

# CULTIVO DEL PIMIENTO DULCE EN INVERNADERO

JOSÉ RECHE MÁRMOL



JUNTA DE ANDALUCÍA  
CONSEJERÍA DE AGRICULTURA Y PESCA



**José Reche Mármol**

Ingeniero Técnico Agrícola

Ingeniero Agrónomo

# **CULTIVO DEL PIMIENTO DULCE EN INVERNADERO**

Sevilla, 2010



RECHE MÁRMOL, José

Cultivo del pimiento dulce en invernadero / José Reche Mármol. – Sevilla: Consejería de Agricultura y Pesca, Servicio de Publicaciones y Divulgación, 2010.  
293 p. : il. col., tablas ; 24 cm. – (Agricultura. Estudios e informes técnicos)

Índice: importancia del cultivo de pimiento en España y en otros países; descripción botánica de la planta; variedades de pimiento cultivadas en invernadero; exigencias del cultivo, plagas y enfermedades del pimiento; recolección, comercialización y aprovechamiento; recetario.

D.L. SE 6049-2010  
ISBN 978-84-8474-288-3

pimiento. – capsicum. – plantas de especia. – cultivos de invernadero.  
Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca  
Agricultura (Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca). Estudios e informes técnicos.

633.831:631.544.4  
631.544.4:633.831



Autor: José Reche Mármol.

Edita: Junta de Andalucía.

Consejería de Agricultura y Pesca.

Publica: Secretaría General Técnica.

Servicio de Publicaciones y Divulgación.

Producción editorial: Signatura Ediciones de Andalucía, S.L.

Serie: Agricultura. Estudios e informes técnicos.

ISBN: 978-84-8474-288-3

D.L.: SE 6049-2010

## PRÓLOGO

Es un honor aceptar la invitación que me hace mi compañero y amigo José Reche para prologar este libro, que aborda uno de los productos hortícolas más importantes del sector agrario nacional.

Así es, sólo en la provincia de Almería, la facturación de este producto es de más de trescientos millones de euros, y en toda España más de seiscientos millones de euros. Bastante más que algunos sectores más mediáticos. Su importancia radica no sólo en el consumo nacional, sino que es uno de las hortalizas más demandadas en el mercado europeo, donde aparece en todos los supermercados como un producto imprescindible.

El cultivo del pimiento dulce ha desarrollado en los últimos años una verdadera “revolución verde”, ya que una gran parte de la producción se realiza bajo el sistema de Control Biológico, no utilizando ningún producto fitosanitario en su cultivo, sólo insectos beneficiosos que controlan las plagas. Este avance ha consolidado la comercialización del pimiento producido en España y exportado a Alemania, Gran Bretaña, Francia y otros países europeos.

El autor aborda las plagas y enfermedades que más inciden, de una manera detallada y minuciosa. Ahí radica la importancia de este libro, muchos de los conocimientos no se encontraban desarrollados en ninguna publicación, solo en el conocimiento práctico de los técnicos y productores de las zonas de producción.

José Reche ha realizado una labor excepcional como autor de libros de producción hortícola, como por ejemplo de Calabacín, Berenjena, Melón, Tomate, suelos etc., en ellos ha sabido desarrollar la información y documentación necesarias para realizar una producción racional, de acuerdo con las buenas prácticas agrícolas.

El pimiento dulce representa una opción muy interesante para el productor de hortalizas ya que suele mantener una demanda estable a lo largo del año. Sus cotizaciones en los mercados nacionales y europeos, hasta la fecha, ha hecho posible mantener las explotaciones dedicadas a este cultivo en buenos niveles de rentabilidad.

El autor como profundo conocedor del sector hortofrutícola ha sabido estructurar cada uno de los aspectos que rodean al cultivo de una manera pedagógica y con un planteamiento técnico consistente, tanto en tecnología de vanguardia como en la práctica de la gestión de la explotación. Así, variedades, exigencias, ciclos, labores y alternativas son analizadas minuciosamente aportando una información excelente para el profesional.

Actualmente, la agricultura está pasando por tiempos difíciles debido a la globalización de los mercados internacionales, ello está haciendo más complicado al agricultor el obtener unos resultados económicos con un margen de beneficio aceptable. La estrategia pasa por incrementar los rendimientos en la misma superficie de cultivo, disminuir costes y producir hortalizas de gran calidad que sean valoradas en los mercados. Pienso que esta publicación ayuda a técnicos y productores a conocer más profundamente el pimiento dulce, pudiendo adoptar decisiones más acertadas que consigan mejores resultados finales de sus cuentas de explotación.

El autor ha vivido cada una de las etapas del sector hortícola en las últimas décadas, lo que le hace profundo conocedor de todos los eslabones de este importante sector de la agricultura española.

Animo a todos a leer, consultar y profundizar en todos los puntos que propone la publicación, beneficiará a todos aquellos que busquen un desarrollo del cultivo del pimiento dulce de más productividad y más rentabilidad.

Finalmente quiero expresar mi profundo agradecimiento a Pepe Reche, persona querida por todos, que ha desempeñado una labor extraordinaria en la labor de Extensión Agraria, aportando conocimientos técnicos y científicos a lo largo de muchos años y estando siempre dispuesto a atender a agricultores y técnicos en sus problemas diarios.

Fruto de este trabajo son las publicaciones que ha escrito a lo largo de su vida profesional y que tan valoradas son por agricultores y técnicos. Estoy seguro que esta obra también será una herramienta útil de consulta para todos aquellos interesados en aumentar el nivel de conocimientos en este apasionante e innovador sector hortícola.

Almería, 2 de agosto de 2010

José Antonio Aliaga Mateos

Jefe del Servicio de Agricultura, Ganadería, Industria y Calidad.  
Delegación Provincial de Almería

# ÍNDICE

## **I. IMPORTANCIA DEL CULTIVO DEL PIMIENTO EN ESPAÑA Y EN OTROS PAÍSES**

Importancia del cultivo en España . . . . .	13
Superficie y producción. . . . .	14
Rendimientos medios. . . . .	17
Precios medios . . . . .	18
Comercio Exterior: Exportaciones. . . . .	20
El cultivo del pimiento en otros países . . . . .	23

## **II. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DE LA PLANTA**

Denominación . . . . .	27
Origen . . . . .	29
Planta . . . . .	30
Raíz . . . . .	30
Tallo . . . . .	32
Hojas . . . . .	33
Flores . . . . .	34
Frutos . . . . .	35
Semillas . . . . .	40

## **III. VARIEDADES DE PIMIENTO CULTIVADAS EN INVERNADERO**

Introducción . . . . .	41
Calidad y Mejora genética del pimiento . . . . .	42
Clasificación de los frutos de pimiento . . . . .	45
Variedades de pimiento dulce cultivadas en invernadero . . . . .	48
Especialidades . . . . .	76

## **IV. EXIGENCIAS DEL CULTIVO**

Importancia del clima y su repercusión sobre la planta . . . . .	81
Invernaderos . . . . .	81
Características constructivas . . . . .	81

Factores que influyen en la duración de los plásticos . . . . .	89
Tipos de invernaderos . . . . .	90
Orientación de los invernaderos. . . . .	91
Características climáticas del invernadero . . . . .	92
Efecto invernadero . . . . .	93
Exigencias climáticas en el cultivo del pimiento. . . . .	95
Temperatura . . . . .	95
Humedad . . . . .	99
Luminosidad. . . . .	100
Anhídrido carbónico . . . . .	101
Control del ambiente en los invernaderos . . . . .	101
Polinización y fecundación . . . . .	108
Utilización de fitorreguladores . . . . .	109
Empleo de abejorros . . . . .	111
Riegos . . . . .	113
Normas a tener en cuenta para regar. Dosis y frecuencia de riego. . . . .	113
Tolerancia de las plantas a la salinidad del agua de riego . . . . .	115
Lavado de sales. Fracción de lavado . . . . .	118
Sistemas de riego . . . . .	122
Eficiencia del riego . . . . .	125
Calendario de riegos en pimiento . . . . .	125
Suelos . . . . .	129
Labores preparatorias del suelo. . . . .	131
Acotchamiento de arena. Retranqueos . . . . .	133
Abonos empleados y recomendados en el cultivo del pimiento . . . . .	135
Fertirrigación. . . . .	139
Solución nutritiva. . . . .	140
Fertirrigación del pimiento en cultivo enarenado y riego por goteo . . . . .	141
Abonado del pimiento en cultivos sin suelo . . . . .	144
<b>V. CULTIVO</b>	
Introducción . . . . .	149
Ciclos de cultivo . . . . .	149
Semillas: exigencias . . . . .	153
Datos útiles para semilleros . . . . .	156



Semilleros de pimiento . . . . .	157
Germinación de la semilla de pimiento . . . . .	159
Injerto y portainjertos en pimiento . . . . .	164
Labores y prácticas preparatorias a la plantación . . . . .	168
Marcos de plantación . . . . .	169
Plantación . . . . .	173
Crecimiento y desarrollo de la planta . . . . .	177
Labores y prácticas culturales después de la plantación . . . . .	183
Alternativas, rotaciones y asociaciones . . . . .	191

## VI. PLAGAS Y ENFERMEDADES DEL PIMIENTO

Introducción . . . . .	195
a) Prácticas preventivas y culturales . . . . .	196
b) Lucha química racional . . . . .	198
c) Utilización de variedades comerciales tolerantes o resistentes a plagas y enfermedades . . . . .	199
d) Control biológico . . . . .	200
e) Lucha integrada y producción integrada . . . . .	208
f) Rotación de cultivos. Alternativas. . . . .	213
PLAGAS AÉREAS . . . . .	213
Pulgones . . . . .	213
Mosca blanca . . . . .	215
Trips . . . . .	217
Minadora de hojas o submarino . . . . .	219
Ácaros . . . . .	220
Araña roja . . . . .	220
Araña blanca . . . . .	222
Larvas de lepidópteros, orugas o gusanos . . . . .	223
PLAGAS DEL SUELO . . . . .	225
Insectos del suelo . . . . .	225
Nematodos . . . . .	226
ENFERMEDADES PRODUCIDAS POR HONGOS AÉREOS . . . . .	228
Oidiopsis . . . . .	228
Alternaria . . . . .	229
Antracnosis . . . . .	230

Botrytis . . . . .	232
Esclerotinia . . . . .	234
ENFERMEDADES PRODUCIDAS POR HONGOS DEL SUELO . . . . .	234
Verticilosis . . . . .	235
Pythium . . . . .	236
Phytophthora o “tristeza del pimiento”. . . . .	237
Rhizoctonia . . . . .	239
Control hongos del suelo . . . . .	239
Solarización . . . . .	242
ENFERMEDADES PRODUCIDAS POR VIRUS. . . . .	243
Virosis en pimiento . . . . .	244
Virus del mosaico del tabaco (TMV) . . . . .	244
Virus del mosaico del pepino (CMV) . . . . .	244
Virus Y de la patata (PVY) . . . . .	245
Virus del mosaico del tomate (ToMV). . . . .	245
Virus del bronceado del tomate (TSWV) . . . . .	246
Virus del enanismo ramificado del tomate (TBSV) . . . . .	246
Virus del mosaico suave del pimiento (PMMV) . . . . .	247
Virus del rizado amarillo del tomate (TYLCV). . . . .	247
Medidas preventivas y técnicas culturales contra virosis . . . . .	248
ENFERMEDADES PRODUCIDAS POR BACTERIAS . . . . .	248
Roña o sarna bacteriana . . . . .	249
Podredumbre blanda del pimiento . . . . .	249
Medidas preventivas y técnicas culturales contra bacteriosis . . . . .	250
ENFERMEDADES NO PARASITARIAS . . . . .	253
a) Fisiológicas y nutricionales. . . . .	253
a.1. Asfixia radical . . . . .	253
a.2. Necrosis apical . . . . .	253
a.3. Grietas o rajado del fruto . . . . .	254
b) Climáticas . . . . .	255
b.1. Falta de luminosidad . . . . .	255
b.2. Exceso de temperatura y luminosidad . . . . .	256
b.3. Heladas . . . . .	256
b.4. Caída de flores . . . . .	257
b.5. Stip . . . . .	257

c) carenciales . . . . .	257
Control de las carencias . . . . .	260
d) Fitotóxicas . . . . .	260
Otras afecciones del pimiento . . . . .	261
Enfermedades de almacenamiento y poscosecha. . . . .	261
Malas hierbas . . . . .	262
<b>VII. RECOLECCIÓN, COMERCIALIZACIÓN Y APROVECHAMIENTO</b>	
Recolección. . . . .	265
Práctica de la recolección . . . . .	266
Comercialización . . . . .	267
Normas de calidad . . . . .	270
Manipulación, conservación y almacenamiento . . . . .	277
Composición, propiedades y aprovechamiento del fruto. . . . .	280
<b>RECETARIO DE COCINA . . . . .</b>	<b>283</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA . . . . .</b>	<b>291</b>



# IMPORTANCIA DEL CULTIVO DEL PIMIENTO EN ESPAÑA Y EN OTROS PAÍSES

### Importancia del pimiento en España

La planta de pimiento para consumo en fresco es originaria de Centroamérica, de donde fue introducidos en España tras el primer viaje de los colonizadores, allá por el año 1493. Desde España se fue extendiendo por toda Europa. Sus frutos en baya poseen una carne dulce, gruesa o delgada, según variedades, están huecos y se diferencian por su tamaño y por su color: verde, rojo o amarillo.

Es una de las hortalizas de mayor consumo en España y cultivada, sobre todo en los invernaderos del área mediterránea y, principalmente, en la provincia de Almería donde ocupa una superficie de unas 8.500 has, cerca del 70 % de la superficie total nacional cultivada en invernadero para consumo fresco y sabor dulce.

La producción de hortalizas bajo invernadero representa entre el 35 y el 40 % de la producción total de hortalizas, con unos 5 millones de toneladas, representando el pimiento cerca del 20 % del total de lo producido bajo invernadero.

Como después veremos el cultivo de pimiento se encuentra en todas las comarcas agrarias, ya sea para consumo en fresco o para procesado industrial debido, en gran parte, a la diversidad de variedades, formas, colores y destino; aunque como decíamos antes el pimiento para consumo en fresco se localiza, principalmente, en Almería, Murcia, Málaga, Granada, Galicia y Región Valenciana. Hay que destacar las producciones de las provincias gallegas con sus variedades autóctonas para consumo en verde e industria.

Su característica de perfecta adaptación al clima del invernadero permite su cultivo durante todo el año por lo que su calendario de comercialización abarca los doce meses, y cada día se comercializa pimiento procedente de España en cualquier mercado nacional o internacional.

Tras el cultivo del tomate es la especie hortícola de invernadero de mayor consumo con una producción de 1.000.000 de toneladas cultivadas en 20.000 has, cuyo valor se acerca a los 841.000.000 de euros. Unas 12.000 has. están dedicadas a la producción de pimiento para consumo en fresco en invernadero y el resto en seco y regadío al aire libre para obtener, además, de frutos para consumo en verde variedades autóctonas empleadas en el procesado industrial, como ocurre en las regiones de Navarra, Castilla-La Mancha, Galicia, Extremadura, Murcia, Valle del Ebro, Valle del Guadalquivir, La Rioja, Aragón y Andalucía que, además de la obtención de frutos para conservas y pimentón, también cultivan aunque en menor porcentaje variedades para consumo en fresco, esencialmente tipos de carne gruesa como son Lamuyo y California.

El millón de toneladas de pimiento de todos los tipos producidas en España se reparte su consumo y destino de esta forma:

### Autoconsumo

- Animal ..... 0,52 % ..... 5.200 toneladas
- Familiar ..... 3,15 % ..... 31.500 toneladas

Consumo en fresco ..... 84,72 % ..... 847.200 toneladas

Transformación ..... 11,62 % ..... 116.200 toneladas

Por lo tanto, algo más del 88 % de la producción es para consumo en fresco y el resto para industria.

## Superficie y producción

La superficie española de hortalizas es de unas 400.000 has. (año 2007). De ellas 21.798 has están dedicadas al cultivo de pimiento, de las que 354 has son de secano y el resto de regadío con una producción total de 1.057.533 de toneladas.

De la superficie en regadío, 21.444 has, unas 11.868 has se destinan a cultivos protegidos y el resto, 9.576 has están cultivadas al aire libre en regadío, principalmente, para procesado industrial. Almería con 8.154 has, en dicho período, le sigue en importancia Murcia, Málaga, Granada, Alicante, Pontevedra y Valencia.

Destacan en regadío y al aire libre, dedicados esencialmente para producción industrial las provincias de Navarra con 877 has, Ciudad Real 873 Has, Toledo 804 has., Cáceres 550 has., Sevilla 515 has., Badajoz 480 has., Córdoba 463 has y Zaragoza 327 has. etc. etc. En secano son las provincias de Sevilla y Vizcaya con 155 y 105 has las más representativas.

Se relaciona a continuación la superficie cultivada de pimiento en las principales provincias y el porcentaje de cultivo con respecto al total cultivado. Se incluye todo tipo de frutos con sus diferentes destinos de consumo, ya sea para fresco o para procesado industrial. Se expone sólo las provincias con más de 200 has de cultivo.

**Cuadro 1. Distribución de la superficie total cultivada de pimiento en las principales provincias españolas.**

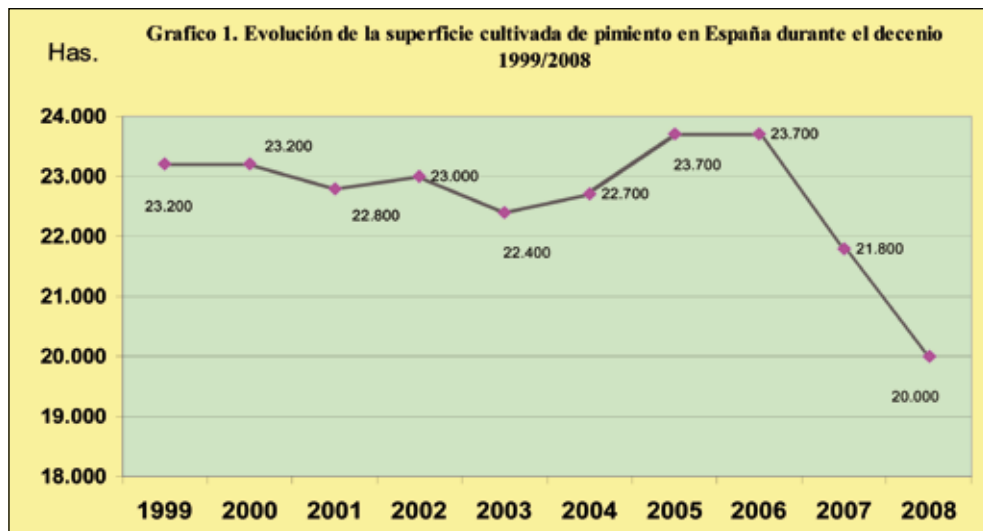
**Superficie total = 21.798 has. Datos del año 2007.**

Provincia	Superficie (has)	Porcentaje sobre el total (%)
Almería	8.202	37,62
Murcia	1.799	8,25
Cádiz	1.025	4,70
Toledo	904	4,15
Navarra	877	4,02
Ciudad Real	873	4,00
Málaga	751	3,45
Granada	700	3,21
Sevilla	688	3,16
Cáceres	550	2,52
Córdoba	474	2,17
Badajoz	460	2,11
La Coruña	411	1,89
Pontevedra	362	1,66
Zaragoza	327	1,50
Jaen	290	1,33
Valencia	288	1,32
Albacete	246	1,13
Alicante	222	1,02
Vizcaya	215	0,98
Orense	208	0,95
La Rioja	208	0,95
Otras	1,724	7,91

Fuente: Anuario de la Producción Agraria. MARM

Elaboración propia

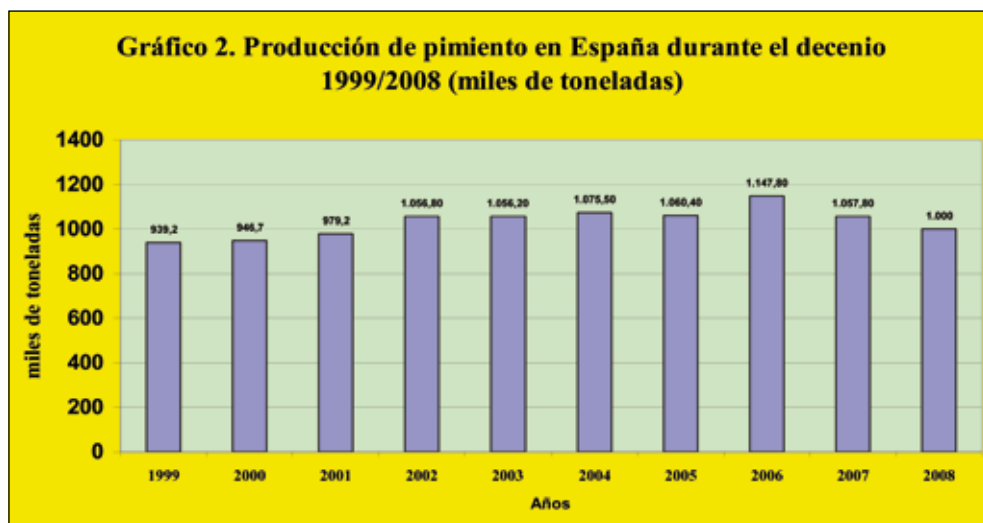
Si observamos el siguiente gráfico (nº 1) sobre la evolución de la superficie cultivada de pimiento en España se aprecian datos muy estables, alrededor de las 22.000/23.000 has; aunque en los años 2007 y 2008 haya descendido por los problemas fitosanitarios y de residuos. Según las informaciones más recientes la superficie de pimiento tiende otra vez a mantenerse en las cifras de años anteriores.



Fuente: Anuarios de la Producción Agraria. MARM  
Elaboración propia

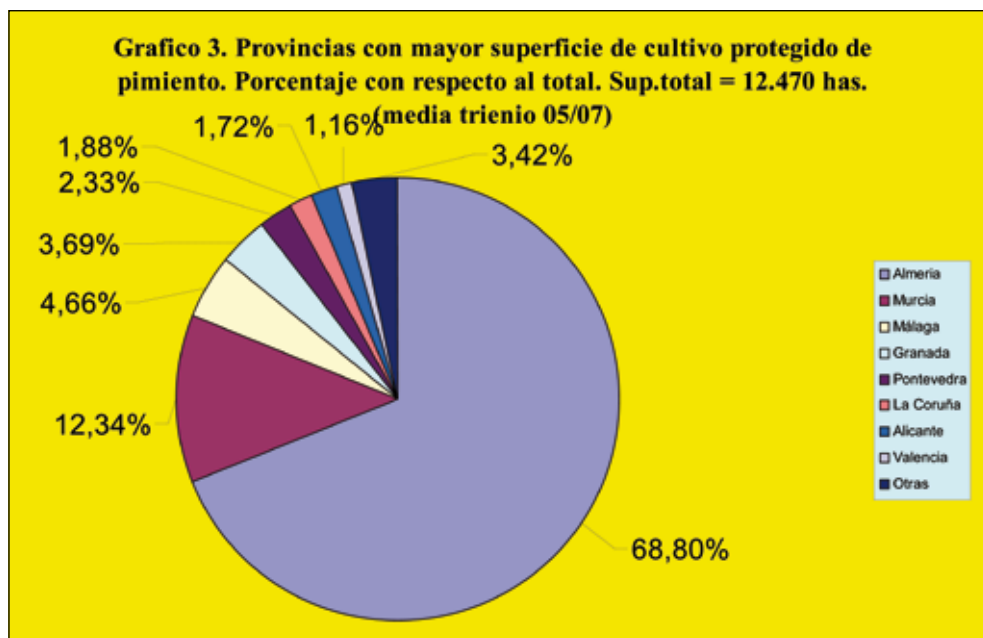
En cuanto a la producción obtenida, 1.057.533 toneladas, Almería es la provincia mayor productora con cerca de 522.000 toneladas y el 50 % de la producción total del Estado. Le siguen la Comunidad de Murcia con 128.618 toneladas, Ciudad Real 43.660 toneladas, Toledo 39.804 toneladas, Cádiz con 38.950 toneladas y Málaga con 38.400 toneladas.

El gráfico nº 2 nos indica claramente el estacionamiento anual de la producción total obtenida de pimiento en España y que oscila alrededor del millón de toneladas.



Fuente: Anuarios de la Producción Agraria. MARM  
Elaboración propia





Fuente: Anuarios de la Producción Agraria. MARM  
Elaboración propia

La superficie protegida cultivada de pimiento en España es de unas 12.470 has. Las provincias con mayor extensión y porcentaje de participación se aprecia en el gráfico n° 3 siendo Almería y Murcia las más representativas con participación superior al 80 % de la superficie cultivada (media trienio 05/07).

### Rendimientos medios

La planta de pimiento al ser aprovechada por sus frutos, su rendimiento dependerá del número y peso de dichos frutos a lo largo del ciclo ya sea ciclo corto o largo y, además, del tipo de pimiento a cultivar, de carne gruesa o fina. Igualmente influye en los rendimientos, como en todas las especies hortícolas, la fertilidad del suelo, la calidad del agua de riego, densidad de plantación, las condiciones ambientales del invernadero y, por supuesto, la experiencia del agricultor. En invernadero, ciclos largos de cultivo y densidades de unas 20.000 plantas/ha los rendimientos medios en los tipos "Dulce italiano" variedad de fruto largo y carne fina son de 50.000 a 60.000 kg./ha con pesos medios de los frutos de unos 100 gramos; mientras que los de carne gruesa, tipo Lamuyo, los rendimientos medios son algo más elevados, 75.000 a 80.000 kg/ha y peso del fruto también algo mayor, 250 gramos; los frutos tipo California alcanzan rendimientos medios de 65.000 a 70.000 kg/ha con pesos alrededor de 175 g. Sin embargo en invernaderos climatizados pueden alcanzar fácilmente los 150.000 kg/ha. En cultivos de ciclo corto, dependiendo también de las condiciones mencionadas, pueden obtenerse producciones de 40.000 a 45.000 kg./ha las variedades de carne gruesa.

En cuanto a los rendimientos medios en el ámbito nacional, sin diferenciar los diferentes tipos de pimiento ni el destino de la producción han ido incrementándose año tras año. Desde las 25.000 kg/ha en el año 1985 hasta los 35.000 kg/ha del año 2007. Los mayores rendimientos en cultivo protegido se alcanzan en Alicante y Murcia con más de 100.000 kg/ha seguido de Tenerife, Las Palmas, Málaga, Granada y Almería con unos 70.000 kg/ha de media. En regadío los mayores rendimientos se consiguen en Ciudad Real (50.000 kg/ha), Murcia (40.000 kg/ha), Toledo (44.000 kg/ha), Cádiz (38.000 kg/ha), etc. En cuanto al cultivo en secano destacan Cantabria con 15.000 kg/ha, las provincias gallegas con 10.000-12.000 kg/ha y Castellón, Asturias y Las Palmas con 9.500 Kg. Todos estos datos referidos al año 2007

Los rendimientos medios nacionales en estos últimos años varían así:

Secano . . . . .	7.000 a 10.000 kg/ha
Regadío . . . . .	25.000 a 30.000 kg/ha
Protegido . . . . .	60.000 a 65.000 kg/ha

En el ámbito mundial los rendimientos medios del cultivo del pimiento de los 5 países más productores son los siguientes:

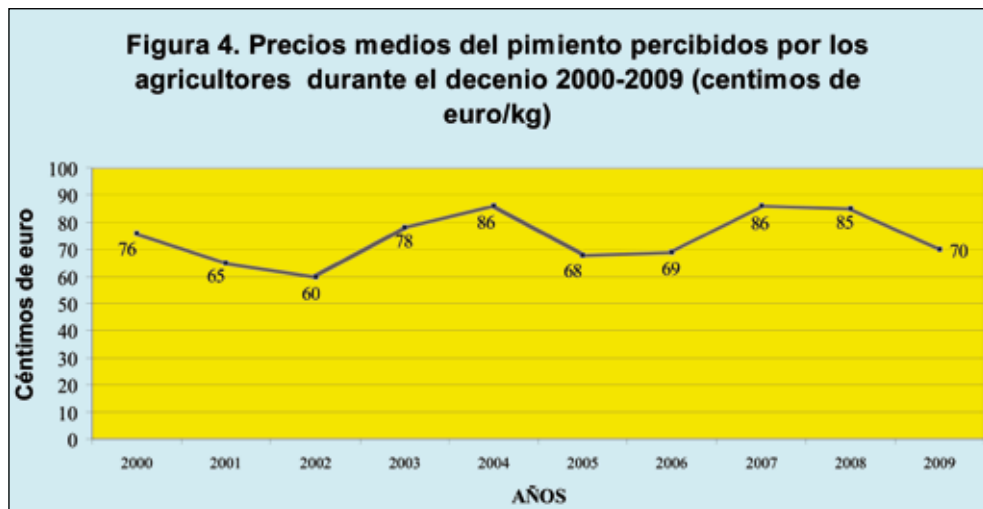
China . . . . .	23.500 kg/ha
México . . . . .	14.000 kg/ha
Turquía . . . . .	20.500 kg/ha
España . . . . .	35.000 kg/ha
Estados Unidos . . . . .	28.500 kg/ha

De acuerdo con FAOSTAT año 2005, el rendimiento medio mundial del cultivo del pimiento es de 14.500 kg/ha.

### Precios medios

Respecto a los precios medios percibidos por los agricultores se han ido incrementando en el transcurso de los años, desde 0,21 €/kg (35 pts/kg) en 1985 hasta 0,875 €/kg (145 pts/kg) en la campaña 07/08. Según datos del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio los pimientos, principalmente los de consumo en verde, son los alimentos que acumulaban mayores pérdidas en noviembre de 2009 en un 20 % con respecto al mismo mes del año anterior. Sin embargo en esa misma campaña 09/010 a consecuencia de la sustitución del pimiento en los trasplantes de primavera por otras especies como son melón, calabacín y sandía y al disminuir la superficie cultivada, todas las variedades de pimiento para consumo en verde se incrementaron las cotizaciones en los mercados de origen. Por ejemplo:

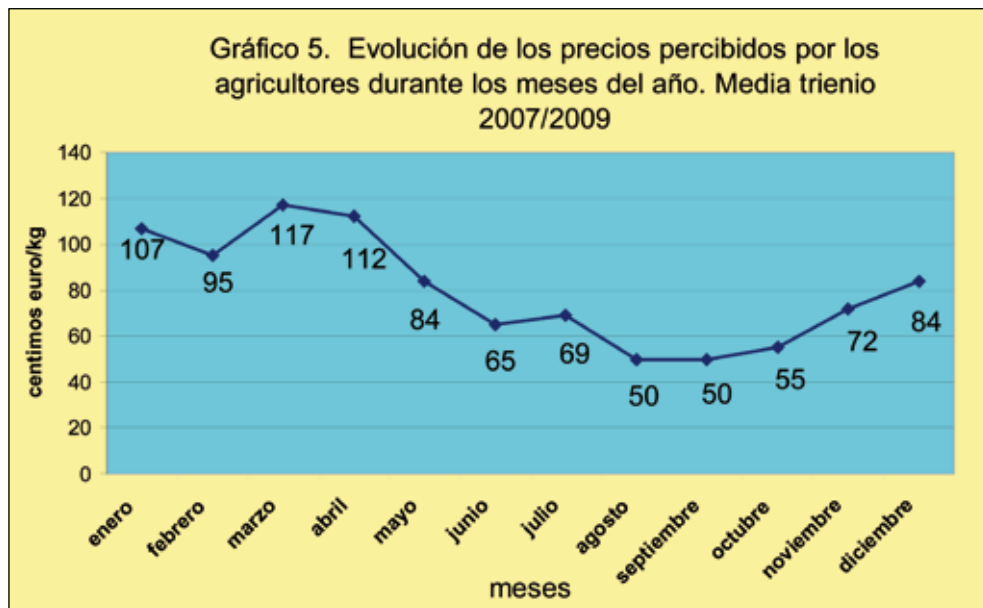
California rojo . . . . .	2,40 €/kg
California verde . . . . .	1,60 €/kg
Dulce Italiano . . . . .	2,00 €/kg



Fuente: Anuarios de la Producción Agraria. MARM  
Elaboración propia

Si se observa el gráfico nº 4 relacionado con las oscilaciones de precios percibidos por los agricultores no presenta una gran variación de un año a otro; aunque a final de la campaña 09/010 por lo indicado anteriormente las cotizaciones se dispararan en momentos puntuales. Por lo tanto, el pimiento como todas las especies hortícolas de invernadero sometidas a factores ajenos a la producción siempre entran en una dinámica de altas y bajas en fechas determinadas que pueden oscilar las cotizaciones pero, al final del ciclo, lo vemos en la gráfica mencionada, los precios han oscilado alrededor de los 75 céntimos de euro por kg.

En cuanto a la variación de los precios, a lo largo de los meses del año, según vemos el gráfico nº 5 es durante los meses del invierno y de la primavera cuando las cotizaciones del pimiento son más elevadas debido al mayor volumen exportado y a la escasa producción. Desde noviembre a marzo los precios van en continuo aumento. A partir de marzo comienzan a descender las cotizaciones situándose las mínimas en los meses de verano.



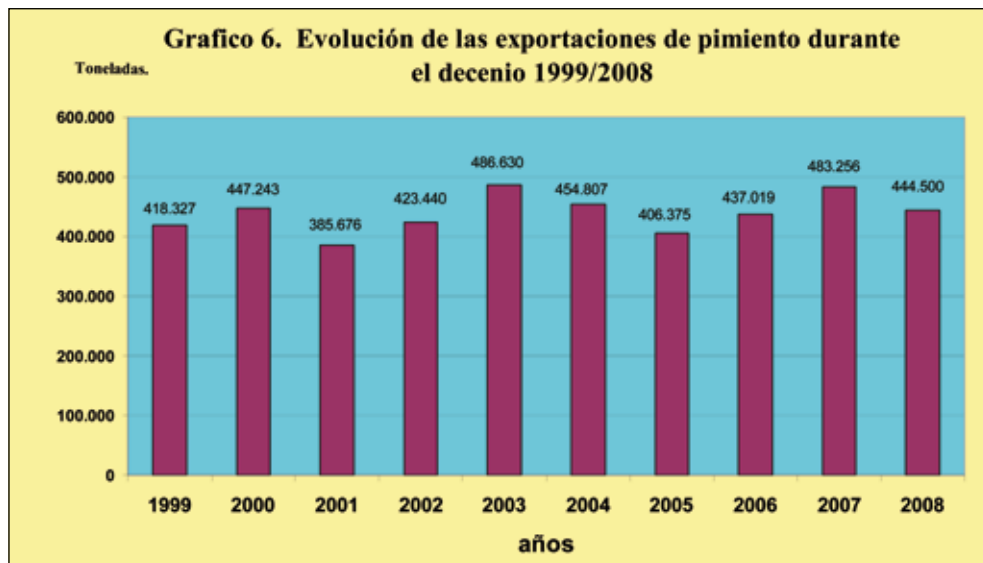
Fuente: Anuarios de la Producción Agraria. MARM

Elaboración propia

### Comercio Exterior. Exportaciones

España es uno de los principales países productor y exportador de frutas y hortalizas a la Unión Europea y es la principal fuente suministradora de pimiento en los meses de otoño-invierno procedentes de los cultivos de invernadero. También en el período de otoño-invierno las producciones españolas son las más demandadas mientras que en primavera-verano hay una gran competidora que es Holanda.

Hasta el año 1986, entrada de España en el entonces Mercado Común, las exportaciones eran muy pequeñas, pero a partir de formar parte de la Comunidad Europea las exportaciones de frutas y hortalizas fueron cada año incrementándose. España, junto a Holanda, son los países más exportadores de pimiento después de México.

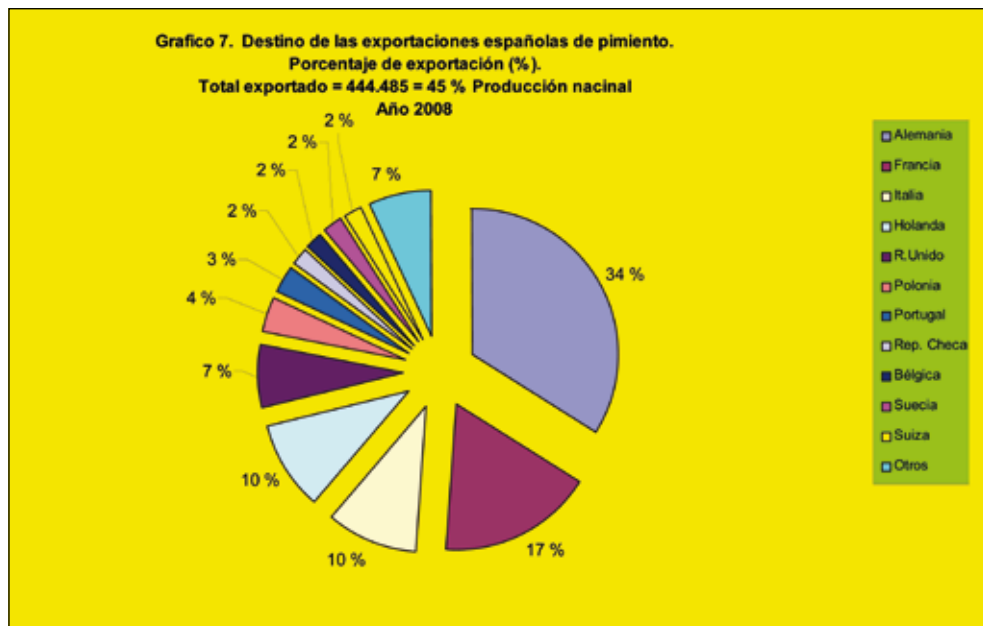


Fuente: Anuarios de la Producción Agraria. MARM  
Elaboración propia

Las exportaciones españolas de frutas y hortalizas en el año 2009 ascendieron a 9.400.000 de toneladas con un valor de 7.812 millones de euros. La exportación de hortalizas fue de unas 4.000.000 de toneladas por un valor de 3.240 millones de euros. El pimiento en el año 2008 alcanzó un valor de 639 millones de euros y un volumen exportado de 444.500 toneladas, procedente en un 70 % de los cultivos intensivos, sobre todo de Almería, Murcia, Alicante y Valencia..

Las importaciones de pimiento fueron de 32.450 toneladas por un importe de 31.700.000 euros. De estas importaciones un 87 % son de procedencia extra comunitaria, principalmente de Marruecos y el 13 % restante nos llega de Francia, Portugal y Países Bajos

De acuerdo con el gráfico nº 6 referente a las exportaciones españolas de pimiento, a lo largo de dichos años, se aprecia un parecido volumen exportado de un año y otro, entre 400.000 y 500.000 toneladas y que representa el 40 al 50 % de la producción total nacional.

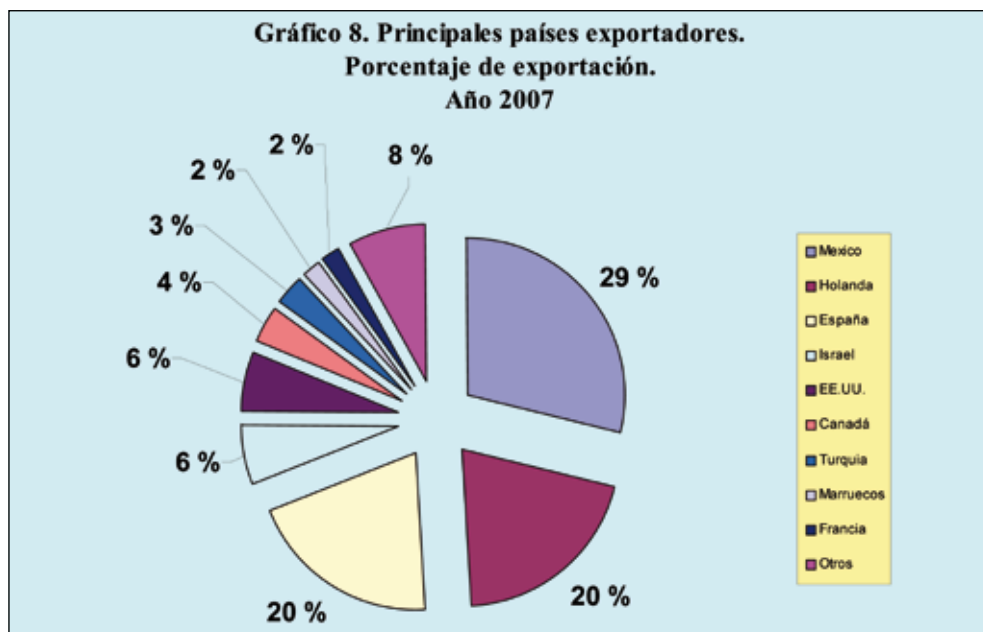


Fuente: Anuarios de la Producción Agraria. MARM  
 Elaboración propia

Las exportaciones españolas de pimientos se desarrollan durante todo el año debido a la demanda continua de los mercados internacionales y se dirigen casi en su totalidad a la Unión Europea. El gráfico nº 7 indica el destino de nuestras exportaciones y los porcentajes con respecto al total exportado, observándose que cerca del 80 % del volumen total exportado tiene su destino en Alemania, Francia, Italia, Holanda y Reino Unido.

En cuanto a los tipos de pimiento exportados cada país tiene sus preferencias. Los tipos California de color rojo y verde se envían principalmente a Alemania, Holanda y Reino Unido y los tipo Lamuyo los prefieren en Italia, Francia y Portugal.

Los principales países exportadores de pimiento (Gráfico nº 8), son México, Holanda y España que representan casi el 70 % del volumen total exportado en el ámbito mundial.



Fuente: FAOSTAT, 2007

Elaboración propia

### El cultivo del pimiento en otros países

La producción mundial de pimiento es de unos 25 millones de toneladas siendo el principal productor China con el 56 % de la producción total (Véase cuadro nº 2) seguido de México y Turquía. En la Unión Europea es España el principal productor de pimiento seguido de los Países Bajos y de Italia. Estados Unidos es otro país productor e importador de pimientos sobre todo de Holanda.

Se expone a continuación la producción de pimiento en los principales países y el porcentaje de producción respecto a la producción total mundial cuyo volumen de 25.046.914 de toneladas, se consigue en el año 2007. Comprende todo tipo de pimientos, dulces y picantes.

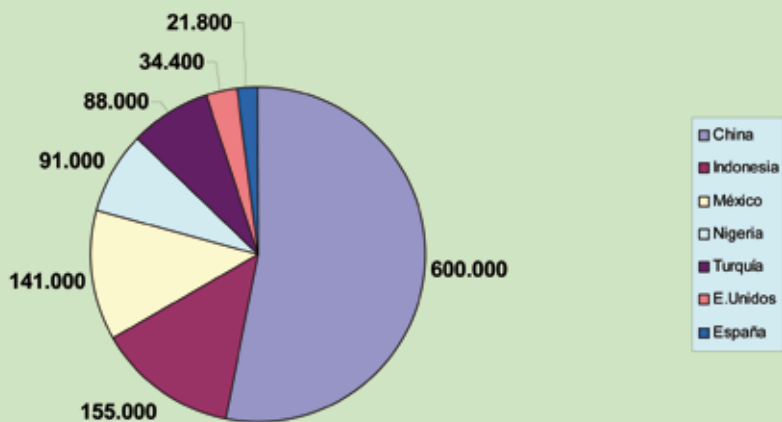
**Cuadro 2. Distribución mundial de pimiento en los principales países productores y porcentaje de producción. Año 2007**

País	Producción (toneladas)	Porcentaje de producción (%)
China	14.026.272	56,00
México	1.890.428	7,55
Turquía	1.759.224	7,02
Indonesia	1.128.790	4,51
España	1.057.224	4,22
Estados Unidos	855.870	3,42
Nigeria	723.000	2,87
Egipto	475.000	1,90
Corea	414.136	1,65
Países Bajos	320.000	1,28
Ghana	279.000	1,11
Túnez	278.000	1,10
Argelia	268.005	1,07
Italia	252.194	1,00
Marruecos	213.760	0,85
Hungría	208.200	0,83
Israel	185.942	0,74
Rumania	184.939	0,73
Serbia	150.257	0,60
Japón	149.600	0,59
Otros	240.450	0,96

La superficie cultivada de pimiento en el mundo está alrededor de 1.700.000 has. China con 600.000 has, Indonesia, 155.000 has, y México con 141.000 has representan más de la mitad de la superficie mundial. España ocupa el 7º lugar, pero el quinto en cuanto a producción obtenida. (Véase gráfico nº 9)



**Grafico 9 . Superficie cutlivada de pimiento en los principales países. (has. Año 2007)**





### DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DE LA PLANTA

**Denominación.-** Cada planta al germinar y crecer adquiere una identidad específica y una identidad poblacional. Así la planta de pimiento *Capsicum annuum* L. se identifica de esta forma.

- Reino de las plantas.
- Subtipa mayoría de las plantas cultivadas.
- Clase Dicotiledóneas cuyas semillas contienen un embrión con dos cotiledones.
- Subclase metaclamídeas, por tener flores con periantio doble y los estambres insertos en ella.
- Orden Tubifloras (gamopétalas) por tener sus pétalos soldados por la base.
- Familia de las Solanáceas al igual que la berenjena y tomate.
- Género *Capsicum*, especie *annuum*

Linneo en 1753 reconoce sólo dos especies de *Capsicum*, que son *C. frutescens* y *C. annuum*, pero posteriormente se le sumaron *C. baccatum*, *C. pubescens*, *C. chilense* y *C. pendulum* y a final del siglo XIX ya se habían descubierto cerca de 30 especies de las que más de 20 son silvestres y el resto cultivadas. Es a la especie *annuum* a la que pertenecen la mayoría de las variedades cultivadas de pimiento.

Según R.Mendoza (2000), estas son las siete principales especies de *Capsicum* cultivadas:

- *C. annuum* L. De corola blanca, flores solitarias, frutos de de diferente forma, tamaño y color, de sabor dulce y picante. Es la especie de pimiento más cultivada en el mundo y de una gran importancia económica para muchos países, tanto los pimientos de sabor dulce como los de sabor picante. En la cuenca mediterránea unote los principales cultivos son sobre todo procedentes de variedades dulces.
- *C. frutescens* L. De corola blanca, dos flores por nudo.( ají picante).
- *C. baccatum* L. De corola blanca y frutos de forma variada.
- *C. pendulum* Willd ( *C. peruvianum* Haz). De corola blanca, con partes amarillas y verdes, un fruto por nudo.
- *C. chinensi* Jack. Corola generalmente amarillenta o verdosa, frutos verdes rojos en la madurez y negruzcos al secar. De sabor picante.
- *C. macrocarpum* Cav. Corola diminuta y blanca, fruto pequeño, rojo y picante.
- *C. pubescens*.- Corola violácea, frutos carnosos, verdes, rojos, ovales y esféricos, picantes y con semillas negras.



Fig. 1. Flor y pequeño fruto de pimiento

De todas ellas las más empleadas son: *Annuum*, *frutescens*, *pendulum* y *pubescens*, estas dos últimas sólo cultivadas en regiones de Sudamérica. Además de *C. chinense* que han sido y se están utilizando todas ellas para la transferencia de genes en la mejora genética del pimiento dulce mediante los métodos de hibridación y retrocruzamiento.

Por otra parte Purseglove, 1974 señala sólo cinco grupos cultivados de pimiento:

*C. annuum* L. Variedad *annuum* a la que pertenecen la mayoría de los cultivos existentes con corolas de color blanquecino y flores solitarias.

*C. baccatum* L. Variedad *pendulum* (Willd) con corolas de color blanco con zonas amarillentas en el interior.

*C. chinensi* Jack con 3-5 flores por nudo.

*C. frutescens* L. Con corolas verde claro o amarillas, flores solitarias y dos flores por nudo.

*C. pubescens* Rucz-Pav con plantas de hojas y tallos recubiertos de vellosidades y corolas de coloraciones purpúreas.

Además hay dos subespecies de *annuum*: variedad *cerasiforme* y *fasciculatum* de frutos muy pequeños y dedicadas a plantas ornamentales y en jardinería.

La denominación de *Capsicum* procede, según algunos autores, de “cápsula” y otros creen que de capsicina, alcaloide que le da el característico sabor picante. En España a todos los pimientos tanto dulces como picantes se les denomina pimientos. Sin embargo en Hispanoamérica, principalmente en México y otros países de Centroamérica, a los pimientos de sabor picante se les llama “chilis”, “chiles” o “ajíes”. En España a estos pimientos picantes se les conoce por “guindillas”.

La familia de las Solanáceas es muy numerosa, algunas de ellas con contenidos alcaloides tóxicos, como la belladona o el beleño; sin embargo los frutos que son comestibles: pimiento berenjena, tomate, patatas, constituyen hoy en día alimentos indispensables y muy nutritivos para la población.

En un principio se le denominó pimienta a las diferentes variedades de pimiento picante como son el ají o chile traído por los españoles, asignándose posteriormente el género *Capsicum* a todos los tipos de pimiento tanto picantes como dulces, para conservas, para molienda, en encurtidos, etc. etc. Llamándose pimiento no sólo al cultivado para consumo dulce sino también a las variedades picantes como las de “de Padrón”, “del Piquillo”, “morrones”, “guindillas”, “pimentón”, etc.

**Origen.-** Es una de las solanáceas más cultivada en el mundo, especialmente por los países de área mediterránea. Es un fruto muy importante en muchos países hispanoamericanos, sobre todo las variedades picantes.

Decíamos que el género *Capsicum* tiene cerca de 30 especies, de ellas unas 10 cultivadas y el resto silvestres con flores de color púrpura y blancas. Hasta ahora la clasificación del este género ha sufrido numerosas modificaciones por los investigadores y botánicos, la mayoría de ellos mantienen los Centros de Origen del género *Capsicum* en Centroamérica, en el área andina Central con los países de Bolivia, Perú y Ecuador desde donde se extendió más al Norte, concretamente a México, siempre en climas con las condiciones favorables para su crecimiento. Y es allí donde se han encontrado restos arqueológicos de la utilización del pimiento, siendo hoy en día la fuente de una gran variabilidad genética la que visitan científicos y mejoradores del pimiento.

Desde muy antiguo se conoce el pimiento en México como un alimento para salsas y comidas a base de tomates y chiles. Los investigadores admiten que por la gran diversidad de especies silvestres encontradas en México pudo ser un centro importante de origen del pimiento. Según F. Nuez, R. Gil y J. Costa (1996), fue en México hacia los años 7000-5000 a.c. cuando se inició la domesticación de plantas de pimiento seleccionándolas por su color, forma y por su sabor, separando los pimientos dulces de los picantes. Una vez domesticado se extendió por Europa y Asia. Fue Colón en el año 1493, en su primer viaje, cuando trajo el pimiento a España y posteriormente, a partir del siglo XVI, su cultivo se difundió, principalmente, por el Sur de Europa y por el resto del mundo, con ayuda de los conquistadores portugueses, siempre en regiones de climas benignos. No hay que olvidar que el primer pimiento llegado a España fue de sabor muy picante para sustituir a la pimienta negra tan cotizada por aquella época, uno de los retos y triunfos de Colón ya que con ello podían sustituir a dicha especia. Según se cuenta los conquistadores españoles la confundieron con el “ají” o “chili” como era conocido por los indígenas por lo que al llegar a España lo denominaron pimiento por su similitud con la pimienta. La pimienta es una planta de la familia de las piperáceas cuya especie más importante es “*Piper nigrum* L.” que proporciona la pimienta negra obtenida de las bayas secas recogidas antes de madurar, mientras que

la pimienta blanca procede de las bayas a las que se le ha suprimido la corteza del fruto maduro. La pimienta se empleaba y se emplea fundamentalmente para condimento y en conserva y hasta la introducción del pimiento en España sólo se empleaba la pimienta negra en la cocina.

Tanto en España como en el resto de Europa el pimiento tuvo una gran acogida y comenzó a cultivarse primero en los monasterios y jardines como planta ornamental y más tarde en los huertos ya como fruto para cocinar y como condimento.

Al principio, las variedades traídas a España por los conquistadores españoles fue el pimiento picante debido a su valor estratégico y comercial por sustituir a la pimienta negra. Al principio y sin grandes acontecimientos fueron llegando alguna variedad de pimiento dulce que junto a la posible domesticación en México, en los huertos españoles y en los monasterios fue seleccionándose por sucesivas hibridaciones hasta conseguir pimientos muy dulces; y a final del siglo XIX por sus propiedades nutritivas comenzó su cultivo de una forma general en España; aunque no fue hasta mediados del siglo XX cuando entra definitivamente en la cocina. A partir de entonces se continúa su mejora y se van obteniendo variedades selectas y de calidad. Actualmente hay muchas variedades o tipos de pimiento que se diferencian por su color, forma, grosor de la carne, tamaño y contenido de capsicina. Así los pimientos dulces cultivados en invernadero consumidos en ensaladas o cocinados apenas contienen capsicina; sin embargo los pimientos picantes destinados a aperitivos o encurtidos contienen diferentes niveles de capsicina que le da sabor más o menos picante.

Es el pimiento dulce el que ocupa la mayor superficie de cultivo en España, sobre todo de variedades híbridas y en cultivos protegidos.

**Planta.-** Se cultiva como anual, aunque en condiciones adecuadas y previa poda puede rebrotar y dar cosecha en el siguiente año alargándose el ciclo dos años; aunque la nueva planta formada presenta, con frecuencia, brotaciones poco vigorosas y frutos de menor tamaño y calidad. Está constituida por un tallo principal de consistencia herbácea que después se lignifica y que a partir de dicho tallo principal, cuando alcanza la altura de unos 40 cm se bifurca en 2-3 ramas que a su vez se ramifican en forma dicotómica. En cultivo protegido debido al peso de los tallos, hojas y frutos necesita entutorado para sujetarse y evitar que se tiendan en el suelo o se quiebren. Su altura puede llegar en cultivos al aire libre a un metro de altura y en invernadero fácilmente a 2 metros, todo en función de la variedad, época y condiciones climáticas.

Todas las variedades son de crecimiento determinado o limitado.

**Raíz.-** La raíz es el órgano subterráneo de la planta y crece en dirección opuesta al tallo, introduciéndose en la tierra de donde extrae las sustancias nutritivas. En este órgano se distinguen el ápice o cono vegetativo envuelto por la cofia o pilorriza, capucha muy resistente que protege al meristemo terminal del roce contra la tierra; la zona pilífera provista de pelos radicales o absorbentes, finas terminaciones situadas inmediatamente por encima de la cofia; la zona de crecimiento, comprendida entre la cofia y los pelos absorbentes, constituida por un meristemo en crecimiento activo; la zona ramificada o cuerpo principal que se encuentra entre la zona pilífera y el comienzo de la raíz a nivel del suelo en donde se producen las diversas ramificaciones y bifurcaciones de la raíz principal, y, por último, el cuello de la raíz situada al nivel de la superficie del suelo.



Fig. 2. Planta adulta de pimiento en cultivo sin suelo



Arriba derecha, Fig. 3. Raíz de pimiento a los 6 días de germinar



Derecha, Fig. 4. Raíz de pimiento a los 20 días de la plantación

Como en otras dicotiledóneas al seccionar transversalmente la raíz se distingue la epidermis en la que se sitúan los pelos absorbentes encargados de la absorción del agua y de la asimilación de los nutrientes y el cilindro central formado por el floema y el xilema.

El sistema radicular del pimiento está formado, en un principio, a los 20 días de la germinación, por una raíz principal, pivotante, delgada con abundantes raicillas, rodeada de una gran cabellera de raíces secundarias y adventicias. La raíz adulta puede llegar a más de un metro de profundidad, según textura del suelo, predominando una fuerte y vigorosa raíz principal pivotante. En terrenos enarenados y riego localizado la profundidad de las raíces es menor. Dependiendo de la textura del suelo puede alcanzar 50-60 cm aunque el 75 % o más del volumen de raíces se localiza a menor profundidad, entre los 25-30 cm con una gran densidad horizontal de raíces que alcanzan una anchura de 50-75 cm.

Como ocurre con el tomate, si se realiza aporcado la base del tallo puede emitir nuevas raíces; aunque de menor desarrollo que en tomate. Hay que procurar, en las primeras fases del cultivo, facilitar la formación de un buen sistema radicular mediante en manejo adecuado de los riegos.



Fig. 5. Raíz adulta de pimiento. Se aprecia la raíz pivotante y las raíces secundarias

**Tallos.-** El tallo sostiene todos los órganos del vegetal: hojas, flores, brotes y frutos y es el responsable de conducir la savia de la raíz a las hojas. En él se encuentran los nudos en donde se insertan las hojas, los frutos y las ramificaciones.

Es de crecimiento limitado o determinado, erecto, frágil, de epidermis brillante, con estrías, a veces, muy pronunciadas longitudinalmente y en otras variedades ligeramente estriadas, como así mismo ramificaciones, de 1,5 cm. de grosor. De consistencia tierna al principio, lignificándose más tarde según se desarrolla pero no lo suficiente para mantenerse erguido como planta adulta y con muchos frutos, por lo que necesita tutores. Todas las ramificaciones parten del tallo principal que al llegar a una altura que coincide con la cruz, tras aparecer entre 10 y 12 hojas verdaderas y a los 25-30 días del trasplante se dividen en 2-3 brazos y estos a su vez de forma dicotómica tienden a bifurcarse, todo ello dependiendo del tipo de crecimiento y de la variedad cultivada. En otras variedades el crecimiento es diferente, los brotes laterales aparecen muy rápido, antes de la formación de la cruz, al mes de la plantación conformándose una planta con un tallo principal y ramificaciones laterales de igual grosor y longitud.

En su extremo se encuentra el meristemo apical formado por un conjunto de células que se dividen activamente. De las yemas de las axilas de las hojas del tallo principal nacen nuevas brotaciones secundarias que a su vez pueden emitir otros tallos, hojas, flores y así sucesivamente.





Fig. 6. En algunas variedades de pimiento aparecen brotes laterales antes de la cruz formando una planta con un solo tallo principal y ramificaciones laterales

**Hojas.-** Nacen de forma alternada en el tallo, con pecíolo largo, lobuladas, enteras, lisas y con un ápice muy pronunciado o acuminado, insertas en los nudos del tallo, de color verde claro a verde oscuro y un limbo más o menos alargado que proporciona a la planta una gran superficie. El haz es glabro, liso y suave al tacto. El nervio principal simula a una prolongación del pecíolo y llega hasta el final del limbo. Las nerviaciones secundarias y paralelinervias entre sí forma ángulos de unos  $40^\circ$  con el nervio central que llega al borde de la hoja. Dependiendo de la variedad las hojas pueden ser más o menos lanceoladas, elípticas u ovals y de mayor o menor tamaño.

El limbo de una hoja adulta mide unos 20 cm. de largo, 11 cm. de ancho con un pecíolo que alcanza 8-10 cm. de longitud.

Las hojas sirven a la planta para llevar a cabo las funciones de la respiración, transpiración y función clorofílica.



Fig. 7. Hoja de pimiento vista por el haz



Fig. 8. Hoja de pimiento vista por el envés.  
Se aprecia el vigoroso nervio central

**Flores.-** Las flores del pimiento son completas por tener pedúnculo, pétalos, sépalos, estambres y pistilo; pendulares al curvarse hacia abajo el pedúnculo durante la antesis o apertura de la flor, no obstante, dependiendo de su situación en la planta, a menudo se sustenta sobre un pecíolo o se sujeta entre dos brotes y permanece vertical o inclinada. Las flores de pimiento se desarrollan a partir de botones florales o ápices terminales y normalmente aparece una flor en la cruz del tallo que origina frutos gruesos. También se sitúan en el ápice de las ramificaciones, en la base de las axilas de las hojas, principalmente en las del tallo principal y en las bifurcaciones de las dicotomías, incluso en el mismo pecíolo de la hoja, cerca de la unión con el tallo.

Las flores de pimiento son regulares y de corola tubulosa; monoica por poseer los dos sexos en la misma flor, solitarias, pequeñas, de 2-3 cm de diámetro completamente abiertas, dependiendo de las variedades, y de color blanco lechoso y pétalos puntiagudos de 1 cm de longitud desde la base y 4 mm de ancho. En variedades de frutos picantes pueden aparecer agrupadas en racimos de 2-5 flores. Están unidas a la planta por un pedúnculo con una longitud de 1-1,5 cm y 2 mm de grosor. Cáliz tubular de una sola pieza, de 0,5 cm de longitud y superficie rugosa que se endurece según va creciendo, con una prolongación rematada en cinco o más dientes pequeños y persistente en el propio fruto.

Las flores de esta planta son actinomorfas porque sus elementos están colocados alrededor de un eje y son iguales entre sí pudiéndose dividir en dos mitades simétricas según distintos planos de simetría. Corola de seis o más pétalos en variedades cultivadas, normalmente 6-7, flor anisostémona cuando tiene distinto número de estambres que de pétalos, flor gamopétala por unirse en su base los pétalos y flor fanerostémona por estar visibles los estambres desde el exterior.

Las flores del pimiento, como otras solanáceas, son hermafroditas al tener androceo y gineceo. El androceo con seis o más estambres en un solo verticilo y tecas con dehiscencia por hendiduras longitudinales laterales. Los estambres no están unidos por la base sino sueltos con una longitud de 5 mm, filamentos de entre 1,5- 3 mm, anteras de 1,5-2 mm de ancho y de 2-3 mm de largas, con líneas azuladas que contornean la teca desde la base del estambre hasta rodearlo longitudinalmente. En algunas variedades de carne dulce, dependiendo de la temperatura ambiental, el estigma es visible desde el exterior y sobresale de las anteras y al ser las flores péndulas la poli-



Fig. 9. Detalle nacimiento flor en un nudo del tallo principal

*Arriba derecha*, Fig. 10. Flor y botones florales en una planta de pimiento



*Derecha*, Fig. 11. Pétalos, cáliz y pedúnculo de una flor de pimiento. Se aprecia la rugosidad de los sépalos



nización es autógama. En la mayoría de las variedades de invernadero los estambres rodean completamente al estigma. En variedades de pimiento picante, por lo general, los estambres sobresalen del estigma por lo que la fecundación es, esencialmente, alógama, bien por insectos o por el viento.

La floración se inicia, dependiendo, entre otros, de la climatología y del desarrollo de la planta, cuando esta tiene formadas entre 10 a 15 hojas verdaderas, pudiendo transcurrir entre 25 a 30 días desde la plantación hasta inicio de la floración. Las flores permanecen receptivas 1-3 días desde su apertura o anthesis, dependiendo de las condiciones de humedad y temperatura. El número de flores está influido por las condiciones ambientales. Por ejemplo: con altas temperaturas y escasa luminosidad puede reducirse el número de flores.

**Frutos.-** Se desarrollan a partir del óvulo fecundado. El fruto del pimiento es una baya hueca no jugosa en forma de cápsula, en posición abatida, péndula o caída al estar el pedúnculo curvado, lo cual es una ventaja al protegerlos del Sol, de piel lisa, normalmente asurcada y de coloración verde al principio y amarillos o rojos al madurar. A veces, con depresiones y de variadas formas, tamaño y color. Tiene normalmente entre 2, 3 y 4 lóculos, de peso variable dependiendo de la variedad cultivada y de diferentes colores, del verde al rojo, pasando por el amarillo, con un ápice en punta, redondeado o hendido. Su base está formada por el cáliz soldado a la piel con o sin hombros. Una particularidad de los frutos del pimiento es que el pedúnculo parece prolongarse y penetrar en el interior del fruto formando el conjunto de la placenta y las numerosas semillas que la rodean y son la fuente principal, junto con los tabiques incompletos o seudotabiques que lo dividen interiormente, de la mayor o menor concentración de capsicina, alcaloide responsable del picor de los frutos en las variedades picantes. Esta particularidad obliga durante la recolección a utilizar tijeras o cuchillo para cortar los

frutos y evitar desgarros. El grosor de la carne es mayor en los pimientos dulces que en los picantes para facilitar en estos últimos el secado o la deshidratación y la molienda.

El pedúnculo del fruto mide entre 4-5 cm de largo y cerca de 1-1,5 cm. de grosor.



Fig. 12. Inserción de frutos de pimiento en un tallo. Se aprecian los "hombros" y el fuerte pedúnculo



Fig. 13. Cáliz del fruto de pimiento. Se aprecia el endurecimiento de los sépalos

El fruto grande y grueso puede alcanzar un peso de hasta 300 gramos y 10 cm de diámetro. Dependiendo de los tipos de frutos dulces cultivados en invernadero pueden alcanzar estos pesos y medidas.

Tipo Dulce Italiano:

- Peso medio. 75-125 g
- Longitud: 15 – 25 cm
- Diámetro o anchura: 4-6 cm
- Espesor carne: 0,4 cm
- Número de lóculos: 2-3 y a veces en la misma variedad e incluso en la misma planta pueden darse frutos con 2, 3 y 4 lóculos

Tipo California.- Normalmente en las primeras recolecciones su peso suelo ser mayor, disminuyendo según avanza y que depende de las variedades cultivadas.

- Peso medio: 150-200 g
- Longitud: 7-13 cm y
- Anchura entre 6 y 10 cm.
- Espesor de la carne: 4-5 mm
- Número de lóculos: 2, 3 y 4



Fig. 14. Pimiento del tipo Dulce Italiano



Fig. 15. Sección transversal de un fruto de pimiento tipo California. Se observa la inserción de las semillas en la placenta y los lóculos que lo dividen interiormente



Fig. 16. Pimientos del Tipo California



Fig. 17. Pimientos del Tipo Lamuyo recolectados en color rojo

Tipo Lamuyo:

- Peso medio: 200-300 g
- Longitud: 15-20 cm
- Diámetro o anchura: 5,5 – 7 cm
- Espesor de la carne: 0,5 – 0,75 cm
- Número de lóculos: 3-4

Si los comparamos con otros tipos de pimientos dedicados al procesado industrial. Por ejemplo:

Tipo “Piquillo”:

- Peso medio: 40-50 g.                      En variedades grandes: 70-100 g
- Longitud: 8-9 cm                          En variedades grandes: 10-11 cm
- Anchura: 4,5-5 cm                        En variedades grandes: 6-7 cm
- Espesor de la carne: 1-2 mm        En variedades grandes: 2-3 mm

Tipo “Morrón” o de “Bola”.- Son pimientos de carne gruesa con destino principal la industria conservera.

- Peso medio: 115-230 g
- Longitud: 7-8 cm
- Anchura: 7-8,5 cm
- Espesor de la carne: 4 mm

**Tabla nº 3. Ejemplo de los resultados de un ensayo con diferentes variedades de pimiento de carne gruesa, tipo Lamuyo, en relación al peso medio, longitud, grosor, volumen y número de lóculos.**

	1ª recolección	2ª recolección	3ª recolección	4ª recolección	5ª recolección	Valores medios
<b>Peso medio (g)</b>	185-246	227-325	179-263	200-315	198-275	198-285
<b>Longitud (cm)</b>	15-18	15-19	16-18	15-19	15-18	15-19
<b>Grosor carne (cm)</b>	0,4-0,6	0,5-0,8	0,5-0,8	0,5-0,7	0,5-0,8	0,5-0,7
<b>Volumen (cc)</b>	250-475	325-500	350-500	350-500	325-400	320-475
<b>Nº de lóculos</b>	70 %...3 loc. 30 %...4 loc.	65 %...3 loc. 35 %...4 loc.	55 %...3 loc. 45 %...4 loc.	75 %...3 loc. 25 %...4 loc.	40 %...3 loc. 60 %...4 loc.	61 %...3 loc. 39 %...4 loc.

La fecundación de los frutos se produce a partir de los 45-50 días de la plantación. El fruto recién cuajado simula a una pequeña bellota de unos 12 mm de largo y 8 mm de ancho, apreciándose claramente el futuro cáliz y, a veces, los pétalos adheridos al pequeño fruto. Desde la fecundación de la flor hasta el fruto para recolectar en verde suele transcurrir entre 20-30 días, dependiendo del clima y variedad y otros tantos para el color amarillo y rojo.

**Semillas.-** Amarillentas, de forma lenticular u oval, aplanadas, de superficie lisa, de tamaño y forma diversa constituidas por el endospermo, el embrión y la cubierta. Al mirar con lupa no presentan vellosidad y sí contornos redondeados, A las 48 horas de puestas a germinar tienen contorno liso y redondeado. Las semillas están separadas de la carne, concentradas en la parte más gruesa del fruto, insertas en una placenta cónica en forma de huso, unidas a una expansión o prolongación del pedúnculo que penetra en el cáliz.

El número de semillas depende de la polinización y así mismo del tamaño del fruto.

Un gramo contiene entre 150 y 200 semillas. En condiciones normales las semillas de pimiento deben de reunir estas condiciones:

- Poder germinativo ..... 70 %
- Pureza específica ..... 98 %
- Facultad germinativa ..... 3-4 años



Fig. 18. Semillas de pimiento



# VARIETADES DE PIMIENTO DULCE CULTIVADAS EN INVERNADERO

### Introducción

Al inicio del establecimiento de los cultivos enarenados las variedades de pimiento no eran híbridas sino cosechadas directamente por el agricultor al finalizar la campaña. En dicha época se cultivaban variedades de carne fina, como “Emilico” o “Miguelino” sustituidos después por otra variedad de mucha trascendencia económica como fue Dulce Italiano, a la que le siguieron Lipari, Arabal, etc. Entre las variedades de carne gruesa comenzaron a cultivarse: Dulce de España, Morro de vaca, Valenciano, etc., que tras la aparición de las semillas híbridas fueron desapareciendo de los invernaderos y reemplazados por las variedades tipo Lamuyo y que en la actualidad sirve como prototipo, al igual que Dulce Italiano, para clasificar las variedades de carne gruesa y carne fina, respectivamente. Ya por último, por exigencias de determinados mercados hicieron su entrada en los invernaderos las variedades tipo California en sus versiones de coloración amarilla y roja.

La mayoría de las plantas de pimiento cultivadas en invernadero para consumo en fresco son variedades híbridas procedentes de mejora, más caras pero más productivas, de gran vigor, uniformidad de planta y frutos, alta producción y calidad y a las que algunas de ellas se les ha incorporado resistencia a determinadas plagas y enfermedades y, lo que es muy importante, calidad nutricional.

En la actualidad el productor y consumidor tienen exigencias diferentes con respecto a las variedades de pimiento:

El agricultor exige:

- Resistencia o tolerancia a plagas, enfermedades por hongos y contra virus; así como adaptación a condiciones adversas de suelo, agua y clima, y sobre todo a la salinidad del suelo y a la del agua de riego.
- Plantas vigorosas y precoces con altos rendimientos y buen cuaje, sobre todo en épocas frías
- Frutos homogéneos, color según variedad y época de recolección y según la demanda de los mercados.
- Resistencia a la conservación y al transporte
- Firmeza de la carne, sin ablandamientos ni grietas.
- Semillas económicas y libres de enfermedades y virus
- Frutos que no estén en contacto con el suelo, por lo que la “cruz” o el inicio de las ramificaciones deben de estar lo suficientemente altas, pero sin exce-

so, pues redundaría en entutorados más complejos y con mayores exigencias de mano de obra.

- Plantas con entrenudos cortos que produzcan tallos rígidos y fuertes que no se tronchen con facilidad.

Por otra parte el consumidor desea:

- Frutos con aspecto externo atractivos en color y forma
- Que posean buena conservación y textura
- Precio asequible
- Valor nutricional con altos contenido en vitaminas
- Ausencia de residuos fitosanitarios

En definitiva... frutos de calidad.

AENOR ha elaborado a mediados del año 2009 un nuevo protocolo de calidad para las frutas y hortalizas que se denomina UNE 255300 o Sistema Español de Buenas Prácticas Agrícolas para la producción de frutas y hortalizas frescas en cuyo comité han participado la Administración Central y Autonómica, entidades productoras, organizaciones agrarias, distribuidores, consumidores y la Federación Española de Productores y Exportadores de Frutas y Hortalizas (Fepex). El objetivo principal de esta norma es la de garantizar la bondad de los productos hortofrutícolas a la distribución y a los consumidores, que mejore la posición española en los mercados como exportador mundial de frutas y hortalizas.

Por último, en la Unión Europea existe un Catálogo Común de Variedades de especies hortícolas que reúnen los requisitos legales establecidos en los Reglamentos Generales y Técnicas de Inscripción. Así que para que una semilla pueda ser comercializada en la UE deben de estar inscrita en el Reglamento de Variedades Comerciales. En España el organismo encargado es el Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA), que lleva a cabo los ensayos correspondientes para la inscripción y comercialización de dichas semillas.

Es imprescindible para que una semilla sea comercializada pertenecer al mencionado registro. Dichas muestras para ser registradas son sometidas ensayos que comprueban las características que las empresas de semillas otorga a la variedad a comercializar.

### **Calidad y mejora genética del pimiento**

En el concepto de calidad no sólo se contempla la mayor o menor resistencia de una planta a los patógenos, sino también intervienen otros parámetros como son la tolerancia o no a las condiciones adversas de clima y suelo, sabor y aroma del fruto, también su aptitud para facilitar la práctica de la recolección y la del transporte, así como su presencia y puesta a disposición del consumidor.

La calidad es un concepto muy complejo y que depende de muchos factores; aunque de forma sencilla entendemos por calidad al conjunto de características de una variedad que hace que sus frutos sean demandados por los consumidores, estando muy relacionada con el clima, el agua y suelo de una comarca o zona de cultivo.

Hay diferentes parámetros que nos indican el nivel de calidad del pimiento.

**Color.** Es lo que antes se aprecia del fruto e indica su estado de madurez, en los pimientos de sabor dulce destacan los colores: verde brillante, amarillo y rojo intenso.

**Tamaño.** Actualmente se prefieren frutos grandes de sección cuadrangular.

**Sabor.** Depende de la concentración de azúcares y ácidos y de los niveles de capsicina que en los pimientos dulces apenas tiene presencia.

**Daños exteriores.** Los frutos afectados por insolaciones, necrosis apical, rajado del fruto o el ataque de bacterias y hongos poscosecha influyen también en la calidad del fruto, depreciándolos y, a veces, no siendo aptos para su venta.

No sólo las empresas que comercializan semillas, sino también los propios agricultores, han buscado siempre calidad mediante el cruzamiento de plantas. Cada día se consiguen nuevas variedades que van sustituyendo a las actuales, aprovechando la diversidad genética que existe. Actualmente la ingeniería genética aplicada a la mejora de plantas, alterando la secuencia cromosómica con la aportación o inhibiendo la expresión de ciertos genes, están consiguiendo variedades que paulatinamente van mejorando la calidad de los frutos y su diversidad de formas, colores, sabores y grosor de la carne.

El color del fruto, por ejemplo, depende de la presencia de pigmentos como son el caroteno y la antocianina y que da el color rojo en sus diferentes tonalidades. El fruto verde depende de la intensidad de la clorofila  $\alpha$  (Color verde intenso) y  $\beta$  (Color verde amarillento). Por otra parte el sabor depende de la concentración de capsicina. Los pimientos dulces apenas tiene presencia de este alcaloide.

En el color de los frutos, según J. Lostau, 1953, intervienen dos pares de genes alelomorfos:

Un par está formado por el gen R dominante que determina el color rojo, y el recesivo r que da lugar al amarillo en ausencia del gen R.

El otro par de genes lo forman el dominante C, necesario para la normal producción de una enzima que descompone la clorofila en la maduración del fruto, y el recesivo c, que si se encuentra en estado puro no se produce la citada enzima y, por lo tanto, el fruto permanece verde al continuar la clorofila en el fruto maduro.

Por lo tanto:

Los genotipos RRCC, RRCc, RrCC y RrCr darán lugar a pimientos maduros de color rojo.

Los genotipos RRcc y Rrcc darán lugar a frutos de color pardo.

Los genotipos rrCC y rrCc darán color amarillo

El genotipo ccrr a frutos de color verde

Igualmente intervienen otros genes que determinan la intensidad de la coloración.

Según J.C. García, 1985, los estudios sobre el color de los frutos maduros en pimientos de carne gruesa parecen indicar la acción de tres pares de genes ( $Y_1$ ,  $C_1$  y  $C_2$ ). Los factores  $C_1$  y  $C_2$  reducen los colores de Y + (rojo) dominante sobre Y (amarillo) por inhibición del sistema beta caroteno, con  $C_1$  se produce una reducción aproximada

1/10 en los pigmentos rojos. En presencia de  $C_2$ , solamente existen trazas de pigmentos rojos. La formación del color con estos tres pares de genes sería:

$Y + C_1$ . . . . .	+ rojo
$Y + C_1$ . . . . .	salmón
$Y + C_2$ . . . . .	rosado
$Y + C_1 +$ . . . . .	naranja
$Y C_1$ . . . . .	amarillo limón
$Y C_2$ . . . . .	marfil o blanquecino

Los colores marrón y verde en frutos maduros parecen ser controlados por el gen recesivo  $c_1$  (que no descompone la clorofila) en combinación con  $Y + e Y$ . En presencia de  $c_1$  la clorofila permanece cuando el fruto madura. Cuando  $c_1$  combina con  $Y +$  (rojo) se produce color marrón del fruto, y con  $y$  (amarillo) un color verde claro o amarillento.

Sabemos que la base de la mejora genética es la de disponer de variabilidad. En sus orígenes la planta de pimiento poseía y posee en la actualidad una gran diversidad de especies silvestres de origen, que son la fuente principal de la variabilidad, como son México, Bolivia y Perú, o mediante la utilización de bancos de germoplasma con la que se pueden conseguir mediante cruzamientos otras variedades que respondan a las características de producción y calidad exigidas. Los Centros de Investigación recurren, como es lógico, a las especies silvestres para ampliar de nuevo la base genética y seleccionar variedades no sólo para consumo en fresco sino también para la industria, de más calidad, productividad, precocidad y con la incorporación, como hemos dicho anteriormente, de genes de resistencia o tolerancia a plagas, enfermedades producidas por hongos, bacterias, virus, nematodos o resistencia a condiciones climáticas adversas, y a condiciones desfavorables del suelo: salinidad, estrés hídrico, etc., etc..

