demanda gran cantidad de  $K^+$ , por lo que absorbe gran cantidad del mismo presente en el medio de cultivo. Para compensar la gran entrada de cationes de  $K^+$  libera al medio de cultivo  $H^+$  en demasía, provocando una bajada brusca del pH del medio. El momento exacto de comienzo de esta reacción será función de las condiciones ambientales (sobre todo temperatura) y del tipo de melón. Los tipos **Cantaloup** y **Galia** son los más sensibles en estas condiciones de cultivo. Este problema provoca unas quemaduras en la superficie foliar, dando un aspecto a la plantación de “chamuscado” total de las hojas de color gris-ceniza, provocando la muerte del cultivo, si no se corrige a tiempo. La planta muestra unas necrosis parciales en la superficie foliar como primeros síntomas, aumentando la proporción de necrosis paralelamente a la rapidez de evolución del problema.



## ■ COMPORTAMIENTO DIFERENCIAL ANTE LA TRANSPIRACIÓN DE LA ABSORCIÓN

(PASIVA Y ACTIVA):

En relación al distinto comportamiento ante la transpiración de la absorción pasiva va por flujo masivo y de la absorción activa, que en caso de los macronutrientes afecta respectivamente al calcio mineral la primera y al resto de macros la segunda, dicho comportamiento diferencial puede estar correlacionado con el pH de las soluciones y su variación.

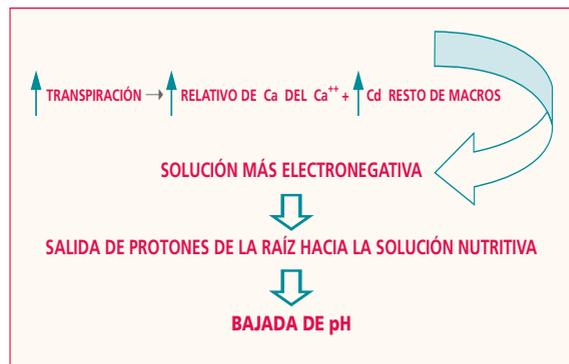


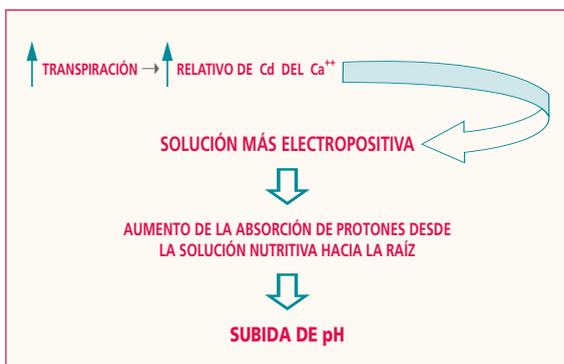
En efecto, parecen existir evidencias de que una absorción catiónica preferencial hace bajar el pH de las soluciones nutritivas y contrariamente la aniónica lo incrementa, así como que las condiciones de pH bajo disminuyen la absorción de cationes y las de pH alto la favorecen, de ahí que a partir de una determinada situación con un pH dado, si se produce un incremento de la transpiración, los subsiguientes incrementos de las

“concentraciones de drenaje” del resto de los macronutrientes suponen cuando menos una dilución relativa de la del calcio o si se quiere un incremento relativo de su concentración de absorción dado que la de los demás disminuye en términos absolutos y la suya permanece al menos constante si no es que se incrementa incluso, haciéndose la solución más electronegativa, disminuyendo su potencial eléctrico y por tanto el de protones, propiciándose la salida de éstos desde la raíz hacia la solución, acidificándose esta y propiciando una menor absorción de cationes que de aniones respecto de la situación anterior con menor transpiración.

Contrariamente, una disminución de la transpiración supone un incremento relativo de la concentración del calcio en los drenajes aumentando la electropositividad de la solución nutriente propiciando la entrada de protones desde la solución hacia la raíz incrementándose el pH de la solución nutritiva y propiciando mayor absorción de cationes que de aniones respecto de la situación anterior con mayor transpiración.

A este respecto se observa como a lo largo de los cultivos en condiciones invernales que son de baja transpiración el pH en las unidades bajo las mismas condiciones de pH en la irrigación suele ser superior al pH de las unidades durante los cultivos de primavera con mayor transpiración. Dada la naturaleza alcalina de las aguas de riego en la zona y la conveniencia desde el punto de vista





nutricional de los cultivos de mantener en las unidades un rango de pH = 6-6.5, este se alcanza mediante la adición de ácido nítrico y fosfórico con más facilidad en los cultivos de primavera que en los de invierno.

Cuando los efectos de la transpiración a través de la absorción del calcio sobre el pH del medio, los de la fertirrigación y los del patrón de absorción del resto de los nutrientes por parte de una especie o variedad se orientan hacia una acumulación

preferente de aniones o cationes, máxime en unidades de poco volumen, los cambios de pH en magnitud y tiempo pueden llegar a ser dramáticos y poner en riesgo la calidad y producción del cultivo cuando el pH alcanza valores que se salen del rango fisiológico para un normal funcionamiento de las plantas del cultivo.

En cierta lógica, si la adición de calcio está indicada de manera general para incrementar el pH, su retirada tenderá a disminuirlo, siendo esta mayor conforme lo es la transpiración. Otros procesos que correlacionan bien con las variaciones de transpiración y a su vez con las del pH, son las variaciones de conductividad o salinidad en la solución de las unidades, aumentando la saturación por las bases de cambio de la CIC de las raíces al aumentar la transpiración y, las de respiración por parte de las raíces ya que la mayor transpiración suele darse bajo condiciones de mayor temperatura y radiación que posibilita mayor fotosíntesis y mayor aporte de carbohidratos a la raíz y por tanto una mayor actividad respiratoria de las raíces que desprenderían más CO<sub>2</sub> y cuya disolución da lugar a ácido carbónico.

El caso más común de la caída de pH en hidroponía en nuestras condiciones sucede en los cultivos de melón de primavera, aunque también se puede presentar en pepinos, en donde a las mayores transpiraciones propias de la estación con el correspondiente incremento de la absorción de calcio se añade la disminución de las concentraciones de absorción del resto de macronutrientes en parte debido al incremento de la transpiración que tiene lugar paralelamente al desarrollo del cultivo con la estación y en parte debido a la menor velocidad de absorción de los mismos que se experimenta en la fase final del crecimiento del fruto y en la de maduración de éste, lo que se refleja a su vez en un incremento de las concentraciones de drenaje y por tanto en la C.E. del drenaje.

### 13. ( RECOLECCIÓN, CUIDADOS POSTCOSECHA Y MERCADOS )

#### 13.1. ( Recolección )

Se ha de recolectar a primera hora de la mañana, cuando las temperaturas no sean demasiado elevadas, ya que si se cortan en caliente se acelera el proceso de maduración y los costes de pre-enfriamiento serán más elevados. Después del primer corte se deberá



blanquear el techo del invernadero especialmente en plásticos nuevos y transparentes para que no cambie rápidamente de tonalidad el fruto, además evitar el amarilleo del melón.

Un factor que hay que tener en cuenta para la obtención de un fruto de buena calidad son los riegos, es recomendable no dar riegos abundantes durante el periodo de recolección.

### ▲ Galia

El factor determinante para la recolección es el color y los °Brix. El color depende de cada uno de los clientes que puede ir desde pintón hasta totalmente amarillo, pero debe de tener al menos el 75% de color amarillo. El nivel mínimo de °Brix no puede ser inferior a 8, lo habitual es 10. Se le exige un escriturado homogéneo y un pezón consistente. Lo más importante es que tenga buena consistencia la carne y aguante.

### ▲ Cantaloup larga vida

Hay varias maneras para identificar que un melón está maduro:

- La hoja más próxima al pedúnculo esté marchita.
- La piel del fruto haya perdido la pelusa.
- El melón tomará un color verde grisáceo.
- Alrededor del pedúnculo aparecerá un aro amarillento.

El nivel mínimo de °Brix será de 10, de 10-12 se considerará pintón, siendo inferior su valor comercial, por encima de 10° es lo normal en un melón de primera calidad.

### ▲ Cantaloup media – larga vida

- Lo descrito en el apartado anterior, pero la piel empezará a tomar un color crema.

Se deberá blanquear antes de iniciar la primera recolección y si el desarrollo vegetativo es escaso se deberá blanquear incluso antes.

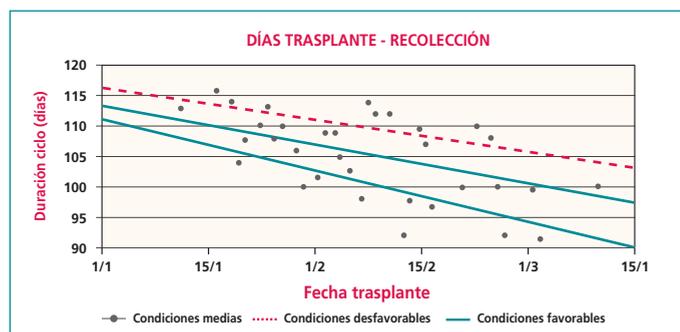
### ▲ Amarillo

El nivel mínimo de °Brix será de 8 y el color amarillo uniforme será el indicativo de su total madurez.

### ▲ Piel de sapo

La aparición de alguna estría será el indicativo de madurez melón y 8° Brix será el mínimo que deberá que tener.

En el siguiente gráfico se muestra el tiempo que transcurre desde la plantación hasta la recolección.



### 13.2. ( Normas de calidad relativas a los melones ]

Reglamento (CE) n° 1615/2001 de la Comisión de 7 de Agosto de 2001, por el que se fijan las normas de comercialización de los melones y por el que se modifica el Reglamento (CE) n° 1093/97:

- Enteros e intactos.
- Sanos: se descartarán los frutos podridos o que tengan alguna alteración.
- Limpios: prácticamente libres de cuerpos extraños visibles.
- Frescos, de aspecto.
- Prácticamente libre de plagas.
- Prácticamente libres de daños causados por plagas.
- Firmes.
- Exentos de humedad exterior normal.
- Que no tengan color ni sabor extraño.
- Con el grado suficiente de desarrollo y madurez:
  - > Soportar el transporte y las manipulaciones.
  - > Llegar en estado satisfactorio al lugar de destino.

En general, se recomienda que la recolección de cualquier variedad de melón, se realice por la mañana y que no permanezca en el invernadero después de ser recolectado.

Todos los melones deben de ser confeccionados antes de las 24 horas y si no pudiera cumplirse esto, será necesario un enfriamiento en las cámaras a una temperatura que oscila entre 5-11 °C y una humedad relativa 85-95%.

### 13.3. ( Confección ]

▲ **Volcado.** Cuando se esté confeccionado el melón en todo momento se ha de tener en cuenta la trazabilidad de la partida.

▲ **Limpieza.** Se deberán cepillar todos los melones antes del envasado.

▲ **Destrío.** Aquí se clasificarán los frutos en primera, segunda y destrío según los criterios anteriormente descritos.

▲ **Envasado.** Se puede realizar de varias maneras:

- Con alveolos
- Desnudo, en cajas

Lo que se ha de tener en cuenta es que no se rocen, para así evitar que se den golpes durante el transporte. El contenido debe de ser homogéneo con el mismo grado aparente de madurez, color y crecimiento. Todas las cajas han de estar perfectamente identificadas para así seguir manteniendo la **trazabilidad**.

▲ **Pesado de las cajas.** Se ha de pesar cada caja, para que cumplan el peso mínimo establecido.



▲ **Preenfriado.** Este es único método del que se dispone para así poder alargar la vida a los melones. La temperatura será entre 5-11 °C y la humedad relativa oscilará entre 85 y 95%. El preenfriado es necesario para que el transporte frigorífico se realice a la temperatura correcta, sino es así, pueden aparecer problemas de pudriciones y de exceso de madurez.

En Almería la producción ha aumentado bastante, debido a la introducción de los tipos **Charentais** y **Galia**, ya que la producción de melón verde se mantiene constante (mercado español). El mercado tiene preferencia por los melones tipo **Galia** y **Charentais**. El tipo **Galia** se exporta principalmente: Inglaterra, Holanda Suiza y Países Nórdicos, el tipo **Charentais**: Francia, Bélgica e Inglaterra. La producción en Almería va desde final de marzo hasta junio, pero los meses de mejor precio y menor volumen son marzo y abril, los de más volumen junio. En la siembra de verano la recolección empieza en octubre y va hasta diciembre pero el mes de más interesante, económicamente, es diciembre.

#### ▲ **Melón Cantaloup** (Comparativa euros /kg)

Campaña	1999/2000	2000/2001	2001/2002
Septiembre	0,38		
Octubre	0,17	0,64	0,65
Noviembre	0,23	0,80	0,63
Diciembre	0,24	0,99	0,57
Abril	0,36	0,70	
Mayo	0,41	0,49	0,45
Junio	0,24	0,32	0,28

#### ▲ **Melón Galia** (Comparativa euros /kg)

Campaña	1999/2000	2000/2001	2001/2002
Abril	0,43	0,56	0,49
Mayo	0,37	0,41	0,47
Junio	0,21	0,28	0,31
Julio			0,11

#### ▲ **Melón Charentais** (Comparativa euros /kg)

Campaña	2000/2001	2001/2002
Abril	1,15	1,24
Mayo	0,64	0,75
Junio	0,49	0,32

## 12. ( BIBLIOGRAFÍA ]

■ Aparicio Salmerón *et al.*; 1.995. “Plagas y enfermedades de los principales cultivos hortícolas de la provincia de Almería: Control racional”.

■ Barceló Coll, J. *et al.*; 1.988. “Fisiología vegetal”.

■ Blancard, D.; 1.992. “Enfermedades de las cucurbitáceas”.

■ Boletín de Asistencia Técnica e Información. SOIVRE. AÑO II.

■ Cantón Ramos, J.M.; 1.995. “El cultivo del melón en el Poniente Almeriense”. Curso de formación de formadores para la incorporación a la empresa agraria.

■ Diario Oficial de las Comunidades Europeas. Reglamento (CE) nº 1615/2001 de la Comisión. 7 de Agosto de 2001.

■ González Marín, Antonio Jesús; 2.001. “Balance de Concentraciones en cultivos sin Suelo. Aplicaciones.”

■ Guzmán Palomino, J.M.; “Nutrición del melón”. C.I.D.H. La Mojonera (Almería).

■ Marín Rodríguez, J. Portagrano. Edición 2002-2003.

■ Maroto Borrego, J.V.; 1.986. “Horticultura herbácea especial”.

■ Namesny, Alicia (1997). Melones. “Compendios de horticultura. Ediciones de Horticultura S.L. Reus.

■ Reche Mármol, J.; 1.991. “Enfermedades de hortalizas en invernadero”.

■ Revista de Horticultura. Diciembre de 1994. “Virosis del melón”.

■ Revista Poniente. Primera quincena de julio de 1994. “Principales fisopatías de los melones”.

■ Serrano Cermeño, Z.; 1.996. “Veinte cultivos de hortalizas en invernadero”.

■ Urrestarazu Gavilán, M.; 1.997. “Manual de cultivos sin suelo”.

■ Valenzuela, J.L. *et al.*; 1.991. “Rango óptimo de algunos indicadores bioquímicos en plantas de melón”. II Congreso Nacional de Fertirrigación.

■ Valenzuela, J.L. *et al.*; 1.991. “Rango óptimo de macro y micronutrientes en plantas de melón”. II Congreso Nacional de Fertirrigación.

■ Zapata, M. *et al.*; 1.989. “El melón”.

(TEMA 19]

A stylized illustration of a watermelon in shades of light blue and teal. The watermelon is depicted with concentric, irregular outlines representing its segments and a thick rind. Below the watermelon are several curved, brush-stroke-like shapes representing leaves or vines.

# **E** EL CULTIVO DE SANDÍA INVERNADA

**Francisco Camacho Ferre**

Doctor Ingeniero Agrónomo  
Profesor de la Universidad de Almería





## 1. ( INTRODUCCIÓN ]

Los primeros datos que se tienen de la sandía son de hace aproximadamente 5000 años en Egipto, donde la sandía se cultivaba no sólo por su sabor, sino también por su belleza como está representado en grabados sobre muros de la época. Los exploradores no sentían excesiva preocupación por el agua en las travesías del desierto si tenían a mano sandía. Cuando los niños de Israel vagaban por el desierto al dejar Egipto, era la sandía la que tenían en mente, todos estos sentimientos fueron traducidos en la Biblia como melones, según cuenta el escritor Inglés Alan Davidson en su libro “Fruit” (Simon & Schuster).

Desde Egipto, las sandías se difundieron a través de los mercaderes que vendieron semillas en las rutas del Mediterráneo. Ellos las introdujeron en Italia y Grecia, y una anécdota acerca de la iniciativa de utilizar sandía como casco es ésta: al gobernador de Roma Demosthenes le fue arrojada la mitad de una sandía en un debate político; él se colocó la sandía sobre su cabeza y agradeció al que se la había arrojado por proporcionarle un casco en su lucha contra Filipo de Macedonia.

Principalmente, la sandía se recuerda por su sabor azucarado, que se intensifica en climas cálidos, como el de China, donde fue introducida en el siglo X. Según cuenta Raymond Sokolov en su libro “Why we eat what we eat”, (Tonchstone), fue durante la dinastía de Sung en China (960-1279) cuando se organizó la agricultura y la alimentación de este país, innovando con la introducción de nuevos cultivos, como el arroz resistente a sequía de Vietnam, la judía de India y la sandía de Egipto.

En el siglo XIII el consumo de sandía se extendió al resto de Europa. Según nos cuenta John Mariani en su libro, “The dictionary of American Food & Drink”, (Ticknor & Fields), en 1615 aparece por primera vez la palabra watermelon, añadiendo que la sandía no sólo fue cultivada en Oriente Medio, también lo fue en Rusia desde hace miles de años.

Pero África, según nos cuenta el historiador John Egerton en su libro, “Southern Food”, (University of North Carolina Press), es indudablemente desde donde se introdujo la sandía a USA. Con los esclavos africanos cruzaron las primeras sandías el Océano Atlántico. El historiador Karen Hess, en su “1984 Historical Notes and Commentaries” sobre Mery Randolphis “The Virginia House-wife” 1824. La sandía estaba entre los cultivos que llegaron con los esclavos africanos a Estados Unidos, como el sorgo y la okra.

El presidente Thomas Jefferson cultivó sandía en su casa, Monticello en Virginia y al probarlas comentó que estaban más dulces que las que había comido en París. Durante la guerra civil americana, la armada confederada utilizaba la sandía como alimento endulzante. A las sandías las llamaron en el sur “jamones de agosto” por la época de su cosecha y su gran tamaño.

Algunos historiadores creen que la sandía es originaria de América haciendo de ella un cultivo posterior al descubrimiento. Los primeros exploradores franceses dijeron haber encontrado cultivos de sandías en el Valle del Mississippi.

Las explotaciones de sandías se han visto en todo el mundo desde sus orígenes hace miles de años hasta este momento, las innovaciones de los chefs las convierten en excitantes postres y condimentos de salsas y sopas.

Las referencias literarias más famosas de la sandía proceden del legendario Sur que llegó a glorificar la sandía - Mark Twain. Fue en el valle del Mississippi donde Twain comió su primera tajada de sandía y la canonizó en su libro 1894 "Pudd'nhead Wilson". La verdadera sandía del Sur es un bun por si sola...- Cuando uno ha probado la sandía, sabe que los ángeles comen. No fue una sandía del Sur lo que comió Eva; se sabe porque ella no repitió. (National watermelon promotion board, 1998).

En la década de los noventa, los diez principales países en cuanto a producción de sandía fueron: China, Turquía, Irán, USA, República de Korea, España, Georgia, Egipto, Japón e Italia.

En el último quinquenio, España ocupa el 6º lugar en el ranking de producción de sandía en el mundo, con una producción oscilante entre años de 700.000 a 800.000 t en una superficie de 20.000-30.000 ha. De esta producción el 45-50% de la misma procede de la provincia de Almería, donde se realiza este cultivo a lo largo de todas sus comarcas de invernadero, estando presentes en los mercados con producto desde mediados de marzo a finales de julio.

La mejora continua de los sistemas de producción, en el caso de la sandía, han tenido como objetivo la obtención de cosechas cada vez más precoces, ya que la sandía temprana tiene precios más elevados que cuando es de temporada o tardía, de ahí el interés del productor en aparecer con su producto lo antes posible en el mercado. Para ello se adelantan las fechas de siembra y plantación, realizándose esta última en los meses de noviembre-diciembre, fechas que como es obvio, son adversas para el cultivo, haciéndolo envejecer de modo prematuro por:

- Falta de luz.
- Bajas temperaturas nocturnas, que provocan un gran salto térmico.
- Excesiva presión de las aplicaciones fitosanitarias consecuencia de las condiciones adversas descritas.

Con lo expuesto aquí, sobre todo con la realización de monocultivo se fue de un modo progresivo restando condiciones al suelo para cultivar sandía. Sin lugar a dudas, el mayor problema con que se encontró el agricultor fue la infección de los suelos por *Fusarium Oxysporum*, f.sp. *niveum* Snyder y Hausen.

La variedad que se puso desde el inicio de estos cultivos en la provincia (1960) hasta principios de 1970 era casi en exclusivo **Sugar Baby**, aunque en menor proporción y buscando algunas veces tamaño, otras, novedad en el mercado, se plantaron diversas variedades como **Blacklee**, **Grano de Rey**, **Gigante de Florida**, **Charleston Gray**, **Klondike** y **Fairfax**.

De todas estas variedades ninguna era resistente a Fusarium.

A mediados de los setenta, al igual que ya se había hecho en otras especies hortícolas, se introdujeron en sandías comerciales genes de resistencia a Fusarium, pero tras pocos años de cultivo, dos o tres años, se comprobó que la resistencia por sí sola no era capaz de asegurar una producción normal si el suelo estaba muy contaminado.

En el año 1979 se comienza a trabajar en Valencia con sandía injertada, testándose nueve portainjertos diferentes y ensayando diversos métodos de injerto.



A principios de los ochenta aparece en Almería otra nueva zona productora de sandía, Palomares, hasta entonces se estaba haciendo un monocultivo de tomate, poniendo en la mayoría de los casos dos cosechas, (tomate sobre tomate).

En esas fechas en Palomares el cultivo de la sandía se realiza al aire libre, enarenado por goteo sin la utilización de cortavientos al no serle necesario. Para que el mantenimiento de la productividad fuese más sostenido (bajase poco a poco año tras año) se realizaban desinfecciones de suelo anuales con bromuro de metilo + cloropicrina.

A partir de mediados de los ochenta se produce una ruptura en el descenso progresivo de la productividad en sandía por fusariosis ya que aparecen en el mercado híbridos interespecíficos de *Cucurbita maxima* x *Cucurbita moschata* que ofrecen resistencia a *F.oxysporum* f. sp. *niveum*, a *Verticilium* y tolerancia a *Pythium* y *Nematodos*.

En la actualidad casi toda la totalidad de sandía que se hace bajo invernadero y cultivada en suelo se hace injertada.

En 1990 se empiezan a cultivar sandías triploides (sin semillas), demandándose año tras año mayor cantidad de las mismas, pasando de las 1.800 t comercializadas en 1990 a las aproximadamente 270.000 t del año 2002.

## 2. ( MORFOLOGÍA DE LOS ÓRGANOS VEGETATIVOS Y PRODUCTIVOS DE LA PLANTA )

Pertenece a la familia *Cucurbitaceae* y su nombre científico es *Citrullus vulgaris*. Otros sinónimos son *C.lanatus* y *Colocynthis citrullus*.

Es planta anual de desarrollo rastrero. El inicio del desarrollo aéreo de la planta se produce con un solo brote (brote principal) no emergiendo otros brotes hasta que existen 5-8 hojas bien desarrolladas. Cuando la planta ha completado ese desarrollo se inician las brotaciones de segundo orden en las axilas de las hojas (nudos del tallo) del brote principal. De estos brotes de segundo orden (secundarios), emergen brotes terciarios y así sucesivamente hasta que se conforma la planta cuyo desarrollo vegetativo llega a cubrir 4-5 m<sup>2</sup>.

Posee una raíz principal que puede tener buen desarrollo y que adquiere gran profundidad, aunque el resto de las raíces se distribuyen superficialmente de modo amplio.

Actualmente este órgano de la planta carece de importancia, ya que más del 95% se cultiva injertada sobre patrón de *C. maxima* x *C. moschata*. Estos patrones son totalmente afines con la sandía, confieren a la parte aérea gran vigor, teniendo un desarrollo radicular muy potente con raíces de gran tamaño bien suberificadas.

Los tallos son herbáceos, de color verde, recubiertos de pilosidad, se extienden por el suelo de modo rastrero llegando a tener longitudes de 4-6 metros. Poseen zarcillos que pueden ser bífidos o trifidos.

Las hojas son pinnado-partidas y están divididas en tres-cinco lóbulos de apariencia redondeada, que a su vez aparecen divididos en varios segmentos redondeados, presentando entalladores profundos sin llegar a la nerviación principal. El haz de la hoja tiene apariencia lisa, mientras que el envés presenta aspecto áspero y está recubierto de pilosidades.

Es planta monoica, apareciendo las flores solitarias tanto masculinas como femeninas en las axilas de las hojas. La diferenciación de la flor por sexo es sencilla, ya que la flor femenina posee un ovario ínfero que se ve a simple vista (fruto incipiente). El cáliz es de color verde, con sépalos libres y la corola formada por cinco pétalos de color amarillo.

La flor femenina aparece tanto en el brote principal como en los brotes secundarios y terciarios, la primera flor femenina aparece en la axila de la hoja 7-10 del brote principal. La polinización es entomófila.

Como sucede en otras cucurbitáceas, existe correlación entre el número de tubos polínicos germinados y el tamaño del fruto.

El fruto de la sandía es una baya globosa u oblonga en pepónide con pesos que oscilan entre los dos y veinte kilos. El color de la corteza es variable, puede ser uniforme, verde oscuro, verde claro o amarillo o bien a franjas de colores amarillento, grisáceo, verde claro sobre fondos de diversas tonalidades verdes.

La pulpa de color rojo, rosado o amarillo llevan en su interior las semillas de tamaño variable (dependiendo del cv) y de color variable negras, marrón o blancas.

### 3. ( ELECCIÓN DEL MATERIAL VEGETAL )

La elección de variedades o cultivar por parte de los productores obedece a dos criterios:

- Adecuación del cultivo al medio de que dispone, para obtener la mayor productividad del mismo que se podría medir en producción total comercial, producción precoz y peso medio de los frutos.
- El segundo criterio es un criterio de mercado, de demanda de frutos con características determinadas: forma del fruto, color de la corteza, color de la pulpa, sabor, con semillas o sin semillas.

Las variedades de sandía que se cultivan actualmente en la horticultura moderna son híbridos F1 buscando uniformidad y productividad. La resistencia a enfermedades en el caso de cvs de sandía no fueron los deseados y por ello para posibilitar su cultivo de modo rentable es por lo que se ha recurrido al injerto.

La UE fija unos mínimos de calidad para la comercialización de semilla “calidad standard” que son los siguientes:

- Pureza específica 98%.
- Contenido máximo de otras semillas 0,1%.
- Pureza varietal 95%.
- Germinación 75%.

En la actualidad las diversas empresas de semillas nos ofrecen aproximadamente sesenta y cinco variedades diferentes de sandía, en el Sureste Peninsular se cultivan aproximadamente ocho-diez variedades.



Para estas diez variedades podemos hacer grupos:

- Variedades de corteza verde oscuro “tipo Sugar Baby”.
- Variedades de corteza rayada “tipo Crimson”.

Dentro de estos grupos existen *cvs* con semillas y sin semillas, *cvs* de carne roja, amarilla o naranja.

Actualmente se está produciendo un constante incremento en la demanda de la sandía triploide (sin semilla), éstas facilitan el consumo y son muy apreciadas por un segmento de mercado muy exigente.

Las variedades que se están poniendo de sandía triploide son en su inmensa mayoría “tipo Crimson” en cuanto a color de piel. Esta característica está siendo el carácter diferenciador para el consumidor entre sandía con semilla y sin semilla, debido a un buen trabajo de marketing que ha venido haciendo la sociedad Anecoop desde principios de los noventa con su marca comercial Bouquet y el cultivar **Reina de Corazones** de Petoseed con la que tiene un acuerdo de exclusividad.

Concretamente las variedades de sandías diploides con piel verde que más se están cultivando en la provincia de Almería son: **Sweet Marvel** (Syngenta seeds), **Resistant** (Fitó), **Red Moon** (Nunhems) y **Dulzura** (Rijk Zwaan).

Estas variedades dan frutos de peso medio alrededor de 5 kg y carne de color rojo. En algunas zonas con suelos profundos, de textura franco arcillosa y agua de mediana calidad son capaces de hacer hasta 12-13° Brix manteniendo la carne crujiente.

En cuanto a variedades diploide tipo Crimson, el *cvs* que más se planta es **Crimson sweet**, variedad que tienen diversas empresas de semilla y **Crisby** de Nunhems.

En sandía triploide (sin semilla) tipo “Crimson”, las empresas comercializadoras que tienen acuerdo de venta con Anecoop plantan **Reina de Corazones**, las que comercializan fuera del grupo mencionado están plantando **Iris** (Ramiro Arnedo), **Boston** (Nunhems) y **Emerald** (Hazera).

Como polinizador de todas las sandías mencionadas normalmente se está utilizando **Sweet Marvel** debido a que tiene la floración coincidente con las ventajas que ello supone como se puede ver en la fisiología de la fecundación.

Todos estos *cvs* se injertan sobre *C. maxima x C. moschata*. Dentro de estos híbridos interespecíficos las variedades más sembradas son **RS-841** y **Brava** (Séminis), **Patrón** (Tezier) y **Hércules** (Ramiro Arnedo).

En la actualidad se están marcando tendencias en el consumo con demanda de sandía más pequeñas, de aproximadamente 2 kg de peso, frutos triploides (sin semilla). Hay líneas de productos de sandía de calibre mediano (3–4 kg) diploides, pero con semillas de reducido tamaño (minisemillas) y se están produciendo para nichos muy concretos de mercado, sandía sin semilla con carne de color amarillo y de color naranja.

Se realizaron ensayos durante tres años de diversas variedades triploides sobre diversos híbridos de *C. maxima x C. moschata* y una vez procesados los mismos y a modo de resumen se obtuvieron los siguientes resultados:

- La afinidad de las variedades **Reina de Corazones**, **Boston** y **Tigre** con los patrones de *Cucurbita moschata* x *Cucurbita maxima* (**RS-841**, **TZ-148**, **Brava** y **Shintoza**) es excelente, tanto por la producción obtenida como por el valor del prendimiento de los injertos (97,7-99%).
- La producción no presenta diferencias significativas a nivel de variedad ni de portainjertos.
- En la producción precoz existe interacción entre el portainjertos **TZ-148** y **Boston**.
- El tamaño del fruto que se consigue es comercialmente muy idóneo en caso de **Boston** y **Reina de Corazones** y bueno en el caso de **Tigre**. Se han observado diferencias significativas entre los portainjertos **Brava** y **TZ-148** y **RS-841** y **Shintoza**.
- Los parámetros de calidad interna del fruto, como dureza de pulpa y contenidos de sólidos solubles no han presentado diferencias significativas en todas las variedades y patrones ensayados. (Camacho y Fernández 1996).

Los cultivos de sandía “tipo Sugar” sin semilla no han pasado del nivel de ensayo, ya que el polinizador debe ser “tipo Crimson” para no confundirlo en el momento de corte. Los cvs de este tipo que ofrecen las empresas de semillas con floración coincidente son de pequeño tamaño teniendo dificultad de mercado. En concreto se pusieron cvs de **Fashion** (Nunhens), triploide tipo Sugar, polinizada con **Puma** (Sunseeds, esta variedad ya no está en el mercado), era diploide tipo Crimson.



Para evitar este problema se empezó a hacer en la campaña 96/97 el entutorado del cvs. diploides para eliminar la “cama” de la sandía (parte del fruto que está en contacto con el suelo de color amarillo marfil). El objetivo es conseguir una diferencia en el aspecto del fruto con respecto a los que se obtienen en el suelo por ser los frutos de sandía entutorada de color uniforme; (ausencia de cama). Este sistema permite cultivar dos variedades del mismo tipo en cuanto a color de pie: **Amazonía** (triploide) y **Resistent** como polinizadora. Ambas son “tipo Sugar”.

El sistema resultó ser interesante ya que a la vez permitía la diferenciación de las dos variedades del mismo tipo y se incrementaba la densidad de plantación de triploide. En la campaña 97/98 se repitió el ensayo obteniendo buenos resultados.



A nivel comercial ya se está trabajando de ese modo pero con el único objetivo de aumentar la densidad de planta triploide, ya que ésta sigue siendo tipo “Crimson”, mientras que el polinizador es tipo “Sugar”.

#### 4. ( EXIGENCIAS DE LA SANDÍA EN SUELOS )

Le convienen los suelos fértiles, bien aireados y de consistencia media. Tolera mucho menos que el melón los arcillosos. Cuando se cultiva sobre suelos fuertes, éstos deben tener buen drenaje. La sandía tolera bien suelos ácidos hasta pH 5. (Miguel *et al* 1983).

La sandía es planta que prefiere los suelos ricos en elementos fertilizantes y materia orgánica, profundos, bien expuestos al sol y de consistencia media (silíceo-arcillosos). No convienen los terrenos fuertes (arcillosos), pues la presencia, a veces constante de agua al aplicar riegos más copiosos perjudica a las raíces reduciéndose el desarrollo vegetativo por exceso de humedad. Es medianamente tolerante a la salinidad del suelo y la del agua de riego. Prefiere suelos cuyo pH oscila entre 6 y 7,5, es decir ligeramente ácidos o neutros. (Reche 1984).

Prefiere terrenos de textura media o limoarenosa. Se adapta mejor que el melón a la acidez del suelo. No plantea problemas en suelos moderadamente alcalinos. (Maroto 2002).

Los suelos silíceos-arcillosos, ricos en materia orgánica y pH entre 6-7,4 son los que mejor van para la sandía. (Serrano 1985).

Se podría seguir citando autores y las coincidencias en cuanto a suelos preferidos por la sandía tendrían por lo general los rasgos aquí descritos con pequeñas variantes. **¿Pero a qué cultivo no le va bien el tipo de suelo que se ha descrito?**

En Almería, la mayoría de los suelos sobre los que se cultiva sandía son arcillosos o franco arcillosos, con la particularidad de que están enarenados aprovechando las ventajas que este tipo de técnica confiere a la planta y que se vieron en el tema correspondiente.

Con las técnicas utilizadas actualmente en riego, más concretamente fertirriego es posible adaptar la aplicación de agua y fertilizantes a las necesidades de la planta obteniendo con manejos diferentes resultados sensiblemente iguales. No es necesario insistir que los sistemas empleados garantizan la nutrición idónea de la planta de modo que las condiciones de textura influyen en el desarrollo de parte aérea y radical, precocidad y por ende rendimiento.

Podríamos resumir comentando que la preparación de suelos que se hace en Almería para implantar el enarenado hace que nunca sea factor limitante para el cultivo de sandía. Una vez implantado el cultivo se adecuan las condiciones de fertirriego al medio.

#### 5. ( EL RIEGO Y LA FERTILIZACION DE LA SANDÍA )

Abordamos a continuación el apartado fertilización de la planta, no se trata de hacer un tratado de fertilización mineral para el cultivo sino de dar diferentes criterios en la resolución de este problema, que según sus autores obtienen excelentes resultados en la productividad del suelo y el vegetal.

Si realizamos el aporte de fertilizantes en función de las necesidades de cultivo tenemos los siguientes datos de absorción citados por Maroto 2002 dados por Thomson y Kelly en 1957; en kg/ha.

N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO
56,2	17,2	101,2	69,7	16,3

Para estas extracciones y aire libre un abonado de tipo medio estaría constituido por:

- 20-40 t/ha de estiércol.
- 50-110 UF/ha de N.
- 60-130 UF/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.
- 100-150 UF/ha de K<sub>2</sub>O.

Fersyni (1976) citado por Maroto 1986 señala como extracciones medias de 1 ha de sandías; en kg/ha.

N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
50	15	65

A continuación insertamos en un cuadro los datos de extracción de nutrientes citados por Pomares García *et al* (1996) para el cultivo de la sandía.

Producción	Elementos extraídos (kg./ha)					Fuentes
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	
Por tonelada de frutos	1,7	1,4	2,6	--	--	Nilsel <i>et al.</i> (1989), citado por Quesada <i>et al.</i> (1990)
Por tonelada de frutos	2,5	1,3	2,4	4,3	1,6	Quesada <i>et al.</i> (1990) en CIDA de Granada en cultivo al aire libre.
Por tonelada de frutos	1,4	0,6	1,7	1,2	0,4	

Reche (1994) señala como extracciones del cultivo de la sandía para una producción de 40-60 t/ha las siguientes; (en kg/ha)

N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO
150-250	150	250-450	25-30

Como puede observarse a excepción de la última información (Reche), todas las demás no son de Almería, por lo que condiciones de cultivo (ambientales, cultivares y fechas) no son las mismas, por tanto aunque válidos como datos referenciales no lo son desde el punto de vista práctico.



¿A qué se ha recurrido? a equilibrios de absorción por fases, realizando observación directa del cultivo, agua de que se dispone, suelo sobre el que está implantado y conociendo la función de cada elemento nutritivo en el vegetal. Reche 1996, recomienda:

#### CALENDARIO DE RIEGO LOCALIZADO EN SANDÍA

- 2 goteros por planta. 1 gotero= 2 litros/hora 5.000 plantas/ha.
- Siembra o plantación: Primeros de enero.
- Final de Recolección: Medios de junio.

