

UNIVERSIDAD DE ALMERÍA  
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR Y FACULTAD DE CIENCIAS  
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN VEGETAL



PROYECTO FIN DE CARRERA  
INGENIERÍA TÉCNICA AGRÍCOLA  
HORTOFRUTICULTURA Y JARDINERÍA

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

COMPARACIÓN DEL EFECTO DE DISTINTOS PATRONES  
EN PIMIENTO TIPO CALIFORNIA CV. BILY  
Y SU INFLUENCIA SOBRE LA CALIDAD DE LOS FRUTOS

ALUMNA: ROSA MARÍA SÁNCHEZ MARTÍN

DIRECTORES: DR. FRANCISCO CAMACHO FERRE  
FRANCISCO DOÑAS UCLES

ALMERÍA, FEBRERO DE 2014

## ÍNDICE GENERAL

1.	INTERÉS Y OBJETIVOS .....	1
1.1	IMPORTANCIA ECONÓMICA DEL CULTIVO DEL PIMIENTO.....	2
1.1.1.	EL CULTIVO DEL PIMIENTO A NIVEL MUNDIAL.....	2
1.1.2.	EL CULTIVO DEL PIMIENTO EN ESPAÑA .....	5
1.1.3.	EL CULTIVO DEL PIMIENTO EN ALMERÍA.....	8
1.1.4.	DESTINO DE LA PRODUCCIÓN ALMERIENSE .....	12
1.2.	IMPORTANCIA E INTERÉS DEL INJERTO.....	14
1.2.1.	IMPORTANCIA DEL INJERTO EN HORTÍCOLAS .....	14
1.2.2.	IMPORTANCIA DEL INJERTO EN PIMIENTO.....	16
1.3.	OBJETIVOS .....	17
2.	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	18
2.1.	CULTIVO DEL PIMIENTO .....	19
2.1.1.	ORIGEN.....	19
2.1.2.	TAXONOMÍA.....	20
2.1.3.	MORFOLOGÍA.....	21
2.1.4.	EXIGENCIAS DE LA PLANTA.....	24
2.1.5.	MATERIAL VEGETAL .....	31
2.1.6.	PRINCIPALES CICLOS DE CULTIVO .....	34
2.1.7.	TÉCNICAS DE CULTIVO .....	35
2.1.8.	FISIOPATÍAS, PLAGAS Y ENFERMEDADES.....	47
2.2.	EL INJERTO EN PIMIENTO .....	89
2.2.1.	HISTORIA DEL INJERTO.....	89
2.2.2.	USOS DEL INJERTO .....	90
2.2.3.	RELACIÓN PATRÓN / VARIEDAD.....	91
2.2.4.	TÉCNICA DEL INJERTO.....	94
3.	MATERIALES Y MÉTODOS .....	99
3.1.	SITUACIÓN DE LA FINCA EXPERIMENTAL .....	100
3.2.	INSTALACIONES Y EQUIPAMIENTO DE LA FINCA .....	100
3.3.	CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA.....	101
3.4.	SISTEMA DE RIEGO .....	104
3.4.1.	CABEZAL DEL SISTEMA.....	104
3.4.2.	RED DE DISTRIBUCIÓN DEL AGUA.....	107

3.4.3.	RIEGOS APLICADOS AL CULTIVO.....	109
3.4.4.	CONTROL DE RIEGO (PANEL Y PROGRAMA INFORMÁTICO) .....	110
3.5.	CONDICIONES CLIMÁTICAS .....	110
3.6.	MATERIAL VEGETAL .....	111
3.7.	DISEÑO EXPERIMENTAL .....	112
3.8.	MANEJO AGRONÓMICO DEL CULTIVO .....	115
3.9.	TOMA DE DATOS .....	117
3.10.	PROCESADO DE DATOS.....	119
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	120
4.1.	RESULTADOS .....	121
4.1.1.	PESO MEDIO DEL FRUTO (g).....	121
4.1.2.	LONGITUD MEDIA DEL FRUTO (mm).....	122
4.1.3.	DIÁMETRO ECUATORIAL MEDIO DEL FRUTO (mm).....	123
4.1.4.	GROSOR MEDIO DE LA PARED DEL FRUTO (mm).....	125
4.1.5.	DAÑOS EXTERNOS Y PRESENCIA DE PLAGAS.....	126
4.2.	DISCUSIÓN .....	127
5.	CONCLUSIONES .....	129
	BIBLIOGRAFÍA.....	131

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Serie histórica de superficie, rendimiento y producción de los últimos 10 años en España. (MAGRAMA, 2013).....	5
Tabla 2. Superficie por sistema de cultivo y superficie y producción totales de los ocho principales cultivos hortícolas de la provincia de Almería en el año 2011. (MAGRAMA, 2013).....	10
Tabla 3. Consumos máximos permitidos (% de lo consumido en 1991) a partir de las fechas que se indican y cantidades en toneladas que corresponden para España. (Ministerio de Medio Ambiente, 2004) .....	15
Tabla 4. Cuadro de temperaturas para los distintos estados fenológicos del pimiento. (Serraño Cermeño, 2011) .....	26
Tabla 5. Consumos medios del pimiento en invernadero en cultivo de otoño (L/m <sup>2</sup> ·día). (Fundación Cajamar).....	29
Tabla 6. Ejemplo de programa de fertirrigación para pimiento bajo plástico con sistema de riego localizado. (Serrano Cermeño, 1996).....	30
Tabla 7. Principales ciclos de cultivo de pimiento en España y las áreas donde más se realizan. ....	35
Tabla 8. Condiciones de cultivo del pimiento en semillero. (Camacho Ferre, 2003) .....	38
Tabla 9. Productos empleados en el control químico de araña roja en pimiento. (Infoagro).....	58
Tabla 10. Productos empleados en el control químico de mosca blanca en pimiento. (Infoagro) .....	60
Tabla 11. Productos empleados en el control químico de pulgón en pimiento. (Infoagro) .....	63
Tabla 12. Productos empleados en el control químico de cochinilla en pimiento. (Infoagro) .....	68
Tabla 13. Productos empleados en el control químico de trips en pimiento. (Infoagro).....	71
Tabla 14. Productos empleados en el control químico de nematodos en pimiento. (Infoagro).....	73
Tabla 15. Productos empleados para el control químico de Oidiopsis en pimiento. (Infoagro) .....	75
Tabla 16. Productos químicos empleados en el control biológico de <i>S. sclerotiorum</i> en pimiento. (Infoagro) .....	76
Tabla 17. Productos empleados para el control químico de la podredumbre gris en pimiento. (Infoagro) .....	78
Tabla 18. Productos empleados en el control químico de <i>Phytophthora capsici</i> en pimiento. (Infoagro) .....	80

Tabla 19. Instalaciones comunes de la finca experimental UAL-ANECOOP y sus respectivas superficies. ....	101
Tabla 20. Fertilización aplicada al cultivo. ....	106
Tabla 21. Riegos aplicados al cultivo.....	109
Tabla 22. Datos climáticos del interior del invernadero durante el ciclo de cultivo. ....	110
Tabla 23. Tratamientos y repeticiones de los mismos empleados en el ensayo.....	113
Tabla 24. Precios finales de vivero de las plantas injertadas y sin injertar.....	115
Tabla 25. Tratamientos foliares efectuados durante el ciclo de cultivo.....	115
Tabla 26. Composición y dosis recomendada de los fitosanitarios empleados durante el cultivo. ...	116
Tabla 27. Fechas de recolección y toma de datos a lo largo del ciclo de cultivo.....	121
Tabla 28. Resumen Estadístico para Peso (g) por Tratamiento.....	121
Tabla 29. Pruebas de Múltiple Rangos para Peso (g) por Tratamiento.....	122
Tabla 30. Resumen Estadístico para Longitud (mm) por Tratamiento.....	122
Tabla 31. Pruebas de Múltiple Rangos para Longitud (mm) por Tratamiento.....	123
Tabla 32. Resumen Estadístico para diámetro ecuatorial (mm) por Tratamiento.....	124
Tabla 33. Pruebas de Múltiple Rangos para Diámetro ecuatorial (mm) por Tratamiento.....	124
Tabla 34. Resumen Estadístico para grosor de la pared (mm) por Tratamiento.....	125
Tabla 35. Pruebas de Múltiple Rangos para Grosor de la pared del fruto (mm) por Tratamiento ....	125
Tabla 36. Valores de las medias de diferentes daños en frutos por Tratamiento (medido en número de frutos afectados).....	126
Tabla 37. Número de frutos y porcentaje de los mismos en los que se observaron daños externos en los distintos tratamientos.....	126
Tabla 38. Resumen estadístico de los diferentes parámetros morfológicos estudiados en función del tratamiento.....	127

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Área cultivada y producción mundial de pimiento en las dos últimas décadas. (FAO, 2012).	2
Figura 2. Toneladas de pimientos por países en 2011. (FAO, 2012).....	3
Figura 3. Rendimiento del pimiento por países en 2011. (FAO, 2012).....	3
Figura 4. Principales exportadores de pimiento en el mundo. (FAO, 2012).....	4
Figura 5. Principales importadores de pimiento en el mundo. (FAO, 2012) .....	4
Figura 6. Superficie de pimiento cultivada en España en el año 2011 dividida por sistemas de cultivo. (MAGRAMA, 2013).....	6
Figura 7. Rendimiento del pimiento en España dividido por sistemas de cultivo y expresado en kg/m <sup>2</sup> . (MAGRAMA, 2013) .....	6
Figura 8. Superficie de pimiento cultivada en España en el año 2011 dividida por comunidades autónomas y medida en hectáreas. (MAGRAMA, 2013) .....	7
Figura 9. Producción de pimiento cultivada en España en el año 2011 dividida por comunidades autónomas y medida en toneladas. (MAGRAMA, 2013) .....	7
Figura 10. Superficie cultivada de pimiento en Andalucía en 2011 dividida por provincias. (MAGRAMA, 2013).....	8
Figura 11. Producción de pimiento en Andalucía en 2011 dividida por provincias. (MAGRAMA, 2013) .....	8
Figura 12. Rendimiento del pimiento en Andalucía dividido por provincias y sistemas de cultivo, expresado en kg/m <sup>2</sup> . (MAGRAMA, 2013).....	9
Figura 13. Superficie cultivada de pimiento en Andalucía dividido por provincias y sistemas de cultivo, expresado en hectáreas. (MAGRAMA, 2013) .....	9
Figura 14. Vista aérea del poniente almeriense en los años 1974 y 2004. (Barcelona Field Studies Centre) .....	10
Figura 15. Comparativa de la superficie y la producción de los ocho principales cultivos hortícolas de la provincia de Almería en el año 2011. (MAGRAMA, 2013).....	11
Figura 16. Comparativa de la superficie y la producción de pimiento en Almería durante las últimas campañas agrícolas. (Cajamar, 2011) .....	11
Figura 17. Exportaciones de pimiento en 2011 dividida por provincias y medida en toneladas. (FEDEX, 2012).....	12

Figura 18. Histórico de las exportaciones de pimiento en la provincia de Almería expresadas en miles de toneladas y millones de euros. (FEDEX, 2012).....	13
Figura 19. Comparativa de las exportaciones de pimiento de los diferentes países en 2011, expresadas en toneladas y miles de euros. (Cajamar, 2011).....	13
Figura 20. Precios medios de la campaña 2011/2012 en origen en la provincia de Almería expresados en euros/kg. (Observatorio de precios y mercados, 2012) .....	14
Figura 21. Producción de planta hortícola injertada en España. (Hoyos Echevarria, 2007).....	16
Figura 22. Producción de planta hortícola injertada en Almería. (Hoyos Echevarria, 2007).....	16
Figura 23. Consumos de BrMe por cultivos en España en el año 2000. (Ministerio de Medio Ambiente, 2004) .....	17
Figura 24. Distribución del pimiento en el mundo (Universität Hamburg). .....	19
Figura 25. Capsicum annum L. (Universidad de Antioquia, 2013).....	20
Figura 26. Hojas de pimiento y su distribución en la planta (University of Florida, 2009) . .....	22
Figura 27. Flor del pimiento completa (izquierda) y con un corte transversal (derecha) (University of Florida, 2009) .....	23
Figura 28. Cortes longitudinal y transversal de frutos de pimiento. (University of Washington) .....	23
Figura 29. Muestra de la diferencia morfológica y de color de las distintas variedades de pimiento. (Azcoytia, 2009) .....	24
Figura 30. Pimientos tipo California en los colores más comercializados. (Daliber, 2013) (Infojardín, 2013).....	32
Figura 31. Pimientos tipo California en colores nuevos no extendidos comercialmente. (Semillas únicas, 2013) (Semillas Fitó, 2013) .....	32
Figura 32. Pimientos tipo Lamuyo en los diferentes colores comercializados. (Semillas Fitó, 2013) (Saliplantgarden, 2013).....	33
Figura 33. Pimientos tipo Italiano en sus diferentes colores. (Recaple, 2013) (Semillas Fitó, 2013) (Semillas, 2013).....	33
Figura 34. Pimientos afectados por cracking (University of Florida, 2009). .....	48
Figura 35. Fruto en punta (izquierda) y fruto "agalletado" (derecha).....	50
Figure 36. Infrutescencias en frutos de pimiento (Infojardín, 2013).....	50
Figura 37. Necrosis o podredumbre en frutos de pimiento (Blossom end rot). (Watson, 2012).....	52

Figura 38. Quemaduras de sol en frutos de pimiento (OMAFRA, 2009). .....	53
Figura 39. Stip en pimiento con altas temperaturas (izquierda) y con bajas temperaturas (derecha) (Aguilera, 2012) (Gordon, 2012). .....	53
Figura 40. Planta de pimiento afectada por araña blanca (Forestry Images, 2010).....	54
Figura 41. Polyphagotarsonemus latus (Banks). A: hembra adulta, B: macho adulto, C: huevo, D: ninfa (North Carolina State University).....	55
Figura 42. Araña roja sobre cultivo de pimiento (Univerty of Maryland, 2013). .....	56
Figura 43. Ciclo de vida de la araña roja: huevo, larva, primer estadio ninfal (Protoninfa), segundo estadio ninfal (Deutoninfa) y adulto (macho y hembra) (Koppert B.V.).....	57
Figura 44. Mosca blanca en cultivo de pimiento (Syngenta, 2013). .....	58
Figura 45. Ciclo de vida de la mosca blanca: huevo, larva, primer, segundo, tercer y cuarto estadio larvario (o pupa) y adulto (Koppert B.V.).....	59
Figura 46. Ciclo de vida del pulgón, se trata de un insecto vivíparo con polimorfismo en las hembras (aladas y ápteras) (Koppert B.V.). .....	61
Figura 47. Plaga de pulgón en cultivo de pimiento (Infojardín, 2013) (Syngenta, 2013). .....	62
Figura 48. Ciclo biológico de la cochinilla (Koppert B.V.).....	64
Figura 49. Cochinilla sobre cultivo de pimiento (Univerty of Maryland, 2013).....	65
Figura 50. Ciclo de vida de las polillas: huevo, estados larvarios (oruga), pupa y adulto (polilla) (Koppert B.V.).....	67
Figura 51. Spodoptera en hoja de pimiento (izquierda) y Heliothis en fruto de pimiento (derecha). (Gusanos, Spodoptera exigua, 2007) (Junta de Andalucía, 2013).....	67
Figura 52. Ciclo de vida del trips: huevo, estadios larvarios primero y segundo, prepupa, pupa y adulto (Koppert B.V.). .....	69
Figura 53. Presencia de trips y sus efectos en distintos órganos de la planta (Syngenta, 2013) (Forestry Images, 2010) (OMAFRA, 2009). .....	70
Figura 54. Ciclo biológico de un nematodo (Koppert B.V.).....	72
Figura 55. Raíz de pimiento afectada por Meloidogyne (izquierda) y raíz de pimiento sana (derecha) (Forestry Images, 2010). .....	72
Figura 56. Síntomas de oidiopsis en hojas de pimiento (Syngenta, 2013). .....	74
Figura 57. Síntomas de la podredumbre blanca en plantas de pimiento (Cornell University).....	76



Figura 58. Síntomas de <i>B. cinerea</i> en tallo y fruto de pimiento (Syngenta, 2013) (Sepúlveda). .....	77
Figura 59. Síntomas de <i>Phytophthora</i> en pimiento (Bernal, 2008). .....	79
Figura 60. Frutos de pimiento afectados por podredumbre blanda (Muñoz, 2009). .....	81
Figura 61. Cultivo de pimiento afectado de mancha bacteriana (OMAFRA, 2009). .....	82
Figura 62. Síntomas del virus CMV en pimiento (OMAFRA, 2009). .....	83
Figura 63. Síntomas del virus PMMV en pimiento (University of Florida, 2009). .....	84
Figura 64. Síntomas del virus PVY en pimiento (Infoagro). .....	85
Figura 65. Síntomas del virus TMV en pimiento (University of Florida, 2009). .....	86
Figura 66. Síntomas del virus ToMV en pimiento (Aguilera, 2012) (Infoagro). .....	87
Figura 67. Síntomas del virus TSWV en pimiento (OMAFRA, 2009). .....	88
Figura 68. Detalle de los distintos pasos realizados en el proceso de injerto de aproximación (Infoagro). .....	96
Figura 69. Detalle de un injerto de púa (Infoagro). .....	97
Figura 70. Detalle de los distintos pasos realizados en el proceso de injerto de empalme (Infoagro). .....	98
Figura 71. Localización (izquierda) y vista aérea (derecha) de la finca experimental UAL-ANECOOP (Google Earth). .....	100
Figura 72. Plano de la finca experimental UAL-ANECOOP con las distintas unidades de cultivo (izquierda) y memoria de las superficies de las distintas instalaciones (derecha) (UAL-ANECOOP). ..	100
Figura 73. Frontal del invernadero U5 con sus dimensiones indicadas en metros. ....	102
Figura 74. Dobles puertas del invernadero vistas desde fuera (izquierda) y desde dentro (derecha). .....	103
Figura 75. Vista exterior (izquierda) e interior (derecha) de las ventanas cenitales. ....	103
Figura 76. Canaletas sobresaliendo del invernadero (izquierda) y bajante unida a una de ellas (derecha). .....	104
Figura 77. Tanques de solución madre de 1000 L (izquierda) y tanque de mezclas de 200 L (derecha). .....	106
Figura 78. Interior del tanque de mezclas con la solución madre definitiva (izquierda) y cabezal de riego (derecha). .....	107

Figura 79. Ramal portarramales con sus llaves (izquierda) y ramales portagoteros durante un prueba de uso (derecha). .....	108
Figura 80. Plano del invernadero U5 y la distribución de los distintos elementos de riego en su interior. ....	109
Figura 81. Temperaturas en el interior del invernadero durante el periodo de cultivo, medidas en °C. ....	111
Figura 82. Humedad relativa en el interior del invernadero durante el periodo de cultivo, medida en %.....	111
Figura 83. Distribución de los tratamientos y repeticiones en el invernadero.....	113
Figura 84. Marcos de plantación empleados en el testigo sin injertar (izquierda) y en las plantas injertadas (derecha).....	114
Figura 85. Organización de las muestras durante su recogida en campo (izquierda) y medida del peso del fruto (derecha).....	118
Figura 86. Utilización del calibre electrónico para la medida de la longitud (izquierda), el diámetro ecuatorial (centro) y el grosor de la pared (derecha) de los frutos.....	118
Figura 87. Medias y 95.0% de Fisher LSD para el peso del fruto según tratamientos.....	122
Figura 88. Medias y 95.0% de Fisher LSD para la longitud del fruto según tratamientos.....	123
Figura 89. Medias y 95.0% de Fisher LSD para el diámetro ecuatorial del fruto según tratamientos. ....	124
Figura 90. Grafico de Medianas con intervalos del 95.0% de Confianza .....	125
Figura 91. Medias y 95.0% de Fisher LSD para el grosor de la pared del fruto según tratamientos. .	126

# 1.INTERÉS Y OBJETIVOS

## 1.1 IMPORTANCIA ECONÓMICA DEL CULTIVO DEL PIMIENTO

### 1.1.1. EL CULTIVO DEL PIMIENTO A NIVEL MUNDIAL

El pimiento, *Capsicum annuum*, es una hortaliza fresca perteneciente a la familia *Solanaceae*, es una planta originaria de América del Sur, concretamente de la zona de Bolivia y Perú. Es una baya hueca, semicartilaginosa y deprimida, con una placenta cónica en su centro en donde se encuentran las semillas. Tras el descubrimiento de América fue introducido en Europa por Cristóbal Colón, extendiéndose su consumo por todo el mundo más rápidamente que otros cultivos procedentes del Nuevo Mundo, posiblemente debido a su similitud en sabor con la pimienta.

El primer uso que se le dio fue el de especia, de ahí que las primeras variedades conocidas en el mundo fueran de pimiento picante. En la actualidad existen multitud de cultivares de esta hortaliza que se distinguen entre sí por su tamaño, forma, color, grosor de la piel, grados de picante, etc. De hecho, esta hortaliza es una de las que mayor número de variedades comerciales tiene en el mercado internacional.