Varios son los objetivos que persiguen los mejoradores con el pimiento, habiéndose desarrollado muchas variedades híbridas de los diferentes tipos, ya sean cortos o largos y para recolectar en amarillo o rojo. Y se investiga para conseguir mejoras en:

- Resistencia al transporte.
- Incremento de la calidad y que sea el fruto más nutritivo
- Adaptación a las condiciones desfavorables de agua y suelo, esencialmente la salinidad.
- Resistencia a virus, hongos, bacterias y nematodos
- Apariencia homogénea y agradable
- Mejor aptitud para el cuajado en condiciones climáticas desfavorables.
- Precocidad
- Variedades más productivas

No hay lugar a dudas que una de las estrategias de la mejora genética del pimiento en un futuro inmediato será la incorporación en el genoma de la planta de secuencias de ácido ribonucleico satélite de virus, que están demostrando, tras las investigaciones que se llevan a cabo, que posee una acción protectora frente a la infección de ese virus del que el ácido ribonucleico satélite forma parte.

## Clasificación de los frutos de pimiento

Debido a las numerosas variedades de pimientos es complicado, en un principio, establecer una clasificación sencilla de manejar. Como decíamos, existen muchos tipos de pimientos que se clasifican por su forma, tamaño, color y por el sabor de su carne en picantes o dulces, y según su destino para industria o procesado y para consumo en fresco. De forma general, una clasificación podría diferenciar los pimientos dulces de los picantes. Los pimientos dulces son los que más cultivan en invernadero y esencialmente para consumo en fresco, y los hay de color verde, amarillo y rojo con tamaños diferentes, como ya hemos visto. Su dulzura es consecuencia de su bajo nivel en capsicina, alcaloide que en proporciones adecuadas causa quemazón más o menos fuerte en la lengua y resto de receptores del gusto, a más capsicina más picor, cuyo picor puede suavizarse con leche. Los pimientos dulces corresponden a frutos de gran tamaño cultivados en invernadero y aire libre, con variedades para cosechar en verde, como frutos inmaduros, o en color rojo si se cosecha en estado maduro, destinados a consumo en fresco y para la industria conservera y la preparación de pimentón. En este grupo se incluye el pimiento “morrón” que es una variedad gruesa, de mediano tamaño, con ápice en punta y carne de sabor suave que se recolecta en verde o maduro en color rojo.

En cuanto a los pimientos picantes, o como se denomina genéricamente “ajíes” o “chilis”, también del mismo género y especie que los pimientos dulces, son frutos más o menos largos y delgados, siendo los más pequeños, generalmente, muy picantes. Igualmente el pimiento tiene un importante hueco en el procesado industrial y aunque el objetivo principal de este libro es el cultivo de pimiento dulce para consumo en fresco comentaremos, al final de este capítulo, algunas características de otras variedades de pimiento.

Hay diversas maneras de clasificar las variedades de pimiento, la mayoría desde el punto de vista botánico en donde pueden recogerse conceptos relacionados con la sección del fruto, grosor de la carne, con la relación longitud y ancho del fruto: rectangular (más largos que anchos), cuadrados (más anchos que largos), de sección triangular o cónica, cuadrada, etc. etc.,

Otra forma de clasificar los pimientos, tal como se hace con el tomate, es por el tamaño y se emplean estos códigos:

GG. . . . .	Corresponden a variedades de frutos muy grandes
G. . . . .	“ “ “ “ “ grandes
M. . . . .	“ “ “ “ “ medianas
P. . . . .	“ “ “ “ “ pequeñas

Hay una clasificación muy conocida y utilizada que es la M. Pochard, 1966 que diferencia los frutos grandes y dulces de sección longitudinal cuadrangular y los de sección longitudinal rectangular y sección longitudinal triangular y se diferencian por su relación longitud anchura, muy alargado, superficie lisa, peso, frutos cortos, etc. etc.

Sin embargo, para el objetivo práctico de este libro la clasificación se basará en características agronómicas y comerciales, y comprenderá exclusivamente la forma del fruto, diferenciando los de carne gruesa y carne fina. Es una manera sencilla de

clasificarlos y está muy cercana a la clasificación comercial habitual, de la empleada por los agricultores y la del vademécum de variedades hortícolas (J. Marín-Portagranó 2009-2010).

Entre las variedades de pimientos dulces cultivados en invernadero, tenemos:

- a) Tipo California.- Son exigentes en temperatura por lo que se tiende a cultivarlos en ciclos temprano, plantaciones desde mediados de junio a final de julio, dependiendo de la climatología y de la comarca de cultivo. No obstante se comercializan variedades para trasplantes de otoño y de ciclo corto en primavera. Corresponde a frutos cortos y anchos de sección cuadrada, cuya longitud es similar a la anchura, carne más o menos gruesa y ciclo semiprecoz, con hombros muy marcados y pronunciados, prácticamente al mismo nivel que el cáliz y el pedúnculo. Se recolectan en color rojo, amarillo y verde.



Fig. 1. Pimiento tipo California

- b) Tipo Lamuyo.- Su nombre procede de la variedad “lamuyo” obtenida por el INRA francés. Son frutos, de gran tamaño, como hemos visto en el Cap. 2º, largos, de sección cuadrada, rectangulares y de longitud mayor que la anchura, de carne gruesa. Aunque los valores medios son los expuestos en el capítulo segundo, hay variedades que pueden alcanzar hasta los 400 g. En general son plantas de vege-

tación frondosa y vigorosa. Son menos sensibles al frío que los del tipo California y se cultivan para plantaciones medias y tardías y en ciclos largos, desde julio hasta agosto e incluso en septiembre. También se comercializan algunas variedades para trasplantes tempranos. Vira a rojo intenso cuando está maduro. Se recolecta en verde (antes de la madurez fisiológica), y rojos cuando maduran, predominan los colores rojos y verdes; aunque también se comercializan de color amarillo, principalmente para encurtidos. Se consumen fritos, asados o en fresco.



Fig. 2 Frutos de pimiento del tipo Lamuyo

- c) Tipo Dulce Italiano.- Es uno de los tipos de pimientos más comercializados. Son frutos de forma alargada, estrechos, puntiagudos, sección triangular, de color verde brillante que vira ligeramente a rojo al madurar, superficie irregular, de carne fina y muy utilizados para freír. Se plantan desde junio a octubre, aunque los trasplantes más habituales son en los meses de agosto a septiembre para recolectarse en color verde intenso y rojo, principalmente. Corresponde a variedades dirigidas al mercado nacional con buen aguante al transporte y a la conservación. Son tolerantes al frío.



Fig. 3. Frutos de pimiento del tipo Dulce Italiano

### **Variedades de pimiento dulce cultivadas en invernadero**

Hay una extensa gama de variedades de pimiento que abarca cualquier fecha de plantación y que normalmente comprende desde mayo hasta septiembre como fechas más habituales, según la comarca de cultivo y el destino de la producción. Se utilizan principalmente variedades híbridas, por su gran disponibilidad de semillas de los diferentes tipos de pimientos, por sus elevados rendimientos y adaptación a las condiciones del cultivo protegido con plantas a las que se les ha incorporado resistencias a una gran variedad de hongos y virus. Son variedades en las que la hibridación combinado con el retrocruzamiento han sido muy empleadas.

Igualmente, dependiendo de los países, las variedades cultivadas son diferentes en función de su utilización, mercado interior o si es para la exportación, siendo habitual las preferencias de la variedades dulces en Europa y pimiento picante en los países sudamericanos.

### **Tipo Lamuyo**

- a) **Maduración en rojo.**
  - **Airone (Nunhems)**



*Planta.*- De vigor medio, precoz y recomendada para cultivos de ciclo largo, con resistencia al Virus del Mosaico del Tomate (ToMV), al Virus del Mosaico del tabaco (TMV), al Virus del Moteado Suave del Pimiento (PPMV) y resistencia intermedia al Virus del Bronceado del Tomate (TSWV).

*Frutos.*- Homogéneos, con un buen color verde intenso y rojo brillante al madurar.

#### **Anibal (Ramiro Arnedo)**

*Planta.*- Vigorosa, de porte abierto, de vegetación frondosa, recomendada para plantaciones tardías desde mediados de agosto a mediados de septiembre. Tolerante al Stip y resistente al Virus el mosaico del Tabaco (TMV).

*Frutos.*- Largos, paredes gruesas, al madurar presenta un color rojo intenso.



Fig. 4. Fruto de la variedad Brito (Foto De Ruiter)



Fig. 5. Frutos de la variedad Duque (Foto Seminis Bruinsma)

- **Brito (De Ruiter)**

*Planta.*- De vigor medio, entrenudos cortos y porte abierto. Gran capacidad de cuaje y adecuada para plantaciones tempranas. Productiva y muy precoz. Resistente al Virus Mosaico del Tabaco (TMV) y al Virus del bronceado del tomate (TSWV).

*Frutos.*- Rectangular y muy uniforme, gran tamaño y firmeza, de buen color tanto en verde como en rojo.

- **Duque (Semini Bruinsma)**

*Planta.*- De Vigor medio-alta, estructura abierta, recomendada para plantaciones de mediados de verano, mes de julio y primeros de agosto. Resistente al Virus Y de la Patata (PVY) y con alta resistencia a Stip y Cracking.

*Frutos.*- De carne muy gruesa y firme, frutos de cuatro cascós, de color rojo intenso en la maduración y muy uniformes.

- **Ebro (Fitó)**

*Planta.*- Es una variedad de porte abierto, vigorosa, muy productiva y resistente al Virus el Mosaico del Tabaco y tolerante al Stip y al Cracking. Adecuada para plantaciones de pleno verano, mes de agosto a mediados de septiembre.

*Frutos.*- Muy largos, de gran calibre, de color rojo intenso en la maduración y de paredes lisas.

- **Fragata (Rijk Zwaan)**

*Planta.*- De vigor medio, buen cuaje, con entrenudos largos y muy productiva. Recomendada para plantaciones de primavera y verano. Con resistencia intermedia al Virus del Bronceado del Tomate (TSWV).

*Frutos.*- De buen color, resistentes a la manipulación y al transporte.

- **Gaston (Syngenta Seeds)**

*Planta.*- Variedad adaptada a cualquier ciclo de cultivo tanto de otoño como a los trasplantes, principalmente en agosto. Vigorosa y porte abierto, tolerante al frío, productiva y de alta calidad. Resistente a las razas 0 y 2 del Virus Y de la Patata (PVY) y al Virus del Mosaico el Tabaco (TMV).

*Frutos.*- De gran tamaño, de buen color verde y de color rojo intenso en la maduración, muy apreciados en el mercado interior.

- **Infante (R. Arnedo)**

*Planta.*- Variedad muy vigorosa, de porte alto, muy productiva y frondosa.

*Frutos.*- De gran longitud, de piel algo asurcada, carne gruesa y muy dulce. Frutos de color verde medio y color rojo intenso en la maduración.



Fig. 6. Frutos de la variedad Fragata



Fig. 7. Frutos de la variedad Gaston  
(Foto Syngenta Seeds)

- **Kameron (Nunhems)**

*Planta.*- Vigorosa, de porte abierto, muy productiva, recomendada para plantaciones desde mediados de julio a mediados de agosto, tanto para ciclos cortos como para ciclos medios. Resistente al Virus del Mosaico del Tomate (ToMV), al Virus del Mosaico del Tabaco (TMV), al Virus del Moteado Suave del Pimiento (PPMV) y al Virus del bronceado del tomate (TSWV).

*Frutos.*- Uniformidad de tamaño, de pared gruesa y anchos hombros, frutos para recolectar en verde o rojo. Adecuados para la exportación por su aguante tras la cosecha.

- **Lamuyo**

*Planta.*- Variedad comercializada con este nombre por la mayoría de las empresas de semillas. Es una planta rústica, frondosa y vigorosa. Resistente al Virus del Mosaico del Tabaco (TMV) y tolerante a la necrosis o podredumbre apical.

*Frutos.*- Alargados, de piel lisa y brillante, uniformes, de color verde oscuro y color rojo intenso al madurar.

- **Monza (Zeta Seeds)**

*Planta.*- De porte abierto y vigor medio, vegetación oscura y hojas pequeñas. Presenta gran capacidad de cuaje aún con elevadas temperaturas. Adecuada para plantaciones tempranas en ciclos largos, final de junio y mes de julio. Resistente al Virus del Moteado Suave del Pimiento (PPMV) y al Virus del bronceado del tomate (TSWV).

*Frutos.*- Gruesos, de paredes muy finas y lisas, hombros anchos y frutos de forma trapezoidal.

- **Nalón (Fitó)**

*Planta.*- Muy vigorosa, de porte abierto, con gran capacidad de cuaje y muy productiva en pleno invierno. Recomendada para plantaciones de verano, desde agosto hasta mediados de septiembre en climas cálidos. Resistente al Virus del Mosaico del Tabaco (TMV) y resistencia intermedia al Virus del Moteado Suave del Pimiento (TSWV).

*Frutos.*- De gran calibre y muy uniformes a lo largo del período productivo. Paredes rectas y lisa y de carne gruesa. Color rojo intenso algo oscuro.



Fig. 8. Frutos de la variedad Nalón (Foto Fitó)

- **Monza (Zeta Seeds)**

*Planta.*- Variedad de vigor medio con buen cuaje recomendada para plantaciones tempranas en climas cálidos. Resistente al Virus del al Virus del Moteado Suave del Pimiento (PPMV) y resistencia intermedia al Virus del Bronceado del Tomate (TSWV).

*Frutos.*- De calibre grueso, de hombros rectos y homogéneos.

- **Patton (Nunhems)**

*Planta.*- Variedad de porte abierto y de vigor medio, adecuada para ciclos medios y plantaciones de otoño-invierno y de primavera. Resistente al Virus del Mosaico del Tomate (ToMV), al Virus del Mosaico del tabaco (TMV), al Virus del Moteado Suave del Pimiento (PPMV) y resistencia intermedia al Virus del Bronceado del Tomate (TSWV).

*Frutos.*- Largos, con buen color verde y rojo intenso al madurar. Paredes algo rugosas.

- **Segura (Fitó)**

*Planta.*- Variedad semiprecoz y muy productiva. Resistente al Virus del Moteado Suave del Pimiento (PPMV) y resistencia intermedia al Virus del Bronceado del Tomate (TSWV).

*Frutos.*- De gran tamaño, de carne muy gruesa, homogéneos y de color rojo intenso al madurar.



Fig. 9. Frutos de pimiento de la variedad Patton (Foto Nunhems)



Arriba derecha, Fig. 10 Frutos de pimiento de la variedad Segura (Foto Fitó)



Derecha, Fig. 11. Frutos de pimiento de la variedad Soberano (Foto Zeta Seeds)

- **Soberano (Zeta Seeds)**

*Planta.*- De entrenudos medios y estructura abierta, muy productiva, recomendada para plantaciones tempranas y medias, mes de julio. Resistente al Virus del Moteado Suave del Pimiento (PPMV).

*Frutos.*- De gran tamaño, firmes, rectos, de paredes gruesas y de color rojo intenso.

- **Sonic (Western Seed)**

*Planta.*- Variedad muy vigorosa. Recomendada para plantaciones tempranas en climas cálidos con resistencia al Virus del Mosaico del Tomate (ToMV) y al Virus del Mosaico del tabaco (TMV).

*Frutos.*- De gran calibre, frutos de cuatro cascos y de color rojo intenso al madurar.

- **Tánger (Fito)**

*Planta.*- Variedad muy productiva, de gran porte y elevada producción, recomendada para plantaciones de ciclo medio. Resistente al Virus del Mosaico el Tabaco (TMV).

*Frutos.*- De mediano tamaño y color rojo intenso al madurar.

- **Tarsis (R. Arnedo)**

*Planta.*- Frondosa y vigorosa. De excelente cuaje.

*Frutos.*- Grandes y largos, y de color rojo intenso

- **Viriato (R. Arnedo)**

*Planta.*- Muy vigorosa y de gran vegetación.

*Frutos.*- Muy largos, de piel lisa, carne muy gruesa y color rojo intenso.

## b) Maduración en amarillo

- **Assen ( Zeta Seeds)**

*Planta.*- Variedad recomendada para plantaciones de ciclo temprano y medio. Planta de gran vegetación. con resistencia al Virus del Mosaico del Tabaco (TMV) y resistencia intermedia al Virus del Bronceado del Tomate (TSWV).

- **Pekín (Fitó)**

*Planta.*- De porte abierto, vigorosa, de poca vegetación, recomendadas para plantaciones de ciclo tardío, mediados de agosto a septiembre. Resistente a la raza 0 del Virus del Mosaico del Tabaco (TMV) y a la razas 1 y 1,2 del Virus del Moteado Suave del Pimiento (PMMV). Tolerante al Cracking.

*Frutos.*- Muy grandes, de peso medio alrededor de 350 g y color amarillo intenso al madurar, paredes lisas y carne de gran consistencia.

- **Plinio (Rijk Zwaan)**

*Planta.*- Variedad de porte abierto, adaptada a cultivos de ciclo largo. Muy productiva y con resistencia intermedia al Virus del Bronceado del Tomate (TSWV) y resistente al Cracking.

*Frutos.*- Muy uniformes, de carne gruesa y consistente, color amarillo brillante y de gran calibre.

- **Sanja (Fitó)**

*Planta.*- Vigorosa y abierta, de entrenudos medio cortos con gran capacidad de cuaje y buen comportamiento en épocas frías. Adecuada para trasplantes desde mediados de agosto a mediados de septiembre. Resistente del Virus del Mosaico del Tabaco (TMV) y con tolerancia al Cracking.

*Frutos.*- Uniformes, rectangulares, de paredes gruesas y color amarillo intenso al madurar.

- **Spiro (Seminis Petoseed)**

*Planta.*- Variedad adaptada a los ciclos medios de otoño y primavera en climas cálidos. Con resistencia al Virus Y de la Patata (PVY) y al Virus del Bronceado del Tomate (TSWV).

*Frutos.*- Grandes, rectangulares, de paredes lisas, carne gruesa y firme y muy uniformes.



Fig. 12. Fruto de la variedad Sanja (Foto Fitó)



Fig. 13. Frutos de la variedad Abadía (Foto Fitó)

### Tipo California

- a) **Maduración en rojo**

- **Abadía (Fitó)**

*Planta.*- Vigorosa, frondosa, de excelente cuaje, alta precocidad y bien equilibrada, adaptada a las épocas frías de otoño e invierno. Recomendada para trasplantes desde mediados de julio al mes de agosto. Resistente al Virus del Bronceado del Tomate (TSWV) y al Virus del Moteado Suave del Pimiento (PMMV). Tolerante al Cracking y a Stip.

*Frutos.*- Cuadrados, muy uniformes, de carne consistente y con buen aguante al manipuleo y al transporte, ideal para la exportación, destaca tanto su intenso color verde como el rojo.

- **Aifos (Seminis Bruinsma)**

*Planta.*- De entrenudos cortos y escasa ramificación lateral. Vigor medio y estructura abierta lo que facilita el entutorado y la poda. Adecuada para transplantes medios, desde mediados de julio a mediados de agosto. Con resistencia al Virus Y de la Patata (PVY) y al Virus del Bronceado del Tomate (TSWV). Para recolecciones en verde y rojo.

*Frutos.*- De calibre medio, cuatro cascós, de forma cuadrada, paredes gruesas, firmes y buena conservación. Excelente color verde y color rojo medio en la maduración.



Fig. 14. Frutos de la variedad Aifos  
(Foto Seminis Bruinsma)



Fig. 15. Frutos de la Variedad Bikingo  
(Foto Syngenta Seeds)

- **Alegría (Rijk Zwaan)**

*Planta.*- Variedad recomendada para plantaciones tempranas, mayo/junio, rústica y productiva. Resistencia intermedia al Virus del Bronceado del Tomate (TSWV) y tolerante a Cracking y Stip.

*Frutos.*- Homogéneos, de cuatro cascós y con buen color tanto en verde como en rojo.

- **Amancio (Zeraim)**

*Planta.*- Frondosa, abierta y muy productiva. Recomendada para plantaciones tempranas, hacia primeros de julio. Con resistencia al Virus del Bronceado del Tomate (TSWV) y al Virus del Moteado Suave del Pimiento (PMMV), con buen comportamiento a Cracking y Stip.

*Frutos.*- Buen calibre a lo largo del todo el ciclo, carne gruesa, consistente y con aguante al transporte y a la manipulación.

- **Arcadio (De Ruitter)**

*Planta.*- Es una variedad adecuada para plantaciones de final de verano/otoño. Vigorosa y adaptada a climas fríos por su aguante a las bajas temperaturas. Resistente al Virus del Mosaico del Tomate (ToMV), al Virus del Mosaico del tabaco

(TMV), al Virus del Moteado Suave del Pimiento (PMMV) y resistencia intermedia al Virus del Bronceado del Tomate (TSWV).

*Frutos.*- De color ojo muy intenso en la maduración y calibre medio.

- **Bárdenas ( Syngenta Seeds)**

*Planta.*- Variedad de porte abierto y reducida vegetación. Es tolerante a las bajas temperaturas y recomendada para plantaciones de finales del verano. Con alta resistencia al Virus del Mosaico del tabaco (TMV) y resistencia intermedia al Virus del Bronceado del Tomate (TSWV).

*Frutos.*- De calibre medio y buena coloración tanto en verde como en rojo.

- **Bikingo (Syngenta Seeds)**

*Planta.*- De porte abierta, de floración precoz y tolerante al frío. Muy productiva y adaptada para recolecciones tanto en verde como en rojo, recomendada para los trasplantes en la primera quincena de agosto en comarcas de climas cálidos. Resistente al Virus del Mosaico del tabaco (TMV) y resistencia intermedia al Virus del Bronceado del Tomate (TSWV).

*Frutos.*- De paredes lisas, cuadrados, de calibre medianos y muy uniformes, de color rojo intenso en la maduración.

- **Bily (Syngenta Seeds)**

*Planta.*- Adaptada a las plantaciones tempranas, en los meses de junio y julio, floración precoz y continuada. Recomendada para los trasplantes tempranos, desde junio a primeros de julio. Es una variedad de entrenudos cortos tolerante al microcracking, alta resistencia al Virus del Mosaico del tabaco (TMV) y resistencia intermedia al Virus del Bronceado del Tomate (TSWV).

*Frutos.*- Uniformes, de gran consistencia y calibres gruesos.

- **Biray (Syngenta Seeds)**

*Planta.*- Variedad adecuada a las plantaciones en la primera quincena de julio. Planta vigorosa, precoz y con buen aguante al frío, muy productiva y entrenudos cortos. Con alta resistencia al Virus del Mosaico del tabaco (TMV) y resistencia intermedia al Virus del Bronceado del Tomate (TSWV).

*Frutos.*- De gran calibre, de paredes lisas y carne firme y consistente.

- **Bujería (Rijk Zwaan)**

*Planta.*- Es una variedad frondosa, vigorosa con altas producciones, recomendada para plantaciones tardías, agosto/septiembre. Presenta buen comportamiento frente al **Cracking** y resistencia intermedia al Virus del Bronceado del Tomate (TSWV).

*Frutos.*- Gruesos, de color verde oscuro y rojo intenso en la maduración, predominando los calibres de peso medio.

- **California Gonder**

*Planta.*- No muy alta y de regular frondosidad, con tolerancia al Virus de Y de la Patata (PVY) y resistencia al Virus del Mosaico del Tabaco (TMV).

*Frutos.*- Muy dulces, no muy largos, de color verde oscuro y rojo brillante en la maduración.



- **Centenario (Seminis Bruinsma)**

*Planta.*- Variedad vigorosa, de estructura abierta, de buen cuaje, recomendada para plantaciones medias y trasplantes tempranos en cultivos de primavera, buen comportamiento en condiciones de frío tanto en el desarrollo de la planta como en el cuajado. Para recolectar en rojo y en verde. Resistente al Virus del Bronceado del Tomate (TSWV).

*Frutos.*- De pequeño calibre, uniformes, epidermis lisa, buen color verde oscuro y color rojo intenso en la madurez, predominando cuatro lóbulos y carne muy gruesa y firme.



Fig. 16 Frutos de la variedad Centenario (Foto Seminis Bruinsma)



Fig. 17. Frutos de la variedad Dársena (Foto S. Bruinsma)

- **Coimbra (Zeta Seeds)**

*Planta.*- Recomendada para plantaciones tempranas y medias, meses de junio y julio, poco frondosa lo que facilita la aireación de los frutos, adecuada para recolección en verde como en rojo, precoz y con un buen cuaje. Resistente al Virus del Moteado Suave del Pimiento (PMMV) y resistencia intermedia al Virus del Bronceado del Tomate (TSWV).

*Frutos.*- De calibre grueso, de piel lisa y muy uniformes, con tres y cuatro lóbulos.

- **Conan (Enza zaden)**

*Planta.*- Variedad compacta, vigorosa y de un gran porte, adecuada tanto para plantaciones tempranas y medias, meses de junio y julio. Presentan regular comportamiento poscosecha. Con resistencia intermedia al Virus del Bronceado del Tomate (TSWV).

*Frutos.*- De piel lisa, firmes y de buen color en verde como rojo en la maduración.

- **Cyrus (Hazera)**

*Planta.*- Vigorosa, recomendada para plantaciones tardías en climas cálidos, julio y agosto. Tolerante al Ctacking y a Stip, resistencia intermedia al Virus del

Bronceado del Tomate (TSWV) y resistente al Virus del Moteado Suave del Pimiento (PMMV) y al Virus el Mosaico del Tomate (ToMV),

*Frutos.*- De calibre pequeño, de 3-4 cascós, firmes y de piel lisa y gruesa y color rojo intenso.

- **Dársena (Seminis Bruinsma)**

*Planta.*- Variedad de pimiento adaptada a trasplantes de ciclo tardío en comarcas de climas cálidos, finales de julio y mes de agosto. Planta de entrenudos medios, vigorosa y de estructura abierta lo que facilita el entutorado y poda. Buena capacidad de cuajado y a las condiciones de bajas temperaturas. Con resistencia al Virus del Bronceado del Tomate (TSWV).

*Frutos.*- De calibre medio con paredes gruesas y firmes. Uniformes en tamaño y forma, predominando cuatro lóculos. Buen color verde oscuro y rojo en la maduración.

- **Daytona (Nunhems)**

*Planta.*- Variedad abierta, poco exigente en podas, alta capacidad de cuaje tanto con altas temperaturas como en épocas frías, adaptada a los trasplantes tempranos, primera quincena de julio

*Frutos.*- Muy uniformes, de color rojo intenso y brillante.

- **Divino (Seminis Bruinsma)**

*Planta.*- De vigor medio y porte abierto lo que favorece la aireación y las prácticas culturales. Gran capacidad de cuaje en cualquier época y condiciones climáticas. Recomendada para plantaciones tardías de noviembre o diciembre con o sin calefacción, dependiendo del clima de la comarca. Resistente al Virus Y de la Patata (PVY) y al Virus del Bronceado del Tomate (TSWV).

*Frutos.*- Intenso color verde y color rojo en la madurez. Piel lisa y paredes gruesas.

- **Ector (Western Seed)**

*Planta.*- Variedad de porte abierto, recomendada para plantaciones a partir de julio en comarcas de climas cálidos. Resistente al Virus del Moteado Suave del Pimiento (PMMV) y resistencia intermedia al Virus del Bronceado del Tomate (TSWV).

*Frutos.*- Con buen color en verde y rojo, uniformes y de gran calibre.

- **Escudero (Vilmorin)**

*Planta.*- Vigorosa y de porte abierto, recomendada para plantaciones entre julio y agosto en comarcas de climas cálidos, aguanta bien el frío. Presenta alta tolerancia al microcracking, resistencia al Virus del Moteado Suave del Pimiento (PMMV) y resistencia intermedia al Virus del Bronceado del Tomate (TSWV).

*Frutos.*- Anchos, homogéneos y de calibre grueso y color rojo oscuro intenso.

- **Jerez (Zeta Seeds)**

*Planta.*- Vigorosa y de vegetación abierta, adaptada a cultivos de otoño. Resistencia al Virus del Moteado Suave del Pimiento (PMMV) y resistencia intermedia al Virus del Bronceado del Tomate (TSWV).

*Frutos.*- Muy uniformes, de calibre grueso, carne firme y color rojo intenso.

- **Jonás (Ramiro Arnedo)**

*Planta.*- Vigorosa, con buena capacidad de cuajado. Variedad muy empleada para mercado en fresco y para procesado.

*Frutos.*- De gran tamaño, de 3-4 cascós, paredes gruesas y consistentes.

- **Lorca (De Ruiter)**

*Planta.*- Variedad de entrenudos medios, vigorosa y resistente a las bajas temperaturas, recomendada para plantaciones medias y tardías. Resistente al Virus el Mosaico del Tomate (ToMV), al Virus del Mosaico el tabaco (TMV) y al Virus del Moteado Suave del Pimiento (PMMV).

*Frutos.*- Homogéneos, de cuatro lóbulos con un color verde intenso y rojo vivo en la madurez.



Fig. 18. Frutos de la variedad Daytona (Foto Nunhems)



Fig. 19. Frutos de la variedad Misano (Foto Zeta Seeds)

- **Misano (Zeta Seeds)**

*Planta.*- Variedad frondosa, estructura abierta, de entrenudos medios y elevada producción, recomendada para ciclos tempranos en climas cálidos, mediados de junio a mediados de julio. Resistencia al Virus del Moteado Suave del Pimiento (PMMV) y resistencia intermedia al Virus del Bronceado del Tomate (TSWV).

*Frutos.*- No muy gruesos, de consistencia firme con un verde intenso y rojo brillante en la maduración.

- **Mustang (Nunhems)**

*Planta.*- De vigor medio, productiva, de porte abierto, recomendada para plantaciones tempranas de verano en climas cálidos y ciclos largos.. Resistencia intermedia al Virus del Bronceado del Tomate (TSWV) y resistente al Virus del Moteado Suave del Pimiento (PMMV), al Virus el Mosaico del Tomate (ToMV) y al Virus del Mosaico del tabaco (TMV).

*Frutos.*- Muy uniformes, de carne consistente y gruesa. Frutos de fácil desprendimiento.

- **Olvera (Fitó)**

*Planta.*- De buen cuaje, alta precocidad y porte abierto. Recomendada para plantaciones de finales de junio a mediados de julio. Con resistencia intermedia al Virus del Bronceado del Tomate (TSWV) y resistente al Virus del Mosaico del Tabaco (TMV).

*Frutos.*- De pequeño tamaño, uniformes, de color rojo intenso. Frutos muy utilizados para la exportación.



Fig. 20. Frutos de la variedad Mustang (Foto Nunhems)



Fig. 21. Frutos de la variedad Olvera (Foto Fitó)

- **Pedrosas (De Ruiter)**

*Planta.*- Vigorosa, de entrenudos medios y de porte abierto. Gran capacidad de cuaje aún con altas temperaturas. Recomendada para las plantaciones de ciclo corto en los meses de diciembre y enero. Resistencia intermedia al Virus del Bronceado del Tomate (TSWV) y resistente al Virus del Moteado Suave del Pimiento (PMMV), al Virus el Mosaico del Tomate (ToMV) y al Virus del Mosaico el tabaco (TMV).

*Frutos.*- De color rojo intenso y uniforme, paredes gruesas y consistentes.

- **Pegaso (De Ruiter)**

*Planta.*- Variedad de entrenudos medios, de porte abierto y vigorosa, con buen aguante a las bajas temperaturas, recomendada para las plantaciones en la segunda quincena de julio. Resistente al Virus el Mosaico del Tomate (ToMV), al Virus del Mosaico el tabaco (TMV), al Virus del Moteado Suave del Pimiento (PMMV) y resistencia intermedia al Virus del Bronceado del Tomate (TSWV).

*Frutos.*- De forma cuadrada, de paredes lisas, con cuatro lóbulos y calibre medio, color rojo intenso en la maduración.

- **Rallye (Nunhems)**

*Planta.*- Variedad vigorosa, de precocidad media y muy productiva, recomendada para plantaciones de verano, meses de agosto, en climas cálidos. Resistencia intermedia al Virus del Bronceado del Tomate (TSWV), al Virus el Mosaico del Tomate (ToMV), al Virus del Mosaico el tabaco (TMV) y al Virus del Moteado Suave del Pimiento (PMMV). Alta resistencia al Cracking.

*Frutos.*- De piel lisa, de tamaño mediano, intenso color rojo, uniformes y de carne firme y muy dulce.

- **Ródano (Clause Tezier)**

*Planta.*- De vigor medio, muy abierta, precoz, de buen cuaje escalonado y alta producción. Adecuada para los trasplantes desde mediados de junio a mediados de agosto en comarcas de climas cálidos. Alta resistencia al Virus del Mosaico el tabaco (TMV), al Virus del Moteado Suave del Pimiento (PMMV) y resistencia intermedia al Virus del Bronceado del Tomate (TSWV).

*Frutos.*- Muy uniformes, de buen calibre, de carne gruesa y firme, de paredes lisas y marcando bien los cuatro cascos. Resistentes a la conservación y al transporte.



Fig. 22. Fruto de la variedad Pedrosas (Foto De Ruiter)

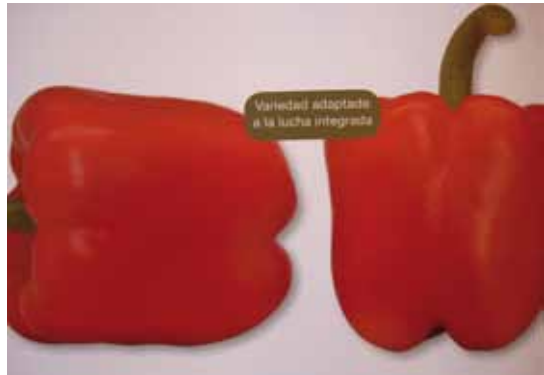


Fig. 23. Frutos de pimiento de la variedad Ródano (Foto Clause Tezier)

- **Rogelio (Clause Tezier)**

*Planta.*- Muy abierta y vigorosa, adecuada para plantaciones medias y tardías, mediados de julio a mediados de agosto, buena producción, cuaje escalonado y elevada producción. Alta resistencia al Virus del Mosaico del Tabaco (TMV), al Virus del Moteado Suave del Pimiento (PMMV) y resistencia intermedia al Virus del Bronceado del Tomate (TSWV).

*Frutos.*- Muy uniformes, de pared lisa, de calibre medio y color rojo brillante, resistentes al manipuleo y al transporte. Frutos muy demandados para la exportación.

- **Romance (Rijk Zwaan)**

*Planta.*- De entrenudos cortos, vigorosa, adaptada tanto a climas fríos como cálidos, resistencia intermedia al Virus del Bronceado del Tomate (TSWV).

*Frutos.*- De color verde oscuro y rojo intenso en la maduración, alto porcentaje de cuatro lóculos, pared gruesa y frutos resistentes al transporte.



Fig. 24. Frutos de la variedad Romance  
(Foto Rijk Zwaan)



Fig. 25. Fruto de la variedad Rosario  
(Foto Clause Tezier)

- **Rosario (Clause Tezier)**

*Planta.*- Variedad aireada, poco frondosa y con gran capacidad de cuaje con altas temperaturas. Recomendada para plantaciones de mediados de julio a primeros de septiembre. Alta resistencia al Virus del Mosaico el tabaco (TMV), al Virus del Moteado Suave del Pimiento (PMMV), resistencia intermedia al Virus del Bronceado del Tomate (TSWV) y buen comportamiento frente al Cracking.

*Frutos.*- De carne consistente, firmes y uniformidad a lo largo del ciclo de cultivo, con buen aguante para la conservación y el transporte. Frutos de intenso color, tanto en verde como en rojo.

- **Somontano (De Ruiter)**

*Planta.*- Vigorosa y recomendada para plantaciones de primavera en ciclos cortos. Con excelente fructificación y aguante a las bajas temperaturas. Alta resistencia al Virus del Mosaico el tabaco (TMV), al Virus del Moteado Suave del Pimiento (PMMV) y resistencia intermedia al Virus del Bronceado del Tomate (TSWV).

*Frutos.*- De tamaño medio, uniformes y de color rojo brillante.

- **Sepang Plus (Zeta Seeds)**

*Planta.*- De porte abierto y poca vegetación, no necesitando podas al inicio de la formación de la planta. Muy resistente a las condiciones de rajado del fruto. Recomendada para plantaciones medias. Productiva y facilidad de cuaje. Resistente al Virus del Moteado Suave del Pimiento (PMMV), resistencia intermedia al Virus del Bronceado del Tomate (TSWV) y buen comportamiento frente al Cracking.

*Frutos.*- Calibre grueso y con cuatro lóculos. De color verde uniforme durante su crecimiento y de color rojo intenso en la maduración, uniformes de carne firme y consistente.

- **Tesón (Ramiro Arnedo)**

*Planta.*- Vigorosa y porte semiabierto, recomendada para plantaciones de verano en climas cálidos mediados de julio a finales de agosto.. Con resistencia al Virus del Moteado Suave del Pimiento (PMMV) y resistencia intermedia al Virus del Bronceado del Tomate (TSWV).

*Frutos.*- Consistentes, de paredes lisas, de carne muy gruesa y de color rojo intenso en la maduración.

- **Tifos (Seminis Bruinsma)**

*Planta.*- Variedad que requiere calefacción en comarcas frías, no así en climas cálidos. Resistente al Virus del Bronceado del Tomate (TSWV).

*Frutos.*- Frutos de carne gruesa, de calibre medio.

- **Traña (Seminis)**

*Planta.*- De vigor medio y recomendada para plantaciones tempranas en comarcas cálidas. Planta equilibrada de entrenudos cortos y estructura abierta lo que facilita las prácticas culturales. Buen cuaje aún con altas temperaturas. Resistente al Virus del Bronceado del Tomate (TSWV) y al Virus Y de la Patata (PVY).

*Frutos.*- De grosor y tamaño medio, firmes y consistentes y con cuatro lóbulos. Buen color tanto en verde como en rojo. Variedad adaptada a recolecciones en verde o en maduro.



Fig. 26. Frutos de la variedad Sepang Plus (Foto Zeta Seeds)



Fig. 27. Frutos de la variedad Traña (Foto Seminis)

- **Trueno (De Ruiter)**

*Planta.*- Variedad recomendada para plantaciones tempranas, mes de julio y principios de agosto y poda a tres tallos. Entrenudos cortos y buena fructificación. Alta resistencia al Virus del Mosaico el tabaco (TMV), al Virus del Moteado

Suave del Pimiento (PMMV) y resistencia intermedia al Virus del Bronceado del Tomate (TSWV).

*Frutos.*- Muy uniformes y de calibre grueso.

- **Valerio (Ramiro Arnedo)**

*Planta.*- Vigorosa. Resistente al Virus del Moteado suave del Pimiento (PMMV).

*Frutos.*- Bien formados, de tres y cuatro cascós, de paredes gruesas firmes y epidermis de color rojo intenso.

- **Vargas (Hazera)**

*Planta.*- Variedad abierta, de buen vigor y recomendada para plantaciones de verano en climas cálidos. Resistente al Virus el Mosaico del Tomate (ToMV), al Virus del Moteado Suave del Pimiento (PMMV), resistencia intermedia al Virus del Bronceado del Tomate (TSWV) y tolerante al Cracking.

*Frutos.*- Calibre grueso, firmes y excelente uniformidad.

- **Velero (Seminis Bruinsma)**

*Planta.*- Adecuada para plantaciones tempranas en los meses de julio y agosto en comarcas de climas cálidos. Planta equilibrada con entrenudos cortos, vigor medio y porte abierto. Buen cuaje aun con altas temperaturas. Resistente al Virus del Bronceado del Tomate (TSWV) y al Virus Y de la Patata (PVY).

*Frutos.*- De calibre medio, paredes gruesas y muy firmes. Uniformes tanto en tamaño como en forma, cuatro lóculos. Buen color tanto en verde como rojo en la maduración.

- **Vergasa (Syngenta Seeds)**

*Planta.*- De porte medio, recomendada para plantaciones de ciclo medio, mes de julio y primeros de agosto, con buen aguante en épocas frías, muy productiva y resistente al Virus Y de la Patata (PVY), Virus del Mosaico el tabaco (TMV) y resistencia intermedia al Virus del Bronceado del Tomate (TSWV).

*Frutos.*- Resistentes al transporte y la manipulación, de color rojo intenso en la maduración, de piel consistente y firme con alto porcentaje de los calibre medios.

### b) Maduración en amarillo

- **Bachata (Rijk Zwaan)**

*Planta.*- Variedad adaptada a la poda y entutorado a dos-tres tallos, con entrenudos cortos, frondosa, recomendada para plantaciones tempranas. Tolerante al Stip y al Cracking y resistencia intermedia al Virus del Bronceado del Tomate (TSWV).

*Frutos.*- De calibre grande, con cuatro cascós, con un color amarillo muy uniforme.

- **Bernal (Fitó)**

*Planta.*- Recomendada para plantaciones tempranas, vigorosa, de porte abierto, muy productiva y con facilidad de cuaje. Adecuada para plantaciones en pleno verano, meses de julio y agosto en comarcas de climas cálidos. Resistente al



Virus del Mosaico el tabaco (TMV), al Virus del Moteado Suave del Pimiento (PMMV) y tolerante al Stip.

*Frutos.*- Cuadrados, de carne muy gruesa, con buen aguante al manipuleo y la conservación; tamaño mediano y color amarillo intenso en la maduración.

- **Biela (Syngenta Seeds)**

*Planta.*- Variedad recomendada para plantaciones medias, a partir de primeros de agosto. Buena fructificación, con entrenudos cortos y de porte abierto. Resistente al Virus del Mosaico el tabaco (TMV) y resistencia intermedia al Virus del Bronceado del Tomate (TSWV).

*Frutos.*- Color amarillo intenso en la maduración, frutos de tamaño medio.

- **Bigres (syngenta Seeds)**

*Planta.*- Variedad de entrenudos cortos y porte moderado, buena fructificación y muy productiva, recomendada para plantaciones tempranas, meses de junio y primeros de julio. Con alta resistencia al Virus del Mosaico el tabaco (TMV) y resistencia intermedia al Virus del Bronceado del Tomate (TSWV).

*Frutos.*- De coloración amarilla uniforme, de carne firme y buena conservación.

- **Bildora (Syngenta Seeds)**

*Planta.*- Variedad de desarrollo moderado, con entrenudos cortos, pero de porte abierto, producción precoz. Recomendada para plantaciones tempranas, meses de junio y primeros de julio. Con alta resistencia al Virus del Mosaico del Tabaco (TMV) y resistencia intermedia al Virus del Bronceado del Tomate (TSWV).

*Frutos.*- De carne gruesa, firme y resistentes al transporte, de tamaño medio y color amarillo brillante y uniforme.

- **Boggie (Rijk Zwaan)**

*Planta.*- De entrenudos cortos y buena fructificación, frondosa, adaptada a las plantaciones tempranas o en ciclos de otoño, preferentemente con calefacción, entutorada a dos o tres tallos. Resistente al Virus del Mosaico el Tabaco (TMV).

*Frutos.*- De color naranja en la maduración y frutos de calibre pequeño.



Fig. 28. Frutos de la variedad Velero (Foto Seminis Bruinsma)



Fig. 29. Frutos de la variedad Cierva (Foto Seminis Bruinsma)

- **Cierva (Seminis Bruinsma)**

*Planta.*- Variedad vigorosa, con buen cuaje y muy productiva, recomendada para trasplantes medios. Resistente al Virus del Bronceado del Tomate (TSWV).

*Frutos.*- De tamaño medio y de coloración amarillo uniforme.

- **Cigales (De Ruiter)**

*Planta.*- De vigor medio y entrenudos cortos a medios, buena fructificación con altas y bajas temperaturas. Variedad adecuada para ciclos largos y plantaciones tempranas. Resistente al Virus del Moteado Suave del Pimiento (PMMV), al Virus del Mosaico del Tabaco (TMV), al Virus del Mosaico del Tomate (ToMV) y resistencia intermedia al Virus del Bronceado del Tomate (TSWV). Alta resistencia al Cracking.

*Frutos.*- Frutos de calibre mediano, de color amarillo limón, uniformes, consistentes y con buen aguante al transporte y a la conservación.

- **Cupido (Clause Tezier)**

*Planta.*- Variedad de vigor medio con entrenudos medio cortos y una buena cobertura foliar, recomendada para plantaciones tempranas en comarcas de climas cálidos, final de junio a mediados de julio. Con alta resistencia al Virus del Moteado Suave del Pimiento (PMMV) y resistencia intermedia al Virus del Bronceado del Tomate (TSWV).

*Frutos.*- Cuadrados, homogéneos y de buen calibre, de paredes lisas y de color amarillo intenso en la maduración. Los frutos presenta una buena conservación tras la recolección.



Fig. 30. Frutos de la variedad Cigales (Foto De Ruiter)



Fig. 31. Frutos de la variedad Cupido (Foto Clause Tezier)

- **Dédalo ( De Ruiter)**

*Planta.*- De porte abierto, vigorosa, de entrenudos medios, crecimiento equilibrado y gran precocidad de cuaje. Variedad de entrenudos medios y sin apenas ramificación lateral. Recomendada para plantaciones de primavera en ciclos cortos y plantaciones en la segunda quincena de julio para ciclos largos.. Resistente al Virus del Mosaico del Tabaco (TMV), al Virus del Mosaico del Tomate (ToMV), al Virus del Moteado Suave del Pimiento (PMMV) y resistencia intermedia al Virus del Bronceado del Tomate (TSWV).

*Frutos.*- De forma cuadrada, calibres medianos, de carne firme y de color amarillo claro, con gran dureza y buena conservación.

- **Delsol (Seminis Bruinsma)**

*Planta.*- Variedad recomendada para plantaciones en la segunda quincena de julio en comarcas de climas cálidos, buena capacidad para la fructificación. Planta de vigor medio y estructura abierta. Resistente al Virus Y de la Patata (PVY) y resistencia intermedia al Virus del Bronceado del Tomate (TSWV).

*Frutos.*- Con paredes medias a gruesas y muy firmes. Uniformes, predominando cuatro lóbulos, calibres de pequeño a medio. Color amarillo en su maduración y buen aguante y conservación de los frutos en planta.



Fig. 32. Frutos de la variedad Dédalo  
(Foto De Ruiter)



Fig. 33. Frutos de la variedad Delsol  
(Foto Seminis Bruinsma)

- **Enix (Fitó)**

*Planta.*- Variedad recomendada para plantaciones semitardías, vigorosa, de porte alto y resistente al Virus del Mosaico el tabaco (TMV) y al Virus del Mosaico del Tomate (ToMV).

*Frutos.*- Cuadrados, de cuatro lóculos, de pared muy gruesa y de color amarillo intenso al madurar.

- **Giacomo (Hazera)**

*Planta.*- Vigorosa y de maduración temprana, adecuada para plantaciones tardías. Resistente al Virus del Mosaico del Tomate (ToMV) y al Virus del Moteado Suave del Pimiento (PMMV).

*Frutos.*- De calibre medio, de cuatro lóculos, uniforme y de color amarillo intenso.

- **Jarama Plus (Zeta Seeds)**

*Planta.*- Elevada precocidad, vigorosa, crecimiento equilibrado con buena cobertura foliar y floración continuada a lo largos del cultivo. Recomendada para transplantes medios. Resistente al Virus del Moteado Suave del Pimiento (PMMV) y resistencia intermedia al Virus del Bronceado del Tomate (TSWV).

*Frutos.*- De calibre grueso, con tres y cuatro lóculos y de color amarillo limón en la madurez.

- **Limone (Syngenta Seeds)**

*Planta.*- Variedad vigorosa, recomendada para plantaciones de primavera en ciclos cortos y ye plantaciones de otoño, entrenudos medios, resistente a las bajas temperaturas en épocas frías, exigente en luminosidad. Resistente al Virus del Mosaico el tabaco (TMV) y resistencia intermedia al Virus del Bronceado del Tomate (TSWV).

*Frutos.*- De color verde claro antes de madurar y amarillo intenso en la maduración, con buena resistencia al transporte y a la conservación, de carne gruesa, firme y homogénea.

- **Luzón (Semini Bruinsma)**

*Planta.*- De vigor medio-alto, con estructura abierta y entrenudos de longitud media. Gran facilidad para el cuaje, productiva y precoz. Indicada para plantaciones medias, segunda quincena de julio en comarcas de climas cálidos. Resistente al Virus Y de la Patata (PVY)

*Frutos.*- De calibre medio, de paredes gruesas, de carne firme y consistente. Color amarillo en la maduración

- **Malvasía (Ramiro Arnedo)**

*Planta.*- Vigorosa, con entrenudos de longitud media, frondosa y con buena cobertura de hojas y tallos, con gran capacidad de rebrote de tallos. Indicada para plantaciones medias y tardías en ciclos largos. Resistente al Virus del Moteado Suave del Pimiento (PMMV).

*Frutos.*- De tamaño medio, con tres y cuatro lóbulos, de tamaño medio y de color amarillo intenso.

- **Masol (Semini Bruinsma)**

*Planta.*- Adaptada a trasplantes de ciclo medio-tardío, meses de agosto en comarcas de climas cálidos. Planta vigorosa y de estructura abierta. Buena capacidad de cuajado a lo largo de todo el ciclo de cultivo aún en épocas frías. Resistente al Virus del Mosaico del Tomate (TMV) y al Virus Y de la Patata (PVY).

*Frutos.*- De calibre medio, muy uniformes y de carne gruesa y firme, color amarillo medio.

- **Mítico (Clause Tezier)**

*Planta.*- Vigorosa, de vegetación abierta y fácil recolección, no es exigente en poda. Altos rendimientos, buena fructificación y recomendada para plantaciones medias, mes de julio. Resistente al Virus del Moteado Suave del Pimiento (PMMV) y resistencia intermedia al Virus del Bronceado del Tomate (TSWV).

*Frutos.*- Lisos, homogéneos, de carne gruesa, cuadrados y una gran uniformidad marcando bien los cuatro cascós, de color amarillo intenso.

- **Pasodoble (Rijk Zwaan)**

*Planta.*- De porte abierto, vigorosa, con entrenudos medios largos, buen cuaje y aguante a las bajas temperaturas, recomendada para plantaciones tardías. Resistente al Cracking y Stip.

*Frutos.*- De calibre medio, color amarillo intenso, cuatro lóbulos y hombros bien marcados.

- **Prometeo (Clause Tezier)**

*Planta.*- De vegetación abierta, vigorosa, gran capacidad de cuaje y muy productiva. Variedad recomendada para las plantaciones medias, mes de julio. Resistente al Virus del Moteado Suave del Pimiento (PMMV), Virus del Mosaico el tabaco (TMV) y resistencia intermedia al Virus del Bronceado del Tomate (TSWV).

*Frutos.*- Uniformes, de buen calibre y marcando bien los cuatro cascós. Color amarillo intenso y buena conservación.



Fig. 34. Frutos de la variedad Jarama (Foto Zeta Seeds)



Fig. 35. Frutos de la variedad Prometeo (Foto De Ruiter)

- **Tallante (De Ruiter)**

*Planta.*- Vigorosa, de entrenudos medios y de porte abierto. Recomendada para los trasplantes de diciembre y enero en ciclos cortos de primavera. Resistente al Virus del Moteado Suave del Pimiento (PMMV), Virus del Mosaico el tabaco (TMV) y resistencia intermedia al Virus del Bronceado del Tomate (TSWV).

*Frutos.*- De calibre grueso, carne de gran consistencia y de color amarillo intenso.

### c) Maduración en naranja

- **Paramo (De Ruiter)**

*Planta.*- De entrenudos cortos, vigorosa, con buen aguante a las bajas temperaturas, muy productiva y con buen cuaje. Recomendada para plantaciones tempranas y de media estación. Resistente al Virus del Mosaico el Tabaco (TMV), al Virus del Mosaico del Tomate (ToMV), al Virus del Moteado Suave del Pimiento (PMMV).

*Frutos.*- Cuadrados, de calibre medio, muy uniformes y de carne consistente. Frutos de color naranja intenso y brillante.

- **Rómulo (De Ruiter)**

*Planta.*- Variedad muy vigorosa, de porte abierto y muy precoz. Recomendada para trasplantes medios en la segunda quincena de julio y tardíos en el mes de agosto. Resistente al Virus del Mosaico del Tabaco (TMV) y al Virus del Bronceado del Tomate (TSWV).

*Frutos.*- Color amarillo limón, uniformidad y firmeza de la carne.

- **Shangay (Seminis Bruinsma)**

*Planta.*- De vigor medio y pocas ramificaciones laterales, indicada para plantaciones tempranas y medias, desde mediados de Julio a mediados de agosto en comarcas de climas cálidos. Resistente al Virus Y de la Patata (PVY).

*Frutos.*- De tamaño medio, color amarillo, apreciada para la exportación.



Fig. 36. Frutos de la variedad Shangay (Foto Seminis Bruinsma)



Fig. 37. Frutos de pimiento de la variedad Abanto (Foto Fitó)

### Tipo Dulce Italiano

- **Abanto ( Fitó)**

*Planta.*- Vigorosa, muy productiva y elevada capacidad de cuaje y de rebrote. Recomendada para plantaciones desde mediados de agosto a septiembre. Resistente al Virus del Mosaico del Tabaco (TMV), al Virus del Mosaico del Tomate (ToMV), al Virus del Moteado Suave del Pimiento (PMMV).

*Frutos.*- Adecuado para recolectar en rojo. Sus frutos son rectos, lisos y uniformes con alto contenido en azúcar y muy apreciados para los mercados de exportación.

- **Abdera (Syngenta Sedes)**

*Planta.*- Variedad. Vigorosa y frondosa por lo que requiere entutorado, recomendada para las plantaciones media y tardías, final agosto a septiembre y plantaciones de primavera. Resistente al Virus del Mosaico del Tabaco (TMV) y al Virus Y de la Patata (PVY).

*Frutos.*- Largos y delgados, uniformes y de color verde intenso.

- **Aneto (Fitó)**

*Planta.*- Variedad de porte erecto, de vigor medio, muy productiva, con gran capacidad de rebrote y cuaje, aún con altas temperaturas, muy precoz. Recomendada para plantaciones en cualquier época, desde junio hasta septiembre y a partir de diciembre para cultivos de primavera.

*Frutos.*- Frutos muy largos y puntiagudos, de paredes lisas, delgadas y de color verde oscuro.

- **Beret (Fitó)**

*Planta.*- Vigorosa, muy productiva con gran capacidad de cuaje, precocidad media recomendada para plantaciones tardías, desde mediados de septiembre hasta final de noviembre.

*Frutos.*- Muy largos y rectos, de paredes delgadas, piel lisa y de color verde oscuro.

- **Carboni (Zeta Sedes)**

*Planta.*- Variedad vigorosa, recomendada para las plantaciones de otoño en ciclo largo y de primavera para ciclos cortos. Resistente al Virus del Moteado Suave del Pimiento (PMMV) y resistencia intermedia al Virus del Bronceado del Tomate (TSWV).

*Frutos.*- De piel ligeramente rugosa, largos y de color verde oscuro.

- **Cristal**

*Planta.*- Variedad típica de Dulce Italiano, precoz, de entrenudos largos, de porte no muy desarrollado y adaptada a plantaciones tempranas. Variedad muy apreciada para frituras.

*Frutos.*- Delgados, de piel muy fina, no muy largos terminados en punta y de carne muy dulce. Color verde oscuro brillante y de color rojo en la madurez.

- **Dante (De Ruiter)**

*Planta.*- De vigor medio y porte abierto, muy productiva y adaptada para las plantaciones tempranas y medias en ciclo largo y corto en otoño y primavera. Resistente al Virus del Moteado Suave del Pimiento (PMMV), al Virus del Mosaico del Tabaco (TMV), al Virus del Mosaico del Tomate (ToMV) y resistencia intermedia al Virus del Bronceado del Tomate (TSWV).

*Frutos.*- De forma recta y cónica, alargados, de piel fina y sinuosa y de color verde intenso.

- **Dulce Italiano**

*Planta.*- Vigorosa, frondosa y muy precoz. Resistente a las condiciones climáticas adversas y recomendada para plantaciones muy tempranas, mayo/junio. Es una variedad comercializada con dicha denominación por la mayoría de las empresas de semillas.

*Frutos.*- De color verde brillante y rojo en la maduración, alargados, de carne delgada y muy dulce.

- **Estilo (Nunhems)**

*Planta.*- Variedad vigorosa, con buena fructificación y elevada producción. Resistente al Virus del Mosaico del Tabaco (TMV) y al Virus del Mosaico del Tomate (ToMV).

*Frutos.*- Homogéneos, de buen calibre, de carne fina y consistente.

- **Estola (Nunhems)**

*Planta.*- Vigorosa, con buena fructificación y producción elevada. Resistente al Virus del Moteado Suave del Pimiento (PMMV), al Virus del Mosaico del Tabaco (TMV) y al Virus del Mosaico del Tomate (ToMV).

*Frutos.*- Muy largos, de piel rugosa y color verde medio antes de madurar.

- **Estrada (Nunhems)**

*Planta.*- Variedad de vigor medio y de porte abierto, recomendada para plantaciones medias tardías, así como para ciclos cortos de primavera y con resistencia intermedia al Virus del Bronceado del Tomate (TSWV).

*Frutos.*- Puntiagudos, de piel algo rugosa y carne fina y consistente. Color verde brillante con buen aguante a la conservación y al manipuleo.

- **Fonsi (Zeta Sedes)**

*Planta.*- De vigor medio, crecimiento equilibrado y porte abierto, de producción abundante, recomendada para plantaciones medias de agosto y septiembre para ciclos largos y en primavera para ciclos cortos. Fructificación precoz y escalonada. Resistente al Virus del Moteado Suave del Pimiento (PMMV) y resistencia intermedia al Virus del Bronceado del Tomate (TSWV).

*Frutos.*- Rectos, homogéneos, de piel muy fina y lisa, consistente y de color verde oscuro.

- **Italress (Seminis Petoseed)**

*Planta.*- Variedad de vigor medio-alto, de porte abierto, recomendada para plantaciones medias tardías en comarcas de climas cálidos, meses de agosto-septiembre. En comarcas más frías retrasar las plantaciones a mediados de octubre a noviembre. Planta resistente al Virus del Moteado Suave del Pimiento (PMMV), al Virus del Bronceado del Tomate (TSWV), al Virus del Mosaico del Tabaco (TMV) y al Virus del Mosaico del Tomate (ToMV).

*Frutos.*- Muy largos, de forma cónica, de epidermis lisa y color verde brillante.





Fig. 38. Frutos de pimiento de la variedad Italverde (Foto Seminis Petoseed)



Fig. 39. Frutos de pimiento de la variedad Lipari

- **Italverde (Seminis Petoseed)**

*Planta.*- De vigor medio, porte abierto, recomendada para trasplantes tempranos- medios en climas cálidos, mediados de julio hasta mediados de agosto y algo más tardíos en climas más fríos, mediados de agosto hasta finales de septiembre. Planta resistente al Virus del Moteado Suave del Pimiento (PMMV), al Virus del Bronceado del Tomate (TSWV), al Virus del Mosaico del Tabaco (TMV) y al Virus del Mosaico del Tabaco (ToMV).

*Frutos.*- Alargados, erectos, de forma cónica y de color verde intenso. Piel rugosa.

- **Lipari (Clause Tezier)**

*Planta.*- Es una variedad muy precoz y productiva. Alta resistencia al Virus del Mosaico del Tomate (TMV).

*Frutos.*- De color verde y maduración en rojo, muy largos con 2-3 lóculos y de forma puntiaguda.

- **Lorenzo (Clause Tezier)**

*Planta.*- Variedad vigorosa, equilibrada de vegetación con buena fructificación y altos rendimientos. Aguanta las bajas temperaturas durante el invierno y está muy adaptada a los ciclos largos. Alta resistencia al Virus del Mosaico del Tabaco (TMV).

*Frutos.*- Homogéneos, de color verde oscuro, de piel rugosa y alargados.

- **Lukkino (De Ruiter)**

*Planta.*- Variedad de entrenudos cortos, buen rebrote y fructificación, recomendada para los trasplantes medios y tardíos de otoño y primavera con buen comportamiento al frío. Resistente al Virus del Moteado Suave del Pimiento (PMMV), al Virus del Mosaico del Tabaco (TMV), al Virus del Mosaico del Tomate (ToMV) y resistencia intermedia al Virus del Bronceado del Tomate (TSWV).

*Frutos.*- De forma cónica, alargados, uniformes a lo largo del ciclo, de piel rugosa y color verde oscuro brillante.



Fig. 40. Frutos de la variedad Lorenzo (Foto Clause Tezier)



Fig. 41. Frutos de la variedad Lukkino (Foto De Ruiter)

- **Ordesa (Fitó)**

*Planta.*- Vigorosa, con gran capacidad de cuaje, de porte abierto y muy productiva. Adecuada para trasplantes desde mediados de agosto hasta primeros de octubre. Resistente al Virus del Moteado Suave del Pimiento (PMMV), al Virus del Mosaico del Tabaco (TMV), al Virus del Mosaico del Tomate (ToMV) y resistencia intermedia al Virus del Bronceado del Tomate (TSWV).

*Frutos.*- De rugosidad media, uniformes, de color verde intenso y manteniendo su tamaño a lo largo del cultivo.

- **Padua (Rijk Zwaan)**

*Planta.*- De entrenudos largos y porte abierto, planta rústica, recomendada para ciclos largos. Con resistencia intermedia al Virus del Bronceado del Tomate (TSWV).

*Frutos.*- Alargados, de piel fina y de color verde intenso.

- **Palermo (Rijk Zwaan)**

*Planta.*- De entrenudos largos y porte abierto. Adaptada a climas fríos y para plantaciones tempranas de otoño y de primavera.

*Frutos.*- De sabor muy dulce, forma cónica y calibre medio.

- **Portobello (Rijk Zwaan)**

*Planta.*- Variedad con entrenudos largos, frondosa y porte abierto. Productiva y con aguante a las bajas temperaturas. Planta recomendada para las plantaciones tempranas de primavera en ciclos cortos y para trasplantes tardíos de otoño. Con resistencia intermedia al Virus del Bronceado del Tomate (TSWV).

*Frutos.*- De forma cónica, de piel algo rugosa y color verde medio muy homogéneo a lo largo del ciclo de cultivo.

- **Rigoleta (Ramiro Arnedo)**

*Planta.*- De vigor medio, crecimiento lento y gran facilidad de cuaje en las primeras cruces. Recomendada para plantaciones medias, mediados de julio a mediados de agosto. Resistente al Virus del Moteado Suave del Pimiento (PMMV) y al Virus del Bronceado del Tomate (TSWV).

*Frutos.*- Alargados, de pared fina y superficie rugosa y brillante.



Fig. 42. Frutos de la variedad Ordesa (Foto Fitó)



Fig. 43. Frutos de la variedad Rooney (Foto Zeta Seeds)

- **Rooney ( Zeta Seeds)**

*Planta.*- Vigorosa, adaptada a la poda en dos tallos. Para recolectar tanto en verde como en rojo. Resistente al Virus del Moteado Suave del Pimiento (PMMV) y al Virus del Bronceado del Tomate (TSWV).

*Frutos.*- Cónicos, paredes gruesas y lisas, completamente rectos y de color rojo en la madurez, sabor muy dulce.

- **Sandros (De Ruiter)**

*Planta.*- Vigorosa, de porte abierto, muy frondosa y excelente rebrote. Recomendada para trasplantes medios y tardíos, así como para plantaciones tempranas de primavera en ciclos cortos. Resistente al Virus del Moteado Suave del Pimiento (PMMV), al Virus del Mosaico del Tabaco (TMV), al Virus del Mosaico del Tomate (ToMV) y resistencia intermedia al Virus del Bronceado del Tomate (TSWV).

*Frutos.*- Uniformes, cónicos, de color verde brillante y epidermis lisa.

- **Sertorio (Ramiro Arnedo)**

*Planta.*- Variedad de planta vigorosa, buena fructificación y resistente al Virus del Moteado Suave del Pimiento (PMMV).

*Frutos.*- Muy largos, de calibre grande y de forma cónica.

- **Trajano (Ramiro Arnedo)**

*Planta.*- Vigorosa, rústica, de porte abierto, con facilidad de cuaje en las cruces de los tallos, adaptada a los trasplantes de mediados de agosto a mediados de septiembre en comarcas de climas cálidos y para ciclos largos.

*Frutos.*- Muy largos, de piel rugosa y brillante y de color verde medio.

- **Werta (Western Seed)**

*Planta.*- De porte abierto, vigorosa y facilidad de cuaje, productiva, recomendada para plantaciones tempranas en climas cálidos y ciclos largos. Resistente al Virus del Mosaico del Tomate (ToMV) y resistencia intermedia al Virus del Bronceado del Tomate (TSWV).

*Frutos.*- De color verde brillante y de piel rugosa,

### Especialidades

Se relacionan a continuación algunas variantes de utilización de frutos de pimiento dulces y picantes empleadas, principalmente, para procesado industrial, chacinería, frituras, etc, y comercializados envasados ya sean en forma de frutos enteros, en tiras, desecados y molidos.



Fig. 44. Muestrario de conservas de pimiento



Fig. 45. Pimentón de Murcia y Pimentón de “La Vera”

“Pimentón”.- Corresponde a un pequeño grupo de variedades dulces cultivadas en Andalucía, Castilla-la Mancha, Castilla-León, Murcia, Extremadura y Valencia; aunque en España la dos grandes zonas de producción de pimentón son Murcia y Cáceres.

El pimentón se emplea como colorante en la cocina para dar color rojo a salsas, arroz y verduras. La denominación de origen “pimentón de la Vera” (Cáceres), cuyo cultivo obtenido en los municipios de la comarca de La Vera, en la vega del río Tiétar, se remonta a tiempos muy antiguos y fue allí en donde se aclimataron los primeros pimientos procedentes de Sudamérica. También la industria del pimentón en Murcia, iniciada en el siglo XIX y consolidado a partir del año 1992 como zona productora y exportadora.

Tras la recolección se seleccionan y se clasifican, se abre el pimiento y se trasporta hasta donde se va a deshidratar o secar extendidos sobre una superficie expuestos al Sol durante varios días, por aire caliente o secado con humo gracias al calor que desprende una hoguera colocada debajo de las capas de pimiento. Actualmente se utilizan modernos secaderos. Tras el secado se procede a la molienda, previamente eliminadas las semillas, las membranas centrales para reducir su picor así como la base del pedúnculo. A continuación se pasa por un tamizado para darle homogeneidad y, por último, el control de calidad.

Entre las variedades cultivadas están: *Benac* (Fitó), *Jaranda* (R.Arnedo), *Negra* (Batlle, Hortícola Alavesa, R. Arnedo.), *Sonora* (Petoseed), *Jariza* (Jad Ibérica), *Tietar* (R. Arnedo).

“Del Piquillo”.- Son frutos procedentes de ocho municipios de Navarra, situados en la ribera baja y a orillas de los ríos Ebro y Egea, los más conocidos son los de Lodosa.. Corresponden a frutos pequeños, de carne muy fina y peso entre 40-50 g las variedades pequeñas, y de 70-100 g las variedades grandes y de 8-10 cm de longitud. Tienen

carne fina de hasta 3 mm de grosor, piel de color rojo intenso y lisa, de sección triangular terminado en punta y se les ha suprimido el pedúnculo junto con las semillas. Están dedicados principalmente a la industria conservera, los hay de sabor picante y también los hay de sabor dulce, también se conocen por “pico” “piquillo” y “piquillo grande”. Se consumen asados bien solos o rellenos. Como variedades cultivadas están: *Arca* (R. Arnedo), *Ega* (Fitó), *Piquillo* (R. Arnedo, Batlle, Verón, Rocalba, Hortícola Alavesa, Clemente), *Cierzo* (R. Arnedo).



Fig. 46. Frutos de pimiento “Piquillo”  
(Foto Rocalba)



Fig. 47. Frutos de pimiento “Del Padrón”  
(Foto Rocalba)

“De Padrón”.- Corresponden a frutos de variedades autóctonas de Galicia a los que se les denominó “Pimientos de Herbón” porque fueron los franciscanos del convento de Herbón los que comenzaron dicho cultivo con semillas traídas tras el descubrimiento de América. Posteriormente se conocieron por pimiento de Padrón extendiéndose posteriormente a otras comarcas. Son frutos muy pequeños de unos 10 g de peso con 2-3 cascos de carne muy fina y dulce pero también pueden presentar sabor picante, cuando se recolectan de mayor tamaño, de ahí el conocido refrán: “los pimientos de Padrón unos pican y otros no”. Tienen sección triangular y son puntiagudos, ligeramente asurcados y rugosos que se recolectan verdes y se consumen en fresco. Se consumen enteros con piel y semillas en frituras Su cultivo, al aire libre como en invernadero, comprende ciclos de primavera-verano, se plantan en febrero y se recogen a partir de mayo. Entre las variedades más conocidas se encuentran: *Arousa* (R.Arnedo), *Padrón* (Verón, Batlle, Rocalba, Hortícola Alavesa, R.Arnedo), *Padrón Dulcinea* (Diamond), *Poxi-go* (Fitó)..

“De Guernika”.- Es una variedad “choricera” producida en el País Vasco. Son frutos pequeños, no más de 9 cm, estrechos y alargados, de color verde, recolectados antes de la maduración para consumirse esencialmente fritos. Se comercializan en bandejas.



Fig. 48. Frutos de pimiento picante variedad Fireflame (Foto De Ruiters)

“Guindillas”.- Frutos pequeños, picantes, alargados, estrechos y puntiagudos de color amarillento y rojo y se consumen por lo general en verde, en conserva en vinagre utilizados como aperitivos, en aceite y fritos acompañando a diversos platos. Son muy conocidas las “alegrías riojanas” y la “guindillas de Ibarra” (Guipuzcua). También se comercializan desecados y molidos (“cayena”). Las regiones con más superficie cultivada se encuentra en Andalucía, Castilla-la Mancha, Baleares, La rioja y Valencia. Entre otras están los híbridos: *Amando* (Nunhems), *Bonanza RZ* (Rijk Zwaan), *Troner* (Intersemillas), *Candela* (De Ruiters), *Pintor* (R. Arnedo), *Furila* (De Ruiters), *Fireflame* (De Ruiters).

“Pimiento seco”.- Es una variedad roja empleada para guisos, en matanzas y en chacinería. Tras su cuelgue y secado en las paredes de las casas expuestas la Sol. Se trata de pimientos chorriceros, de color rojo que tras el remojo permite extraer su carne.

“Pimiento Morrón o de Bola”.- Son frutos de gran tamaño, 160 g de peso medio, cuya longitud es similar a la anchura, entre 7 y 8 cm., algo redondeados, de carne gruesa, alrededor de 4 mm, superficie lisa, roja brillante y sabor dulce y suave. Son pimientos rojos conocido como “chorriceros”, de tamaño pequeño. Se cultivan principalmente en las provincias de Murcia y Valencia. Su destino principal es para la industria conservera, también se consumen en fresco, asados o desecados. Entre las variedades cultivadas están los híbridos: *Alar* (Fitó), *Morrón de Conserva* (Verón, Fitó, Rocalva, Clemente, etc), *Cierzo* ((R. arnedo), *Corera* (R. Arnedo).

“Ñoras”.- Hay otro tipo de pimiento desecado procedente de variedades riojanas o murcianas dedicadas a la elaboración de chacinas y para la cocina, frutos casi esféricos, de color rojo, carnosos, algo picantes y para conservar en seco. Se utilizan para

la fabricación de pimentón y para salsas y guisos. En frituras se acompañan a huevos, carnes y pescados. Al igual que los pimientos secos es muy habitual verlos colgados en ristras en cortijos y pueblos. También la denominada “paprika” es polvo picante que se obtiene de pimientos de gran tamaño y puntiagudo.

“Pimientos en tiras”. - Comercializados y envasados de diferentes variedades dulces y picantes en forma de tiras para consumo directo o para asar y freír como es el “pimiento de asta” en Cantabria.

“Rojo Najerano”. - Corresponde a frutos de carne fina y sabor dulce, de color rojo intenso en su madurez. Frutos de forma cónica y algo picudo, originario de las comarcas de Nájera y huertos de Alfaro en La Rioja. Están destinados a consumo en fresco o para la industria conservera envasados en su propio jugo, así mismo se consumen asados al horno. La variedad más cultivada y comercializada por la mayoría de las empresas es *Najerano*.

“Pimiento de Isla”. - Muy conocido en el municipio de Arnero en Cantabria donde se cultiva el “pimiento de Isla”, variedad tradicional de frutos rojos, carnosos y muy aromáticos destinados para asar. Son de sabor dulce, carnosos de forma cuadrada y ligeramente trapezoidal, parecido al tipo California. Se envasa en tarros de cristal solos o rellenos con bonito del norte.

“Pimiento asado del Bierzo”. - Su origen se remonta al año 1818 en Villafranca del Bierzo (León), donde se instaló la primera industria conservera de pimiento asado al horno de forma artesanal. Es un fruto rojo de forma triangular y doble largo que ancho, dulces principalmente y también los hay picantes. Se emplea para industria, asados, pelados, eliminando las semillas y placenta, bien enteros o troceados, conservados en su propio jugo y aceite.



# EXIGENCIAS DEL CULTIVO

### Importancia del clima y su repercusión sobre la planta

Las hortalizas cultivadas en invernadero están influidas por el ambiente que las rodea. Es importante conocer dicho ambiente al objeto de proporcionar los parámetros climáticos adecuados que favorezcan el crecimiento y desarrollo de las plantas. La luminosidad y la temperatura son los factores que más afectan al pimiento, sin olvidar la repercusión que tienen la calidad del agua y la fertilidad del suelo en la productividad.

La planta de pimiento, durante su ciclo vegetativo, requiere, entre otros, un contenido de humedad ambiental óptimo, del que dependen directamente procesos tales como la transpiración, fecundación, floración y propagación o no de enfermedades. El suelo también necesita un determinado contenido de humedad para que las plantas asimilen a través de las raíces los elementos nutritivos. Igualmente el suelo ha de poseer una cierta temperatura, que es variable en cada fase de desarrollo de la planta; el calor del suelo permite que se lleven a cabo funciones vitales para la planta y faciliten el desarrollo de la vida microbiana.

Otro factor a tener en cuenta es la intensidad lumínica, imprescindible para la función clorofílica, así como para los procesos de floración, fecundación y de maduración del fruto.

Los vientos pueden ocasionar daños al material de cubierta y, a veces, si son de gran intensidad, a la estructura del invernadero. Por el contrario, los vientos suaves que penetran en el invernadero, acompañados de temperaturas moderadas, son beneficiosos porque favorecen la transpiración de las plantas, reducen el efecto de las heladas, disminuyen la humedad interior y permiten la entrada de anhídrido carbónico y el desprendimiento de los granos de polen.

Igualmente, dependiendo del ciclo de cultivo, la planta está sometida a variaciones sensibles de temperatura. Por ejemplo: cuando la plantación es tardía, las heladas pueden afectar a la germinación y al crecimiento de la planta. También los excesos de temperatura, cuando la plantación se realiza en los meses de julio y agosto en comarcas de climas cálidos van a incidir seriamente en la floración y fecundación de las flores, de ahí la importancia que tienen los sombreos en el invernadero.

### Invernaderos

El invernadero es un recinto cerrado con una estructura de madera, de metal u otro material, recubierta de materiales transparentes, cristal, plástico o malla que proporciona a las plantas condiciones ambientales idóneas que no dispone al aire libre.

Su objetivo es conseguir producciones precoces aprovechando al máximo la radiación solar y las condiciones climáticas del invernadero.

El ambiente interior del invernadero proporciona a las plantas:

- Protección contra las condiciones climáticas adversas.
- La obtención de productos fuera de época.
- Precocidad en la formación de los frutos.
- Incremento de la calidad y de las producciones con respecto al aire libre, por las mejoras técnicas empleadas, variedades híbridas de más calidad y más productivas.
- Aplicación simultánea de agua y fertilizantes, y, en ocasiones, de fitosanitarios
- Realización de prácticas culturales durante todo el ciclo vegetativo.

Para ello el invernadero debe de reunir, entre otros:

- Que el plástico de cubierta no impida la luminosidad.
- Con la suficiente altura para el crecimiento de las plantas.
- Alejado de caminos polvorientos y zonas industriales.

Y además:

- Tener un suelo nivelado, fértil y con buen drenaje, sin riesgo de encharcamiento
- Disponibilidad de agua con la calidad suficiente y durante todo el proceso productivo.
- Sistema de riego que permita una fertirrigación eficiente.

Por otra parte, no hay que olvidar la influencia de las cubiertas de plástico de los invernaderos contra el calentamiento del suelo y, como consecuencia, en la disminución de su temperatura media y, por lo tanto, en el cambio climático.

### 1. Características constructivas

Aunque hoy en día existen gran diversidad de tipos y formas, se tiende a invernaderos más altos, con estructuras más funcionales que faciliten mejor control del ambiente, la aplicación correcta de los tratamientos y dotados con equipos informáticos para el control del ambiente, de los tratamientos y de la fertirrigación. La ingeniería de la construcción aplicada a los invernaderos está consiguiendo niveles de optimización que hace años era imposible. Los nuevos materiales incorporados junto a las mejoras incorporadas, como son la mayor captación de radiación, más resistencia y mejor estanqueidad, están proporcionado a las planta un ambiente apropiado para su crecimiento y desarrollo.

El incrementar la altura del invernadero ha mejorado su ambiente y por lo tanto el control de la humedad y temperatura. Igualmente se ha disminuido la superficie de los módulos, habiendo pasado de naves de 5.000 m<sup>2</sup> a módulos cuya superficie oscila entre 2.500 m<sup>2</sup> y 3.000 m<sup>2</sup>; eso sí adosados unos con otros pero con ventilación cenital controlada manual o automáticamente.

No hay que olvidar sin, embargo, que en países y regiones con inviernos suaves predominan las estructuras más sencillas ya que dispone de buena transmisión de luz y su economía en la construcción. Por otra parte, los invernaderos dotados de climatización pueden hacer frente a las condiciones desfavorables de temperatura, humedad y ventilación en cualquier época del ciclo vegetativo, con la posibilidad de cultivar a lo largo de todo el año y resarcir con sus producciones los mayores costes de inversión realizados.