#### Recomendado para terrenos arcillosos

Meses	Nº riegos	Caudal planta	Caudal riego	Tiempo riego	Caudal total	Observaciones
Enero	1	20,01 L	100 m <sup>3</sup>	5 h.00´	100 m <sup>3</sup>	Varios días antes de la plantación.
Enero	1	1,01 L	5 m <sup>3</sup>	15´	5 m <sup>3</sup>	Un día antes de la plantación
Enero	1	0,6 L	3 m <sup>3</sup>	10´	3 m <sup>3</sup>	A continuación plantación
Enero	3	1,0 L	5 m <sup>3</sup>	15´	15 m <sup>3</sup>	
Febrero	8	3,0 L	15 m <sup>3</sup>	45´	120 m <sup>3</sup>	
Marzo	12	4,0 L	20 m <sup>3</sup>	1 h.00´	240 m <sup>3</sup>	
Abril	15	6,0 L	30 m <sup>3</sup>	1 h.30´	450 m <sup>3</sup>	
Mayo	15	8,0 L	40 m <sup>3</sup>	2 h.00´	600 m <sup>3</sup>	
Junio	8	8,0 L	40 m <sup>3</sup>	2 h.00´	320 m <sup>3</sup>	
<b>TOTAL</b>	<b>64</b>				<b>1.853 m<sup>3</sup></b>	Dependiendo textura suelo y calidad agua.

#### Recomendado para terrenos sueltos y ligeros

Meses	Nº riegos	Caudal planta	Caudal riego	Tiempo riego	Caudal total	Observaciones
Enero	1	15,0 L	75 m <sup>3</sup>	3 h.45´	750m <sup>3</sup>	Varios días antes de la plantación.
Enero	1	0,6 L	3 m <sup>3</sup>	10´	3 m <sup>3</sup>	Un día antes de la plantación
Enero	1	0,6 L	3 m <sup>3</sup>	10´	3 m <sup>3</sup>	A continuación plantación
Enero	3	1,0 L	5 m <sup>3</sup>	15´	15 m <sup>3</sup>	
Febrero	10	2,0 L	10 m <sup>3</sup>	30´	100 m <sup>3</sup>	
Marzo	15	3,0 L	15 m <sup>3</sup>	45´	225 m <sup>3</sup>	
Abril	20	5,0 L	25 m <sup>3</sup>	1 h.15´	500 m <sup>3</sup>	
Mayo	20	6,0 L	30 m <sup>3</sup>	1 h.30´	600 m <sup>3</sup>	
Junio	10	6,0 L	30 m <sup>3</sup>	1 h.30´	300 m <sup>3</sup>	
<b>TOTAL</b>	<b>81</b>				<b>1.796 m<sup>3</sup></b>	Dependiendo textura suelo y calidad agua.

Propone la siguiente fertirrigación:

**1º De fondo.**

Generalmente no se realiza por seguir a otro cultivo, no obstante, es conveniente aplicar 100-125 UF/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, bien al inicio del cultivo o en momentos críticos de la vegetación (arraigo planta, floración, heladas, etc). Se debe utilizar el ácido fosfórico a dosis de 1-2 kg/m<sup>3</sup> de agua.

**2ª Después de la siembra.**

▲ A los 25-30 días de la plantación o siembra y antes de la floración se inicia el abonado tres veces por semana; aplicando en cada riego y aproximadamente durante un mes.

- Fosf. monoamónico (12-60-0)      8 kg/ha.
- Nitrato potásico (13-0-46)      5 kg/ha.
- Sulfato magnesio      5 kg/ha.

▲ Después de la fecundación o coincidiendo con la fructificación, durante un mes, tres veces por semana y en cada riego.

- Urea (46%) o  
Nitrato amónico (33,5%)      8 kg/ha.
- Nitrato potásico      15 kg/ha.
- Sulfato magnésico      5 kg/ha.

▲ En riegos posteriores, coincidiendo con el inicio de la maduración y hasta 15 días antes de la última recolección tres veces por semana y en cada riego.

- Urea o Nitrato amónico      5 kg/ha.
- Nitrato potásico      20 kg/ha.
- Sulfato magnésico      5 kg/ha.

Una vez por semana se recomienda incorporar en uno de los riegos 500 g/ha de un corrector de carencias.

García Cruz propone en 1992 la siguiente fertirrigación:

Gasto estimado de periodos semanales en litros/m <sup>2</sup> (Semana desde consumo por periodos semanales según fecha de plantación)											
Plantación	1 Ene	16 Ene	1 Feb	15 Feb	1 Mar	Plantación	1 Ene	16 Ene	1 Feb	15 Feb	1 Mar
1	1,27	1,41	1,80	1,90	2,5	6	2,10	3,10	3,72	5,10	6,37
2	1,50	1,41	1,80	1,90	3,12	7	2,53	4,71	5,33	7,25	6,37
3	1,50	2,33	3,10	3,20	3,12	8	3,72	4,71	5,33	7,25	8,50
4	1,60	2,33	3,10	3,30	5,31	9	3,72	6,45	7,03	8,57	11,73
5	2,10	3,10	3,72	5,10	5,31	10	5,40	6,45	8,30	10,37	9,77



Plantación	1 Ene	16 Ene	1 Feb	15 Feb	1 Mar	Plantación	1 Ene	16 Ene	1 Feb	15 Feb	1 Mar
11	6,34	6,84	10,26	10,37	10,62	19	9,67	9,62	12,59	11,60	
12	7,59	6,84	10,59	11,56	12,32	20	9,47	9,73	12,97		
13	7,69	9,60	10,86	10,78	12,32	21	9,47	10,34	13,12		
14	9,26	10,02	11,52	11,48		22	10,32	10,34			
15	9,26	10,02	11,86	11,48		23	10,32	10,78			
16	9,85	10,64	11,70	12,19		24	10,44	10,78			
17	9,85	10,64	11,70	12,48		25	10,44				
18	9,67	9,62	12,46	11,97		26	10,80				

### Fertilización semanal en invernadero con riego por goteo para 1.000 m<sup>2</sup>.

#### ▲ En el riego de plantación:

- Ácidos húmicos 0,5 L.
- Extracto de algas 0,5 L.

#### ▲ 4 semanas después de la plantación, durante 3 semanas:

- Fosfato monoamónico 3,5 kg.
- Ácido nítrico 17,5 L.

Desde el cuajado de las flores (con el 80% de los frutos con aproximadamente 3 cm Ø), durante un máximo de 9 semanas y dejando de fertilizar 1-2 semanas antes de finalizar el cultivo.

#### ▲ 2 semanas de cada 3:

- Nitrato amónico 1,5 kg.
- Nitrato potásico 6,0 kg.
- Sulfato magnésico 7,0 kg.
- Molibdato sódico 50,0 g.

#### ▲ 1 semana de cada 3:

- Nitrato de cal 4,0 kg.
- Ácido Nítrico 2,0 L.

Cada dos semanas, aportar microelementos si en los dos últimos años no se ha retranqueado ni aportado materia orgánica (estiércol, humus de lombriz, etc.).

El consumo de agua varía considerablemente desde los meses de invierno (diciembre, enero, febrero) hasta los 6 L/m<sup>2</sup> y día en el mes de Junio. Cuando comienza la maduración, reducir el volumen de riego y aumentar la CE de la solución nutritiva para evitar el rajado de los frutos. (Palomar y Gómez, 1994).

Camacho y Fernández dan como fertirrigación de la sandía en 1997 los datos:

- El agua empleada tiene una CE de 1,84 dS.m<sup>-1</sup>.
- Los fertilizantes empleados y las características de los mismos son los siguientes:

<b>Nitrato amónico</b>	33,5% de N total; 16,75% de N nítrico; 16,75% de N amoniacal.
<b>Nitrato de calcio</b>	15,5% de N total; 1,1% de N amoniacal; 14,4% de N nítrico; 28% de Ca.
<b>Nitrato potásico</b>	13% de N nítrico; 46% de potasio.
<b>Fosfato monoamónico</b>	12% de N amoniacal; 61% de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
<b>Acido nítrico</b>	59%-12,4% de N nítrico; ρ=1,34 g/cc
<b>Acido fosfórico</b>	85%-61,57% de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - ρ= 1,70 g/cc
<b>Epsonita</b>	16,66% Mg x 7 H <sub>2</sub> O. 57,5% de S
<b>Sequestrene</b>	6% Fe EDDHA
<b>Librel mix-al</b>	0,5% de B; 0,3% de Cu; 7,5% Fe; 4% Mn; 0,2% de Mo; 0,5% de Zn.
<b>Raiforte</b>	5,5% N total; 5% de P; 3,5 de K; 7% de aminoácidos libres; 0,036% Fe EDDA; 0,07% de Zn EDDA; 0,05% Mg; 0,1% Mo; 0,06% Al; 0,0001 de ácido fólico.

- Cada línea de cultivo, separada 4 m de otra, recibe el agua y el abono de dos líneas portagoteros, con goteros cada 50 cm y con un caudal de 3 L/h.
- Los **primeros cinco días** se riega a diario, 30 minutos/día, sólo con agua.

- **(6 a 23 d.d.t.)** dosis por 1.000 m<sup>2</sup>.

Riego diario de 40 minutos, aportando en cada uno de los riegos un fertilizante de los descritos a continuación: en un riego **(a)**, en el posterior **(b)**, y en el siguiente **(c)**.

**(a)** 2 L de Ácido fosfórico.

**(b)** 3 L de Ácido nítrico.

**(c)** 2 kg de Nitrato amónico + 1,5 litros de Raiforte.

- **(24 a 40 d.d.t.)** dosis por 1.000 m<sup>2</sup>.

Riego diario de 45 minutos, alternando los siguientes fertilizantes: **(a),(b)**.

**(a)** 1 kg de Nitrato amónico.

1 kg de Fosfato monoamónico.

**(b)** 1,5 kg de Nitrato cálcico.

0,5 L de Ácido nítrico.

- **(41 a 47 d.d.t.)** dosis por 1.000 m<sup>2</sup>.

Riego diario de 45 minutos, alternando los siguientes fertilizantes: **(a),(b)**.

**(a)** 1,5 kg de Nitrato amónico.



1 kg de Nitrato potásico.  
1 kg de Fosfato monoamónico.

**(b)** 2 kg de Nitrato cálcico  
1 L de Ácido nítrico.

• **(48 a 54 d.d.t.) dosis por 1.000 m<sup>2</sup>.**

Riego diario de 45 minutos con 3 litros de Ácido fosfórico.

• **(55 a 71 d.d.t.) dosis por 1.000 m<sup>2</sup>.**

Riego diario de 1 hora, alternando: **(a),(b)**.

**(a)** 0,75 kg de Nitrato amónico.  
2,25 kg de Nitrato potásico.  
1,5 L de Ácido fosfórico.  
100 g de Epsomita.  
20 g de Sequestrene.

**(b)** 2 kg de Nitrato cálcico.  
0,5 L de Ácido nítrico.

• **(72 a 90 d.d.t.) dosis por 1.000 m<sup>2</sup>.**

Riego diario de 1 hora y cuarto, alternando: **(a),(b)**.

**(a)** 1 kg de Nitrato amónico.  
2 kg de Nitrato potásico.  
1,5 L de Ácido fosfórico.  
100 g de Epsomita.  
20 g de Sequestrene.

**(b)** 1,5 kg de Nitrato potásico.  
1,5 de Nitrato de calcio.  
1 L de Ácido nítrico.

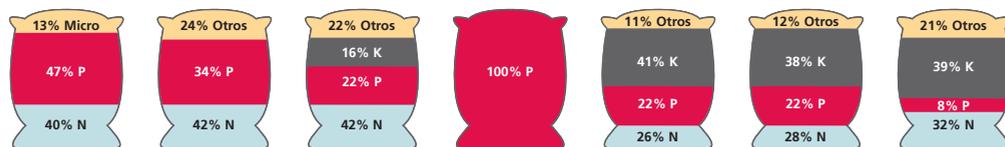
• **(91 a 135 d.d.t.) dosis por 1.000 m<sup>2</sup>.**

Riego diario de 1 hora y media, alternando **(a)** y **(b)**, aportando en un riego **(a)** y en otro **(b)**.

**(a)** 1,25 kg de Nitrato amónico.  
2,5 kg de Nitrato potásico.  
0,5 L de Ácido fosfórico.  
200 g de Epsomita.  
25 g de Sequestrene.

**(b)** 1,5 kg de Nitrato potásico.  
2 kg de Nitrato cálcico.  
1 L de Ácido nítrico.

En la figura siguiente se representan los porcentajes de los elementos fertilizantes aportados en cada uno de los periodos enumerados, y se hace un resumen del apartado de fertirrigación.



Periodo						
14/02/96-02/03/96	03/03/96-19/03/96	20/03/96-26/03/96	27/03/96-02/04/96	03/04/96-19/04/96	20/04/96-08/05/96	09/05/96-Final
Días desde trasplante						
6-23	24-40	41-47	48-54	55-71	72-90	91-135
Fenología e incidencias						
Recuperación de las plantas de daños de aire cálido y exceso de temperatura.	Desde que el brote principal tiene 8-10 nudos. En 7º nudo aparece la primera flor.	Desde que los brotes terciarios tienen 8-10 nudos. Hay 6-10 flores por planta.	Desde que hay 14-15 flores por planta.	Desde que hay 2-3 frutos cuajados por planta.	Desde que hay 5-6 frutos cuajados por planta.	Desde que están los primeros frutos "parados", para no hacer más peso.

PORCENTAJES DE ELEMENTOS FERTILIZANTES APORTADOS EN CADA UNA DE LAS ETAPAS DE LA FERTIRRIGACIÓN, CADA UNA TUVO DOS O TRES RIEGOS CON FERTILIZANTES DIFERENTES.

Actualmente se está también fertirrigando con programadores electrónicos realizando unas disoluciones equilibradas iónicamente, con este sistema de riego Camacho y Fernández 1997 ofrecen los siguientes datos:

- En suelo enarenado, bajo invernaderos. Con goteros de 3 L/h de caudal y utilizando agua de CE de 1,8 dS.m<sup>-1</sup>, se ajusta pH y CE y se riega a días alternos.

Periodo	Fenología (a inicio de periodo)	Riego L/m2 día	CE	pH	Inyección de los tanques 1-2-3-4-5-6 en %
0-5 d.d.t.	Transplante	1,5	1,8	6	-----
6-12 d.d.t.	brote principal 8-10 nudos	1,5	2,6	6	10-20-45-25-0-0
13-30 d.d.t.	brotes terciarios 8-10 nudos	2,0	3,3	6	0-30-60-10-10-10
31-46 d.d.t.	2-3 frutos cuajados por planta	2,5	3,3	6	0-15-65-20-5-5
47-67 d.d.t.	5-6 frutos cuajados por planta	3,0	3,3	6	0-15-65-25-0-0

La composición de los tanques es como sigue:



- **Tanque 1.** 1.000 L de agua con 100 kg de Nitrato amónico (33,5-0-0) y 5 kg de micros (B,Cu,Mn,Fe,Mo,Zn).
- **Tanque 2.** 1.000 L de agua con 100 kg de Ácido fosfórico (85%-61,57% de  $P_2O_5$ ).
- **Tanque 3.** 1.000 L de agua con 100 kg de Nitrato potásico (13-0-46) y 1 kg de Sequestrene (6% de Fe EDDHA).
- **Tanque 4.** 1.000 L de agua con 100 kg de Nitrato cálcico (15,5-0-0), 28% de Ca.
- **Tanque 5.** 1.000 L de agua con 100 kg de Sulfato de magnesio (16,66% Mg x 7  $H_2O$ , 57,5% S).
- **Tanque 6.** 1.000 L de agua con 100 kg de Sulfato potásico (0-0-50); 18% de azufre.
- **Tanque 7.** DSA (Acid Flow).(10-0-0); 18% de S.

El tanque 7 es el acidificador para ajuste de pH y se diluye en el momento de la aplicación. En el tanque está el producto no diluido.

Con este mismo sistema y criterio de Fertirrigación (Fernández *et. al.* 1998) ofrecen los siguientes datos:

■ Goteros de  $3 L \cdot h^{-1}$  dispuestos a  $0,5 m \times 1 m$  C.E. de agua de riego  $1,9 dS \cdot m^{-1}$  y pH 7,9. Los abonos se diluyen en tanques a razón de 100 kg por cada 1.000 litros de agua.

■ Invernadero con suelo enarenado

■ Fertirrigación de solución nutritiva hasta pH deseado y porcentajes de inyección de los fertilizantes 1: Nitrato amónico (N Am), 2: Fosfato monoamónico (PMA), 3: Nitrato potásico (N Po), 4. Nitrato cálcico (N Ca), 5: Sulfato potásico (S Po), 6: ácido fosfórico (A Fos) y 7: microelementos (Micro) durante la fertirrigación a lo largo del ciclo.

Fecha (d.d.t.)	pH	inc.EC ( $dS m^{-1}$ )	Dosis de Riego  L $m^2$	Fertirrigación (% inyección 1-2-3-4-5-6-7-8)						
				Nam	PMA	Npo	N Ca	S Po	A Fos	Micro
0-7	-	-	1,0							
8-31	6,0	+ 0,5	1,5	10	45	20	25	0	0	0
32-50	6,0	+ 0,8	1,5	15	30	30	25	0	0	0
51-60	6,0	+ 1,0	1,8	15	0	0	10	0	75	0
61-70	6,0	+ 1,5	2,2	0	0	35	20	0	45	0
71-96	6,0	+ 1,5	2,9	0	10	40	20	20	0	10
97-111	6,0	+ 2,0	3,75	0	10	40	20	20	0	10
112-130	6,0	+ 2,0	4,5	25	20	20	35	0	0	0
131-148	6,0	+ 1,5	5,5	0	10	50	15	25	0	0

El grupo de programas de producción (CAP-FECOAV) para sandía sin semillas, en suelos de fertilidad media aconseja, (citado por Pomares *et. al.* 1996).

- **Riego a pie.**

- ▲ **Antes de la plantación:**

- 10-30 t/ha de estiercol.
- 60 kg de N/ha.
- 150 kg de  $P_2O_5$ /ha.
- 150 kg de  $K_2O$ /ha.
- 50 kg de MgO/ha.

- ▲ **En cobertera, en el cuaje de los frutos:**

- 250 kg/ha de Nitrosulfato amónico.
- 180 kg/ha de Nitrato potásico.

- ▲ **A los veinte días de la anterior aportación:**

- 250 kg/ha de Nitrosulfato amónico.
- 180 kg/ha de Nitrato potásico.

- **Riego localizado (goteo)**

- ▲ **Plantación-floración:**

- 190-200 kg/ha de Fosfato monoamónico.
- 30-40 kg/ha de Nitrato de magnesio.
- 100-150 kg/ha de solución N-32.
- 50-75 kg/ha de Nitrato potásico.

- ▲ **Floración:**

- 130-140 kg/ha de Ácido fosfórico.
- 30-40 kg/ha de Nitrato de magnesio.

- ▲ **Cuaje de frutos:**

- 150-200 kg/ha de Nitrato amónico.
- 150-200 kg/ha de Nitrato potásico.
- 30-40 kg/ha de Nitrato de magnesio.

- ▲ **Engorde de frutos:**

- 100-150 kg/ha de Nitrato amónico.
- 200-250 kg/ha de Nitrato potásico.

- ▲ **Recolección:**

- 100-150 kg/ha de Nitrato amónico.
- 100-200 kg/ha de Nitrato potásico.

Fernández-Cara (1998) da las siguientes instrucciones de abonado utilizando riego por goteo:



- **Antes de la siembra o plantación.** Se da un riego abundante de 10 a 15 L/m<sup>2</sup>.
- **Después de la plantación.** Se dan varios riegos cortos y frecuentes hasta que la planta esté bien enraizada.
- **Desarrollo de la planta hasta la floración.** Riegos largos y escasos.
- **Cuajado.** Riegos cortos y diarios.
- **Cuajado y desarrollo de fruto.** Riegos largos y frecuentes.
- **Maduración.** Se van alargando progresivamente los intervalos de riego y el volumen de agua hasta recolección.

En el caso de sandías diploides, el primer riego después de enraizar la planta se retrasa todo lo posible.

#### ▲ **ABONADO CON ABONADORA:**

No se hace abonado y se echa todo en cobertera.

#### ▲ **Enraizamiento:**

- Nitrato amónico 33,5%      5 kg/ha.
- 13-40-13                      10 kg/ha.

#### ▲ **Desarrollo de la planta:**

Alternar dos riegos con:

- Ácido fosfórico 74%      10 L/ha.
- Nitrato potásico              10 kg/ha.
- Nitrato amónico 33,5%    10 kg/ha.

y un riego con:

- Nitrato de cal                20 kg/ha.
- Ácido nítrico                 5 kg/ha.

#### ▲ **Antes de floración:**

- Fosfato monopotásico      20 kg/ha.
- Ácido fosfórico               5 L/ha.
- Sulfato de magnesio        5 kg/ha.
- Sulfato amónico 21%      10 kg/ha.

#### ▲ **Cuajado y engorde:**

Un riego con:

- Nitrato potásico              25 kg/ha.
- Ácido fosfórico 74%      10 L/ha.
- Sulfato amónico 21%      20 kg/ha.
- Sulfato de magnesio        5 kg/ha.

y un riego con:

- Nitrato de cal                      40 kg/ha.
- Ácido nítrico 54%                5 kg/ha.

#### ▲ Maduración:

- Fosfato monopotásico          10 kg/ha.
- Sulfato de potasio                20 kg/ha.
- Sulfato de magnesio            5 kg/ha.

#### ▲ ABONADO CON TANQUES:

El abonado se disuelve en dos o cuatro tanques y se aporta de cada uno el porcentaje que se estime conveniente según fase de cultivo.

El abonado se calcula según mmol/L que queramos echar:

#### ▲ Enraizamiento:

$\text{NO}_3^-$	$\text{H}_4\text{PO}_4^-$	$\text{SO}_4^-$	$\text{HCO}_3^-$	$\text{NH}_4^+$	$\text{K}^+$	$\text{Ca}^{++}$	$\text{Mg}^{++}$
10	2	2	0,5	0	3	3	2

#### ▲ Desarrollo de la planta:

$\text{NO}_3^-$	$\text{H}_4\text{PO}_4^-$	$\text{SO}_4^-$	$\text{HCO}_3^-$	$\text{NH}_4^+$	$\text{K}^+$	$\text{Ca}^{++}$	$\text{Mg}^{++}$
12	1,5	2	0,5	2	4	4	2

#### ▲ Antes de floración:

$\text{NO}_3^-$	$\text{H}_4\text{PO}_4^-$	$\text{SO}_4^-$	$\text{HCO}_3^-$	$\text{NH}_4^+$	$\text{K}^+$	$\text{Ca}^{++}$	$\text{Mg}^{++}$
10	2,5	3	0,5	2	5	3	2

#### ▲ Cuajado y engorde:

$\text{NO}_3^-$	$\text{H}_4\text{PO}_4^-$	$\text{SO}_4^-$	$\text{HCO}_3^-$	$\text{NH}_4^+$	$\text{K}^+$	$\text{Ca}^{++}$	$\text{Mg}^{++}$
15	1,5	2	0,5	0	5	5	2

#### ▲ Maduración:

$\text{NO}_3^-$	$\text{H}_4\text{PO}_4^-$	$\text{SO}_4^-$	$\text{HCO}_3^-$	$\text{NH}_4^+$	$\text{K}^+$	$\text{Ca}^{++}$	$\text{Mg}^{++}$
10	1,5	3	0,5	2	5	3	2

Este mismo autor (Fernández Cara, 1998) recomienda para hidropónico las siguientes pautas:



- Si las tablas son nuevas, saturar las tablas con solución nutritiva.
- Si son usadas, deben de lavarse con riegos de 10 minutos cada hora durante dos días.
- Antes de plantar, se dan 8 riegos de 5 minutos con solución nutritiva.
- Después de plantar dar un riego diario de 5 minutos e ir aumentando según drenaje.
- Conectar la demanda desde las primeras fases del cultivo.
- En días muy soleados o con viento, se debe regar un 50% más.
- Antes de las dos semanas, comenzar a tomar datos de pH y CE en drenaje.

#### ▲ **ABONADO:**

Se comienza con una solución estándar para sandía y se va modificando en función del desarrollo del cultivo.

$\text{NO}_3^-$	$\text{H}_4\text{PO}_4^-$	$\text{SO}_4^{=}$	$\text{HCO}_3^-$	$\text{NH}_4^+$	$\text{K}^+$	$\text{Ca}^{++}$	$\text{Mg}^{++}$
12	1,5	2	0,5	2	4	4	2

#### ▲ **DRENAJE:**

Se hará según el tipo de agua. En un agua normal de la zona del poniente almeriense se mantiene de un 20 a un 25% excepto en engorde que se sube de un 30 a un 35%.

#### ▲ **CONCENTRACIONES:**

Se aplica la que corresponda a la disolución aplicada.

Se baja de 0,3 a 0,5 mmol/L en el engorde de fruto sin que baje en la tabla.

Cuando se detiene el crecimiento del fruto, se sube de 0,2 a 0,3 mmol/L.

Dos semanas antes de fin de cultivo, se baja la solución nutritiva a la mitad de la conductividad.

Una semana antes de arrancar el cultivo, se riega solo con agua acidificada. El pH de la solución debe ser siempre 5,5. En el engorde del fruto, vigilar que el pH de la tabla no baje de 5.

En cuanto a la humedad en la tabla; desde el inicio del cultivo hasta la floración se mantiene entorno al 50%. Desde el engorde hasta inicio de maduración, mantener por encima del 70%. En maduración se mantiene por encima del 50%. Lo que es evidente es que desde las recomendaciones de Thomson y Kelly (1957) hasta las que se dan por los diversos autores desde 1994 en adelante se ha avanzado mucho en nutrición vegetal.

En lo expuesto hasta ahora de fertilización se han podido observar discrepancias entre las distintas recomendaciones que efectúan los diversos autores. No obstante los datos facilitados con los criterios que los acompañan son válidos para realizar la nutrición de la planta ya que se han obtenido resultados idóneos de producción.

Los datos que facilitan Reche, García, Palomar, Camacho y Fernández y Fernández Cara (desde 1994) se han obtenido en condiciones de cultivo de ALMERIA, en sandía injertada bajo invernadero.

Anteriormente se han dado orientaciones sobre las cantidades de agua a aportar por periodos, no obstante la medición de humedad en el suelo es de ayuda para saber cuándo y qué cantidad de agua debemos utilizar.

Para ello se emplean los tensiómetros, estos instrumentos miden la cantidad de agua en el suelo aprovechable por la planta.

El tensiómetro está formado por una cápsula de porcelana situada en la base de un tubo hermético lleno de agua destilada. En el extremo superior lleva un vacuómetro graduado 0-100 centibares, que mide la tensión de agua en el suelo.

Se sitúan a 20-30 cm del gotero y unos 10-15 cm por debajo de la arena. Si el terreno no está enarenado se colocarán a una profundidad de 20-25 cm.

La lectura del tensiómetro en sandía debe de estar alrededor de lo 15 centibares, de modo que se puede tomar la decisión de riego cuando el tensiómetro llegue a los 20 centibares y estamos aportando agua hasta que su medida sea 10 centibares.

## 6. ( EXIGENCIAS CLIMÁTICAS DE LA SANDÍA )

Es menos exigente a temperaturas que el melón. Para germinar necesita como mínimo 15 °C. La temperatura óptima es de 25 °C. El óptimo de temperatura en floración es de 18-20 °C y para el desarrollo de 23 a 28 °C. (Miguel, 1983).

La sandía requiere temperaturas de germinación de 15 °C como mínimo. El óptimo está alrededor de los 25 °C. Los cvs triploides (sin semillas) presentan más problemas de germinabilidad y más exigencias térmicas que los cvs normales. La floración requiere entre 18-25 °C; temperaturas más bajas, pueden interferir negativamente en la polinización y cuajado de frutos y éstos aunque se desarrollen pueden aparecer deformados. El crecimiento vegetativo y la maduración, suelen requerir entre 23 y 28 °C. (Maroto, 1996).

Las temperaturas críticas de la planta de sandía son: se hiela la planta a 0 °C.; detiene su desarrollo de 11 °C a 13 °C; germinación óptima 18-20 °C y desarrollo óptimo de 23 °C a 28 °C (Serrano, 1985).

Las fechas en que se realiza la plantación en los invernaderos de Almería oscila desde mediados de noviembre hasta finales de marzo. Para que la planta esté a lo largo de todo su desarrollo en las mejores condiciones climáticas cada día más se trabaja con medios de semiforzado (plástico, no tejidos) dentro del invernadero, a la vez que se realiza el manejo de éste en cuanto a ventilación para que las temperaturas sean lo más parecidas posibles a las óptimas demandadas por la planta.

En plantaciones de hasta finales de enero se están utilizando túneles de semiforzado, hechos con plástico EVA de 150-200 galgas. A partir de esa fecha es más común el uso de no tejidos (manta térmica) que hace que las máximas no sean tan altas aunque las mínimas son un poco más bajas que cuando se cubren con plástico.

Es importante hablar de salto térmico como de máximas y mínimas. Cuando las diferencias de temperaturas entre el día y la noche son de 20 °C a 30 °C se producen desequilibrios en las plantas abriéndose en algunos casos el cuello de la misma y algunos tallos; el polen que realizan las flores en esas condiciones normalmente no es viable.



Todos los datos de temperaturas que expresan los diferentes autores son para sandía sin injertar. Cuando se cultiva planta injertada como sucede actualmente, la resistencia a frío y al calor es algo mayor. El pie de *C.moschata* x *C. maxima* confiere a la planta mayor rusticidad.

La semilla de sandía diploide se somete 36 horas a temperatura constante de 27 °C y humedad del 98% y se produce la emisión con cotiledones totalmente desplegados a los cinco días. La semilla de sandía triploide se somete 54 horas en las mismas condiciones y emerge del mismo modo que la triploide (Camacho y Fernández 1996).

En las campañas 95-96, 96-97 y 97-98 se cortaron sandía en el caso más precoz 81 d.d.t. y en el menos precoz 99 d.d.t. las temperaturas mínimas registradas en el invernadero estuvieron alrededor de 10 °C y las máximas alrededor de 40 °C aunque desde mayo en adelante no bajaron las mínimas de 14 °C.

Otro factor climático importante es la humedad, tanto por la incidencia que tiene en el desarrollo de plagas y enfermedades como en el crecimiento de la planta, siendo crítico en algunos estados fenológicos como es la floración. Lo ideal es que el contenido esté entre el 60%-80%.

No nos consta experiencias de aplicaciones o control de anhídrido carbónico sobre cultivo de sandía, aunque las mediciones hechas en invernaderos plantados de sandía en Almería los valores han oscilado entre 300-500 ppm.

## 7. ( FISIOLÓGÍA DE LA FECUNDACIÓN )

Cuando las plantas han pasado por una serie de estados de desarrollo y se dan unas condiciones ambientales concretas se produce la floración. Ésta se realiza de forma escalonada, de modo que en la planta (o plantación) existen flores en diferentes estado; para definir el estado de floración en que se encuentra una plantación se utiliza el concepto de estado más frecuente, definible como el estado que aparece en mayor proporción en ese momento. Este estado sirve de referencia y tiene interés práctico para decidir aplicaciones fitosanitarias, aplicaciones hormonales, entrada de insectos polinizadores, etc.

Desde el punto de vista reproductivo la fecundación de los frutos comienza con la emisión de granos de polen, los cuales son transportados de la flor masculina a la femenina por medio de abejas, otros insectos o aire. Una vez el polen sobre el estigma de la flor femenina se produce su germinación y la emisión del tubo polínico, el cual avanza por el interior del estilo (siendo alimentado por los tejidos de éste) hasta que llega a la cercanía de un óvulo. Por la acción de las células sinérgidas, se produce la división del núcleo germinativo del grano de polen y la doble fecundación de la ovocélula y el núcleo secundario. El cigoto formado comienza a dividirse para ir formando el embrión y el núcleo triploide hace lo propio y forma los tejidos de reserva de la futura semilla. Las cubiertas de los óvulos se transformarán en las cubiertas de la semilla.

La emisión del tubo polínico y su posterior desarrollo está condicionado por la naturaleza bioquímica del jugo que recubre el estigma y de los nutrientes suministrados por el estilo. El desarrollo del tubo polínico ha de ser rápido, de modo que cuando llegue al óvulo este se encuentre vivo.

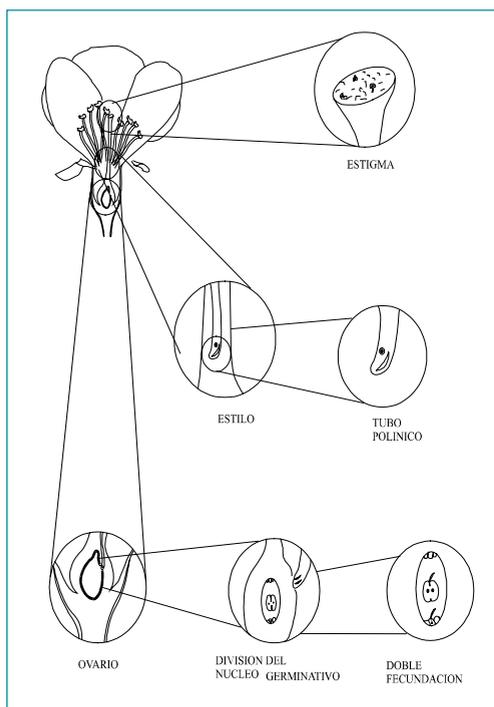
El proceso descrito, polinización-fecundación, se puede ver alterado por una serie de circunstancias que traen como consecuencia la falta de fecundación, que se traduce en falta de frutos, es decir, en esterilidad.

Las causas de esterilidad son muy diversas. Las más frecuentes son:

- Emisión de polen no viable.
- Sincronización en la maduración de polen y óvulos. No se da dentro de una misma variedad pero si es frecuente entre variedades distintas.
- A veces, cuando el polen llega al ovario, el óvulo no está por aborto del mismo.
- En otros casos el polen se encuentra con un óvulo cuya posición cromosómica es diferente a la de él. Es el caso de polinización entre variedades diploides y triploides. En estas últimas es más difícil la fecundación que en las primeras.

### 7.1. ( El empleo de fitorreguladores ]

Gran parte de las actividades fisiológicas de las plantas están reguladas por hormonas vegetales. Como otros seres vivos, las plantas, disponen de un complejo sistema hormonal sintetizándose en tejidos de las mismas, a diferencia de los animales en que las hormonas son sintetizadas por células especializadas, lo que supone un ahorro de energía ya que los tejidos vegetales son multifuncionales.



■ PROCESO DE LA FECUNDACIÓN EN LAS DICOTILEDONEAS (A. CERDÁ. 1997).

Una hormona vegetal se caracteriza por:

- Ser de naturaleza orgánica.
- Tener origen endógeno.
- Regular el metabolismo, la nutrición y el desarrollo.
- Actuar la mayoría de las veces en lugar distinto de donde se producen.

La aplicación de hormonas sintéticas a los vegetales produce una amplia gama de efectos por su interacción con el resto del complejo hormonal de la planta. Por tanto, cuando nos planteamos realizar tal intervención tendremos que pensar en la palabra equilibrio entre las diferentes hormonas, que determina efectos más complejos que observadas en el plano individual.

Otro punto a tener muy presente en el momento de la aplicación es el de la concentración adecuada, concentraciones mayores o menores no producen el efecto deseado. Concentraciones no adecuadas por exceso, pueden llegar a presentar efectos contrarios a los que se desean, además de poder resultar



tóxicas para las plantas. Es importantísimo tener presente que las concentraciones de determinadas hormonas varían de un tejido a otro.

En la práctica agronómica se están utilizando una serie de productos que no son hormonas vegetales naturales ni de síntesis, son sustancias químicas que no existen en la naturaleza y que a veces no se parecen a las hormonas naturales pero que alteran el metabolismo del vegetal y que nos hacen obtener de él un objetivo concreto, se denominan reguladores de desarrollo.

Hecha la introducción anterior, en orden a que analicemos pros y contras antes de realizar una aplicación hormonal en sandía, analizaremos cuál es la situación actual del empleo de fitoreguladores en este cultivo y daremos algunas fórmulas que en momentos determinados han dado resultados satisfactorios.

Como premisa decir que el modelo más aconsejable para la polinización de sandías es la utilización de insectos polinizadores, en concreto de abejas "*Apis mellifera*", el número de colmenas empleado es variable (de dos a cuatro colmenas por hectárea), a veces incluso se utilizan más; depende de la superficie del módulo-invernadero, del marco de plantación empleado, del estado vegetativo del cultivo y de la climatología. Para conseguir un buen desarrollo del fruto de la sandía se considera necesario la afluencia media de 500-1.000 granos de polen/flor femenina, lo que se consigue con una población de una abeja por cada 100 flores femeninas y unas diez visitas de la abeja a la flor. (Maynard, 1989; Couson, 1989; citados por Maroto, 2002).

Sin embargo cuando por circunstancias ajenas al manejo del cultivo por el agricultor (climáticas, varietales, culturales, etc.) se prevee un cuaje deficiente es necesario la utilización de fitoreguladores, pero siempre que exista el problema, ya que al ser muchos los factores de cultivo y ambientales que influyen en la acción hormonal el resultado se torna imprevisible. Cuando estamos produciendo sandía apirena (triploide) necesitamos de la utilización de sandía diploide por ser estéril el polen de la primera.



RECOLECCIÓN DE SANDÍA DIPLOIDE Y TRIPLOIDE ASOCIADA. TRIPLOIDE "TIPO CRIMSON", DIPLOIDE "TIPO SUGAR".

La elección del cultivar polinizador se realiza en función de la sandía a polinizar, si ésta es “tipo Crimson” la diploide es “tipo Sugar” y viceversa, para evitar los problemas que podrían crearse en el momento de la recolección al confundir la sandía apirena con la que tiene semillas. Recordemos que la sandía Sugar es de piel verde oscuro uniforme.

Desde el punto de vista del cultivo en invernadero y su rendimiento, la asociación de sandía diploide con triploide es óptima siempre que coincidan las floraciones de polinizadora y polinizada en la relación 30-40% de polinizadora, 60-70% de polinizada (Camacho y Fernández,1996), 25-33% de polinizadora, 67-75% de polinizada (López *et. al* 1996).

