

Introducción

## **INTRODUCCIÓN GENERAL**

general



# 1. INTRODUCCIÓN GENERAL

## PARTE I. EL MODELO DE ESTUDIO

### 1.1. EL CULTIVO DE PIMIENTO EN LA REGIÓN DE MURCIA

#### 1.1.1. Situación del cultivo de pimieto en el contexto nacional y regional. Algunas particularidades

España ostenta ser el primer país europeo productor de pimiento representando el 4% de la producción mundial (FAO, 2003), por detrás de países como China, con un 49% o Méjico, con un 8%. De hecho, el pimiento es uno de los cultivos hortícolas bajo invernadero con mayor superficie cultivada en nuestro país. En el año 2003, el cultivo de pimiento en España ocupaba 22.000 ha, con una producción de 994.200 t que se cultivaron en su mayoría bajo plástico, según datos obtenidos de la Estadística Agraria del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

Es en el Sudeste peninsular donde se concentra más de 88% de la producción. Almería, con unas 8.600 ha y una producción que supera ligeramente las 500.000 t (Estadísticas Agrarias. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía) en 2003, fue con diferencia, la provincia con mayor superficie de pimiento en invernadero a la que le siguió Murcia con 1.810 ha y 147.140 t en el mismo año.

Mientras que en Almería predomina el cultivo realizado en el período otoño-invernal, consiguiendo cosechas tardías de frutos cuadrados cortos (California), en Murcia se persiguen cosechas tempranas con cultivos realizados en invierno y primavera utilizando, cada vez más, variedades tipo California frente a las tradicionales de pimientos largos y semilargos del tipo Lamuyo.

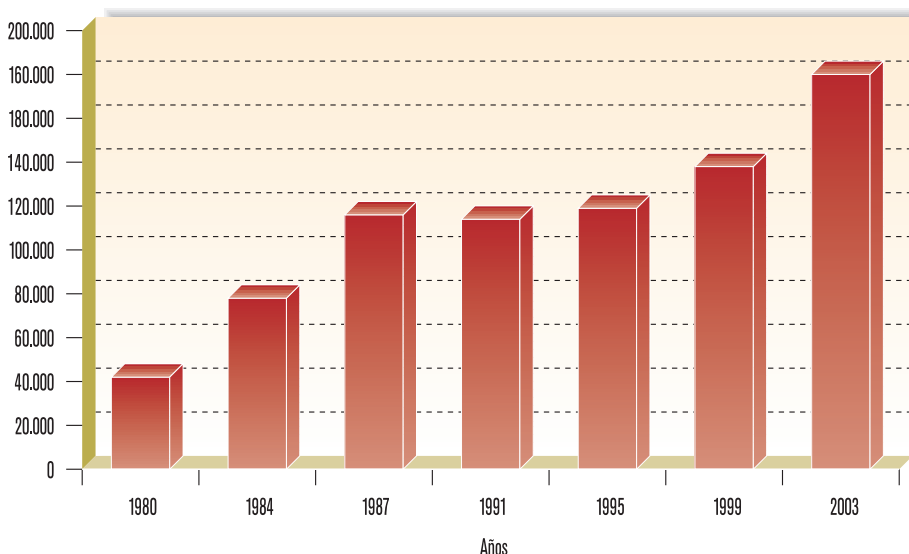
En cuanto a los cultivos en invernadero, el pimiento es el segundo gran cultivo bajo invernadero (1.761 ha en 2006) en la Región de Murcia, por detrás del tomate (3.100 ha en 2006). Debido a las connotaciones de nuestra Región, ni qué decir tiene que el 100% de la superficie dedicada al cultivo de hortalizas se encuentra en regadío.

La evolución tan espectacular que ha sufrido el cultivo viene explicada por diferentes motivos: el primero de ellos, originado sin duda alguna, por la llegada de los caudales provenientes del Tránsito Tajo-Segura que comenzaron un histórico día 29 de junio de 1980, en segundo lugar, por la capacidad y el espíritu emprendedor de muchos de los agricultores de antigua tradición y vocación pimentonera de la zona y por último, por la posibilidad de abastecer el mercado (nacional y europeo) en los meses en los que no lo hace Almería.

Además, y como ya apuntaron GONZÁLEZ *et al.* (1992), el almacenamiento de volúmenes de agua en embalses para asegurar la dotación hídrica para varios riegos y con ello, la racionalización del uso del agua mediante la implantación del riego localizado, unido a la aparición de films flexibles que se adaptaban a las estructuras primitivas del invernadero tradicional de tipo parral y a la gran rentabilidad económica obtenida del producto, han sido otras de las razones que han impulsado el desarrollo del cultivo protegido en la zona.

El cultivo de pimiento en invernadero en la Región de Murcia experimentó un gran desarrollo en la década de los 80 y principios de los 90 del pasado siglo, reflejado tanto en la superficie cultivada (778 ha en 1984 y 1.810 ha en 2003), como en los rendimientos unitarios obtenidos. Pero lo más espectacular ha sido el aumento de las producciones, debido a mejoras en las estructuras de los invernaderos, en las técnicas culturales así como en el empleo de variedades más productivas.

**Gráfico 1.** Evolución de la producción de cultivo de pimiento bajo invernadero durante el período 1980-2003 (t)



Fuente: Estadística Agraria de Murcia 1984, 1991-1993, 1998-1999, 2001-2003.

**Tabla 1.** Superficie ocupada por el pimiento en las áreas que lo cultivan de la Región de Murcia (ha)

Zona de Cultivo	Torre Pacheco	San Javier	San Pedro del Pinatar	Cartagena	Vega del Segura	Valle del Guadalentín
Superficie (ha)	732	637	189	65	89	14

Fuente: Estadística Agraria de Murcia 2003

De las 1.810 has que se cultivaron de pimiento en la Región de Murcia en 2003, el 94% se encuentra en la comarca del Campo de Cartagena (Figura 1), área que se prolonga de forma natural hacia el sur de la provincia de Alicante (término de Pilar de la Horadada). En él, se localiza la mayor parte del cultivo de pimiento en la Región de Murcia. La comarca comprende los términos municipales de Cartagena, El Mirador, Los Alcázares, San Cayetano, San Javier, San Pedro del Pinatar y Torre Pacheco. Esta zona productora se asienta en un área de tradición y vocación pimentonera, donde el monocultivo de pimiento en invernadero coexistía hasta mediados de los años noventa del siglo XX con el pimiento para pimentón, realizado al aire libre.