1.1) Estructura.- Soporta los materiales que la recubre y las sobrecargas originadas por vientos, nieve y peso de las plantas entutoradas. La estructura debe dejar transmitir la luz, no entorpecer las labores de cultivo y ser duradera, rígida y resistente. En la actualidad, la estructura plana de palos y alambre ha sido reemplazada por otros materiales que permiten mayor altura, tendiéndose a invernaderos asimétricos con aperturas de ventilación cenital y laterales de forma automática.

Los tipos de estructura más corrientes son:



Fig. 1. Invernadero plano tipo parral de estructura de palo

- Parral.- Fue en 1963 cuando el Instituto Nacional de Colonización introdujo en Almería, experimentalmente, la construcción del invernadero de plástico cuya estructura a base de redondos o rollizos de madera se sujeta al suelo por medio de tacos de hormigón. Tiene el inconveniente del manejo del clima, causando escasa ventilación, excesiva humedad y las altas temperaturas que se originan en su interior. Tampoco permite la incorporación de equipos informáticos y climáticos por lo que han sido sustituidos por la incesante competencia de nuevas comarcas productoras y de países con invernaderos más herméticos y con avanzada tecnología. Fue una construcción artesanal de bajo coste pero no reúne

todos los requisitos para crear las mejores condiciones ambientales debido a su mala ventilación. Se construía a partir de madera y alambre, siendo la madera de eucalipto y pino las más empleadas. La techumbre está constituida por dos mallas superpuestas de alambre galvanizado entre las que se coloca la lámina de plástico.

El invernadero de palo ha sido el que más se ha construido, sobre todo en Almería y provincias poco lluviosas, por su menor coste, por su gran luminosidad y por la disponibilidad de mano de obra cualificada y abundante. Por otra parte sus numerosos apoyos verticales y soportes perimetrales proporcionan sombras y llegan a entorpecer, a veces, las labores de cultivo. Ya es una estructura anticuada y no se construye. No obstante, este tipo de invernadero se ha ido mejorando mediante la sustitución de los pilares de madera por una estructura de pies derechos de tubo galvanizado con altura en bandas de 2,5 m y polietileno de larga duración, ventilación lateral enrollable y ventilación cenital.

- Tubo de hierro galvanizado.- Es una estructura totalmente metálica de fácil montaje, rigidez, resistencia a la corrosión y dota al invernadero de grandes luces. Los tubos tienen una longitud de 6 m. que se cortan después a la medida adecuada, y de 2,5 cm. de diámetro.
- Perfiles angulares de hierro.- Son muy resistentes, ligeros, y al igual que los de tubo, proporcionan al invernadero grandes luces y reducido sombreo. En la actualidad apenas se construyen.



Fig. 2. Invernadero asimétrico formado por dos naves

- Asimétrico.- Sabemos que la iluminación en el interior del invernadero depende de la incidencias de la radiación solar. Por esta causa el Servicio Técnico Agrario de Cajamar de Almería, ensayó durante los años 87/91 diversos diseños hasta conseguir el invernadero asimétrico de una o más capillas, con ventilación cenital, bandas de hasta 3 metros de altura y ejes de cumbrera orientados en dirección este- oeste. Este tipo de invernadero ha demostrado en comarcas de climas cálidos similares, un mejor manejo del ambiente interior, una mayor iluminación y ventilación que repercute en un mejor manejo del cultivo.
- Otros.- Se estaban utilizando, también, estructuras a base de vigas de hormigón en pies derechos combinado con bandas metálicas. Su empleo no está muy extendido por el alto precio que alcanza y por su excesivo peso en el manejo.

Cualquiera que sean los materiales de su estructura debe de reunir estas condiciones:

- Ser ligeros, resistentes y económicos
- No entorpezcan las labores culturales
- Que puedan formar un entramado solidario con el material de cubierta
- Fácilmente sustituible y ampliable

Hoy en día, en algunas regiones, Andalucía por ejemplo, existen requisitos mínimos para la construcción de invernaderos, sobre todo a la hora de solicitar subvenciones. Entre ellas están:

- Los cerramientos deben de ser con plástico térmico y deberán tener un espesor igual o mayor de 720 galgas.
- Las mallas a instalar serán antitrips de 20x10 hilos/ cm<sup>2</sup>.
- La puerta de tipo corredera de tubo galvanizado de al menos de 3 metros de ancho por 3 metros de alto y estarán dotadas durante el cultivo de doble puerta con antesala, toda ella galvanizada con cerramiento totalmente térmico.
- La superficie mínima de ventilación en ventanas laterales y cenitales será de al menos 15 % de la superficie cubierta, siendo aconsejable que alcance al 25 %
- La altura mínima de la estructura en banda y en cumbrera serán de 2 y 4 metros respectivamente.

Además, el sistema de sujeción del plástico, su tensado y el cambio deben de ser ágiles, sencillos y seguros, evitando bolsas de agua y la condensación, resistencia a los vientos dominantes, así como escasez de elementos fijos que eviten sombras y faciliten las labores culturales.

1.2) Cubierta.- Es el material de cerramiento que recubre a la estructura y que condiciona el ambiente interior del invernadero.

A excepción de las zonas climáticas con inviernos rigurosos, en donde el material de cubierta, normalmente es de cristal o plástico rígido, casi en la totalidad del área mediterránea el 90 % del material empleado es de plástico flexible. La mayoría de dichos invernaderos no poseen sistemas de calefacción, la protección térmica que les da el plástico es suficiente para obtener altas producciones. Gracias a la introducción de los plásticos para cerramiento de la estructura ha

permitido en muchas comarcas transformar terrenos prácticamente improductivos en explotaciones viables que ha supuesto para los agricultores, sus familias y el sector mejorar su calidad de vida y su economía.



Fig. 3. Invernadero con cerramiento de cristal

La cubierta del invernadero debe permitir una buena trasmisividad y difusión de la radiación solar por el interior del invernadero, así como ser lo más impermeable a la radiación emitida por el suelo durante la noche, con buena resistencia al rasgado o rotura, económica y que no se degrade o altere fácilmente.

Las características físicas y ópticas de los diferentes materiales empleados son:

- Cristal.- Fue el primero en utilizarse hasta la aparición de los materiales plásticos. Es el material que presenta una trasmisividad óptica y térmica más óptima. Muy utilizado en regiones extremadamente frías, siendo el mejor material de cubierta por su buena difusión de la luz, luminosidad, opacidad a las radiaciones de onda larga -las emitidas por el suelo y las plantas, durante la noche-, no envejece ni pierde transparencia y es resistente a la radiación ultravioleta. Como inconvenientes podemos citar: la necesidad de estructuras más sólidas y rígidas que las exigidas por los plásticos, su fragilidad y su elevado precio y peso.
- Plásticos.- Los materiales empleados se comercializan en forma de láminas flexibles y planchas rígidas. Entre los más utilizados en invernadero están:
  - Poliétileno, flexible. (P.E.)
  - Policloruro de vinilo, rígido y flexible. (P.V.C.).
  - Poliéster estratificado con fibra de vidrio, rígido.
  - Polimetacrilato de metilo, rígido.
  - Placas de Policarbonato
  - Copolímeros E.V.A.

Cuyas propiedades más representativas son:

- a) Polietileno (P.E.).- Es un material que se obtiene a partir del etileno y se comercializa con un amplio abanico de medidas, colores y densidad. Es un plástico de gran ligereza, flexible y buena transparencia a las radiaciones solares. Es el más utilizado en los invernaderos, no sólo en España sino en el resto de países productores de hortalizas, por su menor precio, buenas cualidades mecánicas y porque permite incorporar aditivos que mejoren sus propiedades.. El polietileno de baja densidad es el de mayor consumo y más empleado en los invernaderos por sus propiedades de dureza, resistencia y transparencia.

Se fabrica en los tipos siguientes:

- a.1) Polietileno normal.- Es el que se ha venido empleando como cubierta de invernaderos. Hasta 1975-1980 el plástico utilizado generalmente era de 400 galgas (0,1 mm), transparente, con escasa duración en climas soleados, muy permeable a los rayos infrarrojos de onda larga, y con peligro de inversión térmica y riesgo de heladas cuando la temperatura exterior rondaba los 0° C. Duraba aproximadamente una campaña agrícola en zonas de elevada radiación. Ya apenas se emplea por su corta duración y por el excesivo coste de colocación en comparación con los que duran 3-4 campañas.
- a.2) Polietileno “larga duración”.- En los citados años el agricultor empezó a elegir otros tipos de plástico. Comenzó a aparecer los de larga duración (720 galgas y 800 (térmico)), con aditivos contra las radiaciones ultravioleta, responsable del envejecimiento y de su degradación, con mayor difusión de la luz, resistencia al desgarrar y efecto antigoteo y que duran unas 2 campañas. El de 720 galgas tiene un comportamiento similar al polietileno normal, difunde más la luz que el polietileno normal, no tiene efecto térmico por lo que el peligro de inversión térmica es similar. El polietileno térmico de larga duración de 800 galgas, de color amarillo transparente, es más opaco que el polietileno normal a la radiación nocturna del suelo por lo que retiene el calor durante la noche en un alto porcentaje, disminuyendo el peligro de heladas por inversión térmica. Produce gran dispersión de la luz, tiene precio más alto y por su poder de retención de calor exige mayor ventilación del invernadero en épocas calurosas. En zonas de alta radiación, como ocurre en el área mediterránea, los polietilenos de larga duración representan cerca del 90 % del total empleado.
- a.3) Plásticos tricapa.- Con un espesor de 720 y 800 galgas y una duración de 4-5 campañas dota a los invernaderos de una mayor durabilidad y transmisión global de la luz. Consiste en la unión de tres capas de plástico, incorporándose en cada capa determinados compuestos que les confieren ciertas propiedades y calidad. La capa más externa da consistencia y transparencia; la capa intermedia, más rica en acetato de vinilo proporciona elasticidad y termicidad. Por último, la capa que se observa desde el interior del invernadero es una capa antigoteo. Este tipo de plástico aunque es más caro va ganando terreno por sus buenas condiciones térmicas y de duración. Es el más utilizado.

Últimamente se están utilizando, aunque sin importancia, en cuanto a superficie cultivada, las mallas de polietileno.

- b) Policloruro de vinilo (P.V.C.).- Es un material rígido al que se añade plastificantes para transformarlo más flexible. Se fabrica en tres modalidades, rígido, semirígido y flexible. El PVC rígido se emplea para construir placas onduladas y tuberías. Su duración es mayor que la del polietileno, con buena transparencia a las radiaciones solares y menor permeabilidad a las radiaciones nocturnas. Por su baja resistencia al rasgado, el P.V.C. flexible requiere una buena sujeción en la estructura.
- c) Poliéster estratificado con fibra de vidrio.- Es un material plástico que se utiliza en forma de chapa rígida ondulada. Es el material plástico con mayor poder de difusión de la luz, resistencia mecánica a la ruptura, escasa transparencia a las radiaciones emitidas por las plantas y el suelo durante la noche y de gran duración. Uno de los problemas a vigilar es la pérdida de transparencia a medida que pasa el tiempo y su posible opacidad.



Fig. 4. Invernaderos de P.V.C. rígido formado por naves adosadas y con ventilación cenital

- d) Polimetacrilato de metilo.- Tiene alta resistencia al envejecimiento y al impacto y gran transparencia a la radiación solar y es opaco a las radiaciones infrarrojas de onda larga procedentes del suelo. Al igual que el poliéster estratificado se usa para recubrimientos rígidos de los invernaderos.
- e) Placas celulares de policarbonato, similares por su aspecto al polimetacrilato de metilo de 6-10 mm de espesor, muy empleada en zonas frías. Tiene un buen comportamiento térmico y excelente permeabilidad a la luz, 75-85 % dependiendo del grosor de la plancha. Es muy impermeable a la radiación nocturna emitida por el suelo.



- f) Copolímeros EVA/EBA.- Son materiales cuyas propiedades dependen de su peso molecular y el contenido de los polímeros Etileno-Acetato de Vinilo (EVA) y Etileno-Acrilato de Butilo (EBA). Al principio se utilizaron filmes de EVA con alto contenido en Acetato de Vinilo (18-20%), y se observó que en las zonas con alta radiación solar se producía una gran dilatación, con rotura posterior. Para remediarlo y tras investigaciones se obtuvo otro plástico, combinación de polietileno y copolímero EVA, con el que se consiguió aumentar la propiedad termoaislante. Estos plásticos incrementan su transparencia, flexibilidad, resistencia al impacto y son muy empleados en climas fríos.
- g) Plásticos biodegradables.- Últimamente se están empleando exclusivamente para acolchado plásticos que se degradan y evitan, en parte, el impacto ambiental y la necesidad de retirada y destrucción o reciclaje de los plásticos habituales.
- h) Otros tipos de plásticos.- Actualmente se están ensayando y desarrollando nuevos tipos de plásticos apoyándose en el conocimiento de determinadas longitudes de onda que la radiación ultravioleta ejerce sobre las plantas mejorando las propiedades mecánicas de dichos plásticos. Así mismo plásticos fotoselectivos que bloquean ciertas longitudes de onda de la radiación ultravioleta y pueden proteger a las plantas de determinados virus y plagas y su influencia en reducir el crecimiento y esporulación de hongos tipo Botrytis. Igualmente se están fabricando materiales plásticos antigoteo y antivaho que evitan la condensación del vapor de agua en la superficie de la lámina de plástico.

Finalmente diremos que el plástico más adecuado para la zona mediterránea es el térmico de larga duración, con espesores de 800 galgas (0,2 mm.). A pesar de ser el más caro por unidad de superficie y campaña tiene las ventajas de su mayor precocidad, menor condensación del agua y menor riesgo de heladas.

## 2. Factores que influyen en la duración de los plásticos

La duración de un material plástico está influido por la mayor o menor intensidad luminosa pues a mayor intensidad más degradación, la temperatura del ambiente, altura y estructura del invernadero, grosor y material de la lámina, cultivo, fitosanitarios que se utilizan y número de tratamientos, y régimen de vientos de la zona. Recientemente se ha descubierto que el azufre empleado en los tratamientos también influye en la degradación del plástico.

Para reducir el efecto de los factores citados es aconsejable llevar a la práctica las siguientes recomendaciones:

- Procurar no arrastrar las bobinas de plástico por el suelo o arena para no causarles roturas.
- Retrasar la colocación del plástico para que no coincida con altas temperaturas.
- Colocar el plástico al atardecer o por la mañana, evitando las horas de más calor al objeto de evitar su dilatación.
- En invernaderos con estructura metálica proteger la zona de contacto con listones de madera o pintura blanca.

- No forzar su extendido en el momento de colocar el plástico, sujetándolo bien para que no lo mueva el viento.
- Colocar el plástico después de la desinfección del suelo, si se lleva a cabo tal tratamiento.
- Durante la limpieza de los encalados utilizar agua presión.

### 3. Tipos de Invernaderos

- 1) Plano.- Era uno de los más empleados a pesar del inconveniente de su mala ventilación, goteo sobre las plantas, formación de bolsas de agua, etc. El menor coste, su buena luminosidad y la facilidad de colocación y el cambio del plástico, así como su mayor resistencia a los vientos fue la causa por la que tuvo buena aceptación, aunque en épocas de lluvia podía formar bolsas en la lámina de plástico con posibilidad de rotura y encharcamientos del suelo con arrastre de los productos fitosanitarios y fertilizantes. El microclima que genera no es el más adecuado ya que los niveles altos de temperatura y humedad son poco beneficiosos para el pimiento y resto de hortalizas. En la actualidad no hay razones que aporten ventajas del invernadero plano con respecto a los otros tipos que se construyen hoy en día.
- 2) De “raspa y amagado”.- Son invernaderos típicos de la provincia de Almería, desarrollados a partir del tipo parral, generalmente de tubo galvanizado, a los que se les ha elevado la altura de la cubierta en uno o varios puntos hasta 4,5 a 5 metros a la que se le llama “raspa” mientras que la parte más baja “amagado” cuya altura oscila entre 2,5 y 3 metros.

En comparación con otros tipos concentra un gran volumen de aire, es más económico, permite abrir ventilaciones cenitales en la cumbre y con mayor estanqueidad a la lluvia y al aire. También permite mantener o adosar varias naves formando batería e incorporar entre ellos canalones para evacuar el agua de lluvia. Si se quiere transformar el invernadero plano existente y, dependiendo del ancho total del invernadero, se situarán cada 8 metros los tubos de cumbre de 4,5-5 metros de altura, y, a cada 4 metros del tubo de cumbre a uno y a otro lado se sitúa el amagado. Dando un corte perpendicular a la estructura se observa un perfil de pequeñas naves adosadas a dos aguas.

- 3) Capilla.- También llamado “a dos aguas”. La techumbre está formada por dos vertientes cuyo ángulo varía según el régimen pluviométrico de la zona, permitiendo la unión de varias naves en batería. En este caso la ventilación no tiene problemas, ya que se dejan en la cumbre escalones cubiertos con tela mosquitera. Su anchura es variable y la altura de la cubierta suele estar comprendida entre 3 y 4 metros. Es de fácil construcción, comodidad en la colocación del plástico y facilidad para evacuar el agua de lluvia.
- 4) De sierra.- Está formado por la unión en batería de invernaderos a una sola vertiente. Son de gran iluminación y con una buena ventilación, al poder disponer en la cumbre de la fachada que pega al invernadero siguiente de grandes ventanales.

- 5) De túnel.- Proporciona a las plantas una gran luminosidad. Es exigente en estructuras metálicas. Su anchura es variable permitiendo adosar varias naves en batería formando un multitúnel con pies derechos de tubo galvanizado, malla en cubierta y en laterales. Presenta buena estanqueidad a la lluvia y al aire y buena automatización en el control climático. Las estructuras que se están imponiendo, por su mayor capacidad del control climático, son totalmente metálicas de tubo galvanizado con una altura en cumbre de 3,5 y 5 metros, altura de las bandas laterales que varían entre 2,5 y 4 metros y naves de hasta 9-10 metros de ancho. Por otra parte el agua condensada en la parte superior escurre hacia las bandas laterales no cayendo sobre las plantas.



Fig. 5. Batería de invernaderos tipo túnel

- 6) Otros.- En la actualidad, y a partir de las estructuras conocidas, se están utilizando con excelentes resultados invernaderos asimétricos solos o en batería al objeto de buscar el mayor aprovechamiento de la luz solar tanto en cantidad como en homogeneidad, sobre todo en los meses de octubre a febrero y una mejor ventilación con apertura y cierre automatizado de laterales, complementado con ventilación cenital. La altura de la cumbre oscila entre 4 y 5 metros, mientras que en las bandas varía de 2,5 a 3 metros.

#### 4. Orientación de los invernaderos

La luminosidad junto a los vientos son los principales factores para determinar la orientación del invernadero.

- 1) Vientos.- Se ha de tener en cuenta la dirección de los vientos dominantes de la comarca, orientando el invernadero para que su menor superficie haga frente a estos vientos, sobre todo si hay peligro de causar daño y afectar a la seguridad de la estructura. Esta orientación presenta el inconveniente de una peor ventilación. En zonas donde los vientos constantes son de velocidad moderada y no afectan a la estructura ni al cultivo la construcción puede realizarse, de tal forma, que la mayor superficie lateral esté orientada frente a dichos vientos, al objeto de mejorar la ventilación y reducir los posibles ataques de enfermedades.



Fig. 6. Efecto del viento en el plástico de un invernadero con cultivo de pimiento

- 2) Luminosidad.- Es un factor importante a tener en cuenta si se quieren conseguir frutos precoces. Para ello, la mejor orientación es Este-Oeste, aunque la distribución de las plantas, en el interior del invernadero, puede hacerse para que reciban la máxima luz, dependiendo de la época de cultivo. Sin embargo, y aunque el pimiento es exigente en luminosidad, durante el engrosamiento de los frutos el exceso de luz produce golpes de Sol y decoloración de los frutos. La orientación de la cubierta del invernadero influye no sólo en la cantidad de radiación interceptada, sino también en la difusión uniforme dentro del invernadero.

Para cultivo de pimiento, cuyo ciclo se desarrolla con frecuencia de periodos fríos, la orientación de la cumbre del invernadero, en construcciones a dos aguas, el sentido Norte-Sur homogeneiza mejor la radiación en su interior, mientras que la orientación Este-Oeste es la que proporciona mayor luminosidad y es adecuada para comarcas de inviernos suaves, característico de la costa mediterránea. Sin embargo, en primavera, con la mayor altura del Sol, la orientación Norte-Sur proporciona por las mañanas mayor cantidad de luz a las bandas expuestas al Este y menor cantidad de luminosidad al mediodía que es durante las horas que se producen las máximas temperaturas.

## 5. Características climáticas del invernadero

- 5.1) Temperatura.- En el interior del invernadero el calor aumenta en relación con el incremento de la temperatura exterior. Al no ser completamente hermético existe un intercambio importante si el aire que penetra es frío y seco, y el que

sale cálido y húmedo. Cuanto más hermético sea el invernadero el aumento de temperatura interior, respecto a la exterior, será mayor.

Durante el día la temperatura interior es mayor a la exterior debido al escaso movimiento del aire, registrándose en los meses calurosos del año, en las comarcas de la costa mediterránea, temperaturas superiores a 40-45° C y en los meses más fríos 30° C, con temperaturas medias entre 15 y 25° C. Comparándolas con las temperaturas del exterior los valores medios alcanzados en cualquier época el año son casi siempre superiores en 5-6° C.

En cuanto a la temperatura del suelo, a 20 cm. de profundidad y con una capa de arena de 10 cm. de espesor, alcanza valores máximos por la noche y los más bajos por la mañana.

- 5.2) Humedad.- La humedad ambiental del invernadero depende en gran parte de la humedad del terreno y de la temperatura del interior y, sobre todo, de la época.

Por las mañanas, la humedad relativa del invernadero es superior a la del ambiente exterior. A medida que se incrementa la temperatura en su interior va disminuyendo la humedad. Al atardecer, la humedad relativa del interior suele aumentar con respecto a la de la calle. Sin embargo, la humedad relativa exterior apenas sufre variaciones durante el día, salvo a mediodía que desciende en relación con la de la mañana y la de la tarde, oscilando la humedad relativa media del invierno alrededor de 55 % durante el día y 95 % por la noche. Durante la primavera la humedad relativa media es del 40 al 45 %

- 5.3) Anhídrido carbónico.- Es una sustancia imprescindible para el proceso de la fotosíntesis. En la atmósfera, la concentración de anhídrido carbónico es de unas 300 partes por millón (p.p.m.), ó lo que es lo mismo, 0,03 %, variando, de acuerdo con la climatología, entre 0,02 y 0,04 %. En invernadero abierto la concentración es similar al exterior, pero al cerrarlo puede variar de acuerdo con el transcurso del día: Por la mañana la concentración es máxima, pero al intensificarse la función clorofílica, hacia las 9 horas, la cantidad de anhídrido carbónico empieza a disminuir hasta llegar a la mínima concentración, alrededor del 0,02 %, sobre las 5-6 de la tarde. A partir de este momento y por reducirse la función clorofílica, el contenido de anhídrido carbónico comienza a subir hasta llegar a valores de 0,04-0,05 %, sobre las 9 de la noche.

En los meses de primavera y principios de verano, cuando las bandas laterales y ventanas permanecen más tiempo abiertas, la concentración del citado gas se equipara al de la atmósfera exterior; aunque últimamente con la instalación imprescindible de mallas para impedir la entrada de insectos, se reduce no sólo la concentración del citado gas sino también la ventilación de los invernaderos, por lo que para mantener el nivel necesario hay que aumentar la superficie de ventilación.

## 6. Efecto invernadero

Se conoce como efecto invernadero al fenómeno por el cual un recinto cubierto con material transparente a las radiaciones solares tiende a mantener a través del tiempo una temperatura superior a la del exterior.

De día, la energía del Sol traspasa la cubierta del invernadero y es absorbida por el suelo y las plantas. Por la noche, parte de esa energía transformada es emitida a la atmósfera. Si esta radiación nocturna queda atrapada dentro del invernadero, porque la cubierta es parcialmente opaca a estas radiaciones, se produce el efecto invernadero.

Sabemos que el Sol emite radiaciones en la banda de longitud de onda entre 0,2 y 3 micras. Por el contrario, la Tierra irradia en la banda de 1 a 25 micras. Por lo tanto, para obtener de un invernadero el mejor rendimiento térmico, el material de cubierta ha de ser transparente a la mayor cantidad posible de radiaciones solares; es decir, a las radiaciones cuya longitud de onda está comprendida entre 0,2 y 3 micras y opaca a las emitidas por el suelo y las plantas durante la noche, o sea, a las radiaciones superiores a 3 micras.

Si recordamos las características de algunos materiales de cubierta indicados anteriormente, observamos que:

- El vidrio tiene una transparencia del 86% a las radiaciones entre 0,3 y 2 micras, pero es opaco a las radiaciones superiores a 5 micras. Es decir, transparente a la radiación solar y opaco a la emitida por las plantas y el suelo durante la noche. Al cristal le corresponde sensiblemente la denominación de efecto invernadero por ser opaco a las radiaciones emitidas por la planta y el suelo durante la noche.
- El polietileno (P.E), es transparente no sólo a las radiaciones de onda corta entre 0,2-3 micras, sino también a las de onda larga emitidas por el suelo. El Polietileno no es apropiado para asegurar un efecto invernadero.
- El Cloruro de Polivinilo (P.V.C.) es más transparente que el cristal para las radiaciones cuya longitud de onda van desde 0,25 a 2 micras, pero menos que el polietileno; sin embargo, es prácticamente opaco a la longitud de onda correspondiente al máximo de radiación terrestre entre 10 y 25 micras, y dependiendo del grosor y tipo de lámina.

Por lo tanto, y desde el punto de vista de la opacidad a las radiaciones del suelo y plantas, el vidrio es el material casi ideal y el polietileno el más alejado. El vidrio transmite prácticamente todas las radiaciones que provienen del Sol, mientras que es opaco a las radiaciones del suelo y las plantas. El material ideal sería aquel que tuviese las propiedades ópticas del vidrio y el espesor y flexibilidad del plástico. Por otra parte, el vidrio elimina la condensación de agua que se produce en la cubierta del invernadero, eliminando el goteo, lo que reduce el daño ocasionado a las plantas. De ello se deduce que sólo el vidrio, el poliéster estratificado y el P.V.C. son los materiales que presentan un buen efecto invernadero.

Al carecer de material ideal, ¿Qué ocurre cuando una cubierta de invernadero es transparente a ambas radiaciones?; es decir: a las solares y a las nocturnas... Que en noches de bajas temperaturas se origina en el invernadero la “inversión térmica”, fenómeno contrario al “efecto invernadero”, dando lugar a heladas en el interior. Esta es la causa por la que en zonas propensas a heladas nocturnas se ha de dotar a la cubierta del invernadero con un material que reduzca el enfriamiento por la noche, al objeto de evitar las inversiones térmicas, especialmente cuando la temperatura exterior sea igual o inferior a los 3° C.

Por último, es imprescindible que la cubierta del invernadero debe de permanecer en invierno lo más limpia posible a fin de facilitar la entrada de la radiación solar, debiéndose lavar el polvo acumulado y los restos del encalado.

## Exigencias climáticas en el cultivo del pimiento

Tanto la temperatura del suelo y la del ambiente tienen gran incidencia en los procesos de germinación, floración, fecundación y maduración del fruto. Aunque el pimiento no es muy exigente en cuanto al fotoperiodo no cabe duda que los días largos de gran luminosidad favorece la fructificación, pero es importante vigilar las altas temperaturas y los excesos de humedad.

Cuatro son las variantes a tener en cuenta: Temperatura, humedad, concentración de anhídrido carbónico y luminosidad. Los valores indicados a continuación son orientativos, debiendo de tener en cuenta, también, su relación con el resto de variables climáticas.

### 1. Temperatura

Para el estudio de la temperatura diferenciamos la del suelo y la del ambiente interior del invernadero. La primera tiene influencia, principalmente, durante el enraizamiento. La segunda ejerce su acción sobre la planta, una vez arraigada, sobre el proceso respiratorio y la transpiración. La temperatura ambiente tiene gran influencia en la fotosíntesis y la transpiración de las plantas, además de influir en la floración, fecundación, crecimiento y maduración de los frutos. La del suelo interviene no sólo en el arraigo de las plantas sino que incide fundamentalmente en la descomposición de la materia orgánica. La cobertura del suelo con arena u otro material, ya sea inerte o vegetal, va a tener gran influencia en la captación y acumulación del calor en el suelo. Es preciso recordar que en épocas calurosas, en comarcas de climas cálidos y en los meses de julio y agosto pueden medirse en el centro del día, y en el interior del invernadero no climatizado y sin encalar, temperaturas cercanas a 55-60° C. En las mismas fechas en invernaderos encalados la temperatura está alrededor de los 32-35° C. Hay que tener en cuenta que además de la incidencia en las plantas las altas temperaturas afectan a los trabajadores que en horas de máximo calor el ambiente se hace a veces insoportable.

Aunque el pimiento es una planta que, en principio, aguanta las altas temperaturas no es así cuando estas se elevan a más de 35°C que ocurre normalmente en los meses de julio y agosto. Se ha observado en parcelas de pimientos y melones que mientras los primeros presentaban claros síntomas de estrés hídrico, en las plantas de melones no se apreciaban ningún síntoma. Hay que recordar que las cucurbitáceas son plantas de verano, el pimiento no tanto. Por ello en pleno verano, cuando la temperatura ronda los 35° C o superior es imprescindible dar riegos unas horas antes para que la planta disponga de humedad suficiente en el suelo. El estrés hídrico causado a la planta por temperaturas superiores a los 35° C puede ocasionar cuando comienza la floración caída de botones florales o frutos recién cuajados. (Véase en este mismo capítulo: Control del ambiente en los invernaderos).

Durante los meses de máximo calor se produce fácilmente el estrés hídrico al no ser capaces las raíces de suministrar agua a las hojas necesario para la transpiración, temperatura superior a 40° C tiende a cerrar los estomas y la fotosíntesis disminuye. También las exigencias de temperatura van a depender de ciertos tipos de pimientos y variedades. Por ejemplo, las variedades tipo Lamuyo son menos exigentes.



Fig. 7. Estación meteorológica de un Centro de investigación agraria

Las plantas de pimiento tienen exigencias de temperatura diferentes dependiendo de su fase vegetativa. Temperaturas por debajo de 0° C, por ejemplo, o muy próximas se le conoce como mínima letal porque hiela sus tejidos, diferenciándose de la mínima biológica, menor de 10° C que es la temperatura que reduce sus funciones fisiológicas. El pimiento se considera un grupo de hortalizas de estación cálida muy sensible a las heladas, a temperaturas inferiores a 10° C y a las altas temperaturas por encima de 35° C

Para que se lleve a cabo el proceso de germinación y la mayoría de las semillas germinen, de acuerdo con su facultad germinativa, es necesario que en el suelo del semillero y en el ambiente halla una temperatura óptima que favorezca la nascencia de las plantas. La temperatura del suelo debe mantenerse alrededor de 22-26° C durante el día y no bajar de los 16-18° C por la noche. La temperatura ambiental no ha de ser inferior a 14-15° C ni superior a los 40° C, siendo el óptimo entre 25 y 30° C.

Se han realizado numerosos ensayos para comprobar la velocidad de germinación y número de plantas emergidas de pimiento tras un periodo de tiempo según la temperatura del suelo. He aquí uno de estos ensayos. (J. Rico, 1983)

<b>Temperatura °C</b>	5	10	15	20	25	30	35	40
<b>% plantas germinadas</b>	0	1	70	96	98	95	70	0
<b>Número de días necesarios para la la germianción</b>	....	....	25	12	9	8	9	....





Fig. 8. Estrés hídrico en una planta de pimiento



Fig. 9. La misma planta recuperada a los 20 minutos del riego

Según este ensayo la semilla de pimiento no germina por debajo de 12-14° C de temperatura del suelo, ni por encima de 38-40° C. El máximo porcentaje de germinación se consigue cuando el suelo mantiene una temperatura entre 20 y 30° C.

Tras la plantación, es aconsejable que la temperatura en el interior del invernadero no baje de los 16-18° C durante la noche, ni sobrepase los 35° C durante el día. Si la temperatura desciende por debajo de 15° C la planta ralentiza su crecimiento y se paraliza cuando es menor de 10° C. La temperatura óptima para el crecimiento oscila entre 20 y 25° C. Con trasplantes muy tempranos en suelo enarenado el calor del ambiente se traslada a la capa de arena que alcanza temperaturas superiores a los 40° C produciendo en el tallo aún tierno de la planta, a ras del suelo, un estrangulamiento que le impide absorber agua del suelo provocándole marchitez por estrés hídrico.

En cuanto a la floración y polinización, la temperatura óptima del ambiente ha de estar comprendida entre los 26 y 28° C durante el día y 18 a 20° C por la noche. Con temperaturas diurnas mayores de 30-35° C se produce reducción de la polinización debido al exceso de transpiración, principalmente y, por consiguiente, del cuajado. En estas condiciones la planta, a veces, puede soportarlo siempre que haya suficiente humedad en el suelo. Por otra parte se ha comprobado que las bajas temperaturas nocturnas pueden inducir, y en determinadas variedades, la diferenciación floral y la formación de gran cantidad de flores.

Para una eficaz fecundación se necesitan temperaturas diurnas entre 24 y 26° C y de 18 a 20° C por la noche. Si dichas temperaturas nocturnas son inferiores disminuye la viabilidad del polen y se producen frutos de menor tamaño y sin apenas semillas. Cuando los pimientos se plantan temprano, hacia los meses de mayo y junio, y coincide el cuajado con temperaturas superiores a los 35-38° C puede haber problemas en la fecundación. A temperaturas superiores a las mencionadas el cuajado se reduce

por disminuir los niveles de producción de auxina por los meristemos terminales incrementándose, al mismo tiempo, la caída de flores y de numerosos frutos en los que se observa el pedúnculo amarillento. Si dichas temperaturas no se prolongan durante varios días y no se ha caído la flor y se ha iniciado el cuajado, es probable que el ovario comienza a engrosar y se forme el fruto.

Con altas temperaturas superiores a 40° C, además, se observa en las plantas, antes de iniciar la dicotomía, chamuscado de los brotes apicales llegando a destruir dichos ápices terminales.

Por debajo de 10° C durante la noche y de unos 15° C por el día la planta de pimiento no vegeta bien y se producen paradas en el crecimiento y exceso de cuajado con exceso de frutos muy pequeños y de mala calidad, tendiendo a ser puntiagudos, sin semillas y deformados. Con temperaturas diurnas menores de 10° C la floración es afectada, los estambres y pistilos no se desarrollan quedando cortos, engrosamiento del ovario, el polen no se desarrolla y se reduce su fertilidad. A estos frutos los denominan los agricultores “galletas” o “bolas”.

Durante la maduración de los frutos las plantas prefieren temperaturas entre 26 y 28° C. Fuera de estos rangos la madurez fisiológica, cuando se pasa del color verde brillante al color rojo o amarillo, puede retrasarse o no tomar el color típico de la variedad. Igualmente con temperaturas muy altas disminuye la calidad de los frutos con pérdida de su color característico. Con frutos ya en desarrollo es preferible que las oscilaciones de temperatura entre el día y la noche no superen 8-10° C y así evitar la caída de frutos pequeños o recién cuajados. En este período si la planta pasa frío los frutos aparecen muy delgados, puntiagudos y, a veces, se deforman.



Fig. 10. Quemaduras de brotes y flores por altas temperaturas

Resumiendo. Estos son los márgenes de las temperaturas recomendadas para el cultivo del pimiento en invernadero:

	Temperaturas		
	Mínima	Óptima	Máxima
Germinación (Ambiente) 14 ° C	25-30 ° C	35-38 ° C	
Temperatura óptima del suelo para la germinación:			
Día		22-26 ° C	
Noche		16-18 ° C	
Enraizamiento de las plantas		22-24 ° C	
Crecimiento			
Día	16-18 ° C.	20-25 ° C	35 ° C
Noche		18-20 ° C	
Temperatura óptima para la floración y la polinización:			
Día	18-20 ° C	26-28 ° C	30-35 ° C.
Noche	15 ° C	18-20 ° C	
Temperatura óptima para desarrollo vegetativo			
Día	18-20 ° C	20-25 ° C	30-35 ° C.
Noche	10 ° C	16-18 ° C	
Temperatura mínima letal: ..... +1 y -1° C			
Temperatura mínima biológica:... 10-12 ° C			
Temperatura máxima biológica:...35 ° C			
Temperatura máxima letal: .....35-40° C			

## 2. Humedad

El agua de riego aporta la humedad exigida por las plantas para su crecimiento y desarrollo. Es imprescindible al ser el componente esencial de sus tejidos. En la planta de pimiento dulce cerca del 95 % de su peso total es de agua. El consumo de agua por kilo de fruto producido nos da idea de su importancia para las plantas, hasta 67 litros de agua consumida.

La humedad contribuye al crecimiento y desarrollo de la planta. La humedad relativa alta, superior al 85 % reduce la transpiración de las hojas derivando la presión del agua hacia los frutos con el consiguiente agrietado. El exceso de humedad dificulta la polinización al apelmazarse los granos de polen y disminuye la dehiscencia de las anteras, además de exponer a los frutos al ataque de enfermedades aéreas, principalmente botrytis. Si el exceso de humedad está en el suelo se crean encharcamientos con posible asfixia de raíces que contribuye al rajado de los frutos. También cuando existe exceso de humedad ambiental hay condensación de agua en las paredes y techo del invernadero que origina el goteo sobre las plantas y suelo, contribuyendo el aumento

de enfermedades aéreas. Por otra parte si la humedad es escasa y falta en el estigma los granos de polen no germinan.

La planta de pimiento, excepto en la floración y fecundación, no es muy sensible al exceso de humedad ambiental, siempre que vaya acompañada de temperaturas altas, lo que si le afecta mucho son los desequilibrios entre humedad y las oscilaciones de temperatura entre el día y la noche.

Al mismo tiempo, con humedades bajas, menores de 50 % la planta transpira en exceso, con el peligro de estrés hídrico, se reduce la fotosíntesis y hay caída de flores y se incrementa la probabilidad de la aparición de podredumbre apical al no poder asimilarse el calcio, el polen no queda fijado en el estigma del pistilo, produciéndose fallos de fecundación y se incrementa el rápido crecimiento de frutos pequeños y deformes.

El cultivo del pimiento exige una humedad ambiental del 50 al 70 % para el desarrollo vegetativo y del 60 % durante las primeras etapas del crecimiento de la planta, aunque en el período de crecimiento puede admitir humedades algo superiores al 70 % pero en las etapas de floración debe ser inferior al 70 % de lo contrario se corre el riesgo de ataque de enfermedades producidas por hongos y bacterias.

Con humedades superiores al 70 % se incrementa la incidencia de enfermedades, el riesgo de rajado de los frutos y el apelmazamiento del polen.. También la humedad ambiental alta reduce la transpiración y la asimilación de nutrientes, si es muy baja, menor del 50 % y coincide con altas temperaturas se produce caída de flores, de los frutos recién cuajados y estrés hídrico a consecuencia de los altos niveles de transpiración.

### **3. Luminosidad**

Junto con la temperatura y la humedad son las variables meteorológicas de mayor importancia para la planta. La luminosidad influye en el fotoperiodo, es decir, en la reacción e influencia que tiene la duración del día sobre las plantas, principalmente sobre el momento de la floración y en el crecimiento; y aunque al pimiento no le afecta tanto como a la berenjena y al melón, cuando la luminosidad es escasa durante los meses de otoño-invierno, tiene influencia no sólo en el crecimiento de la planta sino en la floración, en la reducción de la fecundación por deficiencia en la viabilidad del polen, en la caída de flores, alargando los entrenudos y ocasionando tallos delgados que se tronchan fácilmente, en la coloración del fruto verde y en el color rojo o amarillo durante la maduración.

También la falta de luz, por excesivo sombreo en invernaderos con plástico muy viejo o sucio, tiende al ahilamiento con alargamiento de los entrenudos de las plantas, sobre todo en los primeros estadios vegetativos con aborto de flores, frutos huecos y manchas en los frutos maduros. Al objeto de optimizar la presencia de la luz una de las formas más utilizadas es la de un marco y la disposición de las plantas para que reciban la máxima radiación.

Los niveles altos y continuos de luminosidad contribuyen a la reducción del crecimiento de las hojas, siendo imprescindible el sombreo del invernadero. Sin embargo, en ocasiones, la falta de luz provoca la caída de las flores y el aborto de los frutos, como decíamos anteriormente.

#### 4. Anhídrido carbónico

El carbono es esencial para el desarrollo de las plantas y es un factor limitante para la producción. Se obtiene a través de los estomas y a partir del anhídrido carbónico del aire cuya concentración media es de 300 partes por millón (ppm). Sabemos que entre el anhídrido carbónico y la fotosíntesis hay una relación muy estrecha, es un factor indispensable para la fotosíntesis, estando muy interrelacionado con la humedad y la temperatura. Los niveles normales dentro del invernadero son menores durante el día que los del exterior y la escasa ventilación baja la concentración de anhídrido carbónico en el aire. Con una buena ventilación se pueden conseguir los niveles adecuados para el pimiento. No obstante el pimiento tiene una respuesta favorable a las aportaciones adicionales de anhídrido carbónico, incrementándose la producción.

El control correcto de la concentración de éste gas es complicado y su aportación mediante inyección a presión directamente del gas en la conducción del agua de riego o mediante combustión de propano, que son los sistemas más utilizados. No obstante, con la fertirrigación carbónica se consigue, además de aportar dicho gas al sistema de riego, reducir el pH del agua al formarse ácido carbónico, con lo que se favorece la disolución de los fertilizantes y la prevención de las incrustaciones en las tuberías y en los goteros. Cualquier sistema de aporte de CO<sub>2</sub> exige la máxima uniformidad, así como la necesidad de instalar sensores que eviten aportes elevados del gas, un exceso puede cerrar los estomas de las hojas reduciendo, por lo tanto, la fotosíntesis.

En estos últimos años se están realizando, subvencionados por las Administraciones, ensayos en explotaciones de invernaderos, principalmente en la Región de Murcia, en Almería y en Canarias, la incorporación de anhídrido carbónico procedente de los gases quemados de un motor que funciona a base de gas natural, una vez filtrados y tratados dichos gases. Además el calor producido por los gases de escape son cedidos mediante intercambiadores para calentar el agua de calefacción. Con estas investigaciones se consigue, al mismo tiempo, incorporar calefacción al invernadero y el suministro de anhídrido carbónico al ambiente interior tan necesario para la fotosíntesis, así como la electricidad necesaria para el funcionamiento informático, iluminación y demás requerimientos de la explotación. En Canarias estos ensayos se realizan aprovechando la energía fotovoltaica procedente de la energía solar.

#### Control del ambiente en los invernaderos

Es imprescindible un manejo racional en conjunto de los factores climáticos, por ello el control ambiental hoy en día está basado, principalmente, en los sistemas informáticos que han conseguido mejorar y regular el ambiente interior para las altas producciones que se esperan y está en función de las condiciones climáticas de la comarca: temperatura, máxima y mínima, humedad relativa, velocidad y duración del viento, radiación solar, etc. En estos invernadero una serie de sensores permiten medir las variables climáticas mencionadas actuando sobre los controladores que regulan la ventilación o sobre las pantallas o mallas de sombreo, o sobre el sistema de calefacción, consiguiéndose los parámetros climáticos necesarios. Actualmente hay numerosas empresas dedicadas a la gestión del clima con las instalación de sistemas de ventilación, control de la humedad ambiental, pantallas de sombreo, calefacción por aire y por agua caliente, ventiladores y extractores de excesos de humedad, etc., etc. Sin

embargo, es laborioso controlar el ambiente interior de los invernaderos en aquellas construcciones que no están dotadas de dichos sistemas, que es lo que predomina en las regiones mediterráneas con inviernos suaves, por lo que para aliviarlo es imprescindible que se instalen aparatos de medida: higrómetros, termómetros, tensiómetros etc., que unido a las observaciones diarias van a servir de gran ayuda.

1. Control de la humedad.- La humedad en el interior del invernadero es consecuencia de la evaporación del agua de riego aportada al suelo y de la transpirada por las plantas. Dicha concentración está influida, entre otros, por la frondosidad de la vegetación, la orientación del invernadero, material de cubierta, situación geográfica y sistema de riego.

Hay diversas formas para controlar y corregir el contenido de humedad.(Véase, además, “Calculo de la dosis de riego” en este mismo capítulo).

a) Medios para elevar el contenido de humedad.

Si el contenido de vapor de agua no llega al 50 % de humedad relativa necesario para las plantas de pimiento se recurre a:

- Riegos: Incrementando los riegos se eleva el contenido de humedad del ambiente.
- Humectación: consiste en aspirar o impulsar aire a través de unos paneles humedecidos, de tal forma que el aire del invernadero se carga de humedad.
- Nebulización a alta y a baja presión: con el sistema de alta presión elevamos la humedad ambiental mediante la distribución de numerosas gotas de agua de diámetro muy pequeño que se mantienen flotando en el interior del invernadero y refrescando el ambiente sin que estas gotas lleguen a posarse en las plantas. Con baja presión el tamaño de la gota es mayor por lo que tiende a posarse sobre las plantas aumentando la humedad; pero no es tan eficaz, como la alta presión, en reducir la temperatura.
- Descender la temperatura con sombreado o encalado
- Balsetas de evaporación: En ocasiones, con altas temperaturas en el interior del invernadero, suelen inundarse con agua algunos tramos de líneas entre plantas, evaporándose parte del agua y refrigerando el ambiente. Estas balsetas construidas de plástico no deben estorbar las labores de cultivo.

b) Medios para disminuir el contenido de humedad.

- Control de riegos: Disminuyendo el riego hasta un nivel no perjudicial para el cultivo bajamos el contenido hídrico ambiental.
- Acolchado del suelo: Si mediante plástico, materias vegetales o arena cubrimos el suelo se reduce la evaporación del agua retenida en el mismo.
- Aumento de temperatura: Sólo en los invernaderos dotados de calefacción puede aplicarse éste método. Al elevarse la temperatura la humedad relativa disminuye proporcionalmente.
- Ventilación: Al renovar el aire del interior disminuye la humedad y al mismo tiempo favorecemos la presencia de anhídrido carbónico. Hay que vigilar la humedad relativa exterior por si es mayor que la del invernadero. También

con la ventilación forzada, controlada por sensores, se extrae el aire caliente del interior junto con la humedad del ambiente disminuyendo la humedad ambiental.

## 2. Control de la temperatura

La temperatura del invernadero raramente coincide con la óptima exigida por las plantas, por lo que se recurre a:

- a) Medios para disminuir la temperatura. Es bien conocido que durante la mayor parte del ciclo vegetativo la temperatura en el interior del invernadero es superior a las exigidas por las plantas, principalmente en los meses de junio a agosto que son las fechas más habituales de plantación del pimiento y los meses de abril y mayo con trasplantes tempranos.

Hay diferentes sistemas para reducir la temperatura, entre los cuales están:

- a.1) Ventilación: Con la ventilación el aire caliente que pesa menos que el frío tiende a elevarse y a través de ventanas o por apertura de bandas laterales provocamos su salida y renovación por otro más frío, de mayor densidad. La ventilación se realiza a través de las bandas laterales y por el techo, siendo este último más efectivo por el menor peso del aire caliente que al ascender se acumula en la techumbre del invernadero. La ventilación siempre es necesaria pero fundamentalmente al inicio del cuaje cuando la humedad es muy elevada y durante la floración para favorecer dicho cuaje.

Actualmente en los invernaderos es imprescindible y obligatorio instalar mallas de plástico en las bandas y techo al objeto de frenar la entrada de fitoparásitos y de vectores de virosis, pero no hay que olvidar que dichas mallas reducen la ventilación.

La ventilación puede ser natural y forzada.

Natural. Mediante ventanas en la cumbrera del invernadero o por apertura de las bandas laterales. Casi siempre es eficaz y suficiente si la temperatura media no es muy alta. La superficie de ventanas y bandas laterales no debe ser inferior al 20% de la superficie cubierta, y aún mayor si hay instaladas mallas para evitar la entrada de insectos. Las mallas de sombreado o las que evitan la entrada de insectos, según densidad de hilos, reducen la ventilación natural entre el 25-30 % e incluso más dependiendo de la estructura del invernadero. Con las mallas antiinsectos se consigue reducir sus poblaciones dentro del invernadero y, como consecuencia, menor número de tratamientos fitosanitarios. Pero la malla ofrece una resistencia a la penetración del aire, disminuye su renovación, así como la entrada de anhídrido carbónico al interior del invernadero reduciendo la tasa de fotosíntesis, por lo que hay que analizar muy bien el tipo de malla a instalar.

Forzada. Mediante extractores que sacan al exterior grandes cantidades de aire caliente reduciendo el exceso de temperatura y renovando el aire interior por otro frío del exterior.

La orientación del invernadero tiene importancia para la ventilación natural, la apertura de ventanas y bandas debe efectuarse teniendo presente la dirección de los vientos dominantes. Si éstos causan daños y ponen en peligro la

seguridad del invernadero ha de sacrificarse la buena ventilación a la seguridad de la estructura. La superficie de ventilación debe estar regularmente distribuida. Las bandas laterales y ventanas cenitales deben estar situadas a tal altura que el aire no perjudique a las plantas.



Fig. 11. Ventilación lateral en dos invernaderos planos

- a.2) Aportación de agua mediante microaspersión o nebulización. Al evaporarse el agua se consume calor y disminuye la temperatura. La nebulización, lo decíamos antes, puede ser de dos formas: a alta presión y a baja presión. La diferencia entre una y otra es que con la nebulización a alta presión, (Fog system), sistema de niebla, se reduce el tamaño de la gota de agua, disminuyendo su peso, manteniéndose más tiempo flotando las gotas en el interior del invernadero y no mojando a las plantas. A veces este sistema se aprovecha para aplicar tratamientos fitosanitarios por toda la superficie cultivada.

En un ensayo realizado por personal investigador de la Estación Experimental de Las Palmerillas de Cajamar (Almería) durante las campañas 2001/2002 y 2003/2004 al objeto de estudiar el efecto de un sistema de nebulización de alta presión sobre el clima de un cultivo de pimiento en invernadero, en comparación con la práctica habitual del encalado, se llegó a estas conclusiones:

- El invernadero blanqueado provoca un aumento de la superficie foliar y un mismo peso foliar específico con respecto al nebulizado; aunque se obtuvo una cierta precocidad en el invernadero nebulizado. La producción comercial final fue similar en el invernadero nebulizado y en el testigo.
- El mayor coste del sistema de nebulización frente al encalado tradicional, además de las complicaciones técnicas de su instalación y mantenimiento, no produjo ningún efecto positivo sobre la producción ni de la calidad



en el pimiento por lo que no justifica, en este caso, la incorporación de sistemas de nebulización como alternativa a la práctica habitual del encalado.

No obstante hay que recordar que el sistema de nebulización también tiene entre otras aplicaciones los tratamientos fitosanitarios.

- a.3) Mediante paneles evaporadores adosados en las paredes del invernadero por los que se aspira el aire frío, (Cooling system). Dicho aire fresco procede de paneles húmedos que han sido atravesados por una corriente de aire procedente del exterior. Estos ventiladores se ponen en marcha accionados por termostatos de acuerdo con la temperatura ambiental prefijada. Este sistema es muy utilizado en plantas de interior.
- a.4) Sombreo del invernadero: A menudo, en zonas cálidas, como es la costa mediterránea, en donde se trasplanta el pimiento desde mayo/junio la superficie foliar de las plantas y su sistema radicular son aún muy pequeños para las altas temperaturas que se originan. Además la ventilación es insuficiente para refrigerar el invernadero y reducir la radiación de onda corta que penetra en su interior y, por lo tanto, hay que rebajar las altas temperaturas recurriendo, entre otros, a blanquear la cubierta y paredes a base de carbonato cálcico o cal apagada, a dosis de 25 kg de cada uno de los productos mencionados disueltos en 100 litros de agua, o productos comerciales preparados para ello. Es imprescindible que la mezcla de agua y cal sea lo más homogénea para que su aplicación en la cubierta del invernadero sea uniforme y evite la diferente transmisión de la radiación solar sobre las planta. Es habitual aplicar el encalado unos días antes del trasplante mediante nebulización a alta presión y lavar posteriormente una vez pasado el calor. Con el encalado se consigue reflejar parte de la radiación solar incidente, reduciendo la intensidad luminosa y el calentamiento en el interior del invernadero. El encalado es uno de los sistemas más extendidos por las comarcas mediterráneas. Algunos autores indican que en días nublados y durante las horas de la tarde la transmisividad es tan baja que puede producir efectos negativos. Sin embargo, la radiación en las comarcas donde se aplica el blanqueo es tan alta que su disminución en dichos días apenas tiene repercusión alguna.

No hay que olvidar que el blanqueo es imprescindible aplicarlo en los meses de máximo calor: junio, julio y agosto en comarcas de climas cálidos y en los meses de abril o mayo con trasplantes de otoño-invierno, habiéndose comprobado que en dichos meses, por la alta radiación existente, el sombreado por encalado no presenta grandes problemas de floración. A partir de primeros de septiembre es conveniente, y dependiendo de las temperaturas, ir eliminando la capa de cal en dos o tres veces para evitar, en otoño o invierno, que en periodos de lluvia o nubes la falta de luz afecte a la floración. En caso necesario, da buenos resultados abrir las bandas laterales y zarandear, como es habitual por los agricultores, los líneas de plantas para favorecer el desprendimiento de los granos de polen.

Igualmente se consigue sombrear el invernadero con mallas de sombreado fijas o móviles de polietileno negro, polipropileno, poliéster o de otro material que se colocan en el interior, en las ventanas o en las bandas o también pueden

aplicarse por el exterior sombreando la cubierta del invernadero. Se han llevado a cabo numerosos ensayos con pantallas de sombreo instaladas dentro y exteriormente para reducir la temperatura en épocas calurosas, habiéndose demostrado mejor comportamiento de la pantalla exterior respecto a la interior, consiguiéndose notables descensos de temperatura, principalmente en horas de máxima radiación.

Las pantallas de sombreo son sistemas muy eficaces para reducir la temperatura del ambiente interior, sobre todo en días que sobrepasan los 30° C

- a.5) Riegos de cubierta. Consiste en cubrir el techo y paredes del invernadero con una fina lámina de agua que se consigue mediante un sistema de riego fijo instalado en la cumbre, de tal forma que cuando sea necesario el agua discurre por dicha superficie refrescando y bajando la temperatura interior. Dicha instalación puede servir no sólo para refrigerar sino también para la calefacción en comarcas de climas fríos.
- a.6) Uso de pantallas aluminizadas: Durante el día estas pantallas térmicas regulables de aluminio impiden el exceso de radiación solar directamente sobre las plantas en horas de máximo calor, controlan la humedad mediante renovaciones de aire, disminuyen la temperatura interior, y durante la noche, al quedar cerradas, dificultan el escape de la radiación de onda larga procedente del suelo, manteniendo una temperatura ambiental más adecuada.



Fig. 12. Invernadero encalado

- b) Medios para elevar la temperatura:
- b.1) Materiales de cubierta: En detrimento del efecto invernadero, los materiales que son más transparentes a las radiaciones nocturnas ocasionan mayor enfriamiento en el interior. Según la estructura del invernadero los mejores materiales de cubierta son, por este orden: cristal, placa de poliéster y placa de P.V.C. En invernaderos de tubo galvanizado el polietileno de 800 galgas y los copolímeros EVA (18% de acetato de vinilo) tienen resultados aceptables.
  - b.2) Cierre de ventanas y bandas: Con ello la temperatura interior se eleva. En noches despejadas y con temperaturas próximas a 0° C. si el invernadero está cerrado puede producirse la inversión térmica si el material de cubierta es de plástico normal.
  - b.3) Doble cubierta de plástico: Colocando en el interior del invernadero, paralelo a la cubierta y a unos 8-10 cm. de ésta, una lámina de polietileno de poco grosor, 200 galgas, se consigue retener el calor acumulado en el invernadero y elevar la temperatura entre 2-5° C. Esta franja aislante impide la fuga de las radiaciones emitidas por el suelo y plantas, pero también reduce la transmisión de la luz, alrededor de un 10 %. Con la doble cubierta se reducen los riesgos de inversión térmica y se evita el goteo al condensarse la humedad en la lámina exterior, e influye a que las temperaturas sean homogéneas sin grandes oscilaciones entre el día y la noche. En su instalación deberemos darle cierta inclinación para que resbale el agua de condensación.
  - b.4) Orientación: en zonas frías y de poca insolación la mejor orientación suele ser este-oeste al objeto de que el Sol en su recorrido ilumine mejor el invernadero.
  - b.5) Calefacción del ambiente o del suelo: El alto coste de la instalación y mantenimiento de generadores de aire caliente puede ser prohibitivo en muchas zonas hortícolas; aunque sí se emplea en cultivos de plantas ornamentales. Se han llevado a cabo ensayos en la Estación Experimental de Las Palmerillas (Almería), en la campaña 01/02 con diferentes niveles de calefacción en comparación con invernaderos sin calefacción, habiéndose comprobado que el incremento de energía aportada no es económicamente rentable. No obstante, en climas no benignos, con estructuras que permiten una estanqueidad aceptable y el cultivo rentabilice esos gastos, su instalación puede ser aconsejable.
3. Control de la luminosidad. El agricultor puede regular la luminosidad en el interior del invernadero a través de:
- Utilización de materiales de cubierta más o menos transparentes. Los que mejor dejan pasar la luz son el cristal, el P.V.C. y el Polimetacrilato.
  - Sombreado del invernadero mediante blanqueo a partir de la primavera, e instalación de mallas de plástico negro u otros materiales.
  - Reducción de las sombras dentro del invernadero.
- Para incrementar la luminosidad no hay otra solución que la de instalar estructuras adecuadas que capten y difundan la luz, por ejemplo los invernaderos tipo túnel reciben y transmiten mayor cantidad de luz que los planos. En algunas

regiones, si la rentabilidad del cultivo lo permite, el aporte de luz artificial en horas nocturnas puede dar buenos resultados. También, en zonas con deficiencia de luminosidad, la elección del lugar, situación y orientación del invernadero es primordial para una buena radiación solar. Igualmente los marcos e plantación más espaciados y la orientación de las plantas puede incidir en mejorar, como hemos dicho anteriormente, la incidencia de la radiación.

### Polinización y fecundación

El pimiento, como ya sabemos, tiene fecundación en su mayoría autógena o autopolinizante, ya que el estigma está por debajo de los estambres, es decir tiende a ser más corto que los estambres, lo que ocasiona un alto nivel de autogamia. Sin embargo hay variedades de pimiento de carne gruesa y frutos largos y en las formas silvestres que el estigma sobresale de las anteras, y puede haber cierta alogamia, normalmente menor del 10-15 %, por la intervención del viento y, principalmente, por los insectos. Recordemos que la flor se desarrolla a partir de botones florales o ápices terminales y una vez que el grano de polen cae sobre el estigma permanece inactivo durante varias horas y a continuación se origina el tubo polínico. La temperatura óptima de germinación del polen está entre 20 y 25° C. A dicha temperatura el polen permanece viable durante un par de días.

La germinación del grano viable de polen sobre el estigma del pistilo se produce como consecuencia de la absorción de agua por su protoplasma que se pone turgente y rompe por alguno de sus poros la capa externa del grano de polen (exina). Una vez rota la exina, en la intina o capa interna se produce una tensión violenta de sus tejidos y el contenido del grano de polen hace hernia por dicha abertura y produce una prolongación o tubo polínico, en cuyo extremo se encuentra el núcleo vegetativo y detrás de él la célula lenticular reproductora. A continuación el polen penetra por medio del tubo polínico hasta llegar al óvulo produciéndose la fecundación.

El polen aporta al pistilo de las flores no sólo los anterozoides que fecundan las oosferas sino hormonas que determinan el desarrollo del ovario en fruto. Así mismo, el polen influye en las diversas modificaciones que la flor experimenta tras la fecundación. Kato y Tamaka, 1971 observaron en cultivos de pimiento dulce que el porcentaje de cuajado de las flores en el tallo principal se acercaba al 80 % mientras que en las ramas laterales era menor del 30 %.



Fig. 13. Se observa a los estambres de una flor de pimiento rodeando al pistilo

### Utilización de fitorreguladores<sup>1</sup>

Las plantas de pimiento, a diferencia del tomate, al tener las flores solitarias no es tan eficaz el uso de fitorreguladores para el cuajado por lo que se aplican en pulverización a toda la planta con el riesgo de producir daños por fitotoxicidad y la formación de frutos deformes en determinadas variedades sensibles.

En los invernaderos cuando las condiciones ambientales no son apropiadas, en especial en los ciclos de otoño-invierno, y en ausencia o escasa polinización natural, porque el grano de polen no se deposita en el estigma, se pueden aplicar en pulverización a la planta sustancias hormonales que provocan el desarrollo del fruto sin previa fecundación. De las hormonas más conocidas, y de gran importancia están las auxinas que se producen especialmente en los brotes terminales de las plantas y desde allí se trasladan al resto de la planta. Las auxinas formadas en los meristemos terminales ejercen una gran importancia en el cuaje de las flores.



Fig. 14. Flor recién cuajada, se aprecia el engrosamiento del cáliz



Fig. 15. La anterior flor a los dos días del cuaje

Entre las auxinas más empleadas están: ácido clorofenoxiacético, ácido propiónico, ácido naftilacético, ácido indolbutírico, etc.. Otra hormona vegetal es la citoquinina que se encuentra principalmente en los meristemos, en el ápice de la raíz y en las semillas en formación, es decir: en todas las partes de la planta que se divide activamente y que estimula la división celular, la iniciación y formación de las yemas.

Una hormona sintetizada y que se forma de un modo general en toda la planta, aunque especialmente en las hojas, con efectos diferentes a las auxinas, son las giberelinas. Esta hormona controla el crecimiento vegetal, retrasa la maduración de los frutos y posee una marcada acción masculinizante, determina el alargamiento de los entrenudos y, por tanto, del crecimiento en longitud de los tallos e induce, además, el proceso enzimático que origina la germinación. Las auxinas y citoquininas potencian sus efectos por su acción conjunta, igualmente las giberelinas y las citoquininas actúan manteniendo la planta joven; sin embargo otras potencian la inducción a la vejez.

El etileno es otra hormona vegetal, reconocida como tal a partir de mediados del siglo pasado, y que desde muy antiguo se emplea para acelerar el proceso de madu-

<sup>1</sup> En Producción Integrada está prohibido la utilización de fitorreguladores para favorecer el cuajado de los frutos.

ración de algunos frutos hortícolas, además de intervenir en la formación de las raíces adventicias y en la abscisión de hojas y de frutos.

- 1) Efecto sobre la floración.- El fenómeno de la floración pasa por tres fases: “inducción”, “iniciación” y “diferenciación floral”, por el que los verticilos se completan y desarrollan. El número de flores está en función de aquellas sustancias que consigan hacer evolucionar a flores el mayor número posible de yemas.
- 2) Efecto sobre el proceso de fecundación y fructificación.- Mediante la polinización y la sucesiva fecundación el ovario se desarrolla y se transforma en fruto. Es un fenómeno de estricto control hormonal influido por las condiciones del invernadero y la intensidad luminosa. El cuajado del fruto está muy interrelacionado con la producción de auxinas.
- 3) Hormonas para acelerar la maduración de los frutos- Son productos empleados para controlar la vegetación, como así mismo para favorecer el desarrollo y uniformidad de los frutos.

En cualquier aplicación con fitoreguladores es aconsejable actuar bajo el asesoramiento técnico, tener en cuenta las condiciones ambientales de los invernaderos así como el estado nutricional de las plantas, variables que pueden incidir en resultados no deseables.

Para conseguir una buena fecundación cuando apliquemos fitoreguladores además de las condiciones climáticas ya mencionadas es necesario:

- Que la planta esté muy bien ventilada y aireada.
- Que no le falte la luz.
- Que la salinidad del agua de riego sea la adecuada (Véase: Tolerancia a la salinidad en este mismo capítulo)
- No aplicar a plantas débiles y poco desarrolladas sino cuando estas tengan vigor y estado sanitario sano y con un suministro óptimo de agua y fertilizantes.
- La aplicación debe hacerse en pulverización a toda la planta cuando se haya iniciado la floración, con dos o más flores abiertas.
- Repetir la operación cada 10-15 días, en un total de 2-3 aplicaciones
- Evitar tratar con humedad en las hojas y eludir las horas de máximo calor.
- Procurar una temperatura ambiental que oscile entre los 20-25° C y una humedad relativa no superior al 70 % y manteniendo estas condiciones durante unos días a partir de cuando las flores estén abiertas.
- No excederse de la dosis recomendada ya que los fitoreguladores pueden resultar fitotóxicos.
- Los resultados conseguidos con una determinada variedad no presupone que en otras variedades o tipos de pimiento pueda dar igual resultado.

En la actualidad, y a partir del conocimiento que se tiene sobre la acción en el cultivo del pimiento de la utilización de fitoreguladores es preciso llevarla a cabo:

- Con floraciones irregulares y deficiente fructificación
- En condiciones adversas de humedad, luminosidad y temperatura.

- Con ambiente muy seco al no desprenderse el polen de las anteras
- Desequilibrios de temperatura entre el día y la noche
- Temperaturas muy bajas, menos de 8-10° C que impiden la prolongación del tubo polínico.
- Por el excesivo abonado nitrogenado y altas temperaturas que alarga el pistilo sobresaliendo de los estambres

Entre las diferentes materias activas y preparados comerciales a base de fitohormonas empleadas en el cultivo del pimiento están:

- Ácido giberélico.- Estimula el enraizamiento, crecimiento y desarrollo de la planta, incrementa el tamaño de los frutos y de la producción, induce el cuajado de las flores y la fructificación, alarga los entrenudos e incrementa el número de flores.
- ANA 0,45 % (ácido naftilacético) + ANA.- Amida 1,2 %.(naftilacetamida).- Induce el cuajado de las flores, estimula el crecimiento de la planta y el tamaño de los frutos. Se aplica al inicio de la floración.
- Etefón (ácido 2-cloroetilfosfónico).- Adelanta y homogeneiza la maduración y la coloración de los frutos, induce precocidad. Se aplica al inicio del cambio de color de los frutos.
- Preparados a partir de aminoácidos y fitohormonas naturales a los que se le añade microelementos que se aplican al pimiento para estimular y homogeneizar la floración y evitar la caída del fruto recién cuajado.

### Empleo de abejorros

En estos últimos años se está investigando y desarrollando ensayos sobre la utilización del abejorro en el cultivo del pimiento y, al igual que con el tomate, está demostrando ser un arma eficaz para una correcta polinización por su alta probabilidad de fecundación, por la mejor calidad y mayor producción en comparación con el uso de fitohormonas y porque no sólo incrementa la polinización con las visitas a las flores sino que influye favoreciendo la polinización cruzada, sobre todo en condiciones climáticas adversas. Según los últimos ensayos la utilización de abejorros en pimiento puede incrementar la productividad cerca de un 30 % así como mejorar la calidad de los frutos.

Los abejorros vuelan en días nublados y a temperaturas relativamente bajas, 6-8° C, muy importante en épocas frías, pero son activos con temperaturas entre 10 y 30° C aunque la temperatura óptima está entre 15-25° C. Con temperaturas muy altas se dedican a airear la colmena. Como le ocurre a las abejas, los abejorros no trabajan con fuertes calores; no obstante en invernaderos no climatizados con oscilaciones de temperaturas en comarcas de climas cálidos, la ayuda de polinizadores como son los abejorros pueden intervenir en mejorar la calidad y producción del pimiento dulce.

Los abejorros se entregan en colmenas de unas 80 a 100 obreras con una vida útil de unos dos a tres meses. Durante ese tiempo una colmena puede polinizar entre 3.000 y 4.000 m<sup>2</sup>. Con temperaturas alrededor de los 20° C son más activos y es cuando mayor número de visitas realizan a las flores, normalmente inician su actividad

por la mañana, hacia las 11 horas y por la tarde a partir de las 18 horas. Cuando hace excesivo calor los abejorros, al igual que las abejas, no trabajan y se dedican a airear la colmena

En épocas de frío se situarán las colmenas orientadas hacia el Sol a un metro de altura del suelo y resguardado el soporte con alguna cinta engomadas o con cola para evitar el ascenso de las hormiga que buscan la miel y el jarabe El pimiento además de polen también produce néctar; aunque no lo suficiente por lo que hay que suministrar el alimento a los abejorros en forma de jarabe. Durante la primavera situar las colmenas en los pasillos del invernadero o en las bandas del Sur en donde están más protegidas del calor.

Al igual que las abejas los plaguicidas no sólo afectan a las obreras y larvas de abejorros por inhalación y por contacto sino que al visitar posteriormente las flores estos las rechazan por el olor que desprenden, procurando no tratar con productos incompatibles con los abejorros al menos 15 días antes de introducirlos en el invernadero y evitar el empleo de insecticidas con alto poder residual como ocurre con los plaguicidas sistémicos. Si es necesario dar algún tratamiento se retirará la colmena tapando el orificio de salida la tarde o la noche anterior al tratamiento y dejando abierta la entrada a la colmena para asegurar que todos los abejorros están dentro, volviendo a colocar de nuevo la colmena en el mismo lugar y con la misma orientación.

Hay que tener en cuenta también que cuando hay pocas flores en el invernadero y se ocasionan numerosas idas y venidas de los abejorros, estos al intentar extraer los últimos granos de polen, al aferrarse a la flor, pueden dañar al pistilo manifestándose posteriormente en forma de manchas acorchadas en el fruto.

En investigaciones recientes (Agrobio, Almería) se ha demostrado que la utilización de abejorros en pimientos la planta cuaja mejor, produce frutos mejor formados, de mayor calibre y con más semillas. También en ensayos realizados en Almería (2007) por Ana Roldán y José M. Guerra con el empleo de abejorros en variedades de pimiento dulce tipo California obtuvieron, en comparación con el testigo, mayor peso y mejor calidad de los frutos, así como una producción mayor.

En la práctica diaria, aunque se ha demostrado la eficacia de los abejorros en pimiento, no hay que olvidar que esta planta hortícola no tiene grandes problemas de cuaje, salvo con rigurosas y adversas condiciones climáticas por lo que las colmenas de abejorros, al contrario de lo que ocurre en tomate, no son muy habituales verlas en los invernaderos con cultivos de pimientos. Si el agricultor observa falta de cuaje zarandea, como hemos comentado anteriormente, los líneas de plantas a partir de los hilos paralelos utilizados para el entutorado y en caso necesario, se complementa con la apertura de las bandas. Tampoco los vibradores, tan empleados años atrás en tomate, apenas se utilizan para mejorar el cuaje en pimiento. Igualmente las máquinas para dar aire a las plantas y facilitar el desprendimiento de los granos de polen apenas se usan en pimiento

Por último no hay que olvidar que la utilización de abejorros es compatible con el empleo de enemigos naturales utilizado en los programas de control biológico.



## Riegos

Con los riegos aportamos al terreno la humedad necesaria para hacer frente a las exigencias de la planta, manteniendo un porcentaje de humedad en el suelo que facilita, además, la asimilación de los nutrientes y con la suficiente capacidad de retención para ir suministrando a la planta el agua necesaria durante su ciclo vegetativo.

Cuando se ha regado el suelo el aire contenido en el mismo es desplazado y ocupado por agua, encontrándose en ese momento la tierra en su capacidad máxima de saturación, sus espacios vacíos se encuentran llenos de agua. Poco a poco, parte del agua que satura la tierra escurre por acción de la gravedad hacia capas inferiores. Al cabo de unas horas sólo queda retenido un volumen de agua que depende de la capacidad de retención del suelo es decir, de su textura. A partir de entonces y si no se suministra más agua al suelo, parte de ese agua se evapora y parte es tomada por las raíces. El contenido de agua en el suelo va disminuyendo hasta que la humedad retenida es tal, que las raíces, por mucho esfuerzo que realicen no son capaces de absorberla. Ese crítico instante es conocido como “punto de marchitamiento”. El contenido de humedad se ha de mantener lo más cerca posible de la capacidad de campo, es decir, entre la capacidad de retención del suelo y el punto de marchitamiento. Conocer la cantidad de agua disponible en el terreno es importante para fijar el momento y dosis de riego.

### **Normas a tener en cuenta para regar.** Dosis y frecuencia de riego

Siempre surge la pregunta: **¿Cuándo regar?** En teoría deberíamos regar antes de que la retención del agua por las partículas del suelo sea de tal fuerza que impidan a las raíces absorberla. La textura va a influir en aumentar o disminuir el distanciamiento entre riegos. En un suelo de textura arenosa los riegos tienden a ser más frecuentes que en los suelos arcillosos ya que estos últimos tienen mayor capacidad de retención del agua, como así mismo en los suelos sueltos los volúmenes de agua son mayores debido a las mayores pérdidas por drenaje.

El empleo de tensiómetros o de otros sensores nos ayudan a establecer con un grado óptimo de precisión la frecuencia de los riegos, mejorando su fiabilidad práctica si los distribuimos en lugares puntuales del invernadero acordes con las características de la parcela y de la textura del suelo.

Se ha demostrado que cuanto mayor sea el número de riegos, es decir la frecuencia, mejores resultados se consiguen en comparación con riegos abundantes y distanciados. La alta frecuencia de riego puede establecerse en riegos diarios e incluso dos riegos por día, habiéndose comprobado mayores rendimientos en comparación con riegos menos frecuentes. Los riegos distanciados pueden ocasionar marchitamientos de las plantas al ejercer el suelo una fuerza de retención de la humedad superior al de las raíces, mayor posibilidad de acumulación de sales en el suelo y disminución de los rendimientos. Tampoco hay que olvidar que los riegos de alta frecuencia y bajo volumen de agua, esencialmente en las primeras etapas de crecimiento de la planta, favorecen el crecimiento y desarrollo de un potente sistema radicular superficial con una gran capacidad de asimilación de nutrientes.

Tampoco hay que olvidar el momento más adecuado para regar, evitando las horas de fuerte calor sobre todo en los ciclos temprano de primavera, principalmente durante

la plantación, regando por la mañana o al atardecer para evitar el brusco cambio de temperatura entre el agua de riego y el terreno, sobre todo en suelos enarenados.

El exceso de agua en el suelo provoca en la planta asfixia radicular, por otro lado la escasez de agua incrementa la salinidad en el suelo y, por lo tanto el daño a las plantas de pimiento por su sensibilidad a la salinidad tanto del agua de riego como a la del suelo.

Hay que tener en cuenta, además:

- Con plantas muy jóvenes los caudales deben de ser ligeros.
- Después del arraigo de la planta es conveniente alargar el siguiente riego para potenciar el sistema radicular.
- Una vez fecundada la flor la frecuencia de los riegos ha de ser mayor. No debe faltar agua tras la fecundación.
- El exceso de agua provoca el rápido crecimiento de las plantas, retrasando, por tanto, la maduración, además de incrementar la humedad ambiental que favorece la caída de flores y el incremento de daños por enfermedades. Así mismo los desequilibrios de humedad en el suelo producen el rajado del fruto.
- En cuanto a la profundidad del riego, y aunque depende del sistema de riego y del tipo de suelo, en plantas adultas, terreno enarenado y fertirriego es conveniente que el agua no sobrepase los primeros 50–60 cm de profundidad donde alcanza el sistema radicular de la planta de pimiento.

La dosis de riego aplicada al cultivo de pimiento durante su ciclo vegetativo es muy variable, dependiendo de la variedad, fecha de plantación y de recolección, densidad de plantación, del tipo de suelo, de la salinidad del agua y la del suelo. En el cultivo de pimiento en suelo enarenado y riego por goteo suele oscilar entre estos volúmenes: 3.500-5000 m<sup>3</sup>/ha

Cuando se planifica un riego otra de las preguntas es su duración. El tiempo de riego se calcula en base a las necesidades totales de riego, a la distancia entre ramales portagoteros, de la densidad de goteros y del caudal de estos. Por ejemplo:

*Calcular el tiempo de riego para una superficie de 3.500 m<sup>2</sup> de pimiento con riego localizado, caudal de goteros = 3 litros/hora y densidad de 2 goteros/m<sup>2</sup> y cuyas necesidades de agua son de 3 l/m<sup>2</sup>*

$$3.500 \text{ m}^2 \times 2 \text{ goteros/ m}^2 \times 3 \text{ litros/gotero hora} = 21.000 \text{ l/hora} = 21 \text{ m}^3/\text{h.}$$

Como la cantidad de agua a aportar es:

$$3 \text{ l/ m}^2/\text{día} \times 3.500 \text{ m}^2 = 10.500 \text{ l/día} = 10,50 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$\frac{10,50 \text{ m}^3/\text{día}}{21 \text{ m}^3/\text{hora}} \times \frac{60 \text{ minutos}}{1 \text{ hora}} = 30 \text{ minutos/día}$$

También el tiempo de riego se puede calcular a partir del consumo diario en litros, del caudal de los goteros y de la densidad de goteros:

$$\text{Tiempo de riego} = \frac{\text{Consumo en l/ m}^2/\text{día}}{\text{Dosis goteros} \times \text{n}^\circ \text{ goteros/m}^2} \times \frac{60 \text{ minutos}}{1 \text{ hora}}$$

$$\text{Tiempo de riego} = \frac{3 \text{ l/ m}^2/\text{día}}{3 \text{ l/hora/gotero} \times 2 \text{ goteros/m}^2} \times \frac{60 \text{ minutos}}{1 \text{ hora}} = 30 \text{ minutos/día}$$

Actualmente existen cuadros de datos de la frecuencia y consumo de agua confeccionados por los diferentes Centros de Investigación, Estaciones Experimentales, Fincas de Experimentación de Universidades o de otras Instituciones a los que se ha de recurrir para determinar el consumo medio del cultivo de acuerdo con las fechas de plantación. (Véase Calendario de riegos)

### Tolerancia de las plantas de pimiento a la salinidad

El pimiento es sensible o moderadamente tolerante a la salinidad tanto del agua de riego como a la del suelo, pudiendo afectar a las plantas tanto en el semillero como en pleno cultivo, prefiriendo aguas que no rebasen 1,5 dS/m de C.E. Con aguas de mayor conductividad eléctrica es indispensable los riegos diarios aumentando el volumen de agua para el lavado de sales según los niveles de salinidad.