Miguel y Maroto, 1996 realizan un ensayo en Valencia con diversos fitoreguladores sobre sandía triploide obteniendo los resultados que resumimos.

- **Auxinas**

- ▲ **MCPA:** produce ligero y pasajero efecto depresivo sobre la hoja, deformaciones en fruto, pequeña rugosidad en corteza y sobre todo frutos huecos.

- ▲ **ANA:** a dosis aconsejadas no tuvo influencia sobre la vegetación. Produce frutos deformados y ahuecados. Distintas dosis y repetir el tratamiento no mejora los resultados.

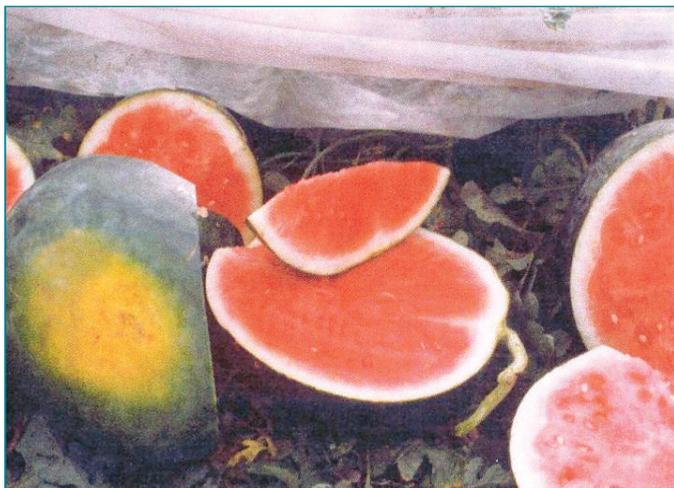
- ▲ **2,4D:** diferente comportamiento al utilizar el preparado a partir de ingrediente activo o fórmula comercial (anti-drop). El primer preparado dió buena producción y calidad. El efecto se manifestó en las flores receptoras en el momento de la aplicación y en las sucesivas en el tiempo.

- **Giberelinas**

- ▲ **Ácido giberélico:** se empleó sólo y con auxinas. No se apreció una influencia clara.

- **Citokininas**

- ▲ **CPPU:** aplicado en pulverización directa sobre la flor femenina a pétalos abiertos y en algunos casos desprendidos, aparecieron semillas negras en algunos frutos.



**FOTO DE SANDÍA CUAJADA CON CPPU.**



▲ **BA:** compacidad buena, sin semillas negras. Se observó en bastantes frutos una zona erosionada en la corteza.

Los productos utilizados en el ensayo fueron:

Producto Comercial	Materia Activa	Dosis utilizadas
Antidrop	2,4 D;3,2%	12,8 y 19,8 ppm.
-----	2,4 D	16-20 ppm.
Cornar 40	MCPA 40%	16-20 ppm.
Fruitone	ANA 0,45%+1,2% ANA AMIDA	10 ppm. ANA
-----	-----	15 ppm. ANA
CPPU	1 (2 cloro 4 piridil) 3 fenil urea	200 ppm.
Berelex	AG	20 ppm.

Resaltamos de nuevo que el ensayo aludido se realizó sobre sandía triploide. Queremos hacer constar la observación continuada en cuanto a la tendencia al ahuecado del fruto, deformación del fruto y afección de masa foliar por aplicación de estos productos es mucho mayor en la sandía diploide que en la sandía triploide.

A continuación se indican una serie de productos, con la dosis empleada, órgano vegetal sobre el que se aplican y momento de aplicación. Muchas aplicaciones a veces se repiten dos-tres veces a lo largo del ciclo de cultivo. La expresión en producto comercial y no materia activa es el reflejo más fidedigno de lo realmente realizado sobre los cultivos, exactamente se ha hecho en bastantes ocasiones con esos productos a nivel de ensayo con resultados satisfactorios. Se observa que varios de los productos indicados contienen coadyuvantes especiales con microelementos, están registrados como “Abono CEE”, luego son legales a todos los efectos y pensamos que bajo esos “coadyuvantes especiales” se esconden dosis concretas de fitorreguladores en concentraciones muy pequeñas y que hacen que al producto se le obtenga los objetivos buscados.

Para convertir estos ensayos en aplicaciones comerciales, habría que ver la extensión en cuanto a autorización en sandía de algunos de los productos reseñados, ya que según nos comunican algunos están en periodo de registro para ese cultivo.

Producto comercial	Dosis máxima de producto comercial	Estado de la planta	Forma de aplicación
Antidrop +Ergostin	7 cc/100 L +50 cc/100 L	Cerrada, fuerte, con abundante floración y brotes con tendencia vertical	Pulverización a toda la masa foliar con gasto de 500 L/ha.
Antidrop +Procapil +Ergostin +Sipfol	9 cc/100 L +30 cc/100 L +50 cc/100 L +200 cc/100 L	Muy cerrada. Fortísima. Con floración y tendencia de las mismas a la vertical.	Pulverización sólo a los brotes de la planta con gasto de 100 L/ha.

<b>Fruticuj</b>	200 g/1.000 m <sup>2</sup>	Planta equilibrada con tendencia vegetativa fuerte.	En agua de riego (por goteo) al suelo.
<b>β-Floris</b> <b>+Niuper-75</b> <b>+Sipfol</b>	100 cc/100 L +200 cc/100 L +100 cc/100 L	Planta equilibrada con tendencia vegetativa fuerte.	Pulverización a toda la masa foliar con gasto de 1.200 L/ha.
<b>Hormocur</b>	200 g/1.000 m <sup>2</sup>	Planta con tendencia vegetativa fuerte y buen equilibrio de flor.	En agua de riego (por goteo al suelo).
<b>Procel</b> <b>+Niuper-75</b> <b>+Sipfol</b>	200 cc/100 L +200 cc/100 L +50 cc/100 L	Planta con tendencia fuerte y poca flor	Pulverización a toda la masa foliar con gasto de 1.200 L/ha.

## 8. ( FISIOLÓGÍA DEL DESARROLLO DE LOS FRUTOS )

El fruto proviene del desarrollo del ovario. Esta formación se produce en dos fases:

- División celular.
- Crecimiento celular.

En la primera, las células se dedican solamente a dividirse, aumentando muy poco el volumen del ovario, ya que lo que hay es un reparto del material nuclear entre las células hijas. Una vez completada esta fase (en la que hay un incremento del número de células de 1 a 1.000) las células hijas comienzan a aumentar de tamaño, por acumulación de azúcares y otras sustancias orgánicas proporcionadas por las hojas.

Paralelamente a estos procesos se lleva a cabo el desarrollo de las semillas, Una vez que el fruto ha alcanzado su máximo tamaño comienza el proceso de maduración. El proceso de aumento de peso y volumen del fruto es como sigue:

■ **Primer periodo** de escaso desarrollo, fase de división celular (5-10 días en función de variedades y climatología).

■ **Segundo periodo** de gran aumento de tamaño de los frutos, fase de engrosamiento celular (15-25 días en función de variedades y climatología).

Desde que se produce la fecundación, al corte va un periodo de 25-45 días, menor a medida que la plantación es mas tardía.

## 9. ( LABORES CULTURALES EN LA SANDÍA )

A continuación se abordarán de modo cronológico las labores culturales que se realizan en cultivo de sandía injertada arenadas bajo invernadero plástico en Almería.

### 9.1. ( Preparación del suelo )

■ Se retira el cultivo precedente y se limpia de restos de cosecha anterior de modo que quede el enarenado perfectamente limpio.



■ Se hace el extendido de las líneas portagoteros adecuándolos al marco que vayamos a utilizar.

■ Se realiza el hoyo en la arena hasta llegar al suelo, roturándolo incluso con la azadilla para que quede más suelto.

■ En caso de acolchar toda la superficie se procede a realizar esa labor. También dependiendo del sistema que se utilice para dejar emerger la planta a través del plástico, el acolchado puede hacerse en postplantación.

■ Riego pretrasplante.

### 9.2. (Plantación ]

La planta injertada con cepellón se adquiere en semillero especializado. Para realizar la puesta se procede del siguiente modo: en los hoyos abiertos con anterioridad se depositan los cepellones de modo que la base de los mismos estén en contacto con el suelo que previamente se había mullido, el resto del cepellón se cubre con arena.

Este sistema de plantar que se ha popularizado en los últimos cinco años consigue que el extendido de raíces y el agarre de las mismas al suelo sea más rápido, pero es exigente en los cuidados hasta que este se produce ya que si dejamos la arena secar se pueden producir pérdidas de plantas.

Es importante que la zona del injerto quede por encima de la arena para evitar que el contacto con éste y la humedad que proporciona el riego le hagan emitir raíces, pues el franqueo de la variedad puede hacer que las plantas se vean afectadas de fusarium al realizar el ataque a dichas plantas por estas raíces. Es conveniente dar un tratamiento preventivo al suelo en agua de riego a los cinco días del trasplante con TMTD a la dosis de 750 g de PC formulado al 80% por 1.000 m<sup>2</sup>.

### 9.3. (Poda ]

El objetivo en sandía es controlar el crecimiento de la planta en cuanto a su forma, al eliminar brotes principales se adelantan la brotación y el crecimiento de secundarios.

Esta labor se realiza de modo optativo en función del marco elegido; consiste en la eliminación del brote principal cuando éste tiene cinco - seis hojas iniciándose rápidamente el crecimiento de los cuatro-cinco brotes que existen en las axilas de las mismas. Con ello se consigue realizar una planta de formación más redondeada. No se han visto diferencias significativas en la producción de sandías realizando o sin realizar la poda.

### 9.4. (Escardas ]

Si se ha acolchado esta labor no se realiza. Con esta labor se pretende eliminar las malezas que hayan emergido en el terreno y que son competidoras con el cultivo. La herramienta que habitualmente se utiliza es un cortahierbas. Este apero está formado por una cuchilla que se introduce fácilmente en la arena 1-2 cm por donde corta a las malas hierbas a la vez que va realizando una labor de bina en la arena (la mueve) que es

importante para evitar la formación de costras que impiden la percolación del agua de riego. Esta labor es imposible hacerla una vez que se haya desarrollado la planta, ya que la misma ocupa el suelo.



**SANDÍA PUESTA SOBRE SUELO ACOLCHADO CON P.E. NEGRO.**

La sandía al igual que el resto de las cucurbitáceas son muy sensibles a la aplicación de herbicidas. No se realiza en Almería escarda química en este cultivo, de modo esporádico se emplea en rodales localizados de grama, el FUSILADE (Max, Syngenta) cuya m.a. es Fluazifop 12,5% p/v a razón de 1,5 cc de pc por litro de agua. Se procurará no mojar en exceso la hoja de sandía.

### 9.5. (Polinización)

Como ya se ha comentado es entomófila y se ha desarrollado en un apartado precedente. Si parece oportuno incluir una serie de cuidados a dar a las colmenas debido a la gran importancia que tiene el buen funcionamiento de las mismas en la producción de sandía.

#### ▲ Cuidados de las colmenas

El manejo de las colmenas es importante para sacarle a las mismas el mayor rendimiento; de modo global se deben tener presentes las siguientes observaciones:

- No utilizar productos incompatibles en los últimos 10-12 días antes de introducir las colmenas.
- Evitar la colocación de las mismas debajo de goteros, humedad, lluvia, cubriéndola con una bandeja de corcho o similar y plástico, y material de sombreo.
- Deben estar a una altura mínima de 30 cm del suelo y siempre orientadas hacia el Sur.
- Colocar en la zona más fresca del invernadero.



- Las abejas pueden tardar en adaptarse a su nuevo entorno entre 2 y 5 días.
- Evitar el acceso de hormigas a la colmena aplicando cola entomológica, grasa, polvo insecticida, azufre o pegamento alrededor del lugar donde se han colocado.
- Una vez colocada la colmena, esperar un mínimo de 2 horas para abrirla, y en caso de colocarla por la tarde, esperar al día siguiente.
- Revisar periódicamente la actividad de las abejas observando el vuelo de las mismas, las manchas de polen sobre las hojas y desarrollo de los frutos.
- Consultar la lista de productos fitosanitarios compatibles con las abejas.
- Cerrar la colmena el día antes de tratar, una vez que ha oscurecido y estén todos los insectos dentro.
- Sacar la colmena con sumo cuidado del invernadero.
- La colmena llevarla a un lugar alejado 4-5 km, y abrir la piquera para que trabaje las jornadas que no van a estar en el invernadero.
- Si el plazo indicado es de 3 días o menos, colocar la colmena en un sitio fresco y ventilado, lejos de los productos fitosanitarios.
- Pasado el plazo indicado en el cultivo tratado, se vuelven a introducir las colmenas debiendo colocarlas en el mismo lugar que se encontraban inicialmente.
- Prevenir los efectos indeseados de los tratamientos vecinos subiendo las bandas o retirando las colmenas en caso de productos muy tóxicos.

(Camacho *et al*, 1998)



#### 9.6. ( Utilización de sistemas de semiforzado ]

En la primera fase de cultivo según fechas de plantación de éste se están utilizando tunelillos de plástico de 100 a 200 galgas o bien cubiertas flotantes de no tejido.

#### 9.7. ( Sombreo de invernaderos ]

A partir de finales de mayo se procede al sombreado del invernadero pintando la cubierta del mismo con “blanco de España”, cuya dosificación está en función del tipo de invernaderos en cuanto a superficie, forma, vejez de la cubierta, etc. así como del sombreado que se quiera conseguir, oscila entre los 5-25 g/L realizando un gasto de 1.000 L/ha de cubierta.

**I SEMIFORZADO REALIZADO CON CUBIERTA FLOTANTE (NO TEJIDO). PLÁSTICO BLANCO-NEGRO EN ACOLCHADO.**

## 10. [ MARCOS DE PLANTACIÓN ]

En 1982 en la región de Murcia, concretamente en el Centro de Capacitación y Experiencias Agrarias de Torrepacheco se realiza un ensayo para valorar la productividad del marco de plantación en sandía, se ensayan los siguientes:

- 4 x 0,75 m                      3.333 plantas/ha.
- 4 x 0,50 m                     5.000 plantas/ha.
- 2 x 0,75 m                     6.666 plantas/ha.
- 2 x 0,50 m                     10.000 plantas/ha.

En valores absolutos el marco más productivo fue el de 2 x 0,5 m. (Molina;1982).

En 1980 en Algemesi, en cultivo de invernadero se ensayaron los siguientes marcos:

- 2,4 x 0,5 m   • 2,4 x 0,75 m   • 2,4 x 1,00 m.

Se obtuvo la mayor precocidad en el marco de 2,4 x 0,5 m y en el mayor peso del fruto en 2,4 x 1 m (Miguel, 1983).

El marco de plantación para sandía en cultivo de invernadero es de 2 a 3 m entre líneas y 0,75 m entre plantas. (Serrano, 1985).

Con transplante en cepellón el número de plantas a poner debe ser 5.000 plantas/ha. (Reche, 1994).

El número de plantas sin injertar por hectárea oscila entre 4.000 y 7.000 con separaciones entre filas de 2 ó 2,5 m y separación entre plantas de 0,7 a 1 m (López Galarza *et. al* 1996).

Todos los datos expuestos hasta ahora se han dado para sandía sin injertar que como ya se ha indicado ocupan una superficie mínima en Almería.

En sandía injertada la densidad de plantación es menor, de 5.000 a 3.000 plantas/ha con una separación entre filas de 2,5 a 3 m y separación entre plantas de 0,8 a 1,1 m (López Galarza, *et al.* 1996).

El marco de plantación utilizado en sandía injertada en Almería es de 2 x 2 ó 4 x 1 lo que da una densidad de plantación de 2.500 plantas/ha. Con estos marcos se han obtenido resultados productivos de 10-14 kg/m<sup>2</sup>.

Es preferible el marco 4 x 1, ya que de este modo se aprovecha mejor el agua y los fertilizantes, nos permite anular más ramales portagoteros y por tanto se produce un descanso de cierta parte del terreno. No influye para nada en la ocupación de toda la superficie del suelo por la planta, además de poder encauzar la forma de la misma con la poda; en caso de utilización de materiales de semiforzado, (plástico, manta térmica) permite reducir la cantidad necesaria a la mitad.

## 11. ( PLAGAS Y ENFERMEDADES ]

El objetivo concreto que se persigue con este apartado es el de sistematizar el modo en que un técnico de campo debe enfrentarse a una plantación.



La dirección técnica de cultivos la rigen cuatro verbos: OBSERVAR, RAZONAR, CONTROLAR Y CONVENCER; además en ese orden, de modo que forman una cadena perfectamente definida y la rotura de algún eslabón hace que no se cumplan los fines que pretende un director de producción.

Posteriormente en plan ficha se darán una serie de resúmenes que puedan valer de un modo práctico en como actuar. Invito a lecturas mucho más profundas y explícitas en tratados de fitopatología si se quiere profundizar en el conocimiento y funcionamiento de cualquier alteración en una planta de sandía.

El proceso lógico a seguir para realizar un buen diagnóstico sería como sigue:

- 1. Inspección de la plantación en su conjunto, incluso para estar más obligados a centrarnos en la observación, anotando todo aquello que nos parezca sobresaliente en el aspecto que presenta, alteraciones por focos, general, en que dirección, con respecto a qué lado del punto geográfico.
- 2. Inspección de hojas. Coloración, superficie afectada, formaciones extrañas, presencia de artrópodos, presencia de insectos, forma y modo en que se encuentra una anomalía, etc.
- 3. Inspección de flores.
- 4. Inspección de tallos.
- 5. Inspección de cuello y raíces

Para los puntos 3, 4 y 5 se actúa del mismo modo que en el punto 2.

- 6. Inspección de suelo próximo en cuello y raíces. Dureza, mullimiento, humedad, otras raíces de restos vegetales, mohos, etc.
- 7. Determinación del agente causante que produce la alteración.
- 8. Actuación según incidencia, difusión, momento crítico para el agente causante de la alteración, estado fenológico de la plantación y umbral económico.

### 11.1. ( Plagas de la sandía )

#### • Pulgones

Las especies más frecuentes encontradas en sandía son *Aphis fabae*, *Aphis gossypii* y *Myzus persicae*. Forman colonias en el envés de las hojas. El ataque a las plantaciones lo inician por focos.

Producen abarquillamiento y deformación de las hojas instalación de negrilla sobre la melaza que segregan incluso en los frutos si el ataque es fuerte, debilitamiento de la planta y pueden ser agentes vectores de virosis.

Algunas de las materias activas eficaces contra pulgones autorizadas en este cultivo son: alphacypermethrin, bifentrin, carbosulfan, deltamethrin, endosulfan, flucitri-nato, (solo eficaz contra *Myzus*), imidacloprid, y malation.

Como producto biológico se está utilizando el depredador *Aphydoletes aphydimiza*.

• **Minadores de hoja (submarino)**

Las especies más frecuente encontradas en Almería son *Lirioniza trifolii* y *Lirioniza huidobrensis*. Las hembras adultas realizan la puesta dentro del tejido de las hojas donde se desarrollan unas larvas pequeñas de color amarillento que se alimentan del parénquima de la misma, ocasionando galerías de distinta forma según la especie.

Los adultos son moscas de 2 mm de longitud de colores amarillo y negro.

A veces se instalan en las galerías hongos saprofitos que secan toda la hoja. Cuando el ataque es muy intenso esta plaga puede llegar a causar la destrucción de la plantación.

Materias activas eficaces: abamectina y ciromacina.

La ciromacina es materia activa específica contra esta plaga.

Como productos biológicos se están empleando: *Diglyphus isaea* (parasitoide).

• **Mosca blanca**

Las especies más comunes sobre sandía son *Trialeurodes vaporariorum* y *Bemisia tabaci*. Los adultos son unas pequeñas moscas de color blanco de aproximadamente 2 mm de longitud en el caso de la *Trialeurodes* y algo más pequeña la *Bemisia*. Las larvas son ovaladas, generalmente se desarrollan en el envés de la hoja.

Las larvas y adultos se alimentan de las plantas pero el daño por este motivo no es muy acusado, dependiendo del estado fenológico de la misma.

Al igual que los pulgones, las moscas blancas segregan melazas sobre la que se desarrolla el hongo “negrilla” reduciendo la superficie capaz de realizar fotosíntesis y depreciando los frutos manchados con este hongo.

Materias activas aconsejadas en el control de mosca blanca: azadiractín, bifentrin, imidacloprid, buprofezin, flucitrinato, pimetrocina y piridaben.

En control biológico se están empleando diversas especies de *Eretmocerus* que son parasitoides de la misma.

• **Trips**

Los daños los producen las larvas y adultos de *Frankliniella accidentalis*. Tanto las larvas como los adultos se alimentan del jugo de las células vegetales de los órganos afectados produciéndose con posterioridad necrosis.

Prefieren como órgano vegetal de colonización la flor ya que el polen es su alimento preferido.

Cuando los frutos están en estado joven se observan las manchas de picaduras y puestas sobre los mismos, pero a medida que el fruto se desarrolla estos puntos se vuelven prácticamente imperceptibles. Para que los daños se puedan apreciar en frutos maduros las poblaciones de trips existentes tienen que ser enormes.

Las materias activas a utilizar para el control de trips son las siguientes: acrinatrin, azadiractín, formetanato y malathion. Como control biológico se están empleando los parasitoides: *Amblyseius cucumeris* y diversas especies de *Orius*.



### • Orugas

Son varias las especies de lepidópteros que causan daños en la sandía: *Spodoptera exigua*, *Autographa gamma* y *Trichoplusia ni*. La más importante es la primera.

El adulto de *Spodoptera* es una mariposa de unos 3 cm con dos pares de alas, las anteriores son de color pardo grisáceo entrecruzándose líneas de color más oscuro, las alas posteriores son de color blanco. Las larvas son de color pardo verdes llegando a tener una longitud de 3,5 cm.

Los daños suelen presentarse por focos, éstos solo lo causan las larvas que se alimentan de hojas y de la piel de los frutos que quedan depreciados para el mercado, ya que presentan mal aspecto alternándose de modo indiscriminado zonas secas con piel sin dañar.



■ ORUGAS EN SANDÍA.

Las materias activas que se les ha observado efecto en el control de lepidópteros en este cultivo son: alphacipermetrina, bifentrin, cipermetrin y malathion.

El control biológico se está efectuando con diversas cepas de *Bacillus thuringiensis*.

### • Araña roja

Es una plaga que va muy unida a las condiciones climáticas que existen en el invernadero y en el manejo que hacemos del cultivo. Los daños los produce el ácaro *Tetranychus urticae*, se le conoce vulgarmente como araña roja por el color que presenta en su fase adulta.

Las colonias se localizan preferentemente en el envés de la hoja, su temperatura óptima de desarrollo es 32 °C y baja humedad. En el haz de la hoja se producen manchas amarillentas que terminan por secar la hoja. En los frutos también se producen

daños, apareciendo unas manchas blanquecinas que los deprecian para el mercado.

El ataque se produce por focos.

Son materias activas eficaces en la lucha contra los ácaros: abamectina, bifentrin, dicofol + tetradifon, hexitiazol, piridaben y propargita.

En el control biológico se está empleando el depredador *Phytoseiulus persimilis*.

## 11.2. ( Enfermedades de la sandía causadas por hongos )

### • Oidio o ceniza

Quizá sea la principal enfermedad aérea de la sandía. La causan los hongos *Erysiphe cichoreacearum* y *Sphaeroteca fuliginea*. Éstos se desarrollan sobre la superficie de los tejidos afectados.

Se desarrolla bien a altas temperaturas, no siendo necesario que exista una humedad alta. El aspecto que presenta en las hojas es de manchas color blanquecino grisáceo que en caso de no combatirse llega a cubrirlos por completo. Es un hongo de desarrollo externo y se puede combatir al observar las primeras manchas.

Materias activas que combaten el oidio en sandía: azoxystrobin, ciproconazol, fenarimol, hexaconazol, kresoxim-methyl, nuarimol, penconazol, tetraconazol, triadimenol, triflumizol.

### • Mildiu

Esta enfermedad la produce el hongo *Pseudoperonospora cubensis*.

En las hojas adultas aparecen necrosis internerviales de color amarillento que torna a marrón brillante. Los excesos de humedad favorecen el ataque de este hongo.

Esta enfermedad no tiene importancia en el Sureste español en esta cucurbitácea, debido a la climatología existente cuando se cultiva sandía.

Los fungicidas a base de cimoxanilo o benalaxil con mancoceb, azoxystrobin y el metiram combaten la enfermedad.

### • Alternaria

Esta enfermedad la produce el hongo *Alternaria cucumerina*.

Se aprecian unas manchas redondeadas de color marrón con el centro más claro en el haz de las hojas.

No es enfermedad importante en Almería, sólo se ve en sandía muy temprana con climatología muy adversa por exceso de lluvia y días nublados. Los fungicidas a base de clortalonil u oxiclورو de cobre poseen buen efecto sobre la enfermedad.

### • Podedumbre gomosa del tallo

El daño lo produce el hongo *Mycosphaerella melonis*. Después del transplante no se suele dar esta enfermedad salvo que el agua de riego esté en contacto directo con el



cuello de modo prolongado.

La aplicación directa al cuello de fungicidas a base de metil tiofanato mezclados con antibotritis como la procimidona o iprodiona controlan la enfermedad.

#### • Otras enfermedades producidas por hongos

La antracnosis producida por el hongo *Colletotrichum lagenarium*. La podredumbre del péndunculo del fruto originada por el hongo *diplodia natalensis*. La cercospora provocada por *Cercospora citrullina*. Las podedumbres originadas por *Botrytis cinerea* (podedumbre gris) y *Sclerotinia sclerotiorum* (podedumbre blanca).

Todas estas enfermedades rara vez aparecen en sandía en el cultivo de invernadero del Sur de España. Su sintomatología es idéntica a la que presentan en otras cucurbitáceas como melón o pepino.

#### 11.3. ( Enfermedades de las sandías producidas por bacterias ]

No tienen casi incidencia en el cultivo de la sandía.

Necrosis bacteriana de la corteza producida por *Erwinia carnegieana* (ataca al fruto).

Podedumbre blanda de la planta, causada por *Erwinia carotorova*.

Marchitez de las hojas y ramas causada por *Erwinia tracheiphila*.

Los métodos indirectos: destrucción de focos, evitar golpes en frutos, reducir humedad, etc. son un buen método de lucha.

El control químico se hace con compuestos a base de cobre.

#### 11.4. ( Enfermedades de las sandías producidas por virus ]

▲ **WMV-2 (Watermelon mosaic virus-2):** virus del mosaico de la sandía. Deformación de hojas y mosaicos en las mismas. Es transmitido por los pulgones.

▲ **MNSV (Melon necrotic spot virus):** virus del cribando del melón. Estrías necróticas en el cuello y tallos y manchas necróticas en hojas. Se transmite por semilla y el hongo de suelo *olpidium radicale*.

▲ **CVYV (Cucumber vein yellowing virus):** virus del amarilleamiento de las venas del pepino. Clorosis suaves en hojas que pueden llegar a pasar desapercibidas, otras veces se muestra asintomático en las mismas, donde produce un daño irreparable es en el fruto ya que junto a una necrosis interna fuerte, produce el rajado de los mismos parece ser que por interferencias que causa en algunos elementos nutritivos. Lo transmite la mosca blanca *Bemisia tabaci*.

Los dos primeros no son muy importantes en el cultivo de sandía en Almería. El cribado no se manifiesta en sandía injertada. Sin embargo el virus de las venas amarillas ha causado serios problemas en los tres últimos años, habiéndose tenido que tomar medidas drásticas en el control de mosca blanca con la utilización de mallas de gran densidad (20 x 10 hilos/cm), en los huecos de ventilación, a fin de conseguir una hermeticidad en los

inve



FRUTO DE SANDÍA CON CVVY.

aga



FRUTO DE SANDÍA CON CVVY.

La lucha de modo general contra la virosis es evitar los focos de infección, tratar los agentes vectores e impedir su paso a las plantaciones y utilizar variedades resistentes si existen.

### 11.5. ( Fisiopatías, y daños producidos por mal manejo del cultivo )

#### ■ Fisiológicas

▲ **Asfixia radicular.** Muerte de plantas por encharcamiento continuado del terreno. La sandía injertada es más resistente que la no injertada.

▲ **Viciado de la planta.** Desarrollo vegetativo excesivo con poca flor y cuajado deficiente. Se debe a un desequilibrio en la nutrición y exceso aporte de agua. Regular el aporte de agua y equilibrar la nutrición.

▲ **Rajado de fruto.** Cambios bruscos en la humedad del suelo con aporte excesivo de N y K con el fruto maduro.

▲ **Aborto de frutos.** Debido a una alta humedad relativa o bien por un autoaclorado de la planta por exceso de cuaje o porque las condiciones de agua (excesivamente salina) no permite tomar a la planta la que necesita. A veces se produce como consecuencia de no poder tomar la planta toda el agua que necesita en días calurosos.

▲ **Corazón hueco.** Afecta al interior del fruto disolviendo la pulpa en varias partes. Se debe a un rápido desarrollo del fruto inducido por exceso de agua con abonados nitrogenados en forma nítrica. También se produce cuando el salto térmico es muy elevado.

▲ **Plateado necrótico.** Se produce a veces en estado avanzado del cultivo en las hojas más viejas. Se presenta al inicio como clorosis internerviales que evolucionan a necrosis con aspecto plateado. Se atribuye a toxicidad por ozono. Aparece cuando se tienen condiciones de altas temperaturas y fuerte luminosidad.

#### ■ Fitotóxicas



Se produce por aplicaciones fitosanitarias en que se realizan mezclas incompatibles o bien por la utilización de herbicidas sobre la plantación o anterior a la misma y que ha dejado residuos.

## 12. ( RECOLECCIÓN, CUIDADOS POSTERIORES Y MERCADOS )

La maduración del fruto es un fenómeno complejo, que se produce una vez que éste ha alcanzado su tamaño máximo. Consiste fundamentalmente en cambios bioquímicos cuyo resultado es la transformación del fruto de color verde brillante, con carne dura de color blanco, sin sabor y olor en frutos de color verde apagado, con carne coloreada, blanda y sabor dulce.

Los cambios se producen del siguiente modo:

■ **Reblandecimiento:** fundamentalmente se debe al paso de la protopectina, insoluble, que cubre las paredes celulares a pectinas, más o menos solubles, por acción de dos enzimas: la protopectinasa y la pectasa. El resultado es, en una primera fase, la solubilización de las protopectinas y en una segunda las pectinas formadas son gelificadas por acción de las pectasas y se depositan en forma de coágulos sobre las paredes celulares. Estos procesos dependen de la temperatura y del contenido de oxígeno del aire que rodea a los frutos.

■ **Endulzamiento:** desaparece el almidón presente en los frutos verdes y se transforman en azúcares solubles. Junto a la producción de azúcares “dulces” se produce la desaparición de las sustancias tales como ácidos orgánicos y taninos, responsables de los sabores agrios y/o ásperos de los frutos verdes. Este proceso depende de la temperatura, el contenido de oxígeno y del etileno.

■ **Aromatización:** se debe a la formación de alcoholes libres, o esterificados con ácidos orgánicos, se producen a consecuencia del depósito de las pectinas gelificadas sobre las paredes celulares: estos depósitos dificultan el intercambio gaseoso del interior de las células, con lo que se producen reacciones parcialmente anaerobias, que tienen como resultado la formación de los mencionados alcoholes.

■ **Coloración:** más que de coloración se debería hablar de desverdizado. Es el paso de color verde típico de los frutos no maduros a su color característico, se debe más a la desaparición de clorofila a la formación de pigmentos nuevos, tales como el caroteno o la xantofila. Este proceso depende de la luz, del contenido de oxígeno y de la temperatura (valor medio y salto térmico) (Cerdá y Camacho, 1997).

El corte de fruto de sandía lo hacen especialistas en esta labor. Síntomas externos que indiquen que el fruto está para cosecharlo son:

- Cuando el zarcillo que hay en el pedúnculo del fruto está completamente seco o la primera hoja situada por encima del fruto está marchita.
- Dando “capirotazos” con los dedos, si el sonido que produce es “sordo”.
- Cuando se oprime entre las manos, se oye un sonido claro como si se resquebrajase interiormente.
- Rayando la corteza (piel) con las uñas se aprecia una separación fácil de la misma.

- Si la “Cama” del fruto está amarilla marfil.
- Cuando haya desaparecido la capa cerosa (pruina) que hay sobre la piel del fruto.
- El fruto ha perdido 35-40% de su peso máximo.

(RECHE, 1994).

Leído lo anterior, cuando se observa a los cortadores especialistas cortar, lo hacen a razón de aproximadamente 2.500-5.000 kg/hora, ni van mirando zarcillos solamente, no suelen dar ni un capirotazo, no oprimen, no ryan. ¿cómo lo hacen?

Van observando un conjunto de síntomas externos en su conjunto desde el color del fruto (se pone de un verde más ocre), el zarcillo, el color de la cama, etc. que es variable según la variedad, plantación, la fecha, etc.; pero en un primer momento incluso rompen varios frutos para poner a punto el corte en función de la sintomatología externa que muestran los mismos.

Los rendimientos oscilan bastante, en función de las múltiples variables que influyen en este parámetro. Como término medio se puede decir que se sitúan entre 6-10 kg/m<sup>2</sup>.

La instalación paulatina del europalet en la comercialización y el transporte está haciendo que se cambie el tipo de envases.

Hasta 1.993 sólo se estaban utilizando en envases de cartón tres tipos: 50 x 30 x 25,5 cm de alto, 50 x 40 x 22 cm de alto y 50 x 40 x 18,5 cm de alto. En los primeros se envasaban las sandías de calibre 2 (7 a 8 kg). En los segundos, el calibre 3 (4,5 a 5,5 kg) y en los últimos los calibres 4-5-6 (sandías que iban de 4 a 2,5 kg).

Las sandías de más de 8 kg se envasan en Boxes y las de menos de 2,5 kg en envases de melón para 10 kg.

El palet utilizado era 120 x 100 cm, por tanto en la base del mismo iban seis cajas u ocho cajas. La altura del palet era de diez unidades, lo que hacía que se manejaran palets de 900 kg.

El europalet, 120 x 80 cm, ha permitido, en el caso de la sandía, que se utilicen cajas de 40 x 60 cm, con alturas de 18-20 y 22 cm. En este nuevo envase van 20 kg de sandía aproximadamente, se remontan a 10 ud de altura las de 18 y 20 y a 9 ud las de 22 cm. El palet que se maneja es de 720 a 800 kg, un poco más ligero, a la vez se ha producido un cambio en la compra/venta de sandía, cambiando el concepto de calibre o bulto para muchos mercados por el de peso.

La sandía pequeña se sigue envasando de un modo especial en cajas de melón para mercados muy concretos, y la que es superior a 8 kg en boxes, de 60 x 40 cm y 100 cm de altura, que se ponen sobre Europalet, cuatro por palet lo que hace manejar palet de 1.200 kg aproximadamente.

Las apetencias de los calibres varían de un país a otro, los países ribereños del Mediterráneo, sobre todo Italia y una zona de Francia, así como países árabes, prefieren sandías gordas, de más de 7 kg, Reino Unido tiene zonas en que consume sandía pequeña, con menos de 3 kg. Pero por lo general, la sandía más buscada en el mercado es la que está entre 4,5 y 6 kg.



### 13. ( BIBLIOGRAFÍA ]

- Bergenson, G.B. 1975. "the effect of *Meloidogyne incognita* on the resistance of four muskmelon varieties to *Fusarium wilt*". *Plant Disease reporter*, 59 (5).
- Berhardt, E.; Dodson, J. y Watterson, J. 1998. "Cucurbit Diseases". Petoseed Co. Inc. Saticoy, Calif.
- Biles, C.L. y Martyn, R.D. 1989. "Local and systemic resistance induced in watermelons by formae speciales of *Fusarium oxysporum*". *Phytopathology*, 79 (8).
- Blancard, D.; Lecoq, H. y Pitrat, M. 1991. "Maladies des Cucurbitacees". INVUFLEC.
- Camacho, F. y Fernandez, E.J. 1997. "Influencia de patrones utilizados en el cultivo de sandía bajo plástico sobre la producción, precocidad y calidad del fruto en Almería. CAJA RURAL DE ALMERIA.
- Camacho, F. y Fernandez, E.J. 1997. "El Entutorado de la sandía diploide". *Horticultura*, 125 (4).
- Camacho, F.; Benavides, C. y Montoya, M., 1998. "Normativa sobre cultivo y confección de producto hortícola fresco". CAMPONIX, 157.
- Camacho Ferre, F. (Coordinador). 1999. "Técnicas de producción de frutas y hortalizas en los cultivos protegidos". *Caja Rural de Almería*. 3 Vol.
- Camacho, F. y Fernández, E.J. 2000. "El cultivo de sandía apirena injertada, bajo invernadero, en el litoral mediterráneo español", 312.
- Fernandez, E.J.; Camacho, F.; Lopez, L.; Castillo, J.E. y Lopez, F.J. 1997. "Productividad y calidad de sandía sin semillas cv Tigre bajo invernadero". *Poniente Hortofrutícola* (1-15/11/97), (4).
- Fernandez, E.J.; Quesada, A.; Martinez, E.J. y Camacho, F. 1998. "Riego deficitario controlado en sandía diploide cultivada con terracotem en suelo enarenado y bajo invernadero". *Poniente Hortofrutícola* (16-28/2/98), (6).
- Fernández Rodríguez, E.J. (Coordinador). 2003. "Innovaciones Tecnológicas en cultivos de invernadero". Ediciones Agrotécnicas, 274.
- Garcia, F. 1990. "Ensayo de variedades de sandía injertada". *Horticultura*, nº 63 (9).
- Garcia, F. 1990. "Injerto en cuña". *Horticultura*, 56 (11).
- Garcia, F. 1991. "El cultivo de sandía injertada en invernadero" *Semillero cuatro vientos*.
- Garcia-Morato, M. 1990. "Parásitos y fisiopatías destacables en los cultivos hortícolas de la Comunidad Valenciana". *Agrícola Vergel*, octubre.
- Garcia-Morato, M. 1987. "Resultados de las determinaciones efectuadas en muestras de especies hortícolas comestibles". STTA, Moncada.
- Garcia-Morato, M. 1990. "Resultados de las determinaciones efectuadas en muestras de especies hortícolas comestibles". STTA, Moncada.
- Garcia-Morato, M y Tello, J.C. 1997. "Prospección de enfermedades micológicas en plantas hortícolas (Tomate, Pimiento, Melón, sandía y judía". Ministerio de Agricultura, 7ª Div. Reg. Agraria.
- Generalitat Valenciana, 1992. "Butlletí d'avisos i informacions". Cons. Agric. I Pesca.
- Gomez, G. 1995. "Resultados de melón y sandía en Almería". *Hortofruticultura*, nº 11 (1).
- Gonzalez Torres, R.; Jimenez Diaz, R.M. y Gomez Vazquez, J. 1998. "Incidencia y distribución de la fusariosis vasculares de melón y de la sandía en Andalucía". *Investg. Agr. Prod. Y Prot. Vegetales*, 3 (3).
- Gonzalez Torres, R.; Melero Vara, J.M. y Velasco, V. 1990. "Virulencia, importancia, distribución y control integrado de la Fusariosis vasculares del melón y la sandía en Almería". Memoria 1.989-90.FIAPA.