**Figuras 1 y 2.** Vista aérea del Campo de Cartagena (izquierda), donde se localizan los invernaderos de pimiento (áreas rojas de la derecha).

Fuente: SIAM.

La superficie cultivada de pimiento para consumo en fresco en dicha comarca, estaba comprendida entre las 1.712 y las 1.810 ha entre los años 2000 y 2003 representando entre el 90% y el 98% seguida en menor medida por la Vega del Segura y el Valle del Guadalentín con anecdóticas aportaciones. En la actualidad, el cultivo con fines industriales se mantiene en el Valle del Guadalentín ocupando unas 543 ha en 2003. La producción total anual de pimiento en la Región de Murcia fue de 158.945 t en el año 2003, según las Estadísticas Agrarias de la Consejería de Agricultura y Agua de la Región de Murcia.

En conjunto, las hortalizas generaron en la Región de Murcia, en 2003, una producción de más de 1.778 miles de toneladas de producto, cuyo valor ascendió a 742,10 millones de euros. En concreto, los pimientos y tomates supusieron más de

la mitad de los beneficios obtenidos por los productos hortícolas a nivel regional, (FE-COAM-Estimación de la valoración de la Campaña Agrícola Regional 02/03).

El ciclo de cultivo que se viene realizando en la zona es el de primavera, en el que la fecha de plantación oscila entre finales de noviembre y principios de enero. Una plantación más precoz, implicaría un mayor riesgo en el ataque de enfermedades, lo que provocaría pérdidas en la calidad de los frutos. Una plantación más tardía, aunque con menores problemas sanitarios y mejor calidad de los frutos, obtendría peores cotizaciones que la plantación más precoz.

En este ciclo, la recolección suele iniciarse en marzo-abril y termina en julio o agosto, dependiendo del tipo de desinfección de suelo que se pretenda realizar y de la cotización de precios en el mercado. De esta forma se complementa con el que se viene realizando en Almería, que tiene otras connotaciones. En la Tabla 2 se puede comparar el ciclo de esta zona con el del resto de las zonas productoras que acceden al comercio europeo.

**Tabla 2.** Cronograma con los ciclos productivos

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Campo Cartagena												
Almería												
Turquía												
Israel												
Holanda												

Fuente: LÓPEZ, 2006

### 1.1.2. Importancia económica del cultivo de pimiento en la Región de Murcia

El pimiento, en la zona productora del Campo de Cartagena, forma parte de una horticultura intensiva muy tecnificada, dinámica, moderna y competitiva, con marcada proyección a la exportación a Europa.

Además, se trata de un cultivo eminentemente social, del que dependen aproximadamente unas 1.455 familias con una superficie media de las explotaciones de 1,23 ha en 1997 (LÓPEZ, 1998) y de 1,5 ha en 2006 (LÓPEZ, 2006). El cultivo requiere gran cantidad de mano de obra, con lo que genera el empleo de unas 3.569 personas en campo, unas 1.785 en almacén y unos 714 empleos indirectos, en lo que se refiere a empresas auxiliares de invernaderos, proveedores de plásticos, riegos, fertilizantes, fitosanitarios, embalaje, transporte, industria, etc., lo que suponen unos 6.068 empleos, y con ello un importe en mano de obra de más de 49 millones de euros.

Su posición relativamente cercana a los mercados europeos y un conjunto de microclimas privilegiados, con una bondad climática invernal que le permite ser competitivo en calendarios y precios, han permitido la orientación productiva de este cultivo con recolecciones hacia los meses de primavera y verano (desde marzo hasta septiembre) y plantaciones en noviembre y diciembre en invernadero, ser un monocultivo de alto valor y elevado grado de especialización (LÓPEZ, 1998).

En cuanto al valor de la producción de pimiento en la campaña 2002/03 fue de unos 137,4 millones de euros, según datos de la Consejería de Agricultura y Agua de la Región de Murcia. La aportación al subsector agrícola de la producción final agraria (PFA) fue de más del 6% la misma campaña y más del 13% en el conjunto del grupo de las hortalizas. Por lo que la trascendencia del cultivo en esta zona productora es manifiesta por la magnitud social y económica que alcanza, siendo una fuente de riqueza y empleo, y el verdadero motor de la economía local, teniendo también un importante peso en la industria conservera regional a donde se desvían los excedentes y los desríos (por reducido calibre) del manufacturado para consumo en fresco. Pero la principal orientación es la del consumo en fresco, tanto para el mercado nacional como de exportación.

En cuanto a las exportaciones de pimiento desde la Región de Murcia, éstas se destinan principalmente a los mercados de Alemania, Francia e Italia principalmente (Tabla 3), aunque fueron más de 27 los países que recibieron pimientos murcianos en los últimos años.

**Tabla 3.** Exportaciones de pimiento desde la Región de Murcia a los principales países europeos (cantidades muy próximas o superiores a 1.000 t)

País	Cantidad (t)	Valor (miles de €)
Alemania	20.712	27.243
Austria	1.610	2.290
Dinamarca	981	1.461
Francia	13.624	14.924
Italia	8.123	8.598
Países Bajos	4.119	4.919
Polonia	1.665	2.522
Portugal	4.279	4.893
Reino Unido	1.459	1.990
República Checa	1.541	2.050
<b>Total</b>	<b>60.272</b>	<b>73.785</b>

Fuente: FECOAM-Estimación de la valoración de la Campaña Agrícola Regional 02/03.

Los tres principales sistemas de comercialización que tiene el pimiento son:

- Las Entidades Asociativas Agrarias, calificadas como Organización de Productores que exportan directamente su producto.
- Las Subastas (Alhóndigas o Corridas) a las que acuden los agricultores no agrupados, los cuales ponen su producto en manos de los operadores y exportadores privados.
- Los exportadores privados, que suelen ser empresas familiares que tienen sus propios canales de comercialización.