A la hora de su comercialización, la división principal que se hace de este producto hortofrutícola es en función del uso que se le vaya a dar. Atendiendo a esta división nos encontramos con los pimientos para consumo en fresco, tanto de la forma tradicional sin procesado como para cuarta gama, los pimientos picantes o guindillas que se emplean como condimento, los pimientos para industria con los que se realizan conservas y los pimientos que son desecados y generalmente molidos para la preparación del pimentón.

Como muestra la Figura 1, la producción mundial de pimiento ha ido en aumento durante las dos últimas décadas, llegando en 2011 a valores de 435115 toneladas y siendo la superficie cultivada de 531696 hectáreas en todo el mundo.

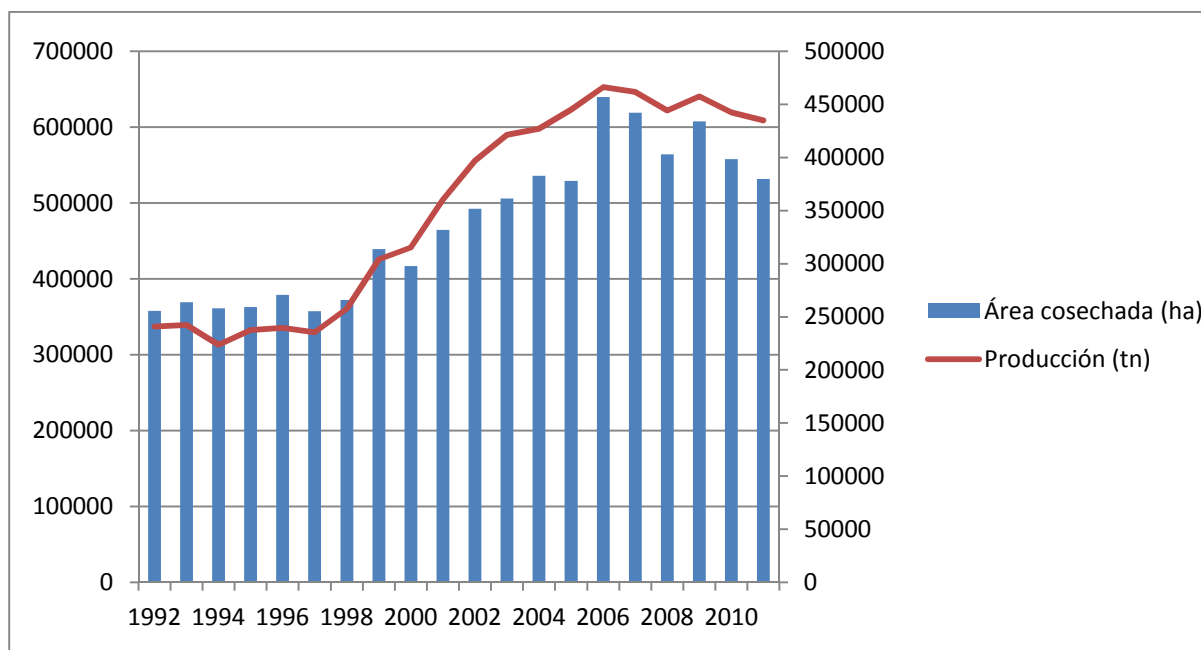


Figura 1. Área cultivada y producción mundial de pimiento en las dos últimas décadas. (FAO, 2012)

El primer productor mundial es China, que produce en la actualidad más de 15 millones de toneladas anuales. Le siguen México y Turquía que rondan los 2 millones de toneladas

anuales. Dentro de la escala de los diez mayores productores de pimiento a nivel mundial, España se encuentra en el sexto lugar con una producción de 898260 toneladas en 2011. (FAO, 2012)

Sin embargo, en términos de rendimiento (expresado en  $\text{kg/m}^2$ ), España se encuentra en la posición novena dentro de los diez países con mayores rendimientos. Además, como queda claro en las Figuras 2 y 3, los países con mayores producciones no son los que muestran un mayor rendimiento. Los mayores rendimientos están en torno a los  $27 \text{ kg/m}^2$ , dándose éstos en países con un alto grado de industrialización en su sector hortícola, como son Bélgica, Holanda y Reino Unido. Por su parte el rendimiento medio anual en España del cultivo del pimiento es de  $5,32 \text{ kg/m}^2$ . (FAO, 2012)

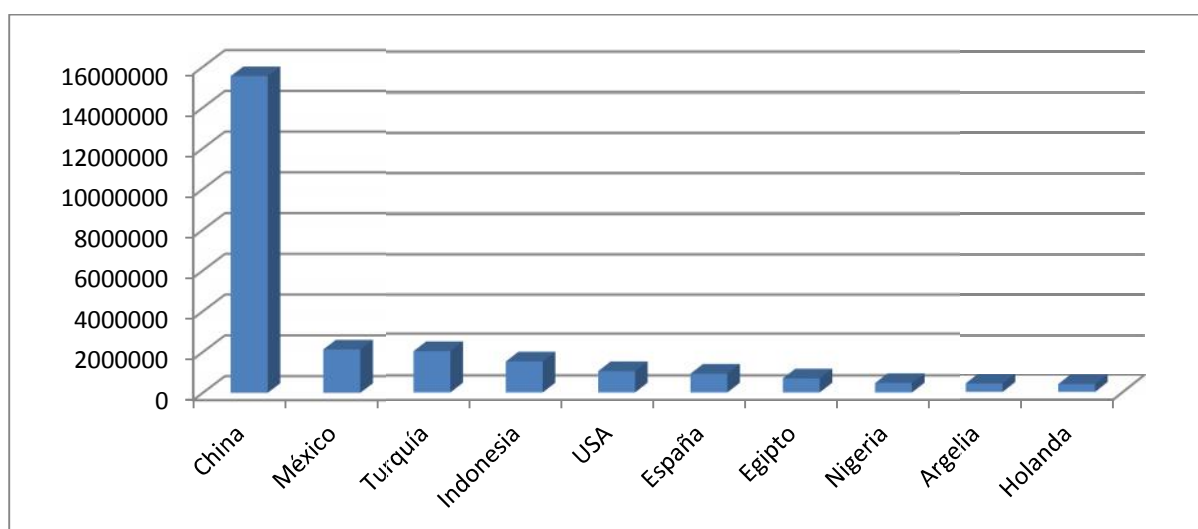


Figura 2. Toneladas de pimientos por países en 2011. (FAO, 2012)

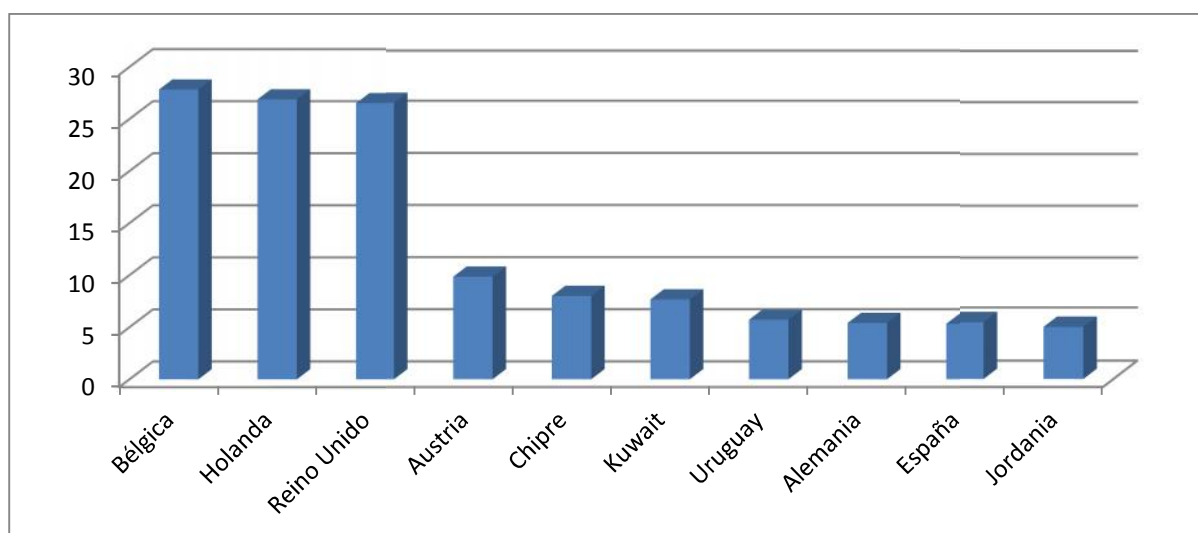


Figura 3. Rendimiento del pimiento por países en 2011. (FAO, 2012)

Hoy en día y debido a la globalización, es necesario hacer referencia a las exportaciones e importaciones de un producto si se quiere tener una idea real de su importancia a nivel mundial. En el caso del pimiento el principal exportador es Vietnam, que exportó 123800 toneladas en 2011. Le siguen en importancia Indonesia, Brasil e India que exportan cada uno en torno a las 35000 toneladas anuales de pimiento. (FAO, 2012)

En cuanto a las importaciones el primer país es Estado Unidos, que importó 68489 toneladas de pimiento en 2011. Los siguientes países importadores en importancia son Alemania con 25480 toneladas, Holanda con 18331 toneladas e India con 13548 toneladas. Cabe destacar que la mayoría de los países importadores de pimiento se encuentran en Norte América y Europa, y que tienen estándares de calidad más exigentes, a los que deben atenerse los países productores si pretenden prosperar en estos mercados.

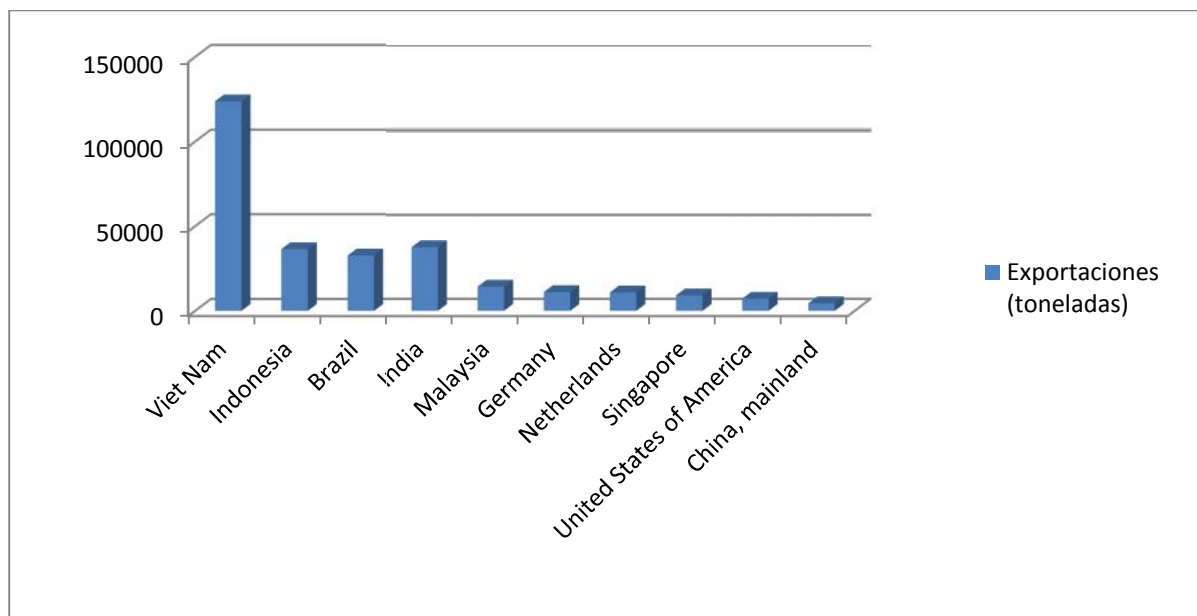


Figura 4. Principales exportadores de pimiento en el mundo. (FAO, 2012)

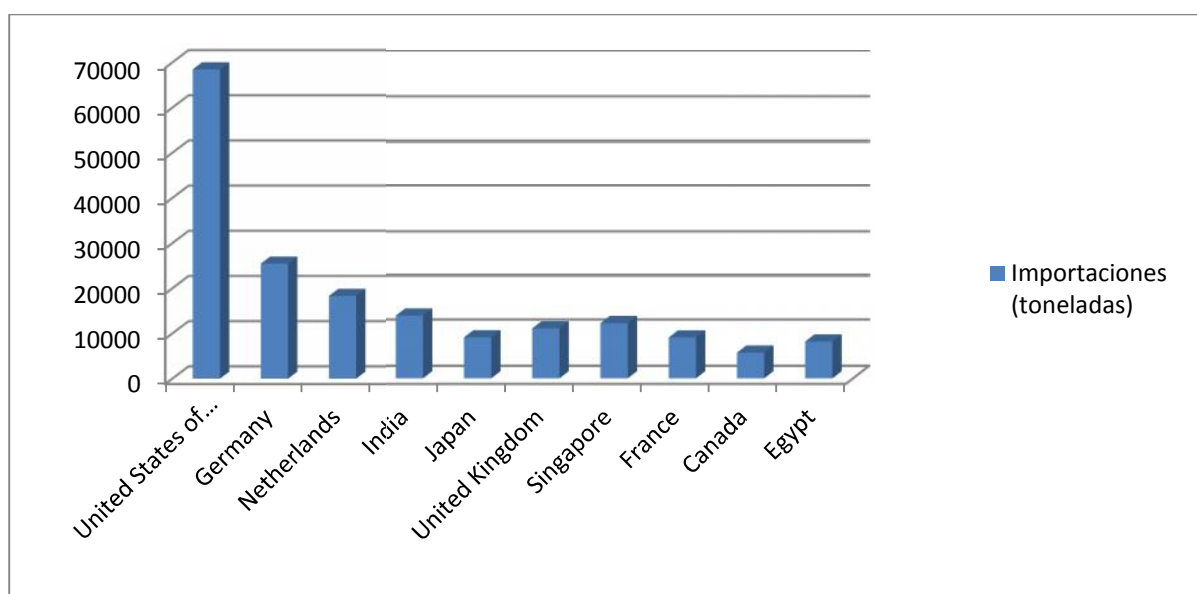


Figura 5. Principales importadores de pimiento en el mundo. (FAO, 2012)

### 1.1.2. EL CULTIVO DEL PIMIENTO EN ESPAÑA

En la Tabla 1 se ve reflejada la evolución del cultivo del pimiento en España durante la última década, desde 2001 hasta 2011. La superficie cultivada en el país durante el año 2011 fue de 17600 hectáreas y la producción fue de 918550 toneladas.

Al ahondar en el análisis de estos datos se observa que la superficie cultivada ha disminuido desde el 2001 en 5170 hectáreas, habiendo ocurrido la mayor bajada en superficie entre los años 2006 y 2008. La producción durante estos tres años también se vio reducida, pero de forma no proporcional, advirtiéndose en este periodo un aumento del rendimiento productivo.

El rendimiento del cultivo del pimiento en España ha ido oscilando durante los años, en la actualidad ha experimentado un incremento, pasando de las 48,57 toneladas/ha en el año 2010 a 52,12 toneladas/ha en el año 2011. Gracias a este incremento en el rendimiento se ha observado un aumento de producción en el último año de 45540 toneladas, a pesar de la reducción en superficie que ha supuesto una pérdida de 380 hectáreas de este cultivo en nuestro país.

Tabla 1. Serie histórica de superficie, rendimiento y producción de los últimos 10 años en España. (MAGRAMA, 2013)

Año	Superficie (miles de hectáreas)	Rendimiento (toneladas/ha)	Producción (miles de toneladas)
2001	22,77	43,01	979,15
2002	22,96	46,03	1056,76
2003	22,39	47,18	1056,18
2004	22,75	47,28	1075,51
2005	23,67	44,79	1060,36
2006	23,70	48,43	1147,77
2007	21,80	48,52	1057,53
2008	18,68	49,15	918,14
2009	18,93	49,09	929,32
2010	17,98	48,57	873,01
2011	17,60	52,21	918,55

Este aumento en rendimiento sin duda se debe a factores como el porcentaje de superficie dedicada al cultivo al aire libre o bajo invernadero. Como se muestra en la Figura 6, de la superficie dedicada al cultivo del pimiento en España durante el año 2011, el 59% era superficie invernada y, este porcentaje sigue en aumento. El rendimiento medio del pimiento en España es del 3,62 kg/m<sup>2</sup>, pero si se observan los rendimientos individuales por tipo de sistema de cultivo vemos como esta cifra no es significativa, ya que el rendimiento en secano es de 0,96 kg/m<sup>2</sup>, en regadío al aire libre de 3,26 kg/m<sup>2</sup> y en regadío protegido es de 6,64 kg/m<sup>2</sup>, estos valores quedan reflejados en la Figura 7.

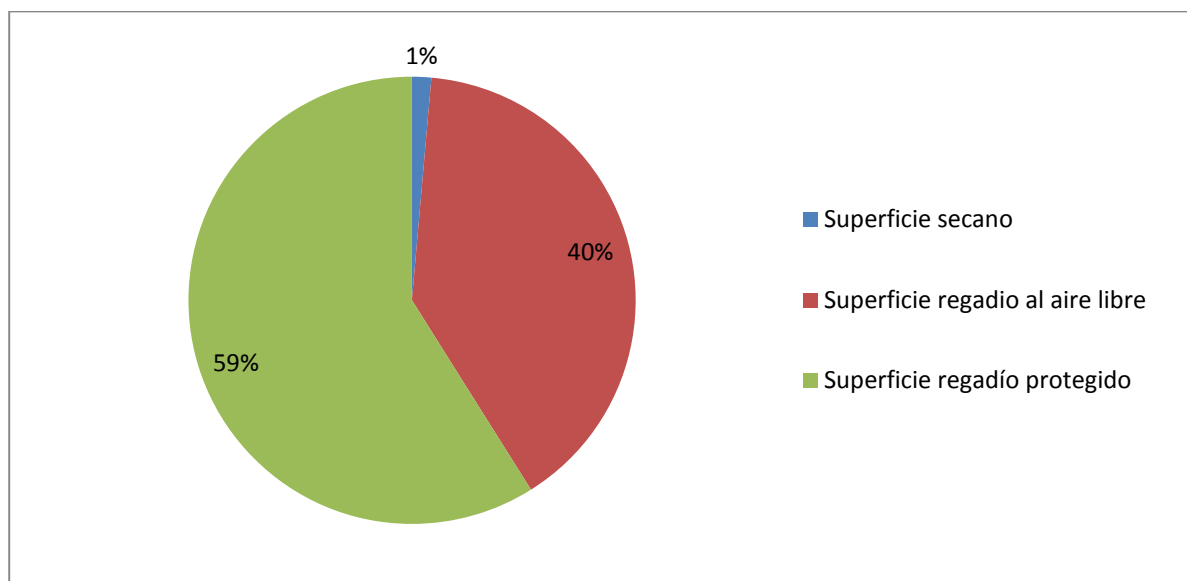


Figura 6. Superficie de pimiento cultivada en España en el año 2011 dividida por sistemas de cultivo. (MAGRAMA, 2013)

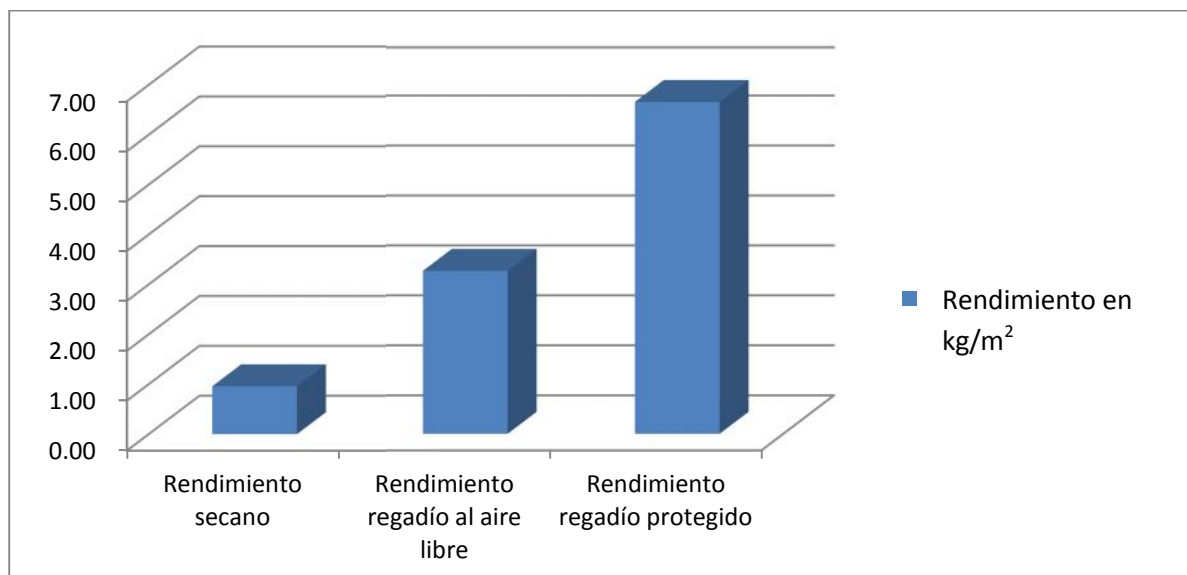


Figura 7. Rendimiento del pimiento en España dividido por sistemas de cultivo y expresado en kg/m<sup>2</sup>. (MAGRAMA, 2013)

Dentro del territorio nacional, y según se puede observar en la Figura 8, el cultivo de esta hortaliza no está repartido por igual en todas las comunidades autónomas. El 58% de la superficie cultivada de pimiento está en Andalucía (10148 ha), le siguen en superficie en superficie cultivada Galicia y Murcia con un 8% de la superficie de pimiento cada una (1337 y 1334 ha respectivamente) y Castilla la Mancha, con un 7% de la superficie total (1238 ha). Estas mismas comunidades autónomas son las que tienen una mayor producción en toneladas, en este caso Andalucía sigue estando en el primer puesto, con un 62 % de la producción nacional de pimiento (572218 t), mientras que Galicia produce el 8%, Murcia el 12% y Castilla la Mancha el 5%.