- Gonzalez Torres, R.; Melero Vara, J.; Gomez Vazquez, J. y Velasco Arroyo, V. 1993. "Espectro racial y distribución de *Fusarium oxysporum* f. sp. *Melonis* y *Fusarium oxysporum* f.sp. *niveum* en Almería. Control integrado de la Fusariosis vasculares del melón y de la sandía en invernadero". Agr. Int. Subtropical, nº 82.
- Gonzalez Zapata, J. 1996. "Principales variedades de sandía de cultivo en Almería". Hortifructicultura, nº 81 (2).
- Gonzalez Zapata, J. 1996. "La Unión Europea principal receptora de sandía almeriense". Hortifructicultura, nº 81 (1).
- Maroto, J.V. 2002. "Horticultura herbácea especial". De. Mundi prensa.
- Maroto, J.V.; Lopez, S.; Jordá, C.; Garcia, J.; Armengol, J.; Martinez, G.; Miguel, A.; Pomares, F.; Tarazona, F.; Solsona, E.; Pardo, J.L.; Martinez, J.M.; Del Rio, M.A.; Garcia, M.; Torres, J.M. y Baixauli, C. 1996. "Cultivo de la sandía". Fundación Caja Rural de Valencia.
- Messiaen, CH.M.; Blancard, D.; Rouxel, F. y Lafon, E. 1991. "Les maladies des plants maraichers". INRA, París.
- Messiaen, CH.M.; Lafon, E. 1967. "Enfermedades de las hortalizas". De. Oikos Tau.
- Miguel, A. 1988. "Resistencia a *Fusarium* de la sandía". Agrícola Vergel, 75.
- Miguel, A.; Garcia, S. y Perez, J.L. 1983. "Desinfecciones de suelo y resistencias". Alginet. Conselleria de Agricultura, Pesca i Alimentació de la Generalitat Valenciana.
- Miguel, A.; Camacho, F. y Kempff, F. 1983. "Manejo y producción de hortalizas". Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.
- Miguel, A. 1986. "Utilización del injerto como método de lucha contra enfermedades de suelo en horticultura". 1ª Jornadas Nacionales de Cultivos Protegidos, Almería.
- Miguel, A. 1993. "El injerto herbáceo como método alternativo de control de enfermedades telúricas y sus implicaciones agronómicas". Tesis doctoral; UPV.
- Miguel, A. 1995. "El injerto en hortalizas". II Jornadas, semillas y semilleros hortícolas, Almería.
- Miguel, A.; Maroto, J.V. 1996. "Cuaje de sandía triploide sin polinizador". Hortofructicultura, nº 81 (6).
- Miguel, A. 1996. "Estado actual del injerto de la sandía". Hortofructicultura, nº 81 (2).
- Palomar, F.; Gomez, M. C. 1994. "Cultivo de la sandía". Poniente Hortofructícola (15-31/12/84), (9).
- Reche Marmol, J. 1995. "Cultivo de la sandía en invernadero", COITA, Almería.
- Reche Marmol, J. 1996. "Riego y abonado de sandía en invernadero". Hortofructicultura, nº 81 (4).
- Sanchez, A.; Romero, L. 1993. "Rango óptimo de nutrientes en sandía". Hortofructicultura, nº 11 (3).
- Serrano Cermeño, Z. 1985. "Prontuario del horticultor". Gráficas Murgi-El Ejido.
- Soivre-Boe 05/07/84. "Normas de calidad de sandías. *Fusarium oxysporum* f. sp. *Niveum*". Plant. Prot.Bull.Taiwan, 21 (3).
- Tello, J.C. 1984. "Un aspecto de la lucha biológica: los suelos resistentes a las micosis vasculares de las plantas". ITEA, nº 55.
- Tello, J.C. 1986. "Especulaciones sobre micosis del melón y la sandía". II Symposium Nac. de Agroquímicos, Sevilla.
- Tello, J.C. y Lacasa, A. 1993. "*Fusarium oxysporum* en los cultivos intensivos del litoral mediterráneo de España". Bol. Sanidad Vegetal, nº 19.
- Torres, J.M. 1995. "La sandía bouquet de Anecoop". Hortofructicultura, nº 12 (4).

(TEMA 20]



# **E**L CULTIVO DEL PEPINO BAJO INVERNADERO

**Rafael Vasco Morcillo**  
Ingeniero Técnico Agrícola  
Departamento Técnico SAT Costa de Almería





## 1. ( DESCRIPCIÓN BOTÁNICA ]

El pepino es una planta anual de porte herbáceo, cuyo nombre genérico es *Cucumis sativus*. Pertenece al orden *cucurbitales*, el cual contiene una sola familia, las Cucurbitáceas. A continuación se describen cada una de las partes de la planta.

### 1.1. ( Sistema radicular ]

Su sistema radicular es muy potente, lo cual es lógico si se considera la enorme productividad de esta planta y el equilibrio que debe haber entre parte aérea y parte subterránea.

Cuenta con una raíz principal que se ramifica rápidamente en raíces secundarias, se extienden superficialmente, son muy alargadas y finas, presentando un color blanco. El pepino posee la facultad de emitir raíces adventicias por encima del cuello.

### 1.2. ( Tallo ]

El tallo es de porte herbáceo, rastrero, trepador y espinoso. Tiene formación de nudos, cuyo número varía según la variedad, condiciones climáticas y de cultivo. De cada nudo parte una hoja y un zarcillo (se considera que los zarcillos son hojas modificadas y adaptadas, que favorecen la función trepadora de la planta). En la axila de cada hoja se produce un brote lateral y una o varias flores femeninas o masculinas.

### 1.3. ( Hojas ]

Son alternas, con largo peciolo, limbo acorazonado con tres lóbulos más o menos pronunciados, siendo más acentuado el central, que frecuentemente termina en punta. Su color es verde oscuro, estando recubierta de un vello muy fino.

### 1.4. ( Flores ]

Aparecen en las axilas de las hojas; poseen un corto pedúnculo y el color de sus pétalos es de un amarillo fuerte. En el pepino pueden existir flores hermafroditas y flores unisexuales, sin embargo en las variedades conocidas únicamente se encuentran flores masculinas y femeninas.

Los primeros cultivares de pepino eran plantas monoicas, ya que en el mismo pie existían flores masculinas y flores femeninas, en la actualidad todas las variedades que se cultivan son plantas ginoicas, es decir que sólo poseen flores femeninas. La flor femenina se diferencia de las masculinas en que es portadora de un ovario ífero claramente distinguible.

### 1.5. ( Fruto ]

El fruto del pepino es un pepónide, que al igual que el resto de la planta es áspero, aunque ahora depende de la variedad. En cuanto al color toma distintas tonalidades durante su formación: al principio toma un color verde claro para pasar luego a un verde

oscuro, y al finalizar en amarillo cuando está totalmente maduro. Esta última fase no tiene lugar en los pepinos cultivados, por que su recolección se realiza antes de su madurez fisiológica.

La pulpa tiene un color blanquecino, siendo bastante acuosa, en su interior se encuentran las semillas, repartidas a lo largo del fruto. La piel es bastante cerosa. Las semillas son ovales, algo aplastadas y de color blanco – amarillento. La cantidad por fruto depende de las variedades.

## 2. ( CLIMA Y SUELO )

### 2.1. ( Exigencias generales de clima (temperatura y humedad relativa) )

Para tener un buen cultivo es importante controlar el clima, particularmente la temperatura y la humedad relativa (HR).

En la actualidad se recomiendan las siguientes temperaturas del aire para los diferentes estados de desarrollo del pepino:

	Día Tª °C	Noche Tª °C
Germinación	27	27
Formación en planta	21	19
Desarrollo de fruto	19	16

En términos generales se puede considerar que las temperaturas variables desde 20°C a 30°C durante el día apenas tienen incidencia sobre la producción. Si es verdad que a mayor temperatura hasta 25 °C por el día se alcanza la máxima producción precoz. Ya por encima de los 30 °C se pueden observar desequilibrios en las plantas, y con temperaturas nocturnas iguales o inferiores a 17 °C han dado lugar a malformaciones de hojas y frutos defectuosos.

Se considera el umbral crítico nocturno a las temperaturas iguales o inferiores a 12 °C. Cuando las temperaturas descienden más allá de 1 °C, se produce la helada en la planta, con su consiguiente muerte.

Umbrales de temperatura		
	Día Tª °C	Noche Tª °C
Óptimo	21-24	18-21
Subóptimo I	24-27	15-18
Subóptimo II	27-30	12-15
Crítico	>30	<12

El empleo de dobles cubiertas en invernaderos de tipo parral se ha revelado como un sistema útil para aumentar la temperatura y la producción de pepino, tanto en pro-



ducción precoz como en producción final. La escasa ventilación es responsable de los excesos térmicos del invernadero durante el día. La ausencia de ventilación cenital en invernaderos de tamaño grande dificulta la renovación del aire para reducir la temperatura interior.

El empleo de sistemas para reducir la temperatura a base de evaporar agua no es fácil de adaptar a las estructuras actuales, siendo costoso. Además incrementa el consumo de agua tan escasa en estas áreas. La solución más empleada, el encalado de la cubierta, es hoy práctica usual en muchas zonas durante épocas calurosas para reducir temperaturas (y radiación) en invernadero. El empleo de mallas de sombreo es poco usual, y más caro.

El aumento de temperaturas nocturnas comienza por la elección de un plástico de P.E. tritérmico normalmente. El doblado de cubierta con pantallas térmicas pueden aumentar las temperaturas mínimas de 2 a 3 °C de noche, debiendo ser móviles a ser posible, para retirarlas de día, a fin de no reducir radiación y dificultar la ventilación. Conjuntamente con la temperatura son de importancia, la humedad del invernadero y la ventilación.

Respecto al grado de humedad, se puede afirmar que los requerimientos son bastante elevados durante todo el ciclo vegetativo. En invernaderos tipo parral, los valores medios de humedad relativa del aire en ciclo de otoño-invierno, oscilan en torno al 70%. Pero las variaciones del día y la noche son amplias con valores del 100% en muchas noches y valores diurnos entorno al 40%. La evolución de los valores de humedad relativa (HR) del aire está estrechamente ligada a la temperatura del aire.

Los valores de humedad relativa están muy influidos por la evapotranspiración (evaporación del agua del suelo y de las plantas). En invernaderos sin calefacción, su evolución hasta valores próximos al 100% durante la noche, genera condensación de vapor de agua en la cubierta, bandas, plantas y suelo del invernadero. Durante el día, al subir la temperatura bajará la humedad relativa (HR), de modo más acusado en épocas de calor, lo que puede generar reducciones de producción.

La solución más simple, aunque no siempre suficiente para aumentar la humedad relativa de día es ventilar, al igual que para reducir los excesos de humedad. El pulverizado de agua es eficaz para aumentar la humedad relativa del aire, pero exige instalaciones adecuadas y, en general, es poco empleado. La reducción de la excesiva humedad relativa del aire calentando el invernadero (principalmente de noche) exige disponer de instalaciones de calefacción muy poco frecuentes. Los excesos de humedad durante el día pueden, al reducir la transpiración (y en consecuencia la fotosíntesis), reducir la producción, aunque ésta situación es infrecuente.

Los intervalos en función de la humedad relativa del aire, empleados para valorar las condiciones climáticas en que se desarrolla el Pepino Almería en invernadero son los siguientes:

	H.R. Día (%)	H.R. Noche (%)
Óptimo	60-70	70-90
Subóptimo I	50-60	>90
Subóptimo II	40-50	>90
Crítico	>40	>90

## 2.2. (Otros parámetros climáticos)

El viento tiene poca importancia como elemento del clima del invernadero, aunque sus efectos mecánicos son notorios pudiendo dañar el plástico y la estructura. Más relevante es el efecto indirecto del viento exterior en la renovación del aire para mejorar la ventilación pasiva en estos invernaderos. El empleo de cortavientos usual en otras áreas, no es frecuente.

La insuficiente ventilación puede reducir los niveles de anhídrido carbónico (CO<sub>2</sub>) del aire del invernadero, reduciendo la fotosíntesis y, en consecuencia la producción.

Las lluvias en ausencia del viento pueden generar, ante la escasa ventilación, condiciones de excesiva humedad, especialmente graves en ausencia de viento, de nefastas consecuencias para la sanidad del cultivo. Por ello, los invernaderos planos, que se emplean en áreas de clima árido o subdesértico, no son adecuados para zonas con pluviometría media-alta al penetrar el agua dentro del invernadero, a través de los orificios del plástico.

En cuanto a necesidades de iluminación, el pepino es una planta que crece, florece y fructifica con normalidad incluso en días cortos (con menos de 12 horas de luz). También soportan intensidades luminosas bastante fuertes.

Los ensayos realizados demuestran de una manera inequívoca que la luz no es excendataria en nuestras latitudes.

El Cuadro 1 muestra la relación entre la radiación solar y la producción de pepino (cultivar **Pepinex 69**) de dos invernaderos de distinta forma situados ambos en Almería.

El denominado A fue de cubierta asimétrica Este-Oeste. El tipo B fue un invernadero de techo plano característico de la zona de Almería (Castilla, 1988, 1990).

Se observan diferencias significativas tanto en producción total como en producción de primera calidad. A mayor cantidad de radiación solar, mayor producción y mejor calidad. Conforme se iguala la luz de un invernadero a otro, lo que ocurre a la entrada de la primavera, las diferencias tienden a desaparecer.

**CUADRO 1.**

INV	Periodo 1 (23 Nov. - 14 Dic.)			Periodo 2 (15 Dic. - 8 Ene.)			Periodo 3 (9 Ene. - 18 Feb.)		
	Radiación exterior (%)	Producción total	Calidad extra	Radiación exterior (%)	Producción total	Calidad extra	Radiación exterior (%)	Producción total	Calidad extra
a	70,6	2,53a	2,53a	69,2	3,0a	2,8a	72,9	5,1a	3,6a
b	62,5	1,97b	1,96b	63,3	2,4a	2,1b	68,2	4,8a	3,2a

FUENTE: ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE CAJAMAR "LAS PALMERILLAS".

## 2.3. (Suelo)

En principio puede cultivarse el pepino en cualquier clase de suelo siempre que su estructura y su capacidad de retención de humedad (agua) son óptimas. La capa de suelo



disponible para el enraizamiento del pepino debe tener un espesor de 50 cm de profundidad lo cual quiere decir que debe tener una estructura suelta y contener suficiente materia orgánica. Si la concentración de sales en el suelo es demasiado elevada las plantas absorben con dificultad el agua de riego, el crecimiento es más lento, el tallo se debilita, las hojas son más pequeñas y de color oscuro y los frutos obtenidos serán torcidos.

Si la concentración de sales es demasiado baja tendremos el resultado contrario, ya que las plantas serán más frondosas. Estas plantas son más propicias a ser atacadas por diversas enfermedades como la Botrytis, Sclerotinia, Mycospharella y Pseudopezonospora.

El pH ideal depende de la clase de tierra y el porcentaje de humus. Por regla general el pH del suelo debe situarse entre 5,5 y 7. Para tierras turbosas el valor será de 5,5, las tierras arcillosas pueden alcanzar valores entre 5,5 y 7, con lo cual los valores bajos de pH tienen alto contenido en materia orgánica (15-25%). El pH de tierras arcillosas con un porcentaje de materia orgánica por debajo del 5% pueden estar entre un 6,5 y 7. La mayoría de las tierras arenosas llegan a un pH entre 5,7 y 6.

### ■ Temperatura del suelo

La temperatura del suelo, en invernadero es más alta que la temperatura que hay en el exterior, especialmente por el efecto de pantalla del material de cubierta sobre la radiación térmica del suelo (Seeman, 1974).

Los valores medios de temperatura del suelo a 30 cm de profundidad, en suelo enarenado, oscilaron entre 18 °C y 25 °C (octubre y mayo), con medias máximas entre 19 y 26 °C y medias de mínimas entre 17 y 24 °C (Castilla, 1986). A esa profundidad, los valores más altos se alcanzaron por la tarde y los valores más bajos poco después del amanecer, lo que indica cesión de calor del suelo al invernadero por la noche.

Temperaturas de suelo sobre los 20 °C a 15 y 20 cm de profundidad, han puesto de manifiesto un efecto muy positivo sobre el desarrollo del cultivo (Castilla y Cols, 1983) (Montero y Cols, 1986).

## 3. ( MATERIAL VEGETAL ]

### 3.1. ( Elección de variedades ]

Para obtener una planta cuyos frutos se adapten al mercado y a la zona de cultivo es muy importante la elección de la variedad. Pero lo que hay es que ensayar las variedades en las diferentes condiciones de cultivo antes de pasar a manos del agricultor.

Los aspectos más importantes que se tienen en cuenta para seleccionar una variedad son principalmente:

- **Producción.** La más alta posible, pero siempre considerando la producción comercial.
- **Vigor de planta.** Un buen vigor permite un ciclo largo y una buena tolerancia a las bajas temperaturas así como al acortamiento de los días.

- **Un buen nivel de resistencia.** Es muy importante las variedades resistentes al Mildiu, al Oidio y otros tipos de enfermedades.
- **Longitud de fruto.** Que la variedad sea Standard (mínima de 30 cm y máxima de 38 cm) y que sean estables en las diferentes condiciones de cultivo.
- **Uniformidad.** Que tenga escaso o nulo porcentaje de frutos no comerciales.
- **Firmeza y conservación.** Que permita un transporte y una estancia suficiente en el mercado en óptimas condiciones.

Otros aspectos para la elección de una variedad podrían ser la precocidad, y características del fruto (longitud, color, estrías e inserción del fruto, etc).

### 3.2. (Tipos de material vegetal ]

Las variedades cultivadas de pepino son en su mayoría híbridos, habiéndose demostrado que en pepino éstos son mucho más productivos que los no híbridos. El material vegetal responde a los siguientes tipos:

#### ■ Pepino corto y pepinillo (tipo “español”)

Este grupo incluye todas las variedades de pepino pequeño, de piel verde y rayada de amarillo o blanco. No sobrepasan los 15 cm de longitud. Se utilizan para el consumo en fresco o para encurtido recolectándolos más pequeños. En este grupo existen variedades monoicas, ginoicas con polinizador y ginoicas partenocárpicas.

#### ■ Pepino medio largo (tipo “francés”)

Este grupo incluye variedades de longitud media, entre 20-25 cm. Al igual que el grupo de los pepinillos, existen variedades monoicas y ginoicas, dentro de estas últimas se diferencian las variedades cuyo frutos tienen espinas y las de piel lisa o minipepinos, de floración totalmente partenocárpica, estos últimos son similares al “tipo Almería” pero más corto.

#### ■ Pepino largo (tipo “Almería”)

A este grupo pertenecen las variedades cuyo frutos superan los 25 cm de longitud. Todas lisas, son ginoicas, de frutos totalmente partenocárpicas y de piel más o menos asurcada. El tamaño de las hojas es mucho más grande.

### 3.3. (Variedades comerciales ]

#### ▲ PEPINO TIPO “ALMERÍA”

##### • SIEMBRAS TEMPRANAS:

▲ **Borja:** Variedad híbrida muy productiva, recomendada para plantaciones tempranas, por su gran resistencia al calor (julio y agosto). Buen comportamiento en siembras de primavera. Es una variedad partenocárpica resistente a Cladosporium y a Corynespora. Fruto de intenso color verde oscuro.



▲ **Estrada:** Variedad vigorosa de entrenudo corto, gran facilidad para vegetar con calor, excelente comportamiento frente a la amarillez. Variedad tolerante a CVYV. Fruto de color oscuro y excelente conservación postcosecha.

▲ **Berlín:** Variedad indicada para ciclos tempranos de largo recorrido, siendo una planta de porte abierto de dos frutos por entrenudo, manteniendo frutos de buena calidad en el rebrote y teniendo una alta tolerancia a la quema del brote terminal. Tolerante a CVYV.

▲ **Ibiza:** Variedad indicada para ciclos extratempranos, con alta y rápida entrada en producción. Frutos muy oscuros y estriados. Tolerante a CVYV.

▲ **Ébano:** Variedad de vigor medio, indicada para siembras tempranas de otoño y primavera con muy buena precocidad y producción uniforme. Frutos con buen color verde oscuro y longitud media. Tolerante a CVYV y oidio.

▲ **Panda:** Variedad de vigor medio y planta abierta, ideal para ciclos tempranos medios de otoño. Producción alta con buena precocidad y uniformidad. Frutos cilíndricos de buena longitud y excelente color verde oscuro.

▲ **Cyborg:** Variedad tolerante al virus de las venas amarillas (CVYV) y muy fuerte frente al virus del amarilleo (CYSDV) ideal para siembras tempranas de final de julio y agosto por su alta producción en la caña y poco aborto de frutos.

▲ **Bahía:** Planta de vigor medio alto, entrenudos cortos y porte compacto. Ciclo precoz y semiprecoz. Frutos de forma acanalada, con pocas espinas, escaso de cuello de botella y forma uniforme durante todo el ciclo. Resistente a Cladosporium y Corynespora.

▲ **Pinzón:** Variedad de vigor medio, con entrenudos cortos y 1-2 frutos por entrenudo. Gran producción precoz y buen rebrote. Frutos verdes oscuros ligeramente acanalados, llenos y con gran conservación. Recomendado para siembras tempranas. Resistente al CYSDV y muy tolerante a CVYV.

#### ● SIEMBRAS MEDIAS:

▲ **Lusaka:** Variedad recomendada para siembra medias-tardías así como para plantaciones de primavera. Con gran capacidad de rebrote. Frutos de color muy oscuro y mucho brillo.

▲ **Denia:** Variedad muy vigorosa compacta y con excelente rebrote. Muy buen comportamiento al frío excelente comportamiento frente a la amarillez. Variedad tolerante al CVYV. Fruto de color oscuro y longitud homogénea a lo largo de todo el ciclo. Excelente conservación postcosecha.

▲ **Ávila:** Indicada para ciclos medios, manteniendo un buen calibre durante su largo ciclo productivo siendo una planta de 1-2 frutos por entrenudo. Resistente a CVYV.

▲ **Gardon:** Variedad para ciclos medios de 2-3 frutos por entrenudo, de porte abierto y buen rebrote, soportando muy bien condiciones de alta humedad.

▲ **Grizzly:** Variedad tolerante a CVYV, CYSDV y a oidio. De vigor alto para siembras medias. Frutos cilíndricos de gran longitud durante el cultivo, sin cuello de botella. Se caracteriza por su alta producción y uniformidad.

▲ **Cymbal:** Variedad muy productiva, de frutos muy homogéneos, rectos sin cuello y de color verde oscuro. Planta abierta de hoja pequeña recomendada para siembras de final de agosto a mediados de septiembre.

● **SIEMBRAS TARDÍAS:**

▲ **Azabache:** Variedad de planta muy vigorosa, monopistilar y de elevada y continua producción. Fruto oscuro, recto y acanalado. Recomendado para siembras de septiembre y octubre. Para siembras medias y tardías.

▲ **Alegro:** Planta abierta, de hoja pequeña muy vigorosa y con excelente rebrote. Especialmente adaptada al frío y excelente comportamiento frente a la amarillez. Fruto de color oscuro acanalado, de longitud homogénea y conservación excelente.

▲ **Brasilia:** Variedad indicada para ciclos tardíos por su gran vigor, siendo de 1-2 frutos por entrenudo, bien estriados, manteniendo su alta calidad en el rebrote.

▲ **Sydney:** Variedad indicada para ciclos tardíos, por mantener una buena longitud del fruto y producción en este ciclo, manteniendo un rebrote abierto con frutos oscuros y estriados.

▲ **Polar:** Variedad tolerante a CVYV, CYSDV y a oidio. Vigor muy alto, ideal para siembras tardías. Frutos cilíndricos que mantiene una buena longitud durante todo el ciclo de cultivo.

▲ **Cyrco:** Variedad ideal para los ciclos más tardíos de final de septiembre y octubre. Alta producción en invierno.

▲ **Kercus:** Planta rústica y vigorosa de entrenudos medios, monopistilar. Adaptada a cultivos medios tardíos de invierno, por su buen comportamiento frente al frío y gran rebrote. Frutos largos, de color verde oscuro ligeramente acanalados. Resistente a CVYV y CYSDV.

▲ **Columbia:** Plantas de buen vigor adaptadas a siembras tardías. Emite predominantemente una flor por entrenudo. Frutos muy homogéneos, de color oscuro, largos, bien rellenos, ligeramente acanalados y con muy poco cuello. Tolerante a CVYV.

▲ **PEPINOS TIPO “FRANCÉS”**

▲ **Adrián:** Variedad de pepino francés indicado para épocas de calor. Su planta es abierta y tiene poca presencia de tallos axilares los que permite una densidad de dos plantas por metro cuadrado. Tiene 1-2 frutos por entrenudo. Su fruto tiene ausencia de amargor y buena consistencia, de color oscuro y muy uniforme, con densidad de espinas media – baja.

▲ **Camán:** Variedad indicada para siembras de septiembre, hojas medias con tallos axilares vigorosos, con frutos muy oscuros y manteniendo una buena longitud durante todo el ciclo.

▲ **Midi:** Planta vigorosa, abierta de escaso follaje y de largo recorrido, de floración ginoica y gran precocidad. Fruto medio largo, oscuro, con espinas y de larga conservación. Variedad tolerante a CVYV. Siembras para todo el ciclo.



▲ **Alcázar:** Variedad de planta muy vigorosa y de crecimiento fácil en invierno. Fruto recto y muy oscuro. Para trasplantes de octubre y noviembre. Alta producción en invierno.

▲ **Kenia:** Variedad partenocárpica muy vigorosa con emisión de tallos laterales. Frutos cilíndricos de color oscuro, provisto de espinas. Tolerancia a CVYV y a oidio.

▲ **Llanoverde:** Variedad partenocárpica de planta abierta, aconsejada para siembras tempranas de otoño primavera. Frutos de 20 cm de longitud y de color verde oscuro. Se caracteriza por su uniformidad y buena precocidad en la producción. Tolerante a CVYV, CYSDV y oidio.

▲ **Monteverde:** Variedad partenocárpica de planta vigorosa y muy productiva, aconsejada para siembras tardías en otoño. Frutos de 18-20 cm de longitud de color verde muy oscuro. Los frutos son cilíndricos y mantienen la longitud durante todo el ciclo de cultivo. Tolerante al virus CVYV y oidio.

▲ **Ríoverde:** Variedad partenocárpica de planta vigorosa. Se caracteriza por la uniformidad, tamaño y forma de sus frutos. Recomendada para plantaciones medias y tempranas de otoño y plantaciones de primavera. Tolerancia a CVYV.

#### ▲ **PEPINOS TIPO "ESPAÑOL"**

▲ **Conil:** Variedad de buen vigor, planta abierta de floración ginoica de gran precocidad y ciclo largo. Frutos de color muy oscuro y rápido en la formación de frutos, con espinas y con gran consistencia.

▲ **Úbeda:** Planta abierta, de floración ginoica y multipistilar. Variedad muy vigorosa que crece y produce muy bien en condiciones de días cortos y fríos. Excelente comportamiento frente a la amarillez. Fruto de color oscuro y con espinas. Buen aspecto comercial y buena conservación post-cosecha. Tolerante a CVYV.

▲ **Neptuno:** Planta vigorosa con 1-2 frutos por hoja y gran capacidad de producción. Recomendado para plantaciones medias de otoño (15 de agosto – 15 de septiembre) y tardías de primavera (febrero – abril). Produce frutos verdes oscuros con espinas, muy rectos y sin cuello. Alta capacidad de producción. Resistencia a CVYV y oidio.

## 4. ( LABORES CULTURALES ]

### 4.1. ( Siembra ]

El suelo debe de estar suelto, con bastante materia orgánica, (enarenado o no), y bien equilibrado de abonos minerales. El riego por goteo es importantísimo que riegue uniforme, es decir, que la uniformidad de los goteros sea máxima para así poder cubrir las necesidades hídricas sin problemas.

La calidad del agua debe ser lo mejor posible, teniendo en cuenta que este cultivo obtiene sus mejores resultados en aguas que no sobrepasan 1 gramo de sal por litro de agua, los rendimientos van bajando proporcionalmente a medida que la sal aumenta, y a partir de los 2 gramos las producciones son generalmente muy bajas.

La ubicación del invernadero es también muy importante. Existen algunos parajes que por sus especiales características climatológicas podrían presentar problemas en plantaciones tardías, con una producción de invierno muy reducida y difícil de obtener.

La preparación del suelo es relativamente fácil, con tal que existan una sanidad aceptable (limpieza de restos del cultivo anterior, malas hierbas, etc) y si se sospecha que la tierra puede tener nematodos, desinfectar.

Es conveniente el análisis para aportar lo necesario en prevención de carencias o bloqueos. Siempre es aconsejable la abundante presencia de materia orgánica bien hecha y fermentada.

Es conveniente que la tierra se haya humedecido previamente, y si el terreno está enarenado, se debe llegar a la tierra, sin escarbarla, dejando la semilla encima, y tapándola con un poco de arena o turba. Si se trata de tierra sin enarenar, se debe hacer un pequeño hoyo, donde se sitúa la semilla, y se tapa con un poco de tierra o turba.

En el caso de que pudiera haber peligro de pérdidas en nascencia a consecuencia de la presencia de topes, ratones, pájaros u otros, es recomendable llevar la semilla a un semillero y plantarlas con cepellón con 2 o 3 hojas verdaderas.

La siembra se efectúa directamente al suelo, en la proximidad del gotero para mantener la humedad lo más estable posible, que con las temperaturas normales de estas fechas, producen una nascencia muy alta a los 3 días, y a lo 5 días prácticamente está nacida toda la semilla.

#### 4.2. (Marco de plantación ]

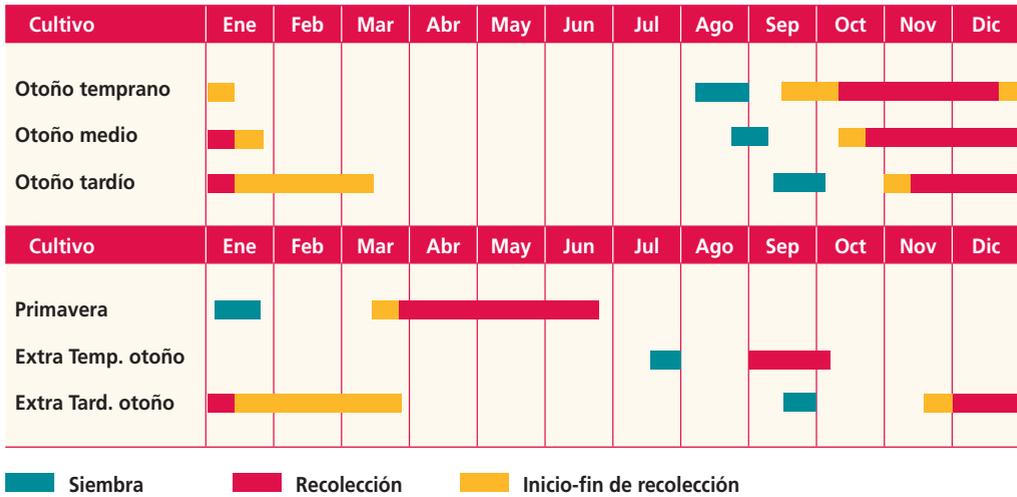
En función del tipo de cultivo que se pretenda hacer, varía el marco de plantación. Así, para cultivos tempranos con intención de quitarles pronto del suelo para buscar un cultivo temprano de primavera, los marcos suelen ser más pequeños para dar mayor densidad al cultivo, en general se siembra a 1,5 m entre calles y a 0,4 m entre plantas, o bien a 1,2 m y a 0,5 m, dando una densidad aproximada a 16.000 plantas/ha.

Cuando el cultivo es más tardío, o está el objetivo de llegar produciendo a pleno invierno, la densidad es menor para evitar la competencia de luz en las fechas con días más cortos, además de proporcionar mayor ventilación que redundará en un cultivo de menos problemas en la producción, con frutos de buena calidad.

Los marcos en general son de 2 m entre líneas y 0,4 ó 0,5 m entre plantas, o bien 1,5 m y 0,5 ó 0,6 m, lo que significa de 10.000 a 12.000 plantas/ha.

#### 4.3. (Fecha de siembra ]

En el siguiente cuadro vemos las diferentes fechas de siembras y la recolección de los pepinos ALMERIA.



#### 4.4. (Poda y entutorado del pepino tipo “Almería” ]

Debido a su rápido crecimiento se comienza la poda a los pocos días. La poda pretende que se desarrolle únicamente el tallo principal y consiste en suprimir todos los tallos secundarios y frutos hasta una altura de 60 cm. A partir de ahí se eliminarán todos los brotes laterales y se dejarán los frutos. En algunas variedades, aparecen en las axilas de las hojas varios frutos, debe dejarse un solo fruto por cada axila del tallo principal.

El entutorado consiste en realizar el giro del tallo en un tutor vertical de rafia, uno por planta, hasta la altura del alambre. Al llegar al alambre se dirige la planta hasta otro alambre, que se encuentra a 0,5 m dejando colgar la guía y uno o varios brotes secundarios. No se aconseja dejar caer la guía sobre el mismo alambre, porque se puede romper con facilidad. Tampoco es recomendable que el “emparrado” ocupe todo el espacio entre líneas porque no permite la entrada de luz entre las calles.

Los frutos curvados y abortados se deben eliminar cuanto antes. Las hojas viejas, amarillas o con enfermedades se suprimirán de forma paulatina para favorecer la aireación. Cuando la humedad es demasiado alta, será necesario dar con una brocha a la base del tallo principal con una pasta de un fungicida TMTD y vinclozolina.

En los restantes tipos de pepino la poda es muy similar, excepto que no se eliminan los brotes laterales, despuntando estos por encima de la segunda hoja. El entutorado se puede realizar como en el caso anterior con un hilo de rafia, o bien con mallas de cuadros de 15 x 15 cm extendidas verticalmente a lo largo de las líneas del cultivo.

### 5. (RIEGOS Y FERTILIZACIÓN ]

#### 5.1. (Necesidades de agua del pepino ]

Para cultivar pepino ALMERIA, es muy importante mantener un nivel de hume-

dad constante y alto en el suelo para un óptimo desarrollo del sistema radicular. Para ello, es preciso que el suelo sea permeable, a fin de evitar acumulaciones de agua que provoquen asfixia radicular por encharcamiento. De esta forma, se favorece la penetración del agua y de las raíces. Es necesario que el bulbo de humedad sea amplio, lo que permitirá que las raíces adquieran amplitud necesaria para satisfacer las fuertes necesidades hídricas de este cultivo.

### ■ Cultivos enarenados

En los terrenos enarenados, la raíz evoluciona preferentemente en la capa de materia orgánica situada entre la arena y la tierra, por lo cual, es una zona en que es necesario una humedad estable, que se consigue normalmente con una frecuencia de riego de 2 días, con un volumen de agua de 2 a 4 litros por planta y riego.

Cuando el cultivo es adulto, con una altura superior a la del tutor, se produce un sombreado en el suelo, que coincide con una amortiguación de las temperaturas (entrando el otoño), por lo cual, la frecuencia puede rebajarse, aunque siempre hay que mantener la estabilidad de la humedad en el suelo, siendo suficiente con regar cada 3 ó 4 días, manteniendo los mismos volúmenes.

### ■ Cultivos en tierra

Los cultivos en tierra, normalmente cuentan con un suelo bastante permeable con un porcentaje alto en arena, por lo que las pérdidas por percolación son mayores, y requieren un nivel alto de materia orgánica para regular al máximo la humedad en el suelo. Normalmente, los volúmenes de agua son mayores, especialmente en un principio, para buscar un bulbo amplio y superficial, difícil a veces de conseguir por la tendencia a caer en vertical, lo que obliga a regar cada día e incluso repetir el riego en el día. Una vez logrado un bulbo que permita la estabilidad de la raíz en una zona no muy profunda, los volúmenes de agua aplicados son parecidos a los suelos enarenados.

Los volúmenes utilizados pueden ser al día 2 a 3 litros, repartidos en 1 ó 2 riegos. No obstante, en estas condiciones, se hace imprescindible para poder llevar un criterio de riego óptimo, hacer uso de tensiómetros para tomar la lectura correcta de las necesidades hídricas en cada momento, a la profundidad que se estime conveniente.

El pepino es muy sensible a la salinidad, tanto del suelo como del agua de riego, repercutiendo negativamente en los rendimientos, curvado de frutos, quemaduras en los bordes de las hojas etc.

Si no se puede emplear agua de mejor calidad, los riegos se realizarán a diario, manteniendo el tensiómetro entre 10-15 centibares para no producir asfixia radicular. Si el suelo es salino, se realizará una enmienda adecuada, en función del correspondiente análisis, y se practicarán lavados previos al cultivo después de asegurado un buen drenaje.