### 1.1.3. Tipos de pimiento cultivados en los invernaderos de la Región de Murcia

El principal tipo de pimiento cultivado en la Región de Murcia, concretamente en el Campo de Cartagena, es en la actualidad el California (cuadrados cortos), cuya utilización ha ido en aumento, pues hasta hace escaso tiempo existía una proporción aproximada del 50% (GONZÁLEZ, 2002), con respecto a la producción total, y cuyo resto lo ocupaban los tipos largos y semilargos (tipo Lamuyo), pero actualmente el tipo California es cultivado en el 90% de los casos (MARTÍNEZ, 2005).

Las variedades más utilizadas en cada uno de ellos son:

- *Tipo California*: De sección longitudinal cuadrangular y maduración en rojo y amarillo, entre los primeros, los cultivares empleados han sido Orlando, el más empleado por su precocidad, y junto con él, Habana, Barbajillo y Marqués, y los resistentes a TSWV como Ribera, Requena, Cornago, Quito o Cabezo que ofrecen mejor comportamiento fitopatológico. Entre los cultivares cuyos frutos maduran en amarillo se encuentran Capino, Fiesta o Tercio y algo menos, Zafra y los resistentes a TSWV como Vélez, Cierva, Limona, etc. El destino principal de esta producción son los mercados del norte europeo.
- *Tipo Lamuyo*: De sección longitudinal rectangular y maduración en rojo y en amarillo. Entre los de maduración en rojo, las plantas son vigorosas, de crecimiento indeterminado y los frutos tienen un tamaño aproximado que resulta ser el doble de largo que de ancho (NUEZ *et al.*, 1998). De color verde en estado inmaduro, se tornan rojos en la madurez. Entre los cultivares largos de este tipo, están Mariner, Dallas, Herminio, El Pilar, Lido y los resistentes a TSWV (Galileo, Almudén) para verde y maduración en rojo. Maribel, Spiro y Paraíso son los cultivares empleados para maduración en amarillo, que suponen alrededor de un 20%. El des-



tino de este tipo semilargo son los mercados italianos, portugueses, sur francés y el mercado interior.

- **Tipo Dulce Italiano:** De sección longitudinal triangular, la principal variedad de pimiento cultivada en España es la Dulce Italiano, que es un pimiento verde de maduración en verde, siendo su principal uso para freír. En Murcia, la superficie dedicada a este cultivo es muy reducida y representa una minoría.
- **Otros tipos:** Los conocidos como especialidades son cada vez más frecuentes, ante la demanda de los mercados europeos. Se trata de variedades con formas, colores y usos diversos: pimiento de Padrón, pimientos blancos, morados anaranjados, cónicos rectos y curvados, mini-California, picantes (guindillas y cayenas), etc. para mercados singulares de consumo en fresco.

La elección de las diferentes variedades, deriva de la adaptación de cada una de ellas a las condiciones de los agricultores, pero en dicha elección tienen un gran peso las cuestiones comerciales a veces impuestas por las organizaciones de ventas en respuesta a la demanda de los clientes finales. Aún con las connotaciones mencionadas, las variedades preferentemente cultivadas son las que cuentan con resistencia incorporada al virus del bronceado del tomate, que es el problema fitopatológico de mayor trascendencia y repercusión en el cultivo del Campo de Cartagena.

#### **1.1.4. Técnicas de cultivo para el pimiento en la Región de Murcia**

##### **1.1.4.1. Cultivo en suelo bajo invernadero**

En la Región de Murcia y en el sur de la provincia de Alicante, el pimiento se cultiva en invernadero mayoritariamente en suelo desnudo, siendo un monocultivo en más del 95% de la superficie (LACASA y GUIRAO, 1997). En la actualidad, en casi un 6% de la superficie se realizan cultivos en sustratos, como sustitución del suelo, debido a las dificultades en el control de los patógenos del suelo y a los efectos de la reiteración del monocultivo de forma ininterrumpida en el mismo suelo.

La construcción tradicional de invernaderos tipo parral ha sido sustituida por otra de mayor altura de tipo capilla (Figura 3) o multitúnel en los que se cuentan con sistemas de control de las condiciones climáticas. Es frecuente utilizar como material de cubierta polietileno térmico o plásticos tricapa, incluso una doble cubierta interior para aumentar la temperatura y reducir la humedad relativa a la altura de las plantas, así como disponer de sistemas de ventilación lateral y cenital, mejorando la perfección de los cerramientos (GONZÁLEZ *et al.*, 1998).



**Figura 3.** Detalle de un invernadero tipo capilla con estructura de palos metálicos en su interior, en este caso, propiedad del IMIDA, en Torre Blanca (Término municipal de Torre Pacheco).

Los invernaderos tradicionales de tipo parral constan básicamente, de una estructura de madera o metálica, donde descansan las cubiertas de plástico a dos aguas, con una pendiente que oscila entre el 5 y el 20% y con unas dimensiones en los módulos que oscilan entre 20-30 m de ancho y unos 30-250 m de largo.

En la mayoría de los casos, el cultivo se viene realizando desde hace varios años en invernaderos de tipo parral con estructura metálica de tubos de hierro galvanizado. De esta forma se reduce el número de palos a utilizar en relación a los antiguos de madera.



**Figura 4.** Detalle de un cultivo de pimiento en invernadero tipo multitúnel situado en El Mirador (Término municipal de San Javier).

Las nuevas construcciones, pertenecen al tipo multitúnel (Figura 4) y presentan ventajas frente a los anteriores por contar con más superficie de cultivo al reducirse el número de postes y tener mayor altura, pero la mayor ventaja consiste en la capacidad para controlar el clima, ya sea mediante colocación de pantallas térmicas, de sombreado o con la ventilación, además de la temperatura mediante calefacción o nebulización, según interese. Con todo ello, este tipo de invernadero está menos implantado entre los agricultores, principalmente por su enorme coste, entre los 12 y los 60 €·m<sup>-2</sup>.

Una parte de la producción de pimiento en invernadero en la Región de Murcia, se obtiene bajo criterios de control integrado de plantas o de producción integrada. Estos planteamientos se llevan a cargo mediante actuaciones extensivas y generalizadas para toda la superficie de cultivo, en intervenciones conjuntas de los productores, asociaciones agrarias y servicios oficiales de la administración regional.