Para Has y Hoffman. 1.977 la sensibilidad de los cultivos hortícolas a la salinidad del agua de riego es:

<b>Límite de tolerancia</b>	<b>Cultivos</b>
0,7 – 2 dS/m .....	pimiento, judía, melón y pepino
1,3 – 4 dS/m.....	tomate

Sabemos que la cantidad de sales en el suelo está influenciado por la salinidad del agua y las sales aportadas por los fertilizantes, de tal forma que a partir de un cierto nivel de sales en la solución del suelo, conocido por umbral salino, las plantas comienzan a disminuir su producción hasta llegar a anularse por completo. Cada especie vegetal tiene un límite de tolerancia a las sales en la franja radicular. Así, por ejemplo, el tomate es bastante tolerante, sin embargo la judía verde y el pimiento son sensibles a la salinidad y todas presentan en mayor o menor síntomas como estos en pimiento: Clorosis, quemaduras en las hojas y defoliación, maduración prematura de los frutos, además de marchitez en las plantas y reducción de los rendimientos. No hay que olvidar que la alta salinidad en el suelo es un factor limitante para el cultivo del pimiento.

También hay que distinguir entre el umbral de tolerancia a la salinidad y nivel máximo en el extracto de saturación del suelo para una producción nula. Por ejemplo: para el cultivo del pimiento el umbral salino en el extracto saturado es de 1,5 dS/m. Con este valor no hay reducción de los rendimientos, la producción en este caso sería el 100 %. pero se llega a una producción nula cuando la Conductividad Eléctrica máxima en el extracto de saturación del suelo llega a 8,5 dS/m (Véase cuadro n°. 1)

**Cuadro 1. Tolerancia de las plantas de pimiento a la salinidad. Reducción del rendimiento según salinidad de agua y suelo (FAO. 1976)**

	0%		10%		25%		50%		100%
	ECe	ECw	ECe	ECw	ECe	ECw	ECe	ECw	ECe
Pimiento	1,5	1	2,2	1,5	3,3	2,2	5,1	3,4	8,5

ECe = Conductividad eléctrica del extracto saturado del suelo. (dS/m)

ECw = Conductividad eléctrica del agua de riego (dS/m)

En el siguiente cuadro nº 2 se indican los límites de salinidad tanto del agua como del extracto saturado del suelo para el cultivo del pimiento en invernadero

**Cuadro 2 Umbral de salinidad del agua de riego y del extracto saturado en dS/m para el cultivo del pimiento en invernadero en plena producción**

	C.E. del extracto saturado	C.E. del agua de riego
Pimiento	2-2,5	1,5

Elaboración propia

En el cuadro que sigue nº 3 se aprecian las pérdidas en los rendimientos por la salinidad total en la franja radicular.

**Cuadro 3 Pérdidas de producción para el pimiento según la salinidad total, sumada la del agua de riego más la del extracto de saturación del suelo**

	C.E. total dS/m	Pérdida de producción
Pimiento	2,5	10 %
“	8	60-70 %

Fuente: Elaboración propia

Según A. Casas y E. casas, 1999 los niveles medios en el extracto saturado del suelo recomendables para pimiento en suelo enarenado y riego por goteo en comarcas de climas cálidos al inicio del cultivo y en plena producción deben de mantenerse entre los parámetros siguientes:

- Al inicio del cultivo mantener una C.E. entre 1,8 y 2,2 dS/m, y en el período productivo de 2,5 a 3 dS/m.

Los fertilizantes también incrementan la concentración de sales en el suelo. Por esta razón es conveniente conocer la dosis máxima de fertilizantes a aplicar en cada riego a partir de los datos de la salinidad del agua y del umbral salino. Para ello se utiliza la expresión que relaciona la salinidad del agua y el umbral de salinidad con la

máxima cantidad de abonos por riego, de tal forma que aplicando dicha dosis de abono no se rebase dicho *umbral salino en la zona radicular* de la especie cultivada.

$$D = \frac{V_R \times T_a}{T_R} (USe - CEa) \text{ (J.L. Fuentes. 1996)}$$

Siendo:

$D$  = Dosis máxima de fertilizantes por cada riego (kg)

$V_R$  := Volumen de agua aplicada por cada riego ( $m^3$ )

$T_a$  = Duración prevista de abonado en horas

$T_R$  = Duración del riego en horas

$USe$  = Umbral de salinidad del cultivo (g/l)

$CEa$  = Salinidad del agua de riego (g/l)

Ejemplo:

Calcular cada cuantos días se debe abonar 5.000  $m^2$  de pimiento de carne gruesa y en plena producción, en el mes de mayo, si se riega cada día en un suelo permeable y de fácil drenaje.

Datos:

- Tiempo de riego: 1 hora
- Volumen de agua en cada riego: 15  $m^3$ /5.000  $m^2$
- Tiempo de abonado: 45 minutos (0,75 horas)
- Salinidad del agua de riego: 1,50 dS/m ( 0,96 g/l)
- Umbral salino para pimiento: 2,5 dS/m ( 1,60 g/l)

Sustituyendo en la expresión anterior:

$$D = \frac{15 \text{ m}^3 \times 0,75 \text{ horas}}{1 \text{ hora}} (1,60 \text{ g/l} - 0,96 \text{ g/l}) = 7,2 \text{ kg fertilizantes en cada riego.}$$

Necesidades de abonos para 15 días en los 5.000  $m^2$

Nitrato amónico.....27,50 kg

Nitrato potásico..... 61 kg

Fosfato monoamónico..... 3,75 kg

Total 92,25 kg de fertilizantes

Como en cada riego no se pueden aportar más de 7,2 kg de abonos

$$\text{Número de abonados} = \frac{92,25 \text{ kg}}{7,2 \text{ kg}} = 12,81 \rightarrow 13 \text{ veces}$$

Como se riega todos los días es conveniente distribuir el abonado en los 15 riegos y aportando en cada riego:

Nitrato amónico.....1,85 kg

Nitrato potásico..... 4 kg

Fosfato monoamónico.....0,25 kg

En este ejemplo no se ha mencionado la fracción de lavado imprescindible con la utilización de aguas salinas, que no es este caso. (Véase Fracción de lavado y otros índices en los ejemplos que siguen para calcular las dosis totales de riego )

### Lavado de sales. Fracción de lavado

A medida que la absorción de agua por el sistema radicular se incrementa van quedando sales en la franja, donde se desarrollan la mayor densidad de raíces, y que es preciso eliminar. La forma más simple consiste en aportar una dosis superior de agua a las necesidades netas de riego, es decir un volumen de agua adicional a fin de disolver en el agua las sales próximas a las raíces y desplazarlas a capas más profundas. De esta forma se mantiene un porcentaje de humedad alrededor de las raíces próximo a la capacidad de campo y para que la concentración salina no rebase la tolerancia de la especie vegetal cultivada. Esta cantidad de agua suplementaria a las necesidades del riego está en función de los valores de la conductividad eléctrica del agua y de la conductividad eléctrica máxima tolerada por el cultivo

En riegos localizados de alta frecuencia la fracción de lavado viene dada por la expresión:

$$F_L = \frac{CEa}{2 \max CEe}$$

Siendo:

$F_L$  = Fracción de lavado en tanto por ciento

$CEa$  = Conductividad eléctrica del agua de riego en dS/m

$CEe$  = Conductividad eléctrica máxima del extracto de saturación del suelo para un descenso de la productividad del 100 % de un cultivo dado, es decir: para una cosecha nula.

*Ejemplo:*

Calcular la fracción de lavado para un cultivo de pimiento que se riega con agua cuya Conductividad Eléctrica (CE) = 2 dS/m y la Conductividad Eléctrica máxima del extracto saturado del suelo para el pimiento = 8,5 dS/m. (Véase cuadro nº 4)

$$F_L = \frac{C_{ea}}{2 \max C_{Ee}} = \frac{2}{2 \times 8,5} = 0,1176 \approx 12 \%$$

Hay que tener en cuenta, además, la eficiencia del lavado. Considerando una eficiencia del 80 % y aplicándolo al porcentaje de fracción de lavado obtenida:

$$F_{LREAL} = \frac{0,12}{0,80} = 0,15 = 15 \%$$

Que indica que el 15 % de las necesidades de riego aplicada al cultivo de pimiento son para el lavado del suelo. Suponiendo unas necesidades de riego para el cultivo de 2,50 mm/día/m<sup>2</sup> habría que aumentar un 15 % más para el lavado de sales, es decir: 2,5 x 0,15 ≈ 0,38 mm/día/m<sup>2</sup> por lo que el total de agua aplicada sería 2,50 + 0,38 = 2,88 mm/día/m<sup>2</sup>

Para facilitar el cálculo de la fracción de lavado se expone el cuadro nº 1 en función de la Conductividad Eléctrica del agua de riego (CEa) y de la Conductividad Eléctrica máxima del extracto saturado del suelo (max CEe). El cruce de dichos niveles nos da el porcentaje de la fracción de lavado.

**Cuadro 1 Porcentaje de agua que hay que añadir a las necesidades de riego para el lavado de las sales en función de la Conductividad Eléctrica del agua y de la Conductividad máxima del extracto saturado del suelo**

Conductividad Eléctrica del aguade riego (CEa)										
MaxCEe	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5
5	5,00	10,00	15,00	20,00	25,00	30,00	35,00	40,00	45,00	50,00
5,5	4,54	9,09	13,63	18,18	22,72	27,27	31,81	36,36	40,90	45,45
6	4,17	8,33	12,50	16,66	20,83	25,00	29,16	33,33	37,50	41,66
6,5	3,84	7,69	11,53	18,18	22,72	23,07	26,92	30,76	34,61	38,46
7	3,57	7,14	10,71	14,28	17,85	21,42	25,00	28,57	32,14	35,71
7,5	3,33	6,66	10,00	13,33	17,85	20,00	23,33	26,66	30,00	33,33
8	3,12	6,25	9,37	12,50	15,62	18,75	21,87	25,00	28,12	31,25
8,5	2,94	5,88	8,82	11,76	14,70	17,64	20,58	23,52	26,47	29,41
9	2,77	5,55	8,33	11,11	13,88	16,16	19,44	22,22	25,00	27,77
9,5	2,63	5,26	7,89	10,52	13,15	15,78	18,42	21,05	23,68	26,31
10	2,50	5,00	7,50	10,00	12,50	15,00	17,50	20,00	22,50	25,00
11	2,27	4,54	6,82	9,10	11,36	13,63	15,90	18,18	20,45	22,72
12	2,08	4,16	6,25	8,33	10,42	12,50	14,58	16,67	18,75	20,83
12,50	2,00	4,00	6,00	8,00	10,00	12,00	14,00	16,00	18,00	20,00
13	1,92	3,85	5,77	7,69	9,62	11,53	13,46	15,38	17,31	19,23
14	1,78	3,57	5,36	7,14	8,93	10,71	12,50	14,28	16,07	17,86
15	1,67	3,33	5,00	6,67	8,33	10,00	11,67	13,33	15,00	16,67
16	1,56	3,12	4,69	6,25	7,81	9,38	10,94	12,50	14,06	15,62

Elaboración propia

Si la cubierta del invernadero está encalada produce una reducción de la radiación alrededor del 30 % en Almería respecto al plástico no encalado y por tanto una reducción del consumo de agua proporcionar (Las Palmerillas. Cajamar. Almería. 2000). Esta reducción de la radiación en relación al invernadero no encalado se ha determinado en base a los kilos de carbonato cálcico (Blanco de España) de tal forma que 1 kg por 4 litros de agua corresponde a una reducción de la radiación del 30 % Según aumenta la dosis del encalado se incrementa la reducción de la radiación.

Se expone a continuación el calculo de las necesidades de riego de pimiento en un invernadero de Almería a partir de los datos de consumos medios.



**Ejemplo**

Un agricultor de La Mojonera (Almería) cultiva 2.500 m<sup>2</sup> de pimiento en riego localizado con goteros de 3 litros/hora de caudal y densidad de 2 goteros/m<sup>2</sup>. Si la plantación se realizó el día 20 de julio, calcular:

- 1º) Cantidad de agua a aplicar el día 25 de agosto.
- 2º) Cantidad de agua a aplicar si el invernadero está encalado.
- 3º) Cantidad de agua a emplear si la CE del agua de riego es de 2,5 dS/m

1.- Consultado el cuadro de los consumos medios del pimiento, (Véase Calendario de riego en pimiento), vemos que el consumo diario para el día 25 de agosto con plantación realizada el 20 de julio es de 3,3 l/ m<sup>2</sup>/día, lo que supone:

a) Cantidad de agua a aplicar:  
 $3,3 \text{ l/ m}^2/\text{día} \times 2.500 \text{ m}^2 = 8.250 \text{ l/día} = \underline{8,25 \text{ m}^3/\text{día}}$

2.- Si la cubierta del invernadero está encalada la dosis de agua de riego es menor pues el encalado reduce la transmisividad alrededor del 20/30 %, cuando la concentración de cal/agua está entre 3-4 litros de agua por kg de cal.

a) Dosis de agua: Suponiendo una reducción del 25 %

$$8,25 \text{ m}^3/\text{día} \times (100 - 25) / 100 = 6,18 \text{ m}^3/\text{día}$$

o lo que es lo mismo  $\approx 2,47 \text{ l/m}^2/\text{día}$

3.- Vamos a calcular primeramente la fracción de lavado conociendo la CE del agua de riego (2,5 dS/m) y la máxima del extracto saturado del suelo (CEe) que para el cultivo del pimiento ya hemos visto que es igual a 8,5 dS/m y, suponiendo, un Coeficiente de Uniformidad (CU) del 85 %

$$F_L = \frac{CEa}{2 \max CEe} = \frac{2,5}{2 \times 8,5} = 0,147$$

a) Dosis de agua a aplicar ( no se tiene en cuenta la eficiencia del lavado)

$$NBr = \frac{N_N(ETc)}{CU(1 - F_L)} = \frac{2,47 \text{ l/ m}^2/\text{día}}{0,85 \times (1 - 0,147)} = 3,40 \text{ l/ m}^2/\text{día}$$

En la actualidad existen programas de riego confeccionados por personal técnico de los Centros de Investigación y Fincas Experimentales tanto públicas como privadas para los diferentes especies vegetales y los diferentes sistemas de riego. Uno de estos métodos es el confeccionado por el personal investigador de "Las Palmerillas" de Cajamar y FIAPA (Almería), por el cual han desarrollado un software para la programación

de riegos en cultivos hortícolas en invernadero y suelo enarenado. Con este programa el agricultor puede ajustar el riego a las condiciones de su explotación a partir de datos que se incorporan al programa como son: especie cultivada, salinidad del agua, marco de plantación, fecha del trasplante, superficie de cultivo, número de goteros y caudal, etc. Con estos datos el programa calcula diariamente el caudal, tiempo de riego, la ETc, el Kc, así como las gráficas correspondientes a la ETc, Eto, ETc acumulada, etc.

### Sistemas de riego

La aportación de agua a las plantas se puede llevar a cabo por diferentes y variadas formas: a manta, por aspersión, por surcos, por goteo, etc, siendo este último el utilizado en cultivos intensivos bajo plástico.

El sistema de riego a manta y por surcos posee una red principal que transporta el agua desde el lugar de captación o aspiración hasta el sector de riego, al contrario del riego por goteo que antes ha de pasar por el cabezal de riego. La red de distribución en los riegos por superficie suele ser abierta por canales o acequias, mientras que en los riegos localizados es por medio de tuberías cerradas que acaban en los ramales portagoteros.

Igualmente, las diferentes formas de llevar el agua a la planta se puede clasificar según la presión a que es sometida hasta llegar a los emisores. Así tenemos los riegos por gravedad, también llamados por superficie. Entre estos sistemas se encuentran el riego a manta y por surcos. El otro tipo son los riegos a presión, como son los riegos por goteo y por aspersión, donde el agua es conducida a través de una red de tuberías hasta llegar a los goteros y aspersores.

Por la importancia que tiene el sistema de riego por goteo lo vamos a describir con más detalle.

#### 1) Características.

Con el riego por goteo se suministra mediante conducciones cerradas a presión agua y fertilizantes a la planta, localizándolos próximos a las raíces y dosificando gota a gota al objeto de que la planta disponga en todo momento de nutrientes y humedad suficientes para que la asimilación se realice con el mínimo consumo de energía. La aportación de fertilizantes junto con el agua mediante la fertirrigación ha incrementado la productividad y calidad de los frutos en todos los cultivos aplicados.

El agua circula a presión por toda la instalación hasta llegar a los goteros, en donde pierde presión y velocidad saliendo gota a gota e infiltrándose vertical y horizontalmente, formando, al mojar el suelo, un bulbo húmedo cuyo volumen depende de la textura del suelo y del caudal suministrado, siendo más ancho y menos profundo en los terrenos arcillosos que en los arenosos.

La alta frecuencia de aplicación y el bajo caudal cerca de la raíz moja sólo parte del suelo y no se almacena agua en el terreno, proporcionando a la planta las necesidades hídricas en forma puntual y continua, manteniendo un porcentaje de humedad a nivel radicular muy cercano a la capacidad de campo, reduciéndose la evapotranspiración al localizarse el agua alrededor del tronco de la planta, evitando los encharcamientos. Por otra parte pueden formarse áreas de acumulación salina por lo que son necesarios riegos de lavado.



Fig. 16. El gotero forma un bulbo húmedo cuyo volumen depende de la textura del suelo y del caudal suministrado

Fig. 17. Plantación de pimiento con riego por goteo

## 2) Cabezal de riego

Constituye el conjunto de mecanismos que aspiran, impulsan, filtran, regulan y envían el agua junto con el abono y otros productos hasta los emisores o goteros en condiciones de presión y limpieza. Todo ello gestionado en las modernas explotaciones por equipos informáticos.

El cabezal de riego lo forman los siguientes componentes:

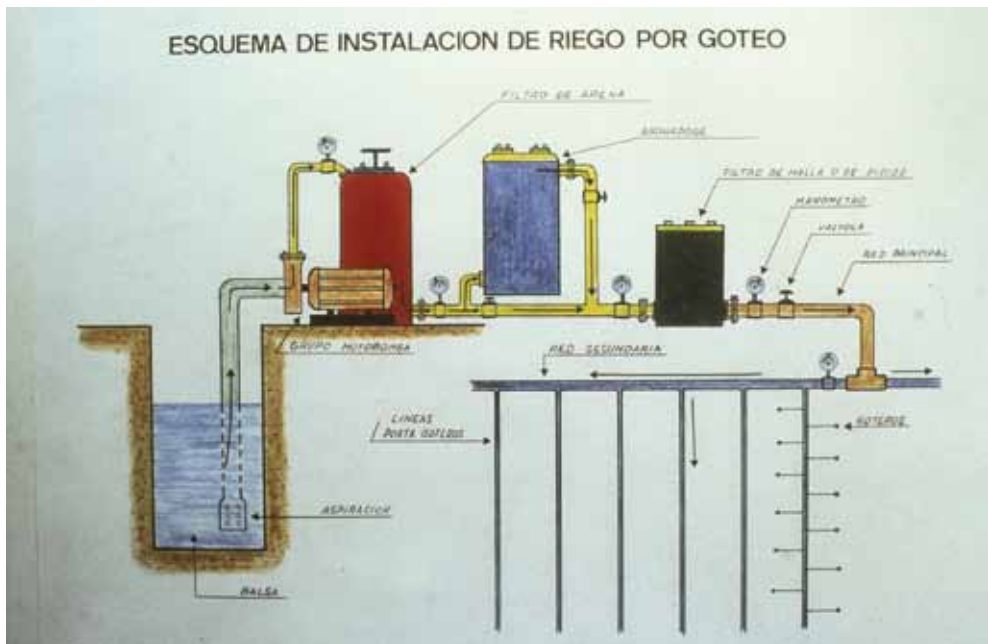


Fig. 18 . Esquema de una instalación tradicional de riego por goteo

- a) Sistema de aspiración e impulsión formado por un grupo motobomba, bien eléctrico, de gasóleo o, en menor proporción, de gasolina.
- b) Sistema de filtrado indispensable en riego por goteo, Está compuesto por diferentes tipos de filtros, de arena, de malla, de discos, etc.,. Los filtros de malla son los más habituales hoy en día, así como los nuevos sistemas de filtrado autolimpiante con los que se ha conseguido seguridad y eficiencia.
- c) Equipo de fertilización o equipo de inyección de abonos. Integrado por abonadoras o tanques de fertilizantes y por medio de bombas dosificadoras eléctricas o hidráulicas. Estos dispositivos introducen o inyectan la disolución del fertilizante y del agua a la red, además de incorporar otros productos.



Fig. 19. Equipo informático para fertirriego en una explotación moderna

### 3) Red de distribución

1. Conducciones generales y derivaciones: Conducen el agua y los fertilizantes desde el cabezal de riego hasta los emisores o goteros. Suelen ser de P.V.C. (el material más frecuente con diámetros de 75 a 90 mm), fibrocemento ó hierro en las de mayor diámetro y de polietileno en las de menor grosor con diámetros de 32, 40, 50 y 63 mm
2. Ramales portagoteros: Se fabrican de polietileno de 12,16 y 20 mm. de diámetro, van insertos en ellos los goteros o emisores a distancias, normalmente, en cultivos hortícolas de 50 cm.
3. Emisores: El gotero o emisor de agua es uno de los elementos más importantes de la instalación. Su clasificación puede englobar diferentes características,

atendiendo al número de salidas de agua, al caudal, a la forma de conexión en la línea portagoteros y a la pérdida de carga. En la actualidad los goteros interlinea y los de laberinto son los más empleados, y en cultivos sin suelo los goteros autocompensantes. Estos últimos permiten con gran precisión la aportación de la dosis de agua a la planta sin influirles la variación de la presión ni su situación en el sector de riego.

En los goteros el agua pierde su presión a causa del recorrido interno que ha de atravesar, aportando el agua en forma de gotas, a caudales reducidos y a baja presión. La presión de trabajo del gotero es alrededor de  $1 \text{ kg/cm}^2 = 10 \text{ mca}$  (metros columna de agua) = 1 atmósfera y caudales de 2 a 4 l/h.

#### 4. Elementos de control, regulación y seguridad.

Controlan, regulan y protegen a la instalación de anomalías durante su funcionamiento. Entre los mecanismos que se instalan con más frecuencia están los manómetros, reguladores de presión, válvulas volumétricas, purgadores, así como válvulas de seguridad y retención que protegen la instalación evitando la acumulación de aire y presiones excesivas.

En la actualidad el riego localizado, debido a las continuas innovaciones de las empresas de riego, han introducido lo que se conoce por tecnología de riego y clima con diferentes y complejas instalaciones informatizadas que llevan a cabo programas de riego por sectores, combinando la fertirrigación con la climatización del invernadero y adaptándolo a las exigencias específicas de cada explotación.

### Eficiencia del riego

La eficiencia de riego o eficiencia de aplicación ( $E_a$ ) se determina por la relación entre el contenido de agua retenida en la franja radicular y la cantidad de agua aplicada o, lo que es lo mismo, la relación entre el agua consumida por las plantas y el volumen de agua aplicada, incluida la parte dedicada a la fracción de lavado. Este comportamiento en la eficacia del riego debe de abarcar desde que el agua es aspirada del pozo o embalse hasta su salida por los goteros.

La eficiencia de riego o de aplicación depende del sistema de riego:

En riegos de superficie oscila entre el 60-80 %

Riegos por aspersión entre 70-85 %

En riegos por goteo la eficiencia suele estar entre el 80 y el 95 %

### Calendario de riegos en pimiento

#### a) Exigencias en agua

Las plantas de pimiento necesitan riegos equilibrados y uniformes durante todo el ciclo vegetativo, el exceso de agua provoca caída de flores y frutos recién cuajados, la falta de agua se nota por el abarquilleamiento de las hojas y porque los frutos tienden a ser picantes.

No es fácil evaluar las necesidades de agua en un cultivo. El riego por goteo tiene la ventaja de aplicar pequeñas dosis de agua pero más frecuentes con lo que se reduce la lixiviación de los fertilizantes, principalmente los nitratos. Los métodos habituales para determinar la humedad del suelo es con la ayuda de los tensiómetros, además de otros instrumentos sólo al alcance de Centros de Investigación con indicadores del estado hídrico de la planta. La instalación de tensiómetros en el cultivo de pimiento depende de la profundidad del sistema radicular que se encuentra entre 50-60 cm de profundidad, aunque el mayor volumen de raíces se sitúa en los primeros 30 cm. debajo de la arena. Los tensiómetros, para el control de la humedad, se han de situar a unos 25-30 cm de profundidad, de tal forma quede como mínimo a 10 a 15 cm por debajo de la arena que nos permitirá evaluar la humedad alrededor de las primeras capas del terreno, siendo conveniente colocar otro a 40 cm del suelo que leerá la humedad alrededor de las raíces y ambos nos indicarán el agua disponible. Se ha de mantener los tensiómetros con medidas que indiquen de que la frecuencia y dosificación de los riegos es la correcta, normalmente entre 15-20 centibares en terrenos arenosos o ligeros, comenzando a regar cuando las lecturas sobrepasen los 25-30 centibares. En suelos fuertes o arcillosos mantener las lecturas entre 20 y 25 centibares, iniciando el riego a partir de los 30-35 centibares. Las lecturas menores de 10 centibares indican, normalmente, suelos recién regados y con medidas superiores a los 45-50 centibares el agua ya no está disponible en cantidad suficiente para la planta y esta comienza a sufrir estrés hídrico, sobre todo en suelos muy ligeros.

Las necesidades de riego dependerán, como se ha comentado anteriormente, de la textura del suelo, de las condiciones climáticas de la comarca, de la calidad del agua y del ciclo de cultivo. Hasta aparecer las primeras flores hay que ser muy precavidos en estas primeras etapas de crecimiento de la planta y no conviene excederse en los riegos a fin de potenciar las raíces, siendo preciso suministrar el agua en riegos ligeros y continuos debido a su reducido sistema radicular y evitar la caída de las primeras flores formadas. La mayor sensibilidad a la falta de agua se aprecia durante la floración y cuajado de los primeros frutos, posteriormente ya no es tan sensible. Es durante el engrosamiento de los frutos cuando la planta necesita agua continua y suficiente para prevenir los daños por podredumbre apical por falta de asimilación del calcio. También es preciso, para evitar encharcamientos cercanos al cuello de las plantas y posibles podredumbres, retirar los goteros o la línea porta-goteros unos 15 cm. del cuello de la planta.

Si el pH del agua es mayor de 7,5 con temperaturas altas el riesgo de precipitaciones de carbonatos y bicarbonatos es elevado, por lo que hay que acidular el agua hasta que alcance valores de pH entre 5,5 y 6,5 de esta forma se facilita al mismo tiempo la asimilación de los nutrientes. Como corrector del pH se recomienda emplear en cada riego 0,5 litros de ácido nítrico por 1.000 litros de agua a tratar.

### **b) Calendario de riego**

Antes de la plantación se dará un riego abundante, 200-300 m<sup>3</sup>/ha para que la planta disponga de suelo esponjoso y para lavar las sales que se hayan situado cerca de la superficie. Tras la plantación se dará otro riego para el arraigo de las plantas con un volumen de 1,5 l/planta. Asegurado el enraizamiento regar lo menos posible a fin de favorecer la formación de un buen sistema radicular. Después, a los 5-6 días del trasplante se comenzará el calendario de riego.

Se exponen a continuación dos calendarios de riego en pimiento cultivado en suelo enarenado y riego por goteo para comarcas de climas cálidos del área mediterránea. El primero de ciclo largo (cuadro nº 2), trasplantado el 20 de agosto, para recolección en invierno-primavera y el segundo (Cuadro nº 3), para recolectar en otoño-invierno y trasplantado el día 20 de junio.

Los calendarios de riegos son los siguientes:

**Cuadro 2. Calendario de riegos para cultivo de pimiento de ciclo largo. Trasplante 20 de agosto**

Época	Número de riegos	Caudal/m <sup>2</sup>	Caudal riego	m <sup>3</sup> /ha
Agosto	5	1 litro	10.000 litros	10,00
Septiembre	30	1,5 litros	15.000 litros	450,00
Octubre	31	2 litros	20.000 litros	620,00
Noviembre	30	1.5 litros	15.000 litros	450,00
Diciembre	31	1,25 litros	12.500 litros	387,50
Enero	31	1,25 litros	12.500 litros	387,50
Febrero	28	1,75 litros	17.500 litros	490,00
Marzo	31	2,25 litros	22.500 litros	697,50
Abril	30	2,75 litros	27.500 litros	825,00
Mayo	16	3 litros	30.000 litros	480,00
<b>Total</b>	<b>263</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>4.797,50 m<sup>3</sup></b>

**Cuadro 3. Calendario de riegos para cultivo de pimiento. Trasplante 20 de junio**

Época	Número de riegos	Caudal/m <sup>2</sup>	Caudal riego	m <sup>3</sup> /ha
26 al 31 de junio	5	1 litro	10.000 litros	50
1 al 15 de julio	15	2 litros	20.000 litros	300
16 al 31 de julio	16	3,25 litros	32.500 litros	520
1 al 15 de agosto	15	4,5 litros	45.000 litros	675
16 al 31 de agosto	16	4,5 litros	45.000 litros	720
1 al 15 de septiembre	15	4 litros	40.000 litros	600
16 al 30 de septiembre	15	3,25 litros	32.500 litros	487,50
1 al 15 de octubre	15	2,50 litros	25.000 litros	375
16 al 31 de octubre	16	2 litros	20.000 litros	320
1 al 15 de noviembre	15	1,50litros	15.000litros	225
16 al 30 de noviembre	15	1,25litros	12.500litros	187,50
1 al 15 de diciembre	15	1,25litros	12.500litros	187,50
16 al 31 de diciembre	16	1,25litros	12.500litros	200
1 al 15 denero	15	1litro	10.000litros	150
<b>Total</b>	<b>204</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>4.997,50 m<sup>3</sup></b>

A continuación se presenta el cuadro nº 4 con las dosis de riego del cultivo del pimiento bajo invernadero en Almería, según datos del año 2005 de la Estación Experimental “Las Palmerillas” de Cajamar (Almería) para trasplantes desde la 2ª quincena de junio hasta la 2ª quincena de agosto.

**Cuadro 4. Consumos medios del cultivo del pimiento en litros por metro cuadrado y día según fechas de plantación**

MES	SEMANA	FECHAS DE TRASPLANTE				
		2ª quincena Junio	1ª quincena Julio	2ª quincena Julio	1ª quincena Agosto	2ª quincena Agosto
JUNIO	del 16 al 22	0,8				
	del 23 al 30	0,9				
JULIO	del 1 al 7	1,5	0,9			
	del 8 al 15	2,3	0,9			
	del 16 al 23	3,0	1,3	0,8		
	del 24 al 31	3,8	2,2	0,9		
AGOSTO	del 1 al 7	4,7	3,1	1,5	0,8	
	del 8 al 15	5,3	3,7	2,3	0,8	
	del 16 al 23	5,1	4,2	2,9	1,3	0,7
	del 24 al 31	4,6	4,4	3,3	1,8	0,7
SEPTIEMBRE	del 1 al 7	4,9	4,9	4,2	2,6	1,4
	del 8 al 15	4,5	4,5	4,4	3,1	1,9
	del 16 al 22	4,1	4,1	4,1	3,4	2,3
	del 23 al 30	3,7	3,7	3,7	3,5	2,6
OCTUBRE	del 1 al 7	3,2	3,2	3,2	3,2	2,6
	del 8 al 15	2,7	2,7	2,7	2,7	2,6
	del 16 al 23	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
	del 24 al 31	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1
NOVIEMBRE	del 1 al 7	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9
	del 8 al 15	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
	del 16 al 22	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
	del 23 al 30	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
DICIEMBRE	del 1 al 7	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	del 8 al 15	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	del 16 al 23	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
	del 24 al 31	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
ENERO	del 1 al 7	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
	del 8 al 15	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
	del 16 al 23	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0
	del 24 al 31	1,0	1,1	1,1	1,1	1,1
FEBRERO	del 1 al 7			1,2	1,2	1,2
	del 8 al 14			1,2	1,2	1,2
	del 15 al 21			1,3	1,3	1,3
	del 22 al 28			1,3	1,3	1,3
MARZO	del 1 al 7			1,4	1,4	1,4
	del 8 al 15			1,5	1,5	1,5
	del 16 al 23			1,7	1,7	1,7
	del 24 al 31			1,9	1,9	1,9
ABRIL	del 1 al 7			2,2	2,2	2,2
	del 8 al 15			2,4	2,4	2,4
	del 16 al 22			2,6	2,6	2,6
	del 23 al 30			2,8	2,8	2,8

Fuente: Finca Experimental de las Palmerillas. Cajamar (Almería)



*Ejemplo*

*Un agricultor de La Mojonera (Almería) cultiva 3.800 m<sup>2</sup> de pimiento en riego localizado. Si la plantación se realizó el día 20 de julio, calcular:*

*1º) Cantidad de agua a aplicar el día 20 de abril.*

*Consultado el cuadro anterior de los consumos medios del pimiento vemos que el consumo diario para el día 20 de abril con plantación realizada el 20 de julio es de 2,6 l / m<sup>2</sup>/día, lo que supone:*

$$2,6 \text{ l / m}^2/\text{día} \times 3.800 \text{ m}^2 = 9.880 \text{ l/día} = \mathbf{9,88 \text{ m}^3/\text{día}}$$

*Nota: A esta dosis de riego habría que sumarle lo correspondiente a la fracción de lavado según salinidad del agua de riego, la eficiencia de lavado y el coeficiente de uniformidad de riego; y corrigiendo dicha dosis, si así fuera necesario, en función del encalado y la pendiente de la cubierta.*

**Suelos**

El suelo no es un medio inerte sino un recurso natural extremadamente complejo y heterogéneo con intensa actividad propia, donde crecen y se extienden las raíces de las plantas. Está constituido por un componente mineral y otro orgánico, conformando un conjunto estable que es fuente de nutrientes, soporte de las plantas y en el que se producen numerosos procesos y reacciones como respuesta a las exigencias de los cultivos.

Además de sostén para la planta el suelo es fuente de nutrientes indispensable para su crecimiento y desarrollo. El terreno para el cultivo intensivo del pimiento debe reunir condiciones adecuadas y estar preparado correctamente con el fin de que la planta encuentre las mejores condiciones para el desarrollo de las raíces y la asimilación de elementos nutritivos.

**Exigencias en suelo y nutrientes de la planta de pimiento**

La planta de pimiento prefiere suelos de textura media areno-limosos y franco-arenosos y ricos en materia orgánica, 2-3 %, bien aireados, mullidos, con buen drenaje y profundos; pero no los fuertes o arcillosos, estos causan apelmazamiento en el suelo con posibilidad de encharcamientos ni los suelos muy húmedos ya que puedan causar, igualmente, encharcamientos y podredumbre de raíces; el pimiento es muy sensible a la asfixia radicular. Los primeros años tras el retranqueo son los mejores para su cultivo.

La planta de pimiento es exigente en nitrógeno a lo largo de todo el ciclo de cultivo, principalmente en la etapa de crecimiento y tras el cuajado de los primeros frutos, no excederse hasta el cuajado de las primeras flores y la formación de los primeros frutos, necesitando aportaciones regulares desde el inicio del engorde de los frutos. Si falta la planta producirá una excesiva floración con poco desarrollo vegetativo. No obstante hay que controlar bien los aportes de nitrógeno, sobre todo tras realizar un retranqueo

porque el nitrógeno aportado por el abonado orgánico puede suplir en ocasiones las necesidades de la planta y tampoco excederse al final del ciclo.

Es conveniente tener en cuenta también que tras un retranqueo, después de haber aportado bastante cantidad de estiércol una vez transcurrido su proceso de fermentación debería de reducirse las aportaciones de nitrógeno en forma nítrica con el fin de reducir posibles pérdidas por lavado.

El abuso del nitrógeno favorece el ataque de enfermedades, retrasa la maduración, la planta se pone más tierna y se traduce en un desarrollo precoz de masa foliar con detrimento para la floración y fructificación. El nitrógeno es el elemento que interviene en el crecimiento por lo que debe aportarse desde el inicio para disminuir a partir del inicio de la recolección en beneficio del potasio ya que este desequilibrio puede repercutir en retrasar la maduración de los frutos. Sin embargo, el agricultor tiene por costumbre excederse con el nitrógeno causando pérdidas importantes por drenaje, que no sólo afecta económicamente al productor sino los problemas derivados de la contaminación de los acuíferos, por lo que se recomienda la utilización de inhibidores de la nitrificación o fertilizantes de liberación lenta.

Dependiendo de la textura del suelo el nitrógeno puede ser retenido con mayor o menor facilidad. Las tierras arcillosas retienen gran cantidad de nitrógeno en forma amoniacal y orgánica, sin embargo los terrenos sueltos y pobres en humus apenas retienen este elemento. Por lo tanto, el abonado nitrogenado, cuando deseamos una acción rápida, debe de ser siempre en forma nítrica; o en forma amoniacal si deseamos una acción más lenta. En forma orgánica, ya sea estiércol o preparados orgánicos comerciales, la mayoría de las veces, lo aplicaremos durante la práctica del retranqueo o distribuidos entre las líneas de plantas, respectivamente.

En diversos Centros de Investigación se están llevando a cabo ensayos para cuantificar el nitrato que es aprovechado por las plantas y el que es lavado fácilmente y pueda llegar al subsuelo. Igualmente, por algunas Administraciones se han dictado normas para la aplicación máxima de fertilizantes nitrogenados en comarcas de cultivo intensivo de hortalizas donde el problema de los nitratos es más problemático. Estas dosis son las siguientes en pimiento:

**Aplicación máxima de nitrógeno por cada 10.000 kgs.  
de producto en zonas vulnerables de Andalucía**

(Fuente: Consejería de. Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía)

**Pimiento**

**50 kg. de nitrógeno**

Los niveles normales requeridos de nitrógeno total en suelos de textura media han de oscilar entre el 0,1-0,2 %

El potasio favorece la calidad, color y el sabor de los frutos, el cuajado y la floración, adelanta la maduración por intervenir en la síntesis del licopeno, da resistencia a los frutos contra la necrosis apical y favorece el lignificado de los tallos. El potasio da consistencia a los frutos, resistencia al transporte y a la planta la hace más resistente a suelos y aguas salinas. Interviene en la apertura y cierre de los estomas lo que permite a la planta equilibrar los niveles de agua dentro de las células regulando al mismo tiempo la concentración salina. Además:

- Interviene en la producción de proteínas.
- Mejora la asimilación del nitrógeno

Las necesidades de potasio se incrementan según se desarrolla la planta siendo imprescindible a partir del inicio del engorde de los frutos. Es esencial mantener durante el ciclo una relación lo más cercana a  $N/K_2O = 1$  y 0,75 al final del cultivo.

El fósforo, influye en aumentar el sistema radicular y en la resistencia de los tejidos al desgarrar. Las máximas exigencias coinciden con la aparición de las primeras flores y en la maduración de las semillas.

El magnesio mejora la producción e interviene en el color de la vegetación, es muy necesario su presencia durante el engorde y la maduración de los frutos, siendo sus extracciones muy equilibradas a lo largo del ciclo.

El azufre interviene en la síntesis de los aminoácidos, el hierro en la síntesis de la clorofila y el zinc en la síntesis de las auxinas.

Tanto si se ha realizado o no el abonado de fondo no es conveniente abonar hasta después de la fructificación de los primeros frutos, aproximadamente a los 20-25 días tras la plantación iniciándose el abonado con nitrógeno, fósforo y magnesio.

El pimiento es sensible a la salinidad del suelo y del agua ( Véase Tolerancia de las plantas de pimiento a la salinidad), los suelos salinos y arcillosos no son adecuados para el cultivo del pimiento, está comprobado que las sales reducen el tamaño de los frutos y reducen la producción; en ese caso es imprescindible riegos copiosos y continuos para el lavado de sales. En cuanto al pH y como norma general los suelos más apropiados son aquellos cuyo pH es ligeramente ácidos, 6,5; pero si tenemos en cuenta la textura del suelo, en tierras arcillosas es preferible algo más alto, pH = 7, en tierras francas pH cercano a la neutralidad, 6,5-7 y en suelos de textura más ligera pH ligeramente ácido, 6-6,5 sobre todo si es rico en materia orgánica. Los suelos enarenados permiten pH entre 7 y 7,5.

### **Labores preparatorias del suelo**

La preparación del suelo es fundamental para el crecimiento y desarrollo de la planta, estando condicionada a las labores realizadas. El pimiento es una hortaliza a la que se le exige altos rendimientos, por lo que es necesario llevar a cabo en el suelo una buena .preparación mediante las labores que mejoren sus características físicas y químicas, con la aportación de fertilizantes y de la materia orgánica necesaria. Con las labores se persigue mejorar la estructura del suelo que facilite la aireación, el arraigo de las plántulas y su desarrollo.

Las labores del suelo consisten en removerlo para conseguir una buena estructura y para que el aire circule continuamente por su interior a fin de asegurar los diferentes procesos del sistema radicular. Según el tipo de labor unas serán de preparación del terreno para la implantación por primera vez del cultivo y otras de mantenimiento.



Fig. 20. Labor para mullir la superficie del suelo y mezclar el abonado orgánico

- En un terreno que no se ha cultivado hay que realizar un desfonde o subsolado que lo resquebraje para formar una capa de suelo con un mínimo de espesor de 40-50 cm. de tierra mullida que mejore la actividad biológica del suelo y facilite el drenaje de las aguas sobrantes y el lavado de las sales.
- Despedregado y retirada de todos los elementos gruesos que puedan entorpecer las labores propias del cultivo.
- Destruir la vegetación espontánea y las malas hierbas.
- Otra labor complementaria de la anterior, entre 15-20 cm. de profundidad, consiste en desmenuzar los terrones, mullir la capa superficial y nivelar el terreno. Para ello se utilizan arados de discos, fresadora o rotovator, gradas, etc. Es durante esta labor cuando se aporta el abonado orgánico envolviéndolo con la tierra para, posteriormente, extender la capa de arena.
- Construcción de muros, canalillas y nivelación si fuera necesaria.

En los suelos enarenados las labores anuales tienen por objetivo principal la limpieza de hojas y el arranque de las plantas y demás restos vegetales de la cosecha anterior, la eliminación de las posibles malas hierbas nacidas durante el ciclo vegetativo y, además:.

- Limpieza y nivelación de la arena.
- Desinfección del suelo si es necesario, preferentemente con solarización..
- Aporte del abonado de fondo, en su caso.

- Pase de grada para nivelar el terreno y dejar la capa de arena suelta.
- Distribución de las líneas portagoteros y evaluación de la uniformidad de riego.
- Riego para lavado de sales, en caso necesario, y riego previo a la plantación.
- Plantación
- Riego posplantación.

En los terrenos desnudos, sin acolchamiento de arena las labores consisten, esencialmente, en reducir la evaporación desde el suelo a fin de evitar la formación de grietas, nivelación del terreno y la construcción de tablares, surcos, mesetas y regueras para el riego.

### **Acolchamientos de arena. Retranqueos**

Consiste éste en colocar una capa de arena con un espesor de 10 cm. sobre una superficie de suelo labrado, nivelado y estercolado. La arena más apta para los enarenados es la conocida como “grano de arroz”, con diámetro que oscila entre 0,2 y 2 mm. El volumen de arena empleada es de unos 1.000 metros cúbicos por hectárea. El estiércol se coloca entre el suelo y la capa de arena, o mejor aún, envuelto la mayor parte o como mínimo el 50 % con la tierra durante las labores de realización del enarenado. La cantidad de estiércol aconsejable es de 100-150 toneladas por hectárea. En terrenos desnudos, es decir, sin acolchado de arena, el estiércol se incorpora en las labores de preparación del suelo a dosis de 30.000-50.000 kgs./ha.

Al cabo de unos años, seis aproximadamente, es conveniente realizar lo que se llama “retranqueo”, que consiste en acordonar la arena existente, labrar el suelo, estercolar de nuevo y aportar la arena que se haya perdido por mezcla con la tierra, por efecto de la desalinización o por las diversas labores culturales.

A partir de los seis años de realizado el retranqueo y si no hay nueva preparación del terreno, costumbre que se va imponiendo cada vez más, se esparce por las líneas de plantas, fertilizantes biológicos, ácidos húmicos y fúlvicos, turbas, etc. con la intención de suplir, en parte, la acción y efecto del estiércol. Igualmente, se va sustituyendo el retranqueo por el “carillado” que consiste en que cada 4-5 años se aporta estiércol u otros abonos orgánicos comerciales aplicados sólo en las líneas donde van a ir las plantas e incorporando dicho abono sin ninguna otra labor.

Los enarenados son indispensables en suelos de muy baja fertilidad y aguas de riego de mala calidad.

Entre los beneficios que reportan los enarenados, junto al abonado orgánico incorporado, podemos enumerar los siguientes:

- Al no existir capilares en la capa de arena se elimina el movimiento ascendente del agua y la evaporación se reduce, evitándose pérdidas de humedad en el suelo. Esta propiedad ha sido una de las mayores razones por la que se ha extendido el enarenado en zonas de escasa pluviometría y terrenos poco fértiles. Al reducirse el transporte ascendente del agua del suelo se disminuye la salinidad, la vida microbiana se intensifica por lo que se produce mayor cantidad de anhídrido carbónico que actúa solubilizando las sales que son arrastradas a mayor profundidad con los riegos.



Fig. 21. Abonado orgánico preparado para aportarlo entre las líneas de plantas.



Fig. 22. Seguidamente se extiende sobre el estiércol la capa de arena de unos 10 cm. de espesor.

- En comparación con el terreno sin arena se produce ahorro de agua al evitarse el agrietamiento y apelmazamiento del suelo, manteniéndose más constante la humedad y se elimina la posible evaporación de humedad por dichas grietas y dificulta la nascencia de malas hierbas.
- Al calentarse la capa de arena transmite su calor al suelo y a la capa de estiércol aumentando la temperatura, favoreciendo de esta forma la actividad microbiana y el desarrollo del sistema radicular de la planta y, además, la arena hace de barrera disminuyendo la pérdida del calor del suelo durante la noche y evitan los desequilibrios térmicos en la franja del sistema radicular, actuando la arena como amortiguador.
- La capa de arena evita el apelmazamiento del suelo, manteniendo su estructura y ejerciendo una acción desalinizante, por lo que disminuye progresivamente la concentración de sal en las capas superiores del terreno.
- Sobre la capa de arena incide la luminosidad que se refleja asimismo en las hojas de las plantas favoreciéndose con ello la fotosíntesis.
- Incremento de las producciones respecto a los suelos no enarenados, ya que contribuye a la formación del complejo arcillo-húmico, favorece la movilidad y absorción de elementos y es una reserva importante de nutrientes.

Entre algunos inconvenientes del enarenado podemos enumerar:

- Alto coste de la arena y de implantación del enarenado.
- Se incrementan las plagas y enfermedades del suelo como consecuencia de las mejores condiciones de humedad y temperatura.
- La aplicación del estiércol sin fermentar y sin desinfectar ocasiona graves problemas, como son: proliferación de hongos del suelo, larvas de insectos y ácaros incorporados junto al estiércol, deficiente transformación de la materia orgánica en humus. No es recomendable excederse en el volumen aportado de estiércol, el nitrógeno orgánico contenido en el estiércol se trasforma por los microorganismos del suelo en amonio, nitrito y finalmente en nitratos que puede ser arrastrado por los riegos y pasar a los acuíferos.
- Empleo de arena no adecuada, como es la denominada “limilla” o “voladiza” que no realiza las funciones de desalinización, mezclándose con la tierra y apelmazando el suelo.

- Ampliación del plazo para el retranqueo, que no debe exceder de 5-6 años, pero se alarga hasta 10-12 años.
- Por último, la arena es un recurso cada vez más difícil de obtener a causa del impacto ambiental que ocasiona sus extracciones.

### Abonos empleados y recomendados en el cultivo del pimiento

En riego localizado pueden emplearse la mayoría de los fertilizantes, pero siempre buscando aquellos que menos salinicen el suelo.

Los fertilizantes empleados en fertirriego para el cultivo del pimiento han de reunir, entre otras, estas características:

- Que presenten alta solubilidad, pureza y compatibles con otros productos.
- Evitar fertilizantes que eleven la concentración salina del agua de riego por encima del nivel de tolerancia permitido para el pimiento.
- Algunos fertilizantes pueden elevar el pH de la solución lo que puede ocasionar formas insolubles y precipitados.

Entre los fertilizantes empleados se encuentra:

- 1) Nitrogenados. La mayoría de estos abonos son solubles, no presentando dificultad en su preparación y empleo. Generalmente no precipitan; sin embargo, hay que lavar la instalación al final del fertirriego para impedir que las disoluciones amoniacales queden en las conducciones y favorezcan la proliferación de microorganismos.

Entre los abonos nitrogenados utilizados en fertirriego del pimiento están:

Sulfato amónico: ( $\text{SO}_4(\text{NH}_4)_2$ ), está compuesto por 21 % de nitrógeno (N) y 24 % de azufre (S). Es acidificante y provoca altos incrementos de la C.E., no aconsejándose su utilización con aguas salinas. La concentración adecuada es la de 1 g/l de agua, pero con aguas salinas no rebasar 0,5 g/l.

Nitrato amónico: ( $\text{NO}_3\text{NH}_4$ ), 33.5 % N: Es el fertilizante más empleado en fertirriego, es acidificante y su parte amoniacal es retenida en el complejo arcillohúmico, reduciéndose las pérdidas por lavado. Provoca altos incrementos de la C.E. Su concentración en agua no debe ser mayor de 1g/l

Soluciones nitrogenadas:(N-32, N-20 etc.): Están muy extendidas por su fácil manejo y por la posibilidad de obtener soluciones concentradas acordes con la relación de equilibrio deseada. Con la solución N-32 no conviene rebasar la dosis de 0,25-0,50 g/l a fin de no alterar el pH ni la C.E. del agua. La solución N-20 se emplea a dosis de 0,5 g/l

Ácido nítrico: Se utiliza para prevenir los riesgos de precipitados, como fertilizante nítrico y para regular el pH de la solución nutritiva.

- 2) Fosfóricos. Por su baja solubilidad los abonos fosfóricos presentan algunos inconvenientes en su empleo, por lo que hay que tener precaución en su manejo. Con aguas ricas en calcio y magnesio evitar la aplicación de abonos fosfatados por la posibilidad de precipitados de fosfatos cálcicos y magnésicos, a menos que se consiga un pH ácido en la disolución. Los utilizados en fertirriego son:

Fosfato biamónico y monoamónico: Ambos son fertilizantes muy utilizados en fertirriego, el monoamónico aún más que el biamónico, aunque están siendo reemplazados por las ventajas que reúne el ácido fosfórico.

Acido fosfórico: Aplicado en pequeñas dosis acidula el agua y reduce el riesgo de precipitaciones. No se recomienda mezclarlo con abonos cálcicos. Se comercializan preparados con el 40, 50, 54 y 56 % de riqueza en anhídrido fosfórico ( $P_2O_5$ ). Se emplea a dosis de 0,25-0,50 cc/litro de agua.

Fosfato monopotásico. Es un fertilizante muy completo, provoca bajos incrementos de la C.E., no siendo conveniente rebasar la concentración de 0,35 g/litro de agua.

La aplicación del ácido fosfórico en momentos críticos de la floración, cuando exista deficiencia de asimilación de  $P_2O_5$  por heladas y después del trasplante para favorecer el sistema radicular nos puede evitar tener que utilizar otro tipo de abonos fosfatados menos solubles

- 3) Potásicos. No suelen producir problemas de obturaciones. Hay que prevenir el efecto floculante del potasio cuando se emplea con aguas ricas en materia orgánica, también realizar previamente una buena disolución para facilitar su miscibilidad. Entre los abonos empleados en riego localizado en el cultivo del pimiento tenemos:

Sulfato de potasa: ( $SO_4K_2$ ), 50 % de  $K_2O$  y 18,5 % de azufre (S): Es uno de los fertilizantes empleados para el abonado de los cultivos, en general, aunque en fertirriego se utiliza más el nitrato potásico. Su riqueza en azufre puede corregir carencias de este elemento. Provoca unos altos niveles de de la C.E. por lo que no es aconsejable con aguas muy salinas.

Nitrato potásico ( $NO_3K$ ), 13-46-00: Es la fuente más importante de potasio, provoca incrementos elevados de la C.E. por lo que no es muy recomendable su utilización con aguas muy salinas. Se emplea a dosis de 0,25-0,50 g/l

- 4) Cálcicos: Entre los más utilizados está el nitrato cálcico ( $(NO_3)_2Ca$ ), 15,5 % de N y 27 % de CaO. Su aportación al suelo mejora su estructura evitándose la degradación del suelo cuando hay alta concentración de sodio o magnesio. También para prevenir la enfermedad conocida por "Blossom end rot" (necrosis apical), cuya influencia del calcio es decisiva. Muy empleado en fertirriego a dosis de 0,5-1 g/l de agua.
- 5) Fertilizantes magnésicos: Entre los más empleados están el sulfato magnésico y el nitrato magnésico, son compatibles con todos los fertilizantes solubles y apenas influyen ambos abonos en elevar la C.E. de la solución nutritiva. Previenen y corrigen las carencias de magnesio, apenas influyen en los niveles de la C.E. El sulfato magnésico se emplea a dosis de 0,4 g/l y el nitrato magnésico a dosis de 0,5-1 g/l.
- 6) Microelementos en forma de quelatos de hierro con riquezas de 6 y 15 % de hierro, quelatos de manganeso con el 15/32 % de Mn, sales de molibdato amónico, de sulfato de cobre, de sulfato de zinc, etc.
- 7) Complejos sólidos. En la actualidad se fabrican numerosos abonos que reúnen condiciones idóneas para ser aplicados en fertirriego. Generalmente se les de-



nomina abonos cristalinos solubles, abonos complejos solubles, etc. Todos ellos presentan las siguientes características

- Solubilidad muy alta.
- pH ligeramente ácido.
- Algunos están enriquecidos con microelementos.
- Diversidad y amplio abanico de fórmulas para cualquier época de cultivo.

Igualmente, existen otros fertilizantes conocidos por «complejos de micronutrientes quelatados», muy solubles también y destinados a prevenir y corregir las deficiencias de nutrientes aplicados bien por vía foliar o en fertirrigación y en hidroponía, siendo compatibles con los fitosanitarios de uso habitual a excepción de los aceites minerales y productos de reacción alcalina. Estos complejos sólidos se emplean a concentraciones que oscilan entre 0,5-1,5 gr./hro de agua.

- 8) Abonos líquidos. Son soluciones nutritivas muy concentradas conteniendo uno o varios nutrientes. Poseen un alto grado de solubilidad, no siendo necesario su disolución previa. La mayoría de los abonos líquidos son de reacción ácida, reducen el pH del agua de riego y disminuyen la posibilidad de precipitaciones calcáreas.

Al igual que los abonos complejos sólidos los abonos líquidos presentan numerosas fórmulas para cualquier estado de la planta.

### **Otros productos fertilizantes**

- 1) Bionutrientes. Estimulan los procesos naturales del metabolismo, *bioestimulantes*, y activan el crecimiento y desarrollo de las plantas aportando compuestos asimilables, *bioactivadores*, recomendados estos últimos después de heladas, daños por fitosanitarios, estrés hídrico, etc.
- 2) Nutrientes orgánicos. Entre los que se encuentran:
  - Fertilizantes biológicos: En su composición intervienen elevado número de microorganismos que aplicados al suelo mejoran la flora microbiana y actúan sobre los fertilizantes liberando los elementos, mejoran la estructura el suelo y la capacidad de retención del agua.
  - Ácidos húmicos y fúlvicos: Actúan sobre los compuestos minerales del suelo liberando los nutrientes y mejorando el desarrollo del sistema radicular. Favorece la variabilidad de los microorganismos del suelo, mejora las características físico-químicas y biológicas del suelo y facilita la asimilación de los nutrientes.
  - Turbas: Se dedican a componer los cepellones de los semilleros y aplicados directamente al suelo
  - Fertilizantes órgano minerales: Están compuestos por un sustrato orgánico enriquecido con macroelementos, principalmente nitrógeno, fósforo y potasio, además de microelementos y ácidos húmicos, como son las enmiendas orgánicas, los abonos orgánicos, organominerales, etc.

Tabla 1. Riqueza de los fertilizantes utilizados en fertirriego del pimiento

Fertilizantes	Fórmula	% N	% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	% K <sub>2</sub> O	% CaO	% MgO	% S
Nitrato amónico	NO <sub>3</sub> NH <sub>4</sub>	33,5	-	-	-	-	-
Sulfato. amónico	SO <sub>4</sub> (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	21	-	-	-	-	24
Nitrato cálcico	(NO <sub>3</sub> )Ca.4H <sub>2</sub> O	15,5	-	-	27	-	-
Fosf. monopotásico	PO <sub>4</sub> KH <sub>2</sub>	-	52	34	-	-	-
Fosf. monoamónico	PO <sub>4</sub> H <sub>2</sub> NH <sub>4</sub>	12	60/61	-	-	-	-
Fosf. biamónico	PO <sub>4</sub> H(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	18	46	-	-	-	-
Nitrato potásico	NO <sub>3</sub> K	13	-	46	-	-	-
Sulfato potásico	SO <sub>4</sub> K <sub>2</sub>	-	-	50	-	-	18,5
Sulfato magnésico	SO <sub>4</sub> Mg.7H <sub>2</sub> O	-	-	-	-	16	13
Nitrato magnésico	(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> Mg.6H <sub>2</sub> O	11	-	-	-	15	-
Acido nítrico 56 %	NO <sub>3</sub> H	12,5	-	-	-	-	-
Acido fosfórico 56%	PO <sub>4</sub> H <sub>3</sub>	-	40	-	-	-	-
Acido fosfórico 75%	PO <sub>4</sub> H <sub>3</sub>	-	56	-	-	-	-
Urea	CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	46	-	-	-	-	-

Elaboración propia

También se están empleando en fertirriego productos líquidos a base de materia orgánica, sola o enriquecida con microelementos.

Tabla 2. Características de los fertilizantes utilizados en fertirriego

Fertilizantes	Fórmula	Índice sal (1)	Solubilidad g/l 15-20°C	Reacción en suelo	pH 0,5 g/l	Dosificación recomendada
Nitrato amónico	NO <sub>3</sub> NH <sub>4</sub>	105	1.500/1.850	ácida	5,6	1 g/litro
Sulfato amónico	SO <sub>4</sub> (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	69	700	ácida	5,5	1 g/litro
Nitrato cálcico	(NO <sub>3</sub> )Ca.4H <sub>2</sub> O	52,5	1.300/2.600	ácida	6-7	0,5-1 g/litro
Fosf. monopotásico	PO <sub>4</sub> KH <sub>2</sub>	8,4	225/250	alcalina	5-6	0,35 g/litro
Fosf. monoamónico	PO <sub>4</sub> H <sub>2</sub> NH <sub>4</sub>	34	225/500	ácida	4-5	0,50 g/litro
Fosf. biamónico	PO <sub>4</sub> H(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	29	300/400	neutr/alca	5	1-2 g/litro
Nitrato potásico	NO <sub>3</sub> K	73,6	250/400	""	6,5	0,25-0,5 g/lit.
Sulfato potásico	SO <sub>4</sub> K <sub>2</sub>	46	75/100	neutra	4-6	0,25-0,5 g/lit.
Sulfato magnésico	SO <sub>4</sub> Mg.7H <sub>2</sub> O	2	500	ácida	6-7	0,4 g/litro
Nitrato magnésico	(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> Mg.6H <sub>2</sub> O	42,6	500/700	ácida	4-6	0,5-3 ccog/l
Acido nítrico 56 %	NO <sub>3</sub> H	-	1.000	ácida	2-3	variable
Ac. Fosfórico 56%	PO <sub>4</sub> H <sub>3</sub>	-	1.000	ácida	3-4	0,25-0,5 g/lit.
Ac. Fosfórico 75%	PO <sub>4</sub> H <sub>3</sub>	-	1.000	ácida	3-4	""
Urea	CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	75,4	700/1.200	ácida	6	1 g/litro

(1) Número que indica el aumento de presión osmótica que produce el abono en la solución del suelo, comparándolo con el que produce el nitrato sódico que se emplea como patrón. (índice de sal = 100)

Elaboración propia

## Fertirrigación

Cuando se construye un invernadero por primera vez es imprescindible los análisis de suelo y agua para llevar a cabo las enmiendas y labores oportunas. Posteriormente dichos análisis conjuntamente con los de hojas serán fundamentales para la programación de los abonados siguientes.

La fertirrigación ha de ser planificada previamente basándose en la experiencia y en los ensayos realizados en la propia comarca de cultivo o en comarcas limítrofes con técnicas de cultivo similares, apoyándose en las recomendaciones de los técnicos que aconsejarán el programa de fertilización más adecuado.

Además:

- En suelos con buen drenaje pueden emplearse soluciones nutritivas algo más salinas, controlando constantemente la C.E. y el pH.
- Emplear preparados comerciales a base de aminoácidos, ácidos húmicos y fúlvicos enriquecidos o no con microelementos, indicados cuando las plantas estén sometidas a condiciones desfavorables por frío o calor excesivo, daños por patógenos, exceso de producción o cuando el suelo tengan bajos niveles de materia orgánica o elevada salinidad.
- Una vez que conocemos las cantidades de nutrientes que se van a aplicar en cada fase vegetativa deberemos incorporarlos al suelo muy fraccionado y con la mayor frecuencia, programando el abonado de cobertera por periodos semanales o quincenales.
- En terrenos con niveles altos de salinidad, una aportación elevada del abonado de fondo incrementa la concentración de sales afectando al arraigo de las plantas, por lo que en estos casos es preferible emplear la mayor parte del abonado en cobertera.
- En la fertirrigación tradicional es conveniente disolver los abonos antes de incorporarlos al tanque de fertilización, dejándolos decantar algún tiempo para que las impurezas que puedan llevar incorporadas se depositen en el fondo.
- Hay que iniciar y finalizar la fertirrigación con agua sola. Es recomendable distribuir el tiempo de fertirrigación de tal forma que al principio y al final no se envíe abono al sistema de riego. De esta forma el agua que queda en el interior de las conducciones contiene escasos residuos químicos.
- No es recomendable mezclar ácidos y abonos. En caso necesario utilizar primero los ácidos y después los fertilizantes.
- Los abonos cálcicos no han de mezclarse con los que contengan el ión sulfato, como son el sulfato amónico, magnésico, potásico, etc., ni con los abonos fosfóricos ya que pueden originar compuestos insolubles.
- Los fertilizantes líquidos se incorporan directamente a los depósitos sin necesidad de aportar agua para disolverlos y pueden emplearse en todos los sistemas de abonado ya sean a base de tanques, bombas inyectoras y en los sistemas automatizados.
- Planificar la dosificación para no rebasar 1 gramo de fertilizante por litro de agua, reduciendo la dosis si las aguas empleadas son más salinas o aumentar la

frecuencia del riego, eligiendo siempre los fertilizantes de alta graduación y que sean compatibles.

- Una vez por semana incorporar en uno de los riegos o por vía foliar, aprovechando un tratamiento, 50-100 gramos de un corrector de carencias por cada 1.000 metros cuadrados.

A las recomendaciones de abonado que se indican deberá de tenerse en cuenta el incremento de agua debido a la fracción de lavado, a la eficacia del fertirriego, al coeficiente de uniformidad de riego y a la pureza de los abonos, si así se considerara necesario.

Las cifras que se indican son datos medios que, aunque muy aproximados, pueden variar de un año a otro dependiendo de la diversidad de suelos y aguas y la preparación del agricultor, además de la gran variación de fechas de la plantación. Por otra parte, ajustar dichos nutrientes para evitar su pérdida por lixiviación o por excesivos.

### Solución nutritiva

Está formada por la disolución de las diferentes sales que contienen los elementos nutritivos, en forma asimilable por las plantas y en proporciones equilibradas, compatibles y adecuadas al ciclo vegetativo de la planta. La mezcla de los fertilizantes se realiza en los depósitos o tanques de abonado, que son recipientes, normalmente de plástico y resistentes a ácidos, provistos de agitador manual, hidráulico o eléctrico en donde se prepara la “solución madre”. En cualquier explotación hay normalmente 3 depósitos, uno de ellos para el nitrato cálcico junto con el nitrato potásico, el 2º depósito para el resto de macroelementos y el 3º depósito para los microelementos.

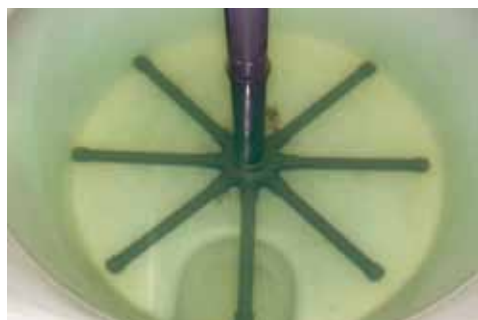


Fig. 23. Detalle del agitador de abonos en un depósito para fertirriego



Fig. 24. Depósitos para preparar la solución nutritiva.

Para preparar una solución nutritiva se siguen los siguientes pasos:

- Se calcula la cantidad de agua necesaria en cada uno de los depósitos y la cantidad de agua para disolver separadamente cada uno de los abonos.
- Se aporta el agua a los depósitos hasta la mitad de su capacidad o alrededor del 50 % del agua necesaria.
- Diluir los fertilizantes separadamente y verter los compatibles en los depósitos comenzando por los menos solubles, manteniendo constantemente en marcha el agitador, y a continuación añadir el resto del agua.

### Fertirrigación del pimiento en cultivo enarenado y riego por goteo

La fertilización e las plantas es uno e los factores limitantes de la producción, coincidiendo el período de mayor demanda de nutrientes con el inicio de desarrollo de los frutos y la recolección.

De forma general pueden cifrarse estas extracciones de kilos de nutriente por hectárea para una producción de 50.000 a 60.000 kg/ha.

<b>N</b>	<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	<b>K<sub>2</sub>O</b>	<b>MgO</b>	<b>CaO</b>
250 - 350	60-70	300-400	50-60	100-120

El calendario de fertilización que se expone corresponde a un cultivo de pimiento de carne gruesa, de ciclo largo, septiembre-mayo, y con estas características:

Plantación.....	primera quincena de septiembre
Inicio de la recolección.....	final de noviembre - primeros de diciembre, a los 2,5 – 3 meses de la plantación.
Periodo de recolección.....	6-7 meses
Rendimiento.....	50.000 – 60.000 kg/ha
Arranque de las plantas.....	final de mayo a primeros de junio
Densidad .....	10.000 plantas/ha.
Total ciclo.....	260 – 270 días
Aportación del abonado.....	En cultivo y riegos diarios

Y teniendo en cuenta las extracciones mencionadas, se recomienda estas unidades fertilizantes por hectárea:

<b>N</b>	<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	<b>K<sub>2</sub>O</b>	<b>MgO</b>	<b>CaO</b>
350 – 450	90 – 100	450 – 500	60 – 70	110

Distribuidos de la siguiente forma:

1º) Desde primeros de octubre a primeros de diciembre con un total de 60 fertirriegos y estas U.F. por hectárea.

	<b>N</b>	<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	<b>K<sub>2</sub>O</b>	<b>MgO</b>
	75	24	.....	20
Por riego:	1,25 U.F.	0,4 U.F.	1,25 U.F.	0,34 U.F.

Que corresponden a las siguientes cantidades de abonos simples en cada riego:

Nitrato amónico 33,5 %	3,50 kilos
Fosfato monoamónico: 12-61-00	0,65 “
Sulfato magnésico 16 %	2,10 “
Sulfato de potasa 50 %	2,50 “

2º) Desde primeros de diciembre a primeros de mayo en riegos diarios con un total de 150 abonados y estas U.F. por hectárea:

	<b>N</b>	<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	<b>K<sub>2</sub>O</b>	<b>MgO</b>	<b>CaO</b>
	275	60	275	45	110
Por riego:	1,83 U.F.	0,40 U.F.	1,83 U.F.	0,30 U.F.	0,74 U.F.

Que corresponden a las siguientes cantidades de abonos simples en cada riego:

Nitrato amónico 33,5 %	2,44 kilos
Fosfato monoamónico: 12-61-00	0,65 “
Nitrato potásico: 13-00-46	3,98 “
Sulfato magnésico 16 %	1,88 “
Nitrato cálcico: 15,5 % N + 27 % CaO	2,72 “

3º) Desde primeros de mayo hasta final del cultivo, abonado día sí día no, con un total de 16 abonados y estas U.F. por hectárea:

	<b>N</b>	<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	<b>K<sub>2</sub>O</b>	<b>MgO</b>
	75	10	120	--
Por riego:	2,34 U.F.	0,31 U.F.	3,75 U.F.	--

Que corresponden a las siguientes cantidades de abonos simples en cada riego:

Nitrato amónico 33,5 %	3,65 kilos
Fosfato monoamónico: 12-61-00	0,50 “
Nitrato potásico: 13 – 00- 46	8,15 “

Según Rincón, 2003, estas son las cantidades quincenales necesarias de nutrientes en la fertirrigación del pimiento de carne gruesa en invernadero, en kilos por hectárea y período

Intervalo (días)	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>
<b>0-15</b>	8	5	19	-	-
<b>15-30</b>	10	1	8	-	-
<b>30-45</b>	10	1	13	-	-
<b>45-60</b>	15	2	17	-	-
<b>60-75</b>	15	3	21	3	1
<b>75-90</b>	20	3	25	3	1
<b>90-105</b>	25	4	33	4	2
<b>105-120</b>	30	4	38	4	2
<b>120-135</b>	35	5	42	7	2,5
<b>135-150</b>	35	5	42	7	2,5
<b>150-165</b>	35	5	42	7	3
<b>165-180</b>	35	5	42	7	3
<b>180-195</b>	30	4	42	7	3
<b>195-210</b>	30	4	38	7	3
<b>210-225</b>	25	3	38	5	2
<b>225-236</b>	15	2	25	4	1
<b>Total</b>	<b>273</b>	<b>56</b>	<b>485</b>	<b>65</b>	<b>26</b>

Según Condes, L.F., Vicente, F.E. y Pato, A (2008), un ejemplo de calendario de abonado de cobertera en pimiento y en suelo natural con trasplantes a mediados de diciembre en el sureste español (Alicante y Murcia) sería el siguiente:

<b>Primera fase</b>	<b>Relación 1- 0,6-1,3</b>	<b>10.000 m<sup>2</sup> Semana</b>
ENERO	Fosfato monopotásico	6 kg
	Nitrato potásico	10 kg
	Nitrato cálcico	24 kg
FEBRERO	Fosfato monopotásico	7 kg
	Nitrato potásico	13 kg
	Nitrato cálcico	30 kg
MARZO	Fosfato monopotásico	9 kg
	Nitrato potásico	15 kg
	Nitrato cálcico	36 kg
<b>Segunda fase</b>	<b>Relación 1- 0,6-1,6</b>	<b>10.000 m<sup>2</sup> Semana</b>
ABRIL	Fosfato monopotásico	10 kg
	Nitrato potásico	22 kg
	Nitrato magnésico	9 kg
	Nitrato cálcico	29 kg
MAYO	Fosfato monopotásico	11 kg
	Nitrato potásico	25 kg
	Nitrato magnésico	10 kg
	Nitrato cálcico	34 kg
JUNIO	Fosfato monopotásico	12 kg
	Nitrato potásico	28 kg
	Nitrato magnésico	12 kg
	Nitrato cálcico	38 kg

Esta fertilización se complementa con la incorporación del abonado orgánico para conseguir índices de materia orgánica no inferiores al 2,5 %. Para las necesidades de riego se utilizan sondas de succión, considerándose bien irrigado el suelo mientras se mantenga una C.E. entre 2,5 y 4,5 dS/m. Por encima de estas cifras se intensifica el riego a fin de bajar la presión osmótica en la franja radicular. El consumo hídrico por campaña suele estar entre 8.500 y 10.000 m<sup>3</sup>/Ha.

### Abonado del pimiento en cultivos sin suelo

Estos son los niveles medios en que se mueve la concentración de las soluciones nutritivas en pimiento en milimoles por litro (mmol/l):

$\text{NO}_3^-$	$\text{NH}_4^+$	$\text{H}_2\text{PO}_4^-$	$\text{K}^+$	$\text{Ca}^{++}$	$\text{Mg}^{++}$	$\text{SO}_4^{=}$	$\text{CO}_3\text{H}^-$
10-15	0,5	1-1,5	4-6	3-5	1,5-2,5	1-2	< 1,2



Fig. 25. Cultivo sin suelo en pimiento

Para finalizar este capítulo y como ejemplo frecuente en una explotación con cultivo de pimiento se expone el cálculo de la dosis de fertilizantes a disolver en los depósitos de abonado y el caudal al que hay que ajustar los inyectores a partir de la concentración necesaria en partes por millón (ppm).

*Se pretende abonar 5.000 m<sup>2</sup> de pimiento de invernadero en plena recolección con una densidad de goteros de 1 x 1 m y caudal de 3 l/h. Si el tiempo de fertirriego es de 45 minutos cada día y la solución nutritiva contiene las siguientes concentraciones:*

100 partes por millón (ppm) de nitrógeno (N)				
50	"	"	"	de fósforo ( $\text{P}_2\text{O}_5$ )
150	"	"	"	de potasa ( $\text{K}_2\text{O}$ )
30	"	"	"	de calcio ( $\text{OCa}$ )



Utilizando los siguientes fertilizantes		Solubilidad
Nitrato potásico . . . . .	13-00-46	325 g/l
Nitrato amónico . . . . .	33,5-00-00	1.850 g/l
Fosfato monoamónico . . . . .	12-61-00	350 g/l
Nitrato cálcico . . . . .	15,5-00-00-19 (OCa)	1.950 g/l

Calcular las cantidades de abonos a disolver en cada uno de los 2 depósitos de 150 litros para conseguir la concentración fijada y el caudal al que hay que ajustar los inyectores.

Para resolver este ejemplo hay que seguir esta secuencia:

- 1º) Volumen de agua aplicada en los fertirriegos
- 2º) Cantidad de cada elemento nutritivo para ese volumen de agua
- 3º) Cantidad a emplear de los abonos comerciales mencionados
- 4º) Volumen mínimo de agua para disolver dicha cantidad de fertilizantes
- 5º) Volumen de solución en l/h. que hay que fijar cada uno de los inyectores.

- a) Volumen de agua en el tiempo de abonado
- Número de goteros en 5.000 m<sup>2</sup> = 5.000 goteros
  - Caudal riego = 5.000 goteros x 3 l/h = 15.000 litros/hora
  - En el tiempo de abonado (45 minutos)

$$15.000 \text{ l/h} \times 45 \text{ minutos} \times \frac{1 \text{ h.}}{60 \text{ minutos}} = \mathbf{11.250 \text{ litros}}$$

b) Kilos de nutrientes aportados por cada fertirriego

b.1) Nitrógeno (N)

100 ppm = 100 mg/l de agua, luego

$$11.250 \text{ litros} \times \frac{100 \text{ mg}}{1 \text{ litro}} \times \frac{1 \text{ kg}}{1.000.000 \text{ mg}} = 1,12 \text{ kg de N.}$$

b.2) Fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)

50 ppm = 50 mg/l de agua.

$$11.250 \text{ litros} \times \frac{50 \text{ mg}}{1 \text{ litro}} \times \frac{1 \text{ kg}}{1.000.000 \text{ mg}} = 0,56 \text{ kg de P}_2\text{O}_5$$

b.3) Potasa (K<sub>2</sub>O)

150 ppm = 150 mg/l de agua

$$11.250 \text{ litros} \times \frac{150 \text{ mg}}{1 \text{ litro}} \times \frac{1 \text{ kg}}{1.000.000 \text{ mg}} = 1,68 \text{ kg de K}_2\text{O.}$$

b.4) Calcio (OCa)

30 ppm = 30 mg/l de agua

$$11.250 \text{ litros} \times \frac{30 \text{ mg}}{1 \text{ litro}} \times \frac{1 \text{ kg}}{1.000.000 \text{ mg}} = 0,34 \text{ kg de OCa.}$$

c) Cantidad de abonos comerciales necesarios

c.1) Kilos de nitrato potásico: riqueza 13-00-46

Necesidad de abonado: 1,68 U.F de  $K_2O$

$$\frac{100 \text{ kg}}{46 \text{ U.F}} \times 1,68 \text{ U.F} = \mathbf{3,65 \text{ kg de nitrato potásico}}$$

c.1.1) Ahora calculamos el contenido de N en los 3,65 kg

$$\frac{13 \text{ U.F}}{100 \text{ kg}} \times 3,65 \text{ kg} = 0,47 \text{ U.F.} = 0,47 \text{ kg de nitrógeno}$$

c.2) Kilos de fosfato monoamónico : riqueza 12-61-00

Necesidad de abonado: 0,56 U.F. de  $P_2O_5$

$$\frac{100 \text{ kg}}{61 \text{ U.F}} \times 0,56 \text{ U.F} = \mathbf{0,92 \text{ kg de fosfato monoamónico}}$$

c.2.1) Calculamos el contenido de N en los 0,92 kg.

$$\frac{12 \text{ U.F}}{100 \text{ kg}} \times 0,92 \text{ kg} = \mathbf{0,11 \text{ U.F.} = 0,11 \text{ kg de nitrógeno}}$$

c.3) Kilos de nitrato cálcico: riqueza 15,5-00-00-19(OCa)

Necesidad de abonado: 0,34 U.F. de Oca

$$\frac{100 \text{ kg}}{19 \text{ U.F}} \times 0,34 \text{ U.F} = 1,79 \text{ kg de nitrato cálcico}$$

c.3.1) Calculamos el contenido de nitrógeno en los 1,79 kg

$$\frac{15,5 \text{ U.F}}{100 \text{ kg}} \times 1,79 = 0,28 \text{ kg de nitrógeno}$$

c.4) Kilos de nitrato amónico: riqueza 33,5-00-00

Necesidad de abonado: 1,12 U.F. de nitrógeno (N)

Primero veamos las aportaciones de nitrógeno por los otros fertilizantes.