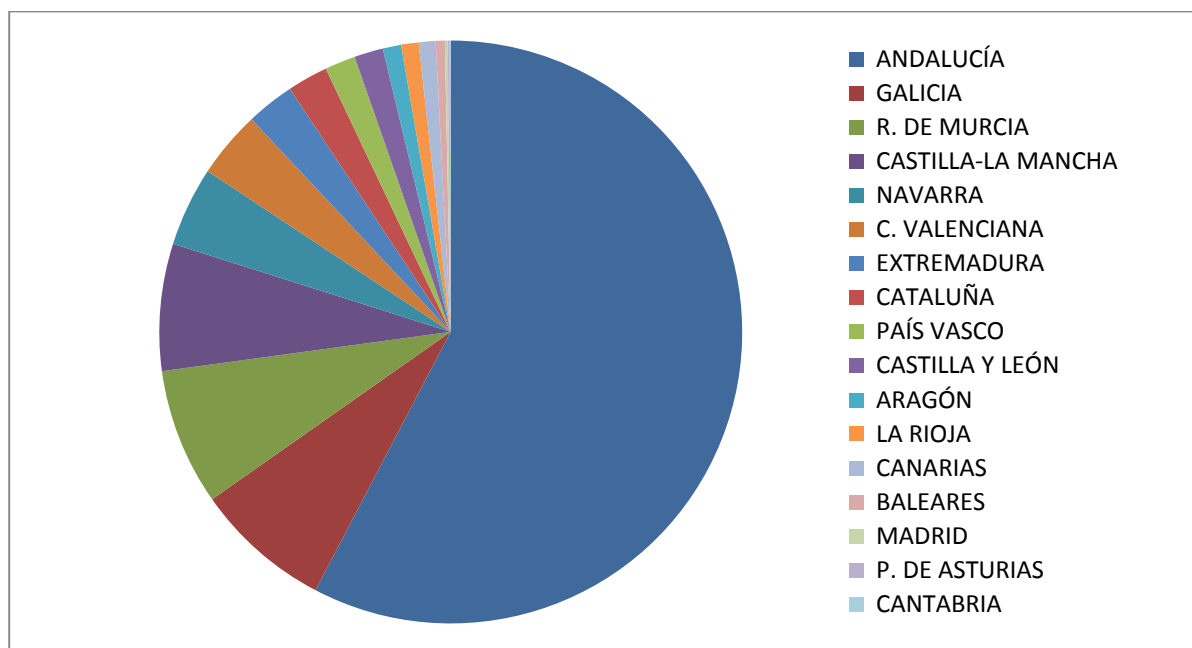


Figura 8. Superficie de pimiento cultivada en España en el año 2011 dividida por comunidades autónomas y medida en hectáreas. (MAGRAMA, 2013)

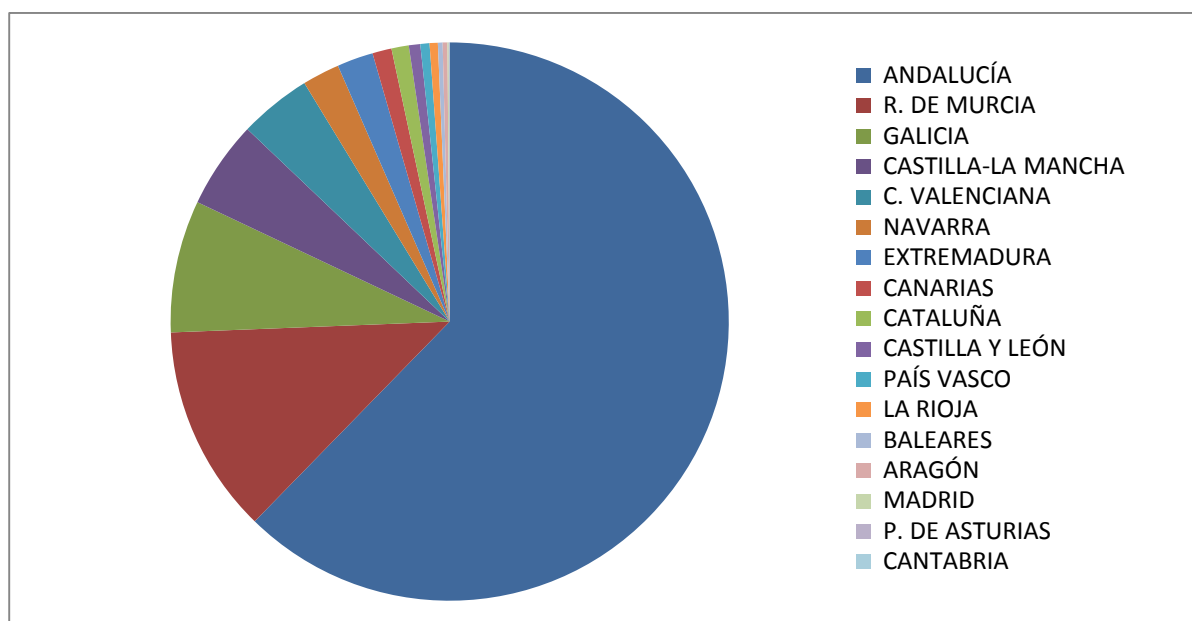


Figura 9. Producción de pimiento cultivada en España en el año 2011 dividida por comunidades autónomas y medida en toneladas. (MAGRAMA, 2013)

Las discrepancias entre los porcentajes en superficie y producción que se pueden observar en las gráficas anteriores son debidas a diferencias de rendimiento que se dan por cuestiones climatológicas, por emplearse en las diferentes comunidades variedades comerciales de pimiento con distintos rendimientos, tener ciclos de cultivo más o menos largos y sobre todo por las diferentes proporciones de superficie cultivada al aire libre o bajo cubierta, como ya se ha visto anteriormente.

### 1.1.3. EL CULTIVO DEL PIMIENTO EN ALMERÍA

Como se ha visto, la comunidad autónoma de más importancia en cuanto al cultivo del pimiento es Andalucía, pero al igual que ocurre con el conjunto de España, la superficie de cultivo de esta hortaliza no está repartida por igual en todas las provincias andaluzas. En la Figura 10 se observa que el 72% de la superficie de pimiento cultivada en Andalucía (7300 ha) está en la provincia de Almería, seguida por Cádiz con 700 ha, Granada con 564 ha y Málaga con 528 ha. Además de esta gran diferencia de Almería en cuanto a superficie, cabe destacar también la diferencia en producción, que es aún mayor, ya que Almería produce el 82% del pimiento que se cultiva en Andalucía, 470263 toneladas de las 572218 toneladas totales en 2011.

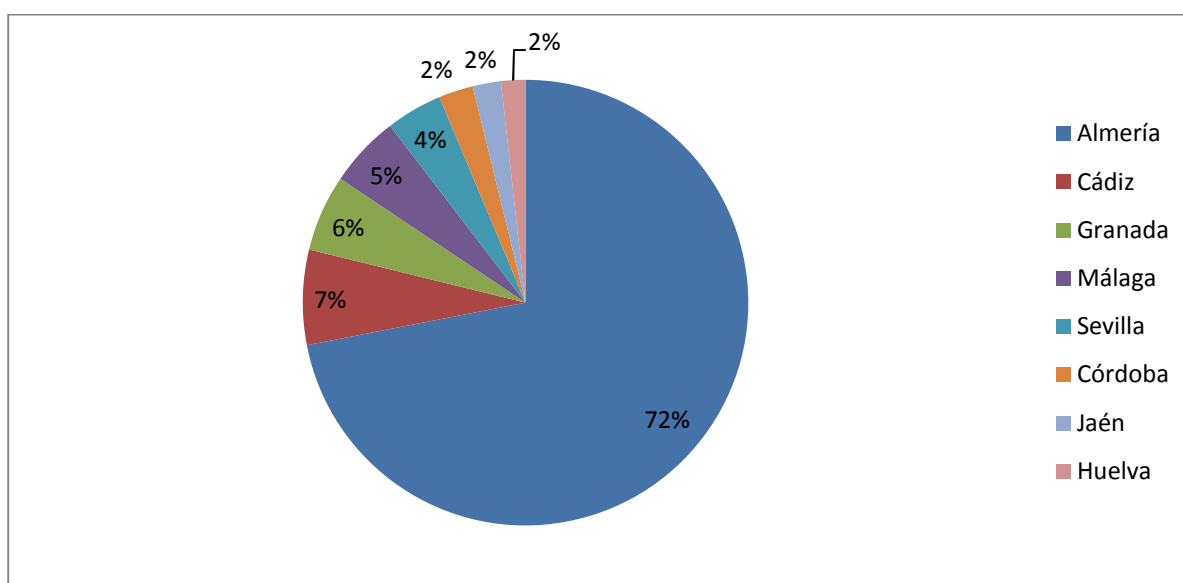


Figura 10. Superficie cultivada de pimiento en Andalucía en 2011 dividida por provincias. (MAGRAMA, 2013)

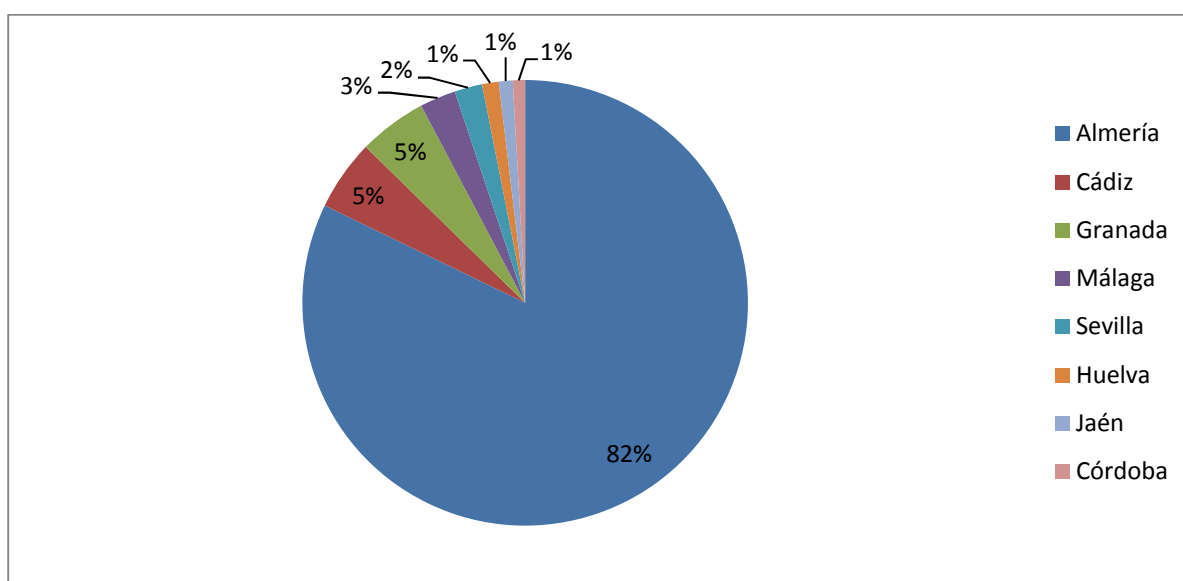


Figura 11. Producción de pimiento en Andalucía en 2011 dividida por provincias. (MAGRAMA, 2013)

En general el rendimiento del cultivo en las distintas provincias no es tan dispar si se comparan los mismos sistemas de cultivo, teniendo incluso otras provincias rendimientos mayores, como es el caso de Granada en el cultivo bajo plástico y, del resto de provincias, a excepción de Málaga y Huelva, en cultivo al aire libre, como puede observarse en la Figura 12.

Dicho esto, la explicación de que Almería tenga el 82% de la producción andaluza con un 72% de la superficie cultivada de pimiento en la comunidad autónoma, está en la proporción de superficie de pimiento cultivada bajo cubierta en la provincia. En la Figura 13 se observa claramente esta proporción y su relación con las demás provincias, ya que además de ser la provincia con mayor superficie cultivada de pimiento, es la única cuya superficie invernada supera a la superficie cultivada al aire libre, siendo además esta diferencia más que significativa.

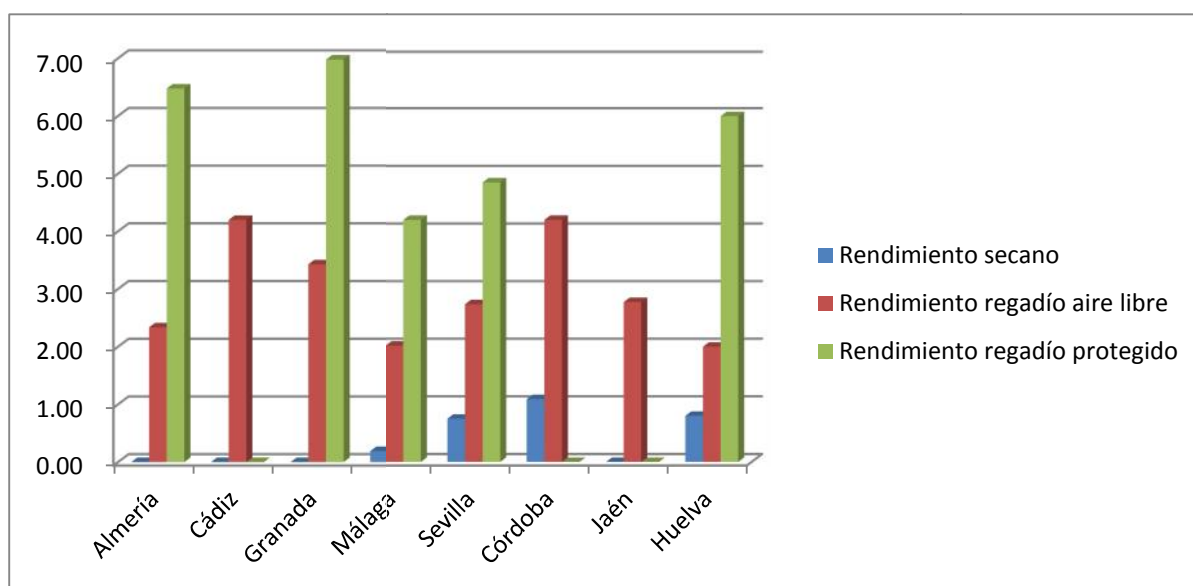


Figura 12. Rendimiento del pimiento en Andalucía dividido por provincias y sistemas de cultivo, expresado en kg/m<sup>2</sup>. (MAGRAMA, 2013)

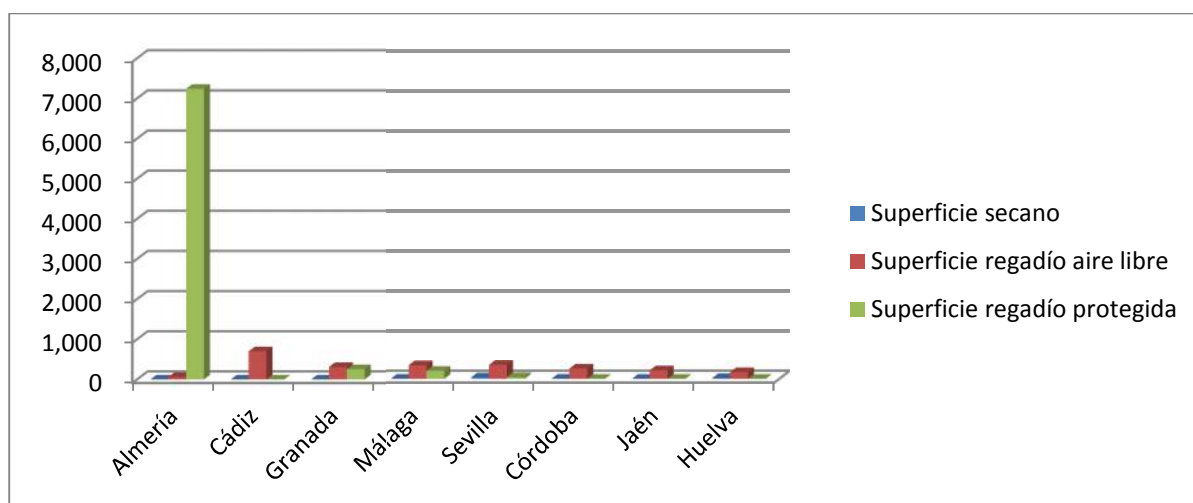


Figura 13. Superficie cultivada de pimiento en Andalucía dividido por provincias y sistemas de cultivo, expresado en hectáreas. (MAGRAMA, 2013)

La explicación para esta alta concentración de invernaderos en Almería está en la evolución que ha tenido el sector hortofrutícola de la provincia desde los años 70 del pasado siglo. En la actualidad la superficie invernada de la provincia se estima en unas 40000 hectáreas efectivas, en las que se tienen en cuenta los ciclos de cultivo que se dan por año en parte de estos invernaderos.



Figura 14. Vista aérea del poniente almeriense en los años 1974 y 2004. (Barcelona Field Studies Centre)

La clave de este desarrollo del sector está en los avances tecnológicos que se han ido desarrollando e implantando en la zona durante las últimas décadas, como han sido el enarenado, el empleo de cubiertas (desde el tradicional invernadero tipo parral característico de la zona, hasta las más modernas estructuras), la implantación de variedades híbridas, el riego por goteo y fertirriego y los programas de control climático para invernaderos.

De la superficie invernada en Almería, 37480 hectáreas están dedicadas a la producción de tan solo ocho hortalizas, que han supuesto un volumen de mercado de 2565768 toneladas en el año 2011. De estas ocho hortalizas la principal es el tomate que ocupa un 26% de dicha superficie (9794 hectáreas bajo cubierta). El pimiento es el segundo en importancia, tanto en superficie (7398 hectáreas, un 20% de la superficie bajo plástico) como en producción (437403 toneladas en 2011). (MAGRAMA, 2013)

Tabla 2. Superficie por sistema de cultivo y superficie y producción totales de los ocho principales cultivos hortícolas de la provincia de Almería en el año 2011. (MAGRAMA, 2013)

Cultivo	Superficie (hectáreas)			Producción (toneladas)
	Aire libre	Protegido	Total	
Tomate	145	9794	9939	858621
Pimiento	77	7398	7475	437403
Sandía	875	4641	5516	331809
Calabacín	190	4830	5020	267233
Pepino	0	4498	4498	378317
Melón	283	3756	4039	141964
Berenjena	1	1823	1824	139676
Judías verdes	36	740	776	10745

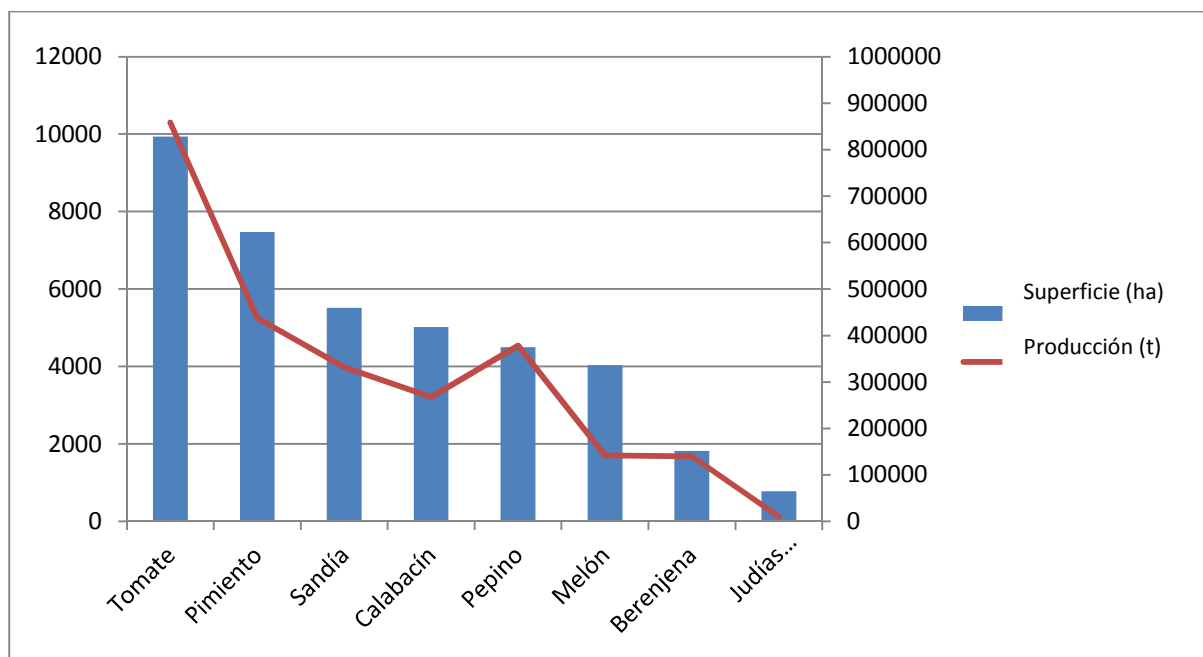


Figura 15. Comparativa de la superficie y la producción de los ocho principales cultivos hortícolas de la provincia de Almería en el año 2011. (MAGRAMA, 2013)

En relación al cultivo del pimiento en la provincia de Almería, la Figura 16 muestra la evolución que ha tenido en las últimas campañas agrícolas. La superficie sufrió un descenso entre 2005 y 2008 del 21%, volviendo a aumentar en las dos siguientes campañas. La producción ha experimentado una fluctuación más o menos similar a la de la superficie cultivada, a excepción de la última campaña. En la campaña agrícola 2010-2011 se ve un aumento en la producción a pesar de una reducción en la superficie de cultivo con respecto a la campaña anterior, esto se debe sin duda a un aumento en los rendimientos debido a los avances tecnológicos citados anteriormente.