## PREPARACIÓN DEL SUELO

Terminado el cultivo, se cortan los hilos y se retiran junto al resto de los elementos del entutorado. Si no se incorporan al suelo, se retiran los restos de plantas. A continuación se dan dos pases cruzados de subsolador y, un par de días después, un pase de fresadora, dejando el suelo preparado para la desinfección. Si se incorporan los restos de las plantas, se da un pase de fresadora ligero para triturarlas, luego los dos pases de subsolador y, finalmente, otro de fresadora.

Una vez terminada la desinfección, se incorpora el estiércol, para mantener el nivel de fertilidad con un contenido en materia orgánica próximo al 3%. De esta forma, se favorece el mantenimiento de la textura y estructura, además de proporcionar los elementos fertilizantes que aporta. La cantidad aportada suele variar entre 2 y 4 kg·m<sup>-2</sup> y se incorpora con suficiente antelación a la plantación.

Si la desinfección se realiza con producto aplicado con el agua, los pases de subsolador se dan tras la desinfección y antes de incorporar el estiércol.

## DESINFECCIÓN DEL SUELO

La desinfección del suelo es un método relativamente caro y sofisticado de controlar los patógenos. Se emplea, normalmente en cultivos protegidos de gran valor añadido (KATAN, 2005) y algunas veces al aire libre. La necesidad de desinfectar los suelos deriva también del hecho de la reiteración del mismo cultivo en el mismo suelo, lo que provoca alteraciones en las características biológicas, químicas y físicas del suelo, conduciendo a una reducción del desarrollo de las plantas y una pérdida significativa de cosecha, tanto cualitativa como cuantitativamente.

Por ello el objeto de la desinfección no es solo controlar las enfermedades de origen edáfico sino, también, mejorar y reestablecer los niveles de producción del cultivo. Estos objetivos cobran especial importancia en regiones donde las opciones de un determinado cultivo son limitadas por la escasez de tierra o por la concentración de núcleos de oferta comercial en un determinado lugar.

Esta práctica se hace indispensable en los invernaderos de pimiento del Campo de Cartagena por tratarse de un monocultivo desde hace más de veinte años en más del 60% de la superficie y porque una parte de los suelos se encuentran contaminados de patógenos (*Phytophthora capsici* y *Meloidogyne incognita*) y son limitantes para el cultivo (LACASA y GUIRAO, 1997). Hasta su prohibición, con la excepción para usos críticos, se ha venido empleando para ello el bromuro de metilo anualmente, tradicionalmente aplica-

do a  $60 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$  del formulado 98:2, sellando el suelo con plástico de polietileno (PE) de 200 galgas (0,05 mm) y, a partir de 1998 a razón de  $40 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$  del mismo formulado y sellado con plástico VIF (Virtually Impermeable Film) de 160 galgas (0,04 mm).

## **PRODUCCIÓN DE LA PLANTA**

En toda la superficie cultivada de pimiento en el Campo de Cartagena se utilizan plantas con cepellón producidas en semilleros o viveros comerciales especializados. Las semillas se siembran, de forma mecanizada, en un sustrato hortícola de composición específica para pimiento y dispensado, también mecánicamente, en bandejas de poliestireno de 216 alvéolos (de  $3\times 3\times 6,5$  cm, para las siembras tempranas) o de 150 alvéolos (de  $4\times 4\times 6,5$  cm, para siembras tardías), a una profundidad de unos 3 mm, cubriéndolas con una fina capa de vermiculita.

Tras el riego, las bandejas se trasladan a la cámara de germinación, donde se mantienen de 48 a 72 horas a una temperatura de  $22\text{-}25^\circ\text{C}$ . A continuación, se extienden las bandejas en invernaderos que disponen de apoyo térmico, necesario en el caso de siembras tardías. Allí permanecen de 40 a 45 días por tratarse de condiciones invernales en nuestra zona en ese momento (GAMAYO, 1996). En estos invernaderos los riegos se realizan por aspersión, y la fertilización se realiza mediante abonos complejos solubles.

En el momento del trasplante, la planta, además de los cotiledones, presenta de 6 a 7 hojas verdaderas, y mide unos 15-18 cm. Suelen transcurrir unos 45-55 días entre la siembra y el trasplante, dependiendo de las condiciones climáticas.

## **PLANTACIÓN**

La plantación de los invernaderos de la Región de Murcia, se viene realizando entre mediados de noviembre (los más precoces y que suelen corresponder con los que ocasionalmente realizan alguna rotación) y mediados de enero (los más tardíos y que suelen ser los que han finalizado el cultivo precedente a finales de septiembre o principios de octubre), con una concentración máxima en el mes de diciembre.

En los invernaderos del Campo de Cartagena, las densidades de plantación varían entre las 25.000 y 30.000 plantas $\cdot\text{ha}^{-1}$ , lo que vendría a corresponder a un marco de plantación de 0,30-0,40 m entre plantas y 1,0 m entre líneas, puestas en sentido perpendicular al eje mayor del invernadero, generalmente en la orientación Norte-Sur.

## RIEGO Y FERTIRRIGACIÓN

La totalidad de los invernaderos de pimiento de la Región cuentan con un sistema de riego localizado de alta frecuencia para aprovechar al máximo el agua de la que disponen, con goteros de caudales que oscilan entre 2 y 4 l·h<sup>-1</sup>, siendo los más frecuentes los de 3 l·h<sup>-1</sup>. Los ramales se disponen normalmente a 1 m de separación (en los invernaderos más antiguos es de 1,12 m) y los goteros a 0,30-0,40 m de distancia entre ellos. En algunos invernaderos se emplean cintas de riego de rezume con caudales de 4 l·h<sup>-1</sup> y metro lineal.

Tras un buen abonado de fondo con el que se cubren las necesidades de nitrógeno de las primeras fases del desarrollo de las plantas, no se suele forzar el cultivo hasta que se forman los primeros frutos y éstos tienen un tamaño aproximado de unos 3 cm de diámetro, evitando de este modo que la planta tire las flores y los frutos recién cuajados.