En el cuadro siguiente, tenemos los consumos medios del cultivo de pepino ALMERIA en Invernadero. Este cuadro es muy práctico para calcular la cantidad de agua a aportar en un determinado periodo.

El consumo está expresado en  $L/m^2 * \text{día}$ .



Fecha transplante	Agosto		Septiembre		Octubre		Noviembre		Diciembre		Enero		Febrero	
	1 al 15	16 al 31	1 al 15	16 al 30	1al 15	16 al 31	1 al 15	16 al 30	1al 15	16 al 31	1al 15	16 al 31	1al 15	16 al 28
*	1,63	2,95	3,68	3,8	4,21	3,39	2,4	2,04	1,78	1,41	1,19	1,31	1,53	1,69
*	*	1,48	2,75	3,04	3,51	3,39	2,4	2,04	1,94	1,41	1,19	1,31	1,53	1,69
*	*	*	1,38	2,28	2,81	2,83	2,4	2,04	1,98	1,41	1,46	1,31	1,53	1,69
*	*	*	*	1,14	2,11	2,26	2	2,04	1,94	1,41	1,46	1,31	1,53	1,69
*	*	*	*	*	1,05	1,7	1,6	1,7	1,94	1,55	1,46	1,31	1,53	1,69

FUENTE : DATOS DE LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE CAJAMAR " LAS PALMERILLAS".

## 5.2. (Fertirrigación )

### ■ Necesidades totales

En condiciones normales, nos referimos a un cultivo sembrado desde finales de agosto hasta mediados de septiembre. Se empezaría la recolección a primeros de octubre, y se quitaría el cultivo en enero, con producción aproximada a las 100 toneladas por ha. Las necesidades para cubrir este ciclo serían las siguientes:

- 450 U.F./ha de N.
- 225 U.F./ha de  $P_2O_5$ .
- 450 U.F./ha de  $K_2O$ .

La distribución de estos elementos en el suelo puede hacerse de muchas formas, según el tipo de suelo que se disponga. Previamente al cultivo, es importante analizarlo, para corregir posibles desequilibrios mediante el abonado de fondo.

La aportación de abono de fondo junto a la incorporación de materia orgánica podría ser la siguiente:

- 250 kg/ha de Sulfato amónico 21%.
- 600 kg/ha de Superfosfato de cal 18%.
- 600 kg/ha de Sulfato de potasa 50%.

En el riego localizado, y distribuido proporcionalmente al estado de desarrollo, mediante la solución nutritiva, se incorporan:

- 1.000 kg/ha Nitrato amónico 33,5%.
- 200 kg/ha Fosfato monoamónico.
- 350 kg/ha Nitrato potásico.
- 100 kg/ha Sulfato de Magnesio.

En total se mantiene una relación de equilibrio de N:P:K, aproximada a 1:0,5:1, que puede extraer el cultivo de la solución del suelo en condiciones normales. Es importante considerar la incidencia de los microelementos en este cultivo, bastante exigente, en especial con manganeso, por lo cual deben emplearse los correctores de

manera periódica, preferentemente en el riego, y circunstancialmente vía foliar en combinación con los tratamientos fitosanitarios.

El pepino ALMERIA es una especie bastante exigente en nutrición tanto en calidad como en cantidad, por lo cual es muy importante proporcionar un buen abono al cultivo.

Debido a que factores tales como la temperatura, humedad, suelo, agua y otros influyen en la nutrición de las plantas, en su gran mayoría no pueden ser controlados, al menos fácilmente con el tipo de estructuras que disponemos, es importante en este cultivo tratar de proporcionar a la planta algo que le permita recoger del suelo los nutrientes que en ciertos momentos necesita y no le estamos adicionando con la fertirrigación.

Por este motivo, es interesante proporcionar una especie de colchón amortiguador que permita a la planta seguir alimentándose lo más correctamente posible, nos referimos al aporte orgánico de fondo, que como se conoce, para esta especie es de elevada importancia.

Una vez el terreno convenientemente preparado, es importante tratar de hacer una planificación del abonado de cobertera que vamos a necesitar para sacar adelante el cultivo, evitando confiarnos en el abonado orgánico y de fondo, teniéndolo solo presente como reserva para momentos de crisis y/o minimizar los errores que podamos cometer durante el abonado de cobertera.

Como cualquier otra, la planta del pepino ha de mantener un equilibrio entre su parte vegetativa (raíces, tallos y hojas) y su parte generativa (flores y frutos). Un cultivo muy vegetativo nos daría poca producción y de mala calidad, además de una mayor susceptibilidad a enfermedades y un cultivo excesivamente generativo nos daría una producción rápida y baja.

Por otro lado, conviene tener en cuenta que la planta del pepino necesita de un rápido crecimiento de sus raíces, ya que cuando comienza a producir éste se va frenando e incluso reduciendo.

De todos es conocida la importancia que el fósforo tiene en esta etapa, por lo cual los aportes de este elemento al inicio del cultivo no se deben descuidar, y mantenerlos en un correcto nivel.

Teniendo presente estas premisas, la planificación para el abonado de nuestro cultivo de pepino ALMERIA podría quedar del siguiente modo:

■ Los primeros cinco ó seis días previos a la germinación, conviene suministrar el agua necesaria, sin aportar abono para evitar problemas de salinidad que dañen la plántula y estimular el desarrollo de las primeras raíces.

A continuación sería interesante realizar un análisis de suelo para conocer la riqueza del mismo.

■ Si nuestro suelo presenta una riqueza y niveles de nutrientes equilibrados, podremos empezar con un abonado estándar, en caso contrario tendremos que corregir los excesos o deficiencias que nos indique el análisis.



Conviene comenzar con un abonado no demasiado alto en conductividad para continuar estimulando las raíces y adicionando fósforo, para lo cual un equilibrio N/K<sub>2</sub>O aconsejable sería 1/0,7 mientras es fósforo se puede adicionar con una concentración de 0,4-0,5 cc/L de ácido fosfórico del 55% y una conductividad, con la del agua de riego de un máximo de 2 dS/m, recomendable de 1,5. Intentar situar el nivel de pH entre 5,5 y 6,8 para una mejor absorción de los elementos, fundamentalmente los micros y el fósforo, por lo cual es recomendable que el fósforo sea aportado en forma de ácido, que es además económico.

■ En la cuarta semana, principio de la quinta, las plantas deberán tener ya un buen sistema radicular desarrollado, el cual hay que seguir estimulando, pero ya puede soportar una mayor concentración de nutrientes y por tanto una mayor conductividad en el suelo, con lo cual podemos pasar a un equilibrio N/K<sub>2</sub>O de 1/1, aumentando así algo el potasio que nos va hacer falta, principalmente cuando las densidades de plantación son muy altas como lo son en Almería.

Además de ayudarnos a estimular la floración, aspecto de la planta que también demanda bastante fósforo, por lo que debemos de mantenerlo en los mismos niveles que hasta ahora. De esta forma obtendremos una conductividad aproximada recomendable de 2-2,3 dS/m.

■ Ya en la sexta semana la planta estará engordando el fruto que vamos a recolectar en la siguiente, nos interesa por tanto, obtener una planta generativa, para no perder precocidad ni producción, por lo cual debemos subir algo los niveles de potasio progresivamente hasta lograr un equilibrio N/K<sub>2</sub>O de 1/1,3; como es sabido, este elemento está muy relacionado con los niveles de calidad de la fruta, principalmente en lo que se refiere a coloración, con CE recomendable de alrededor de 2,5 dS/m, no descuidando los niveles de Fósforo, ya que la planta necesita seguir produciendo flores de forma continua.

Si bien podemos ya bajar algo las concentraciones iniciales hasta 0,2-0,25 cc/L de ácido. Este abonado puede parecer bajo en Nitrógeno, pero no lo es si queremos evitar un envejecimiento prematuro de la planta y una mayor sensibilidad a enfermedades como el Mildiu o la Alternaria.

■ Después de las primeras recolecciones, es un momento importante para realizar un análisis de suelo y conocer como tenemos el mismo, que es lo que la planta está explotando y rectificar nuestro abonado en el caso de desequilibrios, o continuar con nuestro equilibrio nutritivo.

No obstante el estiércol aportado, comenzará a liberar más nutrientes en este momento, que coincide cuando la planta los va a necesitar en mayor cantidad, conviene no descuidarnos y comenzar también con los primeros aportes de microelementos cuya demanda se va a incrementar enseguida y de una forma fuerte, principalmente Hierro y Manganeso, mas minoritariamente el Magnesio, por lo cual conviene aportar algún compuesto rico en Fe y Mn, y algo de Sulfato de magnesio.

Estos micros y oligoelementos van a incidir notoriamente en el color de la fruta, la calidad de la misma y la resistencia de la planta mientras sean aportados a tiempo y en cantidades suficientes, así, el color y el brillo de la fruta van a dar un buen aspecto comercial a la producción.

■ A partir de aquí, la fertilización prácticamente se puede mantener, con pequeñas variaciones según la evolución del mismo, pero teniendo en cuenta la adición de micros para evitar pérdidas de calidad y producción, y la adición de  $K_2O$  para mantener la firmeza del fruto y la resistencia de las plantas.

En cuanto al aporte general de Nitrógeno, es interesante usar, siempre que pueda, el Nitrato de calcio, ya que el calcio es un elemento importante en la nutrición del pepino, y que aporta además de una mejora en la calidad, una mejor defensa de las plantas ante las enfermedades.

La importancia del agua es de todos conocida en este cultivo cuya demanda es bastante grande sobre todo en la época de formación y engorde del fruto. En las primeras etapas del cultivo, casi es interesante una ligera disminución de los riegos para estimular el desarrollo radicular de las plantas que permita a la planta posteriormente un mejor aprovechamiento del agua contenida en el suelo, y de otro lado, es bastante menos problemático que cuando se realiza en una planta adulta ya en producción.

## 6. ( CULTIVO DE PEPINO EN SUSTRATO )

### ■ Composición y propiedades de los sustratos

La lana de roca tiene como componentes un tipo de basalto, caliza y escorias de carbón. Estos elementos son mezclados juntos en una proporción de 4-1-1 a temperatura de 1.500 a 1.600° C y elaborados en forma de fibra. La lana de roca tiene una reacción ligeramente alcalina, por lo tanto el pH de la solución nutriente dentro de la tabla crecerá inicialmente. Después de un tiempo este efecto será neutralizado y la tabla puede ser considerada inerte.

La perlita es un material de naturaleza volcánica y roca silícea. También se puede considerar inerte. Hay que cuidar que el plástico que recubre el sustrato tenga una resistencia de acuerdo a la duración de éste.

### ■ Calidad del agua de riego

El uso de agua con alto contenido en cloro y sodio puede afectar a una reducción en la producción. Además, será necesario un aporte extra de solución nutritiva para lavar el sustrato y evitar una acumulación de sales. Los contenidos de cloro y sodio deberían de ser menores de 6 mmol/L.

La utilización de aguas conteniendo bicarbonatos aumentan los niveles de pH en el sustrato y obligará a añadir más ácidos.

También los contenidos de magnesio, calcio, zinc y hierro pueden ser importantes. Cantidades elevadas obligarían a lavados extras durante el cultivo. En nuestra zona, no hay problemas con estos elementos, pues las aguas tienen una cantidad de magnesio suficiente para el pepino y son deficitarias en calcio.

### ■ Solución nutritiva

Tanto la lana de roca como la perlita no contienen nutrientes, por lo cual, se ne-



cesitan riegos continuos con la solución nutritiva. En general, la perlita requiere riegos más largos, pero menos frecuentes.

La solución nutritiva para el cultivo de pepino puede ser la siguiente:

Macroelementos		Microelementos	
$\text{NO}_3^-$	14,25 mmol/L	<b>Fe</b>	20-25 mmmol/L
$\text{H}_2\text{PO}_4^-$	1,25 - 1.50 mmol/L	<b>Mn</b>	15 mmmol/L
$\text{SO}_4^{2-}$	1,25 mmol/L	<b>Zn</b>	5 mmmol/L
$\text{NH}_4^+$	0,50 mmol/L	<b>B</b>	25 mmmol/L
$\text{K}^+$	6,50 mmol/L	<b>Cu</b>	0,75 mmmol/L
$\text{Ca}^{++}$	4,25 - 4.75 mmol/L	<b>Mo</b>	0,50 mmmol/L
$\text{Mg}^{++}$	1,30 - 1.50 mmol/L		

### ■ Solución nutritiva en el sustrato

La composición de la solución nutritiva en el sustrato no siempre tiene que ser igual que la solución base, debido a que ciertos iones pueden ser tomados con más facilidad por la planta. Los límites entre los que se tiene que mover la solución nutritiva en el sustrato se pueden ver en la tabla siguiente:

#### ▲ MEDIDA IDEAL LÍMITE

• E.C. dS/m	3,0	2,5-3,5
• pH	5,5	5,0-6,0
• $\text{NH}_4^+$ mmol/L	< 6,0	0,1-0,5
• $\text{K}^+$ mmol/L	6-10	6-10
• $\text{Na}^+$ mmol/L	< 6,0	1-6
• $\text{Ca}^{++}$ mmol/L	6,5	5-8
• $\text{Mg}^{++}$ mmol/L	3,0	1,5-4,5
• $\text{NO}_3^-$ mmol/L	18,0	15-24
• $\text{Cl}^-$ mmol/L	< 6,0	1-6
• $\text{SO}_4^{=}$ mmol/L	3,5	2,0-4,5
• $\text{HCO}_3^-$ mmol/L	< 1,0	0,1-1,0
• $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ mmol/L	1,5	0,75-2,25
• Fe mmmol/L	15	9-25
• Mn mmmol/L	7	3-15
• Zn mmmol/L	7	5-15
• B mmmol/L	60	50-80
• Cu mmmol/L	0,8	0,45-2,0

▲ **Conductividad eléctrica:** Se aconseja regar con C.E. de 2 dS/m. Evitar grandes fluctuaciones en la conductividad.

▲ **Cloro:** Mantener su concentración lo más baja posible. Sus niveles se mantendrán a base de dar riegos extras.

▲ **pH y fosfatos:** El pH óptimo en el sustrato es de 5,5 - 6. En caso de que el pH suba por encima de 6,5 el contenido en Fosfatos caerá rápidamente debido a la reducción de su solubilidad.

▲ **Nitrógeno, Potasio, Calcio y Magnesio:** Tratar de mantener los niveles. Durante el cultivo se observarán caídas de estos niveles debido a los crecimientos periódicos de las necesidades de nutrientes por la planta. Normalmente, los niveles de nitrógeno son más bajos durante el periodo vegetativo, mientras que durante el periodo de producción bajan los niveles de potasio.

### ■ Sistema de riego

En función de la superficie de explotación, se tiende a dos sistemas de riego:

- En el agua de una balsa se hace directamente la solución nutritiva. Solo es aplicable a explotaciones pequeñas.
- Aquel en que se colocan dos depósitos para la soluciones madres, las cuales se van dosificando en el agua de riego. Dentro de este sistema existen modelos más o menos sofisticados, los cuales controlan la CE y el pH.

Los materiales utilizados en tuberías, bombas, depósitos, etc, no deben ser corrosivos. En caso contrario, además de los daños directos que los abonos pueden causar sobre ellos, puede aparecer fitotoxicidad en los cultivos por disolución de materiales como Cu y Zn.

Se necesitan goteros con espagueti y piqueta, con caudales de 2- 3 L/h. En este tipo de cultivos la uniformidad de los goteros es mucho más importante que los cultivos en suelo.

### ■ Normas básicas de manejo de cultivo

#### ▲ Semillero:

Para el cultivo de lana de roca el semillero debe hacerse en tacos de lana.

Para el cultivo en perlita las plantas se hacen en cualquier tipo de sustrato.

#### ▲ Terreno definitivo:

Si el terreno no tiene buen drenaje se puede aportar una pequeña capa de arena, o bien poner plástico debajo de los sustratos para canalizar el agua de drenaje.

Dos días antes de la plantación los sacos se saturan con solución nutritiva. En el momento de la plantación o poco después se hacen los cortes de drenajes.

Un cultivo de pepino en sustrato tiene generalmente, una vegetación menos exuberante que en el suelo, es decir, que la relación masa foliar/fruto es más equilibrada, pudiéndose hacer plantaciones más densas.

Medir el agua de drenaje, CE y pH todos los días, pues esto es lo que marca la pauta de riegos y abonados.

Analizar mensualmente los iones de drenaje.

Tomar las muestras de análisis en varios sitios distintos de la parcela.



## 7. ( FISIOPATÍAS, PLAGAS, ENFERMEDADES Y VIRUS )

### 7.1. ( Fisiopatías )

#### ■ Quemados de la zona apical del pepino

Se produce en los meses de septiembre y octubre por “golpe de sol” o por excesiva transpiración. Para evitarlo es necesario sombrear. Se recomienda dejar los dos tallos más próximos al brote principal al hacer la poda, para poder dejar uno de ellos como principal en el caso de que se quemé éste.

#### ■ Rayado de los frutos

Son unas rajadas longitudinales de poca profundidad y que cicatrizan pronto. También se le llama “piel de lagarto”. Aunque no producen podredumbres, deprecian el fruto. Esta alteración se presenta en épocas muy frías, con cambios bruscos de humedad y temperatura entre el día y la noche. Para evitarlo hay que manejar bien los riegos y ventilar.

#### ■ Curvado y estrechamiento de la punta de los frutos

El motivo de esta fisiopatía no está suficiente claro. Influyen varios factores: abonado inadecuado, falta de agua, salinidad, variedad, trips, altas temperaturas, exceso de producción, e incluso puede ser varietal. Para luchar contra este problema es necesario actuar sobre los distintos factores que lo producen.

#### ■ Anieblado de frutos

Es una fisiopatía que se da en todas las cucurbitáceas. Se produce un aclareo de frutos, de forma natural, cuando están recién cuajados: los frutos amarillean, se arrugan y abortan. Se debe a una carga excesiva de frutos, a la falta de agua y nutrientes o a ambas cosas. Para evitarlo hay que manejar correctamente el fertirriego.

#### ■ Marchitez

En las plantaciones de pepino ALMERIA se observa con mucha frecuencia una marchitez transitoria; a pesar de disponer de suficiente humedad en el suelo. Esta alteración se presenta como consecuencia de una humedad relativa muy baja, produciéndose un desequilibrio entre la transpiración y la absorción radicular. Además de esta causa, la marchitez de los pepinos puede ser debida a: falta de agua en el suelo, asfixia de raíz por exceso de agua, ataque de nemátodos, otros patógenos de suelo, etc.

Cuando se observe el síntoma de marchitez, es preciso averiguar la causa y actuar en consecuencia. Si el motivo es una baja humedad relativa, se debe disminuir la temperatura del recinto mediante sombreos y/o ventilación, llenar las canalillas de agua, acolchar el suelo con plástico y vertiendo agua encima, etc. El pepino es la hortaliza más exigente en la humedad relativa, junto con la col china, por lo que se debe procurar que se encuentre lo más próxima posible al 80-90%.

#### ■ Amarilleo en fruto de pepino

Se manifiesta mediante una coloración amarilla en los frutos, que parte desde la cicatriz estilar y avanza progresivamente hasta ocupar gran parte de la piel del fruto.

- **Causas del amarilleo:**

El color amarillo es el color de maduración de un fruto de pepino, por tanto, hay que pensar que cuando esta coloración aparece, el fruto está fisiológicamente acabado y maduro.

La incógnita se produce, cuando la coloración se manifiesta en frutos jóvenes y de poco tamaño y peso. Este es un fenómeno habitual en épocas frías, en que el metabolismo de la planta se reduce, y por tanto, el fruto pierde la capacidad de desarrollarse plenamente, y se produce su maduración anticipada. En el caso actual, aún las temperaturas son satisfactorias, por lo que las causas habrá que buscarlas en los fenómenos que, aparte de la baja actividad de la planta en una época fría, induzcan una maduración anticipada, y entre otras, se podrían citar las siguientes:

- **Exceso de nitrógeno:**

Cuando esto se produce, la planta se pone muy frondosa, tierna y quebradiza, el fruto toma un tamaño grande, pero una coloración verde pálido, con tonos amarillentos, que no llegan a dar un color oscuro.

- **Falta de luz:**

Es de alguna manera consecuencia de lo anterior, en plantas que adquieren una fuerza exuberante, que impide que al fruto le llegue la cantidad de luz necesaria para que forme suficiente clorofila, quedando de un aspecto pálido y sin brillo, de escaso valor comercial.

- **Exceso de potasio:**

Si la relación de equilibrio aportada mediante la fertirrigación, va excedida en potasa, la planta toma una coloración verde oscuro, con entrenudos muy cortos, y el fruto empieza con un color oscuro muy acusado, pero a medida que va desarrollando, adquiere una maduración rápida, y como consecuencia, hay una tendencia al amarilleo antes que tome el tamaño comercial necesario.

- **Conductividad muy alta en el suelo:**

Con una presencia alta de sales en el suelo, la conductividad se eleva, y se pueden producir los trastornos clásicos de una dureza en la planta que limita el desarrollo del fruto, obteniéndose unos pepinos pequeños, afilados por las puntas, y con una tendencia a amarillear con gran rapidez.

- **Fuertes deshidrataciones:**

Con bastante frecuencia, en esta campaña se han producido golpes de calor, acompañados de escasa ventilación, que han producido en las plantas graves deshidrataciones, tanto a nivel foliar como en las capas superficiales del suelo, que han limitado la capacidad de evolución de la planta en condiciones normales, sufriendo numerosos estados de estrés, que en el fruto se han manifestado por un endurecimiento rápido y una maduración anticipada.

- **Soluciones:** Para evitar este tipo de problemas, es importante contar con plantas bien iluminadas, con un marco de plantación que vaya de acuerdo con el tipo de poda y entutorado, para que le permita una entrada de luz a todo el fruto que salga. Recordemos



que a marcos de plantación más espesos, las podas deberán ser más rigurosas, e incluso, cuando los días acorten su número de horas de luz, y la intensidad de esta disminuya, la producción tendrá serios problemas para dar los kilos necesarios y la calidad apropiada.

En cualquier tipo de planta, es muy importante una relación de equilibrio de nutrientes que se ajuste a sus necesidades. En pepino es aún más importante, porque tanto un exceso como un defecto, en alguno de los elementos puede provocar un parón vegetativo cuyas repercusiones en el fruto son inmediatas, son síntomas de endurecimiento general, amarilleo de los frutos de cierta calibre y deshidratado con afilamiento de las puntas de lo más pequeños, quedando la planta colapsada y con difícil recuperación.

Siempre es conveniente contar con aguas de buena calidad, con suelos equilibrados y con materia orgánica suficiente. Es buena medida la aportación de ácidos húmicos de forma periódica cuando el nivel de materia orgánica es deficiente, para evitar bloqueos y mantener un nivel óptimo de fertilidad en el suelo.

Otro factor muy importante, es mantener unas condiciones ambientales apropiadas en un cultivo tan sensible, y para ello, nada mejor que contar con un invernadero de altura que permita una buena cámara de aire, de dimensiones estrechas y pequeñas, de fácil ventilación y buena hermeticidad para cuando sea necesario, sombrearle la cubierta si es preciso.

## 7.2. ( Principales plagas del pepino ]

### • Araña roja (*Tetranychus urticae*)

▲ **Síntomas:** Los primeros síntomas se aprecian en el haz de las hojas con manchas amarillentas, mientras que en el envés se observa la presencia de las arañas.

▲ **Daños:** Los daños son debidos al debilitamiento de la planta como consecuencia de las numerosas picaduras para su alimentación, así como la disminución de las funciones de las hojas que terminan por secarse.

▲ **Control:** Durante el cultivo se debe vigilar cualquier foco que aparezca tratándolo antes de que se extienda. Para evitar la entrada se deben cubrir las bandas con malla mosquitera.

Además de las medidas anteriores, en los tratamientos químicos se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones: tratar en los primeros estados de crecimiento de las plantas. Los productos más aconsejables son:

- Dicofol + tetradifon.
- Amitraz (principalmente para huevos y larvas).
- Fenbutestan (para huevos y larvas).
- Flufenoxuron.
- Abecmectina (formas móviles).
- Tebunfepirad.
- Propargita (para larvas y adultos).
- Hexitiazox.

- **Mosca blanca** (*Bemisia tabaci*)

▲ **Síntomas:** Los adultos colonizan el envés de las hojas. Esta plaga ocasiona dos tipos de daños. Los directos son producidos por la succión de la savia de las hojas, efectuada por larvas y adultos, con el debilitamiento del cultivo, además de la melaza producida donde se asienta el hongo de la negrilla, lo cual dificulta el desarrollo normal de la planta, aparte de la depreciación de los frutos. Sin embargo los daños más importantes son los indirectos, a actuar estos insectos como vectores del virus del amarilleamiento del pepino y melón (CuYV).

▲ **Biología:** Los adultos procedentes del exterior (malas hierbas) se localizan en el envés de las hojas jóvenes donde se alimentan y realizan las puestas.

De los huevos nacen las larvas que pasan por varios estadios hasta transformarse en pupa. Las poblaciones se superponen y en cada momento existen huevos, larvas, pupas y adultos, siendo muy numeroso el número de generaciones a lo largo del año.

▲ **Control:** Como medidas preventivas y prácticas culturales se aconseja las siguientes: colocación de mallas en las bandas del invernadero y evitar los rotos y aberturas, eliminación de malas hierbas y restos de cultivo en el interior y sus alrededores, colocación de trampas amarillas, evitar la contaminación de plantas del semillero, etc.

Los tratamientos químicos se deben realizar mojando bien el envés de las hojas, empleando mojantes en los caldos. Como consecuencia del enorme poder de multiplicación, el control químico es difícil, debiéndose de extremar las precauciones por producir virosis, vigilando las plantas más próximas a las bandas y realizando tratamiento preventivos.

Las materias activas más usuales para esta plaga son :

- Alfa-cipermetrin
- Buprofenzin
- Piridaben
- Piriproxifen
- Permetrin
- Teflubenzuron
- Imidacloprid

▲ **Control biológico:** Enemigos naturales: Entre los enemigos naturales que son parásitos de larva de mosca blanca se encuentran los siguientes: *Encarsia formosa*, *Eretmocerus mundus*

▲ **Productos biológicos:** De los productos biológicos existen preparados para el control de mosca blanca con la chinche depredadora *Macrolophus caliginosus*, el coleóptero *Delphatus pusillus*, los parasitoides de larva *Encarsia formosa*, *Eretmocerus sp.*, y los patógenos *Verticillium lecanii*, *Beauveria bassiana*, etc., y un producto a base de sales potásicas de ácidos grasos.

- **Trips** (*Frankliniella occidentalis*)

▲ **Biología:** Las puestas de huevos las realizan las hembras adultas de forma aislada dentro de los tejidos de donde salen las larvas; que recién nacidas son de color blanco y que conforme van creciendo, van tomando una coloración más amarillenta y oscura hasta alcanzar el estadio de pupa inmóvil y el estado de adulto. Las larvas y adultos pueden localizarse en todas las partes de la planta abundado sobre todo en las



flores, donde se refugian y son difíciles de ver. Se alimentan picando las células vegetales vaciándolas de su contenido y también del polen de las flores.

▲ **Daños:** En las hojas se observan unas placas o manchas plateadas y brillantes que con el tiempo se necrosan. En las flores, los daños se traducen a malformaciones. En frutos son los daños más importantes, ya que afecta al valor comercial del fruto. Las picaduras producen además de las manchas plateadas, malformaciones que dan frutos irregulares y torcidos o curvados.

▲ **Control:** Para la lucha contra la plaga del trips debe comenzarse por una serie de recomendaciones culturales, ya indicadas en el control para la mosca blanca.

En cuanto a las materias activas más aconsejables son:

- Formetanato
- Clorpirifos-metil
- Acrinatrin
- Metiocarb
- Cipermetrin
- Talometrina
- Fosalone
- Malation

▲ **Control biológico:** Enemigos naturales: De los enemigos naturales destacan los ácaros fitoseidos depredadores *Amblyseius barkeri* y los heterópteros del género *Orius*.

- **Minador** (*Liriomyza* spp.)

Las hembras adultas de minadores realizan las puestas dentro del tejido de hojas jóvenes donde comienza a desarrollarse una larva en su interior que se alimenta del parénquima de la hoja ocasionando las típicas galerías.

La forma de las galerías es diferente aunque no siempre distinguible entre especies y cultivos. Una vez finalizado el desarrollo, las larvas salen de las hojas para pupar, lo cual suelen realizar en el suelo o en hojas, emergiendo los adultos al final de este estado.

▲ **Control:** Las materias activas más aconsejables son las siguientes:

- Abacmectina
- Ciromacina

▲ **Control biológico:** Enemigos naturales: Son numerosas las especies de parásitos de larvas de minadores que pueden encontrarse en nuestra zona. Las especies más empleadas son dos himenópteros parásitos: *Diglyphus isaea* y *Dacnusa sibirica*.

- **Rosquilla verde** (*Spodoptera exigua*)

▲ **Síntomas:** Las hojas tienen zonas comidas en forma redondeada y distribuidas por toda ella. Las larvas pequeñas dejan la epidermis de las hojas. En fruto, se puede observar hendiduras superficiales o comeduras que marcan los frutos.

▲ **Biología:** Las mariposas depositan los huevos sobre el envés de las hojas en plastones de 10 a 250 huevos por plastón. Las larvas recién eclosionadas se agrupan sobre los tallos y hojas. Las larvas más desarrolladas tienen tendencia a vivir aisladamente causando los mayores daños. Su mayor actividad es durante la noche.

▲ **Control:** En cuanto a las materias activas más adecuadas son las siguientes:

- Permetrina • Triclorfon
- Cipermetrina • *Bacillus thuringiensis*

Han aparecido una serie de productos que son inhibidores de la síntesis de la quitina, como hexaflumuron y teflubenzuron con muy buena mortalidad de larvas. Otro producto como la tebufenocida actúa acelerando la muda prematura que resulta letal.

• **Nemátodos** (*Meloidogyne spp*)

Los nematodos producen los típicos nódulos o engrosamientos en las raíces que le dan el nombre común de “batatilla”.

Estas especies de nematodos penetran en las raíces de las plantas desde el suelo. Las hembras al ser fecundadas se llenan de huevos tomando un aspecto globoso dentro de las raíces. Esto unido a la hipertrofia que producen en los tejidos de las mismas, provoca en principio engrosamiento de las raíces secundarias en las que forma los típicos “rosarios”, causando deformación y engrosamiento general de toda la raíz de la planta en ataques más avanzados.

Estos daños producen la obstrucción de vasos e impiden la absorción por las raíces, lo que se traduce en un menor desarrollo de la plantas y síntomas de marchitez en las horas de más calor, clorosis y enanismo.

La distribución suele presentarse por rodales o líneas y se transmiten con facilidad por el agua de riego, con el calzado, con los aperos y con cualquier medio que transporte la tierra de un lugar infectado a otro que no lo esté.

▲ **Control:** Métodos preventivos y técnicas culturales:

- Utilización de variedades resistentes en los cultivos. En parcelas con ataques anteriores es necesaria la desinfección de suelo antes de realizar una nueva plantación.
- Plántulas sanas. Es muy importante comprobar la sanidad de éstas, para evitar la infestación de las parcelas de cultivo.

▲ **Control biológico:** Recientemente se ha desarrollado un preparado a base del hongo *Arthrobotrys irregularis* que tiene acción sobre nematodos.

**CONTROL POR MÉTODOS FÍSICOS:**

- Esterilización por vapor.
- Solarización.

**CONTROL QUÍMICO:**

- En caso de ataques por rodales realizar tratamientos químicos localizados a dichos focos.
- Utilizar solo los productos que están autorizados durante el cultivo.
- Materias activas de posible uso durante el cultivo: carbofurano, etoprofos, oxamilo.
- Materias activas de posible uso solamente en presiembra o pretraspante: benfuracarb, dicloropropeno, bromuro de metilo + cloropicrina, fenamifos, metan-sodio, metan-potasio.



### 7.3. ( Enfermedades del pepino ]

De entre las enfermedades más frecuentes que afectan al pepino conviene señalar las siguientes:

- *Fusarium oxysporum*

Este hongo está poco extendido. Afecta a plantas adultas permaneciendo en el suelo durante varios años.

▲ **Síntomas:** Sobre los tallos se forman chancros que se cubren de numerosos conidióforos y esporas.

- *Phytium*

Este hongo afecta principalmente a plántulas o plantas pequeñas, sin embargo se puede encontrar en plantas adultas, que normalmente termina con la planta.

▲ **Síntomas:** La enfermedad se caracteriza por un ligero marchitamiento de la planta, que en ocasiones va acompañado de una coloración verde oscura de las hojas, y casi siempre aparece una podredumbre blanda a nivel del cuello de la planta, incluso si hay mucha humedad cerca del mismo se pueden contemplar unas sustancias algodonosas que forman el micelio del hongo.

Esta enfermedad es frecuentemente encontrada en siembras directas, en transplantes y en toda las fases del cultivo, siempre que haya altas temperaturas y elevada humedad del suelo.

▲ **Control:** Existen diferentes productos químicos que actúan como preventivos, e incluso como curativos, si el estado de la enfermedad no es muy avanzado, tales como propamocarb, etridiazol, himexazol, etc. Pero la mejor forma de controlar este problema es impidiendo que se den las condiciones ambientales apropiadas para el desarrollo del hongo, si bien es difícil controlar la temperatura, si es más fácil controlar la humedad del suelo a nivel de la planta, dando riegos cortos, principalmente al pie de las plantas, impidiendo así encharcamientos puntuales a nivel de cuello.

También se ha demostrado que el aporcado de plantas favorece el desarrollo de esta enfermedad.

- *Rhizoctonia solani*

▲ **Síntomas:** Este hongo es causante de una enfermedad similar a la anterior, por lo que su diagnóstico deberá realizarse mediante análisis en laboratorio. Es menos frecuente que el anterior, pero produce incluso daños más severos en las plantas afectadas, siendo más difícil de combatir con productos químicos.

▲ **Control:** Las medidas culturales descritas para el *Phytium* son efectivas y por supuesto las más económicas, también existen otros productos químicos curativos, cuyas materias activas son las siguientes: pencicuron, flutolanil, metil-tolclofos, etc.

- *Oidium*

Esta enfermedad es producida por varios hongos entre los más frecuentes, *Sphaeroteca fuliginea* y *Liveillula taúrica* son los más frecuentes.

▲ **Síntomas:** Los daños que produce no suelen ser graves, sin embargo en caso de fuertes infecciones en los que no se controla bien, suele producir necrosis de hojas, las cuales incluso terminan cayendo, disminuyendo la capacidad productiva de la planta.

Produce unas manchas pulverulentas de color blanco tanto en el haz como en el envés de las hojas, llegando a afectar en ocasiones al tallo.

▲ **Control:** Es una enfermedad de fácil control, debido a la gran cantidad de productos químicos que existen de elevada eficacia. Sin embargo, es importante tratarla cuando aparecen los primeros síntomas, pues en caso contrario es más difícil de controlar y prácticamente se pueden arrancar cultivos con presencia de esta enfermedad sin haberla controlado completamente.

Las materias activas más usuales son las siguientes: quinometionato, triflumizol, propiconazol, tetraconazol, etc.

- **Botrytis**

Al igual que el anterior, es otro de los hongos más conocidos y tradicionales en este cultivo, aunque son varias especies la más conocida y frecuente es la *Botrytis cinerea*.

▲ **Síntomas:** Produce una podredumbre grisácea allí donde se instala, bien sea hoja, tallo, flor o fruto, llegando a producir importantes pérdidas. Es un hongo que aprovecha principalmente el tejido muerto de la planta para su instalación, así como heridas o ablandamientos, a partir de los cuales se propaga de forma rápida cuando las condiciones le son favorables, como el alto grado de humedad y tejidos ricos en Nitrógeno.

▲ **Control:** No existen productos químicos de reconocido efecto curativo, si bien son abundantes los de efectos preventivos como los siguientes: tiabendazol, carbendazima, benomilo, metil-tiofanato, procimidona, iprodiona, vinclozolina, diclofluanida, tiram, propineb, tebuconazol, clotarlonil, etc.

Para la prevención es importante tener una buena ventilación en el invernadero así como una buena poda de tallos secundarios, flores abortadas y frutos deformados, para impedir la instalación del hongo.

Marcos de plantación adecuados que permiten la mejor ventilación e iluminación de las plantas y abonados no abusivos de Nitrógeno.

- **Alternaria**

Es un hongo de no muy frecuente aparición y que tradicionalmente ha sido muy fácil de controlar con los productos fungicidas que existen en el mercado, sin embargo cada vez estamos viendo que es un hongo que en determinados años actúa con mucha agresividad llegando a producir importantes daños.

▲ **Síntomas:** Los síntomas más típicos son los de necrosis en hojas con círculos concéntricos que delatan la enfermedad, la cual está bien estimulada por las altas humedades y buenas temperaturas dentro del invernadero.

▲ **Control:** Como métodos de lucha lo más eficaz son los tratamientos fungicidas preventivos en aquellos lugares donde son frecuentes las infecciones de este hongo, y en



los períodos en que comienza a incrementarse la temperatura con una humedad bastante elevada, y como no, intentando mantener una buena ventilación del invernadero.

Las materias activas de posible uso son: captan, difenoconazol, clotarlonil, folpet, polioxina-B, propineb.

- ***Didymella bryoniae* (*Mycosphaerella citrulina*)**

Se trata de un hongo que produce lesiones fundamentalmente en los frutos y el tallo, aunque también en las hojas.

▲ **Síntomas:** A veces se puede confundir con la botrytis, ya que produce también una podredumbre apical de los frutos, fundamentalmente aquellos con defectos de formación, si se corta se observa en el interior una depresión central con una tonalidad algo oscura, mientras que en el tallo la podredumbre es más oscura, y al cabo de algún tiempo se observan unos pequeños puntos negros que son los picnidios del hongo.

En las hojas produce unas manchas de color verde pálido localizadas en el filo de las mismas, y que evolucionan a una coloración marrón seca.