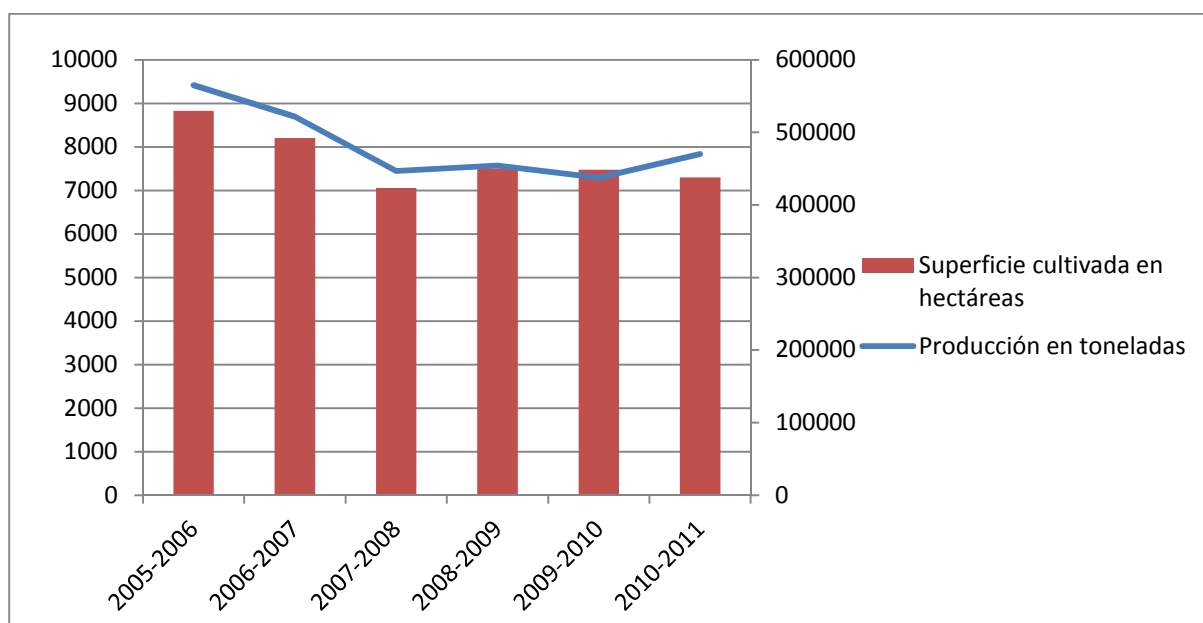


Figura 16. Comparativa de la superficie y la producción de pimiento en Almería durante las últimas campañas agrícolas. (Cajamar, 2011)

### 1.1.4. DESTINO DE LA PRODUCCIÓN ALMERIENSE

En las últimas décadas también se ha realizado una gran labor de comercialización en la provincia de Almería. Esto se ha hecho ampliando la oferta de productos, siguiendo los nuevos estándares de calidad y buscando nuevos mercados a la vez que se afianzaban los ya existentes. En definitiva, el alto volumen de producción, tanto en pimiento como en el resto de hortalizas, que se da en la provincia ha hecho que se desarrolle toda una industria de servicios y comercialización en torno al sector. Es por ello que gran parte de la producción se destina a la exportación, no sólo a otras provincias españolas, sino a otros países.

Al tratarse el pimiento de un producto perecedero, el transporte del mismo se ve reducido en distancia y/o tiempo, por lo tanto el principal mercado para el pimiento, y las hortalizas en general, provenientes de Almería se encuentra sin duda en los países de la Unión Europea. Si a esto sumamos que España es en la actualidad el país de toda la cuenca mediterránea con una mayor superficie invernada, superando a Italia, Turquía, Marruecos, Francia e Israel (COTEC, 2009), y que más de la mitad de las hectáreas invernadas de España se encuentran en Almería, se puede apreciar la importancia que tiene la provincia en el sector a nivel internacional y principalmente europeo, llegando a ser conocida desde hace décadas como “la huerta de Europa”.

Si hacemos una comparativa dentro de España, Almería es la provincia líder en cuanto a exportaciones de pimiento, siendo además la diferencia con el resto de provincias más que significativa. Durante el año 2011 el total de exportaciones de pimiento de España fue de 484800 toneladas, de las cuales alrededor del 71% provenían de Almería (343855 toneladas). Tras Almería se encuentran Murcia con un 13% y Alicante y Valencia con un 5% cada una.

El total de las exportaciones de pimiento de la provincia de Almería en 2011 supusieron unos ingresos de 413014972 €, el 71% de los 582255221 € provenientes de las exportaciones totales de pimiento de España.

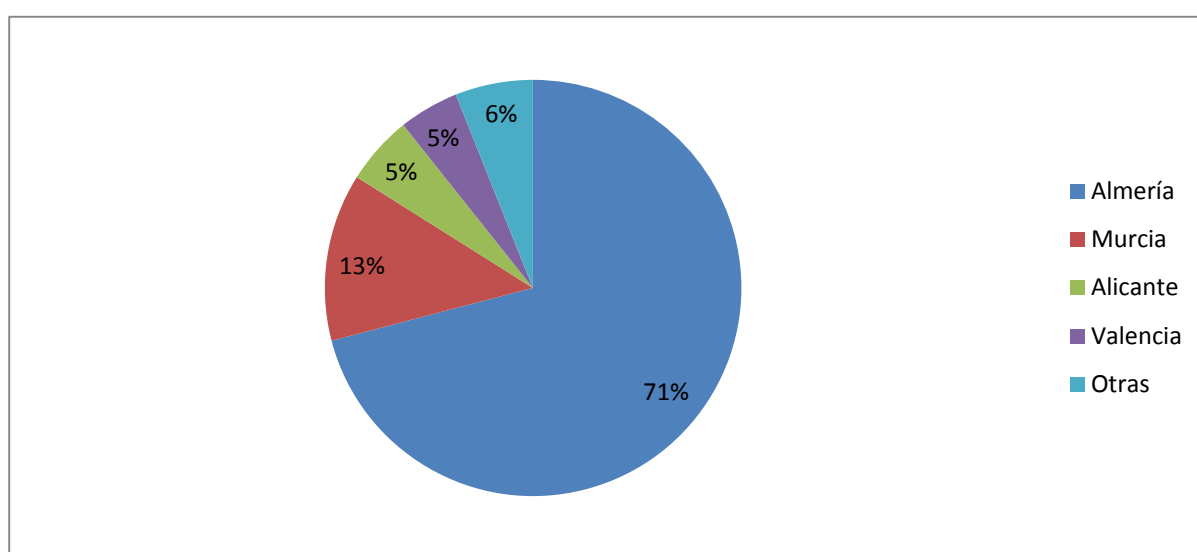


Figura 17. Exportaciones de pimiento en 2011 dividida por provincias y medida en toneladas. (FEDEX, 2012)

La tendencia en términos monetarios es creciente en las exportaciones de pimiento almerienses, aunque no existe una estricta relación del valor económico de las exportaciones y su volumen en toneladas, como se puede observar en el gráfico de la Figura 18. Esto es debido a la variación de precios de mercado del producto que se produce año tras año.

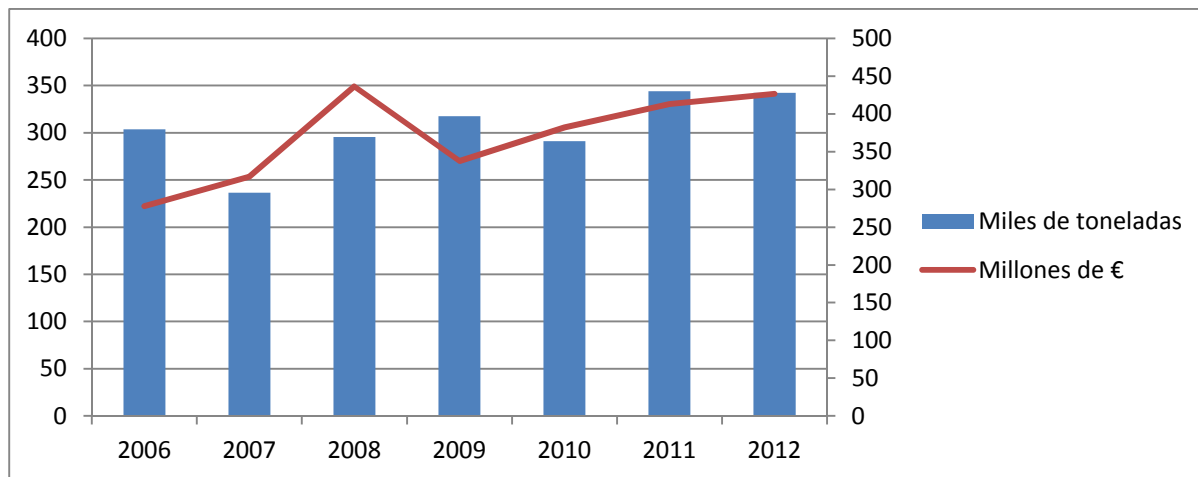


Figura 18. Histórico de las exportaciones de pimiento en la provincia de Almería expresadas en miles de toneladas y millones de euros. (FEDEX, 2012)

Es interesante también tener en cuenta la diferencia de precios del producto cuando proviene de países diferentes, esto se puede observar en la Figura 19. Como se puede ver, España está a la cabeza en la exportación de pimiento con 382593 toneladas anuales, seguida por Holanda con 314047 toneladas. Sin embargo Holanda obtiene unos mayores ingresos por estas exportaciones, un total de 579,3 millones de euros, frente a los 542,6 millones de euros que obtiene España. Esto indica que aunque las exportaciones holandesas suponen un 82% de las españolas en cuanto a volumen, al referirnos a términos monetarios suponen un 107% de las mismas. Estas diferencias de precios en los productos se deben a cuestiones de calidad y comercialización, en las que países como Holanda son pioneros en el sector.

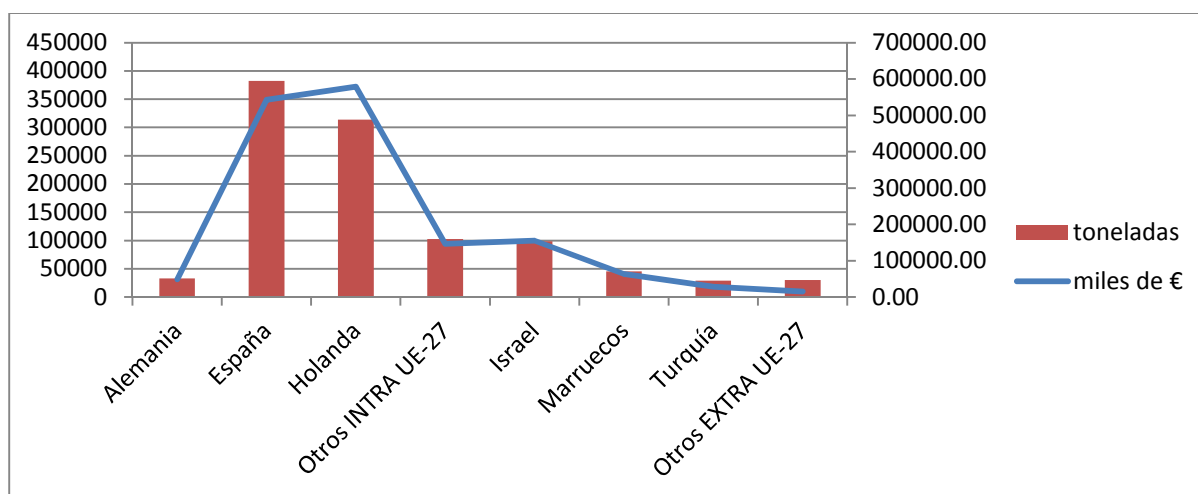


Figura 19. Comparativa de las exportaciones de pimiento de los diferentes países en 2011, expresadas en toneladas y miles de euros. (Cajamar, 2011)

Además de los precios generales del pimiento, al ser éste un cultivo con tantas variedades, es necesario revisar las diferencias existentes entre los principales tipos de pimientos cultivados y comercializados en la provincia. La gráfica siguiente (Figura 20) nos muestra los precios medios de las categorías I y II de los distintos tipos de pimiento en origen durante la campaña agrícola 2011-2012. Los precios más elevados fueron esta campaña los de los pimientos tipos california, seguidos por los lamuyo. En concreto el california amarillo categoría I con 0,72 €/kg y el california rojo categoría I con 0,68 €/kg fueron los más valorados, seguidos por el lamuyo rojo categoría I que alcanzó un precio medio de 0,66 €/kg. De entre las primeras categorías el pimiento que menor precio alcanzó fue el italiano, con 0,57 €/kg, sin embargo fue este mismo tipo de pimiento el que alcanzó un mayor valor medio en la segunda categoría, en concreto 0,41 €/kg.

Cabe resaltar que aunque los precios puedan oscilar de una campaña a otra, lo que es siempre evidente es la diferencia de precios entre la primera y la segunda categoría dentro de cada tipo de pimiento. La media de reducción de precio al pasar de una categoría a otra en la campaña 2011-2012 fue de un 53,98%, más de la mitad. Como ya se ha dicho, esta reducción de precio fue menor en el pimiento italiano, tan sólo un 28,07%, posiblemente debido a su bajo precio medio inicial. Llegando a ser esta reducción de hasta el 63,89% en el california amarillo y del 62,12% en el lamuyo rojo. Es por ello que la calidad de los pimientos resulta tan importante, no sólo por las posibilidades de mercado que abre un producto de buena calidad, sino por la diferencia en el precio del mismo.

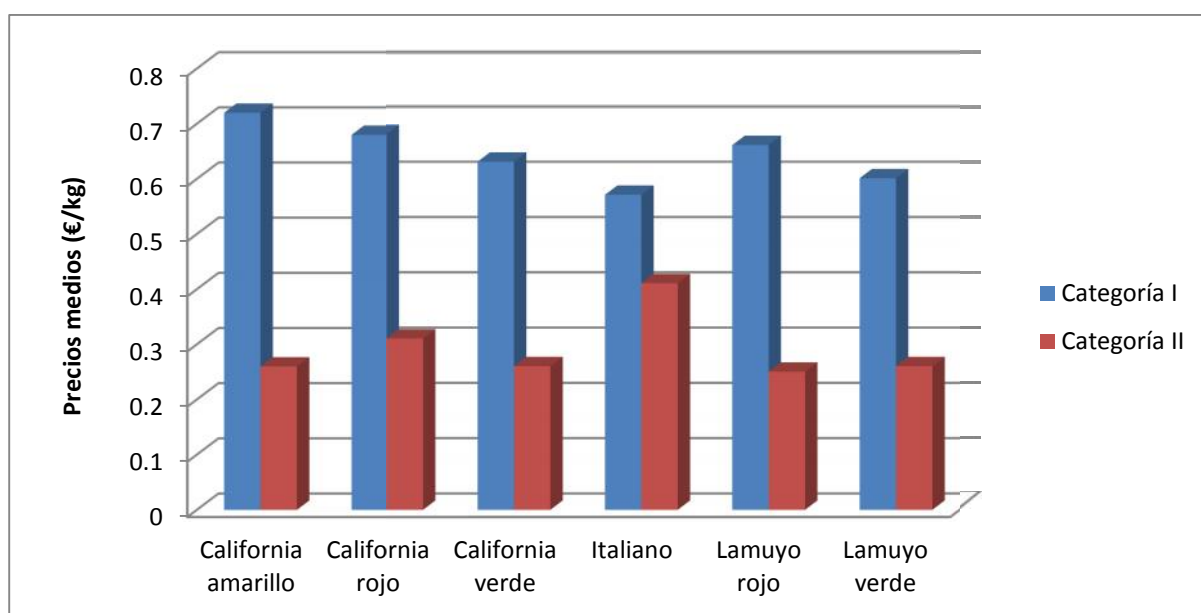


Figura 20. Precios medios de la campaña 2011/2012 en origen en la provincia de Almería expresados en euros/kg. (Observatorio de precios y mercados, 2012)

## 1.2. IMPORTANCIA E INTERÉS DEL INJERTO

### 1.2.1. IMPORTANCIA DEL INJERTO EN HORTÍCOLAS

El injerto es la unión de dos porciones de tejido vegetal viviente de modo que se unan, crezcan y se desarrollen como una sola planta. Esta técnica se ha empleado en la agricultura desde hace miles de años, concretamente en frutales. En frutales los injertos se pueden realizar tanto a una planta completa como a partes de la misma, injertando ramas independientemente, en hortalizas sin embargo el injerto se realiza siempre a la planta



completa, generándose así una nueva planta que expresa características deseadas de ambas partes, tanto del patrón como de la variedad. (Hartmann, Kester, Davies, & Geneve, 2010)

El injerto en hortalizas se comenzó a realizar en la década de 1920 en Japón y Corea, el primer injerto que se realizó fue de sandía sobre calabaza y el motivo fue combatir la marchitez causada por *Fusarium*. (Lee, 1994) En la década de 1960 el empleo del injerto en hortalizas se extendió al emplearse a nivel comercial en berenjena. Actualmente es común en cultivos de solanáceas y cucurbitáceas como pueden ser berenjena, tomate, pimientos, sandía, pepino y melón. (Oda, 1999)

El principal motivo para realizar un injerto es evitar los problemas en el cultivo ocasionados por patógenos del suelo, situación que se ha ido agravando debido a la producción de hortalizas de forma intensiva. Estos problemas han sido controlados durante años con la utilización de fumigantes de amplio espectro, llegando a generarse una dependencia en ciertas zonas de cultivo de estas sustancias químicas, como puede ser el Bromuro de Metilo, cuyo uso está restringido a nivel mundial desde la realización del protocolo de Montreal en 1997. En este protocolo se acordó que los países más desarrollados (entre ellos España) redujeran su consumo de Bromuro de Metilo un 70% desde el año 1991 hasta el año 2003. Las repercusiones para España se muestran en la Tabla 3.

**Tabla 3. Consumos máximos permitidos (% de lo consumido en 1991) a partir de las fechas que se indican y cantidades en toneladas que corresponden para España. (Ministerio de Medio Ambiente, 2004)**

1991 línea base	1 enero 1999	1 enero 2001	1 enero 2003	1 enero 2005
100%	75%	40%	25%	0%
4.236,0	3.177,0	1.694,4	1.059,0	0,0 (1)

(1) Solo usos críticos autorizados por el PM

Otra sustancia en vías de prohibición ha sido el Dicloropropeno, utilizado también como desinfectante de suelo en cultivos hortícolas. Estas prohibiciones de desinfectantes de suelo ha provocado el empleo cada vez mayor de otras técnicas para el control de patógenos telúricos en las plantaciones de pimiento y hortícolas en general, como son la solarización, la biofumigación, la biosolarización y el injerto, todas ellas más respetuosas con el medio ambiente (Miguel, Evolución del injerto de hortalizas en España, 2009).

Pero no sólo las restricciones y/o prohibiciones de diferentes sustancias químicas desinfectantes han hecho que se reduzca o elimine su uso, también ha influenciado en esta evolución la demanda del mercado, ya que el consumidor de los países desarrollados cada vez exige un producto más respetuoso con el medio ambiente y con la salud de los trabajadores que lo cultivan. De ahí que la importancia de los métodos de control biológico, mencionados antes, cobren cada vez mayor importancia.

En determinadas ocasiones el injerto podría considerarse la técnica más eficaz y económicamente viable, además, al tener un escaso o nulo poder contaminante y haber sido admitido como alternativa en Producción Integrada y Ecológica, se le auguran muy buenas perspectivas. (Miguel, Evolución del injerto de hortalizas en España, 2009)

El empleo cada vez más común de plantas injertadas en horticultura ha permitido también que los precios se vayan abaratando debido a la implantación de nuevos métodos de trabajo y la mecanización de alguna de las operaciones.