Los aportes de agua al cultivo se realizan en función de las necesidades del mismo, dependientes del estado fenológico, de las características del suelo y de las condiciones ambientales. Para el establecimiento de la plantación se suele dar un primer riego, llamado de postura, copioso, de varias horas procurando humedecer una buena zona alrededor de la planta. Para mejorar la eficiencia del humedecimiento, la manguera se suele poner en el fondo de un pequeño surco, disponiendo las plantas a la altura de cada emisor, en el borde del surco.

Al cabo de unos días del trasplante, se le da otro riego, llamado de enjuague, mucho menos copioso que el primero, y a partir de ese momento es cuando se suele forzar a la planta manteniéndola casi un mes sin riego para provocar el crecimiento del sistema radicular. Justo antes de reiniciar los riegos, se suele labrar en las proximidades de las filas de plantas y hacer un surco de nuevo, separado unos 10 cm de la planta en la zona donde se instalará la manguera portagoteros, de forma que, a lo largo del cultivo el agua del emisor no moje el cuello de las plantas; así se evita el engrosamiento de la base del tallo (pié de elefante) típica de la asfixia de cuello (TELLO *et al.*, 1987).

Con el cuajado de los primeros frutos, se inicia la regularización de los riegos a intervalos de tiempo cada vez más cortos. Estos períodos se determinan en base al estado de humectación del suelo, mediante tensiómetros o sondas de neutrones, ya contempladas en los sistemas automatizados de fertirrigación (RINCÓN *et al.*, 2005). Los aportes de abonos en el agua de riego a partir del momento en que han cuajado los primeros frutos se realiza de acuerdo al desarrollo de las plantas y a las extracciones calculadas en la zona para una producción media de 10 a 12 kg·m<sup>-2</sup> (RINCÓN *et al.*, 2005).

## **PODA Y ENTUTORADO**

En los invernaderos del Campo de Cartagena no es una práctica habitual entre los agricultores realizar algún tipo de poda. En ocasiones se eliminan los brotes que salen en las axilas de las hojas situadas por debajo de la cruz.

El entutorado que tradicionalmente se viene realizando es el de hilos pareados horizontales a distintas alturas, que sujetan las plantas entre ellos y que se tensan mediante hilos transversales colocados cada 3-4 plantas. El primer piso se pone por debajo de la cruz y el resto a 25-30 cm. Dicho entutorado horizontal se apoya en hilos verticales que cuelgan de alambres o del techo, a una distancia de 1,5-2 m. En los extremos de la línea de cultivo suelen haber arquillos metálicos o clavillas a los que se atan los hilos horizontales.

## **RECOLECCIÓN**

La recolección comienza, para las fechas más tempranas en marzo y para las más tardías en abril. Suele alargarse hasta finales de julio en el primer caso y hasta septiembre en el segundo, según el estado y comportamiento del cultivo, dando cortes al principio cada quince o veinte días e intensificándose éstos en las épocas más calurosas. Se realiza de forma cuidadosa, con tijera, cortando por encima del fruto para dejar un poco de pedúnculo y manipularse con cuidado evitando todo tipo de roces y heridas. Últimamente, existe una tendencia de recolectar el fruto con la totalidad del pedúnculo, especialmente algunas variedades de tipo California, o cumpliendo los requisitos de los almacenes procesadores o los comerciantes.

Dependiendo de las orientaciones del mercado, se recolectan frutos en verde o rojo y de las variedades de maduración en rojo y en amarillo las variedades de maduración en amarillo. Las especialidades se recolectan en el estado de aceptación comercial de cada variedad.

### **1.1.5. Problemática fitosanitaria asociada al cultivo de pimiento en la Región de Murcia**

#### **1.1.5.1. Breve reseña histórica**

Las primeras noticias que se tienen sobre el cultivo de pimiento en la Región de Murcia, se sitúan a comienzos del siglo XVI. Debió ser introducido por los frailes de Los Jerónimos y cultivado en unas parcelas que poseían cerca de la Rueda y de la Acequia Mayor de La Ñora. Precisamente, el nombre de ñora (utilizado para referirse al pimiento para pimentón) provenga de la su primer lugar de producción (COSTA y ALEMÁN, 1982).

Más tarde, este cultivo se extendió por toda la ribera del río Segura, en especial por las zonas cercanas a Molina de Segura. A principios del siglo pasado el cultivo de pimiento para pimentón se difunde a otras zonas de la provincia de Murcia, como Santomera, Valle del Guadalentín, Huerta de Murcia, Fortuna, etc. En esta época era frecuente que los agricultores de la Ribera hicieran los semilleros, vendiendo luego la planta a los agricultores de las demás zonas. Las plantas afectadas en semilleros, y llevadas a otras zonas de cultivo definitivo fueron la causa de dispersión y propagación de la enfermedad de la "tristeza" o "seca" del pimiento causada por *Phytophthora capsici* (COSTA y ALEMÁN, 1982).

A mediados del siglo XX, algunas de las zonas que habían sido importantes centros de producción de pimiento "ñora" o "bola", decrecieron en este cultivo debido a los ataques de los hongos del suelo a las plantaciones, y cuya relación con la sucesiva y continuada utilización de los mismos suelos para estas cosechas de pimiento parece quedó demostrada.

A principios de los años ochenta, las principales zonas productoras de pimiento para pimentón ocupaban el Campo de Cartagena: los términos municipales de Cartagena, Torre Pacheco, Fuente Álamo, San Pedro del Pinatar, San Javier y el Valle del Guadalentín, con los términos municipales de: Puerto Lumbreras, Lorca, Totana y Alhama. El total de superficie cultivada en 1980 era de 3.554 ha.

En la actualidad, en la Región de Murcia el cultivo de pimiento, con dos vertientes de utilización (para consumo en fresco y para cáscara molida: pimentón), se localiza en comarcas del Campo de Cartagena y en el Valle del Guadalentín (solo para la producción de cáscara para pimentón). El cultivo de especies para la industria, se realiza al aire libre, en zonas marginales de regadío, formando parte de rotaciones con cereales y otras hortalizas. El 98% del cultivo para el consumo en fresco, se realiza en invernaderos localizados en la comarca del Campo de Cartagena, en los términos municipales de San Pedro del Pinatar, San Javier, Torre Pacheco, Los Alcázares, Fuente Álamo y Cartagena, surgidos a principios de los años setenta del pasado siglo, y el resto al aire libre en la misma comarca.