3,65 kg de nitrato potásico . . . . .	0,47 kg
0,92 kg de fosfato monoamónico . . .	0,11 kg
1,79 kg de nitrato cálcico . . . . .	0,28 kg
Total . . . . .	0,86 kg de nitrógeno (N)

El nitrato amónico debe de aportar:  $1,12 - 0,86 = 0,26$  U.F. de N.

$$\frac{100 \text{ kg}}{33,5 \text{ U.F.}} \times 0,26 \text{ U.F.} = 0,77 \text{ kg de nitrato amónico}$$

d) La solución nutritiva se repartiría de esta forma:

Nitrato amónico . . . . .	0,77 kg	depósito 1
Nitrato potásico . . . . .	3,65 kg	depósito 1
Fosfato monoamónixico . . . . .	0,92 kg	depósito 1
Nitrato cálcico . . . . .	1,79 kg	depósito 2
Total . . . . .	7,13 kg	

Así es como quedaría la distribución en cada depósito, pero para evitar que en un depósito haya 5,34 kg y en el otro sólo 1,79 kg es mejor repartir los 3,65 kg de nitrato potásico entre ambos depósitos, ya que el nitrato potásico es el único que es compatible con el nitrato cálcico. Con ello facilitaríamos también la homogeneidad de las mezclas y su solubilidad.

Nitrato amónico . . . . .	0,77 kg	depósito 1
Nitrato potásico . . . . .	1,82 kg	depósito 1
Fosfato monoamónixico . . . . .	0,92 kg	depósito 1
<b>Total . . . . .</b>	<b>3,51 kg</b>	
Nitrato cálcico . . . . .	1,79 kg	depósito 2
Nitrato potásico . . . . .	1,82 kg	depósito 2
<b>Total . . . . .</b>	<b>3,61 kg</b>	

El volumen de agua necesario para disolver los fertilizantes, teniendo en cuenta el abono menos soluble que, en este caso, es el nitrato potásico ( 325 gr/l)

Depósito 1

$$\frac{3,51 \text{ kg}}{0,325 \text{ kg/litro}} \approx \mathbf{11 \text{ litros de agua}}$$

Depósito 2

$$\frac{3,61 \text{ kg}}{0,325 \text{ kg/litro}} \approx \mathbf{11 \text{ litros de agua}}$$

e) Caudal de los inyectores.- Suponiendo que cada depósito tiene un volumen de 150 litros y como los inyectores se fijan en l/h el volumen de solución a inyectar sería:

$$\text{litros/hora} = \frac{60 \text{ minutos} \times 150 \text{ litros}}{45 \text{ minutos}} = 200 \text{ l/h}$$

En la práctica se prepararía solución nutritiva para una semana, por ejemplo: En los depósitos habría:

Depósito 2

1,82 kg de nitrato potásico x 7 fertirriegos = 12,74 kg

1,79 kg de nitrato cálcico x 7 fertirriegos = 12,53 kg

**Total..... 25,27 kg**

Que se diluyen en:

$$25,77 / 0,325 \approx 78 \text{ litros de agua}$$

Depósito 1

1,82 kg de nitrato potásico x 7 fertirriegos = 12,74 kg

0,77 kg de nitrato amónico x 7 fertirriegos = 5,39 kg

0,92 kg de fosfato monoamónico x 7 fertirriegos = 6,44 kg

**Total..... 24,57 kg**

Que se diluyen en

$$24,57 / 0,325 \approx 76 \text{ litros de agua}$$

En este caso los inyectores se fijarían para repartir la solución nutritiva en 7 fertirriegos.

Se recuerda que la forma para pasar de milimoles (mmoles) a miligramos por litro (mg/l) y a partes por millón (ppm) es la siguiente:

$$\text{mg/l} = \text{ppm} = \text{mmol} \times \text{peso atómico o molecular}$$

## CULTIVO

### Introducción

El pimiento es una de las especies vegetales más cultivadas en España ya sea al aire libre o en invernadero a consecuencia, entre otras, de sus reducidas exigencias en mano de obra. Ya leímos en el capítulo tercero la gran importancia que tiene el pimiento en muchas comarcas españolas, ya sea su destino para consumo en fresco o industria. En este capítulo trataremos exclusivamente el cultivo del pimiento dulce para consumo en fresco.

### Ciclos de cultivo

En invernadero el cultivo del pimiento puede extenderse durante los doce meses del año estando presente en los mercados durante todo tiempo. La mayor densidad de plantaciones suele ser desde agosto hasta mayo. Los semilleros y trasplantes se suceden continuamente desde mayo hasta diciembre.

Por lo tanto, son muy variables las fechas de plantación, de tal forma que gracias al encalado y a las mejoras introducidas en la climatización las plantas pueden crecer y desarrollarse en épocas tan adversas como julio y agosto con temperaturas que alcanzan en horas de mediodía hasta 45 y 50° C . Dependiendo de la situación geográfica de la comarca productora y del tipo de pimiento, pueden considerarse muy aproximadas las fechas siguientes:

Los ciclos tempranos se ubican, normalmente en comarcas cálidas, Almería, Canarias, Málaga, Baleares, etc, comenzando las recolecciones a partir de octubre hasta abril o mayo, siendo muy frecuentes las plantaciones en estos meses:

Mayo/junio.....	Pimientos tipo California
Junio/julio.....	Pimientos tipo Lamuyo
Agosto/sept.....	Pimientos tipo Dulce Italiano

No obstante en la cuenca mediterránea los ciclos de cultivo más habituales coinciden con plantaciones tempranas a final de primavera y principios de verano; y a principios de otoño para seguir después en enero o febrero los cultivos de melón o sandía.

Pese a que se emplean todos los tipos de pimiento en la mayoría de los ciclos de cultivo y que las empresas comerciales de semillas obtienen semillas para todas las épocas hay que tener en cuenta que las variedades tipo California son más exigentes en temperatura que los tipo Lamuyo y Dulce Italiano, siendo este último más resistente a temperaturas más frías.



Fig. 1 Cultivo de pimiento de la variedad Aneto

Según duración del ciclo de cultivo en pimiento estos son un ejemplo de la diversidad de fechas de trasplante y recolección. Los ciclos largos abarcan desde julio/agosto hasta mayo/junio, con una duración de 250 a 300 días y los de ciclo corto, bien de otoño o de primavera, su duración es de unos 180 días.

*Ciclo largo*

Semillero..... mayo/agosto  
Trasplante..... julio/septiembre  
Recolección..... Noviembre/mayo  
Duración del ciclo..... 300 días (desde trasplante)

*Ciclo corto*

Semillero..... mayo/junio  
Trasplante..... Julio/septiembre  
Recolección..... Octubre/febrero  
Duración del ciclo..... 180 días (desde trasplante)

*En comarcas frías*

a) Semilleros..... mayo/junio  
Trasplante..... julio/agosto  
Recolección..... noviembre/diciembre

- b) Semilleros..... enero/febrero
- Trasplante..... marzo/abril
- Recolección..... septiembre/octubre

En Galicia y otras regiones frías, con invernaderos climatizadas. las plantaciones tempranas suelen ser desde finales de febrero hasta finales de marzo. En Navarra con invernaderos climatizados y con los tres tipos de pimientos los ciclos abarcan desde mediados de febrero hasta mediados de noviembre y en los invernaderos sin calefacción desde mayo a octubre.

*En comarcas cálidas*

- a) Semilleros..... desde mediados de agosto a diciembre
- Trasplantes..... desde octubre a enero
- Recolección..... de marzo a junio
- b) Semilleros..... mayo/junio
- Trasplante..... junio, julio y agosto
- Recolección..... septiembre/noviembre hasta mayo a octubre

Según las fechas de plantación pueden considerarse estos ciclos de cultivo:

	<i>Tipo más cultivado</i>	<i>Plantación</i>	<i>Recolección</i>
a) De Primavera			
<i>Extratempzano</i>	California	mayo/junio	sept./diciem.
<i>Extratempzano</i>	Lamuyo	enero/febrero	abril/mayo
b) De verano			
<i>Temprano</i>	California y Lamuyo	julio a ½ agosto	octub/enero
<i>Medio</i>	California y Lamuyo	½ agosto a ½ sept.	diciem/marzo
c) De otoño			
<i>Tardío</i>	Cal., Lamu. y D. Ital.	½ sep a ½ oct.	enero/junio
d) Otoño/invierno			
<i>Muy Tardío</i>	California	½ oct. a ½ dicie.	Enero/junio

Según fechas de recolección:

	<i>Tipo más cultivado</i>	<i>Plantación</i>	<i>Recolección</i>
De primavera	California y Dulc. Ital	noviem/dicie.	Marzo/mayo

De los numerosos ensayos realizados en España con diferentes tipos de pimiento se han destacado los siguientes, como muestra de las diversas fechas de semilleros, plantación y recolección:

Tipo pimiento	Fecha semillero	Fecha plantación	Inicio recolección	Final recolección
Dulce Italiano	Primeros novie.	1/2 dicie: 45 d.d.s	1/2 abril:120 d.d.t.	Primeros junio: 1,5-2 m.r.
Dulce italiano	1/2 diciembre	Final enero: 45 d.d.s.	Final abril: 90 d.d.t.	1/2 julio: 2,5 m.r.
Dulce italiano	1/2 enero	1/2 marzo: 54 d.d.s.	1º junio: 80 d.d.t.	1º septiembre: 3 m.r.
California	1º junio	1/2 julio: 45 d.d.s.	1º octubre: 90 d.d.t.	1/2 febrero: 4,5 m.r.
California	1/2 junio	Final julio: 45 d.d.s.	1/2 octubre 80 d.d.t.	1/2 febrero: 4 m.r.
California	1/2 julio	1º septiembre: 45 d.d.t.	1º noviem: 60 d.d.t.	Final febrero: 4 m.r.
Lamuyo	1/2 agosto	1º octubre: 47 d.d.s.	1º enero: 90 d.d.t.	1º junio: 5 m.r.
Lamuyo	1º septiembre	1/2 octubre:45 d.d.s.	1º enero: 80 d.d.t.	1/2 mayo: 4,5 m.r.
Lamuyo	1º septiembre	1/2 octubre: 45 d.d.s.	1º febrero: 110 d.d.t.	Final mayo: 5 m.r.

d.d.s.= días después de la siembra  
d.d.t. = días después del trasplante  
m. r.: = número meses recolectando

Aunque estos son los ciclos más empleados de pimiento en invernadero, como comentábamos antes, debido a la existencia de variedades de los diferentes tipos de pimiento, ya sean para recolectar en verde, amarillo o rojo, las plantaciones de pimiento de carne gruesa suelen solaparse de tal forma que desde mayo hasta mayo del siguiente año se encuentran frutos a disposición de los consumidores, esencialmente en Almería, y prácticamente el 75 % de las plantaciones tienen lugar en los meses de junio, julio y agosto, sobre todo en el mes de julio, y el arranque de las plantas en abril y mayo.



Fig. 2 Planta de pimiento afectada por las altas temperaturas



Fig. 3. Misma planta recuperada tras el riego

Al igual que ocurre con el tomate, si no se dispone de sistemas de control climático cuando los trasplantes o el crecimiento de la plantas se llevan a cabo en épocas muy calurosas, están sometidas a altas temperaturas por lo que el disponer de humedad constante en el suelo es esencial, así como de una eficaz ventilación. Cuando las plantaciones se realizan en ciclos tardíos: septiembre/octubre las altas temperaturas apenas tienen influencia.



No hay que olvidar que las plantaciones de otoño/invierno se enfrentan a humedades ambientales muy altas, iluminaciones bajas que pueden afectar a la floración, por lo que el crecimiento de las plantas es menor que en primavera o verano, además de la mayor probabilidad de ataque de enfermedades aéreas.

En el Sureste, en provincias como Murcia, Alicante, Valencia y Baleares los ciclos más habituales, relacionados con la época de inicio de la recolección, son los siguientes:

Ciclo	Plantación	Recolección
De otoño	Desde agosto a septiembre	Noviembre a mayo
De invierno	Desde septiembre a octubre	Enero a junio
De primavera	Desde noviembre a diciembre	Marzo a agosto
Tardío	Enero a marzo	Mayo a septiembre

En los invernaderos del Valle del Guadalquivir, con trasplantes en los meses de abril y mayo, con densidades entre 15.000 y 20.000 plantas por hectárea, podadas a 2-3 brazos, y hasta 30.000 plantas por hectárea al aire libre, las recolecciones se inician a finales de junio.

### Semillas: Exigencias

La semilla es un ser vivo cuyo embrión se encuentra en estado de reposo hasta que condiciones climáticas y de humedad idóneas influyan en el inicio de la germinación. Para germinar debe de estar madura, en buen estado y conservar el poder germinativo ya que puede perderse con el tiempo al alterarse sus reservas nutritivas. Por ello, las empresas de semillas emplean los mejores métodos para obtenerlas, resguardándolas en lugares secos y ventilados, y envasándolas cumpliendo las exigencias de calidad y porcentajes de germinación. Su obtención es una actividad muy especializada debiendo de reunir los mínimos requeridos por el INSTA (Internacional Seed Testing Asociati).

No sólo la calidad de la semilla influye en el éxito de una futura plantación, sino también los tratamientos dados a la semilla, el abonado, riegos y condiciones del medio ambiente que rodean a la planta.

A partir de marzo de 1986 entró en vigor la nueva normativa de comercialización de semillas, desde entonces está sometida a rigurosos controles con inspecciones de la Administración Central y de las Comunidades Autónomas para comprobar que la planta obtenida se ajusta a la variedad comercializada y, muy importante en cultivos protegidos, que esté exenta de virus.

En la actualidad se comercializan diferentes tipos de semillas:

Normales.- Que se venden sin ningún tratamiento ni recubrimiento alguno.

Semillas de precisión.- Se les ha incorporado algún insecticida y/o fungicida y recubiertas de una fina capa coloreada o peliculada, y están adaptadas a las máquinas sembradoras de precisión utilizadas en los semilleros.

De acuerdo con los reglamentos técnicos las semillas para siembra se clasifican en:

Categoría de base.- Previstas para la producción de semillas de la categoría “semillas certificadas”

Categoría certificada.- Procedentes de semillas de base y están especialmente previstas para la producción de plantas hortícolas.

Categoría estándar.- Están especialmente previstas para la producción de plantas hortícolas y que presentan suficiente identidad y pureza.

Los Reglamentos Técnicos señalan también las normas que deben satisfacer las semillas:

Pureza específica, facultad germinativa, germinación, humedad, calibre, color, semillas rotas, sanidad, tratamientos sanitarios, etc., etc.

La pureza nos indica el porcentaje de semillas en peso o el número de una muestra que corresponden a las que indica el envase. El resto hasta 100 son de impurezas, semillas extrañas, tierra, etc.

Se calcula así:

$$\text{Grado de pureza (Gp)} = \left( \frac{P - p}{P} \right) 100$$

Correspondiendo: P = peso de la muestra. p = peso impurezas.

La capacidad germinativa, facultad germinativa o longevidad de la semilla es el tiempo durante el cual conserva la facultad de germinar, mantenida en condiciones adecuadas, en pimientos es de 3-4 años; sin embargo a partir del 3º año la longevidad de la semilla comienza a debilitarse, siendo los tres primeros años cuando conserva su máximo poder para germinar.

El poder germinativo nos mide la capacidad de la semilla para conservar la facultad de germinar bajo condiciones favorables. El poder germinativo es muy importante, nos indica el porcentaje de semillas bien constituidas que germinan dentro de un tiempo fijado. Como después veremos, se calcula al dividir el número de semillas germinadas por el total de semillas puestas a germinar.

La pureza de la semilla o grado de pureza (Gp) expresa el tanto por ciento en peso (%) o el número de semillas de una muestra que corresponde a la que figura en el envase comercial. El resto hasta 100 son de otras semillas, arena, tierra u otro material inerte. En semillas de pimiento de calidad base se admite un máximo de 0,5 % de semillas extrañas y en calidad certificada se admite un máximo del 1 %.

$$\text{Gp} = \frac{P - I}{P} \times 100$$

Siendo P = peso o nº de semillas de la muestra.

I = peso o nº de elementos extraños

La semilla de pimiento ha de cumplir los requisitos siguientes:

Pureza específica mínima (% en peso):.....98 %

Poder germinativo mínimo (% en peso):.....65-70 %

Facultad germinativa almacenada en buenas condiciones .....3-4 años

Aislamiento mínimo para producciones comerciales de semillas:

– Entre variedades de la misma especie 200 metros

Antes de la siembra y en caso de duda respecto a la semilla a utilizar se han de tomar las muestras necesarias y realizar los correspondientes análisis.

El agricultor, previo a la entrega de las semillas al semillero, puede calcular, aproximadamente, el porcentaje de germinación de la semilla o su poder germinativo mediante una sencilla prueba. De este forma se obtiene el valor de la muestra y sus posibilidades de germinar y desarrollarse en el invernadero. Para ello se colocan 100 semillas entre papel o sobre papel. A los 6 días se inicia el conteo de las semillas germinadas, finalizando 14 días después de la siembra. El porcentaje de germinación ha de ser superior a 65 % y se expresa al dividir el número de semillas germinadas entre el total de semillas puestas a germinar y multiplicado por 100. Suponiendo que han germinado 74 semillas en dicho plazo el porcentaje de germinación (Pg) sería el siguiente:

$$Pg = \frac{74}{100} \times 100 = 74 \%$$

Si estas pruebas caseras se realizan en épocas frías ha mantenerse las semillas a germinar en lugares cuya temperatura se mantenga entre 25-30° C.

No sólo es conveniente conocer el porcentaje de germinación o tanto por ciento de semillas germinadas, sino también el coeficiente de nascencia (relación porcentual entre el número de plantitas emergidas y el número de semillas germinadas). Suponiendo que en laboratorio han germinado 94 semillas de 100 puestas a germinar, y que en el semillero o terreno el porcentaje de nascencia es menor, por ejemplo, 69 %, el coeficiente de nascencia sería:

$$\frac{69 \times 100}{94} = 73 \%$$

Coeficiente de gran valor que depende principalmente de la:

- Capacidad potencial de la propia semilla, así como de su pureza y sanidad.
- Climatología y características físicas del suelo o semillero
- Condiciones de la siembra y profundidad.

Aunque raramente los agricultores no germinan su propia semilla, es conveniente recordarles lo siguiente:

a) Exigencias

Antes de la siembra se ha de tener en cuenta que:

- Las semillas reúnan condiciones mínimas de pureza, facultad germinativa, etc.
- Han de tener la superficie sin daños y previamente desinfectadas.
- Estar libres de impurezas y no tener mezcladas otras especies más de 0,5 %
- El porcentaje de germinación no ha de ser inferior al 65 %

b) Germinación

Aunque, como hemos dicho anteriormente el agricultor de invernadero ya no germina sus semillas, es conveniente que sepa que la germinación de la semilla de pimiento se produce a los 8-10 días de la siembra, según las condiciones de la semilla y del sustrato. Estas condiciones son:

- a) De la semilla.- Debe haber sido recolectada madura, a fin de que el embrión haya alcanzado su completo desarrollo y recibido éste y el endospermo todas las reservas de la planta madre. La falta de madurez produce una baja germinación y reduce el vigor de la nueva planta.
- b) Del medio:
  - 1) Humedad.- Es la condición esencial para la germinación. Las semillas encierran materiales de reserva de naturaleza orgánica y bajo la acción del agua, que penetra en la semilla, los materiales de reserva se transforman en productos solubles y asimilables de los que se alimenta la plantita hasta su emergencia. La absorción del agua, por la semilla, se efectúa por ósmosis a través del tegumento. La humedad ambiental en esta fase oscila entre el 80 y el 90 %.
  - 2) Aireación del suelo.- La semilla al germinar respira activamente para oxidar las sustancias de reserva y puedan ser asimiladas por el embrión; el suelo debe de ser mullido y aireado para facilitar la salida a la nueva planta a la superficie.
  - 3) Temperatura del suelo y del ambiente- Durante la germinación los valores óptimos de temperatura ambiental deben mantenerse durante el día entre 25 y 30° C sin que descienda de los 14° C. No es conveniente superar los 35- 40° C en el ambiente ya que dificulta el proceso de la germinación. Es recomendable que la temperatura del suelo en el semillero no baje de los 22° C durante el día ni de los 16° C por la noche. Con estas condiciones la semilla germina entre 5 y 7 días en verano y de 10-12 días en invierno.

Hay numerosos ensayos de germinación con semilla de pimiento para comprobar la velocidad de germinación según temperatura, del suelo, habiéndose comprobado que con temperaturas medias de 25 a 35° C. manteniendo iguales el resto de parámetros, las semillas germinan más rápido.

### Datos útiles para semilleros

- a) De la semilla

Número de semillas por gramo .....	150-225
Plantas útiles por gramo .....	50-60
Pureza específica en peso .....	98 %
Facultad germinativa .....	3-4 años
Poder germinativo .....	65-70 %
Contenido máximo de semillas de otras especies en peso	0,5 %
- b) De la germinación

Temperatura del suelo para germinar	
– Optima .....	25-30° C

Temperatura el ambiente	
– Máxima . . . . .	35° C
– Óptima . . . . .	25-30° C
– Mínima . . . . .	14° C
Duración de la nascencia.	
– En germinador . . . . .	5-7 días
– En tierra . . . . .	10-12 días
– En semillero . . . . .	8-9 días
– Entre algodón . . . . .	4-5 días
– Profundidad de la siembra . . . . .	0,5–1 cm
Tamaño de las plantas para trasplante. . . . .	12-15 cm de altura
Número de semillas por golpe, en semillero . . . . .	1-2
Número de semillas por golpe en semilleros profesionales . . . . .	1
Densidad de plantas por m <sup>2</sup> de semillero . . . . .	600-900
Gramos de semillas por cada 1.000 cepellones . . . . .	5,5-6 gramos

### Semilleros de pimiento

El pimiento como el resto de solanáceas necesitan estar rodeadas de unas condiciones idóneas para la germinación por lo que, en la actualidad, la mayoría de los agricultores recurren a los semilleros comerciales, en donde las semillas se rodean con las condiciones óptimas para su germinación y para el posterior trasplante. No es habitual en cultivos de invernadero la confección por el agricultor de semilleros de pimiento

Estas empresas privadas poseen equipamientos que garantizan la producción de plantas de calidad, manteniendo una amplia red comercial y han tenido que realizar mejoras o innovaciones en todos las etapas de producción de plantas así como la adopción de sistemas de calidad en su gestión y manipulación que garantice la calidad de las plantas obtenidas, entre otras: Climatización de los invernaderos y de las cámaras de germinación, pantallas térmicas y de sombreado de funcionamiento automático, fertirrigación controlada por ordenador, mallas antitrips.

La mayoría de los agricultores compran la semilla y la llevan a los semilleros para su germinación, ya que el elevado precio de la semilla híbrida obliga a conseguir un elevado porcentaje de plantas de calidad, pero hay otros que compran la planta directamente al semillero.

Elegida la variedad de pimiento a cultivar se lleva al semillero profesional con tiempo suficiente para que la fecha de la plantación sea la prevista, generalmente unos 45 a 50 días antes del trasplante. Es importante partir de una planta sana, homogénea y libre de plagas y enfermedades, condiciones hoy en día, muy conocidas y cuidadas por estos establecimientos.

La siembra se lleva a cabo mediante sistemas automatizados en bandejas de poliestireno expandido en forma de tronco de pirámide invertida con alvéolos rellenos

con sustratos. Dichas bandejas tienen dimensiones y alvéolos variables, de 54, 100, 150, 247 y hasta 270 orificios con alturas cercanas a los 6 cm y capacidad, generalmente, de 30, 40, 50 c/c. Una bandeja muy empleada en pimiento tiene las siguientes dimensiones:

Superficie de la bandeja.....	47 x 69 cm = 3.243 cm <sup>2</sup> = 0,32 m <sup>2</sup>
Lado de la base inferior del alvéolo .....	1,4 cm
Lado de la base superior del alvéolo .....	2,9 cm
Altura del alvéolo .....	6 cm.
Volumen del alvéolo.....	30 c/c
Número de alvéolos.....	269



Fig. 4. Semillero Almeriplant en La Cañada (Almería)



Fig. 5. Semillero de pimiento

El sustrato es generalmente una mezcla de turba con perlita cubierta la semilla con una fina capa de vermiculita. También hay semilleros que componen el sustrato con una mezcla de turba, 85 al 90 % y el 10-15 % de vermiculita que además se utiliza para cubrir las semillas. Otros utilizan 70 % de sustrato comercial, 20 % de turba y el resto hasta el 10 % de perlita o vermiculita. Lo importante de los sustratos es que posean condiciones físicas y químicas que faciliten la germinación y mantengan en buenas condiciones a las plantas hasta su trasplante. Realizada la siembra las bandejas pasan a la cámara de germinación a una temperatura entre 25 y 28° C y humedad relativa del 80 al 90 %. Cuando se aprecia el inicio de la germinación, aproximadamente a los 4-5 días, las plantas pasan al invernadero a fin de evitar que con la oscuridad de la cámara puedan ahilarse. Otros semilleros mantienen las plantas hasta 7 días a temperaturas algo más bajas, 21-22° C y al 90 % de humedad relativa. Ya en el invernadero se les aplica los correspondientes riegos por la mañana y al atardecer mediante barras de riego accionadas por motores eléctricos suspendidas y deslizantes a lo largo del invernadero en donde van acopladas las boquillas surtidoras de agua sola o junto con plaguicidas o nutrientes.

Ya en el invernadero se procura mantener una temperatura durante el día entre 20 y 35° C. dependiendo de los semilleros y de 20° C por la noche, con una humedad relativa alrededor del 55 %. En estas condiciones las plantas permanecen en el invernadero de 30 a 40 días y hasta 50 días en épocas frías de invierno.

Unos días antes de entregar las plántulas al agricultor se someten a condiciones menos favorables que mantenían, procurando endurecerlas a fin de adaptarlas a su nuevo entorno, mediante la reducción del blanqueo, la disminución de los riegos, la exposición a condiciones climáticas similares a las del invernadero, etc.

Es conveniente que antes de retirar el agricultor las plantas del semillero las observe minuciosamente y exija el Pasaporte Fitosanitario. Si las plantas no se encuentran en adecuadas condiciones sanitarias no deben aceptarse, ya que los problemas de plagas y enfermedades que las acompañan pueden tener graves consecuencias para el posterior desarrollo del cultivo.

### **Germinación de la semilla de pimiento**

La germinación es el proceso por el cual la semilla, en condiciones favorables de humedad, temperatura y aireación, abandona su estado de reposo o letargo para iniciar el paso a un estado de crecimiento.

La germinación del pimiento es epigea y en el plazo de 7-8 días ya han emergido la totalidad de las plantas con sus hojas cotiledonales abriéndose para captar la luz. Esta se inicia con la absorción por la semilla de gran cantidad de agua, se hincha y se desgarran el tegumento, la radícula se alarga y se introduce verticalmente en el sustrato. Por otra parte el tallo se alarga y emergen a la superficie las hojas cotiledonales formando "codo" y arrastrando con ellas, en sus extremos, el epispermo o tegumento de la semilla. A las pocas horas las hojas cotiledonales se abren, desprendiendo el resto de la semilla y a las 12 horas de emerger la planta ya tiene un tallito de 0,5 cm de longitud y dos hojas de otros 0,5 cm. de longitud. Al día siguiente, ya completamente desplegadas, se tiñen de un color verde intenso.

Todavía en semillero, al segundo día de la germinación, la planta ya tiene un tallito de 1 cm de longitud y 1 mm de grosor, las hojas 1 cm de longitud y 0,5 cm de ancho. La planta sigue creciendo y al sexto día se comienza a vislumbrar el inicio del brote. Seguidamente el meristemo terminal inicia la formación de un nuevo brote con nuevas hojas y en el décimo día de la germinación son visibles las primeras hojas verdaderas, el tallo mide entonces 2 cm. El día 15 de emerger la planta inicia la formación de las siguientes hojas verdaderas, la planta mide 2,8 cm. de longitud. A los 18 días las hojas verdaderas presentan lóbulos bien definidos, completamente desarrolladas, con una longitud incluido el pecíolo de 3,5 cm y de 2 cm de ancho, la altura de la planta es de 5 cm.

A los 40-45 días de la siembra y a los 35-40 del inicio de la germinación la planta ya cuenta con la 6ª y 7ª hoja verdadera y comienzan a aparecer la 8ª hoja, mide entre 12 y 15 cm de altura, 3,5-4 mm de grosor del tallo, longitud de las hojas de 6 cm y pecíolos de 1,5 cm. La planta ya está preparada para el trasplante.

Esta secuencia está tomada de la realidad. En ocasiones pueden existir pequeñas variaciones, dependiendo de la comarca, si es verano o invierno y también porque no todas las semillas poseen idéntico poder germinativo. No obstante, manteniendo las condiciones de temperatura y humedad mencionadas, es una secuencia muy similar a la que ocurre en las cámaras de germinación y posteriormente en el invernadero hasta el trasplante.

Cuando se intenta germinar en algodón o tela de fieltro, la germinación es muy rápida, a los 4-5 días ya la radícula se introduce en el tejido y el brote levanta la capa de fieltro para emerger.

## GERMINACIÓN DE LA SEMILLA DE PIMIENTO



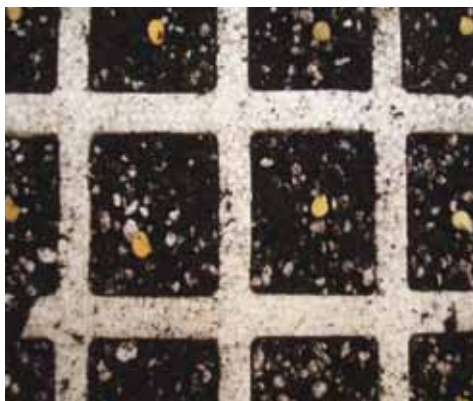
Sembradora de precisión



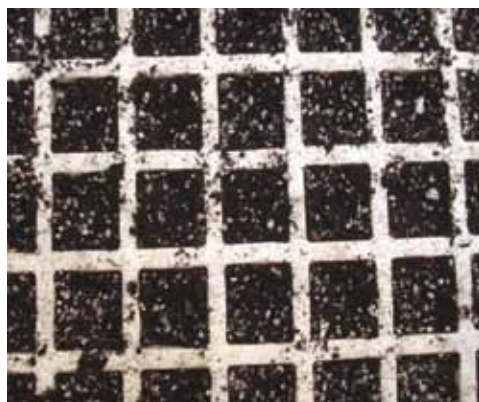
La semilla se cubre con una capa de vermiculita



Revisar la siembra automática



Siembra manual



Siembra y posterior riego por aspersión



Cámara de germinación





Plántula a las 2 horas de emerger



Germinación primer día



Germinación entre papel 2º día de germinar



Segundo día de la germinación



Quinto día de la germinación entre algodón



Germinación sexto día. inicio formación brote



Semilleros de pimiento a la semana de germinar



Bandejas con plantas a los 6 días de germinar



Semilleros. Vista general del riego



Plantas a los 8 días desde la germinación



A los 10 días de la germinación



Plantas a los 15 días de la germinación



Semillero a los 15 días de la germinación



A los 15 días de la germinación



Inicio 4ª y 5ª hojas verdaderas a los 18 días de la germinación



Semilleros plantas con 30 días desde la germinación



Semilleros CRISEL 30 días de la germinación



Pimiento Lamuyo a los 35 días de la germinación



Pimiento Dulce Italiano a los 35 días de la germinación



Planta a 44 días de la siembra dispuesta para trasplante

### Injerto y portainjertos en pimiento

Desde hace muchos años se sabe que el reiterado cultivo de las mismas plantas en el mismo suelo sin aplicar rotaciones, con bajos niveles de materia orgánica y la intensificación causan el cansancio del suelo y propicia la aparición de enfermedades que se intentan controlar con las desinfecciones anuales y tratamientos puntuales. El injerto en pimiento pretende reducir dichos daños y conseguir resistencias a diversas plagas y enfermedades del suelo, entre las que están: *Phytophthora capsici* o tristeza del pimiento, *Verticillium dahliae*, marchitez bacteriana, nematodos, *Virus del Mosaico del Tabaco (TMV)*, así como la tolerancia a condiciones adversas de suelo, como es asfixia radicular y la alta salinidad.

Hay numerosos ensayos para determinar la idoneidad del injerto en pimiento, habiéndose demostrado los altos niveles de resistencia, esencialmente contra *Phytophthora* y nematodos. Otro de los objetivos perseguidos por el agricultor es el de conseguir plantas más vigorosas, más precoces y con mayor vegetación. Se sabe que el portainjerto en hortalizas, principalmente tomate y sandía, esta fuertemente extendido, pero no así en pimiento pese a las ventajas que presenta. A pesar de ello estos últimos años los semilleros están incrementando el número de plantas injertadas.

Los agricultores creen que salvo con problemas graves de nematodos o de *Phytophthora* no es rentable el injerto y no existen grandes ventajas con respecto a plantas sin injertar. También aluden a las fuertes desinfecciones anuales que mitigan los daños de hongos. En tomate tiene mayor justificación por los altos niveles de *Fusarium*, enfermedad muy grave en tomate y no así en pimiento, que salvo *Phytophthora* o tristeza, no tiene graves problemas de enfermedades de suelo, por ahora y, principalmente, por la mayor facilidad de prendimiento en tomate debido a la mayor rusticidad que el pimiento. No obstante, y por la importancia que reviste el injerto en pimiento para evitar las desinfecciones químicas, organismos oficiales, como es la Consejería de Agricultura y Agua de la región murciana están llevando a cabo ensayos con diferentes portainjertos de pimiento directamente con los agricultores. Para ello en la campaña 2009/2010 se distribuyeron dos millones de plantas injertadas para el cultivo de 800 hectáreas

de pimientos a la búsqueda de alternativas a las desinfecciones químicas del suelo en los invernaderos y comprobar en los diversos portainjertos empleados su afinidad y efectividad contra los patógenos del suelo, *Phytophthora* y nematodos principalmente, y analizar las producciones obtenidas.

### **Factores que influyen en la unión de injerto y patrón**

El injerto consiste en unir el brote de la variedad a cultivar, llamada injerto, con el tallo y raíz de otra variedad, denominada portainjerto, aprovechando las características de resistencia del portainjerto a determinadas plagas y enfermedades del suelo, entre otras.

- a) Temperatura.- La formación del callo característico de la consolidación del injerto exige una determinada temperatura que oscila entre los 15 y 30° C siendo la óptima entre 22 y 25° C. Las temperaturas superiores a 30° C aceleran la unión pero su consolidación es muy deficiente y puede malograrse en pleno campo.
- b) Humedad.- Es conveniente mantener, durante la formación del callo, una humedad alta para evitar que se dessequen la superficie de los cortes realizados, entre 80 y 90 %
- c) Zona de contacto.- A mayor superficie de contacto entre patrón e injerto más facilidad de ensamblaje, pero también la formación del callo será más lenta. Se ha comprobado que los cortes a una profundidad de 1-1,5 cm son los más idóneos.
- d) Compatibilidad.- Tanto patrón y la variedad a injertar han de ser completamente compatibles y los tallos de similar grosor. Para ello se han realizado desde el año 1996 numerosos ensayos y otros que se están llevando a cabo por diversas instituciones y empresas comercializadoras de semillas.

*Práctica del injerto.*- Aunque la operación de injertar se realiza en semilleros industriales por personal especializado se ha creído conveniente exponer, en forma resumida, las diferentes operaciones previas, durante el injertado y posteriores, por la importancia que hoy en día tiene esta técnica.

- a) Labores previas al injerto
  - a.1.- Se selecciona el portainjerto dependiendo de las exigencias de la variedad a injertar y del ciclo de cultivo y sabiendo que el pimiento sólo presenta afinidad con patrones de su misma familia botánica y es compatible con las variedades actualmente cultivadas.
  - a.2.- Es imprescindible que tanto el patrón como el injerto tengan el mismo grosor, por lo que teniendo en cuenta el porcentaje de germinación de uno y otro se planificarán las siembras de cada uno. Generalmente en el injerto de empalme la variedad a cultivar se siembra 1-3 días después del patrón y entre 3-4 días cuando se trata de injerto de púa. Es conveniente que el diámetro del tallo a injertar tenga alrededor de 1,5 mm como mínimo.
  - a.3.- Un par de días antes de injertar, y como la germinación no es totalmente uniforme se van eligiendo plántulas similares agrupándolas en la misma bandeja, unas para el injerto y otras para el portainjerto.

a.4.- Un día antes del injerto es conveniente que las plantas estén provistas de humedad.

*Tipos de injertos.*

En pimiento, en la actualidad, se le aplican dos tipos de injertos: de empalme y de púa, aunque es el de empalme el más utilizado. Las operaciones de injertar son para cada uno de dichos injertos las siguientes:

1) Injerto de empalme.

Al cortan todos los brotes del patrón de una misma bandeja por debajo o por encima de las hojas cotiledonales a 2,5-3 cm de altura desde la base del tallo y entre la 3ª y 4ª hoja con un ángulo aproximado de 45° al objeto de aumentar la superficie de contacto y facilitar la cicatrización y con una hendidura hasta una profundidad de 1,5 cm. Hay que tener en cuenta que cuando el tallo del patrón queda a poca altura del suelo existe la posibilidad de enraizamiento de la variedad injertada.

- Se colocan las pinzas de injertar o tubos de silicona en los tallos seccionados cubriendo con dicha pinza la superficie que se va a unir con el injerto.
- Se cortan las plantas de la variedad a injertar, por lo menos con 2-3 hojas verdaderas, por encima o debajo de las hojas cotiledonales, dejando 1,5-2 cm de tallo y con un ángulo de 45° similar al corte del portainjerto y una hendidura similar a la del patrón y.
- Introducir el injerto dentro de la pinza, abriendo esta un poco con los dedos para facilitar el contacto de la débil corteza con el cilindro medular de uno y otro tallo hasta dejarlos bien acoplados a fin de favorecer el prendimiento y la cicatrización.
- Completada una bandeja de plantas injertadas se colocan en la cámara de prendimiento, humedeciendo previamente las plantas con ligera pulverización de agua, se cubren con una lámina de plástico, manteniéndolos a una temperatura de 22-25° C, humedad del 80 al 90 % y manteniendo una luminosidad indirecta. Al 4° o 5° ya se aprecia la soldadura y al 6° día ya está prácticamente consolidado.



Fig. 6. Cepellón e injerto en pimiento  
(Foto J.C. Gázquez y A. Soler,2008)



Fig. 7. Injerto en pimiento  
(Foto Semilleros Almeriplant)

## 2) Injerto de púa

- Como decíamos antes se siembra el portainjerto unos 4-6 días antes de la variedad a injertar para que adquiera suficiente grosor y facilite el ensamblado de la púa.
- Se decapita el patrón cuando tiene entre 3 y 4 hojas verdaderas y se hace una hendidura en el centro hacia abajo de 1-1,5 cm. de profundidad.
- Se coloca un tubo de polietileno transparente específico para cubrir la citada hendidura.
- En la variedad a injertar se corta el brote y se le hace una incisión en bisel a 1,5 cm por debajo de la 2ª o 3ª hoja para que ensamble lo mejor posible. Se inserta la púa en la incisión por el interior del tubo transparente para que quede bien sujeto el injerto.
- Al igual que con el injerto de empalme se llevan las plantas recién injertadas a la cámara o túnel hasta cicatrización.

Aunque aun continúan los ensayos de portainjertos en pimiento ya hay empresas que han conseguido comercializar portainjertos, la mayoría de *Capsicum annuum* cruzados con diferentes especies de *Capsicum*. Entre los más empelados tenemos:

### **Atlante (Ramiro Arnedo)**

Favorece el desarrollo radicular y tiene una gran afinidad con las diferentes variedades de pimiento con un buen desarrollo radicular que da gran vigor y frondosidad a la planta.. Presenta buena tolerancia a los problemas de asfixia radicular y a patógenos como phytophthora y nematodos, y presenta resistencia al Virus del Mosaico del Tabaco (TMV)

### **Brotus (Gautier)**

Confiere una planta vigorosa, con buen sistema radicular, indicada en suelos con fuertes ataques de *Phytophthora capsici*, virus y nematodos. Presenta alta resistencia al Virus del Mosaico del Tomate (ToMV) y resistencia intermedia a nematodos.

### **Patrón (Clause)**

Produce un gran enraizamiento que permite obtener plantas vigorosas. Presenta resistencias a las diferentes razas de *Fusarium* y a nematodos.

### **Tresor (Nunhems)**

Portainjerto compatible con la mayoría de las variedades de pimiento. Presenta un potente sistema radicular. Indicado para suelos con graves daños de *Phytophthora*, nematodos y virus, principalmente contra el Virus del Mosaico del Tabaco (TMV), contra el Virus del Mosaico del Tomate (ToMV) y contra el Virus Y de la Patata (PVY).

La empresa Akira Seed también comercializa estos portainjertos para pimiento:

### **AKX 267**

Portainjertos especialmente indicado para suelos muy cultivados y con problemas de hongos y nematodos. Presenta alta tolerancia a *Verticillium* y *Fusarium* razas 1 y 2 y a nematodos.

### **AKX 281**

Es un portainjertos apto para injertar variedades de pimientos tanto dulces como picantes, con alta tolerancia a Phytophthora y al Virus del Mosaico del Pepino (CMV), así como resistencia intermedia al Virus del Mosaico del Tabaco (TMV).

### **AKX 299**

Portainjerto híbrido que presenta buena compatibilidad con la mayoría de las variedades de pimiento. Alta tolerancia a Verticillium y a nematodos así como media tolerancia al Virus del Mosaico del Tabaco (TMV).

### **Labores y prácticas preparatorias a la plantación**

Las labores consisten en remover el suelo para conseguir una buena estructura y que el aire circule por su interior, mejorando su permeabilidad. Según el tipo de labor unas serán de preparación del terreno para la implantación por primera vez del cultivo y otras de mantenimiento y previos a la plantación cuando ya se ha cultivado en él. El suelo ha de reunir las mejores condiciones para asegurar el arraigo y un desarrollo radicular profundo.

- En terrenos que no se han cultivado o que hace años que han estado sin cultivo hay que realizar un desfonde o subsolado que lo resquebraje y forme una capa de suelo con un espesor mínimo de 40-50 cm. de tierra mullida y aireada para conseguir un buen drenaje.
- Despedregado y retirada de todos los elementos gruesos que puedan entorpecer las labores propias del cultivo.
- Destrucción de la vegetación espontánea y las malas hierbas mediante arado o disco de vertedera mezclando dicha vegetación con el suelo.
- Otra labor complementaria de la anterior, a menor profundidad, 15-20 cm, consiste en desmenuzar los terrones, mullir la capa superficial y nivelar el terreno no rebasando la pendiente del 3 por mil si se va a regar a manta. Para ello se utilizan arados de discos, rotovator, gradas, etc. Es durante esta labor cuando se aporta el estiércol envolviéndolo con la tierra. Posteriormente se extiende sobre la mezcla de tierra y estiércol la capa de arena.
- Desinfección del terreno, mejor por solarización, si se ha cultivado anteriormente en invernadero.
- Es importante conocer la calidad agronómica física y química del suelo a cultivar mediante la toma de muestras de tierra y su análisis junto con el del agua de riego, atendiendo, principalmente, a la salinidad del suelo y agua y a la fertilidad del suelo y corregir, en su caso, la textura con las enmiendas necesarias.
- Aporte, si es necesario, con una capa de tierra de unos 30 cm de espesor de textura franca o franco-arcillosa para corregir la textura del suelo. Para ello, las tierras fuertes se envuelven con tierra arenosa o “arena voladiza” y en caso contrario con tierra arcillosa.
- Corrección de la salinidad o la excesiva caliza mediante las enmiendas adecuadas: yeso, azufre, estiércol, lavado del suelo, etc. etc.



- Nivelación del terreno con pendientes aproximadas del 3 al 4 por mil en el sentido de su mayor longitud.
- Construcción de muros y canalillas.

Las labores en terreno ya cultivados consisten en:

- 1.- En tierra con riego a manta.- En los terrenos desnudos, sin acolchamiento de arena las labores consisten, esencialmente, en reducir la evaporación desde el suelo a fin de evitar la formación de grietas, eliminar las malas hierbas, nivelación del terreno y la construcción de tablares, surcos, mesetas y regueras para el riego.

Cada 3-4 años, y si las dimensiones del invernadero lo permiten, se da una labor en profundidad, 30-40 cm aprovechando para aplicar, en su caso, el abonado orgánico o el abonado de fondo.

Anualmente y antes de la plantación hay que realizar las labores de cultivador, desinfección del terreno, en su caso, eliminación de las malas hierbas, incorporación de los abonos minerales y la nivelación del terreno con la preparación de caballones y amelgas para la plantación.

- 2.- En arena con riego a manta.- Durante el tiempo que dura el enarenado las labores previas a la plantación son las siguientes:

- En los suelos enarenados las labores tienen por objetivo principal la limpieza de hojas y el arranque de las plantas y demás restos vegetales de la cosecha anterior y la eliminación de las posibles malas hierbas nacidas durante el ciclo vegetativo. Se allana la arena y se desinfecta el terreno, si fuera necesario, de la forma indicada en el capítulo 6º
- Construcción de amelgas, arroyos, etc.

- 3.- Con riego localizado en tierra y en arena.- Las labores son similares a las que se hacen en tierra y arena con riego a manta. Además se llevan a cabo:

- Pase de grada para nivelar el terreno y dejar la capa de arena suelta.
- Distribución de las líneas portagoteros y evaluación de la uniformidad de riego.
- Riego para lavado de sales, en caso necesario
- En plantaciones tempranas encalado del invernadero
- Riego previo a la plantación.
- 1-2 días antes de la plantación eliminar las posibles malas hierbas aparecidas
- Tras la plantación riego posplantación.
- Instalación de trampas cromotrópicas para las primeras apariciones de mosca blanca y de trips.

No olvidar que antes de plantar hay que controlar la hermeticidad y prevenir la ventilación del invernadero y, en caso de fuertes ataque de plagas aéreas, desinfectar en pulverización la estructura del invernadero con productos de amplio espectro.

### Marcos de plantación

Con los marcos de plantación situamos a las plantas dentro de los líneas y entre ellas a distancia que varían según la frondosidad de la planta, vigor, época de planta-

ción, variedades cultivadas, sistemas de poda, de la fertilidad del suelo y de la calidad del agua de riego. El marco más amplio favorece las practicas culturales, poda, tratamientos, recolecciones, etc., además facilita la aireación necesaria para disminuir los ataques de enfermedades aéreas. La orientación de las hileras de plantas se deben colocar buscando siempre la mayor iluminación.

Como decíamos, las plantas están muy relacionadas con la luminosidad de la que depende la fotosíntesis; un marco de plantación amplio recibe mayor luz al disponer de menor número de plantas. Si las plantaciones se realizan en ciclos de otoño-invierno, cuando es menor la luminosidad se deberá ampliar el marco de plantación con el objeto de que las plantas reciban mayor cantidad de luz.

En la actualidad, en el cultivo del pimiento en invernadero, hay una gran diversidad de marcos de plantación, en la mayoría de las veces elegidos según la experiencia del agricultor, de la estructura del invernadero y del sistema de riego; aunque también se tiene en cuenta el destino de la producción.

Los marcos de plantación en líneas simples reciben mayor luz, las plantas están más aireadas y las labores de recolección, tratamientos, poda, etc. se realizan mejor. Es lógico que se intente aumentar la densidad de plantación en épocas luminosas pero no en otoño e invierno que es preferible disminuir el número de tallos para no impedir la entrada de la luz al interior de las plantas. Sin embargo en líneas pareadas, en donde hay un pasillo entre cada dos líneas de plantas, si las variedades plantadas son muy frondosas y la amplitud de los pasillos como la distancia entre plantas es pequeña hay una gran densidad de plantas y en épocas, como ocurrió en la campaña 2009/2010 con un invierno lluvioso y días con intensa humedad dentro del invernadero, seguido de días calurosos, incide en el incremento de enfermedades causadas por hongos y bacterias que pueden arrasar una explotación en pocos días. Las plantas de las variedades tipo Dulce Italiano y Lamuyo poseen mayor envergadura que las plantas tipo California. Por lo tanto hay que analizar muy bien el marco de plantación, de tal forma que no entorpezca las labores y que las plantas reciban la máxima iluminación. Sabemos que a mayor densidad de tallos la producción aumenta, sin embargo la precocidad es menor así como el calibre de los frutos, la ventilación es menor y mayor facilidad de enfermedades, y al contrario, si reducimos las densidad la producción por planta se incrementa pero la producción por metro cuadro es menor; aunque se incrementa el tamaño de los frutos. Es habitual que con variedades de poco vigor se incremente la densidad a 2,5 3 plantas por m<sup>2</sup> y con variedades frondosas entre 15.000 y 20.000 plantas/ha.



Fig. 8. Labor de rotovator para envolver estiércol y tierra



Fig. 9. Plantación de pimiento en líneas simples

Estos son algunos de los muchos marcos de plantación aplicados en pimiento cultivado en invernadero: (Véase Poda y entutorado del pimiento)

a) Plantación en líneas simples. Poda a 2-3 brazos:

- 1 m entre líneas x 0,50 m entre plantas = 20.000 plantas /ha
- 1 m entre líneas x 0,33 m entre plantas = 30.000 plantas /ha.
- 0,75 m entre líneas x 0,40 m entre plantas = 33.000 plantas/ha
- 0,90 m entre líneas x 0,50 m entre plantas = 22.000 plantas/ha

b) Plantación en líneas simples. Desarrollo planta a 2-4 brazos

- 1 m entre líneas x 1 m entre plantas = 10.000 plantas/ha
- 1 m entre líneas x 0,75 m entre plantas = 13.000 plantas/ha
- 1 m entre líneas x 0,66 m entre plantas = 15.000 plantas /ha.
- 1 m entre líneas x 0,50 m entre plantas = 20.000 plantas/ha
- 1 m entre líneas x 0,50 m entre plantas = 20.000 plantas/ha
- 1 m entre líneas x 0,40 m entre plantas = 25.000 plantas/ha
- 0,90 m entre líneas x 0,50 m entre plantas = 22.000 plantas/ha
- 0,80 m entre líneas x 0,50 entre plantas = 25.000 plantas/ha
- 0,75 m entre líneas x 0,50 entre plantas = 26.000 plantas/ha

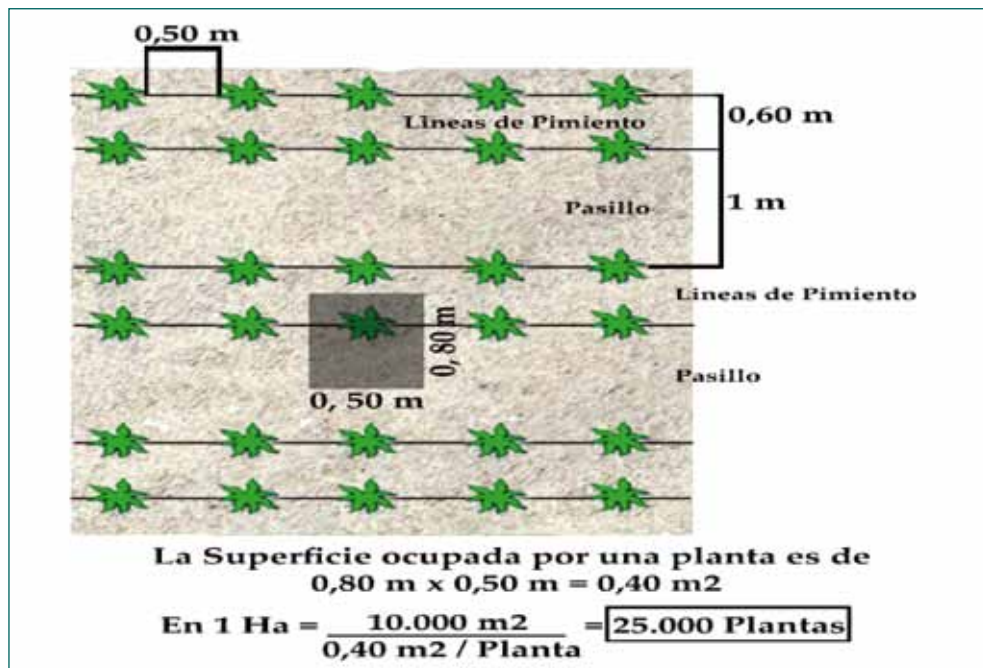
c) Plantación en líneas pareadas o en líneas dobles: Poda a 2 y 3 brazos

- 2 m entre pasillos, 0,50 m entre líneas y 0,50 m entre plantas = 16.000 plantas/ha
- 2 m entre pasillos, 1 m entre líneas y 0,33 m entre plantas = 20.000 plantas/ha
- 1,50 m entre pasillos, 1 m entre líneas y 0,5 m entre plantas = 16.000 plantas/ha
- 1,50 m entre pasillos, 1 m entre líneas y 0,4 m entre plantas = 20.000 plantas/ha
- 1,40 m entre pasillos, 0,60 m entre líneas y 0,5 m entre plantas = 20.000 plantas/ha
- 1,30 m entre pasillos, 0,70 m entre líneas y 0,50 m entre plantas = 20.000 plantas/ha
- 1,20 m entre pasillos, 0,80 m entre líneas y 0,50 m entre plantas = 20.000 plantas /ha
- 1 m entre pasillos, 0,60 m entre líneas y 0,50 m entre plantas = 25.000 plantas /ha
- 1 m entre pasillos, 0,70 m entre líneas y 0,50 m entre plantas = 23.500 plantas /ha

El número de plantas en una superficie determinada, cuando se trata de plantación en líneas pareadas se calcula así:



Fig. 10. Marco de plantación en líneas pareadas.  
Detalle del entutorado



De donde se deduce que:

$$\text{N}^\circ \text{ plantas/ha} = \frac{10.000 \text{ m}^2}{\frac{1}{2} \text{ pasillo (P) en m.} + \frac{1}{2} \text{ línea (L) en m.} \times \text{distancia entre plantas en m (D)}} =$$

$$= \frac{10.000 \text{ m}^2}{((P + L)/2) \times D} = \frac{2 \times 10.000 \text{ m}^2}{(P + L) \times D} \text{ y para cualquier superficie}$$

$$\text{N}^\circ \text{ de plantas} = \frac{2S}{(P + L) \times D}$$

Siendo: S = Superficie de la parcela en m<sup>2</sup>

P = ancho del pasillo en metros

L = distancia entre los líneas de plantas en metros

D = distancia entre plantas de un mismo línea en metros

Ejemplo:

Calcular el número de plantas en un invernadero de 5.000 m<sup>2</sup> con una plantación de pimientos en líneas pareadas o líneas dobles a un marco de:

**Ancho de los Pasillos (P) = 1,5 m**

**Distancia entre líneas (L) = 1 m**

**Distancia entre plantas (D) = 0,50 m**

Aplicando la expresión:

$$\text{N}^{\circ} \text{ de plantas} = \frac{2S}{(P + L) \times D} = \frac{10.000 \text{ m}^2}{(1,5\text{m} + 1\text{m}) \times 0,50\text{m}} = 8.000$$

Esta misma formula puede aplicarse en marcos con líneas sencillas teniendo en cuenta que la distancia entre líneas (L) y la anchura del pasillo (P) son iguales. Siguiendo con la misma superficie veamos la cantidad de plantas que entran en dicha superficie a un marco de 0,50 m entre plantas y 1 m entre líneas.

$$\text{N}^{\circ} \text{ de plantas} = \frac{2S}{(P + L) \times D} = \frac{10.000 \text{ m}^2}{(1\text{m} + 1\text{m}) \times 0,50\text{m}} = 10.000$$

En invernaderos con calefacción como ocurre en Galicia con variedades autóctonas, principalmente y de ellas la mayoría “padrón” y el resto tipo California, con poda a dos brazos, son frecuentes las densidades altas, entre 25.000 y 30.000 plantas por hectárea, con marcos que varían entre 0,25-0,40 m entre plantas y de 0,75-1 m entre líneas. También en otras comarcas con explotaciones climatizadas la densidad es igualmente alta, entre 30.000 y 35.000 plantas por hectárea.

En el sureste tras los 45 días en semillero se trasplanta a un marco de 1 m entre líneas y de 0,40 m entre plantas para conseguir densidades de 25.000 plantas/ha. En invernaderos con calefacción se tiende a densidades mayores entre 30.000 y 35.000 plantas/ha podadas las plantas a 2 tallos.

En Castilla La Mancha son muy empleadas las líneas pareadas en cultivos al aire libre con 1,5 m en pasillos, 0,35 m entre líneas y de 0,30 a 0,33 m entre plantas con densidades cercanas a las 40.000 plantas por hectárea.

Todavía en la región de Navarra se alcanzan densidades de hasta 45.000 plantas por hectárea en cultivos al aire libre con variedades autóctonas, Piquillo y Morrón y del tipo California.

En los invernaderos del valle del Guadalquivir se emplean densidades entre 15.000 y 30.000 plantas por hectárea podadas a 2-3 brazos.

## Plantación

Se entiende por plantación la práctica de introducir en la tierra una planta a profundidad y distancia prefijadas y orientados los líneas según época de cultivo. El pimiento, en la actualidad casi siempre se planta con cepellón, imprescindible con variedades híbridas por el alto coste de las semillas. El trasplante es una práctica delicada que hay que realizar con sumo cuidado, sobre todo en terrenos fuertes y arcillosos. Se realiza a los 40 – 50 días de la siembra en semillero y cuando la planta tiene entre 12 y 15 cm de altura y 8-10 hojas verdaderas. Si las plantas son más grandes hay posibilidad de parada vegetativa y caída de hojas. La siembra directa está muy extendida en los

suelos arenosos, bajo acolchado plástico transparente, y en los cultivos de pimiento destinados a la industria, sobre todo para la obtención de pimentón.

Aunque el pimiento es exigente en calor, hay que cuidar mucho la fecha de plantación ya que es costumbre adelantarse hasta los meses de mayo, junio y julio. En esos meses el ambiente del invernadero está muy caldeado y pueden alcanzarse temperaturas, a medio día, cercanas a los 50° C que caldea con exceso la arena pudiendo dañar los delgados y tiernos tallos de las plantas a menos que el riego con los goteros sea continuo. Por lo tanto es conveniente el blanqueo total del invernadero y no aporcar, rápidamente, con arena la base del tronco hasta que la planta no haya enraizado bien y el tallo esté menos débil y sí más robustecido.

### 1. Prácticas culturales previas a la plantación

Además de los riegos previstos en el semillero, un día antes del arranque de las plantas, se da un riego muy ligero con el fin de que el substrato se esponje y la planta pueda desprenderse con facilidad. Si el cepellón se puede retirar fácilmente se suprimirá dicho riego para evitar que al extraerlo, éste se desmorone.

### 2. Condiciones que ha de reunir la planta para la plantación

Es importante disponer de plantas sanas con un crecimiento mínimo y buen estado sanitario y vegetativo que proporciona un arraigo seguro y desarrollo, debiendo de presentar estas características:

- 8-10 hojas verdaderas.
- Ausencia de daños por plagas y enfermedades en planta y cepellón
- Con el sistema radicular sano y abundante.
- Homogeneidad en altura, unos 12-15 cm.

### 3. Extracción del cepellón

Si se han empleado macetas de plástico, tiesto, etc, se ha de extraer el cepellón con cuidado, al objeto que no se desmorone. Para ello se coge el cuello de la planta entre los dedos de una mano y se pone hacia abajo la maceta. Sostenida de ésta forma, se gira la maceta con la otra mano o se le da un suave golpe en la base, desprendiéndose fácilmente el cepellón.

Si la siembra ha sido en bandejas o planchetas, que es lo habitual en los semilleros, la extracción del cepellón se hace con facilidad sujetando el tallo entre los dedos y tirando con suavidad hacia arriba.

### 4. Práctica de la plantación

Para llevar a cabo con éxito la plantación han de observarse estas normas:

- Con altas temperaturas y escasa humedad ambiental realizar la plantación al atardecer o muy temprano al objeto de evitar o reducir la deshidratación que pueda sufrir la planta.
- Apertura de surquillos entre la arena hasta llegar a la tierra previos al riego y a la plantación.
- El suelo debe de tener el tempero necesario. Unas horas antes del trasplante se dará un riego abundante para el lavado de sales y aportar humedad.



Fig. 11. Apertura de surquillos en la arena previos al riego y la plantación



Fig. 12. Es conveniente dar un riego antes de la plantación y distribuir las líneas portagotoseros

- Distribuir las bandejas por las líneas de plantación para facilitar después su colocación.
- Señalar los puntos, según marco de plantación, donde irán puestas las plantas.
- Apertura de los hoyos mediante plantador, barra metálica o azadilla haciendo un pequeño hoyo algo mayor que el cepellón cuidando de que no se mezcle tierra y arena. El realizar el hoyo con la azadilla evita la compactación del hoyo en tierras fuertes si se hace con barra.
- Introducir la planta en el terreno unos centímetros por debajo de la superficie del suelo, procurando enterrar todas las raíces evitando doblar o partir alguna, y a continuación compactar la tierra alrededor para que las raíces entren en contacto con la tierra y no queden huecos. Procurar no cubrir las hojas cotiledonales ni la zona de unión entre patrón e injerto en plantas injertadas. Hay agricultores, cuando se plantan en tierras muy húmedas, y para reducir los daños por asfixia radicular simplemente depositan el cepellón sobre la tierra descubierta y cubren el cepellón con arena, pero se necesita regar más continuo para facilitar que las raíces del cepellón penetren en la tierra y comience a desarrollarse un buen sistema radicular. Existen en el mercado trasplantadores individuales que abren el hoyo y dejan caer la planta, cubriendo con arena el cepellón. Son muy útiles en cultivos intensivos al aire libre para recolección industrial, no así en los cultivos de invernadero que hasta ahora se realiza manualmente.
- A continuación de la plantación se da un riego de asiento para asegurar un buen contacto de la tierra con el cepellón y que afiance las plantas y facilite su arraigo, y en suelos enarenados, además, para el lavado de sales.

#### 1) Plantación en terreno sin arena

Se abren los hoyos, de tal forma que el cepellón quede algo más bajo en relación con el terreno a fin de aprovechar el agua de riego de posplantación. Una vez colocado el cepellón se cubre de tierra comprimiéndola ligeramente a su alrededor y rellenando los huecos que quedan entre el hoyo y el cepellón, cuidando no dañar las raíces al comprimir las con la tierra. Después se echa una capa de 3-4 cm. de tierra o mejor arena.

#### 2) Plantación en terreno enarenado.

- a) Con riego a manta.- Para ello se retira la arena acordonándola a ambos lados y se deja un estrecho surco por donde discurrirá el agua de riego. A continuación se hacen los hoyos en la tierra, procurando de que sean del tamaño del cepellón, luego se introduce el cepellón, se aprieta ligeramente la tierra a su alrededor y se cubre con 3-4 cm. de arena fina.
- b) Con riego localizado.- Junto al gotero, donde irá situada la planta, se aparta la arena hasta llegar a la tierra, si no se han hecho surquillos previamente, y en esta se abre un hoyo, lo suficiente para colocar el cepellón y se cubre de tierra, comprimiendo ligeramente a su alrededor. Cuando la plantación es en agosto se procurará, hasta pasado 10-15 días del trasplante, no aporcar la planta inmediatamente sobre todo si la arena es gruesa por las altas temperaturas que alcanza,.

En esta fase inicial del cultivo las plantitas están muy expuestas a la infección por hongos del suelo, en tal caso es conveniente la desinfección según se indica en el capítulo sexto. Así mismo son muy sensibles la alta salinidad del suelo y a la del agua de riego.



Fig. 13. Apertura de hoyos para la plantación. El extremo del alambre señala el lugar donde irá el próximo hoyo



Fig. 14. Si no se han hecho surquillos se separa la arena y se abren hoyos en los lugares señalados



Fig. 15. Bandejas de plantas preparadas para el trasplante



Fig. 16. Colocación de la planta con cepellón en el hoyo





Arriba, Fig. 17. Se coloca la planta en el hoyo



Arriba derecha, Fig. 18. Detalle de las plantas recién trasplantadas

Derecha, Fig. 19. En terrenos enarenados, posterior al trasplante, se acostumbra a nivelar la arena



### Crecimiento y desarrollo de la planta

El crecimiento es el aumento irreversible de tamaño que, al principio, es rápido para, posteriormente, disminuir o anularse cuando la planta ya es adulta. El desarrollo, sin embargo, es el paso del vegetal por las diferentes etapas vegetativas: germinación y enraizamiento, floración, fecundación de los frutos o fructificación, engrosamiento y maduración.

Existen diversos factores que intervienen sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas:

- Climáticos.- Es muy importante en cultivos forzados, cuyo ambiente contribuye con eficacia al desarrollo de las plantas. La luminosidad es uno de los factores esenciales para el crecimiento de la planta, para la floración y la maduración del fruto.
- Genéticos.- Característicos de cada variedad de pimiento.
- Suelo.- Su composición química, su textura y estructura influyen decisivamente en el crecimiento y desarrollo de la planta. Es muy importante no excederse en los riegos al inicio del crecimiento para que se pueda formar un potente sistema radicular y reducir los riesgos de asfixia radicular.

La planta de pimiento, lo comentábamos en el capítulo segundo, a partir de un botón en el tallo principal se bifurca de forma dicotómica a una determinada altura denominada "cruz. La primera etapa de crecimiento es de intensa actividad celular apa-

reciendo hojas hasta haber alcanzado la “cruz” en donde el brote terminar acaba en un botón floral y nuevos brotes que darán lugar a la división dicotómica de los siguientes tallos, que al igual que con el tallo principal terminan en otros botones florales y nuevas ramificaciones. En su primera etapa la sección del tallo es redondeada y a medida que crece en altura su sección, poco definida antes de la bifurcación, pasa a cuadrangular en las ramas principales tras la formación de la cruz. Un factor importante es la longitud de los entrenudos de los tallos secundarios que van a influir en la envergadura de la planta, a más longitud mayor emisión de ramificaciones laterales.

Esta es una secuencia de la evolución de una planta de pimiento desde la germinación hasta el momento de la plantación:

Siembra en el semillero: 20 de junio

Primer día germinación: 28 de junio.- Emergen las hojas cotiledonales formando “codo” para empujar el sustrato llevando consigo en su extremo, aún adheridos, la envoltura o resto de la semilla, igual que la germinación de todas las dicotiledóneas. A las pocas horas las hojas cotiledonales se abren, desprenden el resto de la semilla y exponen sus pequeños folíolos a la luz. A las 12 horas de emerger la planta tiene un tallo de 0,5 cm de longitud y de 1 cm hasta el extremo de las hojas.

Segundo día de la germinación: 29 de junio.- Las hojas cotiledonales ya están completamente abiertas, el tallo tiene 1 cm de longitud y 1 mm de grosor; el ancho de la hoja es de 2,5 mm y 1 cm de longitud.

Sexto día de la germinación: Día 3 de julio.- Comienza la iniciación del brote entre las dos hojas cotiledonales, la planta alcanza una altura de 1,5 hasta la base de las hojas.

Décimo día de la germinación: 7 de julio.- Son ya perfectamente visibles las hojas verdaderas, la planta tiene un altura de 2,3 cm.

Continuando con este calendario de crecimiento. A los 15 días de la germinación ya se aprecia ligeramente el inicio de la brotación de la tercera hoja verdadera, y a los 16 días dicha hoja está completamente formada. A los 18 días de la germinación y al día 27 de la siembra la planta posee su cuarta hoja verdadera y una altura de 5 cm con un tallo de 2-2,5 mm de grosor. Así despacio va creciendo la planta hasta que el día 32 de la germinación la planta cuenta con 8-9 hojas verdaderas y una altura de 10-12 cm. Es a partir de este momento cuando la planta ya está dispuesta para la plantación. El grosor del tallo es de unos 4 mm, las hojas tienen 5 cm de longitud y 2,5 cm de ancho. Estas hojas nacidas del tallo tienen un largo pecíolo, tan grande como el limbo y formando un ángulo de 40° unas con otras.

Plantación: 2 de agosto.- A los 8 días de la plantación comienzan a desarrollarse nuevas hojas a partir del brote terminal, fortaleciéndose la planta en el tamaño de la hoja, de nuevas brotaciones y en grosor del tallo. Esta es una etapa delicada para la planta por su sensibilidad a la humedad excesiva del suelo y al calor de la arena que puede estrangular el delgado tallo a nivel del suelo .

A los 16 días del trasplante la planta ya cuenta, hasta la “cruz”, con 12 hojas, tiene 22 cm de altura, 7 mm de grosor y hojas muy desarrolladas, 8 cm de longitud y 5 cm de ancho.

A los 23 días de la plantación la planta alcanza 28 cm de altura, el tallo tiene un grosor de 7 mm, las hojas con pecíolo miden 15 cm y 6 cm de ancho.

A los 27 días del trasplante la planta posee unas 15 hojas verdaderas y se inicia la formación de la “cruz” y la del primer botón floral. La planta tiene 37 cm de altura y un tallo con 8 mm de grosor. También en este período la planta es sensible a las altas temperaturas y baja humedad en el suelo provocando, en caso, la caída de los recién formados botones florales.

A los 30-35 días de la plantación se aprecia claramente el inicio de la formación de 2-3 ramificaciones que posteriormente se ramifican en forma dicotómica. En algunas variedades la bifurcación de la primera cruz no es dicotómica sino que se bifurcan en tres tallos secundarios y que se elevan a la misma altura del tallo principal a partir de las axilas de tres hojas verdaderas. Una semana después, a los 36-40 de la plantación y a partir de los dos o tres tallos formados en la cruz se inicia la dicotomía en cada tallo formado.

A partir de los 45 días de la plantación empieza la floración en las ramas laterales de las segundas cruces. La altura de la planta hasta la primera “cruz” es de 40 cm y 45 cm hasta la segunda “cruz”. En esta fase del cultivo la planta tiende a crecer más en longitud que en grosor. Ya se observan 10 a 15 botones florales y la apertura de varias flores, apreciándose el mayor número de flores en la segunda bifurcación.

A los 45-50 días de la plantación hay muchos frutos cuajados pareciendo como pequeñas bellotas con 4-6 de largo, apreciándose claramente el futuro cáliz y el fruto. La planta alcanza 50 cm de altura y un ancho de cobertura vegetal de 35-40 cm.

A los 2,5 meses del trasplante la planta tiene 70-80 cm de altura, mucha floración y comienza a verse algún fruto para recolectarse. La mayoría de las plantas poseen entre 4 y 8 frutos de 4 a 6 cm de longitud y 2-3 cm de ancho. En plantaciones de otoño-invierno la recolección suele alargarse hasta cercano a los 3 meses. A los 3 meses de la plantación la planta ya alcanza el metro y a los 4- 4,5 meses ya puede tener 1,50 m de altura. Así hasta los 2 m que puede medir dentro de los invernaderos.

En las plantaciones de invierno, si el invernadero no está climatizado, el crecimiento no es tan regular ya que puede retrasarse como así mismo la formación de flores.

### **Este sería un ejemplo de las etapas del desarrollo de la planta de pimiento en cultivo de ciclo largo**

Trasplante se realiza a los 40-50 días de la siembra

Las primeras flores aparecen a los 40 días del trasplante

La recolección es escalonada y se inicia a los 2-3 meses de la plantación con una duración entre 3 y 6 meses dependiendo del ciclo de cultivo. El inicio de la recolección al aire libre puede alargarse hasta los 3-3,5 meses. Si seguimos una secuencia temporal se podría asemejar, dentro de las posibles variantes, a la siguiente:

Siembra en semillero: . . . . .	2 de julio
Germinación . . . . .	0 de julio
Trasplante . . . . .	15 de agosto
Reposición de marras. . . . .	2 de agosto, a la semana del trasplante
Aporcado . . . . .	25 de agosto
Entutorado. . . . .	15-20 de septiembre.

Inicio de la poda . . . . .	15-20 de septiembre
Inicio floración . . . . .	25 septiembre
Inicio fructificación . . . . .	5-10 de octubre
Inicio recolección . . . . .	10 de noviembre, a 85 días del trasplante.
Maduración del fruto . . . . .	15-20 días para pasar de color verde a rojo comercial
Final de la recolección . . . . .	Primeros de mayo
Intervalo entre una y otra cogida . . . . .	10- 25 días dependiendo época
Número de recolecciones . . . . .	Entre 10 a 15
Duración del ciclo de cultivo. . . . .	225 a 275 días desde trasplante
Rendimientos . . . . .	75.000 – 100.000 kg/ha

En invernadero climatizado los rendimientos son mayores, pueden alcanzar 150.000 kg/ha

### CRECIMIENTO DE LA PLANTA DE PIMIENTO



Invernadero recién trasplantado



Planta a los 8 días del trasplante



A los 15 días de la plantación



Cultivo pimiento a los 20 días del trasplante



Planta con 22 días desde trasplante



Aproximadamente, al mes del trasplante



Inicio primera dicotomía 30 días del trasplante



Formación botones florales a 30 días de la plantación



Planta a los 35 días del trasplante



Dicotomía a los 35 días de la plantación



Detalle botones florales a los 40 días plantación



Flor abierta y frutos cuajados, 45 días de la plantación



Fruto a los 2 días del cuaje con pétalos adheridos



Crecimiento fruto al tercer día del cuaje



Fruto de pimiento a los 8 días del cuaje



Inserción del fruto tipo dulce italiano



Cultivo de pimiento en plena producción

### Labores y prácticas culturales después de la plantación

Son aquellas prácticas que se realizan desde la plantación hasta final del ciclo. Una vez preparado el terreno de asiento las labores durante el cultivo se limitarán a:

#### 1. En arena

- Desinfección del terreno.
- Instalación de las líneas portagoteros y riegos de preplantación y posplantación. Con riegos a manta es conveniente, a veces, dar alguna labor para remover la arena.
- Plantación.
- Entutorado, reposición de marras, aporcado, en caso necesario.
- Poda, destallado, deshojado.
- Finalizada la recolección arrancar las plantas, limpiando y nivelando posteriormente la arena.

#### 2. En tierra

- Dar las labores necesarias para que el agua de riego se distribuya uniformemente.
- Realizar labores superficiales entre las líneas de plantas a fin de conservar la humedad del suelo.
- Aportación del abonado de fondo o materia orgánica, si fuera necesario.
- Plantación.
- Reposición de marras.
- Entutorado y aporcado.
- Poda, destallado, deshojado, etc.
- Finalizada la recolección arrancar las plantas.



Fig. 20. Invernadero viejo de palo con restos de frutos, raíces y hojas



Fig. 21. Tras la recolección hay que dejar el suelo del invernadero limpio de restos de cosecha y nivelado

**Riegos.-** Comenzar el calendario de los riegos en cultivo a partir de la semana del trasplante. Dependiendo de la época de la plantación puede ser aconsejable dar algún riego ligero adicional (Véase Calendario de riegos. Capítulo cuarto). En estos primeros riegos, como después veremos en el capítulo sexto, es recomendable agregar al agua de riego un fungicida contra hongos de suelo.

**Reposición de marras.-** Si a la semana de la plantación se observan plantas que no han arraigado, que están dobladas o caídas se sustituyen por otras. En el momento de calcular las plantas, de acuerdo con la superficie a cultivar, hay que incrementar siempre entre un 5 y 7 % más de plantas que se mantendrán en bandejas en lugares abrigados y frescos, humedecidas con ligeros riegos y en condiciones de ser plantadas.

**Aporcado.-** El aporcado consiste en cubrir ligeramente con tierra o arena los pies de las plantas para reforzar el tronco según van creciendo, favorecer la emisión de un mayor número de raicillas secundarias y conseguir un mejor enraizamiento de las plantas, así como un sistema radicular más potente, evitando el contacto continuo de la humedad con el cuello de la planta. En un principio el aporcado en terreno enarenado se empleaba para proteger la planta directamente del agua y construir regueras para el riego en sistemas de riego a manta y se limitaba a cubrir los hoyos abiertos para la plantación. El aporcado suele iniciarse a los 10 días de la plantación, tras el segundo riego. Dependiendo de la mano de obra disponible es una operación que, a veces, no se practica, sobre todo en cultivos que se riegan por goteo y en suelos enarenados ya que en épocas calurosas las temperaturas alcanzadas por la arena pueden provocar quemaduras en el frágil tallo, siendo preferible retrasarlo o incluso no aplicarlo. Si se realiza, se lleva a cabo al atardecer o por la mañana muy temprano.

**Entutorado.-** El entutorado favorece la luminosidad, la aireación de las plantas, adelanta la maduración y facilita las operaciones culturales y los tratamientos. Con el entutorado se proporciona a las plantas sujeción para que puedan crecer y desarrollarse antes de que se tiendan o se inclinen por el peso de los frutos, tallo y hojas, además de evitar la posibilidad de quebrarse los tallos por su gran fragilidad. Para ello se emplean pinzas o clips y cinta procedente de la fibra resistente y flexible de la rafia. A veces las cintas utilizadas en la mayoría de los entutorados no son biodegradable y al estar



rodeando y liada al tallo no son fácilmente separada en los procesos de formación del compost. Por lo tanto hay que ir sustituyendo dicho material por otras cintas biodegradables a base de fécula de patata, maíz, yute etc, y con tan buenas características de resistencia y adaptación a todo tipo de entutorado, ya sea para mallas o con cintas.

Los alambres colocados por encima de los líneas de plantas se sitúan a suficiente altura, dependiendo de la estructura del invernadero, para no entorpecer el crecimiento de la planta. Estos alambres deben de apoyarse en puntos fijos o apoyos verticales para evitar que la estructura del invernadero corra riesgos a causa del peso de los frutos y plantas, sobre todo cuando se está en plena producción.

Hay variadas formas de entutorar el pimiento en cultivos de invernadero. Estas son las más habituales:

- 1) Entutorado vertical.- Se apoya en la poda holandesa por la cual se suprimen todos los brotes por debajo de la “cruz” dejando sólo 2-3 tallos que son los que se entutoran mediante cintas que se atan a la base de cada uno de los tallos, debajo de la “cruz”, y el extremo a la techumbre del invernadero o a hilos de alambre dispuestos para ello, se eliminan los tallos laterales así como las flores de las “cruces”. Conforme crece la planta se irán atando y rodeando cada tallo guía hasta llegar a la altura deseada, tal como se entutora el tomate. Como ayuda, se pueden usar anillas, pinzas o clips que unen las plantas a la cinta de rafia mediante un orificio por donde se introduce el hilo que a la vez sujeta sin necesidad, en este caso, de ir enrollando el tallo a la cinta de entutorar. Este sistema de entutorado es muy utilizado para plantaciones o marcos en líneas pareadas. Con este sistema se incrementa la mano de obra, pero por otra parte es fácil de realizar y se mejora la ventilación e iluminación de las plantas.