La tendencia en España, en cuanto a la producción de plantas injertadas, ha sido creciente durante los primeros años de este siglo, como queda reflejado en la Figura 21, siendo el tomate el cultivo principal en cuanto a número de injertos entre las hortalizas. En cuanto a la provincia de Almería el principal cultivo injertado es la sandía como se ve en la Figura 22, aunque el injerto de tomate tiene una clara tendencia ascendente.

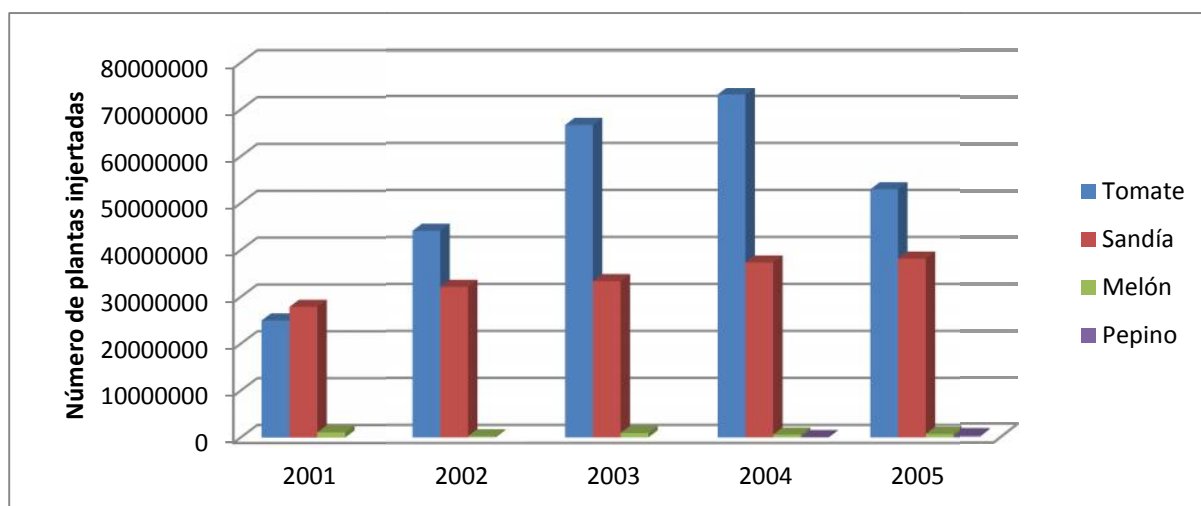


Figura 21. Producción de planta hortícola injertada en España. (Hoyos Echevarria, 2007)

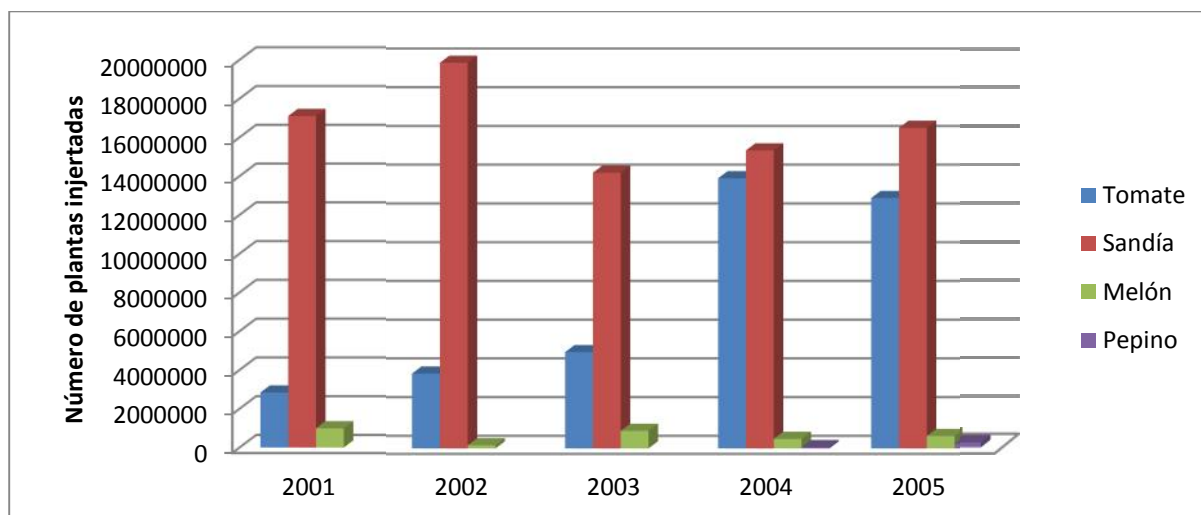


Figura 22. Producción de planta hortícola injertada en Almería. (Hoyos Echevarria, 2007)

### 1.2.2. IMPORTANCIA DEL INJERTO EN PIMIENTO

En la actualidad no se conocen datos sobre la producción de plantas injertadas de pimiento, pero desde la prohibición del Bromuro de Metilo se han venido realizando diferentes ensayos al respecto. Esto es debido a que el cultivo del pimiento se ve altamente afectado por patógenos telúricos y, que por tanto el empleo de esta sustancia en plantaciones de pimiento era muy elevado. Como muestra la Figura 23, de las 2278,250 toneladas de Bromuro de Metilo consumidas en España en el año 2000, un 34% fueron empleadas en

cultivos de pimiento (776,040 toneladas). Siendo el segundo cultivo en importancia, en cuanto al consumo de esta sustancia química, detrás tan sólo de la fresa.

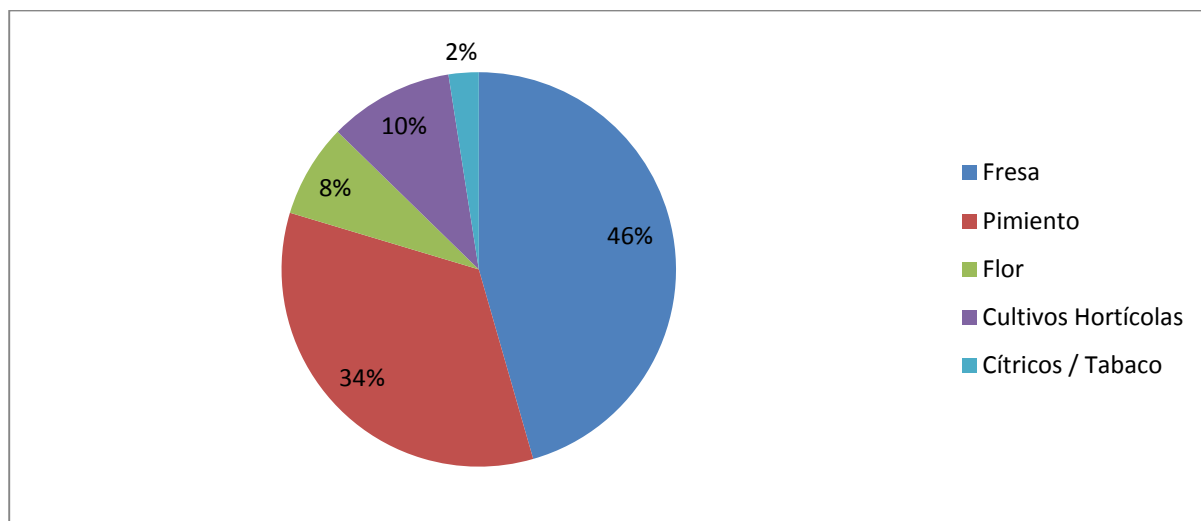


Figura 23. Consumos de BrMe por cultivos en España en el año 2000. (Ministerio de Medio Ambiente, 2004)

Estos datos y los buenos resultados que se están obteniendo en los diferentes ensayos realizados, hace pensar que en un futuro próximo el injerto de pimiento se empleará cada vez más a nivel comercial, aunque no fuera algo común en el pasado, tal y como está ocurriendo con el pepino, del cual la producción de plantas injertadas es muy baja, pero que se está empleando en la provincia de Almería desde el año 2004, como se observa en las Figuras 21 y 22.

### 1.3. OBJETIVOS

El objetivo del presente trabajo de investigación es la evaluación de la calidad de los frutos del pimiento tipo california cv. Bily, sobre diferentes portainjertos, cultivados en invernadero durante el ciclo de otoño-invierno en el levante almeriense.

Para una valoración apropiada y suficiente de la calidad de los frutos se evaluarán los siguientes parámetros morfológicos del mismo:

- Peso (g).
- Longitud (mm).
- Anchura ecuatorial (mm).
- Grosor medio de la carne (mm).
- Síntomas de fisiopatías.
- Posibles deformaciones.

La toma de estos datos y su posterior análisis estadístico hará que podamos valorar entre las distintas combinaciones patrón-variedad cuál de ellas es la más adecuada para esta zona y época del año en cuanto al comportamiento morfológico de los frutos se refiere. Posteriormente se podrá emplear dicha valoración para el asesoramiento a agricultores de la zona en próximas campañas agrícolas.

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

## 2.1. CULTIVO DEL PIMIENTO

### 2.1.1. ORIGEN

El pimiento es una hortaliza originaria de América del Sur, en concreto de la zona de Bolivia y Perú. Tras el descubrimiento de este continente, el pimiento fue traído a Europa por Cristóbal Colón ya en su primer viaje en el año 1493. Los nativos americanos se referían al pimiento como chili, pero los españoles y portugueses emplearon el nombre pimiento debido a la similitud en sabor que encontraron con la pimienta negra (*Piper nigrum* L.), empleada como condimento y la cual se conseguía en España a través del comercio con Oriente.

El pimiento comenzó a cultivarse en España en el siglo XVI, extendiéndose después su cultivo a Italia y Francia. Tras su implantación en Europa, el pimiento complementó, e incluso llegó a sustituir, a la pimienta negra, convirtiéndose en parte importante de la cultura culinaria del continente.

En la actualidad el pimiento es consumido y cultivado en todo el mundo, habiéndose desarrollado una gran cantidad de variedades distintas desde la intensificación de su cultivo en el siglo XX.

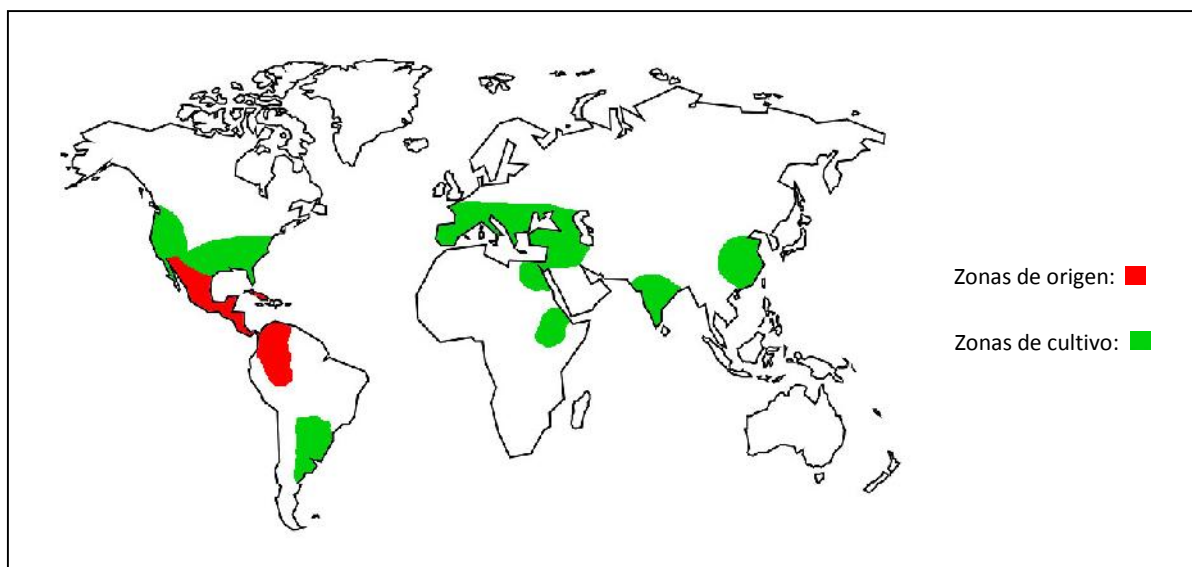


Figura 24. Distribución del pimiento en el mundo (Universität Hamburg).

## 2.1.2. TAXONOMÍA

División: *Spermatophyta*

Línea XIV: *Angiospermae*

Clase A: *Dicotyledones*

Orden XXI: *Solanales (Personatae)*

Familia: *Solanaceae*

Subfamilia: *Solanoideae*

Tribu: *Solaneae*

Género: *Capsicum*

Especie: *Annum L.*



Figura 25. *Capsicum annuum* L. (Universidad de Antioquia, 2013)

Las solanáceas se encuentran repartidas por casi todo el mundo, aunque la mayoría de géneros y especies de esta familia son de origen tropical. Esta familia está compuesta en total de 96 géneros y casi 2300 especies (D'Arcy, 1991).

Dentro de la familia de las solanáceas hay dos subfamilias: *Solanoideae* y *Cestroideae*. El pimiento pertenece a la primera de ellas, *Solanoideae*, que se distingue principalmente por la presencia de un embrión enrollado y de un diámetro generalmente uniforme, a diferencia de la subfamilia *Cestroideae*, cuyo embrión es típicamente recto o ligeramente curvado. Entre ambas subfamilias existen además un gran número de diferencias morfológicas, químicas y citogenéticas (Nuez, Gil, & Gosta, 1996).

Dentro de las once tribus en que se divide la subfamilia *Solanoideae*, el pimiento pertenece a la tribu *Solaneae*. Ésta es la tribu más grande de la subfamilia al estar dividida en 18 géneros, los cuales contienen unas 1250 especies. Algunos de estos géneros incluyen especies cultivadas muy importantes, este es el caso del género *Capsicum*, al que pertenece el pimiento, y de algunos más como pueden ser: *Solanum*, *Lycopersicon*, *Cyphomandra*, *Physalis*, etc. (Hunziker, 1979)

El género *Capsicum* fue descrito por Carlos Linneo en 1753 y agrupa a más de 26 especies, de las cuales 12 son empleadas por el hombre y tan sólo cinco de ellas han sido domesticadas y se cultivan en la actualidad. Estas cinco especies cultivadas son: *C. annuum*, *C. baccatum*, *C. frutescens*, *C. pubescens* y *C. chinense*. La más importante de ellas por su utilización y cultivo en todo el mundo es *Capsicum annuum* (López-Requelme, 2003).

### 2.1.3. MORFOLOGÍA

- **Planta:**

El pimiento es una planta herbácea, practicándole poda de regeneración puede durar varios años, aunque en plantaciones comerciales lo habitual es realizar ciclos anuales. Según el cultivar y las condiciones de cultivo a las que se ve sometida la planta, su altura puede variar desde los 0,5 metros de algunas variedades cultivadas al aire libre hasta los más de 2 metros de altura que pueden llegar a alcanzar ciertos híbridos cultivados bajo cubierta (Serraño Cermeño, 2011).

- **Sistema radicular:**

Se trata de una raíz pivotante, cuya profundidad puede oscilar entre 0,5 y 1 metro en función de las características del suelo. De esta raíz principal brotan raíces secundarias adventicias cuyo crecimiento es horizontal y pueden llegar a alcanzar los 30-50 centímetros de longitud, en función también de la textura del suelo. La mayor parte de estas raíces secundarias se localizan entre los primeros 30-60 centímetros de suelo (Nuez, Gil, & Gosta, 1996). Cuando las plantas están cultivadas en sustrato, el sistema radicular se ve claramente modificado.

- **Tallo:**

Al inicio de su desarrollo el tallo es un fuste erecto que, a partir de cierta altura (“cruz”) se divide en dos o tres ramificaciones, esta división irá en función de la variedad. Dichas ramificaciones vuelven a bifurcarse tras la brotación de varias hojas, y este proceso continuará desarrollándose hasta el final del ciclo de vida de la planta. A la posición en el tallo donde aparecen las hojas se le llama nudo y a la parte de tallo libre de hojas entre una brotación de las mismas y la siguiente se le llama entrenudo. El número de nudos sobre el eje principal puede ser característico de cada variedad, y varía entre 7 y 20. (Nuez, Gil, & Gosta, 1996). El número de nudos del eje principal no está estrictamente relacionado con la longitud del tallo, ya que dependiendo de la variedad y las condiciones de cultivo la longitud de los entrenudos puede variar.

Al tratarse de una planta herbácea, la consistencia del tallo al inicio de su crecimiento es débil, llegando a lignificarse conforme la planta se desarrolla, aunque no lo suficiente como para perder su fragilidad. La posibilidad de rotura es elevada, sobre todo cuando la planta está en producción y tiene que soportar el peso de los frutos. Por todo ello, el pimiento es una planta que necesita un entutorado, el cual puede realizarse de diversas formas en función de las técnicas de cultivo que el agricultor vaya a emplear y de las características que busque en la planta y el fruto. El sistema de entutorado afecta a la altura total de la planta. También afectan directamente a la altura de la planta las podas que se puedan realizar, existiendo casos en los que se le quitan todas las ramificaciones, promoviendo así el crecimiento en longitud del tallo principal. El tipo de entutorado puede afectar al fruto en cuanto a la calidad del mismo, ya que un follaje excesivo puede influir en su coloración o incluso en su forma si el fruto queda presionado por las ramificaciones durante su crecimiento.

- **Hojas:**

Las hojas presentan una forma entre lanceolada y obovada, terminando en un ápice muy agudo. Pueden tener un largo peciolo o bien ser casi sésiles y su borde es entero o muy ligeramente sinuado en la base. Su venación es pinnada y su superficie lisa y de un verde intenso, aunque dicha intensidad varía en función de las variedades, al igual que su tamaño. La unión de las hojas con el tallo es alterna.



Figura 26. Hojas de pimiento y su distribución en la planta (University of Florida, 2009) .

- **Flores:**

Las flores del pimiento son blancas y pequeñas (10-20 mm de diámetro). En cuanto a su reproducción son hermafroditas y generalmente autógamas, con un bajo porcentaje de alogamia (menos del 10%). Suelen nacer solitarias en cada nudo del tallo, en las axilas de las hojas y con el pedúnculo torcido hacia abajo. Al ser la “cruz” el primer nudo de la planta, es en este punto donde suele salir la primera flor en la mayoría de las variedades, esta primera flor suele dar un fruto de gran tamaño (Camacho Ferre, 2003).

Al ser esta parte de la morfología de la planta tan compleja, para su estudio se describen sus partes por separado:

Pedúnculo: Une la flor con el tallo, tiene una longitud de 1-2 centímetros y se encuentra torcido hacia abajo en la antesis. Se le diferencian de 5 a 8 costillas (este número definirá también el número de sépalos y pétalos de la flor).

Perianto: Se trata de la envoltura que rodea a los órganos sexuales, no es reproductivo al estar formado por partes estériles. Está formado por dos tipos de piezas: el cáliz y la corola.

Cáliz: Es el verticilo externo de la flor. El cáliz del pimiento es gamosépalo, ya que los 5-8 sépalos que lo componen se encuentran unidos entre sí formando una sola pieza de forma acampanada. Dichos sépalos son de color verde y se van endureciendo durante la maduración del fruto.

Corola: Es el verticilo interno de la flor. Se compone de 5-8 pétalos que están soldados en sus bases, son blancos y con sus bordes denticulados.



**Androceo:** Se trata de la estructura reproductora masculina. Consta de los estambres, formados cada uno a su vez por la antera (1,2 mm de ancho y 2-4 mm de largo) y el filamento (1,8-3,5 mm de longitud). Cada antera se encuentra en el extremo de un filamento, y está formada por dos lóbulos o tecas, cada una de las cuales contiene dos sacos polínicos.

**Gineceo:** Es la estructura reproductora femenina y está formada por 2-4 carpelos o pistilos soldados entre sí y divididos en las siguientes partes: estigma (zona terminal del pistilo donde se produce la polinización), estilo (con una longitud en el pimiento de 3,5-6,5 mm) y ovario (parte basal del gineceo con 2-5 mm de longitud y 1,5-5 mm de diámetro). En el interior del ovario se encuentran los nectarios, que son pequeños engrosamientos en la parte basal del ovario.

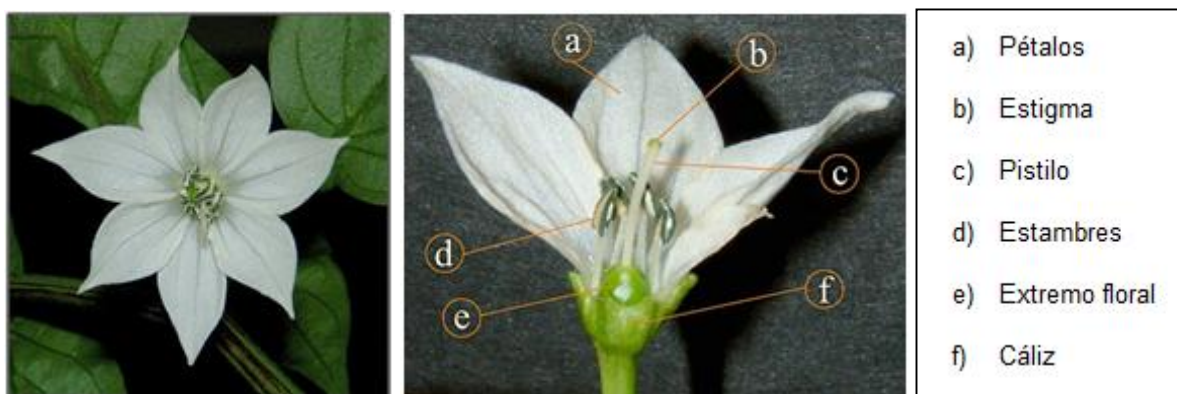


Figura 27. Flor del pimiento completa (izquierda) y con un corte transversal (derecha) (University of Florida, 2009)

- **Frutos:**

El fruto del pimiento proviene del desarrollo del ovario tras la fecundación. Se trata de una baya hueca, semicartilaginosa y deprimida, con superficie lisa y que en función de la variedad puede diferir mucho en cuanto a su forma (generalmente cónicos y alargados) y a su tamaño (oscilan entre 100 y 250 gramos la unidad). En su interior está dividida por 2-4 tabiques incompletos que salen de la pared del fruto y se unen entre sí tan sólo sobre la placenta central cónica (corazón). Es en estos tabiques donde se desarrollan las semillas. El grosor de su carne también puede variar, puede ser gruesa, mediana o delgada.