#### **1.1.5.2. Las enfermedades fúngicas del pimiento relacionadas con el suelo en la Región de Murcia**

Los problemas fitopatológicos actuales de los suelos donde se realiza el cultivo es el reflejo o la consecuencia de la evolución histórica de las áreas de estudio: en las técnicas culturales, en las estructuras varietales, en la dinámica del comercio de insumos, en la intensificación de los cultivos, en la finalidad y destino de las producciones, en la cultura general y específica de los cultivadores, en la conciencia medioambiental y en las exigencias comerciales. La abstracción del suelo que supone la realización de cultivos sin suelo o cultivos hidropónicos, no

cambia mucho la problemática fitosanitaria ni en los aspectos cualitativos (los mismos patógenos que en los cultivos en suelo) ni en los cuantitativos (riesgos de epidemias graves) que comienzan a aparecer.

#### **A) HONGOS PRODUCTORES DE PODREDUMBRES CORTICALES EN RAÍZ Y CUELLO**

Por sus connotaciones, las especies de *Phytophthora* son los más importantes patógenos del suelo del pimiento en las áreas de estudio. Desde que en 1922 Leonian describió en el Sur de EE.UU. a *Phytophthora capsici* como causante de un marchitamiento del pimiento, el hongo ha sido citado en numerosos países como agente patógeno de esta planta. En este sentido, *P. capsici* es la especie más extendida y la que mayores daños produce (TELLO, 1984; PALAZÓN y PALAZÓN, 1989; BARTUAL *et al.*, 1991; TELLO y LACASA, 1997; 2004), requiriendo de intervenciones al suelo en preplantación para disminuir la cantidad de inóculo al inicio del cultivo.

Dicha especie se disemina en el agua de escorrentía y de riego mediante zoosporas ciliadas, formadas en el interior de esporangios (TUSET, 1973; 1977), como elementos de reproducción vegetativa. Las epidemias en los invernaderos se producirían por colonizaciones del suelo provenientes de arrastres por el agua, bien de escorrentía, bien de riego, o por la utilización de plantas contaminadas en los semilleros o viveros.

*P. capsici* se multiplica mediante órganos sexuales (anteridio y oogonio) pero, para ello, se necesita la confrontación de cepas complementarias. También se multiplica, de forma más generalizada, mediante reproducción asexual, por medio de esporangios, órganos para cuya formación el hongo requiere la presencia de agua. Estos órganos albergan en su interior gran cantidad de zoosporas ciliadas, capaces de nadar y de difundirse en el agua de riego a lo largo de todo el terreno. Las zoosporas germinan, dando lugar al micelio. La temperatura óptima para el desarrollo del micelio es de 25-28°C (TELLO, 1986; LEGÁZ, 1988).

Los síntomas más frecuentes presentados por *P. capsici* son los siguientes: Durante la primera fase de ataque, la planta sufre un marchitamiento brusco ("tristeza") y total ("seca"). Las hojas se tornan flácidas con pérdida de turgencia de los tejidos (PALAZÓN y PALAZÓN, 1989), manteniendo su color verde un cierto tiempo, hasta que, finalmente, terminan por secarse. Esta manifestación se muestra más súbita cuanto mayor es la temperatura en verano.

Coincidiendo con los primeros síntomas foliares, se observa una alteración en la raíz y la zona del cuello, en donde los tejidos aparecen necrosados, con un color marrón achocolatado. La cabellera radicular, y en especial, las raicillas jóvenes, se ven afectadas puntual o totalmente. Asimismo, la raíz principal se ve afec-



tada en alguna de sus partes o completamente. El final del ataque se manifiesta en la raíz, por aparecer absolutamente descompuesta. La manifestación de los síntomas se produce a lo largo de las líneas de cultivo, en el sentido en que se efectúa el riego.

La enfermedad de la “seca” o “tristeza” se presenta como limitante del cultivo en áreas de producción del pimiento con deficiencias en los drenajes y suelos altamente contaminados (comarca del Campo de Cartagena en Murcia), dadas las dificultades de control (TELLO y LACASA, 2004), resultando menos problemática en los suelos enarenados o donde se realizan rotaciones con cultivos no sensibles. Más del 38% de los invernaderos del Campo de Cartagena (Murcia) se encuentran contaminados de *P. capsici* y en más del 15% la incidencia de la “tristeza”, es considerada como grave, pese a la desinfección anual de los suelos con bromuro de metilo (LACASA y GUIRAO, 1997) y la aplicación de fungicidas específicos en las primeras fases del cultivo.

Ante la prohibición del uso del bromuro de metilo para la desinfección de los suelos de los invernaderos de pimiento, el control de la “tristeza” o “seca” sigue siendo un aspecto clave para el devenir futuro del cultivo en la Región de Murcia, habiéndose evaluado, con insistencia, soluciones alternativas a la problemática planteada por el hongo.

De las alternativas químicas al bromuro de metilo que se han ensayado en la desinfección de los suelos de los invernaderos de pimiento, la mezcla 1,3-dicloropropeno (1,3-D)+cloropicrina (Pic) y la cloropicrina (Pic) sola son las que proporcionan eficacias más próximas al bromuro (LACASA *et al.*, 1999; 2002a; 2002b; GUERRERO *et al.*, 2004). El metam sodio y el dazomet no proporcionan niveles de control aceptables (LACASA *et al.*, 2002; GUIRAO *et al.*, 2004), sucediendo lo mismo con el dimetil disulfito o el óxido de propileno (LACASA *et al.*, 2004).

La biofumigación con solarización, utilizando determinadas enmiendas orgánicas se ha mostrado eficaz para el control de *P. capsici* (LACASA *et al.*, 2002; GUERRERO *et al.*, 2004), cuando se reitera en el mismo suelo, tanto por el efecto de los gases de la biodescomposición de la materia orgánica como por el derivado de las mejoras en las características físicas del suelo producidas por la enmienda orgánica (GUERRERO *et al.*, 2004b; FERNÁNDEZ *et al.*, 2004).