Fig. 22. Según crece la planta va rodeando la cinta al tallo



Fig. 23. Detalle de los frutos y tallo en un entutorado vertical



Fig. 24. Formas de sujeción de los hilos horizontales en entutorado tradicional



Fig. 25. También pueden sujetarse los hilos horizontales a pies derechos al principio de los líneas

- 2) Entutorado tradicional.- De no realizarse poda holandesa se entutura a base de hilos horizontales ya sea de rafia o de alambre que rodea el perímetro de las líneas de plantas. Es el entutorado empleado habitualmente. Consiste en colocar una serie de hilos paralelos al suelo a diferente altura, a ambos lados de las líneas de plantas uniendo cada dos hilos enfrentados y opuestos a uno y a otro lado de las líneas con otras cuerdas transversales por entre las plantas; y todos a su vez se suspenden por cintas verticales cada 2 metros siguiendo la línea de plantas y atadas al tejido del invernadero de tal forma que la planta no vuelque por efecto de su altura y el peso de hojas y frutos. A veces estos hilos verticales se sustituyen por largas estacas de madera o metálicas clavadas en el suelo a 2-3 metros de distancia una de otra y con la suficiente longitud para que se sujeten los hilos horizontales. En el extremo de los líneas de plantas se clavan estacas de madera o metálicas con una altura mínima de 1,5 m o bien, como ocurre en algunas regiones, piezas de hierro semejantes a una U invertida con una altura mínima de 1,5 m donde se apoyarán las hileras horizontales. La primera pareja de hilos se colocan a unos 25-30 cm del suelo y por debajo de la “cruz”, con un total de 5-6 parejas de hilos. Estas pequeñas cintas que sujetan los hilos horizontales pueden sustituirse por clips o pinzas de polipropileno o metálicos de unos 6-8 cm de longitud y que sujetan, igualmente, a ambos lados de las plantas los dos hilos horizontales.
- 3) Entutorado con mallas.- Es peculiar en plantaciones de pimientos. Consiste en colocar mayas de plástico horizontalmente y paralelos al terreno, de tal forma que las brotaciones y hojas se apoyen al crecer y se introduzcan por los agujeros que hay entre las cuadrículas de la malla. Esta se sostiene en estacas o palos verticales de madera o metálicos, colocadas cada 5-6 metros, clavados en el suelo o con hilos verticales sujetos a la estructura del invernadero y a cada 1,5-2 metros de distancia. Suelen emplearse varias hileras de mallas situadas a diferente altura, la primera malla se sitúa a 50 cm del suelo, siempre por encima de la primera “cruz” y las restantes entre 40 y 50 cm una de otra. La malla tienen cuadrículas de 10, 15, 20 y 25 cm con suficiente ancho para cubrir la vegetación de las hileras de plantas.



Fig. 26. Sujeción de los hilos horizontales por medio de la cinta vertical



Fig. 27. Otra forma de sujeción de los hilos horizontales es con bridas o ganchos

### **Poda del pimiento**

Con la poda se pretende mantener las plantas con la vegetación suficiente, en sus justos límites, a fin de conseguir precocidad, calidad y mayor producción. Es necesario tener en cuenta que dicho control y conformación del desarrollo estará siempre limitado por la fisiología de la planta. También se persigue con la poda conformar la planta limitando el número de ramas y brotaciones para facilitar las labores culturales y, en ocasiones, incrementar el número de plantas al reducir el marco de plantación. En la actualidad se tiende a reducir las operaciones de poda en beneficio de un buen sistema de entutorado y salvo la eliminación de hojas, de brotes en el tallo principal y ramificaciones secundarias que entorpezcan al aireación los agricultores son reacios a realizar periódicamente operaciones de poda. Cuando se realiza se procede así:

#### ***Tipos de poda en pimiento***

La poda en pimiento aumenta la mano de obra pero se obtiene mayor comodidad y facilidad para la recolección, tratamientos, etc. La supresión racional de hojas y tallos evita, además, las deformaciones que sufren los frutos al quedar atrapados entre el excesivo ramaje. Con la poda se consiguen plantas más sanas, aireadas, con mayor iluminación y menor incidencia de enfermedades aéreas, principalmente botrytis. No obstante, en zonas donde las enfermedades producidas por virus están causando graves daños en las plantaciones, los agricultores son reacios a realizar la poda por la fácil transmisión de la enfermedad a través de los cortes.

Se han llevado a cabo numerosos ensayos para saber cual de las podas de formación, a 2-3 brazos es la más adecuada para el pimiento. De las observaciones obtenidas en dichos tipos de poda no han mostrado diferencias notables entre producción y calidad. No obstante, la poda a 2 brazos presenta en las primeras recolecciones mayor precocidad y frutos de más calidad; sin embargo, con poda de formación a 3 brazos el incremento de producción es algo mayor. Como observación general, la poda a 2-3

brazos produce una ligera precocidad con respecto a la producción obtenida sin limitar el número de brazos, como asimismo se incrementa el número de plantas al estrechar el marco de plantación y disminuir el “vuelo” de la planta. La rentabilidad del cultivo determinará la conveniencia de uno u otro sistema de poda.

En la actualidad, la poda tiende a conformar la planta en 2-3 brazos a partir de la primera cruz, dependiendo del marco de plantación elegido. No obstante, se ha de tener presente que la poda a más brazos necesita tal entutorado que puede dificultar las labores culturales.



Fig. 28. Cultivo de pimiento podado a un tallo



Fig. 29. Poda de formación del pimiento a dos tallos

Al igual que en el resto de hortalizas, es conveniente que toda supresión de materia vegetal se ejecute cuanto antes para no tener que eliminar órganos y frutos muy crecidos y evitar, además, grandes heridas. La poda suele iniciarse al mes del trasplante, siendo conveniente que cada 7-8 días en épocas de primavera-verano y cada 15 a 20 días en otoño-invierno se vaya controlando y eliminando las brotaciones, hojas, flores y frutos según se indica a continuación.

En pimiento suelen llevarse a cabo las siguientes operaciones de poda:

### a) Poda de Formación

Una vez formada la primera bifurcación, la planta de pimiento tiende a conformarse en 3-4 ramas que se bifurcan, posteriormente, en 2 brazos, normalmente, cada una de ellas. Es entonces cuando puede llevarse a cabo la poda de formación en 2-3 brazos a partir de la primera bifurcación. Se indicaba anteriormente que este sistema de poda, de supresión de ramas, ha de estar supeditado a la rentabilidad del cultivo y mano de obra disponible.

- 1) Supresión de brotes en el tronco. - Hasta formada la 1ª cruz o bifurcación, se van eliminando todas las brotaciones que nacen en el fuste o tallo principal de la planta, al objeto de formar un tronco potente y favorecer el crecimiento y desarrollo de las ramas portadoras de frutos. Si no se suprimen dichos brotes, la planta puede sufrir retraso en el desarrollo.



Fig. 30. Poda de formación del pimiento a tres tallos



Fig. 31. Las hojas nacidas en el tronco se eliminan poco a poco cuando ya no sean funcionales

2) Supresión de hojas en el tronco.- Los agricultores, a veces, suelen quitar las hojas que nacen en el tronco de la planta. Esta práctica no es recomendable porque en esa época de crecimiento, dichas hojas son todavía muy jóvenes y sanas, e influyen beneficiando el desarrollo posterior de la planta. Sólo han de eliminarse aquellas hojas que estén en la parte baja de la planta, rozando el suelo, o que puedan ser foco de plagas o enfermedades.

3) Eliminación de “chupones” y ramas.- Todos los tallos “chupones” que nazcan en el tronco, pié de la planta y ramas se suprimirán por completo, son tallos improductivos.

En variedades muy vigorosas, a veces, puede ser conveniente suprimir alguna rama con el fin de facilitar la conformación de la planta y mejorar su ventilación.

En el levante español es habitual conformar la planta en 3 tallos guías principales, sin tallos secundarios, dejando entre 5-6 frutos por tallo. Una vez formado el armazón de la planta se entutoran los tres brazos de forma independiente y vertical. Los frutos de la cruz se eliminan así como los brotes que nazcan por debajo.

b) Poda de producción o de fructificación

b.1) Aclareo de hojas en tronco y ramas.- Las hojas nacidas en el tronco y hasta la 1ª cruz sólo se irán eliminando cuando ya no sean funcionales, estén envejecidas y puedan ser foco de plagas y enfermedades. Este aclareo se hace paulatinamente y durante todo el período productivo.

Igualmente, en el resto de la planta, se suprimen todas aquellas hojas dañadas por enfermedades y plagas o que entorpezcan la aireación en el interior de la planta, así como los brotes que nazcan en el interior para favorecer la ventilación y la iluminación. Con la aireación en el interior de la planta se reduce el ataque de enfermedades causadas por hongos y bacterias.

b.2) Aclareos de flores y frutos.- Va dirigida a eliminar las flores que aparezca en la primera cruz o los frutos recién cuajados en las primeras cruces y haya excesivo número con el objetivo de obtener frutos de mayor tamaño, uniformes y más precoces, así mismo aquellos frutos dañados por plagas o enfermedades y los muy pequeños.

Con excesiva fructificación, puede ser conveniente, a veces, eliminar algunos frutos a partir de la 1ª bifurcación para favorecer la calidad y tamaño de los restantes. Igualmente, en plantas que han sufrido parada vegetativa por frío, por daño de enfermedades o por acción de los pesticidas. Es aconsejable también realizar un aclarado de frutos para favorecer la aparición de nuevas flores.

3) Despunte.- Se realiza en plantas muy vigorosas y con excesiva vegetación para forzar la aparición de nuevas flores y adelantar la maduración de los frutos.

c) Poda de Regeneración o rejuvenecimiento

Como ya hemos comentado anteriormente este sistema de epoda no es frecuente en cultivos de pimiento en invernadero. No obstante cuando se realiza se lleva a cabo al final del cultivo para forzar una nueva brotación tras el ciclo vegetativo de la planta y conseguir una segunda cosecha. Con esta poda se elimina la mayor parte de la vegetación envejecida, afectada por plagas y enfermedades y se suprimen todas las ramas que han dado producción. La planta responde rebrotando de nuevo.

La poda de regeneración presenta ventajas e inconvenientes.

*Ventajas:*

- Es interesante para rejuvenecer los cultivos de primavera, tras el periodo productivo otoño-invierno, cuando la recolección finaliza a primeros de año, enero o febrero, que o bien se arrancan las plantas para poner otro cultivo, generalmente sandía o melón o llevar a cabo la poda de regeneración teniendo en cuenta las perspectivas del mercado. También podría ser interesante plantar a primeros de año y realizar la poda durante el verano para iniciar la recolección en los meses de octubre o noviembre.
- Al estar ya el cultivo establecido hay un ahorro considerable de gastos en semilleros, plantación, abonado, agua, etc.
- La planta entra rápidamente en producción.

*Inconvenientes:*

- La nueva planta formada presenta, con frecuencia, brotaciones poco vigorosas y hojas con síntomas carenciales. Los frutos producidos son, generalmente, de menor tamaño y calidad.

La práctica de la poda de regeneración es como sigue:

Una vez finalizada la recolección:

- Se cortan todas las ramas por encima de las segundas "cruces" suprimiendo el resto de ramas y brotes, quedando la planta formada por tres o cuatro brazos y dando los cortes por encima de una, dos o tres yemas, de acuerdo con el vigor de la planta. Es recomendable dejar en los extremos de las ramas de 3º orden

cortadas, alguna hoja que haga función de tira-savia. Tras la poda se recomienda dar algún tratamiento antibotrytis.

- Una vez brotada la planta, a partir de las yemas que permanecen latentes, se suprimen todos los brotes del tallo principal, como asimismo se irán eliminando todas las flores nacidas en ramas viejas. En caso necesario, y dependiendo del vigor de las brotaciones, se dará un abonado rico en nitrógeno que ayude a la formación de la nueva planta.

### **Binas y escardas**

La labor de bina consiste en romper la capa superficial que se forma en los terrenos sin enarenar, tras la aplicación de un riego, para favorecer la retención de la humedad y mullir el suelo. En terrenos enarenados es recomendable cuando la capa de arena está apelmazada a consecuencia de las labores de cultivo o por la acción de los riegos a manta. Para ello se remueve la arena alrededor de la planta y se aprovecha para eliminar las hierbas nacidas.

Las escardas tienen por objetivo eliminar las malas hierbas de forma manual o con herbicidas, dentro y fuera del invernadero, fundamental para evitar sean reservorio de insectos vectores de virosis. En cultivos protegidos no es frecuente ni recomendable usar herbicidas por el riesgo de fitotoxicidad, pero sí la aplicación de otros métodos que poseen acción herbicida. En terrenos desnudos, sin acolchamiento de arena, las malas hierbas proliferan fácilmente por lo que la supresión de esta vegetación hay que hacerla bien manualmente o con la utilización de herbicidas adecuados.

Cualquier aplicación de herbicidas en pimiento deberá realizarse con las máximas precauciones y con el asesoramiento técnico oportuno (Véase “malas hierbas”. Capítulo sexto)

### **Alternativas, rotaciones y asociaciones**

Hace ya muchos años que los suelos se enriquecían mediante la aportación de restos de las cosechas, abonados en verde, por el nitrógeno procedente del agua de lluvia o por la aportación de abonado orgánico. En el sistema de cultivo intensivo de invernadero el estiércol va desapareciendo junto al ganado que lo producía, el agua de lluvia ya no causa su beneficio, ya no hay abonados en verde y los microorganismos del suelo se reducen poco a poco por las constantes desinfecciones del suelo, pero lo que sí se mantiene es la capacidad del suelo de conservar una fertilidad potencial si se le aseguran unas buenas prácticas agrarias y un buen uso y manejo del agua de riego y de los fertilizantes.

Sabemos que los agricultores, en su mayoría, implantan una especie vegetal de acuerdo con los beneficios económicos de la campaña anterior, lo que ocasiona frecuentes problemas fitosanitarios y exceso de oferta de algunas especies. Sólo las grandes Asociaciones de Agricultores con influencia en las grandes cadenas de distribución llevan a cabo, aunque muy tímidamente, una racional planificación de cultivos en sus explotaciones.

Se sabe desde hace mucho tiempo que el cultivo reiterado de la misma familia botánica incrementa la posibilidad de plagas y enfermedades de suelo causadas principalmente por hongos, bacterias, nematodos, virus, así como de larvas y adultos de

insectos. La alternancia con rotación de cultivos puede reducir o evitar el desarrollo del ciclo de estos patógenos.

La alternativa puede ser con o sin rotación de cultivos. Si sólo se cultivase pimiento de ciclo largo la alternativa sería anual sin rotación de cultivos. Por el contrario, si en la misma parcela, un año se plantan pimientos y al otro año judías y melones, la alternativa, en éste caso, sería bienal con rotación de cultivos.

Al contrario de las alternativas, en las asociaciones de cultivos ambas especies comparten el mismo suelo, repartiéndose los fertilizantes y el agua de riego según sus exigencias propias. En la actualidad no es habitual en cultivos de pimiento el sistema de asociaciones.



Fig. 32. Asociación de pimiento y berenjena en un invernadero antiguo de palo



Hasta la década de los setenta y a principios de los años ochenta aún se practicaban cultivos de forma asociada. En lo concerniente a pimiento, cuando se asociaba a otra especie hortícola, se plantaba a marcos muy amplios en líneas separadas 3-4 metros y en las que se intercalaban tomates, judías, berenjenas o pepinos. Una asociación típica de aquellos años era plantar pimientos intercalados con judías verdes de mata baja de tal forma que cuando se arrancaban las judías se iniciaba la recolección del pimiento. Al aire libre es habitual la asociación de pimientos con judía verde.

También, y aunque no son recomendables las asociaciones, hay agricultores que aún practican la asociación de pimientos con sandía. Para ello en cultivos de pimiento de ciclo largo a un marco de 1,60 entre líneas y 0,60 m entre plantas se suprimen en diciembre, enero o febrero, según mercados, la mitad de los líneas de pimiento de forma intercalada para plantar sandías entre dichos líneas de pimientos, cuando las rastras de sandía alcanzan las plantas de pimientos estos se arrancan.

En cualquier alternativa con plantas de pimientos se tendrá en cuenta:

- El pimiento no debe de seguir a otra solanácea, como son: tomates y berenjenas
- No repetir el pimiento en el mismo suelo. Si ha habido problemas de Phytophthora no plantar hasta pasado varios años
- El pimiento debe de seguir a una cucurbitácea o a judías verdes
- Por sus exigencias de nutrientes procurar ponerlo en los primeros años del rtranqueo y al principio de la rotación de cultivos
- Es muy importante que las parcelas permanezcan libres de plantas por lo menos 1-2 meses al año.

Como orientación se describen seguidamente algunas rotaciones aconsejables en pimiento y una alternativa para 5 años con rotación de cultivos.

#### 1) Rotaciones

a)

1º cultivo: Pimiento, desde julio-agosto a enero/febrero.

2º cultivo: Melón/judía/calabacín/sandía, desde enero/febrero a Junio.

b)

1º cultivo: Judía verde desde septiembre/octubre a enero/febrero

2º cultivo: Pimiento desde enero/febrero hasta junio/julio

#### 2) Alternativa para 6 años con rotación de cultivos (superficie explotación =100%)

1º año:

60 % Pimiento ciclo largo, desde agosto a mayo.

15 % Tomate, desde septiembre a junio

25 % Judía verde de otoño, mediados de septiembre a enero, seguido de melón.

2º año:

25 % Pimiento de ciclo largo, desde agosto a mayo.

75 % Pepino ciclo corto, desde agosto a enero, seguido de judía verde.

3º año:

- 50 % Tomate ciclo corto, desde agosto a febrero, seguido de sandía.
- 25 % Pimiento ciclo largo, desde agosto a mayo
- 25 % Judía verde de otoño, desde mediados septiembre a enero, seguido de melón.

4º año:

- 25 % Pimiento de ciclo corto, desde agosto a febrero, seguido de calabacín.
- 25 % Pepino ciclo corto, desde agosto a enero, seguido de sandía
- 50 % de judías verdes desde agosto/septiembre a enero seguido de melón

5º año:

- 35 % Pimiento de ciclo largo, desde agosto a mayo
- 50 % Tomate ciclo corto, desde agosto a febrero, seguido de calabacín
- 15 % Berenjena, desde septiembre a junio.

6º año

- 30 % de tomate en ciclo largo desde agosto a mayo
- 20 % de pimiento desde agosto a febrero seguido de melón o sandía
- 30 % de judías verdes desde septiembre/octubre a enero o febrero seguido de calabacín
- 20 % Pepino desde agosto a febrero seguido de tomate

La siguiente alternativa puede seguirse año tras año, en ella se reúnen todas las especies hortícolas típicas de los cultivos protegidos y no se repite la especie en el mismo terreno.

- 40 % Tomate desde mediados de agosto a primeros de febrero seguido de melón.
- 30 % Pimiento desde primeros de junio a final de enero seguido del 15 % de sandía más el 15 % de calabacín,
- 15 % Judía verde de otoño seguido de pepino.
- 15 % Berenjena de ciclo largo, desde septiembre a junio.

Una alternativa de los años 80 para un hectárea de terreno era la siguiente:

Pimiento ciclo corto seguido de melón.....	1.500 m <sup>2</sup>
Pimiento asociado a sandías.....	1.500 m <sup>2</sup>
Tomate ciclo largo.....	2.000 m <sup>2</sup>
Pepino holandés seguido de tomate.....	2.000 m <sup>2</sup>
Berenjena.....	1.500 m <sup>2</sup>
Judía de enrame seguido de calabacín.....	1.500 m <sup>2</sup>

En invernaderos del Valle del Guadalquivir el pimiento se introduce como alternativa de verano, ocupando el terreno desde la segunda quincena de abril hasta primeros de mayo, iniciándose la recolección a final de junio.

## PLAGAS Y ENFERMEDADES DEL PIMIENTO

### Introducción

Las alteraciones de las plantas cultivadas en invernadero causadas por diferentes agentes parasitarios o no parasitarios disminuyen la calidad de los frutos y reducen las producciones, siendo el invernadero, por sus condiciones climáticas ambientales y por la intensidad de cultivos hortícolas a que es sometido, ambiente propicio para la aparición de estas anomalías. Para luchar contra las plagas y enfermedades no es bueno ni suficiente la utilización exclusiva de los fitosanitarios; aunque estos empleados siguiendo las recomendaciones de aplicación no presentan problemas para los agricultores y consumidores.

No hay lugar a dudas del alto nivel tecnológico que caracteriza a la agricultura protegida en la mayoría de las regiones españolas, principalmente en las provincias del área mediterránea que ha seguido al mismo tiempo una especialización de la actividad agraria y especialmente en el control de patógenos, pero también del dinamismo y virulencia de los patógenos, de su aparición continuada en el invernadero y, por lo tanto, la necesidad de proseguir y avanzar en dicha lucha siempre compatible con las exigencias demandadas por los consumidores y el respecto al medio ambiente. No olvidemos que cada vez más se investiga en descubrir mecanismos de defensa naturales en las plantas, que junto al control integrado, la lucha biológica, la lucha química racional y la realización de las buenas prácticas agrarias se está consiguiendo la disminución de los tratamientos fitosanitarios.

Para prevenir y reducir la presencia de dichas plagas y enfermedades hay una serie de medidas que es necesario recordar:

Prácticas preventivas y culturales.

Lucha química racional

Utilización de variedades comerciales tolerantes o resistentes a plagas y enfermedades

Mejora genética.

Control biológico

Control integrado y Producción Integrada.

Rotación de cultivos. Alternativas

A continuación enumeramos y comentamos estas medidas para el control de las plagas y enfermedades, algunas de ellas se consideran normas de obligado cumplimiento por los agricultores.

### **Prácticas preventivas y culturales**

La realización de determinadas prácticas culturales nos pueden ayudar al control de ciertas plagas y enfermedades eliminando directamente a los patógenos o también a prevenir su aparición y propagación.

#### a) Preventivas:

Se consideran medidas preventivas aquellas actividades encaminadas a evitar o retrasar el establecimiento de patógenos en las plantas cultivadas. Estas prácticas se deben comenzar, algunas de ellas, antes de que el cultivo esté implantado.

- Eliminación de malas hierbas dentro y alrededor del invernadero, los residuos vegetales y las plantas afectadas por virus arrancándolas y apartándolas en lugares retirados para después proceder a su quema. La destrucción de las malas hierbas impiden ser reservorios de parásitos además de ser fuente de alimento. Cuando sea posible es conveniente realizar tratamientos de estas plagas en la vegetación espontánea o en los lugares donde pasen el estado de vida latente o de reposo.
- Colocación de mallas en bandas y cubreras de los invernaderos. Las mallas actúan impidiendo la entrada de los insectos al invernadero. Cuanto más densa de hilos sea la malla mayor será su efectividad al conseguir reducir y frenar la entrada de numerosas plagas, pero también será menor la eficiencia en la renovación del aire y podrá presentarse problemas de ventilación. Las mallas recomendadas oscilan entre las densidades de 25 x 25 hilos/cm<sup>2</sup> y las de 10 x 10 hilos/cm<sup>2</sup>
- No realizar asociaciones de cultivos y sí la rotación de cultivos. Con la rotación de cultivos evitamos la repetición de la misma especie vegetal en el mismo terreno y la permanencia de ciertas plagas y enfermedades típicas de un cultivo determinado.
- Marcos de plantación más amplios que permitan una mejor ventilación.
- Empleo de semillas y plantas sanas procedentes de semilleros autorizados eliminando antes de la plantación las que sean portadoras de plagas o enfermedades.
- Utilización de variedades tolerantes o resistentes. Actualmente es uno de los métodos más económicos y fiables de que dispone el agricultor para luchar contra los patógenos.
- Desinfección o, mejor aún, solarización del suelo y la desinfección de la estructura del invernadero.
- Utilización de estiércoles bien fermentados y desinfectados.
- Colocación de doble puerta de entrada con malla de densidad mínima de 10 x 20 hilos/cm<sup>2</sup> para reducir la entrada de insectos
- Incremento de la altura de los invernaderos para mejorar la ventilación
- Empleo de equipos de protección adecuados cuando se emplean fitosanitarios



Fig. 1. Doble puerta en invernadero para evitar la entrada de insectos



Fig. 2. Es imprescindible la eliminación de malas hierbas fuera y dentro del invernadero

#### b) Culturales

- Evitar riegos copiosos. El exceso de agua de riego provoca asfixia de raíces y ataque de hongos del suelo.
- Abonado racional y equilibrado.
- Realizar adecuadamente la poda.
- Eliminar plantas atacadas de virus, y frutos y hojas enfermos.
- Desinfectar las herramientas de trabajo.
- Utilización de trampas cromotrópicas adhesivas, y de feromonas y trampas de luz.
- Tratar heridas de poda para evitar la entrada de virus y podredumbres.
- Mantener las balsas limpias y tratadas para la eliminación de algas.
- No abusar del nitrógeno que hace a las plantas más sensibles a las enfermedades aéreas.
- Utilizar plantas cebo
- No abandonar los restos de cosecha, de plástico y envases dentro y fuera del invernadero

Las trampas cromotrópicas son placas adhesivas fabricadas con plástico rígido y resistente cubiertas por ambos lados de una goma repelente al agua. Es conveniente colocarla unos 8-10 días antes de la plantación para atrapar los restos de plagas que hayan quedado de la campaña anterior y se situarán a 1,5 m. de altura del suelo. Se comercializan en dos colores: azul empleadas contra trips y amarillas para atrapar mosca blanca, minadora, pulgones.

Las trampas de feromonas están construidas de plástico adhesivo en forma de tejadillo o trampa delta, en cuyo interior hay varias cápsulas impregnadas con diferentes feromonas que al atraer a los insectos estos quedan atrapados, y también se fabrican en forma de mosqueros. Las hay de diversos tamaños, todas en forma rectangular, las más habituales en los invernaderos son de 10 cm x 25 cm. y de 40 cm x 25 cm. Las feromonas son sustancias que fabrican los insectos hembra que al dispersarse por el aire atraen a los machos para el apareamiento. Se colocan colgadas del emparrillado del invernadero.

ro en número de 4-5 a 6-10 por hectárea, dependiendo del objetivo de su colocación, si es para control de la plaga o para su captura. El empleo de feromonas además de reducir el número de tratamientos son inocuas para el agricultor y para la fauna auxiliar



Fig. 3. Como medida preventiva para prevenir el ataque de plagas y enfermedades es imprescindible la retirada inmediata de los restos de cosechas



Fig. 4. Polillero-mosquero con feromonas en su interior para captura de insectos.  
(Foto: J.C. Gázquez y A. Soler)

### **Lucha química racional**

Las prácticas preventivas y culturales no siempre dan el resultado esperado por lo que es imprescindible la utilización de productos químicos que han sido hasta hace unos años los únicos que han conseguido mantener un control más o menos eficaz de las plagas y enfermedades. La contaminación del medio ambiente, las resistencias generadas por los parásitos, el perjuicio sobre la salud humana y la contaminación de aguas subterráneas son temas muy importantes para no tenerlos en cuenta.

En la actualidad el control de plagas y enfermedades con productos fitosanitarios es cada vez peor visto por los consumidores, a pesar de los esfuerzos constantes de las empresas de obtener productos eficaces y con reducido poder residual.

Paulatinamente el control químico en las principales provincias productoras con cultivos protegidos está quedando más limitado a tratar focos iniciales y localizados de plagas y enfermedades con materias activas que no causan daño al medio ambiente.

Cualquier tratamiento debe de seguir estas normas:

- Identificar la plaga o enfermedad.
- Seleccionar el fitosanitario adecuado y autorizado específico de la plaga o enfermedad a tratar, que sea poco tóxico y de la menor persistencia, calculando exactamente el volumen de caldo necesario con la finalidad de evitar sobrantes innecesarios.
- En caso de repetir el tratamiento por aumento de la población del parásito alternar los productos con distintas materias activas para evitar la posible aparición de resistencias.

- Seguir fielmente las instrucciones y recomendaciones de las etiquetas de los envases antes de utilizar el producto, especialmente la dosis, plazo de seguridad, toxicología y su compatibilidad. Las etiquetas de los envases proporcionan una información muy valiosa para el usuario entre las que se encuentra: Las características del producto, aplicaciones autorizadas, dosis y modo de empleo, incompatibilidades, precauciones de empleo, plazos de seguridad, etc. etc.
- Tener en cuenta que los productos en espolvoreo alcanzan a mayor población de parásitos, pero hay que prever las condiciones ambientales del invernadero y la dificultad de aplicación para el usuario.
- Coordinar los tratamientos con el empleo de la fauna auxiliar y la utilización de trampas adhesivas y de feromonas, de acuerdo con el imprescindible asesoramiento técnico.
- Seguir estrictamente las normas de manipulación y empleo de plaguicidas: ropa adecuada, guantes, mascarilla o pantalla facial, gorra, gafas protectoras, botas, así como la limpieza y entrega de los envases vacíos y secos en los puntos designados para su recogida.
- Cuando se lleve a cabo el control químico combinado con el control biológico se ha de tener en cuenta la compatibilidad de las materias activas de los plaguicidas con la suelta de los enemigos naturales, sabiendo que hay fitosanitarios que sólo pueden emplearse unas semanas antes de realizar las sueltas y otros que pueden aplicarse tras las sueltas. Otro de los problemas en la aplicación de plaguicidas es la posibilidad de lixiviación con la utilización de fumigantes o de insecticidas aplicados al suelo, por lo que hay que respetar las dosis recomendadas y utilizar la maquinaria adecuada para que el caldo plaguicida se reparta uniformemente y no regar en exceso para evitar la lixiviación.
- Acudir al asesoramiento técnico

### **Utilización de variedades comerciales tolerantes o resistentes a plagas y enfermedades.**

La mejora genética de las plantas se ha venido realizando de forma natural desde los inicios de la agricultura, cuando se seleccionaban plantas más productivas que se adaptaban a otras condiciones climáticas o que representaban cierta resistencia a los ataques de plagas y enfermedades. En los últimos años están surgiendo nuevas posibilidades para luchar contra las plagas y enfermedades.

Con la mejora de plantas por medio de la ingeniería genética en pimiento se ha consiguiendo, entre otras, estas mejoras:

Resistentes a virus. Ya se han obtenido en varias especies vegetales.

Resistencia a condiciones adversas ambientales, muy útil en cultivos de invernadero.

Resistencia a la salinidad.

Detección de fraudes en semillas hortícolas.

Plantas resistentes o tolerantes a plagas y enfermedades, y a virus.

Resistencia a herbicidas

En pimiento se comercializan semillas tolerantes o con resistencia alta o intermedia a:

- Virus el mosaico del tabaco (TMV)
- Virus del Bronceado del Tomate (TSWV)
- Virus el Mosaico del Tomate (ToMV)
- Virus del Moteado Suave del Pimiento (PMMV)
- Virus Y de la Patata (PVY)
- Stip
- Cracking y microcracking

### **Control biológico**

Con el control biológico se pretende combatir las plagas de los cultivos con sus enemigos naturales, ya sean depredadores o parásitos.

A finales del siglo XX el Sector de frutas y hortalizas fue consciente de que la proliferación de plagas y enfermedades de las plantas no se reducía pese a la disponibilidad de fitosanitarios cada vez más efectivos. Entonces se dirigió la mirada hacia la lucha biológica que lentamente, al principio, y muy rápido en la actualidad está alcanzando niveles de gran eficacia. Como ejemplo tenemos la provincia de Almería, cuya superficie, unas 22.000 has, durante la campaña 08/09, dedicada a control biológico en cultivos protegido es considerada la mayor del mundo. El cultivo del pimiento, con unas 7.125 has de control biológico, representa el 95 % de su superficie invernada de pimiento. El resto de cultivos protegidos donde se aplica el control biológico ocupa 14.755 has. y se reparte de esta forma:

Melón . . . . .	4.435 has
Pepino . . . . .	1.890 has
Sandía . . . . .	2.660 has
Tomate . . . . .	2.450 has
Pepino . . . . .	1.890 has
Calabacín. . . . .	770 has
Berenjena . . . . .	660 has.

Las Administraciones autónomas a partir del año 2004 están poniendo a disposición de los agricultores ayudas para el fomento del uso de la fauna auxiliar y la aplicación de medidas obligatorias para prevenir el desarrollo de las poblaciones de insectos vectores de virus.

La lucha biológica utiliza diferentes especies, tanto animales como vegetales, predadores o parásitos de plagas y enfermedades de las plantas. La liberación de hace mediante botes o sobres, cuando se trata de ácaros depredadores, por ejemplo con *Amblyseius swirskii* y *Amblyseius cucumeris* depredadores de mosca blanca y trips se colocan sobres agujereados cerca de las flores y a diferentes distancias, según la dosis de individuos por metro cuadrado que asegure la presencia continua del enemigo natural. Otra forma es utilizar botes que se espolvorean sobre las hojas. También se pueden utilizar cajitas distribuidas por todo el invernadero como ocurre con *Orius laevigatus* depredador de trips. Otras veces se cuelgan botellas o se sitúan en el suelo para que salgan los insectos auxiliares como ocurre con *Aphidius colemani* parásito de pulgones. La dosis de suelta y el número de veces es muy variable, dependiendo del enemigo



natural y la plaga a controlar, desde 1 individuos/m<sup>2</sup> hasta 75 individuos/m<sup>2</sup>. Las sueltas se realizan cuando el ambiente del invernadero no puede causar daño por lo que se recomienda llevarlo a cabo al atardecer o por la mañana muy temprano y siempre posteriormente a las labores culturales de poda y del entutorado.



Fig. 5. Mosca tigre depredadora de mosca blanca, pulgones y minadora sobre una hoja de pimiento

El empleo de insectos y ácaros beneficiosos para el control de los fitosanitarios ha de estar basado en un conocimiento de los ciclos biológicos y de las condiciones ambientales de los invernaderos. Su introducción ha de ser planificada en relación con el cultivo y su desarrollo y el momento de su aplicación. La presencia de plaguicidas incompatibles con los enemigos naturales pueden reducir su eficacia.

Previamente a las sueltas hay considerar algunos aspectos de su utilización.

- Hay que identificar fielmente la plaga que afecta al cultivo y la importancia del daño que está ocasionando, es decir de la densidad de población del patógeno
- Observar si hay presencia de enemigos naturales del parásito
- Asesorarse correctamente de la fauna auxiliar necesaria
- La luminosidad y la temperatura van a jugar un papel importante. Con tiempo cálido sin exceso y días luminosos la efectividad de los enemigos naturales es mayor.
- En la actualidad hay comercializados tanto parásitos como depredadores. En el cuadro siguiente (nº 1) puede observarse las plagas, sus enemigos naturales y su función depredadora o parasitaria
- Al no contar excesivos enemigos naturales polífagos hay que buscar el específico de una determinada plaga. Algunos tienen un rango amplio de parasitismo y depredación (huevos, larvas y adultos).

- Esta estrategia de lucha debe de ser compatible y coordinada con otras prácticas agrarias y con la lucha química racional.
- Siempre que sea posible es más eficaz la utilización de enemigos naturales autóctonos que enemigos naturales foráneos.
- Aunque el control biológico y la producción integrada ha de ser supervisada por personal técnico, los agricultores que realicen tanto control biológico o producción integrada deben de tener una preparación especial, con una serie de conocimientos relacionada con la dinámica de poblaciones de plagas y su interacción con las prácticas y técnicas culturales.

Los enemigos naturales empleados para el control biológico actúan de varias formas:

- Parásitos.- Son insectos o ácaros que atacan generalmente a una sola especie y su desarrollo tienen lugar en el interior de la presa parasitada impidiendo que se complete su ciclo biológico. Pertenecen, en su mayoría, al orden dípteros e himenópteros.
- Depredador.- Se trata de insectos o ácaros que se alimentan de otros insectos o ácaros.
- Entomopatógenos.- Son microorganismos que causan infección a sus presas. Entre ellos se incluyen: hongos, virus, nematodos, bacterias, etc. Son considerados insecticidas biológicos.

Las esporas de los hongos entomopatógenos se depositan sobre el tegumento de la plaga y al germinar le provoca la infección que la debilita y deja de alimentarse. Entre ellos están: *Beauveria bassiana* empleado contra coleópteros y *Verticillium lecanii* contra pulgones y mosca blanca

Entre los virus más empleados está el *Virus de la Poliedrosis nuclear de Spodoptera exigua*.

Los entomopatógenos a base de nematodos atacan principalmente a otros insectos cuyo ciclo se desarrolla casi siempre en el suelo. El más empleado es del género *Heterorhabditis*

Entre las bacterias más utilizadas está el *Bacillus thuringiensis* para el control de larvas de lepidópteros.

El control biológico presenta muchas ventajas aunque también algún inconveniente. Su principal ventaja es que no hay efectos nocivos contra el medio ambiente ni toxicidad contra los trabajadores. Por otra parte la aplicación del control biológico exige amplios conocimientos de los ciclos biológicos de los insectos relacionado con las condiciones climáticas dentro y fuera del invernadero. Si la mayoría de la fauna auxiliar es sensible a los plaguicidas, la acción de los insectos auxiliares no es tan rápida como los fitosanitarios y, a veces, no son selectivos de una determinada plaga aunque últimamente se están empleando enemigos naturales que parasitan o depredan a una amplia gama de patógenos. También hay que tener en cuenta que la no utilización de productos de amplio espectro puede dar lugar a la aparición de otras plagas que no tenían apenas presencia o que permanecían “agazapadas” como ha ocurrido en las últimas campañas como la chinche verde “*Nezara viridula*” y la cochinilla algodonosa *Phenacoccus solani* y que ya han afectado a las plantaciones de pimiento en Almería.

Cuadro nº 1. ORGANISMOS PARA EL CONTROL BIOLÓGICO

Nombre de la plaga	Enemigo natural	Función
<b>TRIPS</b>	<i>Orius laevigatus</i>	Chiche depredadora
	<i>Orius insidiosus</i>	Chinche depredadora
	<i>Amblyseius swirskii</i>	Acaro depredador
	<i>Nesidiocoris tenuis</i>	Chinche depredadora
	<i>Amblyseius cucumeris</i>	Acaro depredador
	<i>Amblyseius degenerans</i>	Acaro depredador
	<i>Amblyseius barkeri</i>	Acaro deredador
	<i>Steinernema feltiae</i>	Nematodo entomoparásito
	<i>Orius albidipennis</i>	Chinche depredadora
	<i>Hipoaspis miles</i>	Acaro depredador
<b>MOSCA BLANCA</b>	<i>Nesidiocoris tenuis</i>	Chinche depredadora
	<i>Macrolophus caliginosus</i>	Chinche depredadora
	<i>Eretmocerus mundus</i>	Himenóptero parásito
	<i>Eretmocerus eremicus</i>	Himenóptero parásito
	<i>Encarsia formosa</i>	Himenóptero parásito
	<i>Verticillium lecanii</i>	Entomopatógeno
	<i>Amblyseius swirskii</i>	Acaro depredador
	<i>Coenosia attenuata</i> (m. tigre)	Díptero depredador
	<i>Lecanicillium muscarium</i>	Entomopatógeno
	<i>Nabis Pseudoferus ibericus</i>	Chinche depredadora
<b>ARAÑA ROJA</b>	<i>Amblyseius californicus</i>	Acaro depredador
	<i>Phytoseiulus persimilis</i>	Acaro depredador
	<i>Feltiella acarisuga</i>	Acaro depredador
	<i>Macrolophus caliginosus</i>	Chinche depredado
	<i>Amblyseius cucumeris</i>	Acaro depredador
<b>ARAÑA BLANCA</b>	<i>Amblyseius californicus</i>	Acaro depredador
	<i>Amblyseius cucumeris</i>	Acaro depredador
	<i>Phytoseiulus persimilis.</i>	Acaro depredador

<b>PULGONES</b>	<i>Chrysoperla carnea</i>	Neuróptero depredador
	<i>Adalia bipunctata</i>	Coleóptero depredador
	<i>Coccinella septempunctata</i>	Coleóptero depredador
	<i>Aphidoletes aphidimyza</i>	Díptero depredador
	<i>Aphidius colemani</i>	Himenóptero parásito
	<i>Aphidius ervi</i>	Himenóptero parásito
	<i>Aphidius matricariae</i>	Himenóptero parásito
	<i>Lysiphlebus testaceipes</i>	Himenóptero parásito
	<i>Aphelinus abdominalis</i>	Himenóptero parásito
	<i>Chrysopa formosa</i>	Neuróptero depredador
	<i>Nabis Pseudoferus ibericus</i>	Chinche depredadora
<b>MINADORA</b>	<i>Coenosia attenuata</i> (mosca tigre)	Díptero depredador
	<i>Dacnusa sibirica</i>	Himenóptero parásito
	<i>Diglyphus isaea</i>	Himenóptero parásito
	<i>Chrysonotomya formosa</i>	Himenóptero parásito
	<i>Diglyphus minoews</i>	Himenóptero parásito
<b>ORUGAS</b>	<i>Coenosia attenuata</i> (mosca tigre)	Díptero depredador
	<i>Hyposoter dydimator</i>	Himenóptero parásito
	<i>Podisus maculiventris</i>	Chinche depredadora
	<i>Trichogramma evanescens</i>	Himenóptero parásito
	Virus de la poliedrosis nuclear de <i>Spodoptera exigua</i>	Entomopatógeno
	<i>Bacillus thuringiensis</i>	Entomopatógeno
	<i>Nabis Pseudoferus ibericus</i>	Chinche depredadora
<i>Steinemena carpocapsae</i>	Nematodo entomopatógeno	

Cuadro 2. PROTOCOLO DE CONTROL BIOLÓGICO EN PIMIENTO (BIOBEST 2010)

PLAGA	DOSIS	FRECUENCIA	DOSIS TOTAL	MOMENTO Y FORMA DE SUELTA
Trips	100 placas/ha	*	100 placas/ha	Colocarlas desde inicio del cultivo hasta realización de sueltas o como tratamiento curativo en zonas o momentos críticos. Colocar una feromona (Thripher)/placa , 20 cm sobre la planta, dejando 8-10 metros entre cada placa y al tresbolillo
	100 mill/ha	4-5 tratamientos	*	Desde la primera semana del cultivo hasta la realización de las primeras sueltas de auxiliares. Aplicación vía foliar. Aplicar en las horas más frescas del día, a baja presión (10 atm) con filtros y boquillas mayor de 1 mm y mojado bien el envés de las hojas.
	0,5-1,5 ind/m <sup>2</sup>	3-4 introducciones	3-4 ind/m <sup>2</sup>	Comienzo de las sueltas con al menos un 10% de las plantas con flor. Realizar las primeras sueltas en cajitas y cuando el cultivo tenga porte directamente sobre las plantas. Repartir en puntos de suelta donde exista entrada de plaga.
	25-50 ind/m <sup>2</sup>	1-2 introducciones	75-100 ind/m <sup>2</sup>	Comienzo de las sueltas con al menos un 10% de las plantas con flor. Repartir el sustrato sobre las plantas en caso de utilizar botes. Colocar los sobres en la cruz de la planta y protegido de la luz en caso de utilizar sobres. Repartir por todo el invernadero reforzando zonas de entrada de plaga
Mosca blanca	100 placas/ha	*	100 placas/ha	Colocarlas desde inicio del cultivo hasta realización de sueltas o como tratamiento curativo en zonas o momentos críticos. Colgarlas 20 cm sobre la planta, dejando 8-10 metros entre cada placa y al tresbolillo.
	2-3 ind/m <sup>2</sup>	Semanal	10-15 ind/m <sup>2</sup>	Empezar con la aparición de las primeras larvas de mosca. Homogeneizar el sustrato del bote girando suavemente y repartir cada bote en 10-15 cajitas (Biobox). Colgar las cajitas en el cultivo, protegidas de la luz. Repartir por todo el invernadero, reforzando zonas de entrada de mosca blanca. Aplicar <i>Encarsia f.</i> en caso de <i>Trialeurodes v.</i>
	25-50 ind/m <sup>2</sup>	1-2 introducciones	75-100 ind/m <sup>2</sup>	Comienzo de las sueltas con al menos un 10% de las plantas con flor. Repartir el sustrato sobre las plantas en caso de utilizar botes. Colocar los sobres en la cruz de la planta y protegido de la luz en caso de utilizar sobres. Repartir por todo el invernadero reforzando zonas de entrada de plaga

Pulgón	Planta reservorio	1 maceta por 2000m <sup>2</sup>	Colocarlas 1 sola vez y reponer	1 maceta por 2000m <sup>2</sup>	Sembrar cereal y colocarlas en lugar del invernadero con buena iluminación y agua. Cuando esta alcanza unos 10 cm, realizar la suelta del pulgón específico. Cuando el pulgón específico ( <i>Rhopalosiphum padi</i> ) ha colonizado el cereal, soltamos de 1 bote de <i>Aphidius colemani</i> sobre cada planta reservorio.
	<i>Aphidius colemani</i>	0,1-0,3 ind/m <sup>2</sup>	2-4 introducciones	0,3-0,5 ind/m <sup>2</sup>	Realizar la suelta directa de <i>Aphidius colemani</i> en el foco en caso de tener pulgón. Si no tenemos pulgón, realizamos la suelta de <i>Aphidius colemani</i> rociando el contenido del bote sobre la planta reservorio.
Araña roja	<i>Phytoseiulus persimilis</i>	20 ind/m <sup>2</sup> en foco	1-2 introducciones	20 ind/m <sup>2</sup> en foco	Realizar las sueltas en el foco con presencia de araña roja. Homogeneizar el contenido del bote y espolvorear sobre la planta infectada y las plantas que están alrededor del foco.
	<i>Amblyseius californicus</i>	10 ind/m <sup>2</sup> en foco	2-4 introducciones	0,5-1 ind/m <sup>2</sup>	Realizar las sueltas en el momento de la floración cuando actuemos de forma preventiva o directamente en el foco de araña roja cuando sea de forma curativa. Homogeneizar el contenido del bote y espolvorear sobre la planta infectada y las plantas que están alrededor del foco.
Oruga	<i>Bacillus thuringensis</i>	Dosis de etiqueta	*	Dosis de etiqueta	Realizar aplicaciones desde inicio del cultivo, utilizando la cepa de <i>Bacillus</i> adecuada a la especie y alternando estas cepas. Aplicar con el principio de desarrollo de las larvas, cubriendo homogéneamente el follaje de las plantas.
	Trampa de feromonas	3-5 trampas/ha	*	3-5 trampas/ha	Colocar trampas con la feromona específica de cada plaga. Colgarlas desde inicio del cultivo sobre el cultivo y alejada unos metros de las ventanas laterales y cenitales. Sustituir la feromona a las 8-10 semanas.

**Estrategia de control biológico en pimiento (AGROBIO)**

- a) Control de mosca blanca.- La mosca blanca aparece en el invernadero desde la primera semana del cultivo por lo que es importante iniciar las sueltas de *Eretmocerus mundus* lo antes posible. A partir de la 2ª o 3ª semana soltar de 2-4 individuos/m<sup>2</sup> semanalmente hasta detectar abundante parasitismo en las plantas.

En la 3ª o 4ª semana introducir 0,5 individuos/m<sup>2</sup> durante dos o tres semanas. Marcar los puntos de suelta y vigilar el desarrollo de la población. Soltar solamente en zonas con presencia de mosca blanca ya que esta pequeña avispa necesita presa para desarrollarse.

- b) Control de trips.- Las sueltas de organismos beneficiosos contra el trips se realizan de forma preventiva en cuanto aparecen las primeras flores, ya que *Amblyseius cucumeris* como *Orius* se pueden alimentar de polen.

Soltar un sobre/m<sup>2</sup> de *Amblyseius cucumeris* con las primeras flores, normalmente sobre la 4ª semana. Mantener una humedad relativa por encima del 60 %. Inmediatamente de soltar *Amblyseius* comenzar las sueltas de *Orius* de 0,5 a 1 individuos/m<sup>2</sup> semanalmente durante 2 o 3 semanas. Posteriormente no destallar ya que se eliminarían las puestas de *Orius*.

- c) Control de pulgón.- Es importante localizar los focos lo antes posible. De forma preventiva se puede usar el sistema de la macetas de cereales. Se introducirán entre principios y mediados de septiembre cuando las temperaturas no sean demasiado altas. (*Aphidius* no trabaja bien con altas temperaturas y no controlará el pulgón de las macetas, que se desarrollará hasta colapsarlas). Introduciremos 8 macetas/ha en lugares con suficiente iluminación sin necesidad de distribuirlas por todo el invernadero sino que pueden mantenerse juntas. Una semana después se soltará 1 bote de *Aphidius* cada 8 macetas. Hay que reponer cada 3 semanas 4 macetas /ha.

Si no usamos el sistema de las macetas de cereales hay que soltar 0,2 individuos/m<sup>2</sup> de *Aphidius* en cuanto se detecten los primeros pulgones por lo que hay que estar muy atentos y buscar los focos por todo el invernadero. Repetir estas sueltas semanalmente hasta detectar un alto porcentaje de pulgones parasitados. Si los focos están muy desarrollados soltar también *Aphidoletes*.

- d) Control de araña roja.- Es muy importante la detección precoz de los primeros focos. Con buena floración soltar de forma preventiva 2 individuos/m<sup>2</sup> de *Amblyseius cucumeris*. En cuanto aparezcan las primeras arañas soltar 20 individuos/m<sup>2</sup> de *Phytoseiulus persemales* localizados en focos y 2 individuo /m<sup>2</sup> por todo el invernadero.

- e) Control de araña blanca.- Espolvoreos de azufre la primera semana después del trasplante. Aplicar azufre mojable cada 10-15 días. El uso de quemadores de azufre se ha demostrado como buen sistema de control de araña blanca y oidio, compatible con los organismos beneficiosos. Tanto *Amblyseius cucumeris* como *Amblyseius californicus* se alimentan de araña blanca pero no la controlan por completo.

f) Control de orugas.- Tratamiento con *Bacillus thuringiensis* cada 10-15 días.

### ***Lucha integrada y producción integrada***

No caben dudas de que los nuevos sistemas de control de plagas y enfermedades deben dirigirse hacia el empleo de nuevas técnicas como ya se viene haciendo desde hace varios años y que se ha visto realizada con la publicación y puesta en marcha de los Reglamentos de la Producción Integrada.

Según la Organización Internacional de Lucha Biológica (OILB) la producción integrada es un “Sistema de cultivo que, siendo capaz de mantener la productividad, rentabilidad y competitividad de la explotación, sea de utilidad para la sociedad actual y futura, produzca alimentos de alta calidad, conserve y utilice los recursos y mecanismos naturales y aplique medios técnicos aceptados por la sociedad, que reemplace los insumos contaminantes y aseguren una producción sostenible, garantizando el mantenimiento del medio ambiente y la salud de las personas”

La lucha integrada es una estrategia para combatir las plagas que combina y coordina las buenas prácticas agrarias y los agentes biológicos naturales dejando como última alternativa la utilización de plaguicidas solamente cuando el daño de las plagas rebasa un umbral que hace antieconómico el cultivo. Con el sistema de lucha integrada se pretende armonizar todos los métodos conocidos para mantener las poblaciones de parásitos a niveles razonables.

Por otra parte la producción integrada, se considera como el sistema completo de producción. Coordina los métodos de lucha biológica con la aplicación conjunta de productos químicos contra plagas y enfermedades, diferenciándose de la producción ecológica en que se utilizan abonos y pesticidas; aunque eso sí, limitando su uso a las dosis y a las materias autorizadas en los Reglamentos de Producción Integrada.

La utilización conjunta de fauna auxiliar y fitosanitarios puede presentar problemas para los enemigos naturales, insectos y ácaros, por lo que la producción integrada siempre está dirigida y asesorada por personal técnico que valora en cada momento la dinámica a seguir. También hay diversos organismos, entre ellos, la Organización Internacional para la Lucha Integrada (OILB) que se encargan, entre otros, de los estudios toxicológicos previos al registro de plaguicidas a emplear y el asesoramiento a Empresas que realizan Producción Integrada. La Producción Integrada está regulada a nivel nacional por el R.D. 1201/2002 de 20 de noviembre.

A partir del año 2008 a la norma AENOR UNE 15500 de producción controlada se le ha añadido una parte específica relativa al uso de técnicas de control biológico en cultivos hortícolas de invernadero. AGROCOLOR es la responsable de realizar las auditorías de la norma en España peninsular y Canarias. También dicha norma al ser homologada por GLOBAL G.A.P. la producción española mediante control biológico será reconocida en todos los mercados europeos.

La lucha integrada ha sentado las bases para dar confianza a los consumidores y, sobre todo, a las grandes cadenas de comercialización del pimiento con especial mirada a terceros países que no han dado prioridad a las estrategias de control integrado y no ofrecen a los consumidores hortalizas sanas y libres de residuos.

El control integrado tiene en cuenta las buenas prácticas agrarias, entre las que se encuentran:



- El correcto manejo del clima, de los riegos y del abonado
- La eliminación de las malas hierbas, de los restos vegetales y de las plantas dañadas por patógenos.
- El uso de variedades resistentes o tolerantes
- La garantía sanitaria de las semillas y plántulas
- Evitar las altas densidades de plantación
- No plantar cultivos asociados
- Empleo desde el inicio del cultivo de trampas para captura de insectos
- Realización de podas, destallados y limpieza de hojas evitando grandes heridas
- Instalación de mallas con una densidad mínima de 10 x 20 hilos/cm<sup>2</sup> tanto en la cubrera y bandas de los invernaderos como en la puerta de entrada, así como la instalación de doble puerta.
- Limpieza del invernadero y tratamiento al suelo y a la estructura. Desinfección del suelo mediante solarización
- Realizar sólo los tratamientos químicos mínimos imprescindibles, con productos compatibles con los enemigos naturales y polinizadores, y suspender los tratamientos dos días antes de la suelta de la fauna auxiliar.

La producción integrada no sólo comprende los sistemas de producción sino también las operaciones posteriores, como son la manipulación, envasado y comercialización de los productos. Regula, además, la identificación que diferencia los productos ante los consumidores. Para el año 2014 la U.E., entre sus objetivos, para reducir el riesgo del uso de los fitosanitarios, está la obligación por los agricultores de la implantación de la Producción Integrada en su sistema productivo.

El cultivo del pimiento es el que acogido con mayor intensidad los beneficios de la producción integrada. Solamente en Almería durante la campaña 09/10 están acogidas a este sistema de cultivo 5.650 has, prácticamente, el 90 % de la superficie cultivada. En el resto de cultivos el porcentaje medio es del 50 %, destacando el melón y la sandía como los más representativos.

En lo que se refiere al control integrado en pimiento véase el siguiente cuadro nº 3 de acuerdo con el Reglamento Específico de Producción Integrada en Pimiento bajo abrigo de la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía expuesto en la Resolución de 8 de septiembre de 2009 que desarrolla el Decreto 245/2003 por el que se regula la producción integrada.

Cuadro 3. Estrategia de control integrado en pimiento \*

MÉTODOS DE CONTROL					
Plaga o enfermedad	BIOLÓGICOS		QUÍMICOS		
	Fauna autóctona	Fauna auxiliar	Permitidos	Permitidos con restricciones	OTROS
Araña roja Tetranychus urticae Tetranychus turkestani Tetranychus evansi	Neoseiulus californicus Scolothrips longicornis	Feltiella acarisuga Neoseiulus californicus Phytoseiulus persimilis	azadiractin azufre mojable flufenoxuron hexitiazol tetradifon	Abamectina(3+4) Piridaben(2+4)	Evitar dispersión mediante operaciones culturales
Araña blanca Polyphagotarsonemus latus	Neoseiulus californicus	Neoseiulus cucumeris	azadiractin azufre mojable tetradifon	Abamectina (3+4)	Evitar dispersión mediante operaciones culturales
Mosca blanca Bemisia tabaci	Eretmocerus mundus Encarsia lutea Encarsia transversa Encarsia pergandiella	Eretmocerus mundus E. erenicus Macrolophus Calliginosus Verticillium Iecanii	Azadiractin Beauveria Bassiana (prod. Biológico) Buprofezin Imidacloprid (riego) tebuzenuron	alfacipermetrin (4) bifentrin (4) pimetrozina (3) piridaben (2+4)	trampas cromotrópicas Amarillas, medidas culturales y preventivas
Pulgón Myzus persicae Aphis gossypii	Aphidius natricariae Aphidius spp. Lysiphebus testaceipes Praon volucre	Aphidius Colemani Aphidoletes Aphidimyza Lysiphebus testaceipes	azadiractin Imidacloprid (riego) pirimicarb (no controla A. gossypii)	alfacipermetrin (4) deltametrin (4) imidacloprid (4+6) lambda cihalotrin (4) pimetrozina (3)	Aplicaciones jabonosas Aumentar nº de trampas cromotrópicas amarillas

Trips Frankliniella occidentales	Neosiulus barkeri Orius albidipennis Orius laevigatus Orius niger	Neoseiulus cucumeris Amblyseius Degenerans  Orius Albidipennis Orius laevigatus  Orius mayusculus	Azadiractin  lufenuron	acrintrin (4) deltamethrin (4) malation (4) formetanato (3+4)	Aumentar nº de trampas cromotrópicas amarillas  Eliminar plantas con virus
ORUGAS Spodoptera exigua S. litoralis Helicoverpa armigera Heliothis armigera H. pertigera Autographa gamma Chrysodeisisis chalcites	Hiposoter didimator Sinophorus sp. Virus de la polliedrosis nuclear de Spodoptera exigua	Trichogramma evanescens	Azadiractin  Bacillus thuringiensis (prod. Biológico)  flufenoxuron  lufenuron  tebofenocida	clorpirifos (cebo) (3+4)  teflubenzuron (6)	Eliminación de frutos dañados
NEMATODOS Meloitogyne sp.				cadusafos (3+8) oxamilo (3+8)	Solarización Mantener buen nivel de materia orgánica Eliminación de Plantas afectadas

<p><b>OIDIOPSIS</b> Leveillula taurica</p>			<p>azufre mojable bupirimato fenarimol hexaconazol nuarimol penconazol pirifenon triadimenon triadimenol</p>	<p>miclobutanil (3) miclobutanil + dinocap (3) kresoximmethyl (3)</p>	<p>Eliminación de Malas hierbas y restos de cultivos</p>
<p><b>PODREDUMBRE GRIS</b> Botrytis cinerea</p>			<p>diclofluanida + tebuconazol ipridiona procimidona tebuconazol</p>	<p>clortalonil (3) diclofluanida (3)</p>	<p>Evitar humedad Eliminar plantas y frutos enfermos Aplicación pasta funguicida en tallos Evitar exceso de vigor</p>
<p><b>SECA O TRISTEZA</b> Phytophthora capsici</p>			<p>propamocarb</p>	<p>etridiazol (1)</p>	<p>Eliminación restos de cosecha Evitar excesos en riegos Solarización Tratar agua riego</p>
<p><b>ROÑA BACTERIANA</b> Xanthomonas campestris pv vesicatoria Podredumbre blanda Erwinia carotovora Subsp. carotovora</p>			<p>mancozeb</p>	<p>compuestos cúpricos (7)</p>	<p>Ventilación y riego adecuados. Evitar exceso de hu- medad ambiental Desinfección de herramientas Eliminar órganos enfermos Evitar heridas de poda Abonado equilibrado</p>

- (\*) Restricciones de uso
- (1) Aplicar sólo al inicio del cultivo
  - (2) No realizar más de un tratamientos por campaña
  - (3) No realizar más de dos tratamientos por campaña
  - (4) Utilizar cuando las materias activas permitidas sin restricciones no hayan sido efectivas
  - (5) No utilizar para *Helicoverpa* spp.
  - (6) Sólo en tratamientos localizados
  - (7) Sólo en tratamientos al cuello de la planta
  - (8) Sólo aplicado al agua de riego

### Rotación de cultivos. Alternativas.

(Véase: Alternativas, rotaciones y asociaciones en el capítulo quinto)

## PLAGAS AÉREAS

Para el control de cada una de las plagas y enfermedades que se relacionan a continuación se indican los fitosanitarios autorizados, así como la fauna auxiliar recomendada para el control biológico y los plaguicidas utilizados en Producción Integrada que se indican por medio de (P:I.). Se han omitido algunas de las prácticas preventivas y culturales, ya relacionadas anteriormente, con el fin de evitar la reiteración, excepto de aquellas que por sus características propias conviene insistir y recordar.

### Pulgones

Son varias las especies de pulgones que atacan al pimiento en invernadero, entre las más habituales están:

*Myzus persicae* (Sulzer) o pulgón verde del melocotonero

*Aphis gossypii* (Glover) o pulgón del algodónero

*Aphis craccivora* o pulgón de las leguminosas

El pulgón verde del melocotonero junto al pulgón del algodónero son las especies más comunes en los cultivos protegidos, siendo el primero el que más afecta al pimiento.

Los pulgones son insectos homópteros pertenecientes a la familia *Aphididae*, comúnmente conocidos con el nombre de “piojillos” distribuidos principalmente por las zonas templadas. Están ampliamente extendidos y aunque difiere de una especie a otra presentan como características las siguientes: Aspecto más o menos globoso, tamaño medio entre 1-3 mm, de cuerpo blando, distinguiéndose cabeza, tórax y abdomen en las formas aladas, y de color verde o negro generalmente.

La distribución en el cultivo suele ser por focos, lo que facilita los tratamientos y su control, notándose su presencia en el envés de las hojas y en los tallos jóvenes y tiernos, ya que prefiere para su alimentación los órganos de las plantas en desarrollo en cualquier etapa del ciclo de la planta, aunque preferentemente durante las épocas cálidas.

**Daños producidos.-** Los pulgones pueden causar daños directos a las plantas a causa de la succión de la savia por las picaduras de ninfas y adultos que paraliza el crecimiento de los órganos afectados con aspecto de rizado, abarquillado de las hojas, deformación, debilitamiento generalizado, retraso en el crecimiento, así como pérdida

de la calidad de los frutos por la melaza segregada y que son medio para el desarrollo del hongo que causa la “negrilla”.

Como daños indirectos los pulgones son vectores en pimiento de los virus:

El pulgón verde del melocotonero y el pulgón del algodón transmiten el Virus del Mosaico del Pepino (CMV) y el Virus Y de la Patata (PVY). Además el pulgón verde del melocotonero, muy raramente, transmite el Virus del Mosaico de la Alfalfa (AMV).

### Recomendaciones y tratamientos

#### *Prácticas preventivas y culturales*

Las trampas adhesivas de color amarillo son atrayentes de los adultos alados desde el inicio del cultivo lo que puede ayudar para detectar los primeros focos de la plaga y su evolución, también conviene vigilar que no haya roturas de los plásticos, y es imprescindible eliminar las plantas afectadas por virosis.

#### *Control biológico:*

Existen muchos enemigos naturales de los pulgones, por ello, a menudo puede apreciarse un cierto control de la plaga; aunque en la mayoría de los casos no resulta suficiente debido, en parte, a que los tratamientos insecticidas suelen eliminar toda la entomofauna auxiliar.

Los depredadores de pulgones más importantes son:

La que vulgarmente se le conoce como “mariquita”, coleóptero, cuya especie *Coccinella septempunctata* es la más común, y su acción depredadora la lleva a cabo tanto en estado adulto como en forma de larva.

Las crisopas, insectos del orden neuróptera, como es *Chrysoperla carnea* y *C. formosa*. No sólo son depredadores de pulgones sino que también sus larvas y adultos combaten otras plagas, como es el caso de orugas de lepidópteros.

*Aphidoletes aphidimyza*, mosquito depredador que actúa principalmente por la noche, sus larvas perforan y succionan el cuerpo del pulgón. Otros depredadores utilizados contra pulgones son la chinche *Nabis Pseudoferus ibericus* y el coleóptero *Adalia bipunctata*.



Fig. 6. Pulgones en hojas de pimiento



Fig. 7. El coleóptero *Coccinella septempunctata* o “mariquita” es un eficaz depredador de pulgones

También se está empleando *Coenosia attenuata* conocida por la “mosca tigre” por su gran capacidad de depredación, tanto en estado de larva como de adulto. Hay que tener en cuenta que este díptero polífago puede depredar igualmente fauna auxiliar utilizada en los programas de control biológico.

Entre las especies parásitas se han identificado varias: *Aphidius ervi*, *A. colemani* y *Lysiphlebus testaceipes*.

Productos biológicos.- Existen preparados de los parásitos *Aphidius matricariae*, *A. colemani* y *A. aphidimyza*, así como del hongo patógeno *Verticillium*.

#### Control químico:

Al observarse los primeros focos de ataque hay que tratar rápidamente dichos rodales o cuando el nivel de parasitismo sea superior al 60 % alcanzando bien el envés de las hojas. Con daños intensos se recomienda la utilización de productos con acción sistémica.

Si es necesario repetir el tratamiento alternar productos con diferente materia activa para evitar la posible aparición de resistencias con algunas que contengan las materias activas que a continuación se relacionan para cultivo de pimiento. Los señalados con (PI) son los autorizados en Producción Integrada de pimiento en cultivo protegido.

Azadiractin(PI), acetamiprid, alfacipermetrin, deltametrin, bifentrin, cipermetrin, imidacloprid, metil pirimifos, lambda cihalotrin, oxamilo(PI), pimetozina(PI), pirimicarb(PI), tiacloprid(PI). zeta-cipermetrin, etc.

### Mosca blanca

Los adultos de: *Bemisia tabaci* (Genn.) conocida por la mosca blanca del tabaco y *Trialeurodes vaporariorum* (West) o mosca blanca de los invernaderos son los que causan los daños en el cultivo de pimiento. Su nombre alude a causa del fino polvillo que las recubre.

Las dos especies de mosca blanca son muy similares, sólo difieren en que *B. tabaci* es más pequeña que *T. vaporariorum* y en que en esta última sus alas se disponen paralelas sobre su cuerpo, superponiéndose, mientras que en *B. tabaci* sus alas forman un cierto ángulo y están algo separadas. *Bemisia* está considerada como una de las plagas que más daño económico ha ocasionado en los cultivos hortícolas. Los adultos hembra de *Trialeurodes* tienen preferencia para su alimentación y oviposición las hojas más jóvenes y tiernas.. Los adultos de mosca blanca pueden observarse casi siempre en la parte superior de la planta y en el envés de las hojas, las larvas se encuentran generalmente en el envés de las hojas.

### Daños producidos

Los daños comienzan cuando la mosca blanca, adultos y larvas, se instalan en el envés de las hojas jóvenes del pimiento donde realizan la puesta..

Existen tres tipos de daños causados por mosca blanca.

- a) Los adultos y larvas se alimentan del tejido celular succionando la savia de las hojas y ocasionando más o menos daño dependiendo, fundamentalmente, del estado fenológico de la planta y de la infestación existente. Si la población es

muy elevada se puede producir debilitamiento de las plantas, clorosis y desecación de las hojas.

- b) Las larvas segregan sustancias azucaradas sobre las que suelen desarrollarse el hongo que ocasiona la “fumagina” o “negrilla”, con aspecto negro que reduce la superficie útil de las hojas y la melaza mancha los frutos, depreciándolos.
- c) La mosca blanca transmite al pimiento el Virus del Rizado Amarillo del Tomate (TYLCV), aunque por ahora no ha causado daños en pimiento al no presentar síntomas, pero sí es un reservorio del citado virus.



Fig. 8 Adulto de *Bemisia tabaci* (Foto Consejería Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía)



Fig. 9. *Amblyseius swirskii* ácaro depredador de mosca blanca (Foto BIOBEST)

## Recomendaciones y tratamientos

### Prácticas preventivas y culturales

- Es recomendable no abandonar los restos de cosechas, pues los brotes tiernos son reservorio. de adultos de mosca blanca.
- Emplear placas adhesivas de color amarillo desde el inicio del cultivo y durante todo el ciclo.

### Control biológico

Entre los enemigos naturales, parásitos de larvas de mosca blanca, se encuentran la siguientes especies:

*Encarsia formosa* y *Encarsia transvena*, avispas parásitas muy eficaces contra ambas moscas, así como también las avispas parásitas de larvas *Eretmocerus eremicus* y *E. mundus* (parásitos de *bemisia*). *Eretmocerus* es uno de los mejores auxiliares contra mosca blanca, pero es muy sensible a los plaguicidas.

También las chinches depredadoras: *Nabis Pseudoferus ibéricus*, *Nesidiocoris tenuis* y *Macrolophus caliginosus*, (eficientes contra todos los estados de ambas moscas), *Amblyseius swirskii* (ácaro depredador principalmente de *Bemisia*), y el díptero depredador polífago *Coenosia attenuata* (mosca tigre).

Las primeras sueltas de fauna auxiliar se realizarán desde el principio del cultivo, concentrándolas en las zonas más sensibles.



Por otra parte la utilización de hongos entomopatógenos para eliminar mosca blanca presenta ciertas ventajas con respecto a los tratamientos químicos. Estas especies patógenas que pueden controlar a las dos especies de mosca blanca son.:

*Verticillium lecanii*, (principalmente las larvas), *Beaburia bassiana* (PI) y *Aschersonia aleyrodís*.

### Control químico

Aplicar los plaguicidas procurando llegar al envés de las hojas donde se sitúan adultos y larvas, recomendando realizar los tratamientos cuando se observen focos iniciales y alternado las materias activas a fin de evitar resistencias. Cuando haya abundante presencia de melaza es conveniente lavar y disolver dicha melaza con detergente a la dosis de 1 gramo por litro de agua.

Se emplean productos que contengan alguna de las siguientes materias activas. Lo indicado con (PI) son las materias autorizadas en Producción Integrada: Abamectina (PI), acetamiprid, alfa azadiractin, cipermetrin, bifentrin, imidacloprid, lambda cihalotrin, azadiractin(PI), buprofezin(PI), imidacloprid, oxamilo(PI), pimetrozina(PI), piretrinas, piridaben(PI), piriproxifen(PI), spiromesifen, tiacloprid(PI), tiametoxan, teflubenzuron(PI), zeta-cipermetrin.

### Trips

Es un insecto de metamorfosis sencilla denominado *Frankliniella occidentalis*, introducido en la península a mediados de los años 80 ocasionando daños económicos importantes al pimiento como al resto de cultivos hortícolas por su parasitismo polífago. En estado adulto tiene forma alargada y adopta diferentes colores, variando su color de amarillo a marrón oscuro en la hembra mientras que el macho es de color más claro y de tamaño más pequeño. Se propaga muy rápido en el interior del invernadero por su gran poder de adaptación.



Fig. 10. Insecto adulto de Trips (Foto BIOBEST)



Fig. 11. Daños de trips en flores de pimiento

### Daños producidos

Al inicio del ciclo de cultivo la población de adultos se localiza en las hojas, frutos y flores en donde las hembras comienzan a realizar las puestas, principalmente en las flores donde se observan la mayor población de adultos y de larvas nacidas. Posteriormente se observan dos tipos de daños: Los adultos y larvas, al alimentarse de los

frutos y hojas, principalmente por el envés, inyectan su saliva mezclándola con los jugos celulares para después succionar, vaciando las células del parénquima que pierde su coloración natural, dejando un aspecto plateado que posteriormente se necrosan. Las flores presentan problemas en el cuajado por la destrucción de los pistilos, y en los frutos por las deformaciones y pequeñas protuberancias producidas en la zona de inserción del cáliz con el fruto, como también se puede observar necrosis alrededor del pedúnculo. El segundo daño causado indirectamente es la transmisión al pimiento del Virus del Bronceado del Tomate, Tomato Spotted Wilt Virus (TSWV).

### Recomendaciones y tratamientos

Aunque es una plaga difícil de controlar, por su gran movilidad, no presenta gran problema siempre y cuando no se instalen en la planta altas poblaciones de trips. Para conseguirlo es fundamental detectar cuanto antes la plaga y es indispensable llevar a cabo todos los métodos preventivos y culturales aconsejados.

#### *Prácticas preventivas y culturales*

Además de las medidas preventivas y culturales recomendadas anteriormente y como medida preventiva utilizar trampas cromotrópicas azules antes de implantar el cultivo. En relación al color se ha demostrado, según investigadores de BIOBEST, que las placas de color azul claro y celeste claro son más eficaces para capturar trips, la placa azul oscuro captura menos plaga. Igualmente pueden ser interesante alternar las placas adhesivas con la utilización de feromonas para atraer a machos y hembras.

#### *Control biológico*

Las primeras sueltas se realizan desde principio del cultivo para las que se emplean preferentemente los ácaros depredadores: *Amblyseius barkeri*, *A. degenerans*, *A. swirskii* y *A. cucumeris*, y se ha observado un control natural realizado por insectos depredadores, de todos los estadios de trips, del género *Orius*: *Orius laevigatus*, *O. Albidipennis*, *O. majusculus* y *O. Insidiosus* y el ácaro depredador *Hypoaspis miles* que sobrevive en la superficie del suelo.

También se está empleando el nematodo entomoparásito *Steinernema feltiae*, utilizado como enemigo natural de larvas de mosca del suelo, y en aplicaciones foliares puede controlar el trips, así como las formulaciones de los hongos entomopatógeno *Beaburia bassiana* (PI), *Verticillium lecanii* y *Lecanicillium muscarium*.

#### *Control químico*

Es imprescindible intervenir cuando se observe plantas con virus o cuando haya presencia de trips en flores o se aprecien frutos dañados por la plaga, alcanzando bien el envés de las hojas y alternando las materias activas para evitar la aparición de resistencias.

Los insecticidas aconsejados para el control químico del trips en pimiento son los productos fitosanitarios que contienen alguna de las siguientes materias activas. Las indicadas con (PI) están autorizadas en Producción Integrada: Acrinatrín, azadiractin(PI), azufre, deltametrin, cipermetrin, metiocarb, metil clorpirifos, lufenoxuron(PI), oxamilo(PI), piretrinas, spinosad(PI).



Fig. 12. Plántulas de pimiento con restos del daño de trips en semillero



Fig. 13. Galerías producidas por la larva de la mosca minadora

### Minadora de hojas o submarino

Se conocen como minadoras a las larvas de algunos dípteros que realizan la puesta entre el haz y el envés de las hojas tiernas y nuevas. Las larvas al nacer se alimentan del parénquima foliar, construyendo galerías o minas por las que reciben tal denominación.

En la actualidad estas son las especies que pueden encontrarse en los cultivos de pimiento:

*Lyriomiza trifolii* (Burgess)

*Lyriomiza strigata*

*Liriomyza huidobrensis*

*Lyriomiza bryoniae*

### Daños producidos

Los daños son ocasionados por las larvas que se alimentan al excavar las galerías en las hojas. Si dichas galerías no son muy numerosas el daño no es considerable, pero si no es así la planta puede debilitarse al reducirse la capacidad fotosintética de la planta y la posible defoliación. También, una vez realizado el desarrollo larvario, agujerean la epidermis de la hoja y se desplazan al suelo o a otras hojas donde pupan y dan lugar posteriormente a los insectos adultos. Los insectos adultos para alimentarse o realizar la puesta producen picaduras en las hojas.

### Recomendaciones y tratamientos

#### *Medidas preventivas y técnicas culturales*

Además de las recomendadas anteriormente:

Usar trampas amarillas adhesivas para retener a los adultos antes de implantar el cultivo, manteniéndolas durante todo el ciclo.

Con fuertes ataques es conveniente destruir las hojas más afectadas, sobre todo de la parte inferior de las plantas.

Evitar los trasplantes de plantas con síntomas de galerías o picaduras de puestas.

### Control biológico

Las sueltas se realizarán cuando se observen las picaduras de alimentación y las puestas.

Para el control biológico hay varias especies de parásitos de larvas, entre las que se encuentran: *Diglyfus isaea*, *D. Minoeus*, *Dacnusa sibirica*, *Chrysonotomya formosa* y el díptero depredador *Coenosia attenuata* (mosca tigre).

### Control químico

Para que éste tenga eficacia es oportuno tener en cuenta lo siguiente:

- Las larvas jóvenes (galerías pequeñas), son más sensibles, en general, a los insecticidas que las de edad larvaria próximo a pupar (galerías grandes).
- Las primeras horas de la mañana o al atardecer son las más adecuadas para realizar los tratamientos fitosanitarios, momentos en los que los insectos permanecen más inmóviles sobre las plantas.
- En general es aconsejable tratar cuando haya presencia de adultos o de galerías en plantas jóvenes, en plantas adultas cuando haya más del 20 % de hojas con galerías con materias activas de gran poder penetrante o sistémicos.

Estos productos están autorizados en pimiento. Los indicadas con (PI) se emplean en Producción Integrada: Abamectina(PI), azadiractin(PI), clorpirifos, ciromazina(PI), oxamilo, piretrinas.

### Ácaros

En el cultivo de pimiento en invernadero pueden encontrarse varias especies de ácaros, todas pertenecen a la clase de los arácnidos. Los más importantes y que causan los mayores daños, por su alta capacidad de reproducción en poco tiempo, son: araña roja y araña blanca.

### Araña roja

Entre las especies que mayor presencia tienen en pimiento están:

*Tetranychus urticae* Koch  
*Tetranychus turkestanii* Ugarov & Nikolski  
*Tetranychus evans*  
*Tetranychus ludeni*

Tanto una como otras son ácaros tetraníquidos ampliamente distribuidos, cuyas hembras adultas tienen coloración variable en función del clima: amarillentas, verdoso o rojas, con dos manchas oscuras situadas en los laterales del dorso y de unos 0,5 mm que apenas se ven a simple vista. La primera especie citada es la más común en los cultivos protegidos, aunque los daños causados son similares. Los daños de estos ácaros suelen aparecer en el cultivo por una o varias bandas del invernadero, y son importantes en tiempo seco y caluroso cuando las generaciones de araña roja se suceden rápidamente. Desde aquí van colonizando el resto de las plantas, apareciendo focos dispersos en cualquier punto de la parcela. También pueden iniciarse los ataques a partir de plantas ya infectadas procedentes del semillero o por focos infecciosos existentes en los restos de cultivos y malas hierbas.