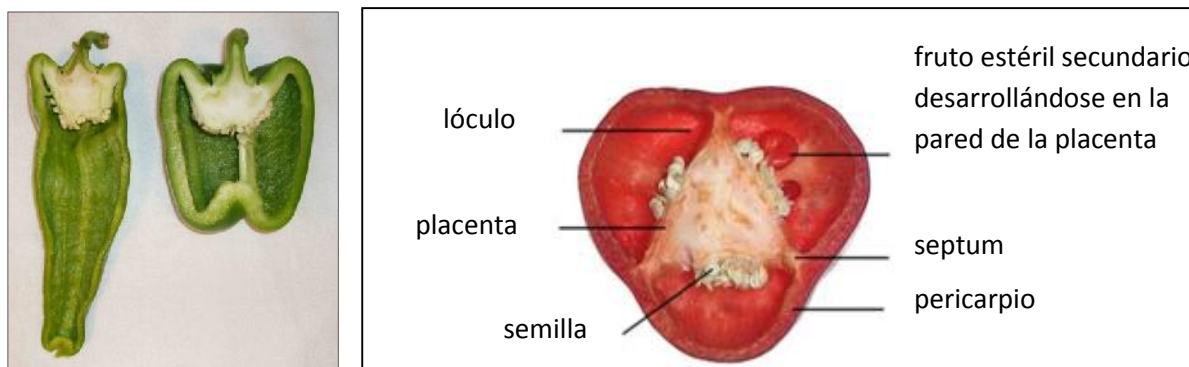


Figura 28. Cortes longitudinal y transversal de frutos de pimiento. (University of Washington)

Su color también es muy variado en función del cultivar, y va variando durante el desarrollo del fruto. Los frutos maduros pueden ser rojos, amarillos, violáceos, anaranjados o morado-negruzcos. Los frutos verdes que se encuentran en el mercado son frutos inmaduros que han sido cosechados antes del cambio de color que se produce de forma natural durante la maduración.

Durante la maduración también se producen cambios de sabor haciendo al pimiento dulce o picante según su variedad.



Figura 29. Muestra de la diferencia morfológica y de color de las distintas variedades de pimiento. (Azcoytia, 2009)

- **Semillas:**

Se forman en los tabiques del fruto y en la placenta central, son redondeadas y ligeramente reniformes, con un diámetro de 4-5 mm, y son de color blanco amarillento. Son muy numerosas en el fruto, aunque su cantidad va en función de la polinización y del tamaño del fruto.

Están compuestas por tres partes diferenciadas: la testa (tejido que cubren la semilla en su parte exterior), el endospermo (tejido de reserva y parte interna del recubrimiento de la semilla) y el embrión (proveniente del óvulo fecundado).

#### 2.1.4. EXIGENCIAS DE LA PLANTA

Las hortalizas, al igual que el resto de plantas, están influenciadas en su crecimiento y desarrollo por el ambiente que las rodea, y cuando su cultivo se realiza bajo plástico esto no varía. La diferencia radica en que en los cultivos protegido nosotros influimos sobre las condiciones que rodean la planta, pudiendo modificar en parte los factores ambientales externos para adecuarlos todo lo posible a las condiciones más favorables para cada cultivo en concreto. Para llegar a hacer esto de una forma eficaz, es imprescindible tener un conocimiento adecuado de las exigencias del cultivo en cada fase de su desarrollo. Los factores que más afectan al pimiento son la luminosidad y la temperatura, pero no se

pueden dejar de lado el resto de factores que influyen en él como pueden ser la calidad del agua y la estructura y fertilidad del suelo. En este apartado se ahondará en todos estos factores que afectan no sólo a la planta en sí, sino también a la productividad y, cómo no, a la calidad de la cosecha.

#### **2.1.4.1. EXIGENCIAS DE CLIMA**

El control de los factores climáticos es el principal motivo para realizar el cultivo de hortalizas bajo plástico. Su efecto sobre el cultivo es decisivo en su desarrollo, y todos ellos están interrelacionados entre sí.

- **Temperatura**

Dentro de las hortalizas cultivadas en el Mediterráneo, el pimiento puede ser considerado como exigente en cuanto a temperaturas. Lo cual queda evidenciado por la influencia de la temperatura en las distintas etapas del desarrollo de la planta.

Las temperaturas afectan a su crecimiento y a su fertilidad, y también pueden influenciar las dimensiones del fruto, ya que el mismo no se desarrollará adecuadamente si las temperaturas no son las más propicias para ello. Cuando las temperaturas son demasiado bajas, la planta da frutos delgados y puntiagudos, mientras que si son demasiado altas, el fruto resultante será rechoncho. Las altas temperaturas también afectan a los frutos cuando producen un exceso de cuajado, ya que éstos serán entonces pequeños y de mala calidad.

La temperatura biológica mínima del pimiento está rondando los 11°C, temperaturas inferiores provocan daños irreversibles en la planta, como un crecimiento raquítrico que llega a detenerse, la caída de frutos y flores (las flores que no se caen permanecen sin abrir y los frutos que siguen creciendo son partenocárpicos) y necrosis en las hojas. Para que la fructificación se realice adecuadamente las temperaturas no deben bajar de 15°C.

Las plantas de pimiento también se ven afectadas si la temperatura alcanza unos máximos críticos, los cuales están en torno a los 35 °C, con temperaturas superiores a esta se ven afectados el desarrollo de las flores y el cuajado de los frutos, así como el desarrollo de estos últimos. Las plantas que se ven afectadas en mayor medida por esta temperatura son las plantas viejas, las plantas jóvenes pueden llegar a tolerar más esta situación.

Para la germinación de las semillas la temperatura óptima es de 25-30 °C, y durante el tiempo que la plántula permanece en el vivero (en los primeros estadios del crecimiento) las temperaturas óptimas son de 14-25°C durante el día y de 20-21°C durante la noche. En este periodo la planta es especialmente sensible a la temperatura, así que el control de la misma para asegurar las mejores condiciones térmicas posibles para el cultivo asegura un crecimiento vegetativo inicial adecuado, así como una mejora en el prendimiento de la planta tras su trasplante en invernadero. Es importante que las plántulas lleguen a este momento en el mejor estado posible, ya que es un momento crítico en el que los cambios de condiciones ambientales hacen que la planta deba adaptarse a su nuevo ambiente.

Es primordial que tras el trasplante las raíces comiencen su desarrollo lo antes posible, para que esto ocurra es importante la temperatura del suelo, no sólo la del aire, siendo la temperatura óptima en suelo de 22-24 °C para el desarrollo de las raíces. En cuanto al

desarrollo general de la planta tras el trasplante, para que éste sea adecuado las temperaturas del aire durante el día deben ser al menos de 28-30 °C.

Cuando la planta es ya adulta y entra en producción es importante mantener un equilibrio adecuado entre su crecimiento vegetativo y su fructificación, para ello las temperaturas óptimas son 22-23 °C durante el día y 18-19 °C durante la noche, en cuanto a la temperatura del suelo, ésta deberá oscilar entre 15 y 20 °C para mantener la planta en las condiciones deseadas.

Si el cultivo del pimiento se da en invernadero frío, serán necesarios 1800 grados-día para el periodo comprendido entre la plantación y la primera recolección. (FAO, 2002)

Además las temperaturas podrían influenciar al cuajado de frutos de forma indirecta en el caso de que se empleen insectos polinizadores en el cultivo, ya que éstos son muy sensibles a las mismas y tienen sus propias temperaturas óptimas de trabajo.

**Tabla 4. Cuadro de temperaturas para los distintos estados fenológicos del pimiento. (Serraño Cermeño, 2011)**

Proceso / Fase		Temperatura (°C)	
Se hiela la planta		-1	
Detiene su desarrollo		8 a 10	
Desarrollo deficiente		15	
Germinación	Mínima	13	
	Óptima	20-28	
	Máxima	40	
Desarrollo vegetativo	Mínima	13 a 15	
	Óptima	Día	20 a 25
		Noche	17 a 20
	Máxima	40 a 45	
Floración óptima		20 a 30	
Fructificación (T <sup>a</sup> . de día)	Mínima	18 a 20	
	Óptima	25	
	Máxima	35	

- **Humedad relativa**

Los niveles de humedad relativa ideales para el cultivo del pimiento son del 70-75 % (FAO, 2002). Niveles bajos de humedad en el aire perjudican el nivel de cuajado del fruto y pueden llegar a causar el aborto floral, si además las temperaturas fueran elevadas podría llegarse a tener caída de flores y frutos recién cuajados, así como todos los problemas asociados a un posible estrés hídrico. Por otra parte, si la humedad relativa es superior a los niveles indicados, pueden tenerse problemas por un aumento en la incidencia de enfermedades fúngicas como *Botrytis*, el apelmazamiento del polen (dificultando así la fecundación) e incluso el rajado de frutos que tanto perjudica económicamente. Si la evapotranspiración llegase a reducirse en exceso, podría incluso reducirse la asimilación de nutrientes por parte de la planta.

Por todo ello en cultivo bajo plástico se ha de tener un control exhaustivo de este parámetro, ya que la tendencia a acumular humedad relativa en el interior de los invernaderos es alta, debiendo corregirse mediante el uso adecuado de los sistemas de ventilación.

- **Iluminación**

El pimiento es una planta muy exigente en cuanto a iluminación, sobre todo en los primeros estadios de desarrollo y durante el periodo de floración. La intensidad luminosa óptima para el cultivo es de aproximadamente  $0,4 \text{ cal} / \text{cm}^2 \cdot \text{min}$ , es en este punto donde las hojas pueden desarrollar una actividad fotosintética mayor.

En cuanto a la cantidad de horas de luz al día, no parecen existir exigencias específicas, aunque si se ha podido ver que la formación de flores podría estar influenciada en cierta medida por este factor.

Algo más a tener en cuenta con respecto a la iluminación es que ésta afecta a la tolerancia de la especie a ciertas temperaturas, esto es, admite temperaturas mayores cuando la luminosidad aumenta.

Es importante a la hora de preparar el cultivo y de elegir un marco de plantación adecuado que permita una buena iluminación de las plantas y pueda favorecer así el crecimiento y desarrollo de las mismas.

#### **2.1.4.2. EXIGENCIAS DE SUELO**

El pimiento se desarrolla mejor en suelos de texturas medias, ya que no tolera bien el exceso de humedad en el suelo y requiere que éste tenga un buen drenaje. Por ello los mejores suelos son los areno-limosos y los franco-arenosos, ricos en materia orgánica (2-3%), mullidos y con buen drenaje. (Reche Mármol, 2010) Estas necesidades en cuanto al tipo de suelo se deben a lo propensa que es esta especie a las enfermedades originadas por patógenos telúricos.

Si el terreno es demasiado arcilloso se pueden mejorar su situación con la incorporación de estiércol, que mejora la textura. En el caso de que el terreno esté arenado esto puede no llegar a ser necesario, ya que en estos casos la planta admite mejor la textura arcillosa (Serrano Cermeño, 1996).

En cuanto a la salinidad, este cultivo no es muy resistente, así la producción disminuye cuando el suelo o el agua de riego presentan una salinidad elevada. Esta reducción en la producción es debida a un menor desarrollo de la planta y un menor tamaño de los frutos obtenidos.

Si el suelo presenta bajos niveles de calcio, la planta puede tener más problemas de enfermedades vasculares como *Verticillium* y *Fusarium*, ya que la deficiencia de este elemento aumenta su sensibilidad a las mismas. Este problema se puede presentar también si el suelo es muy rico en magnesio, ya que este último interfiere en la asimilación del calcio por parte de la planta, generando el mismo resultado independientemente del nivel de calcio en el suelo (Camacho Ferre, 2003).

Otro factor que influye en la absorción de nutrientes del suelo es el pH. Para este parámetro el pimiento presenta valores óptimos de 6,5-7. Estos valores pueden ser superiores (hasta

8) y no afectar negativamente a la planta cuando el suelo está arenado. La planta puede llegar a tolerar ciertas condiciones de acidez aunque los valores de pH estén por debajo del óptimo (hasta 5,5). (Serrano Cermeño, 1996) Hay que tener también en cuenta que el pH del agua de riego puede hacer variar los valores iniciales medidos en suelo.

#### **2.1.4.3. EXIGENCIAS HÍDRICAS**

El pimiento es una planta que requiere de una considerable uniformidad en los riegos, ya que la humedad del suelo ha de ser lo más constante posible a lo largo de todo su desarrollo vegetativo (sin sobrepasar límites perjudiciales). El empleo de riego por goteo hace posible el control adecuado del suministro de agua que necesita la planta en cada momento.

Los riegos que se deben dar al cultivo en invernadero dependen de las características del suelo y de cada época del año, según estas circunstancias hay que tener en cuenta el turno y número de riegos más adecuado. En los invernaderos con suelos arenados, el control de la humedad se ve facilitado, ya que ésta se conserva más en el suelo quedando mejor regulada, aunque incluso en estos casos se debe elegir el momento oportuno para que el riego se adecuado.

Tanto los excesos como la falta de humedad son perjudiciales para la planta. Si el agua está en exceso en el suelo, la planta desarrolla una coloración verde claro y, como ya se ha visto, el pimiento es una planta sensible a la asfixia por encharcamiento, así que si ésta se llega a producir puede haber pérdida de plantas. En el caso opuesto el cultivo también se ve perjudicado, la falta de agua provoca el abarquillamiento de las hojas y hace que la planta tome un color verde oscuro. La producción también se ve afectada, si se da sequía las flores se caen y los frutos que quedan en la planta toman un sabor más picante debido al estrés hídrico (Camacho Ferre, 2003).

Para calcular las dosis exactas de los riegos que requiere el cultivo en cada momento de su desarrollo y la frecuencia adecuada de los mismos, se deben tener en cuenta los siguientes factores: la fecha de plantación, el estado fenológico, la evapotranspiración del cultivo, la densidad de plantación, el tipo de suelo (su estructura), la salinidad del suelo y la conductividad eléctrica del agua de riego.

En los primeros momentos de las plantas en el invernadero tras el trasplante, la prioridad es la formación de un buen sistema radicular, imprescindible para el posterior desarrollo de toda la planta, para ello los riegos han de espaciarse en el tiempo lo máximo que las condiciones del suelo permitan, de esta forma se fuerza a las plantas a desarrollar unas raíces más profundas ya que éstas se extienden en busca de humedad.

Como ya se ha visto, la floración es un proceso especialmente sensible a las condiciones hídricas de la planta, es importante que no haya exceso de humedad en el suelo durante la primera floración para evitar el aborto de flores, lo que afectaría a la producción. Este problema no se da durante el resto del periodo productivo, ya que la planta ya tiene frutos "cuajados" en crecimiento que impiden un excesivo desarrollo vegetativo de la planta. Es importante tener esto último en cuenta, aunque hoy día las variedades empleadas en cultivo bajo plástico son bastante floríferas y la pérdida de alguna flor no tiene demasiada importancia relativa (Serrano Cermeño, 1996).

El consumo de agua en un cultivo de pimiento con riego por goteo y en suelo arenados suele oscilar entre 3500 y 5000 m<sup>3</sup>/ha (Reche Mármol, 2010).

Dada la importancia que tienen las exigencias hídricas del cultivo para el adecuado desarrollo del mismo, cada vez son más los centros públicos y privados que se encargan de confeccionar cuadros de datos que reflejan la frecuencia y el consumo de agua óptimos. Dichos cuadros determinan los consumos medios del cultivo en cada momento del año, teniendo en cuenta incluso la fecha de plantación. Un ejemplo viene expuesto en la Tabla 5, en la que se vienen expresados los consumos medios de un cultivo de pimiento tipo california en invernadero con distintas fechas de trasplante.

**Tabla 5. Consumos medios del pimiento en invernadero en cultivo de otoño (L/m<sup>2</sup>·día). (Fundación Cajamar)**

MESES	JUNIO		JULIO		AGOSTO		SEPT.		OCT.		NOV.		DIC.		ENERO		FEB.	
QUINCENAS	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>
A		1,91	3,04	4,21	4,34	4,44	5,05	4,18	3,86	3,11	2,20	1,88	1,78	1,31	1,19	1,31	1,36	1,50
B			1,83	3,01	3,80	3,94	4,13	4,18	3,86	1,88	1,78	1,41	1,33	1,31	1,19	1,31	1,36	1,50
C				1,80	2,18	2,46	3,21	3,04	3,16	1,88	1,78	1,41	1,33	1,31	1,19	1,31	1,36	1,50

#### 2.1.4.4. EXIGENCIAS NUTRITIVAS

En el cultivo de pimiento, como en el de cualquier cultivo, se han de tener en cuenta las exigencias nutritivas, ya que en la mayoría de los casos es necesaria la aportación de nutrientes a la planta. En el caso del cultivo en invernadero con riego por goteo, la aportación de nutrientes se hace mediante fertirrigación. Para ello se preparan soluciones madre que son incorporadas al agua de riego en la medida en que la planta lo va necesitando en cada momento. Para la preparación de estas soluciones madre es indiferente si se emplean fertilizantes sólidos o líquidos, lo primordial es que las concentraciones de los distintos elementos sean las adecuadas.

En el caso del nitrógeno (N) la planta del pimiento es especialmente sensible, tiene grandes exigencias del mismo a lo largo de todo su ciclo de cultivo, principalmente en la etapa inicial de crecimiento vegetativo. Este elemento es también básico tras el cuajado de los primeros frutos. Es importante sin embargo no sobrepasar en exceso los niveles de nitrógeno requeridos por la planta, ya que una aportación excesiva podría dar un desarrollo excesivo de la parte vegetativa de la planta, en detrimento de la floración y fructificación, y en casos más extremos la planta podría llegar a ser más susceptible al ataque de patógenos al enternecerse sus tejidos.

Estos inconvenientes en el empleo de fertilizantes nitrogenados se ven reducidos tras el cuajado de los frutos, ya que en este periodo el nitrógeno incrementa la producción. Los niveles óptimos de nitratos en el extracto saturado del suelo durante la producción oscila entre 7,0 y 8,0 meq/L. Si la fertilización nitrogenada se da en exceso en invernaderos sombreados, puede dar lugar a manchas amarillentas sobre la superficie de los frutos, esta fisiopatía se conoce como “color spots”.

Otro elemento mineral cuyas aportaciones han de considerarse es el potasio (K). Este elemento es determinante para la precocidad, coloración y calidad de los frutos, mejorando

su formación y otorgándoles un mejor sabor. Las aportaciones de potasio han de aumentar progresivamente desde el inicio del cultivo hasta la floración, al inicio se recomiendan niveles de 1,5 meq/L en el extracto saturado, tras la floración tenderán a equilibrarse los niveles llegando en plena producción a 2,5 meq/L.

Del potasio conviene destacar sus interacciones con otros elementos importantes para la planta. La relación K/N influye en la planta, ésta debe estar entre 2,2 y 2,4, y se elevará hasta 3,0 ó 3,2 cuando el cultivo esté en plena producción. El potasio también puede influenciar en la absorción de elementos como el calcio (Ca) y el magnesio (Mg), llegando a provocar carencias inducidas de los mismos cuando los valores en el extracto saturado de potasio son superiores a los recomendados (3-3,5 meq/L) (Camacho Ferre, 2003).

En el caso del magnesio, éste influye en la coloración de la vegetación. Además su aportación al cultivo mejora la producción, siendo necesario durante el engorde y maduración de los frutos.

El calcio también afecta a la formación de los frutos, ya que una deficiencia de este elemento favorece la aparición de necrosis apical.

En la Tabla 6 podemos observar un ejemplo de abonado para un cultivo de pimiento, los valores son tan sólo orientativos, ya que cada cultivo puede tener distintos requerimientos en función de diversos factores.