▲ **Control:** En las heridas de la poda cuando hay condiciones favorables para la enfermedad se aconseja un tratamiento químico localizado en éstas. Las materias activas más utilizadas para esta enfermedad son: benomilo, metil-tiofanato y procimidona.

- ***Mildiu* (*Pseudoperonospora cubensis*)**

Esta es la enfermedad que junto con el Phytium, tiene peores consecuencias en un cultivo de pepino, ya que se desarrolla a gran velocidad a partir del momento en el que se detecta. El hongo se desarrolla con altas humedades y siempre que haya en algún momento presencia de agua, bien lluvia o rocío.

▲ **Síntomas:** El síntoma inicial es de una pequeña mancha amarillenta delimitada por los nervios de la hoja, lo que da un aspecto poligonal muy característico, y en pocas horas se puede ver como el envés de la hoja toma una tonalidad pardusca y termina apareciendo llena de filamentos violáceos abundantes que son las estructuras reproductoras del hongo, al mismo tiempo, la mancha se va necrosando y toma el característico color marrón final.

▲ **Control:** Es hoy por hoy uno de los hongos más peligrosos que existe para el pepino dada su rapidez de propagación y virulencia.

Si bien existen una gran cantidad de productos que tienen efectos preventivos y curativos con mayor o menor éxito, es cierto que los más efectivos suelen producir una cierta parada vegetativa de la planta. Como técnicas culturales hay que evitar el exceso de humedad ventilando el invernadero, ir a marcos de plantaciones no muy densos y eliminar restos vegetales y malas hierbas. El control químico debe ir acompañado de las medidas culturales. Al observar los primeros síntomas, los tratamientos se realizarán con productos sistémicos asociados a uno preventivo, si se repiten tratamientos alternar las materias activas.

Materias activas de posible uso:

Preventivos / Contacto	Preventivos y curativos / Sistémicos
Captan	Cimoxamilo + Mancozeb
Diclofluanida	Benalaxil + Mancozeb
Fosetil-AI	Metalaxil + Mancozeb
Mancozeb	Diclofluanida + Tebuconazol
Metiram	Oxadixil + Mancozeb

#### 7.4. (Virosis)

Los virus son agentes parásitos capaces de producir enfermedades en las plantas. Una característica importante es que son parásitos obligatorios, no pudiendo multiplicarse fuera de organismos vivos. Por lo tanto no puede hablarse de lucha química ya que cualquier producto que actuara contra el virus, lo haría contra la propia planta.

Son incapaces de penetrar por si solos en otros organismos, necesitan agentes transmisores u otro mecanismo (heridas) que les permitan ponerse en contacto con las células vivas.

- **CMV (virus del mosaico del pepino)**

▲ **Síntomas:** Causa mosaicos amarillo verdoso, deformaciones en hojas y enanismo de la planta. En general el virus causa una disminución importante de la producción. Los frutos muestran mosaicos y deformaciones.

▲ **Transmisión:** Se realiza por más de 75 especies de pulgones entre los que destaca *Myzus persicae* y *Aphis gossypi*. El insecto adquiere el virus muy rápidamente después de comer sobre plantas enfermas e inmediatamente es capaz de transmitirlo a las plantas sanas.

- **WMV-2 (virus del mosaico de la sandía-2)**

▲ **Síntomas:** Se observan mosaicos a veces deformantes y reducción de la superficie foliar. En frutos se observan moteados.

▲ **Transmisión:** Se realiza de forma no persistente por unas 38 especies de pulgones

- **ZYMV (virus del mosaico amarillo del calabacín)**

▲ **Síntomas:** Aparecen manchas verde oscuro a lo largo de los nervios, con abollonaduras y asimetría del limbo foliar, así como mosaicos foliares; sobre frutos aparecen deformaciones, mosaicos y abollonaduras.

▲ **Transmisión:** Se realiza de forma no persistente por varias especies de pulgones.

#### CONTROL DE VIRUS TRANSMITIDOS POR ÁFIDOS (PULGONES)

Los métodos de lucha van encaminados a reducir las plantas huéspedes reservorio de virus y proteger a los cultivos de sus insectos vectores.



- Eliminación de malas hierbas en las parcelas y alrededores ya que actúan como reservorio de virus así como de sus insectos vectores.
- Protección de semilleros para evitar contaminaciones precoces, reduciendo la gravedad de la enfermedad. Es necesario impedir la llegada de pulgones a los semilleros.
- Utilización de mallas en los invernaderos, que dificulten la entrada de pulgones en los cultivos. Uso de variedades tolerantes o resistentes en los casos en que existan.
- Eliminación de plantas afectadas. Para que no sirva de foco de infección deben quitarse lo más pronto posible.
- Tratamientos insecticidas. Si disminuimos la población de vectores, también se reduce la posibilidad de transmisión.

- **SqMV (Virus del mosaico de la calabaza)**

▲ **Síntomas:** Muchas razas dan lugar a la aparición de manchas cloróticas, clareamiento de las venas y posteriormente se recuperan, no observándose síntomas en frutos.

▲ **Transmisión:** Se realiza por semillas (embrión); además puede ser contacto entre hojas y durante operaciones culturales (poda, entutorado, etc) así como por insectos masticadores.

▲ **Control:** Como métodos de lucha más importantes: utilización de semillas libres de virus y evitar la transmisión mecánica en las operaciones de poda, procurando tocar las plantas lo menos posible y arrancar precozmente las enfermas para reducir las posibilidades de diseminación

- **CuYV (Virus del amarilleamiento del pepino)**

▲ **Transmisión:** Se consideran como vectores las moscas blancas (*T. vaporariorum* y *B. tabaci*).

▲ **Síntomas:** En las hojas se observan mosaicos amarillos en las zonas internerviales con los nervios de color verde normal, no se observan síntomas en frutos sólo reducción del rendimiento.

▲ **Control:** Eliminación de malas hierbas de la parcela de cultivo y sus alrededores.

- Protección de semilleros para evitar contaminaciones precoces.
- Medidas culturales que impidan o disminuyan la presencia del vector, con mallas, trampas cromáticas, cultivos trampas, etc.

- **CVYV (Virus de las venas amarillas del pepino)**

▲ **Transmisión:** Por mosca blanca (*B. tabaci*) no se transmite por contacto entre plantas; esta citada la transmisión por injerto y además se puede transmitir por inoculación mecánica.

▲ **Síntomas:** En hojas se marcan fuertemente los nervios secundarios con clorosis. Como quemaduras. En el fruto se aparece mosaico verde claro, verde oscuro, que lo hace no comercial.

▲ **Control:** Tratamientos químicos contra la mosca blanca en plantas sanas.

## 8. ( RECOLECCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN )

La recolección se realiza cuando los frutos alcanzan su madurez comercial, aunque los calibres varían según las preferencias de los diferentes mercados. La recolección se realiza cortando el pedúnculo con un cuchillo y dejando un trozo de un centímetro de longitud. La frecuencia de recogida esta en función de las condiciones ambientales (especialmente temperatura) y del mayor o menor tamaño que se desea en cada caso, variando desde varias veces por semana a comienzo del otoño, hasta más de ocho días en invierno. Debido a la gran cantidad de agua que constituye el fruto (95%) se debe evitar las deshidrataciones, realizando la corta en horas de poco calor y dejando las cajas con los frutos en un almacén o a la sombra, hasta su traslado al centro de comercialización.

Debe evitarse el cortar frutos “no terminados” ni “pasados” que deprecian el resto de la partida. Algunos de los detalles indicadores de que los frutos están a punto son: uniformidad del diámetro, redondeo de la zona apical y piel más o menos oscura y más lisa. Si se retrasa la recolección, el fruto toma un tamaño demasiado grande y tiene poca capacidad de conservación. Si la comercialización se realiza a través de alhóndigas, se deben de separar por tamaños y calidades, sin embargo si se lleva a cooperativa, dichas clasificaciones, así como el plastificado, envasado, almacenamiento, y de transporte a destino, son realizados por la entidad. Los destinados al mercado deben reunir las siguientes características mínimas: estar enteros, sanos de aspecto fresco, limpios, sin humedad exterior, firmes y sin olores ni sabores extraños. Además deben de haber alcanzado el desarrollo normal, guardar las características de la variedad y ser más o menos rectos.

## 9. ( BIBLIOGRAFÍA )

- Alvear, C.; 1.991. Bruinsma Seeds. “Cultivo de pepino en sustratos”.
- Aparicio, V.; 1.995. “Plagas y enfermedades de los principales cultivos hortícolas de la provincia de Almería”.
- Castilla, Bretones, López-Gálvez.; 1.990. “Caracterización del cultivo del pepino en invernadero en Almería”. Estación experimental de Cajamar “las Palmerillas”.
- Castilla, N. ; “Condiciones ambientales y mejoras técnicas de instalaciones en cucurbitáceas”. Estación experimental de Cajamar “las Palmerillas”.
- Cuadrado, I.M.; 1.994. “Las virosis de las hortalizas en los cultivos de invernadero de Almería”. C.I.D.H. La Mojonera. Almería.
- Documentos Técnicos Agrícolas.; 1.998. “Riego por goteo en un cultivo de pepino holandés en invernadero”. Estación experimental de Cajamar “las Palmerillas”.
- Gómez, J.; 1.994. “Enfermedades causadas por hongos de suelo”. C.I.D.H. La Mojonera. Almería.
- Gómez, V.; 1.994. “Otros hongos afectando partes aéreas”. C.I.D.H. La Mojonera. Almería.
- López, Bretones.; 1.988. “Consideraciones de tipo climático del cultivo de pepino en los invernaderos de Almería”. Estación experimental de Cajamar “las Palmerillas”.
- Nunhems Semillas.; 1.997. “Cultivo del pepino corto”.
- Palomar, F.; 1.988. “Nuevas técnicas en horticultura”.
- Pérez Alfonso, J.J.; 1.984. “Cultivo del pepino en invernadero”.
- S&G Seeds.; 1.992. “Pepino holandés. Cultivo en invernadero”.
- S&G Seeds.; 1.995. “Dossier. Doble cultivo de pepino holandés en otoño”.

(TEMA 21)



# EL CULTIVO PROTEGIDO DEL CALABACÍN

**María del Mar Cortés Martínez**  
Ingeniero Técnico Agrícola  
Consultora Agrícola





## 1. ( DESCRIPCIÓN BOTÁNICA ]

El calabacín pertenece a la familia de las **Cucurbitáceas**, su nombre botánico es *Cucurbita pepo*.

Es una planta anual, herbácea, de crecimiento indeterminado y porte rastrero.

## 2. ( MORFOLOGÍA DE LOS ÓRGANOS VEGETATIVOS Y PRODUCTIVOS DE PLANTA ]

### ( Sistema radicular ]

Presenta un sistema radicular muy potente, donde la raíz principal axonomorfa alcanza un gran desarrollo en relación con las raíces secundarias, las cuales se extienden superficialmente.

Aparecen a veces raíces adventicias en los entrenudos de los tallos cuando están en contacto con tierra húmeda.

### ( Tallo ]

El calabacín posee un tallo principal herbáceo, grueso, anguloso, que puede alcanzar diversas alturas, que varía según la variedad, condiciones climáticas y de cultivo. El tallo es cilíndrico, y el grosor es diferente según la variedad de calabacín.

Los entrenudos del tallo son más o menos cortos dependiendo del tipo de variedad.

Para mejorar la calidad del fruto se debe guiar, aunque hay tipos de calabacín que no se pueden entutorar por el peso del calabacín.

### ( Hojas ]

Las hojas son palmeadas, de limbo grande y sostenidas por alargados peciolos.

Los peciolos parten del tallo, alternándose de forma helicoidal. Son largos, huecos, consistentes, con vellosidades y espinas cortas y finas distribuidas a lo largo del mismo.

El limbo está formado por cinco lóbulos. En función de la variedad están más o menos pronunciados.

Los nervios principales parten de la inserción del peciolo con la hoja dirigiéndose al centro de cada lóbulo y éstos a su vez se subdividen a los extremos de las hojas.

El haz de las hojas es suave al tacto y el envés áspero, recubierto de espinas cortas a lo largo de las nerviaciones.

### ( Flores ]

La planta es monoica, es decir, presenta flores femeninas y masculinas independientes en el mismo pie. Son vistosas, grandes de color amarillo y acampanadas. Una

de las características del cáliz es que es zigomorfo o irregular. Consta de cinco sépalos verdes y puntiagudos y de la corola es que es actinomorfa o regular.

El pedúnculo de la flor masculina es largo y cilíndrico, pudiendo alcanzar una longitud de hasta 40 cm.

La flor femenina se une al tallo por un corto y grueso pedúnculo de sección irregular pentagonal o hexagonal.

### ( Fruto ]

El fruto es una baya carnosas, sin cavidad central, de color verde o amarillo. La piel es lisa y muy sensible a rozaduras. Es alargado, cilíndrico y con pedúnculo muy corto.

## 3. ( CONDICIONES DE CULTIVO ]

### ( Clima ]

#### • Factores climáticos:

Temperatura, humedad y luminosidad.

El manejo racional de los factores climáticos de forma conjunta es fundamental para un correcto funcionamiento del cultivo, por estar relacionados entre sí.

#### ▲ Temperatura:

- Temperatura mínima de germinación 10 °C
- Temperatura máxima de germinación 40 °C
- Temperatura óptima de germinación 25-30 °C
- Temperatura óptima día 24-30 °C
- Temperatura óptima noche 15-20 °C
- Temperatura mínima biológica 10-12 °C
- Temperatura mínima letal 0-2 °C

La temperatura varía en función de las fases del cultivo:

- **Germinación:** La temperatura óptima es de 20-25 °C, la mínima de 15 °C y la máxima de 40 °C.
- **Crecimiento vegetativo:** La temperatura óptima es de 25-30 °C, la mínima de 10 °C y la máxima de 35 °C.
- **Floración:** La temperatura óptima es de 20-25 °C, la mínima de 10 °C y la máxima de 35 °C.

#### ▲ Humedad:

La humedad relativa óptima está comprendida entre 70 – 80%. El calabacín es un cultivo exigente en agua, por lo que la producción dependerá de la humedad ambiental.



Exceso de humedad en suelo puede provocar asfixia radicular, hongos, bacterias...

#### ▲ **Luminosidad:**

El calabacín es una planta muy exigente en luminosidad. Cuanto mayor luz mayor producción. La planta se desarrolla más rápido y la recolección es más frecuente.

#### ( **Suelo** )

Requiere suelos de textura franca y profundos. Es muy exigente en materia orgánica. El pH óptimo del suelo está entre 5,5 y 6. Tolera moderadamente conductividades altas.

#### ( **Siembra** )

Se suele hacer en siembra directa o por transplante (en su caso). El tiempo de nascencia es de 3-4 días a temperaturas próximas a 25 °C.

#### ( **Marcos de plantación** )

La densidad de plantación más habitual es de 1 planta / m<sup>2</sup>. Con marcos de 2 m x 0,75 m; 1 m x 1m; 1,33 m x 1 m; 1,5 m x 0,75 m dependiendo de la variedad y de la estructura del invernadero se ajustarán uno u otro. A veces se sitúan a tresbolillo.

#### ( **Prácticas culturales** )

##### • **Época de plantación:**

La plantación se puede establecer mediante siembra directa o por transplante. Lo más habitual es la siembra directa, con un tiempo de nascencia de 3-4 días y temperaturas próximas a 25 °C.

Hay varios ciclos:

CICLO de otoño-invierno: plantación agosto, septiembre, octubre.

CICLO de primavera: plantación diciembre, enero, febrero.

##### • **Poda, enturonado y limpieza:**

**Poda:** El desarrollo de la planta se realiza a través de un tallo principal, limitándose la poda a la eliminación de alguna brotación lateral.

**Enturonado:** Se debe procurar un crecimiento vertical del tallo, evitando que se incline. Se utiliza hilo de propileno (rafia), que se lía a lo largo del tallo a medida que se desarrolla la planta. Existen variedades tipo marrow que no se entutoran por el peso del fruto.

**Limpieza:** Consiste en la eliminación de flores, y frutos que presenten deformaciones.

##### • **Polinización**

La utilización de fitorreguladores de síntesis para el cuajado está generalizado.

La frecuencia de aplicación será:

- de 4 a 5 días con temperaturas altas y días largos.
- de 7 a 10 días con temperaturas bajas y días cortos.
- todos los días a la flor, sobre todo con temperaturas altas para evitar frutos terminados en punta.

• **Fertirrigación:**

Las extracciones estimadas del cultivo son por 1000 kg de producción:

- 3,5 a 4,5 kg de N
- 0,8 a 2 kg de  $P_2O_5$
- 4 a 6 kg de  $K_2O$
- 0,5 A 1,4 Kg de Mg

En el cultivo de calabacín existen varias fases de cultivo.

Es recomendable realizar un análisis de suelo para comprobar los nutrientes del suelo y en función de éstos aportar los abonos necesarios.

Después de la plantación se darán varios riegos sólo con agua. A los 15 días, la planta todavía no ha cuajado fruto. Desde el inicio del cuajado hasta el final del cultivo la planta está en plena floración.

Para cultivo sin suelo se propone una solución nutritiva tipo:

Macroelementos	mmo/L	Microelementos	micro-mol / L
$NO_3$	10-12,5	Fe	16-30
$H_2PO_4$	1,5-1,8	Mn	14-16
$SO_4$	1,25	Zn	2-3
$NH_4$	0,5	B	14-16
K	7-8	Cu	1-1,5
Ca	3-4	Mo	0,5-1
Mg	2-2,5		

• **Recolección:**

El inicio de recolección se realiza entre los 30 días en verano hasta los 45 días en invierno, según variedad y fecha de plantación. Se recolecta antes de llegar a la madurez fisiológica. Ésta se efectuará diariamente o cada dos días.

#### 4. ( ELECCIÓN DEL MATERIAL VEGETAL ]

##### ( Otoño ]

Las variedades más comunes para el ciclo de otoño se agrupan según su fecha de siembra:



- **Cultivo extratemprano:** La fecha de siembra oscila del 1 al 15 de agosto.
  - ▲ **Cora:** Es de color verde medio, precoz, vigorosa, productiva y con pocas estrías.
  - ▲ **Tosca:** Es una variedad muy precoz, de vigor medio, adaptada a épocas de calor. Alta tolerancia a Oidio.
  
- **Cultivo temprano:** La fecha de siembra oscila del 5 al 10 de septiembre.
  - ▲ **Cónsul:** Es una variedad muy precoz de planta vigorosa y abierta. Frutos de color medio oscuro, con bastante brillo que le confiere un aspecto fresco y atractivo, de gran densidad lo que permite alargar su tiempo de conservación.
  - ▲ **Otelo:** Es una variedad de vigor medio alto. Fruto cilíndrico, uniforme, y recto, de color verde medio oscuro. Productiva y de gran calidad.
  - ▲ **Chapin:** Es una planta vigorosa, con hojas partidas y entrenudos cortos que facilitan la recolección. Frutos cilíndricos de color medio oscuro, con fondo jaspeado algo más claro. Carne blanca y firme. Variedad semi-precoz adaptada al cultivo de invernadero.
  - ▲ **Tempra:** Variedad precoz y productiva. Frutos cilíndricos, rectos y de color medio brillante. Planta de follaje aireado, vigor medio y muy adaptada a cultivos de invernadero. Aguanta bien una vez recolectado.
  - ▲ **Belor:** Planta de porte erecto, entrenudos cortos y follaje reducido. Cultivo en invernadero, túnel y aire libre. Fruto cilíndrico de color verde oscuro y brillante. Desprendimiento de flor fácil.
  
- **Cultivo medio:** La fecha de siembra es del 5 al 10 de octubre.
  - ▲ **Vip:** Es una planta compacta de entrenudos muy cortos, para cultivo en invernadero y ciclo corto. Producción alta y uniforme. Frutos de color medio brillante, cilíndricos, de unos 20 cm.
  - ▲ **Storr's Green:** Es una planta robusta de entrenudos cortos. De ciclo largo y elevada producción. Para invernaderos y aire libre. Frutos de color verde medio y cilíndricos.
  - ▲ **Diamante:** Planta de porte abierto y buen vigor. Bien adaptada al aire libre y al invernadero. Buena resistencia al frío para siembras de otoño y primavera temprano. Fruto cilíndrico, verde, de 18 a 20 cm de longitud. Precocidad: 50 días.
  
- **Cultivo tardío:** La fecha de siembra oscila del 25 de octubre al 5 de noviembre  
Las características de las variedades de **Storr's green** y **Diamante** se han citado anteriormente.
  - ▲ **Milenio:** Es una planta vigorosa y compacta, con hojas erectas. Frutos cilíndricos de color verde muy oscuro y brillantes. Carne blanca y consistente. Variedad precoz y productiva, adaptada al cultivo de invernadero y al aire libre. Algo tolerante a podredumbre blanda.

### ( Primavera ]

Las variedades para el ciclo de primavera son **Cónsul**, **Otelo**, **Cora**, **Tosca**. Las caracte-

terísticas de estas variedades se han citado anteriormente. En primavera la tendencia de éstas es de frío a calor, con lo que el comportamiento de las variedades varía bastante.

La fecha de siembra ideal para las variedades de **Cónsul** y de **Otelo** es del 1 al 10 de diciembre, y para las variedades de **Cora** y **Tosca** es durante los meses de enero y febrero.

## 5. ( **PLAGAS, ENFERMEDADES, FISIOPATÍAS Y VIRUS** )

### ( **Plagas** )

#### • **Araña roja**, *Tetranychus urticae*

Estos ácaros pueden aparecer en cualquier época del año. A menos de 12 °C, no se desarrolla, y a más de 40 °C se produce una gran mortalidad y se bloquea su desarrollo. Su aparición y desarrollo se ve favorecido por humedades bajas.

- La reproducción es normalmente sexual.
- Los huevos no fecundados dan lugar a machos mientras que los fertilizados dan lugar a machos y hembras.
- Cada hembra adulta puede poner unos 100-120 huevos, con una frecuencia de 3-5 huevos por día, y su vida puede durar entre 20 y 28 días; mientras que la vida del macho es de 14 días.

La proporción normal de hembras y machos en una población de esta plaga es 3:1. En condiciones favorables las generaciones se suceden sin interrupción durante todo el año.

Los ataques suelen aparecer por focos, frecuentemente cerca de las malas hierbas como la correhuela o malva.

Forman colonias en las que tejen capas de seda, pudiendo llegar a cubrir toda la hoja, creando con ello un microclima al retener la humedad producida por la transpiración de la planta, lo que le permite sobrevivir en climas muy secos, protegiéndose de los acaricidas y de los depredadores.

Las sedas también les sirven como mecanismo de dispersión. El ciclo comprende 5 estados de desarrollo:

- Huevo, larva, protoninfa, deutoninfa y adulto.

La duración del ciclo oscila entre 30 días a 15,5 °C y 7 días a 30 °C.

#### • **Mosca blanca**, *Bemisia tabaci*

Colonizan la planta desde el inicio de los cultivos, la aparición depende las condiciones climáticas.

El rango de temperatura para su desarrollo está entre 16 °C y 34 °C, temperaturas letales se sitúan por debajo de los 9 °C y por encima de los 40 °C.

El umbral de temperatura para la oviposición es de 14 °C. La fecundidad se reduce de manera notable al hacerlo la temperatura.



La forma de reproducción es por partenogénesis. Las poblaciones de esta plaga se superponen en los tres estados de desarrollo, en condiciones de invernadero, pudiendo sucederse hasta 10 generaciones al año.

La hembra prefiere las hojas jóvenes para ovipositar, a excepción de especies vegetales pilosas en las que se abstiene, sin embargo, parece ser, que prefiere una moderada pilosidad.

El adulto puede distinguir entre especie vegetal y variedades. Uno de los factores más importantes es el color para su selección a gran distancia.

Existe una correlación positiva entre la intensidad de luz y la atracción.

El incremento poblacional se encuentra correlacionado positivamente con el de la concentración de N en la hoja.

El ciclo presenta cuatro estados: huevo, larva, pupa y adulto. A su vez, el estado de larva tiene tres estadios: HI, II y III. El desarrollo completo puede durar un mes en total a una temperatura entre 22-25 °C .

- **Minador o Submarino, *Liriomyza trifolii***

La plaga aparece durante todo el año, si bien, las densidades varían en función de las condiciones ambientales y de la alimentación.

La temperatura óptima se sitúa en unos 25 °C.

La reproducción es por vía sexual. Cada hembra, en función de las condiciones ambientales, puede poner de 100 a 200 huevos.

Las generaciones se suceden durante todo el año solapándose unas con otras, en condiciones óptimas, se pueden completar entre 9 y 10 generaciones al año.

Para realizar las puestas, la hembra elige preferentemente cotiledones y hojas nuevas y tiernas.

De todas las picaduras que se pueden observar en una hoja, sólo el 10-15% es debido a puestas, las restantes son producidas por la alimentación.

El insecto pasa por los estados de huevo, 3 fases larvarias, pupa y adulto.

La duración del ciclo está influenciada por la temperatura, dándose algunas variaciones entre especies, así, para *L.huidobrensis* el ciclo de desarrollo es de unos 16 días a 25-26 °C.

Además de la temperatura otros factores abióticos que influyen en la duración del ciclo son la humedad y la luz.

- **Pulgón, *Aphis gossypii***

Pueden cerrar su ciclo biológico en cualquier época del ciclo de cultivo, si bien, prefiriendo las temperaturas altas.

La temperatura óptima para el desarrollo es de 26 °C, habiéndose observado una duración de su ciclo de 7 días a 24 °C. Por encima de 30 °C prácticamente no se reproduce.

Puede sobrevivir a temperaturas bajísimas, aunque temperaturas del orden de los 6 °C producen una inmovilización del áfido.

No necesitan el concurso del macho para su reproducción. Sus huevos son diploides y por este procedimiento se consigue:

- Todos los individuos de la colonia procrean.
- Las larvas recién nacidas ya poseen huevos diploides en formación desde su nacimiento, de forma que cuando llegan a adultos están en condiciones de producir nueva descendencia.

**Viviparidad.** No poseen huevos, sino paren larvas, se evita el tiempo que tarda en madurar el huevo. Los pulgones recién nacidos están perfectamente capacitados para clavar el estilete, succionar savia y alimentarse casi de continuo, de manera que cierran el ciclo reproductivo, en el plazo de tiempo más breve.

**Polimorfismo.** Pueden en un momento dado, producir individuos alados, capaces de emigrar en busca de mayor sustrato alimenticio. Esto se da, cuando la colonia necesita dispersarse. El aviso de la necesidad de dispersión se produce al haber superpoblación de individuos o al disminuir la calidad del alimento.

En los invernaderos, la dispersión se produce dentro del mismo cultivo a lo largo de todo el año.

En las formas ápteras se produce caminando por las hojas, entre hojas en contacto, por transporte pasivo por el hombre ó incluso por el suelo.

En las formas aladas podemos distinguir dos tipos de movimientos ó vuelos:

- Vuelos triviales ó dispersantes, son a corta distancia entre plantas y dentro de la parcela o proximidades.
- Vuelos migratorios, los áfidos se desplazan a largas distancias ayudadas por corrientes de aire, en un transporte activo-pasivo.

La distribución del pulgón en invernadero es típica por focos. Se sitúan normalmente en el envés de la hoja.

La distribución dentro de líneas es más rápida (unas tres veces) que entre líneas, variando según densidad del cultivo y marco de plantación. Las primeras colonias suelen formarse en las zonas cercanas a las bandas.

El desarrollo de las plantas, con gran cobertura vegetal en el momento de la invasión, limita más las poblaciones a las bandas, mientras que una menor densidad y cubierta vegetal, en estados fenológicos más tempranos, permite una distribución más aleatoria en la parcela.

Las formas ápteras se observan con preferencia en el envés de la hoja habiéndose observado a distintos niveles de la planta según su estado de desarrollo. La dispersión de éstos es más rápida en los cultivos rastreros, que en los cultivos entutorados en los que las colonias suelen encontrarse más localizados en focos.

***Myzus persicae*:** Las formas aladas en sus vuelos alcanzan las plantas de manera diferencial en el haz de las hojas superiores.



- **Trip, *Frankliniella occidentalis***

La presencia de *F. Occidentalis* a lo largo del año es ininterrumpida, encontrándose formas en todos sus estados.

Los máximos poblacionales se encuentran en las épocas más cálidas del año. La temperatura mínima de desarrollo se sitúa alrededor de los 10 °C y por encima de 35 °C es muy elevada la mortalidad de las larvas.

La humedad ambiental baja influye negativamente en la supervivencia de los estados inmaduros.

Comúnmente las hembras no fecundadas sólo producen machos, mientras que las fecundadas pueden producir tanto machos como hembras.

La proporción de machos en la población, aunque variable, según las estaciones, puede ser menor que la de las hembras, debido a que su longevidad es la mitad que la de ellas.

Las hembras encuentran en el polen uno de los alimentos más adecuados para multiplicarse. La fecundidad de las hembras se encuentra muy relacionada con la cantidad y la calidad del alimento de que dispone, además de que varía con la temperatura, es distinta según el cultivo de que se trate.

El número de generaciones se acorta con temperaturas altas.

Una infestación de trips puede comenzar con la entrada de los insectos en el invernadero con el material vegetal. Más avanzada la estación, los adultos pueden entrar, volando desde el exterior. En un invernadero tipo Almería la entrada se realiza ayudada por los vientos dominantes y en muy pocas semanas.

Finalmente los trips pueden hibernar en hendiduras y otros lugares recónditos reapareciendo en la estación siguiente.

La infestación de trips empieza normalmente en una pocas plantas y luego se difunde gradualmente a todo el invernadero. Aunque es básicamente herbívoro, ya que se alimenta de tejidos superficiales de hojas, flores y frutos y además utiliza néctar y polen, también puede llegar a actuar como depredador.

Las larvas y hembras de *F. Occidentalis* son depredadores de araña roja, *Tetranychus urticae*, incrementándose su actividad con el aumento de las poblaciones de araña. Sin embargo, su actividad depredadora se ve reducida con la presencia de hilos de seda segregados por las poblaciones de araña.

El órgano elegido puede ser floral (los adultos tienen tendencia a colonizar las flores), una parte de la hoja o los tallos tiernos.

Cuando las larvas han alcanzado el máximo desarrollo, dejan de alimentarse y buscan un lugar protegido de la luz para ninfosar. Generalmente lo suelen hacer en la hojarasca, los restos vegetales o en los primeros centímetros del suelo y, con menos frecuencia, sobre la epidermis de la planta.

Finalmente emergen los adultos con lo que se completa el ciclo. Poco tiempo después comienzan a volar (preferentemente a las flores para alimentarse de polen).

Las hembras iniciarán la puesta. La duración del ciclo biológico depende de la

temperatura, de la naturaleza del hospedante y de la calidad y cantidad del alimento disponible.

En invernaderos, la duración del ciclo completo es muy corto, de tan sólo 14 días a 26 °C.

- **Oruga**

Los máximos vuelos de adultos, según estudios realizados mediante trampas de luz y de feromonas, se producen:

1º enero -febrero

2º abril - mayo

3º junio- julio

4º agosto

5º septiembre-octubre

El intervalo de temperaturas que soportan para su desarrollo es muy amplio, estando comprendido entre 6 y 37 °C, presentando además una gran resistencia a la desecación y a la humedad (entre 6 y 100% de humedad relativa).

Poseen reproducción sexual, ovípara . El acoplamiento y puesta de las hembras se produce de 2 a 5 días después de la emergencia.

Los huevos son puestos aisladamente, teniendo preferencia por el período de floración y por los brotes jóvenes.

Las larvas comienzan alimentándose de las hojas, dañando la parte apical de la planta, en algunos casos hasta perdiéndola.

La oruga pasa por estados de huevo, larva con 5-6 estadios, pupa y adulto.

Se considera el ciclo biológico, continuo, en el que se superponen los distintos estados, pudiendo pasar el período invernal en forma de larva, ya que presenta una notoria resistencia al frío.

El número de estadios larvarios varía según los individuos, y para poblaciones concretas, dependiendo de la alimentación y la temperatura, oscila entre 5 y 7.

La duración del estado de larva oscila entre 9,6 días a 35 °C y 47,3 días a 15 °C .

La duración del estado de crisálida (pupa) es 10 días a 35 °C y 190 días a 15 °C .

### ( Enfermedades ]

- **Oidio o Ceniza de las cucurbitáceas**

La lluvia, supone de forma indirecta, un aumento de la HR que reduce la esporulación, germinación y crecimiento del micelio, mientras que provoca un efecto favorable en la infección y supervivencia de los conidios. Las condiciones de sequía favorecen la colonización, esporulación y dispersión.

La reproducción se realiza mediante esporas.



En nuestras condiciones climáticas suele aparecer al comienzo de la primavera, tanto al aire libre como en invernadero. La enfermedad se produce a partir de las esporas llevadas por el viento. Estas germinan produciendo una hifa corta en cuya extremidad se forma un apresorio, dispositivo con el que se fija a la hoja.

El rango de temperatura se sitúa entre 10-35 °C.

Se ha comprobado que la temperatura más adecuada para la germinación está entre 20-29 °C, estando el óptimo a 26 °C.

Para el desarrollo y la esporulación, la temperatura óptima es de 20 °C y, tanto el crecimiento, como el nº de conidios producidos, son elevados a temperaturas comprendidas entre 15-25 °C, bajos a 10 °C y casi nulos a temperaturas de 30 °C.

La humedad relativa (HR) óptima para el crecimiento de *Sphaerotheca fuliginea* es de aproximadamente un 70%.

- **Podredumbre gris o *Botrytis***

Es la presencia de agua libre sobre las plantas lo que favorece las contaminaciones. En general, el mejor estado de nutrición del patógeno es su estado saprofítico. Otros factores que influyen en el comportamiento de *Botrytis cinerea* es la calidad de luz recibida. También lo es con una excesiva fertilización nitrogenada; situaciones de estrés (hídrico, térmico, luminoso...).

La planta es más vulnerable en la proximidad de la cosecha de los primeros frutos. En el micelio se producen directamente las esporas asexuales en las células esporógeras separadamente o en conidióforos que pueden estar aislados, en racimos o densamente empaquetados.

Parásito inespecífico que ataca a un amplio número de especies vegetales afectando a todos los cultivos hortícolas protegidos de Almería y que puede comportarse como parásito y como saprofito .

El hongo pasa el verano, en la época de no cultivo, en el suelo, o adherido a restos vegetales, dentro del invernadero o en las lindes de este.

Las conidias, son transportadas por el viento o el agua, se depositan en las flores o en hojas o en ramificaciones de la planta o en frutos. Las lesiones en los tallos se agrandan y profundizan rápidamente. Los frutos son invadidos a partir de su corola marchita. Germinan e invaden la planta dando lugar a podredumbres blandas, las zonas blandas y necrosadas originan nuevas conidias que completan el ciclo, volviendo a pasar la época estival en forma de micelio resistente.

La temperatura ambiental optima oscila entre 20 y 25 °C.

Se desarrolla óptimamente en condiciones de alta humedad relativa (95%). Siendo este factor el más limitante para la infección.

- **Podredumbre blanda. *Erwinia carotovora***

Son bacterias con gran capacidad saprofítica que pueden sobrevivir en el suelo, agua de riego y raíces de malas hierbas. Las condiciones favorables para el desarrollo

de la enfermedad son altas humedades relativas y temperaturas entre 25 y 35°C, siendo la óptima 22 °C.

### ( Fisiopatías ]

- **Anieblado de frutos**

La causa parece estar relacionada con un aclareo natural de la planta, agotamiento y falta e vigor vegetativo. Es muy común en cucurbitáceas, se producen frutos sin desarrollar. No obstante se debe vigilar el abonado para no provocar carencias en el momento de la fructificación. Los cambios bruscos de temperatura y de humedad relativa pueden en ocasiones provocar el anieblado de frutos.

- **Frutos terminados en punta**

Se debe a un desarrollo excesivo del pistilo de la flor como consecuencia de las bajas temperaturas nocturnas. Fruto alargado, terminado en punta.

Se deben evitar las temperaturas bajas (menos de 10-15 °C) y las altísimas temperaturas provocando falta de agua.

Los cambios bruscos de temperatura también influyen, y la deficiencia de hormona para el cuajado.

- **Plateado**

Puede ser debido a una toxina que inyecta la mosca blanca (*Bemisia tabaci*). En las hojas aparece una coloración plateada, sobre todo más en las bandas de la parcela que en el centro o debajo de las ventanas cenitales.

Existe una disminución en la producción de la planta. Para evitar esta fisiopatía se deben controlar los niveles de la plaga.

- **Frutos con flor pegada**

Se producen en plantas que soportan poblaciones altas de mosca blanca, y asociado con humedades relativas bajas. Se suele dar debajo de las aperturas cenitales y las bandas. Se deberán de controlar los niveles de mosca blanca.

### ( Virus ]

En el cultivo de calabacín se distinguen varios tipos de virus:

- **Virus del mosaico del pepino (CMV)**

Se trata de un virus ampliamente difundido por todo el mundo especialmente en la zona templada. Este virus posee una gran variedad de huéspedes, habiéndose encontrado su presencia en 775 especies vegetales.

Su forma de transmisión natural es por áfidos (pulgones), de forma no persistente, el insecto adquiere el virus rápidamente después de haber comido de plantas enfermas e



inmediatamente es capaz de infectar plantas sanas pero por un corto periodo de tiempo.

- **Virus del amarilleamiento de las venas del pepino (CVYV)**

Ataca a las especies de la familia de las cucurbitáceas, el virus esta extendido por el Mediterráneo oriental. Hay citadas dos cepas el CVYV-Isr y CVYV-Jor que producen síntomas de aclareo de las nerviaciones.

Produce disminución de la producción con un agotamiento de la planta, acentuándose en invierno.

- **Virus del mosaico amarillo del calabacín (ZYMV)**

Su transmisión se produce de forma no persistente (el insecto adquiere el virus rápidamente después de haber comido de plantas enfermas e inmediatamente es capaz de infectar plantas sanas pero por un corto periodo de tiempo) por áfidos , pulgones .