No se dispone, en la actualidad de variedades comerciales de pimiento que tengan incorporada resistencia a *P. capsici*, aunque se conocen sus características genéticas (BARTUAL *et al.*, 1991; 1993). Los patrones utilizados para injertar pimiento han demostrado buenos niveles de control de la enfermedad (MIGUEL, 1997) y aceptables niveles de producción (MIGUEL, 1997; LACASA *et al.*, 2002; ROS *et al.*, 2004d), presentándose como una solución estable al problema, al no haberse encontrado variaciones en la patogenicidad de las poblaciones del hongo, pese

a reiterar el cultivo de patrones resistentes en el mismo suelo durante tres campañas consecutivas (LACASA *et al.*, 2002; ROS *et al.*, 2002; 2003; 2004d).

Sin embargo, la utilización de patrones en el mismo suelo de forma reiterada genera la aparición de fenómenos de fatiga específica (GUERRERO *et al.*, 2004b) o cansancio del suelo, necesitando de la desinfección del suelo para paliar la reducción en el desarrollo de las plantas y la merma de la producción (LACASA *et al.*, 2002, Ros *et al.*, 2004d). La combinación del injerto con la desinfección del suelo con dosis mitad de 1,3-D+Pic. palia los efectos de la fatiga del suelo, obteniéndose producciones y desarrollo vegetativo de las plantas similares al obtenido con bromuro de metilo (Ros *et al.*, 2004c).

## **B) HONGOS PRODUCTORES DE TRAQUEOMICOSIS**

De los hongos productores de enfermedades vasculares en el pimiento sólo *Verticillium dahliae* ha sido encontrada en los cultivos españoles. Pese a tratarse de un hongo polífago y cosmopolita, en los monocultivos de los invernaderos de la Región de Murcia no parece encontrar un hábitat y condiciones adecuadas para su desarrollo (TELLO, 1984), no habiéndose encontrado en prospecciones y seguimientos regulares realizados en los cultivos de la región (LACASA y GUIRAO, 1997; TELLO y LACASA, 2004).

El hongo se conserva en el suelo en forma de microesclerocios e infectando a plantas colonizantes sobre las que se multiplica. La desinfección de los suelos en preplantación se considera el método más adecuado para el control (PALAZÓN, 1988). No se dispone de variedades de carne gruesa con resistencia a *V. dahliae*, aunque se han introducido en variedades de conserva (GIL *et al.*, 2001) y para pimentón (GIL y GUTIÉRREZ, 2001). Las mezclas de 1,3-D+Pic. se han mostrado tan eficaces como el bromuro de metilo en el control de la verticilosis en cultivos hortícolas (MINUTO *et al.*, 2000) al obtener reducciones de inóculo similares, tanto a 5 cm como a 20 cm de profundidad (MINUTO *et al.*, 2001).

El hongo se multiplica por vía conídica y por vía miceliar. Su permanencia en el suelo está asegurada por microesclerocios. Las temperaturas óptimas para el desarrollo se sitúan entre 22 y 25° C, ligeramente inferiores a las señaladas para *P. capsici* (PALAZÓN, 1988).

En el caso de la tristeza producida por *Verticillium dahliae*, los síntomas más frecuentes difieren ampliamente de los descritos para *P. capsici*. La flacidez inicial de las hojas, que puede observarse en la planta, como inicio del ataque, es más irregular y menos homogénea. Dentro de la misma planta, pueden encontrarse marchitamientos unilaterales en algunas de las ramificaciones, permaneciendo sana el resto de la planta. Las hojas amarillean, más o menos

rápidamente, terminando por desprenderse sin acabar de secarse. El sistema radical permanece normal hasta el final del ataque. Sin embargo, el sistema vascular manifiesta una coloración parduzca, como consecuencia de la ocupación de los haces por el hongo y su posterior oxidación. La manifestación de los síntomas aparece por rodales, heterogéneamente distribuidos por toda la parcela (PALAZÓN, 1988).

### **C) HONGOS PRODUCTORES DE PODREDUMBRES BLANDAS EN TALLOS**

Tanto *Sclerotinia sclerotiorum* como *Botrytis cinerea* se conservan en el suelo entre un cultivo y el siguiente en forma de esclerocios. Ambos hongos son polífagos y se hallan ampliamente extendidos en los cultivos realizados en los invernaderos del Campo de Cartagena. Provocan podredumbres blandas en todos los órganos aéreos de la planta, teniendo mayor trascendencia los producidos por *B. cinerea* en las flores, en los frutos y las de ambos hongos en la base del tallo (TORÉS, 1994). El ciclo vital parte de los esclerocios que permanecen largo tiempo en el suelo en los restos de cosechas anteriores.

Los daños importantes suelen presentarse en el estado adulto (GUERRERO *et al.*, 2005), pero también pueden causar daños en plántulas en los semilleros o inmediatamente después del trasplante. Las primeras lesiones son diminutas y no se desarrollan, pero en invernaderos o semilleros mal ventilados, terminan produciendo la enfermedad, particularmente sobre plantas debilitadas o con heridas. La enfermedad se desarrolla con gran facilidad a partir de los cortes de poda y, en el fruto, a partir de los restos vegetales que quedan adheridos al mismo. Por orden creciente de importancia, las partes más susceptibles a la infección son ramificaciones secundarias, flores y frutos atacados por el pedúnculo.

Las manifestaciones epidémicas suelen ser explosivas cuando se dan las condiciones óptimas de humedad relativa y temperatura y hay niveles reducidos de luz en los invernaderos (días nublados). Por ello resultan poco eficaces los tratamientos con fungicidas en aplicaciones curativas, debiéndose recurrir a intervenciones preventivas para evitar o para paliar los daños. La desinfección de los suelos con bromuro de metilo se ha demostrado eficaz en el control de estas enfermedades al eliminar el inóculo del suelo que es el primer paso del proceso infeccioso. También lo han hecho la biofumigación con solarización, aunque son frecuentes las reinfecciones de *Botrytis* con el material de plantación si los semilleros no son cuidadosos.