**Tabla 6. Ejemplo de programa de fertirrigación para pimiento bajo plástico con sistema de riego localizado. (Serrano Cermeño, 1996)**

Fertilizantes	Semanas 1-2 (3 riegos por semana)	Semanas 4-7 (3 riegos por semana)	Semanas 8-17 (riegos diarios)
Nitrógeno (N)	0,20 g/m <sup>2</sup>	0,45 g/m <sup>2</sup>	0,45 g/m <sup>2</sup>
Anhídrido fosfórico (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	0,35 g/m <sup>2</sup>	0,20 g/m <sup>2</sup>	0,10 g/m <sup>2</sup>
Óxido de potasio (K <sub>2</sub> O)	0,25 g/m <sup>2</sup>	0,15 g/m <sup>2</sup>	0,25 g/m <sup>2</sup>
Óxido de magnesio (MgO)*	0,10 g/m <sup>2</sup>	0,10 g/m <sup>2</sup>	0,10 g/m <sup>2</sup> **

\*Sólo si se observa una carencia de magnesio

\*\*Un día sí, un día no.

Para el plan de abonado representado en la tabla 6, se recomienda un abonado 15 días antes de la plantación con abonos minerales “secos”. En la tercera semana desde el trasplante no se regará para favorecer el desarrollo radicular. En la última semana antes de finalizar la recolección no será necesario efectuar la fertirrigación.

Es importante tener en cuenta que nunca debe rebasarse el 3 por mil de concentración de abono, respecto al volumen de agua que se aplique, para evitar problemas de salinidad. Por otra parte, los volúmenes de agua que se apliquen, serán en función de distintas variables que solamente el propio cultivador podrá definir en cada situación.

En cuanto al aporte de microelementos, se realizará en cada caso concreto en función de las necesidades del cultivo.

Hoy en día todos los abonos que puedan resultar necesarios para el cultivo se encuentran disponibles en el mercado en distintos formatos (líquidos y sólidos) y formulaciones, esto



facilita al agricultor la elección de los productos que más se ajusten a las necesidades de su cultivo y a las características de sus instalaciones.

### 2.1.5. MATERIAL VEGETAL

El pimiento (*Capsicum annuum*) es una especie que posee una enorme gama varietal. Ante esta amplia selección de variedades, los agricultores han de elegir el más apropiado a su zona de cultivo, así como el que se ajuste más a la demanda de su mercado de destino. Las variedades comerciales se distinguen entre sí por su forma, tamaño y color, y también por su contenido en capsicina (alcaloide causante del picor característico de algunas variedades).

La principal división varietal que se puede realizar en esta especie está en función de su sabor, ya que esto condiciona su destino en los mercados, con este criterio encontramos tres tipos de pimientos:

Variedades picantes: Características por su alto contenido en capsicina, los frutos son largos y delgados, y poseen una amplia gama de colores. Son cultivadas principalmente en Sudamérica, donde están fuertemente arraigados en la tradición culinaria.

Variedades para pimentón: Este tipo de pimientos se cultiva en gran medida en la provincia de Murcia, el más empleado en esta área es la variedad bola, cuyos frutos tienen forma sub-esférica y un pericarpio semi-carnoso, son de color rojo.

Variedades dulces: Estas variedades son ampliamente cultivadas en todo el mundo, son los más empleados para cultivo en invernadero. Sus frutos suelen ser de gran tamaño, con distintas formas (cuadrados, rectangulares o cónicos), poseen un pericarpio grueso y su gama de colores es la más amplia del mercado. Su destino comercial puede ser tanto para consumo en fresco, como para la industria conservera.

Debido a la importancia y al gran número de variedades dulces de pimiento, cabe hacer una distinción entre ellas en función de su forma, quedando divididos así en tres tipos de pimientos: California, Lamuyo e Italiano.

- **Tipo California**

Estas variedades se caracterizan por la forma cuadrada y corta de sus frutos (7-10 cm de largo y 6-9 cm de diámetro), su carne es más o menos gruesa (3-7 mm), está dividido en cuatro cascós bien marcados (lo que le proporciona la forma cuadrada) y tienen el cáliz y el pedúnculo por debajo o a igual nivel que los hombros. (Camacho Ferre, 2003). En cuanto al color, es el tipo de pimiento dulce que tiene una mayor variedad, los más comercializados son verde, rojo y amarillo, e incluso el naranja. En la actualidad están surgiendo otros colores como blanco, morado oscuro o lila, aunque su comercialización no está aún muy extendida aún.

Las variedades del tipo California son las más sensibles al frío, es por ello que se opta al cultivarlos por una plantación temprana (en función siempre de las condiciones climáticas de cada zona), así se consigue también alargar el ciclo productivo y evitar problemas de cuajado que se da con temperaturas nocturnas demasiado bajas.

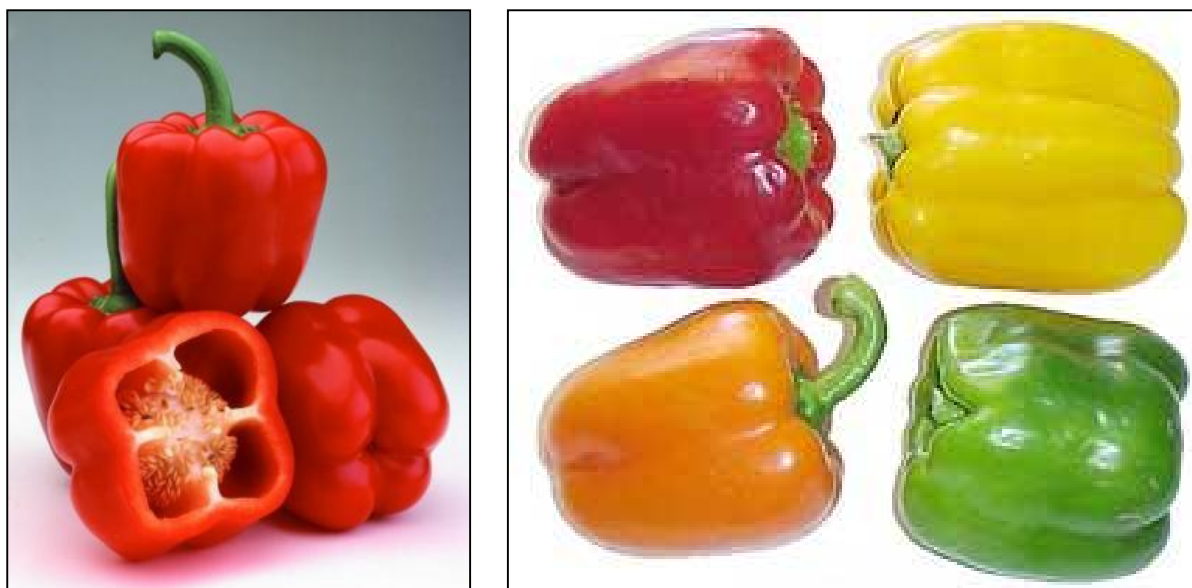


Figura 30. Pimientos tipo California en los colores más comercializados. (Daliber, 2013) (Infojardín, 2013)



Figura 31. Pimientos tipo California en colores nuevos no extendidos comercialmente. (Semillas únicas, 2013) (Semillas Fitó, 2013)

- **Tipo Lamuyo**

La primera variedad de este tipo fue obtenida por el INRA francés y fue nombrada Lamuyo, dándole así nombre al tipo de pimiento. Se caracterizan por tener frutos cuadrados (5,5-7,0 cm de diámetro) y alargados (15-20 cm), con una carne gruesa (0,5-0,75 cm de grosor) y por formar plantas de mayor vigor (con mayor porte y entrenudos más largos). Son menos sensibles al frío, por lo que su ciclo de cultivo puede ser más tardío, generalmente se emplean en ciclos largos para plantaciones medias o tardías (Reche Mármol, 2010).



Figura 32. Pimientos tipo Lamuyo en los diferentes colores comercializados. (Semillas Fitó, 2013) (Saliplantgarden, 2013)

- **Tipo Italiano**

Los pimientos de este tipo se caracterizan por producir frutos alargados, estrechos y acabados en punta, con una carne más fina. Las plantas también presentan un porte más alargado, con tallos más finos. Son bastante tolerantes al frío, por lo que su ciclo de cultivo es tardío. Su gama de colores es reducida, los colores comercializados son verde y rojo, ahora empiezan a aparecer variedades amarillas, pero no están extendidas.

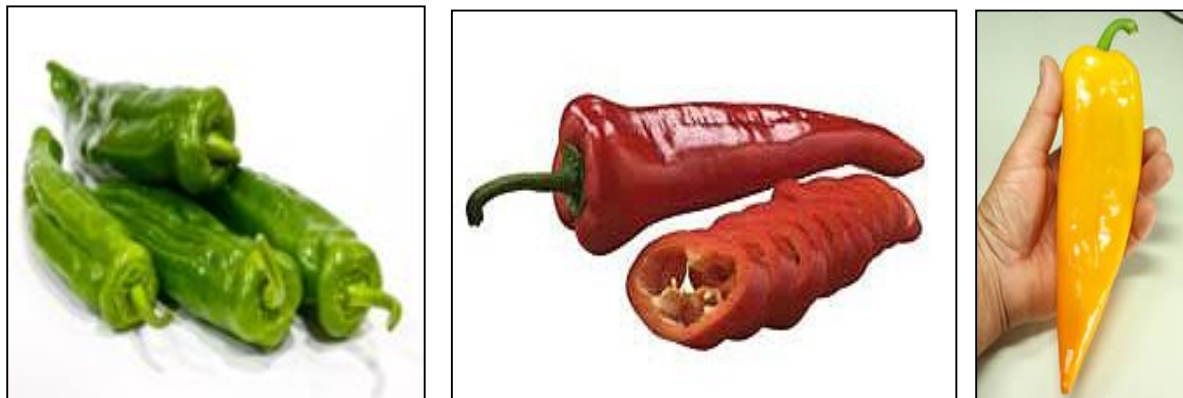


Figura 33. Pimientos tipo Italiano en sus diferentes colores. (Recaple, 2013) (Semillas Fitó, 2013) (Semillas, 2013)

Para el cultivo intensivo bajo plástico, existen hoy día híbridos F1 de estos tres tipos de pimientos dulces, los cuales tienen una mayor precocidad, homogeneidad y producción, además de resistencia a diversas enfermedades.

Debido a la gran cantidad de variedades que existen actualmente, la elección de una concreta para su cultivo puede ser complicada para el agricultor. Para que la elección sea la más adecuada a sus posibilidades de cultivo y a los mercados a los que quiera llegar, el productor ha de tener en cuenta ciertos factores, como son:

### Características de la variedad comercial (Serrano Cermeño, 1996)

- Tamaño de la planta: influye en aspectos del cultivo como marco de plantación, necesidad de tutores, prevención del desgajamiento de tallos, etc.
- Precocidad en la floración y recolección: hay variedades precoces, medias y tardías.
- Forma del fruto: California, Lamuyo, Italiano.
- Tamaño y peso del fruto.
- Color del fruto en la maduración.
- Lóbulos o cascos del fruto: su número varía entre 3 y 5.
- Grosor de la carne del fruto: influye en su uso culinario.
- Sabor de la carne del fruto: variable en función de la cantidad de capsicina que contengan.
- Resistencia a enfermedades: enfermedades del suelo (*Fusarium*, *Verticillium*, *Phytophthora*), mosaico del tabaco y virus del pepino. Hoy en día se estudia la posibilidad de generar cierta resistencia a los nematodos.

### Mercado de destino

Es muy importante conocer cuál va a ser el mercado de destino de la producción para poder ajustar la elección varietal a los gustos y exigencias de los consumidores finales. Esto se comprende bien si se observan los gustos tan diferentes de los mercados europeos, así, si tomamos como ejemplo el color de los frutos, tenemos que los mercados alemán y portugués prefieren frutos verdes, los mercados franceses, sueco y suizo los prefieren de color rojo y en el norte de Europa tienen preferencia por los envases tricolor (verde-rojo-amarillo).

### Condiciones de cultivo

- Clima: de las condiciones de cultivo, es la que más puede afectar a la planta, es necesario adaptarse a las distintas condiciones climáticas de la zona (temperatura, precipitaciones...), también influye en la época de plantación.
- Calidad del agua de riego: si ésta no tiene buena calidad puede limitar la elección de ciertas variedades sensibles a la salinidad.
- Suelo: puede tenerse en cuenta a la hora de elegir en función del vigor de la variedad.
- Estructura del invernadero: influye en la ventilación pudiendo condicionarnos a la elección de variedades con un determinado follaje.

## **2.1.6. PRINCIPALES CICLOS DE CULTIVO**

Los ciclos de cultivo no son los mismos en todas partes, ya que dependen de la climatología de cada zona concreta. En el área mediterránea los ciclos más frecuentes comienzan en invierno, comenzando a cosechar en abril. En países como España y Marruecos se dan también plantaciones a finales de otoño, iniciándose la recolección en este caso en febrero y marzo (FAO, 2002).

En ciertas regiones se ven incluso ciclo más tempranos, con la plantación a principios de otoño y el inicio de la recolección a finales de Noviembre. Esto se debe, no sólo a las

buenas condiciones meteorológicas, sino a el uso de cultivares determinados que toleran e incluso agradecen una siembra tan temprana (FAO, 2002).

El hecho de que en una misma región puedan darse ciclos de cultivo diferente es beneficioso, no sólo por la flexibilidad que representa para cada productor en concreto, sino porque al estar la recolección escalonada a lo largo de un mayor período de tiempo, se mejoran las posibilidades comerciales de la zona. Si además los cultivos se realizan bajo cubierta, el suministro de productos a los compradores está asegurado de forma casi ininterrumpida desde finales de otoño hasta comienzos de verano.

Así, países de la cuenca mediterránea como España, Italia, Marruecos, Grecia o Túnez, son capaces de realizar un suministro continuo a los mercados Europeos desde el invierno a la primavera.

**Tabla 7. Principales ciclos de cultivo de pimiento en España y las áreas donde más se realizan.**

Ciclo	Zona	Tipo de pimiento	Plantación	Inicio recolección	Fin recolección
Primavera	Levante español		Noviem.-Diciem.	Marzo	Julio-Agosto
Otoño-invierno	Litoral andaluz	California	Junio-Agosto	Septiembre	Diciem.- Febrero
		Lamuyo	Agosto	Noviembre	Abril
		Italiano	Junio-October	Diciembre	Mayo

Si se opta por variedades de ciclo corto, existe la posibilidad de realizar dos cultivos en una misma campaña. Esto implicaría hacer una plantación temprana en los meses de julio y agosto, realizándose la recolección en noviembre-diciembre (siempre en función de las condiciones climatológicas), y tras este cultivo se plantaría otro en febrero-marzo (ciclo de invierno-primavera), eligiendo en esta ocasión entre ciclo largo y corto según el clima de la zona (el ciclo corto finalizaría en junio-julio y el ciclo largo a principios del otoño siguiente). (Serrano Cermeño, 1996).

## 2.1.7. TÉCNICAS DE CULTIVO

### 2.1.7.1. LABORES PREVIAS A LA PLANTACIÓN

- **Labores preparatorias del terreno**

Es conveniente su realización al menos dos meses antes de la plantación y comprende:

#### Arranque del cultivo anterior

Es mejor hacer esto justo al terminar la recolección de la campaña anterior, para evitar la acumulación de plagas y enfermedades en la zona de cultivo.

### Subsolado, arado y retranqueo (Nuez, Gil, & Gosta, 1996)

El subsolado se realizará cuando se prepara el terreno para su cultivo por primera vez, y después cada 3 o 4 años. El objetivo es romper los horizontes endurecidos del suelo, así se favorece la infiltración del agua en el terreno y se previene la acumulación de sales en la superficie. Para que sea eficaz han de romperse los primeros 40-70 cm de suelo, se emplean para ello subsoladores o escarificadores.

El arado por su parte se realizará cada año antes de la incorporación, y la profundidad alcanzada será menor, tan sólo 25-40 cm para romper las capas superficiales del suelo. Se emplea en este caso un arado de vertedera.

### Aportación de materia orgánica

Se suele realizar de forma simultánea a las operaciones anteriores, ya que permiten que el estiércol quede mezclado con la tierra.

Cuando el suelo del invernadero está arenado ha de aprovecharse el momento del retranqueo para su incorporación.

Actualmente, con la fabricación de estiércol en forma de deshidratados (pélets), puede llegar a realizarse su incorporación en terrenos arenados sin necesidad de retirar la arena. Para ello se emplea una máquina que consta de una tolva con regulador en su base, una cuchilla hueca por donde caen las pastillas y una niveladora de arena. Dicha máquina se va desplazando por el invernadero enganchada a un tractor. Los pélets, al entrar en contacto con el agua de los posteriores riegos, aumentarán de volumen y se desmoronarán, pudiendo ser así aprovechados por el cultivo (Camacho Ferre, 2003).

- **Desinfección del suelo**

En los cultivos intensivos bajo plástico, es frecuente la necesidad de desinfectar el suelo entre campañas, debido a la acumulación de ciertos parásitos telúricos que causan daños y/o disminuciones de cosecha en los cultivos. Esta situación se va agravada por la tendencia de los agricultores a cultivar la misma especie en años consecutivos. En el caso del pimiento, éste se ve afectado por hongos como *Phytophthora capsici* L. o por nematodos como *Meloidogine incognita* y, aunque se esté trabajando en la obtención de variedades resistentes, sigue siendo un problema grave. Es por eso que la solución actual pasa por la desinfección del suelo.

### Desinfección química

Es el método más tradicional y posiblemente efectivo, pero hoy en día genera mucha controversia debido a la toxicidad de ciertos desinfectantes empleados durante años en este cultivo. Es el caso del bromuro de metilo que, como ha quedado ampliamente demostrado, es extremadamente peligroso, ya que contamina las zonas colindantes al área de aplicación (incluyendo aguas subterráneas) e incluso perjudica a la capa de ozono (debido a su volatilidad). Por todo ello, este producto fue prohibido en diciembre de 1995, y su uso se ha ido disminuyendo paulatinamente en los países desarrollados hasta desaparecer por completo en el año 2005.

En la actualidad aún existen ciertos productos autorizados para la desinfección de suelo en pimiento como pueden ser: 1,4 Dicloropropeno, Metam sodio y Metam Potasio, todos ellos disponibles en el mercado bajo diferentes nombres comerciales.

### Solarización y biosolarización

Esta técnica se presenta como una buena alternativa a la desinfección química del suelo. Se realiza cubriendo todo el suelo del invernadero con una lámina plástica (polietileno transparente de 100-200 galgas de grosor) de la forma más hermética posible, a fin de acumular en el suelo el calor solar recibido. Las radiaciones térmicas van calentando el suelo lentamente hasta que éste alcanza una temperatura lo suficientemente elevada como para desinfectarlo.

En el Sureste español, el cambio de campaña se realiza en los meses de verano, lo cual mejora la eficacia de la solarización debido a las altas temperaturas externas. Las mayores temperaturas se alcanzan en la capa superficial del suelo (50-55 °C los primeros 5 cm) y van disminuyendo al aumentar la profundidad (50 °C a los 30 cm). Si estas temperaturas se mantienen en el suelo durante 30-45 días, muchos de los organismos patógenos del suelo mueren o quedan muy reducidos y debilitados (Serrano Cermeño, 1996).

Si se emplea este sistema junto con la desinfección química, la dosis de producto necesaria será bastante más reducida, siendo el resultado más eficaz. Es por ello que se emplea en producción integrada.

Sin embargo, el empleo de la solarización sin la utilización de productos químicos (biosolarización), también está resultando bastante eficaz (aunque no tanto como la solarización tradicional) y está permitida en producción ecológica.

- **Labores en semillero**

En el cultivo intensivo de hortalizas bajo plástico es habitual que el agricultor delegue en los semilleros la labor de la siembra, ya que éstos están más especializados y cuentan con personal cualificado y las instalaciones adecuadas para llevar el control de las condiciones ambientales que las plántulas necesitan. En el caso del pimiento ésta es una práctica más que común.

Debido a su especialización, los semilleros también se encargan de realizar operaciones delicadas en las plántulas como es el injerto. También es en este lugar donde se realizan los primeros tratamientos fitosanitarios y en algunos casos incluso las primeras sueltas de enemigos naturales.

### Siembra

Las primeras decisiones que toma el agricultor al inicio de la campaña agrícola son la elección de la variedad comercial que va a emplear y las fechas de plantación y trasplante en el invernadero. En estas decisiones están basadas todas las demás. Tras la elección de la variedad, se compran las semillas y se llevan al semillero, y teniendo en cuenta la fecha en la que se quiere realizar el trasplante se elegirá la fecha de plantación. En el caso del pimiento han de pasar de 30 a 35 días desde la siembra hasta el trasplante si la plantación es temprana (durante el verano) y de 45 a 50 días si la plantación es tardía (trasplante en otoño).

Es importante hacer una buena previsión del número de plantas necesarias en función de la superficie a cultivar y del marco de plantación. Además se ha de tener en cuenta el porcentaje de germinación y las posibles pérdidas de planta tras el trasplante, haciendo las previsiones al alza. El porcentaje de germinación lo marcará la variedad seleccionada, para la reposición de marras o faltas de plantas el porcentaje aconsejado es de un 5% del total de plantas.

Los semilleros constan de sembradoras mecánicas para realizar este proceso de forma más rápida y con un menor coste en mano de obra. Estas máquinas se encargan de mezclar e hidratar los sustratos, incorporándolos después a las bandejas destinadas a tal efecto y realizando la siembra propiamente dicha.