- **Virus 2 del mosaico de la sandía (WMV-2)**

Su transmisión se produce de forma no persistente (el insecto adquiere el virus rápidamente después de haber comido de plantas enfermas e inmediatamente es capaz de infectar plantas sanas pero por un corto periodo de tiempo) por áfidos, **pulgones**.

Ataca principalmente a cucurbitáceas de forma individual o bien de forma mixta con el virus del mosaico del calabacín (ZYMV).

## 6. ( RECOLECCIÓN ]

Las recomendaciones de corte de calabacín van relacionados con la longitud del fruto, ésta se medirá entre el punto de unión con el pedúnculo y el extremo apical del fruto, de acuerdo con la escala siguiente, según el *Soivre*:

- Calibre P: entre 7 y 14 cm.
- Calibre M: entre 14 y 21 cm.
- Calibre G: entre 21 y 30 cm.

Cuando el calibrado se hace por peso, se hará la escala siguiente:

- De 50 a 100 gramos.
- De 100 a 225 gramos.
- De 225 a 450 gramos.

Atendiendo a la calidad, aspectos y defectos de forma, se clasifican en las siguientes categorías:

- Categoría I
- Categoría II
- Categoría III

En las empresas de comercialización se debe hacer la **trazabilidad**, que consiste en realizar el seguimiento al producto desde que entra en el almacén, hasta que sale de éste.

Cada parcela de la empresa será identificada con un número de referencia que se mantendrá hasta el envasado final del producto, con el fin de tener información por si hubiese algún problema en destino.

## 7. ( **MERCADOS** )

La exportación del producto de calabacín se hace a Alemania con un porcentaje de 24%, a Francia con un 16%, a Holanda con un 11%, a Gran Bretaña con un 9% y a otros mercados con un 3%. La venta a mercado nacional oscila, por tanto alrededor de un 37%.

Las exigencias de mercado Alemán son ajustar las calidades y costes a los precios. No precisa de calidades supremas, por lo que un producto estándar tiene buena acogida entre los consumidores. Se trata de ofertar un buen precio y efectuar un seguimiento de calidad estándar hasta la llegada de la mercancía a su punto de destino.

Con respecto al mercado inglés se debe de cuidar las exigencias y calidades. Los clientes británicos exigen para trabajar con ellos un producto extra o de primera, con una buena planificación y ajustándose al máximo a ella. Las exigencias de protocolos son uno de sus puntos fuertes (Nature's Choice, BRC, Eurep...).

El calabacín tiene una producción escalonada. Se debe de huir de la producción extratemprana, pues el riesgo de virosis es mayor y no es muy rentable, pues la producción no supera los 4 kg/m<sup>2</sup>.

Los precios más altos suelen oscilar entre los meses de diciembre, enero y febrero, como norma general, aunque algunos meses han llegado a valores altos

(TEMA 22]



# **E**L CULTIVO DE LA JUDÍA PARA VERDEO

**Jesús Villalobos López**

Ingeniero Técnico Agrícola  
Jefe del Departamento Técnico de Cabasc





## 1. ( INTRODUCCIÓN ]

La judía de verdeo es un cultivo tradicional en la agricultura forzada de Almería. Está extendida a lo largo de toda la zona de invernaderos aunque existen lugares donde hay una mayor concentración y otros donde es un cultivo minoritario principalmente debido a las exigencias de cultivos y comerciales.

No obstante, a lo largo de los últimos años ha sufrido unas modificaciones importantes tanto en tipos de judías como en sistema de cultivo adaptándose a las exigencias del mercado y aprovechando los últimos avances tecnológicos en el sistema de cultivo.

Los tipos que de una manera mayoritaria se producen en nuestra zona son de rastro o mata alta tipo **Perona** y tipo **Helda**, y de mata baja tipo **Striki** - vaina redonda.

La judía de verdeo es un cultivo especialmente sensible a la duración del día y a los cambios de temperatura. Pero a pesar de esta sensibilidad a las horas de luz e intensidad de la misma, se puede cultivar con producciones interesantes en cualquier fecha del año teniendo en cuenta que los invernaderos estén suficientemente adaptados. Buena prueba de ello es que, en zonas donde este cultivo está bastante extendido, se plantan judías todas las semanas del año, aunque existen tres ciclos mayoritarios:

### • Siembra

Agosto - Septiembre

Noviembre - Diciembre

Febrero - Marzo

### • Recolección

Noviembre - Diciembre - Enero

Marzo - Abril - Mayo

Mayo - Junio - Julio

si bien estos periodos dependerán de si se ha cultivado judía de ciclo largo o corto.

## 2. ( MORFOLOGÍA DE LOS ÓRGANOS VEGETATIVOS Y PRODUCTIVOS DE LA PLANTA ]

La judía pertenece a la familia de las leguminosas, su nombre botánico es *Phaseolus vulgaris*. El sistema radicular es muy ligero, formado por la raíz principal y un número elevado de raíces secundarias que se ramifican bastante. No suelen alcanzar mucha profundidad, desarrollada la mayoría en una zona del suelo comprendida entre la superficie y 25 cm de profundidad.

El tallo es herbáceo. Unas variedades son enanas y otras de enrame. Las primeras tienen el tallo bajo de 30 o 40 cm de porte erguido, las judías de enrame tienen un tallo de 2 a 3 metros de longitud, voluble que se enrolla en el soporte o tutor en sentido contrario a las agujas del reloj.

Sus flores son de varios colores, aunque las variedades más importantes son blancas, forman racimos de 4 a 8 flores, generalmente cuyos pedúnculos nacen en las axilas de las hojas o en las terminales de algunos tallos. Los frutos son legumbres, en cuyo interior contienen la semilla, la forma, color y dimensión son características variables. Hay frutas de color verde amarillo, jaspeado de marrón o rojo sobre verde, los colores más apetecidos por el consumidor son el verde y el amarillo, las variedades que se cultivan en Almería son principalmente de vaina verde de forma cilíndrica o plana.

El ciclo fisiológico de la judía se puede dividir en 4 bloques:

- Germinación y nascencia de la semilla hasta plántula de 10-15 cm.
- Desde plántula de 10-15 cm hasta el inicio de floración.
- Inicio de la floración, formación de frutos comerciales e inicio de recolección.
- Inicio de recolección, floración, desarrollo de fruta y final de cultivo.

Al igual que en el resto de cultivos, en el manejo y desarrollo de las plantaciones influyen conjuntamente la fertilización, el riego, condiciones de las instalaciones y parámetros de los que partían (textura del suelo, CE del agua de riego, tipo de arena, etc.) no obstante vamos a concretar unas normas generales del manejo de este cultivo:

■ Durante la germinación y nascencia de la planta la humedad debe ser constante y sin que se produzcan encharcamientos, un exceso de agua, sobre todo con temperaturas bajas, hará que la planta no nazca y durante esta etapa de 10-12 días debe ser suficiente el riego de siembra y un segundo riego corto de 1 L /m<sup>2</sup> a los 4 ó 5 días, dependiendo siempre de la textura del suelo y si tiene algún tipo de cobertura. Durante este periodo el aporte de agua debe realizarse sin ningún tipo de nutrientes.

Es importante al finalizar este periodo observar si ha habido algún tipo de fallo en germinación para reponer la planta lo antes posible consiguiendo así mayor uniformidad en la plantación.

■ A partir de aquí y hasta la floración, el equilibrio y abonado debe ser bajo en Nitrógeno pues la planta tiende a hacer un crecimiento vegetativo exuberante, llegando al momento de floración con una masa vegetativa excesiva. Este exceso de masa vegetal en consecuencia va en detrimento de la floración, produciendo pérdida de gran número de flores, exigiendo luego una acción de choque que disminuye la calidad y producción del cultivo.

Según indica el estudio de diversas plantaciones y ensayos realizados el equilibrio que estimamos más interesante es:

- **N - 10, expresado como N**
- **P - 15, expresado como P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>**
- **K - 23, expresado como K<sub>2</sub>O**

El riego medio que se estima conveniente en este periodo es de 3 L/m<sup>2</sup> con una periodicidad de 4 días, si bien esto va a ser muy variable en función de lo que determine la condición climática cuyos parámetros ideales se expondrán posteriormente.

La cantidad total de nutrientes aportada en cada uno de los riegos debe venir marcada por las características del agua y el suelo utilizando como media el aumento en 1 dS/m de la CE del riego y utilizando Nitrato potásico 13-0-46 y Fosfato monoamónico 12-60-0, el equilibrio anterior se consigue aportando 0,66 gramos de Nitrato potásico y 0,33 gramos de Fosfato monoamónico por cada litro de agua.

■ El tercer periodo que abarcaría desde el inicio de la floración hasta el principio de la recolección y que dependiendo de distintos factores debe durar entre 15 y 25 días, la



planta es muy exigente ya que cualquier carencia, en elementos fertilizantes o hídricos, repercute de manera desfavorable en la floración, mermando por tanto la producción.

En este periodo coinciden fruto y flores desarrollándose por tanto el equilibrio de fertilización y generalmente debe mantenerse pero se deben de acortar los intervalos de riego y la CE debe incrementarse de 1,2 a 1,4 dS/m sobre la ya existente en el agua, si esta no es superior a 2,2 dS/m, manteniéndose en 0,8 dS/m si lo es. Este periodo es el momento en el que el equilibrio vegetativo y floración es crucial debiendo corregirse con mayor o menor aporte de nitrógeno si se encuentra algún desequilibrio.

El cuarto periodo que abarca desde el inicio de recolección hasta finales del ciclo es el más largo, su duración dependerá de la variedad de plantas y de la fecha en que se realice la plantación. Este periodo puede durar entre 40 y 90 días. En esta etapa el desarrollo del fruto es continuo, lo mismo ocurre con la floración. Se obtiene producción que oscila mucho. Puede estar en una banda comprendida entre 1,5 kg/m<sup>2</sup> en condiciones desfavorables (días cortos y fríos) y los 6 kg/m<sup>2</sup> en días largos, temperaturas favorables y ciclos de 90 días de recolección. En este periodo el incremento de la cantidad de nitrógeno es importante a la vez que necesita también un mayor aporte de agua.

El equilibrio que estimamos más interesante es:

- N - 13 expresado como N
- P - 12 expresado como P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>
- K - 14 expresado como K<sub>2</sub>O

Parte del nitrógeno, se debe aportar como Nitrato cálcico soluble, debido a la imposibilidad de mezclar en un solo tanque el fósforo y el calcio.

En los sistemas que lo permitan se dará un solo tipo de abonado, en los que no lo permitan se dará el riego alternativo aportando en uno y en otro el fósforo y el nitrato de calcio. Los riegos se darán con una media de 5 L/m<sup>2</sup> con intervalos de 1 día, en campaña de primavera y de 3 días en la campaña de otoño, la CE se aumenta en 0,8-1 dS/m en la campaña de primavera y de 1-1,2 en la campaña de otoño.

### 3. (CONDICIONES DE CULTIVO ]

#### 3.1. (Climáticas ]

Las exigencias térmicas del cultivo, es decir los parámetros ideales entre los que siempre nos tendríamos que mover para optimizar los resultados son:

- |   |            |
|---|------------|
| • Temperatura óptima del suelo          | 15 - 20 °C |
| • Temperatura ambiente para germinación | 20 - 30 °C |
| • Temperatura mínima para germinación   | 10 °C      |
| • Temperatura óptima durante el día     | 21 - 28 °C |
| • Temperatura óptima durante la noche   | 16 - 18 °C |
| • Temperatura máxima biológica          | 35 - 37 °C |

- **Temperatura mínima biológica** 10 - 14 °C
- **Temperatura mínima letal** 0 - 2 °C
- **Temperatura óptima de polinización** 15 - 25 °C

La humedad relativa óptima durante la 1ª fase del cultivo es del 60% al 65% y a partir de esa del 65% al 75%. La luminosidad condiciona la fotosíntesis soportando la planta mayor temperatura a mayor luminosidad siempre que la humedad relativa sea la correcta. Las variedades de mata alta son 3 o 4 grados centígrados más exigentes en el mínimo biológico que las de mata baja. Una vez conocidos estos datos, lo importante es el manejo de la explotación para conseguir que estas condiciones sean lo más parecidas a las óptimas, siempre contando con que no disponemos de un total control sobre las mismas.

Siempre ajustándonos a los ciclos anteriormente descritos, es necesario disminuir la temperatura que se obtiene en los invernaderos. Para ello es necesario blanquearlos con el fin de disminuir la capacidad de penetración del sol hasta conseguir que la temperatura máxima no supere los 32 °C pues la transpiración sería excesiva y produciría desecación. En el primer estado de la planta en cultivos de agosto, septiembre y marzo, esta labor (el blanqueo) no debe ser necesaria en el resto de los ciclos.

A partir de la primera floración (y siempre hablando de temperaturas), el cultivo ya no es tan exigente y aún debiendo ser controlada puede llegarse hasta los 40 °C de máxima. Respecto a la humedad, es un aspecto bastante más difícil de controlar con las estructuras actuales. A pesar de ello, debemos hacer todo lo posible por conseguirlo.

### 3.2. ( **Siembra** )

Las semillas deben ir siempre tratadas con fungicidas y debidamente seleccionadas. En la actualidad las plantaciones se realizan, bien en siembra directa o bien en plantas germinadas y desarrolladas en semilleros.

Para la elección de uno u otro sistema se debe de haber tenido en cuenta si la temperatura existente en la explotación es suficiente para la germinación pues, aunque la plantación directa sufre menos problemas de desecación por excesiva transpiración en su primer ciclo, si la temperatura no es suficiente, la germinación será mala y provocará muchos fallos en la explotación.

### 3.3. ( **Marcos de plantación** )

Antes de empezar a hablar de los marcos de plantación, es preciso recordar lo que se quiere conseguir en una explotación de judías de enrame: Una superficie lo más homogénea posible, tanto en su entutorado vertical como en su entutorado horizontal sin que existan zonas con excesiva vegetación o zonas con escasa vegetación o carente de ella.

Esta aclaración se hace porque tradicionalmente el marco de plantación era de 1 m por 0,5 m con 4 o 5 semillas por golpe, en cambio, en la actualidad es de 2 m por 0,5 m con 2 o 3 semillas por golpe. Aún más, las tendencias más vanguardistas aconsejan 2 m por 0,5 m con 1 semilla por golpe, poniendo además del que soporta la planta, un tutor



vertical entre cada dos de ellas. Se consigue así una pared homogénea y sin excesiva vegetación que aumenta la cantidad y calidad de la producción total.

En la actualidad existen algunas variedades para ciclos muy concretos con una gran precocidad y poca capacidad vegetativa que pueden aconsejar un marco un poco más estrecho no obstante estas son una excepción

### 3.4. ( Prácticas culturales ]

#### • Guía en el tutor

Según la variedad, las plantas necesitan en un principio ser liadas sobre los tutores (hilos de rafia) tanto verticales como horizontales.

#### • Eliminación de hojas

En plantaciones, sobre todo de ciclo largo en el que el periodo de recolección es muy prolongado (en algunos casos de hasta 40 días), es necesario eliminar parte de las hojas más viejas (5-9). Esta operación se debe realizar en tiempo seco, en plantaciones donde ya se haya hecho una importante recolección ( $1,5 \text{ kg/m}^2$ - $2,5 \text{ kg/m}^2$ ), bien formadas y con abundante masa foliar.

Esta práctica mejora la calidad y cantidad de la producción y disminuye el peligro de enfermedades y plagas por mejorar la ventilación y mayor penetración de los líquidos fitosanitarios (esta practica debido a la carestía de la mano de obra y a la utilización de variedades de ciclo corto sé ha perdido totalmente).

### 3.5. ( Recolección ]

La recolección se realizará cuantas veces sea necesaria según variedad y ciclo, pero en intervalos que van desde los 7 días hasta los 3 ya que el mercado es muy exigente en el tema de las vainas: deben ser tiernas y sin marcarse el grano. Según estos requisitos, las diferencias de precio son muy altas.

## 4. ( ENTUTORADO ]

La judía de rastra necesita de un tutor que soporte firmemente a la planta.

El tutor más utilizado es el hilo de rafia, uno por planta y sujetándolo de forma vertical. Se ha comprobado que colocando un tutor más entre cada 2 plantas, la homogeneidad de la masa foliar es mucho más uniforme, mejorando la calidad y producción.

Es importante también colocar tutores horizontales que irán situados sobre los alambres en la misma dirección que la línea de siembra, con una separación de 30 cm y una anchura total de 60 a 120 cm.

Existe en el mercado malla para entutorar aunque actualmente se está utilizando poco debido, principalmente, a su elevado costo y a no permitir la suficiente movilidad a la planta a la hora de su recolección.

## 5. ( PROBLEMAS FISIOLÓGICOS ]

El principal problema de la judía es la caída de las flores. La flor es el órgano más débil de la planta y cualquier deficiencia que ésta sufra la va a manifestar cayéndose.

En la caída de la flor son muchos los factores que intervienen:

- Cambios bruscos de temperatura.
- Crecimiento vegetativo excesivo.
- Bajada de la humedad relativa.
- Stress hídrico en el momento de la floración.
- Exceso de temperatura.
- Exceso de fertilización nitrogenada.
- Tratamientos fitosanitarios que, sin llegar a ser fitotóxico, dañen la flor.

Este fenómeno, la caída de la flor, se suele producir en la primera floración, cuando aún la planta no tiene un equilibrio entre la floración, desarrollo del fruto y desarrollo vegetativo, por lo que es muy importante conseguir que la primera flores sean viables y produzcan fruto.

Otro de los problemas más comunes es la aparición de hojas que amarillean y se marchitan. Este fenómeno es muy común en nuestra zona. Las hojas más viejas son las que más pronto lo manifiestan: primero amarillean y luego se marchitan a la vez que se puede observar también por el pedúnculo foliar unas manchas marrones rojizas.

Algunas veces este problema se puede confundir con la roya *Uromices phaseoli* pero una vez estudiada y analizada la planta no se observan hongos de ningún tipo.

El agente causante no es conocido pero si se han estudiado y definido algunos de los factores más influyentes en su aparición:

- Bajada brusca de la humedad relativa. En la zona almeriense, después de la existencia de vientos de levante, la humedad relativa puede bajar a menos de un 30%.
- Deficiencias hídricas. Falta de riego generalizado o zonas donde la humedad es menor por cualquier motivo.

## 6. ( PLAGAS Y ENFERMEDADES ]

### 6.1. ( Plagas ]

#### ▲ Pulgones

Pulgón negro de las habas (*Aphis fabae*).

Pulgón verde del guisante (*Acyrtosiphon pisum*).

Ambos forman colonias en las hojas jóvenes debilitando las plantas. Además, pueden transmitir enfermedades viróticas (virus) de las que son vectores.

Los tratamientos insecticidas más adecuados son los efectuados con malatión, pirimicarb, imidacloprid etc.



#### ▲ Araña Roja (*Tetranychus spp.*)

Existe el riesgo de esta plaga cuando el ambiente es seco y la temperatura elevada.

Se manifiesta su ataque por un amarillamiento cobrizo del follaje. Sobre las hojas se pueden observar numerosos puntos blanquecinos. Cuando el ataque es fuerte, las hojas se llegan a secar. Los tratamientos más indicados son los que se realizan con bifentrin, fenbutestan, bromopropilato, piradaben, etc.

#### ▲ Mosca Blanca (*Trialeurodes vaporariorum* y *Bemisia tabaci*)

Es una plaga muy bien conocida por todo invernadero. El potencial de reproducción de estos insectos es muy elevado, por eso su control es tremendamente difícil.

La mosca blanca se concentra principalmente en la cara inferior de las hojas más jóvenes. Para combatirla se pueden aplicar tratamientos con: alfacipermetrina, imidacloprid, piradaben, etc.

#### ▲ *Liriomyza trifolii*

En la judía de invernadero el riego de esta plaga es continuo. Su ataque se manifiesta porque se puede observar la galería practicada por la larva entre las dos epidermis de la hoja. Esta plaga no ataca al fruto, pero su virulencia en la hoja es tal que debilita totalmente a la planta.

Para controlarla, las plantas pueden ser tratadas con: ciromazina, único producto registrado en judía para esta plaga (la abamectina efectúa un buen control pero no existe actualmente registro en este cultivo).

## 6.2. (Enfermedades fúngicas)

#### ▲ *Pythium spp.*



En principio daña a las raicillas y posteriormente a los cotiledones.

También ataca a las plantas jóvenes produciendo en las raíces y cuello zonas necróticas, caracterizadas por su color pardusco, que pueden acarrear la muerte de la planta. Esta enfermedad se puede combatir de forma preventiva. Para ello las semillas se tratarán con alguno de los siguientes productos: tiram (T.M.T.D.), captan, benomilo, etc. Además a estos productos conviene añadirle algún insecticida.

Cuando la enfermedad ya se ha presentado en el invernadero, se pueden realizar con productos autorizados tiram, mancozeb, aunque su eficacia es relativa. Este problema en principio solo descrito sobre plántula, esta teniendo en la actualidad una incidencia muy alta en planta adulta, incluso en planta con fruto y en el momento de recolec-

ción, siendo hoy en día el problema que más daño ocasiona en el cultivo de judía, la repetición del cultivo sobre el mismo terreno, un suelo con mala estructura y un mal manejo del riego lo favorecen fuertemente, su control es difícil y además productos como el metalaxil que manifiestan un control razonable, no están autorizados en el cultivo de judía, por su sistemía pueden dar problemas de residuos en fruto, incluso siendo su aplicación en riego.

#### ▲ *Fusarium solani*

Primero produce estrías longitudinales de color rojizo en el cuello de la raíz y posteriormente produce una necrosis generalizada en la planta.

Las raíces también presentan, en un principio, necrosis rojizas para morir más tarde.

Las plantas con esta enfermedad pueden subsistir gracias a la emisión de raíces adventicias. El tratamiento de esta enfermedad debe de realizarse en cuanto se observen los primeros síntomas o, mejor aún, de debe de tratar de forma preventiva. En ambos casos se pueden dar tratamientos localizados en el cuello de la raíz con alguno de estos productos: himexazol, quinosol, tiram etc. También pueden emplearse en el agua de riego.

#### ▲ *Rhizoctonia solani*

Se manifiesta produciendo chancros o lesiones rojizas en el hipocotilo de las plantas recién nacidas aunque también puede atacar a las plántulas antes de que éstas emerjan. Para su tratamiento se pueden utilizar productos como: pencicuron, quinosol, etc.

#### ▲ *Sclerotinia (S. sclerotiorum)*

Produce un micelio blanco al nivel del cuello que luego puede alcanzar el tallo, hojas y vainas. De este micelio emergen los esclerocios negros que parecen trozos de carbón. El ataque en ocasiones puede empezar por la parte aérea. Una humedad alta, así como una vegetación muy desarrollada favorecen la enfermedad.

Para tratarla de forma preventiva se puede utilizar: iprodiona, procimidona, etc.

Una vez afectada la planta se puede emplear para su curación: (ciprodinil + fludioxinil), tebuconazol, etc.

#### ▲ *Antracnosis (Colletotrichum lindemuthianum)*

Esta enfermedad produce en los frutos manchas redondeadas de color rosa que se necrosan en profundidad formando cráteres.

La antracnosis puede producir graves daños también en hojas y tallos. Las infecciones primarias pueden proceder de semillas contaminadas y presentan daños desde la germinación.

Su tratamiento se hará con: mancozeb, tiram, etc.

#### ▲ *Botrytis (B. cinerea)*

Produce una podredumbre gris en las vainas que, por lo general, empieza por el extremo apical, avanzando hacia el peciolo. También produce manchas en las hojas.

Una fuente importante de contaminación son los pétalos de las flores descompuestos por este hongo. Una elevada humedad favorece mucho el ataque de la Botrytis.



Los tratamientos más indicados son los fungicidas ya indicados para el control de la *sclerotimia*: (ciprodinil + fludioxinil), tebuconazol, etc.

#### ▲ **Roya (*Uromices phaseoli*)**

Aparecen unas pústulas polvorizadas en las hojas. Al principio son pardas y después negruzcas. Con frecuencia estas pústulas están rodeadas de un cerco amarillo. Las vainas también pueden ser atacadas por la roya. Unas temperaturas suaves y unos índices normales de humedad favorecen que se propague la enfermedad.

Su tratamiento se puede hacer con: tiram, mancozeb, etc.

### 6.3. ( **Enfermedades viróticas** )

#### ▲ **VIRUS I o Mosaico común de la judía**

Produce un mosaico verde-claro/verde-oscuro en las hojas. Los folíolos adquieren un aspecto abollonado. Se transmite por la semilla y los pulgones se encargan de diseminarlo y extenderlo. Existen variedades de judía resistentes a este virus.

#### ▲ **VIRUS II o Mosaico amarillo de la judía**

Produce en las hojas un mosaico amarillo y verde sin que éstas se abarquillen. Al igual que sucede con el virus I, los pulgones son los encargados de transmitirlo.

Además de las señaladas, las judías son también atacadas por otras plagas polífagas aunque el daño que producen no es muy elevado y su control relativamente factible: Trips, larvas de lepidópteros, (orugas), etc.

Enfermedades: bacteriosis, grasa (*Pseudomonas syringae*, pv. *phaseicola*), quema bacteriana (*Pseudomonas syringae* pv. *phaseoli*), podredumbres blandas (*Erwinia corotovor*a subsp. *Carotovora*). Para todas ellas se pueden aplicar tratamientos convencionales.

### 7. ( **LA JUDÍA EN CULTIVO HIDROPÓNICO** )

El cultivo hidropónico de la judía en los invernaderos de Almería está creciendo, bien sea en lana de roca, perlita, arena u otros sustratos. En un principio se pensó que la judía podría ser un cultivo que se adaptara mal a esta modalidad, debido sobre todo a que su sistema radicular es bastante débil. Además, con el limitado volumen de suelo que proporciona el sustrato, su raíz no se podría desarrollar suficientemente.

Lo realmente cierto es que con un buen manejo se están consiguiendo superiores rendimientos que en suelos convencionales aunque esta mejora en los resultados no se debe sólo al sustrato, sino que, generalmente, estos invernaderos suelen tener también otras mejoras:

- Un sistema de riego muy homogéneo.
- Ventilación cenital.
- Un buen control de fertirrigación.
- Un grado de humedad más constante en el sustrato.

El problema que supone el reducido volumen de suelo que proporciona el sustrato, sobre todo la lana de roca, se está contrarrestando utilizando tablas más voluminosas.

Por lo demás, la judía se adapta muy bien a este sistema, si bien es más sensible a los excesos de temperatura y a las bajadas de humedad relativa. Esta planta, al tener un volumen de raíces bastante reducido y una masa foliar importante, transpira más agua de la que es capaz de absorber aunque ésta se encuentre en el sustrato en cantidad suficiente. El marco de plantación es de 2 m x 0,5 m y a un solo grano por golpe.

El equilibrio de abonado es similar al del suelo convencional aunque en su primera fase es interesante nitrogenar un poco más puesto que el sustrato no va a aportar nada mientras que en el suelo siempre debe y suele haber algo de materia orgánica.

Igual que en suelo la repetición del cultivo de judía sobre el mismo sustrato incrementa notablemente los problemas de cuello y raíz, en perlita una práctica que aunque no elimina los problemas los disminuye es arrancar la raíz del cultivo finalizado retirando también la perlita que la rodea que se repondrá por sustrato nuevo

## 8. ( LA SALINIDAD EN CULTIVOS DE JUDÍA VERDE )

El cultivo de judía verde es muy sensible al problema de la salinidad si bien con las actuales técnicas de cultivo (arenado, aplicación de riego localizado, etc) este problema se puede reducir bastante aunque con ciertas limitaciones.

En la actualidad, y sin que las producciones disminuyan a causa de este factor, se están llevando a cabo cultivos de judía con aguas con CE de 2 dS/m a 2,4 dS/m y con contenidos de 8 meq/L de Sodio (184 ppm) y 9 meq/L de Cloruros (318 ppm).

Aunque estos datos aportados no significan gran cosa tomados de forma aislada, si adquieren su importancia cuando se comprueba que la mayor parte del agua proveniente de los acuíferos sin problemas se mueve en una banda de CE que oscila entre los 0,8 dS/m y los 1,5 dS/m y un contenido en Sodio y Cloro 3 ó 4 veces menor que el citado anteriormente. Para conseguir estos resultados es necesario un aporte de Calcio y Magnesio más elevado de lo normal y el mantener un nivel de humedad lo más constante posible.

## 9. ( RECOLECCIÓN, CUIDADOS POSTERIORES Y MERCADOS )

### 9.1. ( Recolección )

El momento fisiológico en el que se recolecta el fruto es de vital importancia para el rendimiento comercial del cultivo, puesto que el fruto demasiado tierno o demasiado hecho pasaría a ser de segunda categoría con una diferencia de precio en mercado que puede llegar hasta el 70-80%, siendo por lo general de un 40-50%, siendo la recolección, además, la operación más costosa del cultivo de judía, oscilando el precio de la recogida entre 0,30 y 0,50/kg.

Es por tanto la elección del momento y frecuencia de recolección, de vital importancia para disminuir los costes y aumentar el rendimiento comercial.



## 9.2. (Cuidados posteriores]

Una vez recolectada la judía debe de pasar a la confección lo más rápidamente posible sin estar expuesta a vientos ni a altas temperaturas para evitar su deshidratación y pérdida de turgencia. La confección de las cajas comerciales no está mecanizada y por lo tanto se hará manualmente, siendo una operación costosa y en la que influye la profesionalidad de los operarios. Como en la gran mayoría de las hortalizas, es necesario meterla lo más rápidamente posible en la cadena de frío y que ésta no se interrumpa hasta su lugar de destino.

Su presentación y forma va a depender del mercado a que esté destinada, siendo el propio mercado español uno de los más importantes y el resto de Europa (sobre todo Inglaterra) su mercado final. Por último vamos a destacar los problemas que más confusión pueden crear, según mi criterio, en el cultivo actual de la judía:



■ Problema en la coloración de las hojas, apareciendo estas con manchas rojizas en el haz y en el envés de las hojas, entrando generalmente desde la zona radicular hacia arriba.



Este tipo de manchas pueden llevar a creer que estamos en presencia de la roya (*Uromyces phaseoli*) notándose la diferencia en la no existencia de pústulas polvorientas en las hojas, no reaccionando por tanto al tratamiento de esta enfermedad y siendo su causa, cambios bruscos en la humedad relativa en el cultivo.

■ Poco desarrollo de la planta, con entrenudos cortos, clorosis apical y rizamiento y abullonamiento de hojas viejas.

Estos síntomas que se asemejan a problemas de fitotoxidad se deben al virus de la cuchara (tomato yellow leaf curl virus: TYLCV) que en nuestra zona afectaba principalmente al tomate y que ahora también afecta al cultivo de la judía.



## 10. (SEGUIMIENTO AGRONÓMICO DE UN CULTIVO DE JUDÍA ]

### 10.1. ( Datos agronómicos campaña de otoño ]

#### ▲ Características

- Cultivo: Judía.
- Variedad: Helda.
- Superficie: 5.000 m<sup>2</sup>.
- Marco de plantación: 2 m x 0,5 m.
- Fecha de siembra: 07/09.
- Inicio de floración: 13/10.
- Inicio de cuajado: 20/10.
- Inicio de recolección: 28/10/.
- Final de recolección: 05/01/.
- Producción: 2 kg/m<sup>2</sup> .
- Desde la siembra hasta el inicio de la floración transcurrieron 43 días.
- Desde la floración hasta el inicio del cuajado transcurrieron 7 días.
- Desde el cuajado hasta el inicio de la recolección transcurrieron 7 días.
- Desde el inicio de la recolección hasta su final transcurrieron 68 días.
- Tiempo total de cultivo: 125 días.

#### ▲ Fertirrigación del cultivo

No se dispuso de análisis de suelo antes de sembrar. Sólo se colocaron las gomas a una separación de 50 cm. Se dieron unos 6 litros/m<sup>2</sup> antes de sembrar y a partir de ahí, el primer riego se realizó una vez que estaban las plantas nacidas, con tres hojas verdaderas. A partir de este momento y hasta el inicio de la floración, se abonó de la siguiente forma por cada 1.000 m<sup>2</sup>:

- a) 0,5 kg de Nitrato potásico.  
0,5 kg de Nitrato amónico -33,5.  
0,250 kg de Fosfato monoamónico.
- b) 0,4 kg de Nitrato potásico.  
0,6 kg de Nitrato de cal de Noruega.  
0,5 litros de Acido nítrico.

Con este abonado se regó el 16/09 con riegos cada 3 o 4 días hasta el inicio de la floración. Desde la floración hasta el inicio de la recolección se consideró la segunda fase y se abonó con 1 litro/gotero y por 1.000 m<sup>2</sup>. Los riegos se efectuaron en días alternos:

- 2 kg de Nitrato potásico.
- 0,5 litros de Acido fosfórico.

La tercera fase del cultivo comprende desde la primera recolección hasta el final de la misma. Al inicio de la recolección se colocaron tensiómetros y se realizó un análisis



de extracto saturado y cationes de cambio. Las lecturas del tensiómetro se mantuvieron entre 10-12 cb. Los riegos fueron alternos sobre 1,5 litros/gotero y por cada 1.000 m<sup>2</sup> se abonó:

- a) 1,5 kg de Nitrato potásico.  
1,5 kg de Nitrato de cal de Noruega.  
0,7 litros de Acido nítrico.
- b) 1,5 kg de Nitrato potásico.  
1,2 kg de Nitrato amónico -33,5.  
0,5 litros de Acido fosfórico.

Esta secuencia se mantuvo hasta el final del cultivo.

#### ▲ Estado fitosanitario del cultivo

El cultivo no tuvo excesivos problemas y se realizaron una serie de tratamientos, unos específicos dirigidos contra plagas y otros preventivos principalmente para enfermedades criptogámicas. Se alternaron espolvoreos con pulverizaciones dando buen resultado.

Contra enfermedades de cuello y raíz se realizó un primer tratamiento con 5 hojas verdadera y otro al mes y medio del primero con los productos apropiados al caso.

#### ▲ Prácticas culturales

- Siembra del cultivo.
- Limpieza de malas hierbas y binado de la arena.
- Entutorado del cultivo vertical y horizontal.

#### ▲ Recolección

La recolección se realiza escalonada con un intervalo de 5 a 8 días durando este periodo dos meses.

### 10.2. ( Datos agronómicos campaña de primavera ]

#### ▲ Características

- Cultivo: Judía.
- Variedad: Helda.
- Superficie: 5.000 m<sup>2</sup>.
- Marco de plantación: 2 m. x 0,5 m.
- Fecha de siembra: 12/01.
- Inicio de floración: 08/03.
- Inicio de cuajado: 20/03.
- Inicio de recolección: 29/03.
- Final de recolección: 15/05.

- Producción: 3,5 kg/m<sup>2</sup>.
- Desde la siembra hasta el inicio de la floración transcurrieron 56 días.
- Desde la floración hasta el inicio del cuajado transcurrieron 12 días.
- Desde el cuajado hasta el inicio de la recolección transcurrieron 9 días.
- Desde el inicio de la recolección hasta su final transcurrieron 48 días.
- Tiempo total de cultivo: 125 días.

#### ▲ Fertirrigación del cultivo

Antes de la siembra se dispuso de un análisis de conductividad eléctrica y cationes de cambio. Se realizó un primer riego de 8 litros/gotero antes de la plantación. A partir de ahí las plantas se regaron una vez nacidas cuando tenían 3 hojas verdaderas con riegos cada 3 ó 4 días con 1 litro/gotero y abonado por 1.000 m<sup>2</sup>

- a) 1,2 kg de Nitrato potásico.  
0,8 kg de Nitrato amónico -33,5.  
0,6 kg de Fosfato monoamónico.  
0,05 kg de microelementos quelatados.

Desde la floración hasta el inicio de la recolección (la segunda fase) se abonó con 1,5 litro/gotero y por 1.000 m<sup>2</sup>. Los riegos se efectuaron en días alternos:

- 2,5 kg de Nitrato potásico.  
0,7 litros de Acido fosfórico.  
0,05 kg de microelementos.

La tercera fase del cultivo comprende desde la primera recolección hasta el final de la misma. Al inicio de la recolección se colocaron tensiómetros y se realizó un análisis de extracto saturado y cationes de cambio. Las lecturas del tensiómetro se mantuvieron entre 8-12 cb. Los riegos fueron alternos sobre 2,5 litros/gotero y por cada 1.000 m<sup>2</sup> se abonó:

- a) 2 kg de Nitrato potásico.  
2 kg de cal de Noruega.  
0,7 litros de Ácido nítrico.
- b) 2 kg de Nitrato potásico.  
1,5 kg de Nitrato amónico -33,5.  
1 litro de Ácido fosfórico.

Esta secuencia se mantuvo hasta el final del cultivo.

#### ▲ Estado fitosanitario del cultivo

El cultivo no tuvo excesivos problemas y se realizaron una serie de tratamientos, unos específicos dirigidos contra plagas y otros preventivos principalmente para enfermedades criptogámicas. Se alternaron espolvoreos con pulverizaciones dando buen resultado.



Contra enfermedades de cuello y raíz se realizó un primer tratamiento con 5 hojas verdadera y otro al mes del primero con los productos apropiados al caso.

#### ▲ Prácticas culturales

- Siembra del cultivo.
- Limpieza de malas hierbas y binado de la arena.
- Entutorado del cultivo vertical y horizontal.

#### ▲ Recolección

La recolección se realiza escalonada con un intervalo de 3 a 5 días durando este período mes y medio.