De las alternativas químicas al bromuro de metilo ensayadas en cultivos de pimiento en invernadero, la mezcla de 1,3-D+Pic. se ha mostrado tan eficaz como el bromuro de metilo (LACASA *et al.*, 2002b). No se dispone de resistencias a estas enfermedades en pimiento, por lo que el control queda supeditado a la efi-

cacia de la desinfección del suelo y al manejo de las condiciones ambientales en el invernadero (TORÉS, 1994), aplicando los métodos predictivos del riesgo de ataques (TURKINGTON *et al.*, 1991).

#### D) OTROS HONGOS DEL SUELO

Tanto *Rhizoctonia solani* como *Phyitium* spp. (tipo *aphanidermatum*) provocan daños en plantas jóvenes de pimiento, pero no parece estén implicados en procesos patológicos de plantas desarrolladas en las plantaciones del Campo de Cartagena (TELLO y LACASA, 1997).

Este hongo junto a *Fusarium solani*, *F. oxysporum*, *F. roseum*, *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp. o *Rhizopus* spp. aparecen frecuentemente asociados a lesiones en el sistema radicular de plantas de pimiento que vegetan deficientemente o que presentan marchitamientos ligados a fenómenos de asfixia radicular o de cuello (TELLO *et al.*, 1987). Estos hongos podrían producir enfermedades subclínicas (TELLO y LACASA, 1997), cuando las densidades de inóculo en el suelo fueran muy elevadas o la vegetación de la planta se viera comprometida por causas abióticas.

Al inocular algunos aislados de las especies de *Fusarium* mencionadas, ALFARO y VEGH (1971) no encontraron relaciones patogénicas de estos hongos con el pimiento, pese a haberlos obtenido de plantas afectadas de marchitez en los cultivos del Valle del Ebro. Similares situaciones se han descrito en otras partes del mundo donde los pimientos se afectan de "tristeza" o "seca", considerando que su acción sobre las plantas no tendría una manifestación clínica definida.

BLACK *et al.* (1991) indican que estos hongos son responsables de impedir la germinación de semillas así como de causar el marchitamiento repentino de plántulas de pimiento en cuanto comienzan a emerger. Apuntan que la enfermedad tiene como resultado la muerte de plántulas después de su germinación pero antes de que emerjan del suelo. Asimismo, afirman que este complejo de hongos son habitantes del suelo cuya actividad se ve incrementada por la materia orgánica no descompuesta presente en el suelo y la alta humedad.

La reiteración ininterrumpida del pimiento en el mismo suelo (cosa habitual en la Región de Murcia) va acompañada de un descenso en los rendimientos productivos, incluso en aquellos suelos no contaminados por patógenos. La reducción que supera el 20% de la cosecha el primer año de reiteración y más del 40% el segundo (LACASA y GUIRAO, 1997). Este efecto resulta específico para el pimiento (GUERRERO *et al.*, 2002; 2004c) y desaparece tras una desinfección del suelo con productos fitosanitarios totales, por lo que la causa parece tener naturaleza biótica (MARTÍNEZ *et al.*, 2002; YÉLAMOS *et al.*, 2002).

Al estudiar la microbiota fúngica que se asocia a la rizosfera de las plantas de pimiento en suelos con diferente historial de cultivo y distintas formas de desinfección, MARTÍNEZ *et al.*, (2004; 2004a; 2004b) encuentran una acumulación progresiva de *F. solani*, *Aspergillus spp.* y *Penicillium spp.* a medida que transcurre el cultivo, permaneciendo altas densidades de inóculo al inicio del cultivo siguiente en los suelos no desinfectados y siendo muy reducidas las densidades cuando se desinfecta con productos fitosanitarios totales (bromuro de metilo, 1,3-D+Pic. o cloropicrina sola). La acumulación de *F. solani* en los suelos cultivados parece ser la tónica general, sobre todo en cultivos de solanáceas (TELLO y LACASA, 1990), sin que se tengan pruebas de implicaciones patogénicas directas.

La mezcla de 1,3-D+Pic. se ha mostrado tan eficaz como el bromuro de metilo en la eliminación de la microbiota implicada en los fenómenos de fatiga del suelo, al obtener similares niveles productivos, incluso cuando se reitera la aplicación en el mismo suelo (LACASA *et al.*, 2004).

La biofumigación con solarización también reduce las densidades de los hongos mencionados cuando se reitera más de dos veces consecutivas en el mismo suelo (MARTÍNEZ *et al.*, 2004c), lo que se traduce en niveles productivos similares a los obtenidos con bromuro de metilo (GUERRERO *et al.*, 2004d). El alto vigor conferido por los patrones a las plantas palia los efectos de la fatiga el primer año, pero se llegan a manifestar de forma específica cuando se reitera el cultivo en el mismo suelo más de dos años (LACASA *et al.*, 2002; ROS *et al.*, 2004a) necesitando de la desinfección del suelo en preplantación para paliar los efectos (ROS *et al.*, 2004d).

### **1.1.5.3. Enfermedades producidas por nematodos**

Gran parte de los suelos del Campo de Cartagena, se encuentran colonizados o albergan importantes poblaciones de nematodos fitopatógenos del género *Meloidogyne*. El pimiento es susceptible al parasitismo de varias especies de este género, como el que realizan *M. incognita*, *M. javanica* o *M. arenaria*. Mientras que las dos últimas especies no se ha detectado causen daños en el cultivo de pimiento en el Campo de Cartagena, *M. incognita* sí que está implicado en la reducción de rendimiento de las plantas.

Según BELLO y TELLO (1997), el género *Meloidogyne* en ambientes mediterráneos sería el único que podría necesitar del tratamiento con bromuro para su control, pues los individuos pertenecientes a los géneros *Ditylenchus* y *Pratylenchus* se hallan muy localizados y pueden controlarse con nematicidas convencionales. De esta forma, la retirada del bromuro de metilo afecta en gran medida al control de los nematodos formadores de nódulos como *M. arenaria*, *M. javanica* y *M. incognita*, cuya área de riesgo se encuentra en el litoral mediterráneo, sur de la península, Baleares y Canarias (BELLO *et al.*, 2004).