Fig. 14. Daños de Araña roja en hojas (Foto BIOBEST)



Fig. 15. Daños de araña blanca en hojas y planta de pimiento

### Daños ocasionados

Los brotes y hojas tiernas de la planta son las primeras en ser atacadas por los adultos, realizando su puesta en el envés de las hojas desde donde emergen las larvas. Los daños son debidos al proceso de alimentación de las larvas, ninfas y adultos sobre las partes verdes de la planta producidas por los estiletes y la reabsorción del jugo celular, manifestándose los primeros daños en el haz de la hoja por punteaduras o manchas blanco amarillentas, observándose en el envés la presencia de telarañas y ácaros en todos sus estadios. Con alta población de estos ácaros se produce una disminución de la superficie foliar, desecación de las hojas e incluso defoliación. El ataque se inicia por las hojas más viejas, pudiendo ocasionar con ataques intensos el secado de la planta, principalmente en los primeros estadios fenológicos de la planta.

### Recomendaciones y tratamientos

#### *Medidas preventivas y técnicas culturales*

Vigilar el comienzo de crecimiento de las plantas en donde los daños pueden ser más graves, detectando lo antes posible la presencia de focos con ácaros y su evolución ya que esta plaga se desarrolla por focos y sobre todo en parcelas con daños anteriores.

#### *Control biológico*

El inicio de las sueltas de organismos para el control biológico comienza al detectarse la presencia de araña roja. Las sueltas se realizarán sobre los primeros focos de la plaga. En el caso de parcelas en donde ha habido ataque en campañas anteriores se podrán hacer sueltas preventivas. En la actualidad hay fauna auxiliar para el control natural de éstos ácaros, por ejemplo:

Los ácaros depredadores *Amblyseius californicus*, *A. swirskii*, *A. andersoni*, *Phytoseiulus persimilis*, el mosquito *Feltiella acarisuga*, así como las chinches depredadoras *Macrolophus caliginosus* y *Nesidiocoris tenuis*.

Además existen preparados biológicos para el control de araña roja a base de *Phytoseiulus persimilis*.

### Control químico

La lucha química debe de comenzar cuando aparezcan los primeros síntomas, dirigidos, sobre todo a los focos iniciales, procurando llegar a todas las partes de la planta donde se desarrolla la plaga y mojando bien el envés de las hojas. Los plaguicidas señalados con (PI) están autorizados en Producción Integrada.

Los acaricidas autorizados son: Abamectina(PI), acrinatrin, azadiractin, azufre en espolvoreo(PI), azufre coloidal, azufre mojabable, azufre molido, bifentrin, fenbutestan(PI), flufenoxuron, oxamilo(PI), piridaben(PI), espiromesifen(PI).

### Araña blanca

Los adultos son de coloración blanquecina amarillenta, siendo los machos de menor tamaño que las hembras y más pequeñas que la araña roja. Es un ácaro, como el anterior, denominado *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) que está causando graves daños esencialmente al cultivo del pimiento, aunque también se ha detectado en otras solanáceas, en pepino y en judía verde. Es una plaga que se desarrolla por focos por lo que es importante detectarla cuanto antes.

### Daños ocasionados

Los daños se producen por el ataque de larvas y adultos a las hojas al clavar sus estiletes en los tejidos y extraer los jugos celulares. Al inicio se observan rizado de los nervios en hojas apicales y en brotes, las hojas afectadas presentan aspecto filiforme. Con ataques intensos se produce enanismo, desecación de brotes terminales, aborto de flores y deformaciones de los frutos. Los daños se aprecian por rodales aunque posteriormente se dispersan por toda la superficie del invernadero.

### Recomendaciones y tratamientos

#### Medidas preventivas y técnicas culturales

Es conveniente detectar lo antes posible la presencia de focos con araña blanca y su evolución sobre todo en parcelas con daños anteriores. Se recomienda igualmente tratar la mosca blanca por ser este un insecto vector y evitar su dispersión mediante labores culturales o con la ropa o el calzado.

#### Control biológico

Se están empleando los ácaros depredadores *Amblyseius californicus*, *Amblyseius cucumeris*, *A. swirskii* y *Phytoseiulus persimilis*.

#### Control químico

Tratar los focos iniciales, esencialmente junto a las bandas del invernadero, procurando llegar a todas las partes de la planta y sobre todo alcanzando bien el envés de las hojas. Se aconsejaba no utilizar reiteradamente el mismo acaricida, alternando el uso de diferentes materias activas para evitar la aparición de posibles resistencias.

Estos son acaricidas autorizados contra araña roja: Abamectina(PI), azadiractin, azufre mojabable(PI), azufre en espolvoreo(PI), fenbutaestan, oxamilo(PI), permanganato potásico, spiromesifen(PI).



Fig. 16. Daños de araña blanca en frutos de pimiento (Foto BIOBEST)



Fig. 17. Daños de *Spodoptera exigua* en frutos de pimiento. Se observa la crisálida

### Larvas de lepidópteros, orugas o gusanos

Hay numerosas especies de lepidópteros de la familia *Noctuidae* muy polífagas que causan daños al pimiento. Es importante para su control localizarlas en sus primeros estadios ya que viven agrupadas en zonas muy concretas y se esconden de día para alimentarse durante la noche.

Las especies más importantes son:

- Spodoptera exigua* (Hübner), rosquilla verde
- Spodoptera littoralis* (Boisduval), rosquilla negra
- Helicoverpa armigera* (Hübner). *Heliotis*
- Heliiothis peltigera* (Dennis & Shiff. *Heliotis*
- Autographa gamma* (L). Plusia
- Chrysodeixis chalcites* (Esper) Plusias

Siendo las dos primeras especies las que más daño causan a las plantas del pimiento en invernadero, aunque *Spodoptera exigua* con mayor intensidad.

### Daños ocasionados

Los daños son causados por las larvas comenzando con la aparición en primavera de las primeras mariposas cuyas larvas se localizan sobre hojas y flores de las que se alimentan.

Las larvas de *Spodoptera exigua* son de color verde, además de alimentarse de hojas, dañan a los frutos con perforaciones superficiales, depreciándolos.

*Spodoptera littoralis* ocasiona menor daño que la anterior. Sus larvas se alimentan de hojas y de los frutos.

*Autographa* y *Chrysodeixis* (Plusias) causan también importantes daños a la planta por la gran voracidad de sus larvas al alimentarse de hojas y también a los frutos. Se caracterizan porque sus larvas al caminar arquean el cuerpo.

*Heliiothis* es una plaga típica del tomate aunque también puede afectar al pimiento. Como las anteriores las larvas comienzan a comer las hojas y luego se dirigen a los frutos y tallos que los perfora y se introduce en los frutos.



Fig. 18. Daños en hojas por *Spodoptera* spp.



Fig. 19. Oruga de *Plusia* (Foto S.P.V. Almería)

Con ataques intensos los estados larvarios, principalmente por ambas especies de *Spodoptera* que pueden causar graves daños a los frutos del pimiento en los que realiza un orificio de penetración, depreciándolo totalmente.

### Recomendaciones y tratamientos

#### Medidas preventivas y técnicas culturales

- Instalación de trampas de feromonas específicas de cada especie rodeadas con trampas adhesivas azules y trampas de luz para detectar los primeros vuelos de los insectos adultos.
- Vigilar los primeros síntomas de ataques.
- Eliminación de los frutos dañados
- Con fuertes ataques eliminar las hojas bajas de la planta.
- Y, sobre todo, procurar la hermeticidad de los invernaderos.

#### Control biológico

Existen formulados a base del virus de la poliedrosis nuclear de *Spodoptera exigua* específico para dicha especie y productos biológicos de *Bacillus thuringiensis* (Berliner) (patógeno de larvas) produciéndose la infección al alimentarse dichas larvas de las hojas, así como preparados comerciales de tarjetas con huevos de mariposa parasitada con huevos del género *Trichogramma evanescens* de las que emergen las avispa parásitas para el control de *Helioyis* y *Plusias*; y la avispa *Chelonus oculator* que parasita los huevos de rosquilla verde y rosquilla negra.

Entre los parásitos y depredadores están los himenópteros parásitos *Trichogramma evanescens* y *Hiposoter dydimator* que depositan sus huevos en el interior de las orugas y las chinches depredadoras *Podisus maculiventris* y *Macrolophus caliginosus*.

También el nematodo entomopatógeno *Steinemena carpocapsae* aplicado en pulverización sobre la planta.

#### Control químico

Para su control, además de realizar las medidas preventivas y culturales recomendadas, pueden darse tratamientos a partir de cuando se observe la presencia de hue-



vos, larvas y daños recientes diferenciando el nivel poblacional de cada plaga y realizando la elección del producto de acuerdo con la fase predominante (huevos, larvas o adultos). Es imprescindible que la aplicación alcance bien el envés de la hoja y todos los órganos de la planta. En el caso de las dos especies de *Spodoptera* que parte de su vida están refugiadas en el suelo se aconseja la utilización de cebos envenenados distribuidos alrededor del cuello de la planta.

En pimiento están autorizadas estas materias activas: Alfa cipermetrin, azadiractin(PI), bifentrin, ciflutrin, cipermetrin, clorpirifos, deltametrin, indoxacarb, flufenoxuron(PI), lufenuron(PI), lambda cihalotrin, metoxifenocida(PI), piretrinas, spinosad(PI), zeta cipermetrin, tebufenocida(PI), teblubenzuron(PI).



Fig. 20. Daños de orugas en frutos de pimiento



Fig. 21. Larvas de *Spodoptera exigua* (Foto S.P.V. Almería)

## PLAGAS DEL SUELO

### Insectos del suelo

Las continuas cosechas y los restos vegetales que se van acumulando por el suelo son cobijo de numerosos insectos cuyas larvas ocasionan daños en la zona más baja de las plantas, a las raíces y a las plántulas en semilleros. El daño lo hacen por la noche, permaneciendo enterradas durante el día.

Entre los que causan daño a las plantas de pimiento están:

*Orugas del suelo o gusanos grises (Agrotis segetum)*

*Gusanos blancos (Melolontha melolontha)*

*Gusanos de alambre (Agriotes lineatus.)*

### Daños ocasionados

Las orugas del suelo o gusanos grises son habituales en climas fríos, no tanto en zonas cálidas. Son de actividad nocturna, enterradas durante el día. Se alimentan de las raíces y de la zona del cuello de la planta y, a veces, suben a la parte aérea atacando a las hojas bajas y a los tallos de plantas jóvenes, apreciándose porque los daños tienen una distribución típica por rodales de plantas atacadas.

Las larvas de los gusanos blancos y gusanos de alambre proceden de diversas especies de coleópteros. Como la anterior viven enterradas en el suelo y se alimentan de las raíces y cuello de la planta.

### Recomendaciones y tratamientos

#### *Medidas preventivas y técnicas culturales*

Vigilar el estiércol poco hecho empleado en los retranqueos

Vigilar los cepellones de las plántulas durante el trasplante

Utilizar placas amarillas engomadas para atrapar a los insectos adultos

Desinfección del suelo, preferentemente por solarización.

Colocar plantas de feromonas y trampas de luz que ayuden a la detección de los primeros vuelos de adultos.

#### *Control biológico*

Existen preparados comerciales a partir de los nematodos entomopatógenos *Steinernema feltiae* y *Heterorhabditis bacteriophora*, muy efectivo este último contra gusanos blancos. Así mismo con sueltas de la chinche *macrolophus caliginosus* depredadora de huevos y larvas.

#### *Control químico*

Se recomienda iniciar los tratamientos cuando se observe la presencia de daños.

Para su tratamiento en suelo se utilizan productos a base de: clorpirifos, etoprofos, oxamilo, piretrinas, teflutrin, como así mismo cebos envenenados a base de triclorfón, clorpirifos, foxin, etc, para combatir los gusanos grises, esparcido dicho cebo al pie de las plantas a últimas horas de la tarde,

También los productos fumigantes polivalentes empleados en la desinfección de suelos, como es el Enzone (Tetratiocarbamato de sodio), que tiene acción sobre nematodos, hongos e insectos del suelo.

### Nematodos

Los nematodos son gusanos de tamaño microscópico no segmentados de cuerpo cilíndrico pertenecientes a la familia *Meloidogynidae*. Esta plaga del suelo se difunde por el agua de riego y las labores, sobre todo en suelos ligeros por facilitar el movimiento de la plaga, y en suelos pesados con alto contenido de agua por ser la humedad un medio de propagación. Los daños suelen presentarse por rodales o por líneas de plantas. Son parásitos sedentarios ya que tanto las hembras como los adultos pasan la mayor parte de su ciclo inmóviles en el interior de las raíces.

Tres especies del género *Meloidogyne* son las más comunes en los suelos dedicados a hortalizas y que pueden dañar a las raíces:

*Meloidogyne* spp (*Meloidogyne incognita*)

*Meloidogyne javanaica*

*Meloidogyne arenaria*



Fig. 22. Gusanos de Alambre.

Fig. 23. Nematodos en raíces de pimiento  
(Foto INTA)

### Daños producidos

Los nematodos penetran en las raíces de las plantas desde el suelo por medio de un estilete que perfora las células vegetales de las raíces y les inoculan sustancias tóxicas que utilizan para facilitar la asimilación de los jugos celulares provocando al principio nódulos o agallas y posteriormente deformaciones e hipertrofia en las raíces. Estas nudosidades o engrosamientos, conocidas comúnmente por “batatilla” obstruyen los vasos conductores y dificultan la absorción de las sustancias nutritivas, ocasionando enanismo, amarillos intensos en hojas apicales, la desecación de los bordes de las hojas más bajas, menor crecimiento de la planta, reducción de la masa radicular y marchitez. Los ataques suelen producirse por rodales o por líneas. Como daños indirectos los nematodos predisponen a las plantas para la infección por hongos y bacterias a través de las heridas producidas.

### Recomendaciones y tratamientos

#### *Medidas preventivas y técnicas culturales*

Utilización de variedades resistentes o injertadas en patrones resistentes

Combinando la solarización mediante láminas de plástico en el suelo y la biofumigación.

Utilización de plántulas sanas

#### *Control biológico*

Se están utilizando preparados a base del hongo *Arthrobotrys irregularis* cuya acción depredadora se produce al penetrar en el cuerpo del nematodo, ramificándose en su interior.

#### *Control químico*

Como métodos preventivos es necesario la desinfección del suelo antes de la plantación y evitar su propagación por el agua de riego, aperos, labores. La primera aplicación se realizará cuando se observen los primeros síntomas localizados en dichos rodales. En parcelas con daños anteriores campañas es conveniente dar tratamientos preventivos .

Con los cultivos establecidos emplear:

- Oxamilo, aplicándolo en riego localizado
- Tetratiocarbamato de sodio. Puede emplearse en preplantación, o con el cultivo ya establecido. (Véase desinfección integral de suelos).

Sin cultivo: Aplicar los nematocidas fumigantes siguientes: Cloropicrina más dicloropropeno, dazomet, o con los nematocidas no fumigantes: Fenamifos, etoprofos, oxamilo, benfuracarb.

### ENFERMEDADES PRODUCIDAS POR HONGOS AÉREOS

Los hongos pertenecen a un grupo de vegetales de tamaño microscópico constituidos por células unidas formando filamentos que al entrecruzarse crean el micelio. Este conjunto de filamentos constituye el aparato vegetativo del hongo y cada fragmento del micelio puede dar lugar, en condiciones ambientales idóneas de temperatura y humedad, a un nuevo hongo completo. El micelio posee unas ramificaciones llamadas hifas que pueden ser vegetativas si se encargan de la nutrición ó reproductoras si su función es la de reproducir el hongo.

Al no poseer clorofila, los hongos son incapaces de elaborar, por sí mismos, los hidratos de carbono necesarios para su crecimiento por lo que el filamento vegetativo extrae el alimento de los tejidos de las plantas constituyendo el parasitismo vegetal, pudiendo sobrevivir en planta, frutos, semillas o en el suelo. Los daños por hongos se manifiestan al exterior, por regla general, en forma de manchas amarillentas en las hojas que se necrosan posteriormente. Igualmente los hongos pueden atacar a cualquier órgano en crecimiento de la planta, frutos, tallos, raíces y extenderse por toda la planta bien de forma externa, ectoparasitismo, o interna, endoparasitismo.

La infección se produce a partir de la espora puesta en contacto con la superficie del tejido a parasitar, siendo necesario para la germinación que las condiciones climáticas de humedad y temperatura sean las apropiadas y de que la planta sea receptiva. De la espora nace un filamento o tubo germinativo que penetra en el interior de los tejidos o se posa sobre la epidermis. De éste filamento se origina un nuevo micelio que se extiende por los órganos de la planta progresando, ramificándose e invadiendo las células o los espacios intercelulares. La penetración en el tejido puede ser a través de los estomas, heridas, o por la acción mecánica del propio hongo al segregarse sustancias capaces de destruir los tejidos de la planta huésped.

### Oidiopsis del pimiento

Los oídios son enfermedades muy extendidas entre los cultivos hortícolas y de fácil diagnóstico, afectando generalmente a toda la planta y muy particularmente a las hojas, observándose el daño tanto en el haz como en el envés. Es una enfermedad muy común en pimiento de invernadero.

Al pimiento le ataca, como al resto de solanáceas, el hongo *Leveillula taurica*, siendo alrededor de los 25° C de temperatura y del 70 al 80 % de humedad las condiciones idóneas para que las esporas del hongo puedan germinar sobre la superficie de la hoja. Se diferencia, de otros oídios porque se desarrolla principalmente en el interior de los tejidos al penetrar los filamentos de los conidios por los estomas de las hojas.

Fig. 24. Oidio en hojas de pimiento



### Daños ocasionados

Su diagnóstico es muy fácil. El daño se manifiesta por el haz de la hoja mediante unas manchas amarillentas que se necrosan rápidamente por el centro, por el envés dichas manchas se corresponden con un fieltro blanquecino sucio y oscuro formado por los conidióforos del hongo, quedando delimitado por los nervios. Con fuertes ataques las manchas crecen y llegan a secar toda la hoja ocasionando defoliación.

### Recomendaciones y tratamientos

#### *Medidas preventivas y técnicas culturales*

- Utilización de variedades resistentes o tolerantes a las razas del patógeno
- Eliminar las malas hierbas y restos de cultivos
- Manejo adecuado de la ventilación y los riegos para evitar exceso de humedad
- Eliminación de las hojas viejas dañadas por el hongo

#### *Control químico*

El inicio de los tratamientos se realizará cuando se observen los primeros síntomas en las plantas y se den las condiciones climáticas favorable para el desarrollo de la enfermedad. En explotaciones con daños en campañas anteriores es recomendable dar algún tratamiento preventivo. Es conveniente que el fungicida cubra bien las hojas basales de la planta.

A continuación se relacionan las materias activas autorizadas en pimiento. Las indicadas por (PI) están autorizadas en producción integrada. Azoxistrobin(PI), azufre(PI), azufre más ciproconazol(PI), azufre más miclobutanil(PI), bupirimato(PI), ciproconazol(PI), flutriafol(PI), miclobutanil(PI), penconazol(PI), tebuconazol(PI), triadimenol(PI).

### Alternaria

Enfermedad causada por el hongo *Alternaria dauci f. esp. solani* cuyas esporas son muy resistentes a la sequía, pudiéndose realizar la germinación en tiempo seco, conservándose en la superficie del suelo y sobre restos de plantas. Las condiciones óptimas para el desarrollo y propagación de la enfermedad son muy amplias; no obstante está favorecida por noches húmedas cercanas al 75 % de humedad relativa seguidas por días soleados con temperaturas que oscilan entre 25 y 30° C.

### Daños ocasionados

El daño se manifiesta principalmente en hojas y frutos

- a) *Hojas*.- Las basales y cercanas al suelo, al ser más viejas, son las primeras en ser afectadas, manifestándose por medio de manchas aisladas de tonalidad pardo oscura, redondeadas, bien delimitadas y con apariencia de estar formadas por anillos o círculos concéntricos rodeados exteriormente por tonos amarillentos, característicos de la enfermedad. Las manchas terminan por necrosarse y caer al suelo.
- b) *Frutos*.- La enfermedad penetra en el fruto a través de las heridas. El síntoma característico es la formación de lesiones pardas rodeadas de un halo amarillento, recubiertas de numerosas esporas del hongo. Posteriormente en la pulpa, por debajo de la mancha, se inicia una podredumbre que deprecia notablemente a los frutos.



Fig. 25. *Alternaria* en hoja (Foto Bayer)



Fig. 26. Daños por *Alternaria* en fruto de pimiento

Las fuentes de infección son a partir de otras solanáceas silvestres o cultivadas, semillas infectadas y restos de plantas enfermas o por las condensaciones de agua depositadas en los frutos y el suelo. Los marcos de plantación muy densos favorece el inicio de la infección.

### Recomendaciones y tratamientos

#### *Medidas preventivas y técnicas culturales*

- Destrucción de plantas y frutos enfermos, y quema de restos de cosecha
- Utilización de variedades resistentes o tolerantes
- Utilizar semillas sanas
- Reducir la humedad ambiental y el exceso de humedad en las plantas

#### *Control químico*

Se iniciarán los tratamientos cuando se aprecien síntomas en las plantas y coincidan condiciones climáticas favorables al desarrollo de la enfermedad

Para su control, aplicar tratamientos químicos con fungicidas a base de: Azoxistrobin, benalaxil, mancozeb, clortalonil, mancozeb, maneb, Propineb.

### Antracnosis

Está producida la enfermedad por hongos del género *Colletotrichum*, siendo las especies *Colletotrichum.piperatum* y *C. gloesporioides* las que afectan al pimiento.

La diseminación del hongo se produce por el viento y la lluvia y también mediante las operaciones culturales. Necesita alto uncontentido de humedad ambiental del 80 % pues sus esporas germinan sólo en presencia de humedad y amplio abanico de temperaturas, desde 20° C. a 35° C.

### **Daños ocasionados**

No es una enfermedad que ocasione graves daños al pimiento; sin embargo es conveniente su control al aparecer los primeros frutos dañados.

- 1) *Frutos.*- Coincidiendo con el inicio de la maduración comienza el ataque apareciendo manchas oscuras, circulares, bien delimitadas y que penetran en el interior por lo que las semillas son fácilmente contaminadas a través del fruto. Con alta humedad ambiental los frutos se recubren de pequeñas puntos de color blanco-rosáceo que son los órganos reproductores del hongo.

### **Recomendaciones y tratamientos**

#### *Medidas preventivas y técnicas culturales*

- Es conveniente la desinfección de semillas
- Destruir por el fuego los frutos dañados y restos de plantas enfermas
- Evitar la humedad en los frutos.
- Aplicar fórmulas racionales de abonos fosfóricos y potásicos para fortalecer a la planta.

#### *Control químico*

Para su control, además de las medidas preventivas que se recomiendan, se aplicarán alguno de estos productos fitosanitarios con estas materias activas: clortalonil, mancozeb, maneb, propineb, tebuconazol.

### **Cladosporiosis**

Es una enfermedad causada por el hongo *Cladosporium capsici* que es capaz de propagarse en el invernadero en ausencia de agua sobre las plantas, aunque sí necesita humedades altas, alrededor del 80 % y temperaturas cercanas a los 25° C.

### **Daños ocasionados**

Apenas tiene incidencia en los cultivos de pimiento. Afecta a las hojas, principalmente, cuyos síntomas son manchas aisladas e irregulares que se tornan posteriormente oscuras, por el envés se corresponden con eflorescencias pulverulentas. Con ataques intensos estas manchas cubren toda la hoja y puede causar defoliación.

### **Recomendaciones y tratamientos**

#### *Medidas preventivas y técnicas culturales*

- Es conveniente la desinfección de semillas
- Destruir por el fuego los frutos dañados y restos de plantas enfermas

- Evitar la humedad ambiental que es la fuente principal de su desarrollo.
- Aplicar fórmulas racionales de abonos fosfóricos y potásicos para fortalecer a la planta.
- Separar los goteros de riego del cuello de la planta

### Control químico

Para su control, además de las medidas preventivas, se recomienda alguna de estas materias activas: Captan, clortalonil, mancozeb, maneb, propineb, tebuconazol.

### Botrytis o podredumbre gris

Está producida por el hongo *Botrytis cinerea* Pers, extendida por todo el mundo y afectando a la mayoría de los cultivos protegidos, esencialmente a solanáceas y judía verde, y a cualquier parte de la planta: flores hojas, frutos y tallos. La enfermedad aparece como consecuencia de la presencia permanente de las esporas del hongo y un exceso de humedad ambiental, por encima del 90 %, temperaturas entre 20 25° C y presencia de agua en forma líquida sobre las hojas en cultivos de gran densidad, mal aireados y con deficiente ventilación.

Las principales fuentes de la diseminación del hongo son las conidias y los restos vegetales contaminados que son dispersados por el viento, por la lluvia, agua de riego y por las gotas de condensación en los plásticos depositándose sobre las flores, hojas, ramificaciones de la planta o sobre los frutos. Otra fuente de desarrollo es a través de los pétalos infectados que al desprenderse y caer sobre los frutos, hojas o tallos inician las infecciones. El hongo puede sobrevivir en el suelo o en los restos vegetales dentro o cercano al invernadero.

### Daños ocasionados:

En las hojas puede observarse lesiones pardas húmedas, y si abarca a toda la planta se produce marchitez generalizada.

En los tallos el daño se produce a través de lesiones o heridas, las cuales provocan pudriciones que acaban por tronchar el brote por dicha zona.

En los frutos se observa podredumbre blanda y manchas grisáceas que pueden llegar a afectar gran parte del mismo en las que se aprecia el micelio del hongo. Los frutos se deprecian y no son comerciales.

En pimiento *Botrytis* ocasiona graves daños por la cantidad de frutos caídos al afectar al pedúnculo que, al pudrirse, provoca la caída. Cuando afecta a los semilleros se produce caída de plantas.

### Recomendaciones y tratamientos

Cualquier tratamiento curativo no es completamente eficaz contra *Botrytis*, por lo que es aconsejable seguir controles fitosanitarios preventivos y medidas complementarias a dichos tratamientos.





Fig. 27. Daños de Botrytis en tronco de pimiento



Fig. 28. Daños de Botrytis en frutos de pimiento

#### *Medidas preventivas y técnicas culturales*

Como medida complementaria a los tratamientos químicos se tendrá en cuenta lo siguiente:

- Airear el invernadero para evitar condensaciones de agua y la humedad relativa alta.
- Evitar los encharcamientos del suelo
- Durante la poda o destallado realizar los cortes lo más cercano al tallo, evitando grandes heridas de difícil cicatrización y, si es posible, aplicar una papilla con cualquier producto antibotrytis en dichas heridas.
- Marcos de plantación adecuados para evitar excesiva densidad
- Fertirrigación equilibrada, controlando los niveles de nitrógeno para evitar exceso de vegetación.
- Desinfección del suelo mediante solarización tras el cultivo afectado
- Separar los goteros de riego del cuello de la planta
- Por último es aconsejable destruir por el fuego todas las plantas y frutos atacados, guardándolos, hasta que se sequen, en bolsas de plástico. Esta operación debe hacerse con sumo cuidado para evitar que se diseminen por el invernadero las esporas del hongo.

#### *Control químico*

Siempre que las condiciones climáticas prevean el riesgo de inicio de la enfermedad o con los primeros síntomas, es imprescindible tratamientos preventivos con productos de contacto y curativos, y una vez declarada la enfermedad con productos sistémicos, alternando las siguientes materias activas para evitar la aparición de cepas tolerantes: Boscalida, piraclostrobin, ciprodinil(PI), clortalonil(PI), fenahexamida, fludioxinil(PI), iprodiona(PI), pirimetanil(PI), tebuconazol(PI).

### Esclerotinia o podredumbre blanca

Al igual que *Botrytis* es un hongo polífago que ataca a la mayoría de las plantas de invernadero. Está causada por *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib) de Bary), cuyo desarrollo es favorecido con temperaturas comprendidas entre 15-20° C. y coincidiendo con alta concentración de humedad y persistente, por encima del 80 % y temperaturas suaves. A partir de los 25° C de temperatura media el riesgo de infección disminuye, aunque el hongo puede vivir con un rango de temperaturas amplio. La enfermedad comienza a nivel del suelo a partir de los esclerocios procedentes de infecciones de cosechas de años anteriores y situados a pocos centímetros de profundidad, entre 5 y 10 cm, afectando a cualquier parte de la planta en contacto con el suelo.

### Daños ocasionados

Los primeros síntomas aparecen, generalmente, en épocas cercanas a la floración. El daño se produce al invadir el hongo la corteza y médula de los tejidos provocando una podredumbre blanca y húmeda. El hongo ataca a hojas, frutos y tallos.

A partir del agua acumulada en la axila de una hoja se produce una mancha que penetra en el tallo quedando éste hueco. Sobre dichas manchas se observa abundante micelio algodonoso espeso y blanquecino que son los numerosos esclerocios que después se ennegrecen. En los pedúnculos florales se produce podredumbre que se recubre igualmente de un micelio blanco.

En las ramificaciones se presentan chancros recubiertos de masas blancas algodonosas, observándose los esclerocios del hongo en el interior. Al igual que *Botrytis* puede afectar al fruto a partir de restos florales desecados presentando una podredumbre acuosa blanca.

Los pétalos de las flores una vez dañados son fuente de infección secundaria sobre otros órganos de la planta.

Cuando afecta a plantas en desarrollo o a los semilleros se produce caída de plantas

### Recomendaciones y tratamientos

#### *Medidas preventivas y técnicas culturales*

Además de las medidas aconsejadas para *Botrytis* es imprescindible la desinfección del suelo ya que la infección se produce a partir de órganos de la planta en contacto con el terreno e igualmente destruir por el fuego todas las plantas y frutos atacados, guardándolos hasta su secado en bolsas de plástico.

#### *Control químico*

Es importante alternar las materias activas para su tratamiento, empleando alguna de las siguientes: Boscalida, piraclostrobin, ciprodinil(PI), fludioxinil(PI), metil toclofos(PI), tebuconazol(PI), trichoderma harzianum(PI), trichoderma viride(PI).

### ENFERMEDADES PRODUCIDAS POR HONGOS DEL SUELO

Muchas de las enfermedades en el semillero o en el terreno de asiento son debido, en su mayoría, a hongos que viven en el suelo a diferente profundidad; pero, de entre los miles de éstos hongos pocos son perjudiciales para las plantas.



Fig. 29. Daños por *Esclerotinia* en la cruz de pimiento



Fig. 30. Daños por *Verticillium* en plantas y frutos

En los semilleros se producen podredumbres provocadas por hongos del género *Pythium*, *Phytophthora*, *Botrytis*, *Rhizoctonia*, etc. que atacan a las raíces, cuello o tallo de las plantas recién nacidas produciendo el reblandecimiento y desorganización de los órganos atacados.

Los causantes de enfermedades en las hortalizas residen a diferentes profundidades del suelo, los que se desarrollan en las capas superficiales y atacan al cuello de la planta del pimiento son: *Phytophthora*, *Pythium*, *Rhizoctonia*, *verticillium*, *Sclerotinia*, etc. Otros dañan a las raíces a mayor profundidad y los llamados vasculares por penetrar y desarrollarse en los vasos conductores de savia alterando la normal circulación y necrosando dichos vasos. Entre ellos está: *Verticillium dahliae* el que causa daño a las plantas de pimiento.

Como norma general, contra los hongos superficiales o de cuello pueden aplicarse fungicidas adecuados y oportunos, no siendo problemático su erradicación. Los radicales o profundos no presentan importancia por su escasez. Contra los hongos vasculares, al ser más dificultoso su control, se aplican diversos métodos, entre los que se encuentran:

- Rotación de cultivos.
- Injertos con patrones resistentes.
- Desinfección del suelo y semillas a base de productos químicos.
- Desinfección del suelo mediante solarización
- Planificar bien los riegos para evitar exceso de agua en el suelo

Para el tratamiento de los hongos del suelo en pimiento los clasificamos por los daños que ocasionan:

- a) Enfermedades vasculares por desarrollarse en el interior de los vasos conductores.
  - a.1. *Verticillium*.
- b) Pudrición de raíces, del cuello y de la base del tronco por hongos que penetran hasta el parénquima medular.

- b.1. Pythium.
- b.2. Phytophthora.
- b.3. Rhizoctonia.

### **Verticillium**

Al pimiento le afecta principalmente la especie *Verticillium. dahliae* que sobrevive en restos de plantas infectadas y se conserva durante varios años en el suelo debido a que puede soportar condiciones ambientales adversas. Es un hongo muy polífago que afecta a la mayoría de las hortalizas

La entrada del hongo se realiza desde el suelo, por las semillas y por las labores culturales, y es favorecido por las heridas en las raíces producidas por insectos y nematodos. La enfermedad se propaga por el terreno, por el agua de riego y por los restos de plantas infectadas. La temperatura óptima para su desarrollo oscila entre 20-25° C.

### **Daños ocasionados**

Esta enfermedad está comprendida en el grupo de las traqueomicosis por producir los hongos que invaden los vasos de la planta provocando la obstrucción al transporte de las sustancias nutritivas.

El hongo penetra por las raíces e invade los vasos conductores de la planta, observándose al inicio marchitamiento progresivo general o sólo de una parte de la planta. Según avanza la enfermedad se aprecia clorosis internervial en las hojas más bajas, amarilleo de las hojas con defoliación acusada y enrollamiento de las mismas, apreciándose el daño por rodales, más acusado en horas de máximo calor.

En el sistema vascular de la planta se observa tonalidades verde oscuras. Dando un corte a la raíz se aprecia el tejido oscurecido en la zona próxima a los vasos.

### **Recomendaciones y tratamientos**

#### *Medidas preventivas y técnicas culturales*

- Eliminar los restos de cultivos y las malas hierbas que puedan servir de vectores.
- Evitar los encharcamientos a nivel de cuello de la planta, alejando los goteros.
- Desinfección del suelo mediante solarización o desinfectantes químicos
- Tratamientos localizados al cuello de la planta.

### **Pythium.**

Distintas especies del género *Pythium* afectan a las plantas de pimiento como al resto de especies hortícolas. El hongo se desarrolla en las capas superficiales y esencialmente con temperaturas moderadas a altas. Las causas que favorecen el desarrollo de estos hongos son las altas humedades en el terreno y las temperaturas alrededor de los 35 C. La fuente principal son las semillas infectadas, las plantas enfermas o los sustratos contaminados de los semilleros e incluso el agua.

### **Daños ocasionados**

El género *Pythium* es responsable de la mayoría de los fallos de nascencia y de la caída de plántulas en los semilleros y tras el trasplante. En todo caso son más resistentes cuando las plantas han desplegado las primeras hojas verdaderas.

La enfermedad aparece en el semillero y durante el trasplante. Cuando las plántulas tienen 2-3 hojas se observan dobladas sobre el suelo, propagándose y extendiéndose por todo el semillero en forma de rodales. En el cuello de la planta a ras del suelo se aprecia un anillo necrosado que lo rodea y estrangula; al tirar de la planta se rompe por la zona afectada. Las raíces en desarrollo presentan podredumbre.

## Recomendaciones y tratamientos

### Medidas preventivas y técnicas culturales

- Evitar los excesos de riego y los encharcamientos, retirando los goteros de la planta
- No realizar siembras muy densas y profundas
- Evitar excesivos abonados orgánicos y amoniacales en los semilleros
- Utilizar en semilleros substratos desinfectados y de calidad
- Empleo de plántulas sanas
- Desinfección del suelo por Solarización y tratamientos químicos preventivos
- Tratamientos localizados al cuello de la planta.

## Phytophthora o tristeza del pimiento

Es una enfermedad característica de pimiento producida por hongos del suelo, como en *Verticillium*, y por condiciones de humedad y asfixia radicular que ocasionan a menudo el marchitamiento de la planta. Sin embargo, es al hongo *Phytophthora capsici* al que se le atribuye la denominación de “tristeza”; aunque los otros dos factores, asfixia y humedad, sean también responsables del marchitamiento del pimiento. Las principales fuentes de infección y diseminación son las plántulas contaminadas procedentes de semilleros, restos de plantas enfermas, la presencia del hongo en el suelo y las aguas contaminadas. Para su desarrollo es necesario temperaturas óptimas entre 26 y 32° C.

El hongo aprovechaba los riegos a manta o por inundación para transmitirse por el agua de una planta a otra, por lo que su propagación era muy rápida. Ahora con el sistema de riego por goteo la diseminación de la enfermedad por el agua de riego ha disminuido.



Fig. 31. Planta de pimiento afectada por la “tristeza”. Se observa la abundancia de malas hierbas en los líneas de plantas (Foto S.P.V. Almería)

### Daños ocasionados

Puede afectar tanto a las raíces como a los frutos en contacto con el suelo, ya que este hongo se encuentra a poca profundidad. Puede atacar tanto a plantas jóvenes como a plantas adultas, pero generalmente es más dañino en la fase inicial del desarrollo de la planta y en su entrada en producción. Como síntoma general se manifiesta en las raíces podredumbre con engrosamiento y chancro en la zona del cuello de la planta. Estos síntomas pueden confundirse por problemas de encharcamiento. En plantas en desarrollo se observa marchitez pero conservando el color verde de las hojas.

La planta comienza a marchitarse a mediodía, en horas de máximo calor, con apariencia de estrés hídrico, recuperándose por las noches pero termina por marchitarse de forma irreversible.

La tristeza del pimiento producida por *Phytophthora capsici*, además de lo indicado, presenta estos síntomas:

- Escasa defoliación
- Marchitamiento brusco y general
- No hay oscurecimiento de los vasos
- Sistema radicular necrosado
- Ataque por líneas de plantas.

Según Carlos F. Palazón, 1991 (PHITOMA 1991), estas son las características que diferencian la tristeza del pimiento provocada por *Phytophthora capsici*, *Verticillium dahliae* y asfixia radicular.

P. capsici	Verticillium	Asfixia radicular
Marchitamiento brusco	Marchitamiento progresivo a veces unilateral	Marchitamiento progresivo total
Defoliación escasa o nula, las hojas se secan sin caer	Defoliación acusada Las hojas verdes caen comenzando por la más jóvenes	Defoliación irregular. Las hojas amarillean antes de caerse
No hay oscurecimiento de los haces vasculares	Oscurecimiento de los haces vasculares	Desecación del cilindro central del tallo
Zona próxima al cuello necrosada exteriormente.	No se aprecia necrosis externa	Necrosis en la zona radicular con descomposición de tejidos
Ataque por líneas de plantas	Ataque por rodales	Ataque por rodales
Aparición tardía de síntomas, pero progresando muy rápido (7-10 días)	Aparición rápida de síntomas, pero progresando más lento (30 días)	Hipertrofia de lenticelas del cuello, color blanco amarillento.
Eventualmente ataque en tallo o fruto y en el ápice radicular	Enanismo de las plantas	Engrosamiento del cuello por encima de la zona necrosada y emisión de nuevas raíces.

## Recomendaciones y tratamientos

### *Medidas preventivas y técnicas culturales*

- Evitar los encharcamientos y los riegos a pié
- Evitar trasplantes procedentes de semilleros infectados
- Evitar las plantaciones profundas y densas
- Controlar el ambiente del invernadero, esencialmente la humedad del suelo
- Desinfección del suelo, preferentemente mediante solarización.
- Tratamientos localizados al cuello de la planta.

## Rhizoctonia

La especie *Rhizoctonia solani* es la que causa daños al tallo, cuello, raíz y a los frutos de pimientos, tanto en semillero como en terreno de asiento. La enfermedad penetra en la planta a través del suelo o en las plántulas procedentes de semilleros infectados. Se desarrolla con temperaturas no muy altas, 16-20° C y suelos húmedos.

## Daños ocasionados

Reblandecimiento de la base del tallo o podredumbre de pie y marchitamiento de las raíces de las plántulas que caen al suelo tras la nascencia y, sobre todo, tras el trasplante, muy similar a los daños por *Pythium*, sólo mediante análisis en laboratorio puede diferenciarse. En plantas adultas no es frecuente el daño pero en suelos pesados en combinación con otros hongos puede causar amarilleamiento de las hojas basales seguido de marchitamientos.

## Recomendaciones y tratamientos

### *Medidas preventivas y técnicas culturales*

- Desinfección de suelos y semilleros.
- Desinfección de semillas.
- Utilizar plántulas sanas
- Evitar excesos de humedad en el suelo
- Tratamientos preventivos dirigidos al cuello de la planta

## Control de hongos del suelo

Los tratamientos de hongos del suelo son práctica generalizada. Consisten en:

- 1) *Desinfección de semillas.*- Desde que se siembra la semilla de pimiento está amenazada por diversos hongos del suelo. Una disminución en la germinación y en la emergencia de las semillas puede desembocar en una falta de homogeneidad a la hora del trasplante. Una de las prácticas para conseguir uniformidad en la germinación es la del tratamiento de las semillas cuyo objetivo es defender a las plantitas jóvenes contra el ataque de hongos que pueden hallarse en el terreno del semillero o en el tegumento de las semillas. La protección consiste en aplicar una capa uniforme de una materia activa, ya sea funguicida o insecticida o ambas a la vez directamente sobre la semilla que la recubre creando a su alrededor una zona de protección contra hongos del suelo e insectos.

Hoy en día raramente el agricultor tiene que recurrir a desinfectar sus semillas pues ya vienen envasadas y desinfectadas previamente por la firma que las comercializa. No obstante y como orientación se enumeran los métodos y productos empleados:

- a) *Desinfección por agua caliente.*- No recomendable que lo realice directamente el agricultor porque el margen de seguridad, de no alterar el poder germinativo de la semilla, es muy pequeño.
- b) *Desinfección con productos químicos.*- Es fácil de realizar. Consiste en mezclar el producto, a la dosis recomendada, con la cantidad de semilla correspondiente.

Los productos empleados son:

- b.1) *Productos fungicidas de síntesis.*- Son muy empleados contra enfermedades aéreas. De entre los más utilizados están: Tiram ó T.M.T.D, captan, himexazol, maneb, mancozeb, metalaxil, etc..

Todos estos productos pueden ser utilizados directamente por el agricultor y aplicados a dosis de 2.5 gramos o c.c de producto por kilogramo de semilla.

- b.2) *Compuestos fungicidas minerales:* oxiclóruo de cobre, carbonato de cobre, etc.

Ambos productos se utilizan a dosis de 0,2 gramos por cada 100 gramos de semillas.

- 2) *Desinfección del semillero.*- No es habitual la desinfección de los semilleros por parte de los agricultores. Con el control fitosanitario que se lleva a cabo en los semilleros comerciales tal contagio es muy difícil. En caso necesario, a los pocos días de nacer la planta se dará un tratamiento a dosis reducidas con un fungicida a base de benomilo, tiram., zineb, mancozeb, etc. y posteriormente tratamientos preventivos con alguno de los productos que se relacionan a continuación, aplicados en agua de riego con un consumo de 2-3 litros de agua por metro cuadrado de semillero y de acuerdo con las dosis indicadas.

Etridiazol 48 % . . . . . 2.5 c.c./m<sup>2</sup> (Principalmente contra Rhizoctonia, Phytophthora y Pythium).

Himexazol 36 % . . . . . 2.3 c.c./m<sup>2</sup> (Principalmente contra Pythium).

Quinosol 50 % . . . . . 2.3 c.c./m<sup>2</sup> (Principalmente contra Phytophthora, verticillium y Pythium).

Tiram 80 % . . . . . 5 g/m<sup>2</sup> (Contra Rhizoctonia, Verticillium Phytophthora y Pythium).

Propamocarb 72.2 % . . . . . 2.5 c.c./m<sup>2</sup> (Principalmente contra Verticillium, Phytophthora y Pythium).

- 3) *Desinfección al trasplante.*- Tampoco es práctica habitual ya que las plantaciones se realizan con cepellón. En caso de plantaciones a raíz desnuda los agricultores son reacios a desinfectar las plantas durante el trasplante, ya que esta queda lavada y desprovista de cualquier resto de tierra; no obstante, y si fuera necesario, se sumergen raíces y cuello de la planta en disoluciones con productos fungicidas a base de tiram, propamocarb, etc. instantes antes de la plantación.

- 4) *Desinfección del terreno:*

- a) Sin cultivo

Esta práctica tiene como objetivo combatir un amplio espectro de plagas y enfermedades del suelo: Hongos, nematodos, insectos del suelo y malas hierbas en épocas en que el invernadero se encuentra libre de cultivos. Para ello se



utilizan productos llamados fumigantes volátiles que se infiltran en el suelo y que poseen en mayor o menor grado propiedades herbicidas, nematicidas, insecticidas y fungicidas. Tienen el grave inconveniente de destruir toda la fauna y flora auxiliar, además de romper el equilibrio biológico del suelo. Es aconsejable cuando hay graves problemas de patógenos en el suelo.

Para esta desinfección hay que tener en cuenta lo siguiente:

- El desinfectante ejerce su mayor efecto cuando el suelo está limpio de restos vegetales, humedad que oscila entre el 60-70% y temperatura a 20 cm. de profundidad entre 15° y 20° C. Si el terreno se encuentra suelto el desinfectante penetrará mejor y su efecto será mayor.
- Hay que guardar el plazo de espera entre tratamiento y plantación de acuerdo con el producto empleado.
- Si el terreno está arenado se ha de remover la capa de arena seguido de un riego cuando falte una semana para la plantación. Si el terreno no está enarenado es necesario airearlo mediante labor unos 15 días después de realizado el tratamiento.

Aunque existen varias formas para desinfectar el suelo, (química, física, biológica, etc.), el procedimiento químico es el más empleado y recomendado en invernadero. Para ello se utilizan, entre otros, los siguientes productos:

- Quinosol, cloropicrina más dicloropropeno, tetratiocarbonato de sodio (enzone), metil toclofos, pencicuron, etc

#### b) En cultivo

##### *Dirigidos al cuello de la planta*

Ditianona 75 %: . . . . 2,5-5 l/ha aplicado en riego por goteo.

(Rhizoctonia, Phytophthora y Pythium).

Etridiazol 48 %: . . . . 2 cc/litro de agua, 100-200 cc de caldo por planta.

(Principalmente contra Rhizoctonia, Phytophthora y Pythium).

Himexazol 36 %: . . . . 2 cc/m<sup>2</sup> y diluido en 3 litros de agua (Contra Pythium)

Propamocarb 60,5 %: 1,5 c.c./litro de agua, empleando 100 cc de caldo/planta.

(Principalmente contra Verticillium, Phytophthora y Pythium).

Metil tiofanato 70 %. 0,3-0,5 g/planta.

##### *Dirigidos a la totalidad del terreno a través del riego.*

Algunos de los productos con carácter fungicida específicos contra hongos empleados en riego por goteo son los siguientes:

Etridiazol 48 %: . . . . l/ha (Principalmente contra Rhizoctonia, Phytophthora y Pythium).

Quinosol 50 %: . . . . 2-4 l/ha (Principalmente contra Verticillium, Phytophthora y Pythium).

Ditianona 26,5 %: . . . . 8-15 kg/ha (Principalmente contra Rhizoctonia, Phytophthora y Pythium).

Tetratiocarbonato de sodio (Enzone): 50-150 l/ha. (contra nematodos, Phytophthora y Pythium).

Aplicados preferentemente una semana antes del trasplante y complementado con 2-3 tratamientos posteriores.

### 5) Control biológico

Se ha observado un efecto controlador de hongos del suelo mediante diversas cepas de *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma viride* que actúan como fungicidas solubles en agua de riego. Se desarrolla en contacto con las raíces de las plantas, alimentándose de los exudados radiculares, favoreciendo la solubilidad de nutrientes y defendiendo a las raíces de otros hongos, principalmente: *Pythium*, *Rhizoctonia*, *Phytophthora*, *Esclerotinia*, etc.

### Solarización

Es una técnica que cada vez se está imponiendo más en los cultivos hortícolas de invernadero para eliminar numerosos patógenos debido a las altas temperaturas que se consiguen. La causa de la citada desinfección es consecuencia de que en el suelo bajo la lámina de plástico, con la radiación solar, se alcanzan, a 20 cm. de profundidad, temperaturas entre 40 y 50° C. Es una forma de pasteurización del suelo a través del calor transmitido por la lámina de plástico. La solarización destruye enfermedades causadas por hongos del suelo, bacterias, nematodos, así como tiene una acción herbicida al eliminar semillas de malas hierbas.

El método consiste en cubrir el suelo, previamente regado y bien mullido, con una lámina de plástico transparente de 100-200 galgas de grosor o plásticos especiales que se comercializan para tal empleo, manteniéndolos sobre el terreno durante 1,5-2 meses, en épocas de máximas temperaturas, junio, julio y agosto. La lámina de plástico ha de apoyarse en la superficie del suelo no dejando bolsas de aire.

Previamente a la colocación del plástico se ha de dar un riego por inundación o aprovechando la instalación de riego localizado, ya que la humedad favorece la acción del calor en las capas del suelo. Durante el tratamiento se recomienda dar algunos riegos más cada 15-20 días.

En la actualidad se alterna la solarización y la aplicación de fumigantes químicos que hace más efectivo la desinfección del suelo.



Fig. 32. Solarización en un invernadero plano de estructura de madera.

## ENFERMEDADES PRODUCIDAS POR VIRUS

Los virus causan en las plantas enfermedades conocidas por virosis, las que han ido incrementándose en la mayoría de los invernaderos con grandes pérdidas ya que no es posible su control curativo y también porque es una enfermedad difícil de predecir. Lo importante es diagnosticar lo antes posible el tipo de virus para tomar las medidas necesarias a fin de reducir o evitar su expansión y, sobre todo, utilizar las variedades tolerantes o resistentes que actualmente existen en el mercado.

Los virus no pueden penetrar en las células por sí solos, sino que necesitan de vectores o a través de las heridas producidas por las picaduras, roces, injertos, etc. Una vez en el interior de las células se multiplican y se difunden por los vasos conductores de savia. Su ácido nucleico contiene toda la información para multiplicarse dentro de la célula. Cuando la planta parasitada muere el virus tiende a desaparecer con ella, a menos que acceda a nuevos tejidos.

La transmisión y penetración del virus en las plantas de pimiento puede ser de varias formas:

- 1) *Por vectores aéreos.*- Que son los más frecuentes, pulgones, trips y mosca blanca, ya que al alimentarse de la savia de plantas enfermas inoculan posteriormente el virus o otras plantas sanas. Se realiza por medio de pulgones que transmiten en pimiento el *Virus del Mosaico el Pepino (CMV)*, el *Virus Y de la Patata (PVY)* y, muy raramente, el *Virus del Mosaico de la Alfalfa*. El virus transmitido por trips es el *Virus del Bronceado del Tomate (TSWV)*. También la mosca blanca puede inocular el *Virus del rizado Amarillo del Tomate (TYLCV)* sin causar, por ahora, síntomas ni daño al pimiento.
- 2) *Por contacto o a través del suelo.*- Por los roces de plantas enfermas con plantas sanas, a través de las prácticas culturales de poda, recolección, deshojado, como ocurre con los virus; *Virus el Mosaico el Tomate (ToMV)*, *Virus del Enanismo Ramificado del Tomate (TBSV)* o el *Virus del Moteado Suave del Pimiento (PMMV)*.
- 3) *A través de las semillas.*- El virus puede penetrar en el tegumento de la semilla o quedar adherido a ella. En la campaña 91/92 el *Virus del Moteado Suave del Pimiento (PMMV)* causó importantes daños en pimiento como consecuencia de la presencia de semillas de variedades comerciales infectadas con dicho virus. También puede ser transmitido por semillas el *Virus del Mosaico del Tomate (ToMV)*.

Aunque el virus se difunde por toda la planta, los signos externos se manifiestan más en plantas jóvenes que en adultas y a veces su sintomatología puede confundirse por la toxicidad debido a fungicidas y herbicidas cuando se aplican incorrectamente. Igualmente los mosaicos, característicos de las virosis no son siempre sintomatología de virus sino que pueden ser provocados por desordenes nutricionales.

Exteriormente las virosis se manifiestan de varias formas:

- 1) *En las hojas.*- La manifestación más corriente son los mosaicos o clorosis con alternancia de zonas coloreadas de amarillo, verde claro y verde oscuro extendiéndose por toda la hoja y limitadas por las nerviaciones secundarias, manchas que se tornan necróticas a lo largo de las nerviaciones, así como deformaciones, enrollamientos, agallas y estrechamientos de las hojas con aspecto filiforme.

- 2) *En los frutos.*- Deformaciones, mosaicos, manchas, anillos, deficiente fructificación, protuberancias y reducción el tamaño.
- 3) *En la planta.*- Retraso del crecimiento, debilitamiento y reducción de la producción.

Toda ésta sintomatología se traduce en una disminución de los rendimientos ya que el virus influye en la fisiología interna afectando al normal equilibrio funcional de la planta.

### **Virosis en pimiento:**

#### ***Virus del mosaico del tabaco: Tobacco Mosaic Virus (TMV)***

Las principales fuentes de transmisión son a través de las semillas por mantenerse adherido a los tegumentos y por las prácticas culturales, herramientas de trabajo, ropa y calzado. La difusión por insectos es escasa. En la campaña 84/85 causó verdaderos estragos en pimiento el virus del mosaico del tabaco. Actualmente se pueden encontrar variedades de semillas comercializadas resistentes y con resistencia intermedia a este virus.

- 1) *Hojas.*- Mosaicos amarillentos suaves con reducción del tamaño de la hoja con abollonaduras y abarquillamiento.
- 2) *Frutos.*- Se observan manchas amarillentas, reducción del tamaño y del grosor de la carne y deformaciones.



Fig. 33. Abollonaduras en hojas producidas por el Virus del mosaico del tabaco



Fig. 34. Síntomas en hojas causadas por el Virus del mosaico del pepino

#### ***Virus del mosaico del pepino: Cucumber Mosaic Virus (CMV)***

Es uno de los virus con más amplia difusión en el mundo, especialmente en países con climas templados. Su difusión es por todas las especies de pulgones presentes en los invernaderos al alimentarse de plantas enfermas y transmitirlo a plantas sanas.

Los daños ocasionados más frecuentes son:

- 1) *Hojas.*- Mosaicos de intensidad variables en hojas apicales que acaban necrosados, rizamientos de nervios, retraso del crecimiento, ausencia de brillo y aspecto filiforme.
- 2) *Frutos.*- Deformaciones, pérdida de brillo, anillos amarillos concéntricos, maduración irregular y reducción del tamaño.

### **Virus Y de la patata: Potato Virus Y (PVY)**

Afecta a numerosas solanáceas destacando por su importancia al pimiento. Su difusión es a través de los pulgones de forma no persistente, principalmente por *Myzus persicae*. Las hierbas y los cultivos de otras solanáceas son buenos reservorios del virus. Su sintomatología depende de la raza del virus y la variedad del pimiento y puede confundirse con otros virus. Sólo el diagnóstico en laboratorio puede identificarlo.

- 1) *Hojas*.- Amarillosos con oscurecimiento y necrosis de las nerviaciones por el envés, deformación del limbo y defoliaciones.
- 2) *Frutos*.- Manchas necróticas, reducción del tamaño, abollonaduras, alteraciones del color y deformaciones.
- 3) *Tallos*.- Estrías necróticas. Con daños graves necrosis total del tallo.

Actualmente con la aparición de las variedades resistentes en pimiento ya no constituye un problema.



Fig. 35. Daños en hojas de pimiento por el Virus Y de la patata (Foto S.P.V. Almería)

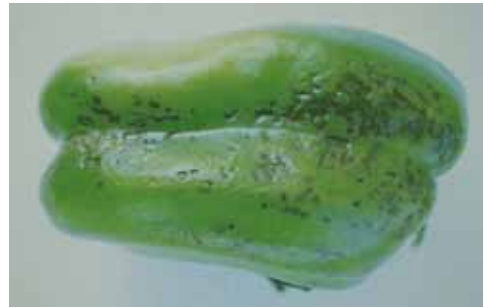


Fig. 36. Necrosis en frutos causados por el Virus Y de la Patata (Foto E. Sáez)

### **Virus del mosaico del tomate: Tomato Mosaic Virus (ToMV)**

Se aisló en la campaña 91/92 en cultivos de pimiento. Su transmisión se realiza por semillas, principalmente, y por contacto (herramientas infectadas, poda, ropa y calzado, roce entre plantas). En la actualidad los daños en pimiento son escasos debido a la existencia de variedades resistentes que ha reducido su incidencia. Se mantiene en el suelo en restos de cosecha infectadas. Actualmente se pueden encontrar variedades resistentes o con resistencia intermedia a este virus.

Dependiendo de la estirpe del virus y de las condiciones ambientales hay una gran diversidad de síntomas.

En las hojas aparecen mosaicos verde claro-verde oscuro internerviales y, a veces, filimorfismo, rizado y reducción del tamaño.

Los frutos presentan manchas externas de coloración oscura con necrosis interna, deformaciones y reducción del tamaño. En las plantas se aprecia enanismo así como manchas necróticas en los tallos.

### **Virus del bronceado del tomate: Tomato Spotted Wilt Virus (TSWV)**

Hasta la campaña 88/89 este virus apenas se manifestaba. Es a partir de los cultivos tempranos de otoño cuando empezó a incrementarse su presencia, dañando principalmente a pimiento y tomate. Fue en las campañas 96/97 y 98/99 cuando causó muchos daños. En la actualidad hay semillas de variedades de pimiento resistentes o con resistencia intermedia a dicho virus que unido al control de trips son las medidas más eficaces.



Fig. 37. Daños por el Virus del bronceado del tomate en fruto (Foto S.P.V. Almería)



Fig. 38. Arabescos y anillos concéntricos en hoja de pimiento producidos por el Virus del bronceado del tomate

Es transmitido por varias especies de *trips* de forma persistente por mantenerse el virus en el interior del insecto durante toda su vida en donde se replica y multiplica; siendo el vector más importante del TSWV *Frankliniella occidentalis*. Son especialmente las larvas las que se infestan y los trips adultos los que difunden la infección en las plantas al introducir su estilete hueco por el que inyectan saliva y absorben el contenido de las células. El trips tiene preferencia por las flores y el envés de las hojas.

Los daños ocasionados son variables dependiendo de la edad de las plantas, de la variedad y de la raza del virus.

En plantas jóvenes mosaicos y deformaciones de las hojas y marchitamiento apical. En hojas adultas aparecen anillos redondos necrosados y otras formas geométricas con fuertes líneas sinuosas o arabescos.

En los frutos deformaciones, manchas irregulares, a veces redondeadas, de color amarillo verdoso-claro pudiendo llegar a necrosis y puntos necróticos. En ocasiones anillos concéntricos. A veces se produce aborto de flores.

### **Virus del enanismo ramificado del tomate: Tomato Bushy Stunt Virus (TBSV)**

Está distribuido ampliamente por todas las explotaciones de pimiento, tomate y berenjena. En sus inicios, en la campaña 93/94 se detectó mezclado con el virus del moteado suave del pimiento, PMMV, por lo que se enmascaró su presencia. Se transmite a través del agua de riego, semillas y por el suelo, sobre todo si se han dejado restos vegetales infectados. No se conoce ninguna transmisión por insectos.

La sintomatología consiste en clorosis y amarilleamiento de las hojas más jóvenes y apicales con necrosis en hojas, pecíolo y tallo. Los frutos maduros pueden presentar manchas cloróticas y necróticas.

### **Virus del moteado suave del pimiento: *Pepper Mild Mottle Virus (PMMV)***

Afecta esencialmente al pimiento, habiéndosele considerado hasta hace pocos años como cepas de pimiento del virus del mosaico del tabaco (TMV). Se pueden encontrar variedades resistentes o con resistencia intermedia al desarrollo y multiplicación del virus.

Se transmite por el suelo y por las semillas contaminadas de pimiento y por las prácticas culturales, roce entre plantas, herramientas y útiles de trabajo. El suelo es la principal fuente de infección, sobre todo si se han abandonado residuos de vegetales contaminados.

En hojas viejas de produce mosaicos verde claro-verde oscuro y más suave en las hojas apicales acompañado de necrosis en hojas, tallo y pecíolo. En plantas jóvenes ocasiona enanismo.

En los frutos deformaciones, abollonaduras y a veces necrosis. La carne aparece endurecida.



Fig. 39. Daños en frutos causado por el Virus del moteado suave del pimiento (Foto E. Sáez)



Fig. 40 Mosaicos verde-claros verde-oscuros producidos por el Virus del Moteado suave del pimiento en hojas (Foto E. Sáez)

### **Virus del rizado amarillo el tomate: *Yellow leaf curl virus (TYLCV)***

Al igual que en el cultivo del tomate, conocido como “virus de la cuchara, es la mosca blanca, *Bemisia tabaci*, la que transmite este virus al pimiento. Aunque en algunas publicaciones se relaciona este virus como responsable de daños al pimiento, en realidad hasta la campaña 09/10 no se han observado síntomas ni en hojas ni en frutos, a pesar de que el pimiento sea reservorio del citado virus. No es de extrañar que en un futuro, con las condiciones idóneas, la planta de pimiento pueda mostrar los síntomas y daños característicos de este virus.

De acuerdo con los ensayos realizados por investigadores de la Universidad de Almería y de la Fundación para la Investigación Agraria de la Provincia de Almería (IFAPA), durante los años 2002 y 2003 para determinar la efectividad e incidencia de TYLCV en pimiento se llegó, entre otros, a las conclusiones siguientes:

- Algunas de las especies del “virus de la cuchara” son capaces de infectar plantas de pimiento, aunque no produzcan síntomas.

- La mosca blanca no puede transmitir el virus a plantas sanas de tomate desde plantas de pimiento infectadas, pero sí la mosca blanca puede transmitir el virus desde plantas infestadas de tomate a plantas sanas de pimiento.
- La incidencia del virus en las plantaciones de pimiento es similar a las de tomate.

### **Medidas preventivas y técnicas culturales contra virosis**

No hay que olvidar que para luchar contra las virosis sólo tiene eficacia el control preventivo, no hay métodos curativos. Para ello:

- Evitando focos infecciosos, eliminando las malas hierbas fuera y dentro del invernadero, y en plantas donde se ha iniciado la enfermedad. Las plantas afectadas se han de arrancar con mucho cuidado, introducir las en bolsas y trasladándolas fuera del invernadero, sin dejarlas abandonadas.
- Impidiendo la propagación del virus al tratar los vectores transmisores.
- Utilización de trampas cromotrópicas para la detección y captura de los insectos
- Utilización de variedades resistentes o tolerantes a determinados virus y empleo de semillas sanas y desinfectadas. Recordemos que las plantas pueden ser susceptibles o sensibles a un determinado virus, por otro lado pueden ser tolerantes al permitir que se multipliquen sin afectar en gran medida a su producción y resistentes cuando la variedad plantada no permite al virus reproducirse.
- Rotación de cultivos, al objeto de suprimir durante varios años una misma especie vegetal que ha sufrido daños por virus; como así mismo evitar la asociación de cultivos.
- Colocación de mallas en las bandas y cubrera del invernadero, y la instalación de doble puerta en la entrada del invernadero para evitar la introducción de insectos vectores, pulgones, mosca blanca, trips, etc.
- Los productores de plántulas deben de utilizar material vegetal sano, partiendo de semillas de calidad y los agricultores deberán de emplear plantas procedentes de semilleros autorizados.
- Desinfectar los útiles de trabajo con una solución de fosfato trisódico al 10 % antes y después de realizar las labores a fin de controlar los virus transmitidos por contacto, además de lavar con frecuencia manos y guantes con sustancias inhibidoras de virus, como es la leche desnatada y la solución de lejía.
- Eliminar los restos de cosechas, según normativa de cada comarca.

En la actualidad está generalizada la termoterapia en la producción de semillas comerciales para garantizar su sanidad frente a los virus transmitidos por semillas.

### **ENFERMEDADES PRODUCIDAS POR BACTERIAS**

Las bacterias son organismos unicelulares sin núcleo diferenciado, microscópicos y carentes de clorofila. A diferencia de algunos hongos las bacterias no son capaces de perforar la epidermis de las plantas, necesitando una puerta de entrada, como puede ser a través de las heridas producidas en la epidermis o por aberturas naturales (estomas). Una vez en el interior de la planta parasitada absorben los compuestos carbonados, azúcares y sustancias nitrogenadas necesarias para su desarrollo y reproducción.



Las bacterias que causan enfermedades a las plantas pueden sobrevivir en las semillas, en restos de materia orgánica en descomposición, en zonas infectadas, en el suelo o en otras plantas que actúan como reservorios, trasladándose desde allí a los tejidos. Es a través de las semillas cuando la mayoría de las bacteriosis se transmiten, por lo que es fundamental la utilización de semillas desinfectadas. Su dispersión se favorece con las prácticas culturales, por el agua de riego, por la lluvia o por los insectos.

Los síntomas observados dependen de la bacteria y del estado fisiológico y fenológico de la planta, siendo los característicos los siguientes: Manchas foliares y en frutos, marchitamientos de las plantas por infecciones vasculares, podredumbres blandas, chancros, etc, etc.

Al cultivo del pimiento en invernadero le causa daño, principalmente, los siguientes géneros de bacterias: *Xanthomonas* y *Erwinias*.

**Roña o sarna bacteriana. (*Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* (Doigde) Dye (sin. *Xanthomonas vesicatoria*)**

Es una bacteria que puede presentarse en semillero y en terreno de asiento, y sobre todo en cultivos protegidos de pimiento. Se transmite por la semilla, suelo y restos vegetales penetrando en el tejido vegetal por las heridas, por las picaduras de los insectos y por los estomas. La bacteria se conserva en las semillas y restos vegetales. Se favorece la transmisión con temperaturas y humedades altas. La humedad superior al 85 % es suficiente para que se produzca la infección.

En las hojas se presentan manchas oscuras, redondeadas, con un halo húmedo y de 2-5 mm de diámetro. Al aumentar dichas manchas de tamaño tienden a confluir provocando la desecación de las hojas y la defoliación. En los tallos aparecen manchas alargadas de color pardo oscuro. En los frutos se observan manchas en forma de pequeñas pústulas, negras o pardas de 1-2 mm de diámetro y elevadas con aspecto roñoso.



Fig. 41. Daños en hojas de pimiento causadas por sarna bacteriana



Fig. 42. Podredumbre blanda en fruto causada por Erwinia (Foto S.P.V. Almería)

**Podredumbre blanda del pimiento: (*Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*)**

Es una bacteria que puede atacar a pimiento como a otras especies de plantas cultivadas. Penetra en la planta a través de las heridas y se propaga por medio de insectos,

agua de riego y operaciones culturales. Es una bacteria muy agresiva que puede vivir en el suelo, en el agua de riego y en las raíces de malas hierbas. Se favorece su desarrollo con temperaturas entre 25 y 35° C y humedades altas. Las operaciones de poda facilitan la infección a causa de las heridas producidas.

Los síntomas externos en pimiento consisten en podredumbres blandas y húmedas en cualquier parte de la planta, aunque en los tallos es más frecuente. El tallo interiormente se reblandece, se pudre y desprende un olor nauseabundo y, además, se observa externamente manchas necróticas y húmedas. Sobre los frutos suele aparecer podredumbre blanda junto a la inserción con el pedúnculo.

Es una bacteriosis de difícil control ya que cuando se detecta la enfermedad los daños ya son importantes, lo que ocurrió durante los meses de otoño-invierno en la campaña 84/85 en los invernaderos de Almería, cuyos daños por bacterias del género *Erwinia* fueron considerables.

### **Medidas preventivas y técnicas culturales contra bacteriosis**

#### *Medidas preventivas y culturales*

- Utilización de variedades resistentes cuando se obtengan
- Evitar la presencia de agua sobre las plantas
- Empleo de semillas y plántulas sanas
- Retirar y eliminar de la parcela los frutos y plantas afectadas
- Controlar las condiciones ambientales del invernadero evitando el exceso de humedad y favoreciendo la ventilación.
- En caso de aplicar productos químicos alternarlos para evitar resistencias.
- Evitar las heridas y en todo caso desinfectarlas con productos fungicidas-bactericidas, los útiles de trabajo, así como lugares e instalaciones donde determinadas bacterias puedan resguardarse.
- Fertirrigación equilibrada
- Eliminar las malas hierbas.
- Desinfección del suelo

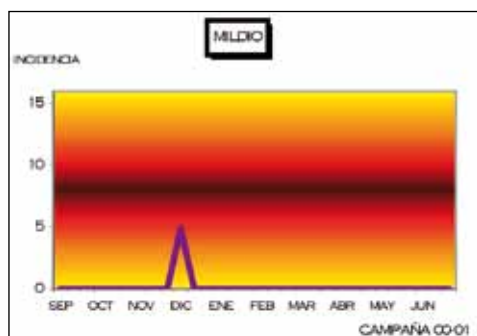
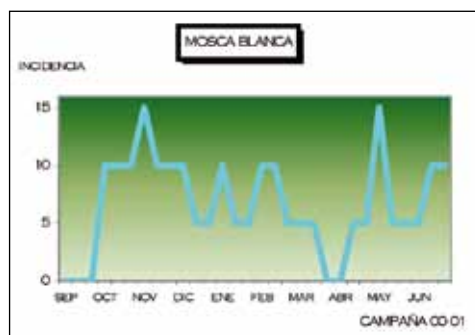
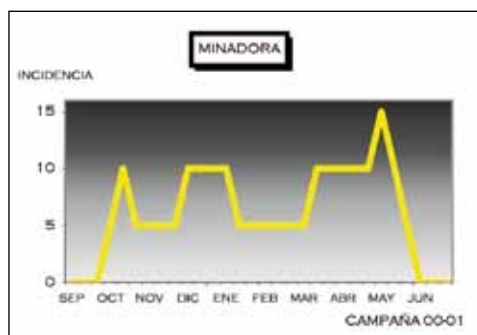
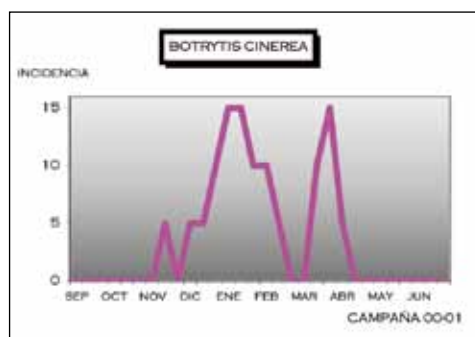
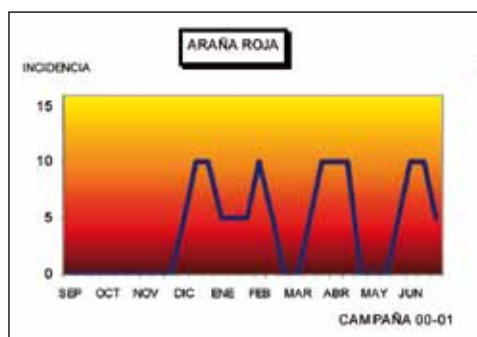
#### *Control químico*

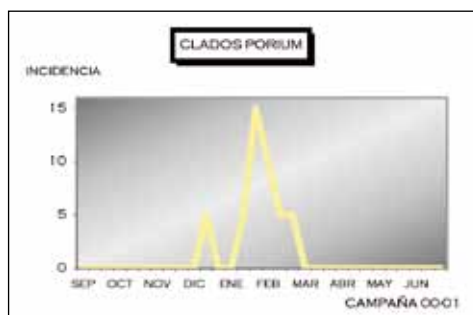
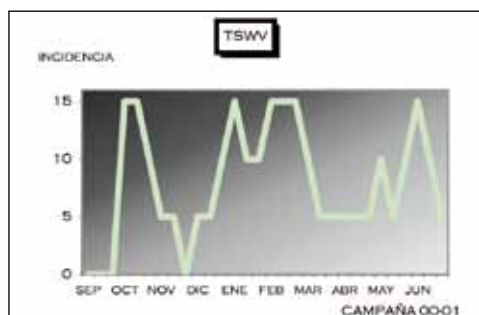
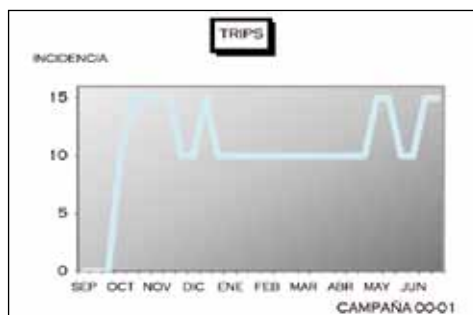
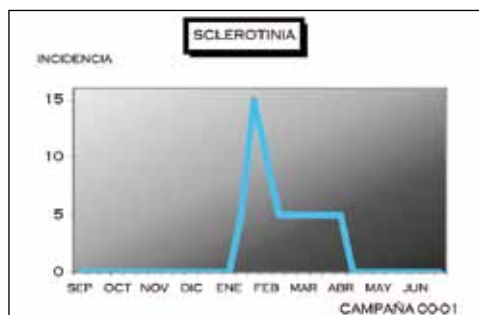
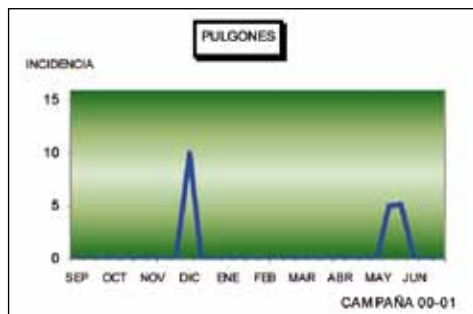
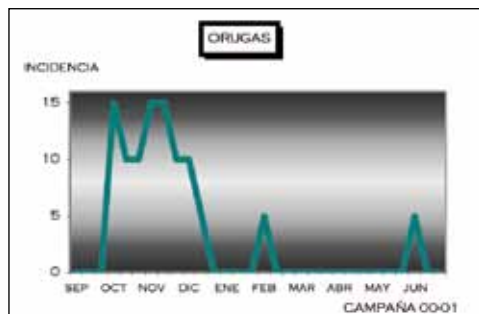
En los criterios de intervención se tendrá en cuenta la presencia de síntomas en las plantas y las condiciones climáticas favorables para su desarrollo. En parcelas con antecedentes de la enfermedad se podrán realizar tratamientos preventivos.

El control a partir de fitosanitarios no es del todo eficaz, salvo que sea para prevenir las infecciones en los tejidos más sensibles, por lo que es imprescindible tener protegida la planta durante los períodos de condiciones climáticas favorables a la enfermedad. Para ello se emplean diferentes bactericidas que se alternarán para mejorar la eficacia, entre los que se encuentran: Kasugamicina 5 % más oxicloruro de cobre, sulfato de cobre 3 %, zineb, mancozeb, etc.

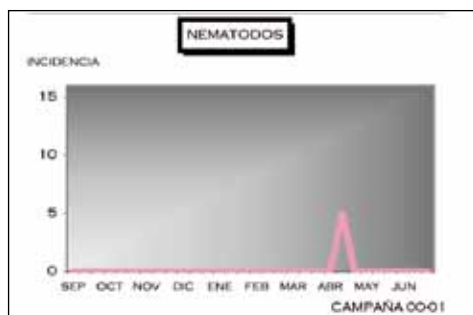
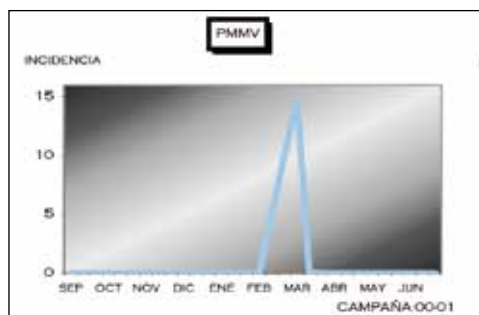
Se acompañan gráficos correspondientes al cultivo del pimiento en invernadero, confeccionados en base a los datos que figuran en los Boletines Fitosanitarios de Información Agraria de la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía, en donde puede observarse la mayor o menor incidencia de las plagas y enfermedades durante los meses de la campaña 2000-2001. Como aclaración a dichos gráficos, el nivel de incidencia 15 se considera grave, el nivel 10 moderado y el nivel 5, incidencia baja.

# PIMIENTO





(TSWV: Virus Bronceado del Tomate)



(PMMV: Virus Moteado Suave Pimiento)

Fuente: Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía  
Elaboración propia

## ENFERMEDADES NO PARASITARIAS

### a) fisiológicas y nutricionales

*Asfixia radical.*- El pimiento es una de las hortalizas más sensibles a esta enfermedad. La asfixia de las raíces es una alteración fisiológica que se manifiesta desde los primeros estadios de las plantas. La causa principal es la ausencia de oxígeno, necesario a las raíces para su respiración, originada por el desplazamiento del aire al existir exceso de agua en suelos arcillosos y con mal drenaje que se manifiesta por una marchitez general y pudrición de toda la parte inferior de la planta. Los síntomas no son idénticos en todo en invernadero sino por zonas coincidiendo en suelos, como decíamos, con deficiente drenaje, acompañado de pudrición de raíces y cuello de la planta. Normalmente si no es intensa la marchitez la planta puede recuperarse dando lugar a nuevas raicillas.

Otras causas que pueden influir en la asfixia radical son:

- Alta salinidad del suelo.
- Elevado contenido de humedad ambiental que reduce la evaporación de las plantas.
- Encharcamiento del terreno por deficiente nivelación.

Para su control hay que actuar de forma preventiva por medio de las prácticas siguientes:

- Mejorar el drenaje del suelo.
- Correcta nivelación para facilitar la distribución homogénea del agua de riego.
- Utilización de tensiómetros que contribuyan a planificar los riegos.
- Evitar los encharcamientos.
- Ventilar para rebajar la humedad relativa en exceso.
- Separar los goteros entre 10 y 15 cm. de la planta.
- Evitar el uso de barras para hacer los hoyos durante el trasplante.

*Necrosis apical. (Blossom end rot).*- También conocida por “podredumbre apical”. Está relacionado con el crecimiento del fruto y la asimilación del calcio, además de otros factores genéticos y ambientales. Afecta regularmente a los cultivos de pimiento, tomate y berenjena. La enfermedad en pimiento produce cerca del ápice del fruto necrosis que puede llegar a afectar, a veces, hasta la mitad del mismo. El daño se inicia por medio de una mancha blanquecina redondeada que posteriormente se deprime, necrosándose y ennegreciéndose.