Hoja de Cultivo		
Cultivo: judía	Superficie: 5.000 m <sup>2</sup>	Variedad: Helda
		Fecha de siembra: 07/9
Naturaleza del trabajo	Material o maquinaria	Nº horas en mano de obra
Siembra	Almocafre	8
Binado	Almocafre	12
Entutorado vertical	Rafia	40
Entutorado horizontal	Rafia	24
Limpieza malas hierbas	Almocafre	42
Tratamientos	Red de tratamientos	30
Operaciones riego	Red de riegos	26
Operaciones recolección	Cajas y carros	650
Limpieza final	Carros y rastrillos	56
<b>Total horas de mano de obra</b>		<b>888</b>

Cultivo: judía	Superficie: 5.000 m <sup>2</sup>	Variedad: Helda
		Fecha de siembra: 12/0
Naturaleza del trabajo	Material o maquinaria	Nº horas en mano de obra
Siembra	Almocafre	8
Binado	Almocafre	12
Entutorado vertical	Rafia	40
Entutorado horizontal	Rafia	24
Limpieza malas hierbas	Almocafre	42
Tratamientos	Red de tratamientos	46
Operaciones riego	Red de riegos	26
Operaciones recolección	Cajas y carros	950
Limpieza final	Carros y rastrillos	56
<b>Total horas de mano de obra</b>		<b>1.204</b>



11. ( **BIBLIOGRAFÍA** )

- Veinte cultivos de hortalizas en invernadero.
- Zoilo Serrano. (Morfología del cultivo).
- Otros trabajos realizados por el mismo autor.

(TEMA 23]



# EL CULTIVO DE LA LECHUGA ICEBERG

**Martín Hernández Jiménez**

Ingeniero Agrónomo

Director Técnico de fitosanitarios “B. Hernández”





## 1. ( INTRODUCCIÓN ]

El cultivo de la lechuga Iceberg en la actualidad se centra en la zona comprendida entre el sur de la Comunidad Valenciana, la Región de Murcia y Andalucía Occidental; destacando tanto por superficie como por producción las provincias de Almería y Murcia.

Esto no siempre fue así, ya que los primeros datos en cuanto a producción de este vegetal, que se remontan a la década de los 70, se iniciaron en España en la zona del Delta del Ebro, Comunidad Valenciana y Andalucía Occidental (Huelva y Sevilla). Pero han sido las condiciones agroambientales fundamentalmente y otras de índole comercial las que fueron centrando este cultivo hasta situarlo en la situación actual, que actualmente se desarrolla en una superficie en torno a las 15.000 hectáreas.

De este modo, los mayores núcleos de producción quedan delimitadas dentro de las siguientes zonas:

- Campo de Cartagena.
- Valle del Guadalentín.
- Valle del Almanzora.
- Águilas - Pulpí
- Zona Alta (Baza, Caravaca...)



FINCA DE LECHUGA A MEDIO CICLO DE DESARROLLO.

## 2. ( MORFOLOGÍA Y TAXONOMÍA ]

La lechuga Iceberg, englobada dentro de la familia de las compuestas, es una variedad que en botánica se incluye dentro de la especie de *Lactuca sativa*, variedad *Capitata L.*, la que incluye aquellos cultivares que se caracterizan por presentar un cogollo apretado.

Este vegetal tiene un sistema radicular bastante profundo que parte de un eje en forma cónico, aunque, por otra parte, su ramificación es escasa. Durante la primera fase del cultivo, las hojas van creciendo en forma de roseta, seguidamente y dependiendo de la variedad cultivada se iniciará la formación del cogollo hasta la recolección en la cual estará totalmente formado con su típica forma casi esférica. Asimismo, en cuanto a las hojas de la lechuga Iceberg, éstas son crujientes, diferenciándose en el borde de los limbos foliares algunas variedades entre lisos y aserrados.

Ya, en la siguiente fase tiene lugar la emisión del tallo floral, algo totalmente indeseable en los cultivos de lechuga para su consumo en fresco porque la pieza que lo presente, aún de una manera apenas visible, pierde totalmente su valor comercial.

### 3. ( FISIOLÓGÍA DEL CRECIMIENTO )

#### 3.1. ( Crecimiento y desarrollo )

En la germinación de la lechuga se da el fenómeno llamado 'dormancia'. Debido a ello la semilla no puede germinar de una manera inmediata después de la recolección y necesita que transcurra un tiempo y que además se den unas condiciones determinadas para desarrollarse.

Este fenómeno es debido a un bloqueo dentro de la semilla, motivado por factores químicos como pueden ser la presencia de un inhibidor natural, la deficiencia del algún elemento esencial, o bien la inactividad o ausencia de una enzima, impidiendo por tanto el inicio de la germinación.

En este sentido, también puede deberse a factores físicos como, por ejemplo, el empildorado que restringe el paso de oxígeno al embrión de la semilla o previene la salida de los productos de la respiración.

Este periodo de latencia puede prolongarse hasta dos meses tras la recolección de la semilla.

En este proceso influyen de manera destacada la luz y la temperatura, y es actuando sobre estos dos parámetros cuando se intenta romper la dormancia, para, de este modo, obtener mejor germinación.

**INFLUENCIA DE LA LUZ EN LA SALIDA DE LA DORMANCIA.**

	Al cosechar	A los 2 meses	A los 6 meses	A los 12 meses
Con luz	26	69	62	81
Oscuridad	15	49	69	79

JUAN MORENO 1996

Las semillas de lechuga Iceberg son menos exigentes a la hora de cubrir sus necesidades de luz que los otros tipos de lechuga que se cultivan.



**I** INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA EN LA SALIDA DE LA DORMANCIA.  
RELACION TEMPERATURA / VELOCIDAD DE GERMINACIÓN.

	Temperatura ( °C )							
	0	5	10	15	20	25	30	35
% Germinac.	98	99	98	99	99	99	12	0
días	44	14,9	7	3,9	2,6	2,2		

JUAN MORENO 1996

En este cuadro se puede observar que a temperaturas inferiores a 30 grados centígrados, el porcentaje de germinación es del 99%, mientras que la velocidad de germinación es mayor conforme la temperatura va en aumento.

Los factores luz y temperatura están relacionados, así las semillas que necesitan algo de luz para germinar pueden ser inducidas con temperaturas de 10 grados centígrados, sin necesidad de ser expuestas a la luz. Sin embargo, las semillas que no necesitan luz normalmente para germinar pueden requerirla si se encuentran sometidas a temperaturas de 30 grados centígrados o superiores por un periodo de dos o tres días. Asimismo, y como norma general, la técnica más utilizada con semilla empiladora es la de mantenerla en cámara de germinación durante cuatro días a 10 grados centígrados.

Después de la germinación viene el crecimiento de la planta, siendo los factores que influyen los siguientes:

- **Temperatura.** Temperaturas que se sitúen entre los 16 y los 19 grados centígrados son las ideales para buen crecimiento de la parte vegetativa
- **Luz.** Bajas intensidades de luminosidad dan lugar a que aparezcan hojas largas y estrechas
- **Humedad relativa.** Los niveles óptimos para el correcto desarrollo de este vegetal se sitúan entre el 60 y el 80% de humedad relativa, siendo muy importante sobre todo en la fase de transplante.

El acogollado se produce cuando la planta tiene unas 20 hojas, se abarquillan y se entrelazan las hojas e interiormente se van acumulando las que van surgiendo posteriormente.

Los factores que influyen en el acogollado son:

- **Temperatura.** Las temperaturas altas dan lugar a que las plantas produzcan la flor.

Con temperaturas situadas entre los 10 y los 15 °C el crecimiento de la planta es lento y el acogollado es tardío, pero en cambio el cogollo presenta buena calidad.

Temperaturas entre los 10 y los 15 °C y con días largos favorecen el tamaño y el peso del cogollo. Las bajas temperaturas durante el periodo del acogollado dan lugar a piezas de poco peso.

- **Variedad.** Si la variedad no está adaptada al ciclo, ésta no acogolla bien.
- **Fertilización.** Los excesos de nitrógeno provocan malformaciones. Asimismo, las conductividades altas dan cogollos muy pequeños.

Para concluir este apartado, hay que comentar que para que se de una buena formación se han de dar diferencias térmicas entre el día y la noche. Lo aconsejable son temperaturas diurnas entre 17 y 28 °C y nocturnas que oscilen entre los 3 y los 12 °C.

### 3.2. ( Adaptación medioambiental ]

La lechuga se adapta a un amplio marco de temperaturas y microclimas, aunque no cabe duda que prefiere climas templados y húmedos. El comportamiento de los diferentes genotipos a lo largo del año y con diversas condiciones agroambientales exige un conocimiento perfecto de ellos a la hora de hacer las programaciones de siembra. Por ejemplo, una misma variedad en la misma zona daría un fenotipo totalmente diferente dependiendo que se plante en una fecha u otra, pudiendo llegar incluso a ser totalmente desechable en unas circunstancias y de perfecta calidad en otras.

En este sentido, hay que apuntar que hay mucha diversidad de comportamientos entre las diversas variedades; por este motivo es fundamental su conocimiento y adaptación a cada zona agrícola teniendo en cuenta la época del año.

## 4. ( EXIGENCIAS GENERALES DE CLIMAS Y SUELOS ]

### 4.1. ( Clima ]

La lechuga es una hortaliza que se adapta bastante bien a las bajas temperaturas, soporta temperaturas de 0 °C sin sufrir heladas, pero por debajo de 6 °C la planta queda paralizada y no emite raíces. La respuesta al fotoperiodo es distinta según la variedad de este vegetal, aunque en general junto con la temperatura juega un importante papel en el acogollado, así como en la floración de la lechuga.

En periodos con poca luz, si las temperaturas son superiores a 20 °C el acogollado es deficiente. Las temperaturas altas también pueden provocar la subida de la flor, sobre todos en días largos. En cuanto a la humedad relativa ya se ha dicho que el óptimo está entre el 60 y el 80%. Son limitantes las condiciones de humedad excesiva debido a la incidencia de las enfermedades que pueden atacar al cultivo.

<b>Las temperaturas críticas de las lechugas son las siguientes:</b>	
La planta se hiela	-6 °C
Detiene su desarrollo	6 y 30 °C
<b>Desarrollo óptimo en la fase de crecimiento rápido:</b>	
Día	14 a 18 °C



Noche	5 a 8 °C
<b>En la formación del cogollo:</b>	
Día	10 a 12 °C
Noche	3 a 9 °C
<b>Germinación:</b>	
Mínimo	3 a 9 °C
Óptimo	15 A 20 °C
Máximo	25 a 30 °C
<b>En semillero:</b>	
Día	15 °C
Noche	10 °C

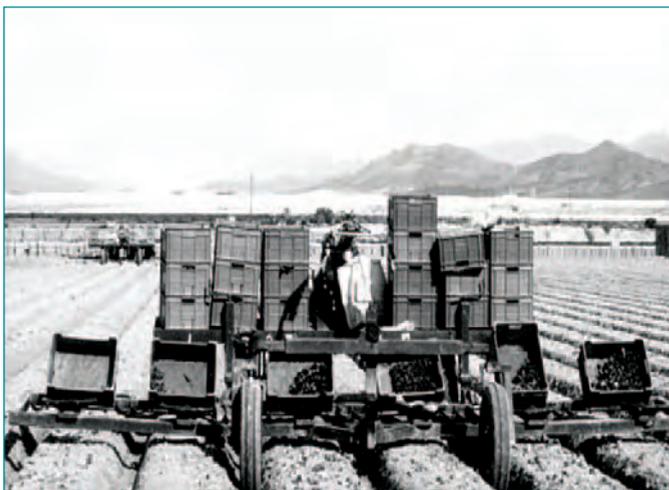
EN EL SUELO LA TEMPERATURA NO DEBE BAJAR DE 6 °C  
FUENTE: J. MORENO (1996)

#### 4.2. ( Suelos ]

La lechuga prefiere en términos generales suelos francos, frescos, de buen drenaje y con un nivel de materia orgánica alto. Prefiere suelos neutros o ligeramente alcalinos. Niveles de pH con tasas inferiores a 6 pueden acarrear desequilibrios nutricionales; tolera mejor la alcalinidad vegetando bien incluso a pH 8.

La lechuga se considera un cultivo medianamente tolerante a la salinidad del suelo. Aunque esto depende directamente del cultivar empleado.

Dentro de los iones más peligrosos debido a su incidencia directa en fisiopatías como el Tip- Burn hay que vigilar sobre todo el Na y el Cl para que sus niveles sean bajos dentro de lo posible.



MAQUINARIA DE APOYO A TRANSPLANTE.

## 5. ( LA ELECCIÓN DEL MATERIAL ]

### 5.1. ( Variedades ]

Este es un tema básico para la producción de la lechuga Iceberg, ya que el objetivo agrícola se basa en obtener cosechas que presenten una calidad buena, uniforme y continua durante toda la campaña, fundamentalmente desde octubre a mayo.

Este hecho sólo se puede conseguir optimizando el uso del abanico varietal al máximo, eligiendo para cada fecha y zona de cultivo la variedad más apropiada. La elaboración de los programas de siembra de cada campaña es una de las actividades fundamentales de los técnicos de las empresas productivas y de su acierto y buena ejecución depende en buena parte el buen resultado de la cosecha.

Las diferentes variedades de lechuga las podemos agrupar del siguiente modo:

▲ **Tipo Empire.** Hoja de color verde brillante, poco abullonada y con el borde bastante rizado. Suelen acogollar en forma de espiral. Los más usuales son **Empire Malta** y **Fame**. Estas variedades son las más adaptadas a las épocas calurosas, ya que resisten bastante bien el espigado. En la actualidad este tipo de variedades está en decadencia.

▲ **Tipo Grandes Lagos.** Hojas relativamente pequeñas pero abundantes, con dentado fino, crujientes. Cogollo mediano pequeño con forma frecuentemente irregular. Base de cogollo ancha. Este tipo de lechuga prácticamente no se cultiva por la baja calidad que produce, la variedad más representativa es **Grandes Lagos 659**.

▲ **Tipo Grandes Lagos Modificado.** Procede del cruce de **Grandes Lagos** con otros tipos. Presenta en la hoja un dentado menos fino que **Grandes Lagos**, pero más pronunciado. Asimismo tiene un menor número de hojas y cuenta con la cabeza algo aplanada, con buena formación del cogollo, abullonado medio y buen tamaño. Base del cogollo ancha y color de las hojas verde medio. Como variedades de este tipo podemos encontrar **Astral**, **Duchesse**, **Malta** y **Calona**.

Estas variedades se cultivan en épocas cálidas. Destaca **Duchesse** por su resistencia al espigado con altas temperaturas.

▲ **Tipo lechuga de invierno.** Gran número de hojas de protección y de buen tamaño, dentado grueso y pronunciado. Abullonado pronunciado. Acogollado tardío y menos uniforme que el grupo **Salinas**. Pertenecen a este grupo: **Coolguard**, **Yuma**, **Mikonos**, **Mula**, **Vanguard** y **Winterharen**.

Todas estas lechugas son de ciclos plenamente invernales.

▲ **Tipo Salinas.** Tienen poca protección y una rápida formación del cogollo. Buen cogollo y abullonado. Hoja no dentada y cabeza ligeramente achatada. Color verde intenso. Es el tipo que más se cultiva destacando las siguientes: **Salinas**, **Bix**, **Suludién**, **El Toro**, **Águilas**, **Yucaipa** y **Monterrey**.

Esta lechuga cubre los ciclos de otoño-invierno e invierno-primavera.

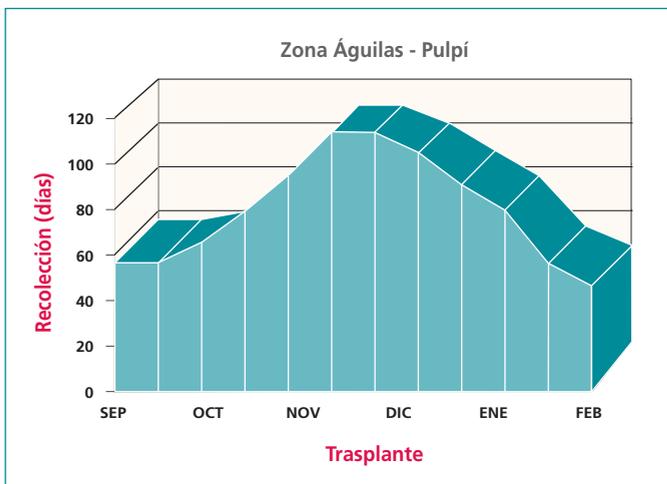


## 5.2. ( Programación ]

Para realizar la programación de un cultivo de lechuga hay que partir primero de unas necesidades de producto elaborado y segundo, atendiendo a la variabilidad de los ciclos según las fechas de plantación. Hay que llevar a cabo un programa de siembras y trasplantes que de lugar a la producción que necesitamos durante toda la campaña.

Si observamos el gráfico, se aprecia que la duración del ciclo va de 55 días para trasplante de septiembre a 110 días para trasplante de noviembre disminuyendo hasta 50 días para trasplante de febrero. Todo esto da lugar a una cierta complejidad a la hora de elaborar el programa de siembra, siendo de vital importancia el disponer de datos estadísticos para cada zona de cultivo diferente.

Es muy importante evitar los solapes de recolección y los huecos que se producen al alargar y acortar los ciclos.



## 6. ( LABORES CULTURALES ]

■ **Siembra.** En los inicios del cultivo se intentó desarrollar la técnica de la siembra directa en campo, pero rápidamente se observó que no era viable en nuestra zona por diversas razones:

- Falta de homogeneidad de la plantas.
- Terrenos pedregosos de difícil mecanización.
- Pérdida de 45 a 50 días de ocupación del terreno
- Problemas con los pájaros que se comen la semilla.

Atendiendo a esto, rápidamente se desarrolló la siembra en bandejas de poliestireno en cepellón de turba en sus diversas mezclas y el posterior trasplante. Con todo ello se evita toda la problemática citada anteriormente.

■ **Preparación del terreno.** La preparación del terreno es junto con la elección de la variedad adecuada para cada ciclo un factor básico en el buen desarrollo de un cultivo de lechuga Iceberg. En este sentido, se entiende por un buen terreno el que está despedregado, mullido, de estructura franco arenosa a ser posible, nivelado y con un buen drenaje.

Las operaciones a realizar para obtener un buen terreno de asiento son:

- Labor de grada y despedregado si es necesario.
- Labor profunda de subsolador.
- Nivelación. Las parcelas han de estar bien niveladas, llevándose a cabo este proceso mediante 'láser'.
- Configuración de las mesas de cultivo. La separación entre mesas oscila de 90 a 120 centímetros y su anchura de 30 a 40 centímetros.

Una vez configuradas las mesas se procede al transplante del cultivo.

■ **Transplante.** El transplante se hace manualmente o a lo sumo con apoyo mecánico de carros sobre los que se van sentando los trabajadores que van transplantando manualmente. Es importantísimo que lo antes posible se rieguen por aspersión las parcelas plantadas para evitar una posible deshidratación de las plantas.

Existen máquinas de transplante totalmente mecanizadas, pero en nuestra zona no ofrecen un buen rendimiento, sobre todo por la heterogeneidad de los suelos y la existencia de pequeñas piedras que impiden su buen funcionamiento.

■ **Binas y escardas.** Aproximadamente a las cuatro semanas del transplante se da una labor de bina en la cual se conforman nuevamente las mesas. Con esta labor se consigue airear el suelo y eliminar las malas hierbas que han germinado en los surcos. La hierba que germina dentro de las mesas hay que eliminarla mediante escardas manuales.

■ **Escarda química. Herbicidas.** Los herbicidas más usados en los cultivos de lechuga son: Propizamida 50% (Kerb); Benfluralina 18% (Quilan) y Clortal 75% (Mus).

Respecto al uso de estos herbicidas, Ker y Mus se utilizan en postransplante y Quilán se usa en pretransplante con posterior incorporación al terreno mediante una labor. Los herbicidas de postransplante se incorporan con un ligero riego de aspersión que debe ser corto si el terreno es arenoso para no lavar el producto.

En algunas ocasiones se suele recurrir a la mezcla de dos herbicidas cuando la problemática de malas hierbas así lo requiere. En este sentido, una mezcla muy usada en la zona Águilas- Pulpí es la de Kerb y Mus, utilizándose este último al 50% de sus dosis recomendada. El control de malas hierbas es bastante bueno y no se dan problemas de fitotoxicidad en los cultivos.

Los herbicidas se aplican por medios terrestres mediante el uso de una cuba suspendida y barras de pulverización de 12 metros de ancho, aunque también se pueden usar el medio aéreo con helicópteros. Todo este tipo de maquinaria tiene que estar perfectamente calibrada y puesta a punto, sobre todo las boquillas y los reguladores de presión porque de ello depende una buena aplicación y la eficacia de los herbicidas.



Por otra parte, las malas hierbas que más predominan en los cultivos de lechuga son: *Chenopodium album*, *Malva parviflora*, *Amaranthus retroflexus*, *Sanchus oleracea*, *Lolium perenne* y *Senecis vulgaris*. Las más problemáticas son las compuestas, ya que la lechuga es una compuesta y los herbicidas selectivos de lechuga son poco eficaces contra las plantas de la misma familia.



■ APLICACIÓN DEFECTUOSA DE HERBICIDAS. NO SOLAPAMIENTO.

## 7. ( MARCOS DE PLANTACIÓN ]

Como ya se ha dicho anteriormente la lechuga se cultiva en caballones con forma de meseta plana en su parte superior, mientras que la separación entre mesetas oscila entre 30 y 40 centímetros.



■ PLANTADORA DE LECHUGA.

En cada meseta van dos líneas de plantas separadas entre 25 y 30 centímetros. La separación entre plantas oscila entre 25 y 40 centímetros. La densidad de plantación resultante es de 65.000 a 75.000 plantas por cada hectárea.

Las mayores densidades se utilizan para los ciclos de día largo y cálidos, mientras que las menores se usan para días cortos y fríos.

Mediante esta técnica de variación de densidades se pretende mantener la uniformidad de los calibres. En invierno se disminuye la densidad para aumentar calibres y en otoño y primavera se aumenta para disminuirlos.

## 8. ( RIEGOS Y FERTILIZACIÓN )

### 8.1. ( Riegos ]

En la primera fase del cultivo después del trasplante se realiza el riego por aspersión cuya finalidad es satisfacer las necesidades hídricas de las plantas hasta que desarrollan su sistema radicular lo suficiente para poder proveerse del agua aportada por otros métodos como son el riego localizado y el riego por surcos.

En condiciones normales, el riego por aspersión se mantiene durante una semana después del trasplante con frecuencia diaria hasta que las plantas se encuentren bien arraigadas.



**RIEGO POR ASPERSIÓN USADO EN EL CULTIVO DE LECHUGA.**

Seguidamente se desmontan los aspersores y se continúa con el riego localizado o el riego por surcos. En la actualidad el 90% de la superficie tiene riego localizado y solamente el 10% se riega con el sistema tradicional de surcos. Hay que procurar siempre, sobre todo en las primeras fases de crecimiento y formación de roseta que la superficie del suelo



permanezca húmeda, pero sin encharcamientos. Cuando las plantas empiezan a cubrir la mesa de cultivo o bancada hay que reducir la humedad, ya que aparece el riesgo de podredumbres, sobre todo cuando se da riego localizado. El agua consumida por una hectárea de lechuga Iceberg durante un ciclo oscila entre los 3.500 y los 4.000 metros cúbicos, dependiendo del tipo de suelo y de la calidad de la misma.

En un terreno franco, la frecuencia de riego es diaria si es localizado y semanal si es por surcos. Los volúmenes aportados son de 40 a 50 metros cúbicos por hectárea de riego localizado y de 300 a 400 metros cúbicos en riego por surcos. Tomando como base la referencia anterior sabremos que hacer ante suelos arenosos o arcillosos.

## 8.2. ( Fertilización ]

A la hora de establecer un programa de fertilización en lechuga Iceberg es necesario contrastar las necesidades o recomendaciones teóricas existentes en la bibliografía, con la realidad de nuestro ecosistema. Sirvan como referencia las recomendaciones de autores diversos como:

	N (kg/ha)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/ha)	K <sub>2</sub> O (kg/ha)
Maroto (1986)	60-120	30-50	100-150
Miguel (1987)	175	90	125
Molina (1990)	140	50	75

Tomando como base estos datos y la experiencia práctica de las zonas productoras, podríamos tomar como orientación el siguiente plan de fertilización, en Kg/ha de unidades fertilizantes:

N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO
200	100	100	40	20

Se deben hacer aportaciones periódicas de materia orgánica bien fermentada para mantener un nivel en suelo en torno al 2%.

Las recomendaciones de fraccionamiento son las siguientes:

Transplante hasta inicio acogollado	Inicio acogollado hasta recolección
N - 50%	N - 50%
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 35%	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 25%
K <sub>2</sub> O - 25%	K <sub>2</sub> O - 70%
CaO - 50%	CaO - 50%

Los fertilizantes se aplican en riego localizado mediante fertirrigación, distribuyéndolos en todos los riegos. Cuando se utiliza riego por surcos, se aporta como abonado de fondo al menos un 30% de las necesidades y el resto en cobertera mediante el agua de riego.

El aporte de calcio es importante sobre todo en condiciones salinas, tanto de suelo como aguas para prevenir la aparición del bordeado de las hojas “Tipburn”.

Los fertilizantes más utilizados son:

- Nitrato amónico.
- Nitrato de calcio.
- Ácido fosfórico.
- Fosfato monoamónico.
- Nitrato potásico.
- Nitrato de magnesio.

Con el fin de optimizar los resultados de la fertilización, es necesario llevar un control analítico de las parcelas en rendimientos y niveles de fertilidad para ir corrigiendo los posibles desequilibrios nutricionales.

## 9. ( FISIOPATÍAS, PLAGAS Y ENFERMEDADES. TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS )

### 9.1. ( Fisiopatías )

En el cultivo de la lechuga se presentan una serie de irregularidades no deseadas que no obedecen a la acción de agentes bióticos concretos, sino más bien, a la combinación, variedad, agua, clima, suelo. A continuación pasamos a describir las de mayor importancia en la lechuga Iceberg.

#### • Subida a flor prematura:

Esta fisiopatía está provocada fundamentalmente por un exceso de temperatura y longitud del día no apropiado para la variedad en cultivo. Los excesos de nitrógeno también favorecen la subida a flor. La mejor forma de prevenir el problema es haciendo una buena selección de variedades y no nitrogenando en exceso las plantas.

#### • Mal acogollado:

El mal acogollado da lugar a lechugas con cogollos acostillados y de forma alargada en lugar de esféricos. Es también provocada por temperaturas altas para las variedades seleccionadas. Un ejemplo típico es cuando viene inviernos cálidos en los cuáles la calidad de la lechuga baja sensiblemente debido al mal acogollado.

Este defecto se previene eligiendo adecuadamente las variedades y no cometiendo excesos de fertilización, sobre todo nitrogenada. No obstante, a veces es inevitable debido a factores climáticos imprevisibles.



- **Tipburn:**

Consiste en la necrosis marginal de las hojas más jóvenes del cogollo, lo cual origina posteriormente podredumbres. Está provocada por la carencia de calcio en las zonas periféricas del limbo de la hoja y se puede producir como consecuencia de diferentes factores:

- Estrés hídrico.
- Salinidad.
- Niveles deficientes de calcio en el suelo.

Hay también diferentes respuestas según el material genético empleado.

## 9.2. ( Plagas ]

Los insectos que más daños producen en la lechuga Iceberg son:

- **Orugas:**

Los ataques de estos lepidópteros se dan con mayor frecuencia durante el otoño y son variables de un año a otro, dependiendo de las condiciones climáticas. Las especies más importantes son: *Spodóptera exigua*, *Spodóptera littoralis*, *Heliothis armigera* y *Plussia gamma*. De todas, la más dañina en la zona de Murcia y Almería es la *Spodóptera exigua*. Así, los productos más utilizados para su control son el *Bacillus thuringiensis*, deltametrina, cipermetrina, landa-cihalotrin, etc.

- **Trips:**

Este Tisanóptero, denominado *Frankliniella occidentalis*, provoca dos tipos de daños en la lechuga. El directo producido por sus picaduras sobre la epidermis de las hojas y el indirecto como vector que es del **virus del bronceado del tomate** (TSWV), que afecta seriamente también al cultivo de lechuga. Los niveles más altos de población se dan en los primeros transplantes de otoño y en toda la primavera.

Los productos utilizados para su control son acrinatrin, deltametrin, malathión, etc.

- **Minador:**

Las especies que más afectan a la lechuga son *Liriomyza trifolii* y *Liriomyza huidobrensis*. Sus ataques pueden ser muy dañinos en los cultivos de primavera-verano, sino se controlan a tiempo. Las materias activas más utilizadas para su control son abamectina, ciromazina y naled.

- **Pulgones:**

Las especies de pulgón que más aparecen en la lechuga Iceberg son *Myzus persicae* y *Narsonovia ribisnigri*. El primero es polífago y el segundo es específico de lechuga, causando graves problemas sobre todo en los ciclos de primavera. A este último se le conoce como el pulgón rojo, debido a su coloración rojiza.

Hay que vigilar muy de cerca la evolución de los pulgones, y en cuanto aparecen las primeras colonias empezar un sistema de tratamientos para evitar que se extiendan. Una vez dentro del cogollo es prácticamente imposible su control.

Las materias utilizadas son:

- De contacto e ingestión: pirimicarb, deltametrin, malathión, tauflualinato, etc.
- Sistémicos: imidacloprid, metomilo, etc.

Imidacloprid se puede utilizar también en el agua de riego, siendo muy útil en plan preventivo.

### 9.3. ( Enfermedades ]

#### • Criptogámicas:

La enfermedad que más puede afectar a la lechuga es el Mildiu, seguido de Botrytis y Esclerotinia, aunque también tiene cierta importancia el Oidio y Rhizoctonia.

#### ▲ Mildiu (*Bremia lactucae*)

Provoca manchas amarillo pálido en el haz de las hojas que acaban por necrosarse. En el envés suele aparecer un micelio blanquecino. Las manchas están delimitadas por los nervios de la hoja.

Puede afectar a las plantas tanto en semillero como en campo, si las condiciones son adecuadas para su desarrollo. Las condiciones óptimas para los ataques de Mildiu son de humedades altas y temperaturas más bien bajas, entre 10 y 20 °C.

El control de esta enfermedad se realiza mediante tratamientos preventivos con mezclas de fungicidas de contacto y sistémicos. Así, como fungicidas de contacto tenemos mancoceb y folpet, mientras que como fungicidas sistémicos, hay que hablar de benalaxil, metalaxil y fosetil- Al.

Existen variedades con resistencia al Mildiu en el mercado, pero necesitan el apoyo de los tratamientos. Esto se debe a que surgen continuamente razas fisiológicas nuevas que superan la resistencia.

#### ▲ Botrytis (*Botrytis cinerea*)

Provoca la típica podredumbre gris de los tejidos. Generalmente se inicia sobre algún tejido muerto de alguna herida o roce aunque sea provocado por el viento.

Su desarrollo óptimo se da con altas humedades y con temperaturas más bien frescas, de 5 a 18 °C. Los fungicidas para prevenir y curar esta enfermedad son procimidona, iprodiona, folpet y diclofluanida. Hay que llevar cuidado con los excesos de nitrógeno que dan lugar a una mayor sensibilidad a Botrytis.

#### ▲ Oidio (*Erysiphe cichoracearum*)

No es una enfermedad que se de con mucha frecuencia. Los años secos es cuando



más suele aparecer y se manifiesta con un micelio blanquecino pulverulento, cubriendo todo el limbo foliar. No está limitado por las nerviaciones de la hoja a diferencia del Mildiu que si lo está.

Los tratamientos recomendados son el myclobutanil, triadimefón y benomilo.

#### ▲ **Esclerotinia** (*Sclerotnia sclerotiorum*)

Este hongo ataca a la lechuga en la zona del cuello destruyéndolo totalmente. Se caracteriza por la formación de esclerocios, como órganos de conservación y multiplicación del hongo. Estos esclerocios pueden permanecer en el suelo durante varios años, siempre y cuando no se ejerza un control sobre ellos, el cuál no siempre se realiza con éxito, ya que son muy resistentes a los tratamientos.

Esclerotinia actúa con temperaturas frescas, de 15 a 20 °C. Las temperaturas altas pueden llegar a inhibir a los esclerocios.

Una buena técnica para desinfectar un suelo es la solarización, siempre que sea posible. También se pueden realizar desinfecciones de suelo con Metan-sodio, incluso combinadas con solarización.

Los tratamientos químicos más eficaces son los mismos que para Botrytis: procimidona e iprodiona, debiendo empezar antes de que la hoja cubra el suelo.

#### ▲ **Rhizoctonia** (*Rhizoctonia solani*)

Este hongo no causa demasiados daños. Puede atacar en semillero y en campo, produciendo podredumbres rojizas en la base de las hojas a nivel de cuello.

Los tratamientos pueden ser iprodiona y pencicuum.

#### • **Bacteriosis:**

Las enfermedades producidas por bacterias sólo aparecen en los años en los que se da mucha pluviometría y temperaturas suaves. Las especies que más aparecen son los correspondientes a **Pseudomonas** y **Xantomonas**.

Provocan necrosis generalizadas en el limbo de las hojas y en los nervios. La única prevención química que hay es la aplicación de productos cúpricos. Hay que vigilar también el nivel de fertilización nitrogenada.

#### • **Virosis:**

##### ▲ **Virus del bronceado del tomate (TSWV)**

Es la virosis que más problemas está dando en la lechuga a lo largo de estos últimos diez años, debido a la introducción de su vector, el Trips *Frankliniella occidentalis*. El virus provoca pequeñas manchas necróticas en las hojas, de manera que hace inviable a la planta afectada. Causa graves daños en los cultivos de primavera y verano, sobre todo en zonas donde existen otras plantaciones con flor, como pueden ser cítricos y frutales.

Para reducir su incidencia hay que combatir al vector con los tratamientos anteriormente citados. Utilizar plantas procedentes de semilleros libres de virus. Otra técnica

empleada es la de “escape”, que consiste en evitar las fechas críticas en las que se sabe que las poblaciones de trips son muy altas, las cuáles son diferentes en cada zona. Se está trabajando también en variedades con resistencia genética al virus, pero todavía no están presentes en el comercio.

#### ▲ Virus de los nervios gruesos o Big-vein

Provoca nerviaciones engrosadas y un crecimiento raquítico de la lechuga. El virus es transmitido en el suelo por el hongo **Olpidium**, con mejor desarrollo en terrenos húmedos y con mal drenaje.

La mejor forma de combatir este virus es con la rotación de cultivos, que puede ser incluso un cereal. También es conveniente mejorar la capacidad de drenaje de las parcelas afectadas. Existen niveles de tolerancia diferentes dentro del abanico varietal que hay en el mercado, que pueden dar lugar a comportamiento muy diferentes respecto a la acción del Big-vein.

### 9.4. (Tratamientos fitosanitarios)

Los tratamientos fitosanitarios en lechuga Iceberg están totalmente mecanizados, pudiendo ser terrestres o aéreos. Los terrestres se suelen realizar con tractor con cuba suspendida y barras de pulverización, mientras que los aéreos se hacen mediante helicópteros. Hay que hacer un seguimiento en el campo de las plagas y enfermedades con el fin de decidir la ejecución más adecuada para los tratamientos. Para las plagas utilizaremos trampas cromáticas y feromonas, mientras que para las enfermedades observaremos los datos climáticos.

A la hora de elegir los productos adecuados para un tratamiento, hay que respetar su autorización de uso, así como los plazos de seguridad establecidos. Normalmente se suelen mezclar los tratamientos fungicidas con insecticidas.

Además si la empresa para la que trabajamos está sometida a algún tipo de certificación (AENOR, P.I, etc), hay que respetarlo escrupulosamente. En el cultivo de lechuga hay que dosificar los productos por hectárea tratada, independientemente del caldo a utilizar, ya que éste es variable para equipos diferentes.

### 10. (RECOLECCIÓN, CUIDADOS POSTERIORES, MERCADOS)

La recolección de la lechuga se efectúa de un modo digamos manual, con diferentes grados de asistencia mecánica, desde sencillos carros (“bicicletas”) hasta sofisticadas plataformas de manipulación en campo. Dependiendo de las dimensiones de las fincas y su diseño, así como de la disponibilidad de maquinaria de apoyo, se utiliza un sistema u otro. Pero lo que es el corte físico de la lechuga en el terreno se lleva a cabo mediante el uso de instrumentos cortantes, como puede ser un cuchillo. Una vez recolectadas las piezas de lechuga, éstas se envuelven en un film extensible de polipropileno microperforado y se colocan en cajas de campo, que pueden ser enviadas a una almacén de manipulado o, en caso de que haya plataformas de manipulación en la finca, el producto ya se confecciona in situ, listo para entrar en los mercados.



■ EJEMPLO DE UNA "BICICLETA", USADA PARA LA RECOLECCIÓN DE LECHUGA.

Para mantener la lechuga en buenas condiciones es necesario bajar su temperatura hasta 2 o 4 °C. Para ello se practica el preenfriado, siendo el más utilizado en lechuga Iceberg el "Vacuum cooling", que provoca el enfriado mediante la acción que produce el vacío, que da lugar a la evaporación de parte del agua de la lechuga y su consiguiente bajada de temperatura. Una vez preenfriadas se introducen en las cámaras frigoríficas, a una temperatura entre 0 y 1 °C y un 95% de humedad. En estas condiciones se pueden mantener sin problemas durante dos o tres semanas.

De las cámaras, cuando se va a expedir el producto, pasa directamente a los camiones frigoríficos, que es el medio de transporte que garantiza la cadena del frío. Es necesario controlar también que la temperatura en el interior del frigo no supere los 4 °C. Los mercados principales de cara a la distribución de la lechuga Iceberg son Gran Bretaña, Alemania y Holanda, aunque son consumidores prácticamente todos los países de la Unión Europea, mientras que los países del Este se están incorporando al mercado, aumentando su demanda.

En los últimos cinco años, este tipo de lechuga también se está comercializando en el mercado nacional con bastante éxito. Así, otra aplicación que está surgiendo es la denominada "cuarta gama", que consiste en la presentación de las lechugas troceadas y envasadas, listas para su consumo en ensaladas.

## 11. ( BIBLIOGRAFÍA ]

- Maroto J.V. (2002). "Horticultura herbácea especial". Editorial Mundiprensa.
- Maroto J.V., A. Miguel Gómez y C. Baixauli Soria (2000). "La lechuga y la escarola". Editorial Mundiprensa.
- Moreno J (1996). "Cultivo de la lechuga Iceberg en Águilas". Trabajo Final de carrera de ETSIA (Orihuela).



# NOTAS