La necrosis es debida al desequilibrio entre el agua transpirada por la planta y la absorbida por las raíces, de tal forma, que, en ocasiones, la absorción por las raíces no es suficiente para compensar la transpirada, por lo que para equilibrarla la planta extrae de los frutos parte de esa reserva de agua, contenida en ellos, y la zona apical, más sensible, es afectada destruyéndose por deshidratación. Dicha alteración es consecuencia de una deficiencia de calcio en el extremo del fruto durante la maduración, causado por una reducida movilidad del calcio en la planta en relación con la demanda de los frutos.

También tiene influencia en la aparición de la necrosis:

- Altos niveles de potasio en relación con el calcio.
- Salinidad elevada.
- Alta temperatura, baja humedad ambiental y elevada luminosidad.
- Exceso de abonos nitrogenados que reducen el transporte de calcio hacia el fruto.
- Susceptibilidad de la variedad cultivada.

Para prevenir éste fenómeno fisiológico se recomienda:

- Riegos regulares y suficientes
- Mantener una humedad suficiente no inferior al 60 %
- Abonados fraccionados para evitar el incremento de la tensión en la solución del suelo, evitando los excesos de nitrógeno, prefiriendo la forma nítrica a la amoniacal.
- Ventilar el invernadero para reducir las altas temperaturas
- Mantener niveles adecuados de calcio en la solución del suelo, principalmente a partir del comienzo del engorde de los frutos.

El control de la podredumbre apical es problemático, por lo que aparte de lo indicado anteriormente es conveniente realizar tratamientos a base de productos cálcicos por vía foliar o directamente al suelo.

Los productos y dosis empleados son los siguientes:

1) Por vía foliar:

- Pulverizaciones a base de Cloruro Cálcico a dosis de 2-4 g/l de agua, iniciándose los tratamientos al principio de la fructificación, dando 3-4 aplicaciones.

2) En riego por goteo:

- Nitrato de cal del 28 % empleado a dosis de 25 kg/ha
- Productos comerciales a base de calcio y microelementos empleados después del cuajado de los frutos.

*Grietas y rajado del fruto.*- Es otra alteración fisiológica y nutricional muy compleja y asociada a diversos factores, provocada principalmente por desequilibrios en el aporte de humedad al suelo y contraste térmico entre día y noche, coincidiendo con el engorde y maduración de los frutos y épocas de bajas temperaturas. La epidermis del fruto maduro por su altos niveles de humedad pierde elasticidad y tras un riego abundante después de un periodo seco acompañada a veces con la bajada brusca de la conductividad eléctrica, abonados nitrogenados excesivos o variedades sensibles, es suficiente para romper la epidermis y formar dichas grietas. Al no poder asimilar totalmente el exceso de agua penetra en la mesocarpio de los frutos empuja el epicarpio hacia el exterior y al no ser demasiado elástico rompe hasta desgarrarlo y formar grietas circulares alrededor del pedúnculo o longitudinales a lo largo del fruto que puede afectar a la carne o superficiales.



Arriba, Fig. 43. Daños en frutos por podredumbre apical



Arriba derecha, Fig. 44. Grietas superficiales en fruto de pimiento



Derecha, Fig. 45. Se ha separado la arena del tronco de la planta para apreciar el daño causado por el calor transmitido a la arena

Las medidas para reducir dichas grietas consisten en:

- Fertirrigación equilibrada y continua, principalmente con calcio, magnesio y potasio, y no abusando de los abonos nitrogenados.
- No excederse en la poda de hojas, ya que se reduce la transpiración de las hojas y esta se desplaza a los frutos.
- Control del ambiente del invernadero, sobre todo de la temperatura
- Empleo de variedades tolerantes o resistentes
- Evitar riegos excesivos, sobre todo en épocas de maduración de los frutos.

## b) Climáticas

*Falta de luminosidad.*- La escasez de luz afecta a la mayoría de los procesos fisiológicos de la planta. Si la luminosidad es escasa y en condiciones de temperaturas altas se produce el “ahilamiento” o “ahilado” en forma de tallos delgados de gran longitud entre los entrenudos con pérdida del color verde. El plástico envejecido o la sombra que

proyectan algunas estructuras de los invernaderos origina en las plantas adultas poco desarrollo y escasa calidad de los frutos.

*Exceso de temperatura y de luminosidad.*- Sabemos que el pimiento es muy exigente en luz y calor; sin embargo con fuerte luminosidad acompañada de alta temperatura, mayor de 40° C, se produce una fuerte transpiración en las plantas mediante la cual éstas emiten grandes cantidades de agua a la atmósfera que han de reponer absorbiéndola por las raíces. Si la planta no dispone de agua suficiente en el suelo o sufre estrés hídrico se produce un desequilibrio que puede llegar a deshidratarla y marchitarla en la zona de la planta o del fruto expuesto directamente al Sol.

Uno de los síntomas es el enrollamiento de las hojas con reducción de la fotosíntesis, quemaduras de las hojas y en la superficie de los frutos aparecen unas manchas blanquecinas, brillantes, algo hendidas y con aspecto acuoso a consecuencia de la acción del Sol que deseca la parte del fruto expuesta. Los frutos verdes son más sensibles que los maduros. El intenso calor transmitido a la arena puede dañar el tallo de las plantas jóvenes y, a veces, endurecerlo por la franja de zona en contacto con la arena.

El sombreo del invernadero es la forma más eficaz de reducir dichas quemaduras o “golpes de Sol” y la utilización de variedades menos sensibles.



Fig. 46. Quemaduras producidas por el golpe de Sol en frutos (Foto J.C. Gázquez)

*Heladas.*- Las heladas se producen cuando la temperatura baja de un punto crítico, generalmente por debajo de 0° C apareciendo alteraciones más o menos graves, especialmente en los brotes tiernos.

El daño por helada se produce porque el agua contenida en los espacios intercelulares cristaliza y al congelarse aumenta de volumen causando desgarramientos que se traducen en la aparición de zonas secas. La helada actúa deshidratando las células y privándolas del agua de constitución del mismo protoplasma.

Se recomienda enriquecer, si es posible, la fertirrigación con nitrógeno para ayudar a la planta a rehacerse del daño.



*Caída de flores.*- Es muy habitual en pimiento observándose caída de flores sin llegar a cuajar, iniciándose con el cáliz y el pedúnculo amarillento. Las causas son generalmente de tipo climático e intervienen humedades del suelo relativamente bajas, coincidiendo alta temperatura en los meses de junio/julio/agosto, cuando comienzan a formarse las flores, o por baja luminosidad, elevada humedad ambiental y escasa ventilación. Se corrige plantando variedades menos sensibles y controlando la temperatura y la humedad.

*Stip.*- Se manifiesta al madurar los frutos por manchas irregulares de color marrón oscuro o negro dispersadas por toda la epidermis al principio pequeñas que poco a poco se agrandan y se tornan de color amarillento. Suelen aparecer con condiciones climáticas de baja luminosidad, aportes irregulares de agua, baja humedad ambiental y frío. Dependiendo de la época dichas manchas pueden ser más o menos visibles; así en épocas calurosas son menos visibles que en tiempo frío. También pueden ser factores de riesgo los desequilibrios entre calcio y magnesio, variedades sensibles o la falta de movilidad del calcio. En la actualidad ya hay variedades comerciales tolerantes y resistentes a stip.

### **c) Carenciales**

Las enfermedades carenciales, también conocidas por carencias, alteraciones de la nutrición o desordenes nutricionales son provocadas por una deficiencia o exceso de uno o varios elementos en el suelo necesarios para la planta. La carencia se produce, generalmente, por la acción antagónica o de bloqueo de ciertos elementos impidiendo su absorción por las raíces de las plantas. Así ocurre con el exceso de potasio que puede limitar la asimilación del magnesio. Igualmente las condiciones físico-químicas adversas del suelo ocasionan la insolubilización o la fijación de algunos elementos.

El cultivo del pimiento en invernadero extrae grandes cantidades de fertilizantes, unido a los altos rendimientos exigidos, la repetición de la misma especie hortícola, el menor volumen de tierra explorada por las raíces y un sistema radicular poco potente ha ocasionado que nutrientes, hasta ahora disponibles en el suelo, ya no lo están o es más difícil su asimilación.

Por regla general las carencias de macroelementos (N, P, Mg, K) por su mayor movilidad dentro de la planta se desplazan a los tejidos jóvenes manifestándose la carencia en las hojas adultas, en las más viejas y en la parte baja de la planta, mientras que las carencias de microelementos (B, Cu, Mn, S, Fe ), al moverse poco en el interior de la planta los síntomas carenciales se aprecian normalmente en los brotes terminales: las hojas más jóvenes o en las yemas terminales. Una excepción a esta norma la presenta el cinc cuya sintomatología se nota en hojas adultas y la carencia de calcio que aparece en las hojas jóvenes.

También se ha observado que las carencias de nitrógeno y fósforo afectan a todas las hojas adultas, mientras que las carencias de magnesio, potasio y cinc los síntomas siempre son localizados por moteados o clorosis en las hojas inferiores.

En cuanto a la carencia de calcio y boro los síntomas afectan totalmente a las yemas o en la base de las hojas más jóvenes. Por el contrario las carencias de Cobre, manganeso, azufre y hierro la yema terminal se mantiene viva y las hojas jóvenes aparecen marchitas y cloróticas.

A menudo las enfermedades carenciales son confundidas por daños fitotóxicos o enfermedades causadas por hongos; siendo laborioso, a veces, llegar a un diagnóstico correcto sobre el elemento que produce la carencia. Si la sintomatología aparecida no es suficiente para reconocer tal deficiencia será necesario análisis de suelo y/o foliar si se estima oportuno

Estos son los síntomas carenciales más frecuentes y su control en las plantas de pimiento:

*Carencia de nitrógeno.*- El nitrógeno es uno de los elementos que interviene con mayor intensidad en el crecimiento de la planta. No es habitual observarlo en cultivos intensivos debido a los fuertes abonados nitrogenados, salvo cuando se producen lavados de sales en exceso. Si se presenta las hojas bajas de la planta no tienen el color verde característico y la planta manifiesta debilitamiento general.

*Carencia de fósforo.*- Se observan por el envés de las hojas decoloraciones internerviales marrón amarillentas, así como una disminución del número de semillas, influyendo en su aparición suelos calizos, los muy arcillosos y los períodos de bajas temperaturas. La carencia se desplaza desde las hojas más bajas a las superiores.

*Carencia de potasio.*- Las hojas muestran amarilleamiento de los bordes con posterior desecación y necrosis. Esta coloración se desplaza poco a poco hacia el interior de la hoja y desde las hojas adultas hacia los tejidos más jóvenes. Con fuerte deficiencia hay defoliación y enanismo. También influye en una disminución de la resistencia a las enfermedades y de la calidad de los frutos. Se presenta, como ocurre con el nitrógeno, tras lavado excesivo del suelo, sobre todo en suelos sueltos o arenosos.

*Carencia de calcio.*- Aparece clorosis y necrosis en hojas y en órganos de crecimiento por lo que los tejidos de la planta pierden resistencia. La carencia de calcio se manifiesta en los frutos por medio de manchas conocidas *por blossom-end rot* o necrosis apical. El síntoma aparece en el extremo opuesto al pedúnculo por una mancha negruzca necrótica que después evoluciona a podredumbre. La falta de cal en el terreno es la principal causa, además de los desequilibrios en la aportación de agua y la salinidad del suelo, aunque las variedades influyen en la mayor o menor presencia de la carencia. Excesos en la relación K/Ca influyen en la aparición de esta deficiencia. (Véase Necrosis apical)

También la falta de movilidad del calcio en el interior de la planta influye en otra carencia denominada *Stip*. El síntoma es una mancha que aparece en el fruto cuando madura y su tamaño depende de la época de cultivo, de la variedad y de la presencia de humedad relativa alta y baja luminosidad.

*Hierro.*- Junto al magnesio forma parte de la composición de la clorofila. Pueden aparecer carencias sobre todo en suelos muy calizos y alcalinos; igualmente en los suelos mal drenados y poco aireados, no por falta de hierro en el suelo, ya que es uno de los elementos más abundantes en el suelo, sino por su baja movilidad debido a los altos niveles de pH y presencia de bicarbonatos. Las hojas de los brotes terminales son las primeras en manifestar la deficiencia. Suele utilizarse para su control hierro en forma de quelato incorporado al suelo o por vía foliar.

*Magnesio.*- Forma parte de la clorofila por lo que cuando hay desequilibrios en la relación K/Mg por exceso de potasio aparece en el envés de las hojas manchas pardonegruzcas internerviales que se corresponden con clorosis en el haz avanzando desde

las hojas más viejas a las más jóvenes, las manchas terminan por necrosarse, disminuyendo el tamaño de los frutos. El pimiento es muy sensible a esta carencia que puede verse favorecido por la alta salinidad y los suelos arenosos.



Fig. 47. Carencia de fósforo en hojas de pimiento (Foto A y E. Casas)



Fig. 48. Carencia de hierro en hojas

*Carencia de manganeso.*- Las hojas jóvenes presentan clorosis por medio de pequeñas manchas amarillentas internerviales que se ven agravadas por altos contenidos de potasio y fósforo. También las bajas temperaturas influyen en la aparición de la carencia.

*Carencia de zinc.*- Las hojas de la parte inferior y media de la planta presentan decoloraciones entre los nervios, similar a la carencia de magnesio, produciendo reducción del crecimiento y enanismo de la planta

*Carencia de boro.*- Los síntomas aparecen primeramente en las hojas jóvenes por medio de marilleamiento en el ápice de la hoja que va extendiéndose hasta cubrir todo el limbo. Con fuerte carencia se observa necrosis interna de los frutos y falta de desarrollo.



Fig. 49. Carencia de magnesio en hojas (Foto A y E. Casas)



Fig. 50. Carencia de boro en hojas de pimiento (Foto A. y E. Casas)

## Control de las carencias

El control de las carencias se realiza mediante el aporte racional de los abonos aplicados directamente al suelo con formulaciones equilibradas y correctas. Las condiciones del suelo, agua y clima impiden, en ocasiones, la extracción por la planta de tales elementos. Salvo el tratamiento puntual de una determinada carencia en la mayoría de los casos los abonados foliares complementarios a los abonados habituales van a reducir la mayoría de estas alteraciones.

Existen numerosos preparados comerciales exclusivamente destinados a corregir estados carenciales con diversas riquezas en nutrientes.

Por ejemplo:

- a) *Nitrógeno*.- Aplicación de sales por vía foliar como es el nitrato cálcico
- b) *Fósforo*.- Pulverizaciones foliares a base de ácido fosfórico.
- c) *Potasio*.- Aplicaciones por vía foliar con sales de potasio, como es el sulfato de potasa.
- d) *Calcio*.- Soluciones de calcio quelatado, cloruro de calcio, complejos orgánicos de calcio, nitrato cálcico, etc. etc.
- e) *Magnesio*.- Aplicaciones foliares en forma de quelatos, sulfato de magnesio, nitrato de magnesio.
- f) *Manganeso*.- Se llevan a cabo aplicaciones con sales minerales, manganeso soluble y en forma de quelatos.
- g) *Hierro*.- Se utilizan numerosos compuestos a partir de quelatos que pueden aplicarse localizados en la franja de goteo, disueltos en agua también localizado y en pulverización foliar.
- h) *Cobre*.- Se utilizan productos comerciales a base de cobre en forma de sulfato de cobre, oxiclорuro de cobre, sulfato cuprocálcico, quelatos, etc.
- i) *Molibdeno*.- Se emplean soluciones de molibdeno quelatado, de molibdato amónico, molibdato sódico.
- j) *Zinc*.- Se utilizan soluciones de zinc quelatado, principalmente.
- k) *Boro*.- Para corregir las carencias de boro se emplea ácido bórico, borato sódico y otras soluciones boratadas.

También se comercializan correctores de carencias con dos, tres o más microelementos, como por ejemplo: Ca+Mg, Mg+Fe, B+Cu, Fe+Mn, Mn+Zn, B+Mo, Ca+Mg+Zn, Mn+Bo+Fe, Mg+Mn+Zn, etc, etc.

Para evitar los efectos carenciales se aconseja que una vez por semana, en riego localizado, se incorpore al abonado 50 gramos de un corrector de carencias por 1.000 metros cuadrados de terreno.

## d) Fitotóxicas

El pimiento es una especie muy sensible a la aplicación no adecuada de fitosanitarios y herbicidas y, sobre todo, cuando viene acompañado por altas temperaturas e intensa luminosidad. Igualmente la alta salinidad del agua de riego o la del suelo pueden producir daños fitotóxicos.

Casi siempre se producen por errores en la correcta aplicación de los fitosanitarios, de los herbicidas o por el mal uso de las fitohormonas. La deficiente preparación del caldo pesticida, la mezcla de productos incompatibles o el exceso de la dosis recomendada producen manifestaciones en las plantas por medio de rizamientos, deformaciones, manchas, quemaduras, rizamientos en las hojas, marchitez, deformaciones de los frutos, redundando todo ello en una paralización de las funciones de la planta, depreciación de la calidad de los frutos, reducción de las producciones y lo más importante, efectos residuales en los frutos.

Los daños por herbicidas se manifiestan de diferentes formas según el tipo de producto aplicado: quemaduras en tallos y hojas, retraso en la maduración de frutos o en el cuajado, filimorfismo de hojas o desarrollo de coloración púrpura, inhibición del crecimiento de las raíces especialmente las secundarias, enrollamiento de hojas, defoliaciones, falta de crecimiento de las plantas y clorosis internerviales principalmente en hojas adultas y brotes terminales con decaimiento de la planta y marchitez.

No hay tratamiento contra la aplicación incorrecta de plaguicidas, salvo la aplicación posterior de nutrientes, o “bioactivadores” para activar el crecimiento y desarrollo de la planta. El mejor control es la prevención y aplicar las siguientes indicaciones:

- Previamente a la mezcla de fitosanitarios hay que verificar la compatibilidad de los productos a utilizar.
- Realizar una buena disolución.
- Seguir fielmente las dosis recomendadas.
- Utilizar sólo los productos autorizados.
- Es conveniente que al iniciar o reanudar el tratamiento se dirijan las primeras gotas del caldo al suelo porque la mayor concentración puede producir quemaduras.
- Por último recordar que las plantas de pimiento de invernadero tienen sus tejidos más tiernos, en comparación con los cultivos al aire libre, siendo más fácil ocasionarles daños.
- Evitar los tratamientos en horas de altas temperaturas y procurar lavar bien las máquinas de tratar después de los tratamientos.
- Procurar no emplear herbicidas residuales en el interior del invernadero ya que las condiciones ambientales y las frondosidad y terneza de las plantas incrementa su sensibilidad herbicida.
- Es importante limpiar cuidadosamente los equipos de tratamientos, principalmente si se han utilizado anteriormente con herbicidas.

## Otras afecciones del pimiento

### *Enfermedades de almacenamiento y poscosecha*

Los frutos de pimiento al ser perecederos comienzan a perder calidad desde el momento de su recolección, incrementándose por el ataque de agentes nocivos que producen alteraciones y los hacen inservibles para el consumo o para el procesado industrial.

El daño poscosecha no es debido exclusivamente al ataque de microorganismo que causan deterioro al fruto sino también en el transcurso de su manipulación y envasado. En principio los frutos de pimiento tras ser recolectados puede ser afectados por:

- Reducción de su peso por pérdida de agua debido a la transpiración, por lo que la firmeza de la carne disminuye y termina por arrugarse y ablandarse.
- Ataques de los siguientes bacterias y hongos:

*Erwinias sp.* y *Pseudomonas sp.* que penetra en el fruto a través de golpes o heridas producidos durante el transporte o la manipulación. La bacteria causa alteraciones y descomposición de los tejidos con olor desagradable.

La única forma de evitar este daño es cuidando los frutos durante la manipulación y transporte para que no sufran golpes ni heridas. Las altas temperaturas y humedades facilitan la acción del patógeno.

Entre los hongos hay diversas especies de *Botrytis*, *Penicillium*, *Colletotrichum*, etc. con síntomas similares, lesiones húmedas con reblandecimiento de la epidermis y con desprendimiento de olores desagradables que deprecian totalmente los frutos, todo ello favorecido por temperaturas y humedades elevadas.

Los daños causados a los frutos son una puerta de entrada para otros agentes infecciosos.

El control de estas enfermedades de frutos, una vez recolectados es difícil detectada la enfermedad, por lo que habrá que tener en cuenta:

- Manejo adecuado durante la recolección y durante su traslado al almacén
- Eliminar aquellos frutos dañados
- Controlar el ambiente de los locales de almacenamiento o transporte.
- Procurar que los envases no causen daños por rozaduras ni golpes durante la recolección y envasado
- Evitar la humedad sobre los frutos que los predisponen posteriormente a los ataques de hongos y bacterias.
- Someter los frutos, tras la recolección, a la limpieza y tratamientos adecuados, y si no se van a transportar rápidamente trasladarlos a las cámaras frigoríficas.

### Malas hierbas

Las óptimas condiciones de los invernaderos favorecen el desarrollo de las malas hierbas, entrando en competencia con las plantas de pimiento fundamentalmente por el agua y los nutrientes y por ser las malas hierbas reservorio de un gran número de plagas y enfermedades y focos de difusión de los fitoparásitos. A pesar de ello las malas hierbas en el interior de los invernaderos enarenados no suelen causar problemas al cultivo ya que periódicamente las desinfecciones anuales del suelo impiden o reducen su germinación por lo que no es habitual la utilización de herbicidas dentro del invernadero; sin embargo, si fuera necesario, se tendrán en cuenta estas recomendaciones:

- No aplicar herbicidas totales ni residuales y sí herbicidas selectivos que sólo destruyen las malas hierbas respetando las plantas de pimiento.
- No sobrepasar la dosis recomendada

- Elegir el herbicida adecuado a las malas hierbas a tratar
- En pimiento se aplicarán, preferentemente, en preplantación
- Siempre que se utilicen herbicidas será bajo asesoramiento técnico

En preplantación de pimiento y bajo la supervisión técnica pueden utilizarse, entre otras, las siguientes materias activas:

- a) Malas hierbas de hoja ancha y estrecha: Etalfluralina, napropamida, pendimetalina, trifluralina.
- b) Malas hierbas de hoja ancha: Oxifluorfen
- c) Malas hierbas de hoja estrecha: Fluazipol (postrasplante)..

Por otra parte también puede hacerse otra clasificación por el tipo de malas hierbas a controlar.

- a) Malas hierbas anuales: Butralina, clomazona, etalfluralina, napropamida, oxifluorfen, pendimetalina: trifluralina.
- b) Gramíneas: Etalfluralina.
- c) Gramíneas anuales: Prometrina (postrasplante), quizalofop.
- d) Dicotiledóneas anuales: Diquat, prometina.

En producción controlada sólo se permite el uso de herbicidas hasta una semana antes del trasplante y siempre con herbicidas de baja peligrosidad.



Fig. 51. Malas hierbas alrededor e una planta de pimiento que además de competir con los fertilizantes son reservorio de patógenos.





## RECOLECCIÓN, COMERCIALIZACIÓN Y APROVECHAMIENTO

### Recolección

El proceso de recolectar consiste en separar el fruto de la planta, y es la culminación del trabajo realizado por los agricultores y el comienzo de la comercialización de sus productos. La mayoría del pimiento para consumo en fresco se cosecha a mano ya que hay que ir seleccionando los frutos de acuerdo con el destino, con el color, textura, tamaño y desarrollo del fruto.

El color del fruto de pimiento no cambia una vez recolectado al contrario del tomate, por lo tanto si queremos coger frutos rojos hay que dejarlos que cambien de color en la propia planta. Su madurez fisiológica, diferente de la madurez comercial, se consigue cuando las semillas se endurecen y se colorea el interior de la carne.

Cuando los frutos están verdes la concentración de clorofila en la piel es abundante, junto a este pigmento están las xantofilas, de color amarillo, y los carotenos de color rojo. Al ir madurando los frutos se va perdiendo o degradando la clorofila y aparecen xantofilas y carotenos, dependiendo de su concentración el color verde variará del amarillo al rojo. Tras 20 a 30 días sin recoger el pimiento verde se torna de color amarillo o rojo uniforme.



Fig. 1. Cambio de color en frutos de pimiento

A veces, como consecuencia de las bajas temperaturas en comarcas de climas fríos el fruto no consigue la coloración típica de la variedad por lo que a veces se recurre al empleo de productos, tanto en la planta como tras la recolección. Uno de ellos es el Ethephon (ácido 2 cloroetil fosfónico), este producto dirigido en pulverización a los frutos libera etileno responsable de la maduración.

La secuencia de recolección es muy variable y depende de la época, de la variedad, de la fecha del trasplante y de la duración del ciclo de cultivo. Normalmente suele ser cada 8-10 días, pero a veces puede alargarse a 15 días e incluso hasta 20 días. Igualmente el número de recolecciones también es variable entre 10 en ciclos cortos y de 15-20 en ciclos largos. El inicio de la recolección depende de la época del trasplante y es muy variable, aunque la media está entre 2,5 y 3,5 meses tras la plantación. El número de frutos por planta varía según tipo de pimiento, densidad de plantación y ciclo de cultivo, y puede oscilar, en cultivos de ciclo largo, entre 25 y 30 en variedades de gran tamaño tipo Lamuyo, 25 a 30 en variedades tipo California y entre 30 y 35 en las variedades Dulce Italiano; y de 40 a 50 en variedades de frutos pequeños y de menor peso. (véase Cap. 5º).

### Práctica de la recolección

Las horas del día convenientes para la recolección son al atardecer o por la mañana temprano, cuando los frutos están más frescos y se arrancan con facilidad de la planta, antes de que el sol comience a calentar el ambiente del invernadero y afecte a los frutos apareciendo ablandamientos y posterior pudrición. Si se hace con temperaturas altas los frutos se encuentran muy calientes, soportando peor el transporte, los ligeros golpes o rozaduras provocan la aparición de hongos y bacterias. Tampoco recolectar frutos húmedos ya que, posteriormente, en almacén y con temperaturas elevadas pueden ser afectados por hongos y bacterias. cuando la epidermis de los frutos adquieren un color verde brillante a verde oscuro intenso y la consistencia de la piel al tocar, sin olvidar que el cambio del color verde al rojo lleva consigo una disminución en el peso que puede redundar en una merma de la producción, por lo que dependiendo de la cotización de los frutos se podrá elegir la fecha de la recolección y el color del fruto.



Fig. 2. Tamaño adecuado del pedúnculo del fruto



Fig. 3. Pimiento tipo California para recolección en color rojo

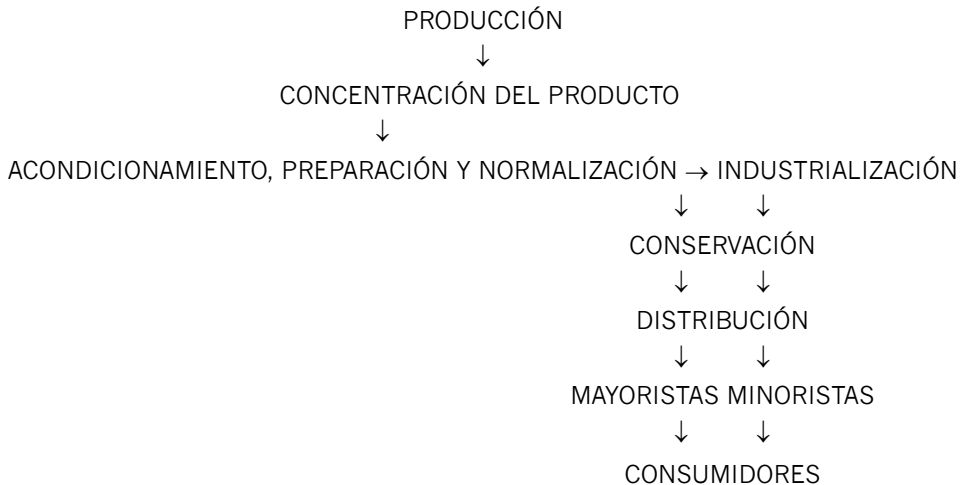
Aunque el fruto de los tipos Dulce Italiano se desprende fácil de la planta es preferible usar tijera o cuchillo bien afilado para evitar posibles desgarros y magulladuras, cuidando de que el pedúnculo y el cáliz queden adheridos al fruto y no sufran ningún daño. La longitud idónea del pedúnculo suele estar comprendida entre 2 y 3 cm.

Una vez recolectados se situarán en lugares resguardados del sol y del calor hasta llevarlos al almacén de la explotación para su primera selección.

### Comercialización

La comercialización comprende la serie de pasos y procesos por el que los frutos desde la explotación son puestos a disposición del consumidor. La comercialización tiene su origen en el momento en que el agricultor decide emplear una determinada variedad hasta la venta del producto.

Este sería el esquema de un proceso de comercialización típico del pimiento:



En la actualidad los productos llegan al consumidor a través de dos canales:

- a) Desde el propio empresario
- b) Desde las sociedades de comercialización, Cooperativas, SAT, Alhóndigas, etc.

Tanto de uno como de otro canal los frutos terminan en pequeñas tiendas, pequeños mercados o en grandes superficies.

La comercialización pasa por estas fases:

- Producción
- Concentración de los productos en las agrupaciones de agricultores (Cooperativas, O:P:F:H., Alhóndigas, etc.)
- Normalización del producto
- Distribución
- Adquisición del producto

El proceso de comercialización está presente todo el año, siendo en la actualidad tan importante como la fase productora. Ahora, los productos españoles compiten en los mercados europeos, no sólo con países, como Marruecos e Israel, sino dentro de la Unión Europea en donde hay más competencia. Por ello, el agricultor es consciente de que sus productos llegan a mercados donde las exigencias en calidad y sanidad son muy estrictas. Por lo tanto, los frutos deben reunir las mayores garantías para el consumo. Esto ha obligado a que en los últimos años zonas productoras de hortalizas en España hayan cambiado su forma de controlar las plagas y enfermedades por el control biológico y la producción integrada.

Sabemos que desde hace muchos años existe una batalla emprendida por los países para que en los mercados internacionales diferencien los frutos de pimiento procedentes de zonas con certificados de calidad a diferencia de otros países exportadores en donde el control de calidad y los tratamientos de plagas y enfermedades no se realiza bajo normas de respeto al medio ambiente. Para ello el Sector de hortalizas tiene que transmitir, no sólo a la sociedad española, la evolución que ha experimentado el control biológico y la producción integrada, sino también a las grandes cadenas de distribución, participando y cooperando en ello las empresas comercializadoras conjuntamente con los intereses del Sector.

Además, las Administraciones:

- Deben de contribuir a la estabilidad en el comercio que garantice rentas dignas para los agricultores y precios consecuentes a los consumidores.
- Dar la importancia que se merece la higiene rural implicando a las Administraciones locales en el control y eliminación de residuos.
- Continuar los incentivos a los agricultores que realicen control biológico y producción integrada.
- Evitar el problema de la atomización del Sector productor por lo que disminuye su capacidad para gestionar y comercializar sus productos.
- La homogeneidad en los límites máximos de residuos permitidos es una garantía para que terceros países encuentren dificultad de comercializar pimiento en la Unión Europea.
- Es importante para estar presentes en los mercados disponer de la capacidad que asegure, además de la calidad, que los frutos estén limpios de residuos químicos, respeto al medio ambiente en las prácticas agrarias y seguridad para el productor. La calidad del producto es la que nos está diferenciando de otros países competidores lo que posibilita la confianza en la apertura de nuevos mercados.
- Tanto los países importadores de pimiento como España deberían llevar a cabo acciones con las grandes cadenas de distribución europeas al objeto de que los productos españoles o de algunas comarcas especiales sean reconocidos e identificados por los consumidores.



Fig. 4. Venta a granel pimiento Dulce Italiano



Fig. 5. Venta a granel pimiento tipo Lamuyo

No obstante, últimamente la Administración junto con el sector agrario están legislando normas de calidad que sean convalidadas con las exigencias más estrictas exigidas por el mercado internacional. Para ello, y con motivo de mejorar la posición española en los mercados exportadores de frutas y hortalizas y para garantizar la bondad de los productos hortofrutícolas a la distribución y a los consumidores se ha elaborado por AENOR, en el que han participado un comité español formado por el Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino, del Ministerio de Industria junto con las Comunidades Autónomas, productores, comercializadores, organismos agrarios y de la Federación Española de Productores y Exportadores de frutas y Hortalizas (FEPEX), un nuevo protocolo de calidad que se denomina UNU 155300 denominado Sistema Español de Buenas Prácticas Agrarias para la producción de frutas y hortalizas y que engloba, entre otros, al cultivo del pimiento, con la intención de disponer de un protocolo que mejore la posición de España en los mercados internacionales.

Decíamos anteriormente que la comercialización del pimiento en España cubre todos los meses del año, desde enero a diciembre, siendo los meses de otoño invierno la época de mayor volumen comercializado de pimiento, sobre todo del tipo Dulce Italiano. Las ventas de los otros tipos de pimiento son muy homogéneas a lo largo del año excepto en los meses de julio y agosto que se reducen. Por tipos, el pimiento Dulce Italiano acapara cerca del 50 % del consumo, seguido de los tipos Lamuyo (20 %) y los tipos California (5 %). Es en los comercios de barrio donde se concentra el 45 % de las ventas directas de pimiento, seguido de las grandes mercados con un 25 % y de los mercadillos con un 10 % del total.

En cuanto a la procedencia del pimiento para consumo en fresco en mercados nacionales tienen su origen en Almería con el 40 % de las ventas, le siguen Murcia (14 %), Málaga (12 %), Granada (10 %) y Valencia (4 %).

El pimiento California de forma cuadrada y más corto que el Lamuyo en sus tres versiones amarillo, verde y rojo es muy habitual verlo para la venta directa en los mercados de las grandes superficies españolas y en los comercios de países importadores europeos.

En invernaderos españoles los tipos de pimiento más cultivados, para consumo en fresco, son los tipos Lamuyo, Dulce Italiano y California. Los colores más vendidos son el verde y el color rojo, tiene menos demanda el pimiento de color amarillo. El pimiento tipo Lamuyo es destinado esencialmente a los mercados interiores.

### Normas de Calidad

Ya decíamos en el capítulo tercero que el aspecto de los frutos, su color, aroma y sabor era importante para determinar la calidad del fruto, aunque, a veces, no es sinónimo de altos precios, pero sí un factor importante para el consumidor.

Sabemos que la calidad del pimiento está muy influenciada por su color y presencia física. Los daños producidos antes de la recolección van a influir en su calidad y apreciación comercial, daños por insectos o enfermedades, podredumbre apical, quemaduras del Sol, daños por plaguicidas, etc, etc, y, posteriormente tras la cosecha, pueden aparecer otra serie de defectos por su mala manipulación.

La normalización es el proceso mediante el cual los productos aparecen en el mercado clasificados de manera uniforme, de acuerdo con su nivel de calidad. Para ello se regula la metodología de la clasificación de los productos desde el punto de vista de la comercialización, tanto por sus características intrínsecas, como desde el punto de vista del consumidor.

El pasado día 12 de noviembre de 2008 el Comité de Gestión de la Unión Europea aprobó el nuevo Reglamento relacionado con la eliminación de las Normas de Calidad comercial de 26 frutas y hortalizas para su entrada en vigor a primeros de julio de 2009. Sólo el pimiento y el tomate, de los cultivos bajo invernadero, han quedado fuera de las nuevas normas que suponen la comercialización de todos los frutos excepto los que no sean aptos para el consumo. En respuesta a dicha norma comunitaria en algunas Comunidades Autónomas, como ha ocurrido en Andalucía, la Consejería de Agricultura y pesca de la Junta de Andalucía fijó los requisitos mínimos de calidad que deben cumplir las hortalizas, entre ellas el pimiento, según Orden de 7 de octubre de 2008 (Conocido por el Decreto de Tipificación), y que comprende las ocho especies hortícolas cultivadas bajo invernadero.

Las normas de calidad para la comercialización del pimiento son las establecidas en el Reglamento (CE) nº 1221 de la Comisión de 5 de diciembre del año 2008 y que entró en vigor el día 1 de julio del año 2009

### **Normas de comercialización para los pimientos dulces**

#### I. DEFINICIÓN DEL PRODUCTO

La presente norma se aplicará a los pimientos dulces de las variedades (cultivares) obtenidas de *Capsicum annuum* L. que se destinen a su entrega al consumidor en estado fresco, con exclusión de los pimientos dulces destinados a la transformación industrial.

Estos pimientos se clasificarán por su forma en los cuatro tipos comerciales siguientes:

- pimientos dulces largos (picudos)
- pimientos dulces cuadrados no picudos,
- pimientos dulces cuadrados picudos (tipo peonza) y
- pimientos dulces aplastados (tipo tomate).



Arriba, Fig. 6. Pimiento picudo alargado



Derecha, Fig. 7. Pimiento aplastado tipo tomate

## II. DISPOSICIONES RELATIVAS A LA CALIDAD

La norma tiene por objeto establecer los requisitos de calidad que deberán cumplir los pimientos dulces tras su acondicionamiento y envasado.

### A. Requisitos mínimos

En todas las categorías y sin perjuicio de las disposiciones especiales de cada una de ellas y de los límites de tolerancia admitidos, los pimientos dulces deberán estar:

- Enteros, sanos, quedando excluidos los productos que presenten podredumbre u otras alteraciones que los hagan impropios para el consumo
- Limpios, prácticamente exentos de materias extrañas visibles
- Con un aspecto fresco
- Prácticamente exentos de plagas
- Prácticamente exentos de daños causados por plagas
- Bien desarrollados
- Exentos de daños causados por heladas
- Exentos de heridas sin cicatrizar
- Sin quemaduras de sol [salvo lo dispuesto en la parte B. Clasificación, inciso ii)]
- Provistos de su pedúnculo,
- Exentos de un grado anormal de humedad exterior
- Exentos de olores y sabores extraños.

Además, se hallarán en un estado y una fase de desarrollo que les permitan:

- Conservarse bien durante su transporte y manipulación y
- Llegar en condiciones satisfactorias a su destino.

### B. Clasificación

Los pimientos dulces se clasificarán en una de las dos categorías siguientes:

- i) Categoría I

Los pimientos dulces de esta categoría deberán ser de buena calidad y presentarán, según su estado de madurez, las características de desarrollo, forma y color propias de la variedad o tipo comercial al que pertenezcan.

Además, habrán de estar:

- Firmes
- Prácticamente exentos de manchas.

El pedúnculo podrá hallarse ligeramente dañado o cortado siempre que el cáliz se mantenga intacto.



Fig. 8. Buena presentación de pimientos clasificados en Categoría I.



Fig. 9. Cáliz dañado no admitido en Categoría I

### ii) Categoría II

Esta categoría comprenderá los pimientos dulces que no puedan clasificarse en la categoría I pero que cumplan los requisitos mínimos arriba establecidos. Siempre que mantengan sus características esenciales de calidad, conservación y presentación, estos pimientos podrán tener los defectos siguientes:

- Malformaciones y defectos de desarrollo,
- Quemaduras de sol o heridas leves cicatrizadas que no tengan más de 2 cm de longitud, en el caso de los defectos de forma alargada, o de 1 cm<sup>2</sup> de superficie total, cuando se trate de otros defectos.
- Ligeras grietas secas y superficiales que no tengan, sumadas, más de 3 cm de longitud.

Además, podrán hallarse menos firmes que los de la categoría I, aunque no marchitos. El pedúnculo podrá estar dañado o cortado.

Fig. 10. Fruto con grietas superficiales admitido en Categoría II





### III. DISPOSICIONES RELATIVAS AL CALIBRADO

El calibre de los pimientos dulces vendrá determinado por el diámetro máximo (anchura) perpendicular al eje. Por “anchura” de los pimientos aplastados (tipo tomate) se entenderá el diámetro máximo de la sección ecuatorial.

En el caso de los productos calibrados, la diferencia de diámetro entre los pimientos mayor y menor de un mismo envase no podrá exceder de 20 mm

La anchura de los pimientos no deberá ser inferior a:

- Pimientos dulces largos (picudos): 20 mm.
- Pimientos dulces cuadrados no picudos y pimientos dulces cuadrados picudos (tipo peonza): 40 mm.
- Pimientos dulces aplastados (tipo tomate): 55 mm.

El calibrado no será obligatorio para los productos de la categoría II, que sólo deberán respetar las anchuras mínimas establecidas.

Las disposiciones relativas al calibrado no se aplicarán a los productos miniaturizados. (Por producto miniaturizado se entenderá una variedad o un cultivar de pimiento dulce obtenido por medios de selección de vegetales o técnicas de cultivo especiales, excepto los pimientos dulces de variedades no miniaturizadas que no hayan alcanzado la plena madurez o con un calibre insuficiente. Deberán cumplirse todas las demás prescripciones establecidas en la norma).

### IV. DISPOSICIONES RELATIVAS A LAS TOLERANCIAS

Se admiten tolerancias de calidad y calibre en cada envase para los productos no conformes con las exigencias de la categoría indicada en el mismo.

#### A. Tolerancias de calidad

##### i) Categoría I

Un 10 % en número o en peso de pimientos dulces que no cumplan los requisitos de esta categoría pero que se ajusten a los de la categoría II o que, como mínimo y con carácter excepcional, se incluyan en las tolerancias de esa categoría.

##### ii) Categoría II

Un 10 % en número o en peso de pimientos dulces que no cumplan los requisitos de esta categoría ni tampoco los requisitos mínimos, quedando excluidos los productos que presenten podredumbre u otras alteraciones que los hagan impropios para el consumo.

#### B. Tolerancias de calibre

##### i) Categoría I

Un 10 % en número o en peso de pimientos dulces que no cumplan por una diferencia máxima de 5 mm, de más o de menos, los calibres indicados; del total de estos pimientos, se admitirá como máximo un 5 % con una anchura inferior a la mínima aplicable.

##### ii) Categoría II

- Pimientos dulces calibrados

Un 10 % en número o en peso de pimientos dulces que no cumplan por una diferencia máxima de 5 mm, de más o de menos, los calibres indicados; del total de estos pimientos, se admitirá como máximo un 5 % con una anchura inferior a la mínima aplicable.

- Pimientos dulces sin calibrar

Un 5 % en número o en peso de pimientos dulces que no alcancen por una diferencia máxima de 5 mm la anchura mínima aplicable.



Fig. 11. Comprobación del calibre del fruto

## V. DISPOSICIONES RELATIVAS A LA PRESENTACIÓN

### A. Homogeneidad

El contenido de cada envase deberá ser homogéneo, incluyendo únicamente pimientos dulces del mismo origen, variedad o tipo comercial, calidad y calibre (este último criterio en la medida en que sea aplicable), así como, en el caso de la categoría I, con un estado de madurez y una coloración similares. No obstante, los envases podrán contener mezclas de pimientos dulces de diferentes colores siempre que se respete la homogeneidad de origen, calidad, tipo comercial y calibre (este último criterio en la medida en que sea aplicable).

Los envases de un peso neto no superior a 1 kilogramo destinados a la venta directa al consumidor podrán contener mezclas de pimientos dulces de diferentes colores y/o tipos comerciales siempre que su calidad y el origen de los de cada color y/o tipo comercial sean homogéneos.

Dentro de los productos calibrados, los pimientos dulces largos deberán tener una longitud aproximadamente igual.

Los pimientos dulces miniaturizados deberán ser de tamaño bastante uniforme. Podrán mezclarse con otros productos miniaturizados de tipo y origen diferentes.

La parte visible del contenido del envase tendrá que ser representativa del conjunto.

### B. Acondicionamiento

El envase de los pimientos dulces deberá protegerlos convenientemente.

Los materiales utilizados en el interior del envase deberán ser nuevos, estar limpios y ser de una calidad tal que no puedan causar al producto alteraciones internas ni externas. Se permitirá el uso de materiales y, en especial, de papeles o sellos que lleven indicaciones comerciales, siempre que la impresión o el etiquetado se hagan con tintas o gomas que no sean tóxicas.



Fig. 12. Envasado de pimiento tipo California en cajas de cartón

Los envases deberán estar exentos de materias extrañas.

Las etiquetas pegadas individualmente en los productos serán de unas características tales que, al retirarlas, no dejen rastros visibles de cola ni ocasionen defectos de la epidermis.

## VI. DISPOSICIONES RELATIVAS AL MERCADO

Cada envase llevará, agrupadas en uno de sus lados y con caracteres legibles, indelebles y visibles, las indicaciones siguientes:

### A. Identificación

El nombre y la dirección del envasador y/o del expedidor.

Esta indicación puede ser sustituida:

- En todos los envases, salvo los preenvases, por el código expedido o reconocido oficialmente que represente al envasador y/o al expedidor, precedido de los términos “envasador y/o expedidor” o una abreviatura equivalente.
- En los preenvases únicamente, por el nombre y la dirección del vendedor establecido dentro de la Comunidad, precedidos de la indicación “envasado para:” o una indicación equivalente. En este caso, en el etiquetado figurará también un código que corresponderá al envasador y/o al expedidor. El vendedor facilitará toda la información que los servicios de control consideren necesaria sobre el significado de dicho código.

### B. Naturaleza del producto

Si no puede verse el contenido del envase:

- “Pimientos dulces”.
- Color.
- Tipo comercial (“Largos”, “Cuadrados no picudos”, “Cuadrados picudos”, “Aplastados”) o nombre de la variedad.

Si el envase destinado a la venta directa al consumidor contiene una mezcla de pimientos dulces de diferentes colores y/o tipos comerciales:

- “Mezcla de pimientos dulces” u otra indicación equivalente.
- En caso de que no pueda verse el contenido, colores y/o tipos comerciales contenidos en el envase y número de unidades de cada color y/o tipo comercial.

La Orden 7-10-2008 de la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía añade:

- Código de trazabilidad

### C. Origen del producto

País de origen y, con carácter facultativo, zona de producción o denominación nacional, regional o local.

Si el envase está destinado a la venta directa al consumidor y contiene una mezcla de pimientos dulces de diferentes colores y/o tipos comerciales de orígenes diferentes, la indicación de cada uno de los países de origen deberá figurar junto a la de los colores y/o tipos comerciales correspondientes.

### D. Características comerciales

- Calibre (cuando sea aplicable), expresado por el diámetro mínimo y máximo, o, en su caso, “No calibrados”.
- En su caso, “Pimientitos dulces”, “Pimientos dulces mini” o cualquier otra denominación que sea adecuada para los productos de tamaño menudo. Si en el envase se mezclan varios tipos de esos productos, será obligatoria la indicación de todos los tipos utilizados y de sus respectivos orígenes.

### E. Marca oficial de control (facultativa)

No es necesario que las indicaciones previstas en el párrafo primero figuren en los bultos cuando éstos contengan envases de venta, visibles desde el exterior, y en todos figuren esas indicaciones. Dichos bultos deberán estar exentos de todo marcado que pueda inducir a error. Cuando los bultos se apilen en palés, las indicaciones figurarán en una ficha visible colocada al menos en dos lados del palé.

La Orden 7 de octubre de la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía clasifica a los pimientos por su forma en los tipos comerciales siguientes:

- Pimientos dulces largos tipo Lamuyo
- Pimientos dulces cuadrados tipo California

- Pimientos dulces cuadrados picudos tipo Clovis
- Pimientos dulces largos tipo Italiano
- Pimientos picantes

Además, la Orden citada de la Junta de Andalucía en cuanto a las características de calibrado, excluye aquellos pimientos dulces de baya medianamente larga y delgados (tipo Italiano) obtenidos de variedades especiales de *Capsicum annum* L. var. *longum*. Estos pimientos deberán tener más de 5 cm de longitud. Tampoco será de aplicación para tipo picante.

Así mismo modifica algunos valores en cuanto a las disposiciones relativas al calibrado y respecto a la identificación las siguientes:

- Se identificará cada uno de los envases de manera que puedan establecerse la trazabilidad del producto (Código de identificación de la unidad homogénea de cultivo).
- No será necesario identificar los envases, pero sí las partidas, cuando tengan como destino el centro de manipulación propio.

Al igual que el tomate el pimiento tipo California es costumbre clasificarlo según su diámetro máximo en:

GGG. ....	110-130 mm
GG. ....	90-109 mm
G. ....	70-89 mm
M. ....	50-69 mm

### Manipulación, conservación y almacenamiento

Una vez recolectado el fruto y tras la somera selección que se hace en la propia explotación este pasa a los centros de manipulación en donde sigue, entre otros, estas operaciones: Pesado del producto y seleccionar los frutos de acuerdo con sus características, eliminando aquellos que no reúnan condiciones para el mercado de destino de acuerdo con las normas establecidas, principalmente en relación a su sanidad. La selección puede ser manual o mecánica.

- Lavado de los pimientos preferible mediante agua clorada para eliminar cualquier vestigio de microorganismos que lo alteren posteriormente.
- Preenfriamiento para reducir la temperatura y ralentizar la respiración de los frutos. La temperatura normal de enfriamiento antes de pasar a las cámaras de almacenamiento está entre 8-10° C. Es imprescindible para mantener la calidad y frescura de los frutos.
- Secado, es conveniente el secado de los frutos antes de su entrada al almacenamiento para eliminar la humedad que pueda dar origen al ataque de hongos y bacterias. Suele realizarse a través de aire fresco con ventilación natural.
- Encerado, en su caso, con una fina capa de cera que reduce la deshidratación y protege a los frutos de los microorganismos.
- Empaquetado con cajas de madera o plástico, cartón, bolsas de polipropileno etc. Los envases de plástico van dirigidos principalmente a los pequeños comer-

cios y los de cartón a las grandes superficies y para la exportación. Las bolsas de plástico se encuentran normalmente en las grandes superficies con pesos de 0.5 kg a 1 kg.

- Almacenamiento con las condiciones ambientales de temperatura y humedad adecuadas.
- Transporte a los mercados de destino. Si es de largo recorrido, 2 a 3 días, es recomendable mantener los frutos a temperaturas comprendidas entre 8 y 10° C.

Al contrario del tomate, el pimiento tiene una tasa de respiración y de producción de etileno relativamente bajas, y una vez recolectado sigue su proceso hasta su completa senescencia, respirando y transpirando mediante cambios en el color verde al disminuir la concentración de clorofila y la aparición de otros fermentos que alteran su sabor, si olvidar que la temperatura es un factor muy importante en el proceso de la respiración de los frutos. Para detener o ralentizar estos cambios metabólicos debe someterse al frío que, además, elimina o retarda la posibilidad de aparición de enfermedades poscosecha, sin olvidar que el fruto de pimiento es una de las hortalizas más sensibles al frío, dependiendo de su intensidad y del tiempo de enfriamiento, y que pueden ocasionar daños irreversibles.

La conservación del pimiento en las cámaras frigoríficas es constante en toda época, por ello su almacenamiento forma parte del complejo de instalaciones con las condiciones ideales para su conservación. En las cámaras frigoríficas, con temperaturas comprendidas entre 8-10° C conseguidas bien por aire frío o por vacío y humedad cercana al 90 % pueden mantenerse frescos y tersos durante unas dos semanas. No es conveniente que la temperatura descienda por debajo de los 7° C. Si las temperaturas son más altas se producen alteraciones causadas por hongos y bacterias.



Fig. 13. Venta directa de pimiento en bolsas de malla



Fig. 14. Daños por frío en fruto de pimiento durante su conservación

Según C. Wilemot, 2001, los pimientos sometidos durante tres días a 5° C aparecen depresiones impregnadas de agua, pardeamientos internos, sobre todo de las semillas y podredumbre, y desde el momento que se interrumpe la refrigeración se acelera intensamente la degradación de los tejidos.

Durante los transportes es indispensable mantener las condiciones climáticas mencionadas anteriormente en los camiones isotermos. Si el transporte dura menos de 2 días pueden aguantar temperaturas alrededor de los 5° C con una humedad rela-

tiva entre el 85 y 95 %, pero si el transporte es de mayor duración a esa temperatura hay riesgos de daños por frío sobre todo en los pimientos de color verdes que son más sensibles que los de color rojo. Estos últimos pueden mantenerse en buenas condiciones con temperaturas algo menores 5-7° C durante 7-8 días. Si el transporte tiene una duración mayor es aconsejable que la temperatura no descienda de los 7-8° C



Fig. 15. Envasado de pimiento tipo California en tres colores

En atmósfera controlada se reduce la actividad respiratoria del pimiento y el inicio de los procesos metabólicos al controlarse y regularse continuamente el anhídrido carbónico, oxígeno y humedad por lo que se alarga su conservación y se retrasa su senescencia. Para ello se mantiene el fruto con estas condiciones:

Concentración de oxígeno . . . . .	3 %
Concentración de anhídrido carbónico . . . . .	-3 %
Temperatura . . . . .	8-10° C

Durante su conservación en el frigorífico hay que mantenerlo en la parte baja, que es la menos fría, en bolsa de plástico perforadas. Así pueden aguantar entre 10 y 12 días en perfectas condiciones para el consumo. También se puede conservar congelado, una vez quitada la piel tras previo escaldado. Como así mismo y desde muy antiguo se conservan en vinagre cuando todavía están verdes y frutos pequeños.

También se está investigando la forma de purificar el ambiente de las cámaras frigoríficas y del transporte con el objetivo de ampliar el plazo de conservación tanto en las cámaras como durante el transporte

### Composición, propiedades y aprovechamiento del fruto

En el cuadro siguiente se relaciona la composición química del fruto para consumo en fresco de pimiento dulce y pimiento picante. Aunque hay algunas diferencias entre los frutos secos y los frutos de color rojo y verde se ha obtenido los datos medios que nos dan una idea clara y sencilla de la riqueza nutritiva del fruto de pimiento.

**Cuadro 1. Composición del fruto de pimiento fresco por 100 gr. de producto comestible**

Composición nutritiva	Pimiento dulce	Pimiento picante
Agua (gr)	92	89
Calorías	26	78
Carbohidratos (gr)	6	7,9
Proteínas (gr)	1	1,75
Grasas (gr)	0,19	0,15
Fibra (gr)	1,65	1,50
Potasio (mg)	180	365
Calcio (mg)	10,5	11,5
Fósforo (mg)	21	30
Hierro (gr)	0,65	0,95
Magnesio (gr)	10	14
Sodio (gr)	0,6	0,7
Vitamina A (UI)	600	600
Vitamina B <sub>1</sub> (mg)	0,05	0,04
Vitamina B <sub>2</sub> (mg)	0,05	0,05
Vitamina B <sub>5</sub> (mg)	0,65	0,95
Vitamina B <sub>6</sub> (mg)	0,24	0,24
Vitamina C (mg)	104	136
Vitamina E (mg)	0,69	0,69

No hay lugar a dudas la diferencia entre el pimiento picante con respecto al dulce sin tener muy en cuenta que el porcentaje de agua es mayor en el pimiento dulce. A simple vista se observa el mayor poder calórico y la mayor riqueza en hidratos de carbono, calcio, potasio, fósforo y Vitamina C del fruto picante con relación al dulce. También hay que destacar que los pimientos dulces de color rojo son muy ricos en Vitamina C, Vitamina A y Vitamina B<sub>5</sub> en comparación con los otros pimientos tanto dulces verdes como los picantes.

También el fruto de pimiento rojo es una buena fuente de carotenos y betacarotenos como es el licopeno y la capsantina. El color rojo del pimiento se debe a la capsantina y el sabor picante a la capsicina o capsaicina. La capsicina se encuentra en todo el fruto aunque está localizada en células a lo largo de la placenta y en las semillas. Es una sustancia alcalina, soluble en agua y se disuelve en la saliva al comer pimientos



picantes extendiéndose por toda la mucosa, no desapareciendo el picor aunque se beba agua, sólo la caseína que contiene la leche o el yogurt puede clamar algo el picor por el poder neutralizante de la caseína ante la capsicina. Debido a su alto contenido de este alcaloide fue utilizado en su lugar de origen como estimulante del aparato digestivo. También posee propiedades de inhibición y reguladores de la formación de la grasa en el organismo, además hay pomadas a base de capsicina para los dolores de artritis y aliviar las quemaduras. En los pimientos dulces no hay capsicina o está a tan pequeños niveles que no se aprecia, pero sí en los “chiles” o “ajíes” y guindillas cuya concentración es muy alta.

El fruto de pimiento posee determinados aceites utilizados en cosmética para cremas de belleza y para estimular el crecimiento del cabello y de las uñas. Por su riqueza en potasio más los picantes que los dulces, posee una acción diurética que favorece la eliminación de los excesos de líquidos. El potasio muy indicado para la transmisión del impulso nervioso, la actividad muscular y regulación del balance hídrico del organismo.



Fig. 16. Conservas de pimiento “Del Piquillo”

El pimiento maduro es muy digestible y se recomienda contra el estreñimiento y contra la diabetes. Si se consume en pequeñas cantidades facilita la digestión; en grandes cantidades causa trastornos digestivos. Hay que tener en cuenta que los pimientos dulces son más indicados para personas con problemas estomacales, los frutos de sabor picante resultan indigestos e irritantes para las mucosas; sin embargo, investigaciones recientes indican que el consumo de pimiento picante en personas sin problemas estomacales protege a las mucosas.

Especialmente los pimientos de color rojo son una fuente importante de Vitamina C necesaria para la adecuada absorción del calcio y del hierro y al igual que el tomate el

pimiento aporta una gran cantidad de licopeno que junto a la Vitamina C constituyen uno de los mejores antioxidantes, teniendo una acción preventiva contra enfermedades cancerosas. Por su riqueza en Vitamina C, esencialmente los frutos maduros de color rojo son muy útiles para prevenir infecciones. Su baja cantidad de calorías, excepto los pimientos picante, y su bajo contenido en hidratos de carbono son muy apropiados para las dietas de adelgazamiento.

Por otra parte el pimiento de sabor picante, “ají” o “chile” era muy empleado en la antigüedad para el tratamiento de la artritis por sus propiedades antiinflamatorias y analgésicas. Ya decíamos en el capítulo tercero los muchos usos que tiene el pimiento. Se consumen en fritos o asados para consumo directo, integrantes de tortillas, arroz, crudos en ensaladas o gazpachos, así como formando parte de guarniciones, sofritos, salsas; pelados pueden servir para rellenos. En la industria conservera en frascos de cristal o metálicos destaca el pimiento Del Piquillo de Lodosa, desecados como las “ñoras” para realzar el color y aroma de muchas comidas y frutos como los pimientos de Padrón. En forma de colorante como es el pimentón de Murcia o el pimentón de La Vera (Extremadura).

Como sabemos se pueden consumir crudos o cocinados. Las variedades alargadas y finas son más indicadas para freír y los gruesos y carnosos para relleno y salsas. Es conveniente retirar previamente las semillas y la placenta por su sabor amargo. La piel se desprende fácilmente si se asa el pimiento y se deja después enfriar.

En resumen todos los tipos de pimientos se pueden utilizar de esta forma:

### **Frutos dulces**

#### a) En fresco

Crudos, cocidos, asados, en ensaladas, salsas y guisos y como condimento, etc.

#### b) Procesado industrial

Encurtidos, deshidratados, molidos, triturados, envasados al natural como frutos enteros, partidos, en tiras, troceados. rellenos de diferentes pescados y carnes, etc.

### **Frutos picantes**

#### a) En fresco

#### b) Procesado industrial: encurtidos, deshidratados y molidos en polvo como colorantes.

El pimiento es una de las hortalizas más consumidas en el mundo. Es en los meses de verano/otoño donde se produce el mayor consumo por persona y mes, entre 4,5 y 5 kg, sin embargo en los meses de invierno/primavera el consumo desciende.

Por último, el consumo en España de pimiento es de unos 4,60 kg por persona y año. El resto de hortalizas es como sigue:

Melón . . . . .	10 kg
Tomate . . . . .	10 kg
Sandía . . . . .	9 kg
Judías verdes . . . . .	5 kg
Pepino . . . . .	2 kg
Berenjena . . . . .	0,70 kg
Calabacín . . . . .	0,40 kg

## RECETARIO DE COCINA

Cuando vayamos a la compra de pimienta se deben elegir los frutos que se aprecien duros al tacto y exentos de golpes y magulladuras y el pedúnculo sano.

Con el fruto del pimienta se pueden preparar numerosos platos. Por el sabor especial que da al resto de alimentos, es un ingrediente muy importante en las ensaladas y en los cocinados. Con el tomate hace muy “buenas migas”, de ahí el conocido refrán: Tomate y pimienta, buenos amigos, siempre juntos y siempre revueltos

A continuación se relacionan algunas recetas, de las muchas que se pueden confeccionar en las que interviene el pimienta dulce y consumido en fresco. .Previamente a la preparación de los diversos platos hay que suprimir de los frutos de pimienta las semillas el pedúnculo y la placenta.

Todas las recetas que se detallan están calculadas para 4 personas

### **Ensalada de pimienta y tomate**

#### *Ingredientes*

- 4 tomates medianos
- 1 lata de atún de 100 g
- 1 pimienta roja asada
- 1 cogollo de lechuga
- 1 cucharada de aceite, 1 cucharadita de vinagre, orégano, sal, pimienta, nueces y pasas..

#### *Preparación*

- 1º) Partir los tomates por la mitad.
- 2º) Escurrir el aceite del atún.
- 3º) Pelar las nueces.
- 4º) Sacar las hojas del cogollo de la lechuga y lavar.
- 5º) Extraer cuatro tiras de pimienta previamente asada.
- 6º) Colocar dos mitades del tomate en cada plato y añadir encima el pimienta asado y sobre este un trozo de atún, rociar con las nueces, las pasas y el orégano.
- 7º) Aderezar con aceite de oliva y gotas de vinagre, sal y pimienta.
- 8º) Como adorno poner en un lateral de cada plato unas hojas de lechuga.

### **Gazpacho “Rocío”**

#### *Ingredientes*

- 1 kg de tomates maduros
- 1 pimienta verde
- ¼ litro de aceite
- 60 c.c de vinagre
- 1 diente de ajo

- 1 pepino
- 1 trozo de pan duro y sal

*Preparación*

- 1º) Suprimir la piel de los tomates una vez lavados.
- 2º) Trocear el pimiento junto con el pepino, el ajo y el pan y verter en una licuadora.
- 3º) Añadir el aceite y el vinagre.
- 3º) Batirlo bien durante unos minutos. Si sale muy espeso añadir un poco de agua fría.
- 4º) Filtrar o colar si se quieren suprimir las semillas de tomate.
- 5º) Servir muy frío.

***Ensalada estrella de pimiento y tomate para una persona***

Aprovechando las características del pimiento, ajo, de la cebolla, del tomate, de la zanahoria y del aceite vegetal se expone una ensalada que puede servir en muchas ocasiones de primer plato y recomendado por la aportación de licopeno, por sus propiedades nutritivas y su relación con la reducción del riesgo de padecer diversos tipos de cáncer: próstata, pulmón, estómago, etc., así como la prevención de enfermedades cardiovasculares.

*Ingredientes*

- 1 tomates rojo a ser posible RAF
- Una tira de pimiento dulce rojo
- Un trozo de cebolla
- 1 diente de ajo
- Una cucharada de zanahoria en tiras
- Aceite



Fig. 17. Ensalada estrella de pimiento y tomate

*Preparación*

- 1º) Trocear el tomate junto al ajo, pimiento y cebolla y distribuirlos en un plato.
- 2º) Esparcir uniformemente las tiras de zanahoria por encima.
- 3º) Rociarlo todo con un poco de aceite.

**Pimiento al horno**

*Ingredientes*

- 3 pimientos rojo o de color verde preferentemente alargados
- 2 dientes de ajo
- 2-3 cucharadas de aceite.
- Una pizca de sal



Fig. 18. Pimiento al horno

*Preparación*

- 1º) Meter los pimientos en el horno durante unos 15-20 minutos hasta que se observe que se desprende la piel, dar vueltas a los pimientos de vez en cuando.
  - 2º) Pelar los pimientos y cortarlos en tiras.
  - 3º) Picar los ajos.
  - 4º) Extender las tiras de los pimientos en una bandeja y añadir los ajos, aceite y la sal.
- (El jugo formado en el horno se vierte de nuevo con los pimientos).

### **Patatas a lo pobre con pimientos**

#### *Ingredientes*

- 2 pimientos verdes preferentemente alargados
- 1 kg. de patatas
- 2 dientes de ajo
- ½ cebolla
- Aceite y sal



Fig. 19. Patatas a lo pobre con pimientos

#### *Preparación*

- 1º) Se cortan las patatas en rodajas.
- 2º) Cortar los pimientos en tiras.
- 3º) Picar los ajos y la cebolla.
- 4º) Poner una sartén al fuego con la superficie cubierta de aceite.
- 5º) Cuando arranque a hervir el aceite echar las patatas junto la cebolla y los ajos picados.
- 6º) Al observar que las patatas están casi cocidas cubrir con las tiras de pimiento.
- 7º) Seguir cocinando hasta que las patatas estén hechas.

### **Pipirrana de pimiento y tomate**

#### *Ingredientes*

- 2 pimientos uno rojo y otro verde
- 2 tomates maduros
- 1 cebolla pequeña
- ½ vasito de aceitunas negras deshuesadas
- ½ kg de pulpo cocido
- ½ vasito de aceite, vinagre y sal



Fig. 20. Pipirrana de pimiento y tomate

#### *Preparación*

- 1º) Trocear todos los ingredientes y repartirlos sobre un recipiente.
- 2º) Mezclar en un recipiente una pizca de sal, el vinagre, el aceite y agitar bien.
- 3º) Verter el líquido obtenido sobre el resto de ingredientes y servir muy frío.

### **Fritada de pimiento**

#### *Ingredientes*

- 2 pimientos rojos
- 3 dientes de ajo
- 1 cebolla pequeña
- 2 berenjenas

2 calabacines  
½ kg de carne de cerdo troceada  
150 gr. de tomate frito

### *Preparación*

- 1º) Hacer un sofrito con los ajos, el aceite y la cebolla.
- 2º) Añadir la carne y rehogar.
- 3º) Trocear los pimientos, berenjenas y calabacines y añadir sobre el erogado.
- 4º) Añadir el tomate frito cuando esté casi listo.

### **Potaje de garbanzos y pimientos**

#### *Ingredientes*

½ kg de garbanzos hechos  
1 pimiento partido en dos  
2 tomates medianos y maduros  
½ vasito de aceite  
3 dientes de ajo  
Sal, pimienta y hojas de laurel

#### *Preparación*

- 1º) Se ponen los garbanzos en una olla y se les agrega los tomates, el pimiento, la cebolla, los ajos enteros y un chorrito de aceite.
- 2º) Se cubre todo con agua y se deja cocer a fuego lento.
- 3º) Cuando todo esté tierno se sacan los tomates, el pimiento y la cebolla y se pasa por un pasapurés. 4º) El líquido obtenido se le añade al guiso.
- 4º) Se sazona con sal y pimienta y se sirve bien caliente.

### **Pimientos rellenos de carne**

#### *Ingredientes*

4 pimientos rojos o de color verde preferentemente alargados  
½ kg de carne de cerdo picada  
1 tomate maduro y pelado  
2 dientes de ajo  
1 cebolla pequeña picada  
Tomate frito  
Aceite y sal

#### *Preparación*

- 1º) Meter los pimientos en el horno, con un chorrito de aceite por encima, durante unos 25-30 minutos hasta que se observe que se desprende la piel.
- 2º) Pelar los pimientos y reservarlos.
- 3º) En una sartén con aceite salteamos la cebolla, los ajos pelados, el tomate pelado y la carne picada.



- 4º) Con esta mezcla rellenamos los pimientos y los metemos al horno durante unos 10 minutos.
- 5º) Después se sirve caliente con una salsa de tomate.

### **Filetes de pavo con pimientos**

#### *Ingredientes*

- 2 pimientos verdes
- 4 filetes de pavo
- 1 cebolla
- Zanahoria en tiras
- 1 vasito de vino blanco
- 2 dientes de ajo
- Aceite y sal

#### *Preparación*

- 1º) Poner en una sartén los filetes de pavo con un poco de aceite y sazonado.
- 2º) Una vez rehogado añadir la zanahoria, los ajos, la cebolla y los pimientos.
- 3º) Dejar cocinar lentamente y añadir el vino blanco.
- 4º) Sacar los filetes, extenderlos sobre una bandeja y rociar con el líquido cocinado.
- 5º) Si se quiere, añadir un poco de tomate frito.

### **Pimientos rellenos de arroz**

#### *Ingredientes*

- 2 pimientos verdes grandes verdes o rojos
- 250 g de arroz
- 1 diente de ajo
- 2 cucharadas de pan rallado
- Un poco de perejil, aceite de oliva, mantequilla, sal y pimienta

#### *Preparación*

- 1º) Cortar los pimientos por la mitad, a lo largo.
- 2º) En una olla poner agua a hervir y cocer los pimientos unos minutos.
- 3º) Escurrir muy bien y pelar.
- 4º) Cocer el arroz durante 10 minutos.
- 5º) En una cazuela, sofreír los ajos y el perejil bien picado.
- 6º) Añadir al sofrito el arroz
- 7º) Precalentar el horno a temperatura baja.
- 8º) Untar una fuente de horno con la mitad de la mantequilla. Colocar los pimientos en la fuente y rellenarlos con el arroz. Sobre cada mitad de pimiento relleno, colocar un poquito de mantequilla y de pan rallado.
- 9º) Cocinar en el horno 10-15 minutos

### **Pimientos con judías verdes**

#### *Ingredientes*

- ½ kg de judías verdes
- 4 pimientos, preferentemente Dulce Italiano
- 1 diente de ajo
- ½ kg de cinta de lomo
- Un poco de perejil, aceite de oliva,

#### *Preparación*

- 1º) Limpiar las judías y trocearlas, saltearlas en una sartén con un poco de aceite.
- 2º) Cortar los pimientos en trozos y mezclarlos con las judías y reservar.
- 3º) Freír la cinta de lomo y añadir el salteado.
- 4º) Servir caliente.

### **Sofrito de pimientos con macarrones**

#### *Ingredientes*

- 4 pimientos verdes, preferible Dulce Italiano
- ½ cebolla
- ½ kg de macarrones finos
- Aceite de oliva, sal y pimienta.

#### *Preparación*

- 1º) Cocer la pasta
- 2º) Cortar los pimientos en trozos y mezclarlos con la cebolla troceada.
- 3º) Poner en una sartén una cucharada de aceite y sofreír los pimientos y las cebollas hasta que estén doraditos.
- 4º) Verter el sofrito en los macarrones y servir caliente.

### **Aperitivo de pimientos**

#### *Ingredientes*

- 4 pimientos, 2 rojos y 2 verdes
- 2 huevos
- Sal, aceite, pimienta y pan rallado

#### *Preparación*

- 1º) Asar los pimientos en el horno y cuando estén a punto quitar la piel.
- 2º) Cortar los pimientos en tres trozos a lo largo y reservar.
- 3º) Batir los huevos con sal y pimienta y rebozar las tiras de pimientos
- 4º) Pasar a continuación las tiras rebozadas por el pan rallado.
- 5º) Poner aceite en una sartén y freír las tiras de pimiento.
- 6º) Cuando estén fritos ponerlos en una servilleta de papel para absorber parte del aceite.
- 7º) Servir caliente

## BIBLIOGRAFÍA

- AEPLA, 2009. Informaciones varias sobre la seguridad en la aplicación de plaguicidas y las Buenas Prácticas Agrarias.
- BRETONES, F. 1981. Cultivos y su manejo. Soluciones más comunes. Curso Internacional sobre Agrotécnica de cultivos de invernadero. FIAPA. Almería.
- DE MIGUEL, A. Y OTROS. 2007. Injerto de hortalizas. Ministerio de Agricultura, pesca y Alimentación. Madrid.
- CADAHIA, C. 1988. Fertilización en riego por goteo de cultivos hortícolas. Unión de Explosivos Río Tinto-Fertilizantes.
- Catálogo de semillas 08/09: Ramiro Arnedo, Nunhems, De Ruitter, Bruisnma, Fitó, Rijk Zwaan, Syngenta Seeds, Zeta Seeds, Petosed, Zeraim, Enza Zaden, Hazera, Seminis, Vilmorin, Clause Tezier, Batle, Veron, Rocalba, Hortícola alavesa, Clemente.
- CONDÉS, L.F., VICENTE, F.E. Y PATO, A., 2008. El pimiento en el sureste español. El pimiento: Cultivo y Comercialización. M.A.R.M.
- COSTA, J.C. y GIL, R. 2001. Pimiento. La horticultura española. Sociedad Española de Ciencias hortícolas. SECH.
- CARLOS DE LIÑAN, 20010. Vademécum de productos fitosanitarios y nutricionales. Ediciones Agrotécnica. Madrid.
- COMITÉ ESPAÑOL DE PLÁSTICOS E AGRICULTURA. 2006. Plásticos para la agricultura. Manual de aplicación y usos. Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera. Junta de Andalucía.
- CONSEJERIA DE AGRICULTURA Y PESCA, JUNTA DE ANDALUCIA, 2009. Orden de 7 de octubre de 2008 por el que se fijan los requisitos mínimos de calidad para frutas y hortalizas.
- COSTA, J. 1985. Mejora genética del pimiento e carne gruesa. II Jornadas nacionales de cultivos protegidos. Colegio Oficial e Ingenieros Técnicos Agrícolas. Almería.
- DEL CASTILLO, J;A: Y OTROS. 2004. Guía el cultivo del pimiento en invernadero. Navarra Agraria. Mayo/junio 2004
- DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y FORMACIÓN AGRARIA, 1998. Cultivo del pimiento. Cultivos hortícolas I. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía.
- FERRER, M.J. Y SÁNCHEZ, M. 2003. Tratamientos poscosecha en producción integrada de pimiento. Universidad Politécnica de Cartagena.
- GÁZQUEZ, J.C. 2008. Cultivo el pimiento en Almería. El pimiento en el sureste español. El pimiento: Cultivo y Comercialización. M.A.R.M.
- GÁZQUEZ, J:C: y SOLER, A. 2008. Estrategias de control de plagas y enfermedades en pimiento. El pimiento: Cultivo y Comercialización. M.A.R.M.
- GINER, J:F: Y OTROS. 2007. Fertirrigación del pimiento. Agrícola Vergel. Noviembre 2007
- HOYOS, P. 2008. El Pimiento en España. Selección actual y perspectivas. El pimiento: Cultivo y Comercialización. M.A.R.M.
- HIGON, N. 2202. El Pimiento. Horticultura Internacional. Mayo 2002. páginas 78/84

- JURADO, A. Y NIETO, M<sup>a</sup> NIEVES. 2003. El cultivo del pimiento bajo invernadero. Técnicas de producción en cultivos protegidos. Tomo II. Instituto Cajamar. Almería
- MATAIX, J. y BARBANCHO, F. 2007. Hortalizas y verduras en la alimentación mediterránea. Ayuntamiento de El Ejido. Almería.
- MENDOZA, R. 2006. Sistemática e historia del ají. Universidad de Piura.
- MERINO, M. 2008. Producción y Comercialización de pimiento a nivel mundial. El pimiento: Cultivo y Comercialización. M.A.R.M.
- MOLINA, S. 2008. El Pimiento en Castilla-La Mancha. El pimiento en el sureste español. El pimiento: Cultivo y Comercialización. M.A.R.M.
- NAMESNY, A. 1996. Pimientos. Ediciones de Horticultura.
- Normas de calidad para pimientos dulces, 1991. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA).
- NUEZ, F., GIL, R y COSTAS, J. 1996. El Cultivo de Pimientos, Chiles y Ajíes. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid
- PALAZON, C.F. 1991. La "tristeza" o "seca" del pimiento. Phytoma España nº 30. Junio-julio 1991
- PALOMAR, F. 1998. Nuevas Técnicas en Horticultura. Monte de Piedad y Caja de Ahorros de Almería.
- PEREZ, J. Y OTROS. 2005. Efecto de un sistema de nebulización de alta presión sobre el clima y la productividad de un cultivo de pimiento en invernadero. Estación Experimental de Las Palmerillas. Cajamar. Almería.
- RECHE MÁRMOL, J. 1982/83 y 1983/84. Ensayos de variedades de pimiento. Centro de Capacitación Agraria. La Cañada-Almería.
- RECHE MÁRMOL, J. 1991. Enfermedades de hortalizas en Invernadero. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.
- RECHE MÁRMOL, J. 1993. Limpieza y mantenimiento de las instalaciones de riego por goteo. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid
- RECHE MÁRMOL, J. 1995. Poda de hortalizas en Invernadero. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid
- RECHE MÁRMOL, J. 2007. La Protección Fitosanitaria de los Cultivos Hortícolas de Almería. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid
- RECHE MÁRMOL, J. 2008. Agua, Suelo y Fertirrigación de Cultivos Hortícolas en Invernadero. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Madrid
- Reglamento de calidad para la comercialización del pimiento (CE) nº 1221 de la Comisión de 5 de diciembre de 2008.
- Requisitos mínimos de calidad que deben cumplir las hortalizas. Orden 7 de octubre de 2008. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía.
- RIBEIRO, M., RODRIGO, J:M: y TERREN, L. 2006. Producción de pimiento de Padrón en Galicia. Horticultura nº 194. Julio 2006.
- RICO, J. 1983. Cultivo del pimiento de carne gruesa en invernadero. Publicaciones de Capacitación Agraria. M:A:PA:

- RINCON, L. Y OTROS. 2005. Fertirrigación localizada en un cultivo de pimiento en invernadero en producción integrada. Agrícola Vergel, octubre-2005
- ROLDAN, A. Y GUERRA, J:M: 2007. XI Congreso de la SECH. Albacete 2007.
- RODRÍGUEZ, E. Y OTROS. 2008. Determinación de la infectividad e incidencia de TYLCV en pimiento. Universidad de Almería y FIAPA.
- RODRIGUEZ, M<sup>a</sup> DOLORES y BELDA, E, 1989. Trips en los cultivos hortícolas protegidos. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía.
- SERRANO, Z. 1979. Cultivos de hortalizas en invernadero. Biblioteca Agrícola Aedos. Barcelona.
- TIRILLY y MARCEL, C. 2001. Tecnología de las hortalizas. Editorial Acribia. Zaragoza.



AGRICULTURA



ESTUDIOS E INFORMES TÉCNICOS



GANADERÍA



PESCA Y ACUICULTURA

ISBN 978-84-8474-288-3



9 788484 742883



JUNTA DE ANDALUCÍA  
CONSEJERÍA DE AGRICULTURA Y PESCA