Las bandejas de los semilleros son de poliestireno expandido y de media constan de 247 alveolos. En cada uno de estos alveolos tendremos un cepellón con una plántula (siempre que la nacencia sea del 100%). Los alveolos tienen un diámetro de 4-5 cm, y el sustrato más empleado es una mezcla de turba rubia al 85-90% y vermiculita al 10-15%, estas proporciones otorgan una buena esponjosidad a la mezcla. Además los cepellones se cubren con una ligera capa de vermiculita que mantiene la humedad del sustrato y favorece así la nacencia de las semillas (Nuez, Gil, & Gosta, 1996). Por motivos económicos y para minimizar los residuos generados, las bandejas son reutilizadas tras, por ello es importante que las sean desinfectadas antes de un nuevo uso. Hoy en día se opta también por la utilización de fundas de plástico de un solo uso, para evitar contagios de enfermedades de raíz de anteriores siembras.

Tras salir de las sembradoras, las bandejas son transportadas a la sala de germinación, y una vez han germinado se colocan en un invernadero especialmente acondicionado para controlar al máximo las condiciones de cultivo. En la tabla 8 quedan descritas dichas condiciones.

**Tabla 8. Condiciones de cultivo del pimiento en semillero. (Camacho Ferre, 2003)**

	<b>Tiempo</b>	<b>Temperatura</b>
<b>Sala germinación</b>	5-7 días en verano 10-14 días en invierno	25-30 °C
<b>Invernadero semillero</b>	23-30 días en verano 30-40 días en invierno	20-35 °C de día 20 °C de noche

Será también muy importante controlar la humedad relativa, que deberá estar en torno al 55%, y la nutrición de las plántulas. En el caso de emplear sustratos enriquecidos (necesario si el tiempo en semillero es largo), no es conveniente superar una CE de 1,800 dS/m en la solución de abonado, ya que podrían producirse quemaduras en las hojas. (Camacho Ferre, 2003)

### Injerto

El injerto es una operación sumamente delicada que requiere de personal cualificado para su realización, así como unas instalaciones adecuadas para mantener a las plantas en las



condiciones necesarias (sobre todo de humedad). Es por ello que esta operación se realiza en los semilleros mientras las plántulas siguen allí.

Si a la mano de obra especializada y el tiempo requerido para hacerlo, añadimos que el agricultor debe comprar el doble de semillas (de la variedad y del patrón), es comprensible que esta operación resulte bastante costosa. Aun así, es una práctica ampliamente extendida debido a los buenos resultados que se obtienen. Los tipos de injertos más frecuentes en pimiento son los de empalme y los de púa.

La elección del patrón y la variedad debe hacerse al mismo tiempo, ya que ambos deben de ser compatibles para que el injerto tenga éxito. La variedad seleccionada afectará al producto final, ya que las características de los frutos dependerán de su carga genética. Por otra parte, la elección del patrón influirá sobre todo en la producción, ya que es éste el que determinará el vigor de la planta. Los portainjertos también afectan a la resistencia de la planta a ciertos problemas telúricos, siendo ésta su principal función.

A la hora de realizar el injerto es importante que el patrón y la variedad tengan el mismo grosor de tallo (1,5 mm como mínimo), esto depende de cada variedad y del tiempo que ha transcurrido desde la siembra. Para que al final pueda realizarse el injerto, puede ser necesario por tanto, que las fechas de siembra difieran. Aun así, plantas nacidas el mismo día pueden tener distinto diámetro de tallo, por lo que se procurará agrupar las plántulas que sean similares antes de la realización del injerto.

También es importante tener en cuenta el porcentaje de germinación del patrón y la variedad, ya que debe de haber el mismo número de plantas en el momento de realizar el injerto para que no se desperdicien demasiadas.

#### Primeros tratamientos fitosanitarios y sueltas

Durante el principio de su desarrollo, las plantas son especialmente sensibles al ataque de patógenos, es por ello que se deben realizar diversos tratamientos preventivos ante enfermedades fúngicas como *Pithium* y *Phytophthora*. Además de cualquier otro tratamiento que se considere necesario si se detectan infecciones de cualquier tipo.

También hay que trabajar en la prevención de virus como el CMV (Cucumber Mosaic Virus), el PVY (Potato Virus Y) o el TSWV (Tomato Spotted Wilt Virus). Esto se hace mayormente previniendo los ataques por insectos vectores, por lo que deberá evitarse en lo posible su presencia en los invernaderos del vivero.

Hoy en día, tras la generalización de la lucha biológica en los cultivos intensivos bajo plástico, algunos agricultores están optando por empezar la suelta de enemigos naturales mientras la planta está aún en el semillero, para conseguir cierto número de individuos instalados en las plantas en el momento del trasplante. Esta práctica hace más sencillo el reparto de los enemigos naturales en las plantas, ya que éstas están aún todas juntas en las bandejas, y aunque algunos insectos se pierdan antes o durante el trasplante (por el transporte y/o el cambio de condiciones ambientales), algunos permanecen en las plántulas.

### **2.1.7.2. Plantación**

- **Marco de plantación y orientación**

Antes de comenzar cualquier labor ha de quedar claramente determinado el marco de plantación y la orientación que se le dará al cultivo.

El marco de plantación habrá sido elegido con anterioridad, ya que es necesario conocerlo para calcular la cantidad de semillas necesarias. El más común es el marco 1 m x 0,5 m, pero dependerá del desarrollo vegetativo que pueda alcanzar la variedad y del tipo de poda que se le vaya a realizar. También se tendrá en cuenta la distancia entre goteros, ya que cada planta debe quedar junto a uno de ellos, esto es aún más importante cuando tras el trasplante cuando el sistema radicular de las plantas es muy reducido.

En cuanto a la orientación de las líneas de cultivo, en los invernaderos con riego por goteo ésta se elige cuando se construye la estructura y se instala el sistema de riego, ya que la orientación de las líneas de cultivo coincidirán con la de los ramales portagoteros. Algo que si se puede modificar es la distancia entre líneas, o la posibilidad de colocar las plantas en hileras dobles, esto es posible gracias a que los ramales portagoteros suelen ser de un material flexible que permite cierta flexibilidad en su colocación (PE de baja densidad). Con las dobles líneas, queda un pasillo más amplio que facilita las labores culturales, así como la entrada de luz a las plantas, aunque reciben peor los tratamientos fitosanitarios.

- **Labores preparatorias**

Una vez elegido el marco de plantación y colocados los ramales portagoteros, se procede a realizar los agujeros en los que se colocarán las plántulas provenientes del semillero.

El suelo antes del trasplante debe estar húmedo (al igual que el cepellón de la planta) para que la planta agarre mejor, para ello se dará un riego previo uno o dos días antes.

Durante este riego se podrá también comprobar el estado de los goteros, es importante cerciorarse de que todos funcionan correctamente, ya que si hay obturaciones y alguna plántula recibiese un riego deficitario tras su trasplante, podría llegar a marchitarse.

Si las temperaturas exteriores fueran demasiado elevadas, se debe realizar también un blanqueo del invernadero, práctica casi obligatoria en el litoral almeriense si la plantación se realiza en los meses de verano.

- **Condiciones de las plantas**

Las plantas de pimiento procedentes del semillero tienen el tamaño adecuado para su trasplante cuando la altura media del tallo es de 12 a 15 centímetros, tienen de 6 a 8 hojas y su desarrollo vegetativo es evidente (Sobrino Illescas & Sobrino Vesperinas, 1989). Es importante que el desarrollo de todas las plantas sea uniforme.

Si se las plantas están muy desarrolladas, al plantarlas pueden defoliarse y el tallo puede quedar hueco. Por el contrario, si el desarrollo de las plantas es menor al indicado anteriormente, su desarrollo en los primeros estadios puede ser muy lento, retrasando el cultivo.

Es importante realizar un control visual de las plantas antes de su plantación, éstas deben llegar del semillero sanas y libres de plagas.

Al observar los cepellones deben observarse las raíces, las cuales deben estar en buen estado de desarrollo, sin llegar ser el mismo excesivo, ya que si se encuentran muy apelmazadas y compactadas. También deben estar húmedos antes del trasplante (al igual que el suelo), así se mejora el contacto con la tierra y agarra mejor.

- **Trasplante**

Una vez está el suelo húmedo y se ha comprobado el buen estado de las plántulas, puede procederse a su plantación en el invernadero. Es aconsejable realizarla a últimas horas de la tarde o, en su defecto, a primera hora de la mañana, así se evita que las plántulas sufran un golpe de calor en las horas centrales del día, y permite que se aclimaten a su nuevo ambiente de forma gradual. También hay que tener precaución si las temperaturas son demasiado bajas, ya que la planta podría sufrir una parada vegetativa y no arraigar bien.

La plantación en sí, puede realizarse de diversas maneras, y la elección de una u otra dependerá del tipo de suelo y de la mano de obra disponible (Camacho Ferre, 2003):

#### **Con barra**

Método: Se emplea una barra para realizar el agujero en el suelo, en los invernaderos cuyo suelo esté arenado, si la arena es gruesa, será necesario retirar antes la arena para evitar que se caiga en el agujero una vez realizado. La barra tendrá que tener el mismo calibre que el cepellón que se vaya a plantar, para conseguir que el cepellón entre bien en el agujero y evitar que queden huecos entre éste y el suelo (un buen contacto entre el cepellón y el suelo es muy importante). Si se retiró la arena antes de realizar el agujero, es importante que se espere un tiempo antes de volver a cubrir la planta con ella, ya que la arena gruesa puede aumentar su temperatura en exceso provocando quemaduras en los tallos tiernos.

Ventajas: es un método rápido y sencillo que requiere menos manos de obra o tiempo para su realización, además la barra permite elegir el lugar exacto en el que irá la planta, con lo que se consigue una mayor exactitud y regularidad en el marco de plantación.

Inconvenientes: el suelo alrededor del agujero queda algo compactado, este problema se agrava en suelos arcillosos, ya que esta capa compactada dificulta el paso de las raíces y además puede hacer que el agua de riego se acumule en él produciendo la asfixia radicular de las plántulas.

Si el agujero no se realiza bien y queda demasiado profundo y/o estrecho en el fondo, el cepellón no llegará hasta el fondo del mismo, quedando así un hueco que impedirá que la raíz pivotante de la planta se clave en la tierra en el momento adecuado, produciéndose un retraso en el crecimiento de la planta.

#### **Con almocafre en tierra**

Método: esta herramienta se emplea para retirar la arena (en suelos arenados) y picar la tierra. El cepellón se enterrará en la tierra movida.

**Ventajas:** al colocarse el cepellón sobre tierra movida, las raíces no encuentran barreras a su avance y la planta agarra mejor y más rápido. Tampoco hay problemas de que queden huecos de aire entre el cepellón y la planta, ya que el agujero se amolda al cepellón al colocarlo y presionar la tierra a tu alrededor.

**Inconvenientes:** este método requiere de más mano de obra y/o tiempo para su realización, además no permite tanta exactitud en la distancia entre plantas como la plantación con barra.

### **Con almocafre en arena**

**Método:** es un método alternativo al anterior, en este caso se aparta la arena con el almocafre pero sin remover la tierra, el cepellón se entierra directamente en la arena.

**Ventajas:** evita normalmente los problemas de asfixia radicular y el contagio con hongos telúricos existentes en el terreno, ya que las raíces no llegan a entrar en la tierra hasta que han crecido algo.

**Inconvenientes:** Al estar el cepellón enterrado en arena, éste requiere de riegos más cortos y frecuentes al principio, al menos hasta que las raíces alcanzan la tierra.

En los cultivos en los que se opte por plantas injertadas, es muy importante que la zona del injerto no quede nunca enterrada, ya que esto podría hacer que la variedad generase raíces, anulando así todas las ventajas del injerto en cuanto a protección frente a patógenos telúricos.

- **Riego tras trasplante y reposición plantas**

Inmediatamente después de plantar, es necesario regar, procurando que medie poco espacio de tiempo desde el momento de la plantación. Este primer riego será solo con agua y de una hora de duración aproximadamente. Este riego facilitará que el cepellón y la tierra entre en contacto por completo.

En los primeros días tras el trasplante ha de observarse la evolución de las plántulas, y en el caso de que se produzcan pérdidas o alguna planta aparezca debilitada, podrán reponerse con las plantas que se sembraron de más en el semillero a tal efecto. Estas plantas se mantendrán en las bandejas a la espera de que puedan ser necesarias, se las debe regar para mantener los cepellones húmedos.

### **2.1.7.3. Labores durante el cultivo**

- **Colocación de tunelillos** (Serrano Cermeño, 1996)

El empleo de los mismos puede ser necesario en los cultivos de primavera (trasplantados en pleno invierno) para proteger a las plantas de las bajas temperaturas que podrían causarles daños irreparables. En el caso de que el invernadero conste de calefacción este método no será necesario.

Los tunelillos consisten en una pequeña instalación provisional en forma de túnel que cubre las hileras de plantas jóvenes. Se realiza alambre galvanizado de 3-4 mm de diámetro en forma de arcos que serán clavados en la tierra a cierta distancia unos de otros (no más de 2 metros), éstos se cubren con una lámina de plástico (polietileno normal de 200 galgas de

grosor) o manta térmica, quedando las plantas protegidas bajo ella. Los bordes de cubierta de los tunelillos son sujetados por la propia tierra (o arena) del invernadero. La altura más habitual que se les da es de unos 30 centímetros y la anchura dependerá del cultivo y el marco de plantación. Las plantas pueden mantenerse dentro de los tunelillos entre 30 a 50 días.

- **Aporcado**

Técnica consistente en amontonar tierra en la base de la planta, con ello se consigue mejorar la sujeción de la planta al terreno, la emisión de raíces adventicias y se evita el contacto directo de los tallos con el agua de riego. Esta técnica no es obligatoria en el caso de riego localizado, e incluso puede ser perjudicial en el caso de plantas injertadas, ya que el punto de injerto no puede quedar enterrado.

- **Entutorado**

En el cultivo del pimiento, la práctica del entutorado es indispensable debido a la su fragilidad. Los tallos son propensos a partirse por el peso de los frutos, esto no es sólo perjudicial por la pérdida de producción puntual en el lugar de la rotura, además las heridas pueden dar lugar a infecciones en la planta. Este problema es mayor si cabe en los cultivos bajo plástico, ya que en estos casos las plantas alcanzan mayor altura y el peso de la producción también aumenta. Es por todo ello que la inversión en entutorado (tanto en mano de obra como en materiales) es rentable en este cultivo, ya que evita grandes pérdidas económicas por disminución en la producción.

Los métodos para entutorar pimiento son varios, aunque algunos como el empleo de cañas, de bastidores separados o de redes han quedado obsoletos.

Los sistemas más empleados en la actualidad son el entutorado con hileras paralelas de rafia (entutorado tradicional de Almería) y el entutorado con cuerdas o rafias (entutorado holandés). Estos dos métodos se describen a continuación:

#### Entutorado con hileras paralelas de rafia

Ha sido el más empleado en Almería durante muchos años, consiste en la formación de una especie de seto sujetado por ambos lados por hileras paralelas de rafia colocadas a distintas alturas.

Para su realización en cada extremo de las líneas de cultivo debe colocarse sujeciones verticales fuertemente fijadas al suelo (palos de madera o tubos metálicos), en estas sujeciones se van atando las rafias horizontales que abrazarán por ambos lados cada línea de cultivo.

Se ha de evitar que dichas rafias se separen entre sí o que el cultivo pierda verticalidad, ya que si esto sucede, las plantas acabarían amontonadas y con un crecimiento enmarañado. Para evitar esta situación se colocan cada 2-3 metros aproximadamente rafias en sentido vertical que van hasta la parte alta del invernadero, o sujeciones rígidas, a ellas se atan las rafias horizontales. Además, en los huecos que quedan cada dos rafias verticales, se separan los hilos horizontales mediante un trozo de caña o un alambre (cada 20-25 cm), así el cultivo no queda presionado y tiene espacio para un desarrollo adecuado.

El número de rafias horizontales paralelas colocadas dependerán de la altura que alcance el cultivo. Así, la primera se coloca unos 20 cm por encima de la primera bifurcación del fuste (la "cruz"), y en total se suelen llegar a poner tres pares de hilos de rafia horizontales en cada línea.

#### Entutorado con cuerdas o rafias verticales

Este método se está extendiendo cada vez más en Almería debido a la mejora de la calidad que proporciona a los frutos. Supone un mayor gasto en mano de obra, pero éste queda compensado por la calidad.

En invernadero este sistema de entutorado cuenta con la ventaja de la estructura existente, las rafias o cuerdas empleadas se apoyarán en la techumbre el mismo. Los alambres empleados para atar las rafias por su parte superior deben coincidir con las líneas de cultivo, es decir, con las tuberías portagotos. En la parte inferior la rafia irá atada al pie de la planta, o en la base de cada brote en el caso de que se haya realizado una poda a 2 o más brazos.

Es importante hacer girar las plantas siempre en el mismo sentido alrededor de las rafias, así como evitar tensar las vueltas demasiado, ya que se pueden producir estrangulamientos del tallo al engrosarse el mismo.

- **Poda**

La poda es una práctica cultural indispensable en el cultivo del pimiento, mejora las condiciones del cultivo y por lo tanto la calidad comercial de los frutos. El objetivo principal de la poda es generar plantas equilibradas con una buena aireación, y que el follaje proteja a los frutos de insolaciones, pero sin que queden ocultos por el mismo.

#### Poda de formación

Se comienza eliminando las hojas y brotes que salgan del fuste (por debajo de la primera cruz), así se consigue una mejor ventilación de la parte baja de la planta y se evitan ataques de *Botritis* y otras enfermedades (Serrano Cermeño, 1996). También se deben eliminar los chupones en el caso de que apareciesen.

Esta poda es más necesaria en variedades tempranas, ya que éstas producen más tallos que las tardías.

A partir de la cruz la poda varía en función del sistema de entutorado elegido:

En el caso del entutorado con hileras paralelas de rafia, no se realiza poda de formación propiamente dicha más allá de la indicada anteriormente, el cultivo se deja crecer libremente entre las rafias llegando a formar una especie de seto.

En el entutorado con cuerdas o rafias verticales, lo primero es decidir el número de tallos que se dejarán en la planta para su desarrollo, aunque este número en realidad ha debido ser decidido a la vez que el marco de plantación, antes de la compra de la semilla. Por lo general se dejan 2 ó 3 tallos por planta (Camacho Ferre, 2003).

### Poda de fructificación

En el caso del entutorado con hileras paralelas de rafia la poda es muy escasa, tan solo si las plantas poseen una vegetación demasiado exuberante, se deben cortar algunas ramas por el interior del follaje, así se conseguirá mejor ventilación, e incluso iluminación, del cultivo. Esto da más posibilidades de floración, mejor cuaje de frutos y menos desarrollo de enfermedades (Serrano Cermeño, 1996).

Esta poda cobra mayor importancia en el sistema de entutorado con cuerdas o rafias verticales, ya que al ir entutorados de esta forma los tallos principales, los tallos secundarios que surjan de ellos no tendrán ningún tipo de sujeción, pudiendo llegar a partirse y crear heridas en la planta. Además, el objetivo principal de este entutorado es la buena iluminación y ventilación que se obtiene, característica que se perdería si se dejasen los tallos secundarios. Por todo ello, el destallado es una operación muy importante en este caso. También se realizará un deshojado de las hojas senescentes o enfermas, mejorando así la aireación y la iluminación de los frutos.

Al final del ciclo productivo, cuando ya no interese un crecimiento vegetativo de la planta, sino tan sólo la maduración de los últimos frutos, se pueden despuntar las plantas y realizar un aclareo de hojas mayor.

- **Aclareo de frutos**

En el caso del pimiento es además necesario por lo general eliminar los primeros frutos que surgen en la bifurcación del fuste. En este caso no se debe lógicamente al exceso de frutos, ya que estos son los primeros, sino al tamaño excesivo que tienden a alcanzar los mismos en detrimento del desarrollo vegetativo de la planta, primordial en un estadio tan temprano. Si estos frutos se dejan en la planta, el resto de la producción puede retrasarse, mientras que al eliminarlos se consigue una mayor precocidad y uniformidad en la fructificación. Es aconsejable eliminar en este caso la flor o los frutos recién cuajados, para evitar que sigan consumiendo fotoasimilados (Serrano Cermeño, 1996).

No hay que olvidar que aunque el aclareo de estos primeros frutos sea una práctica necesaria en la mayoría de los casos, dependerá en parte de la variedad. Tampoco se realizará si la climatología es favorable y el desarrollo vegetativo fuera tan elevado que se pueda tener una floración y cuaje de frutos deficiente, ya que en este caso el freno del desarrollo vegetativo de la planta sería beneficioso.

Además de en los primeros frutos, la técnica del aclareo puede ser necesaria a lo largo del periodo productivo de la planta. El objetivo en este caso sería la eliminación de frutos cuando se ha producido una fructificación excesiva en la planta, mejorando así el calibre de los frutos que se dejan en la misma.

También se han de ir eliminando los frutos defectuosos, deformados o afectados por alguna plaga o enfermedad, si se retiran por esta razón gran cantidad de frutos será innecesario realizar un aclareo por las otras causas.

Es importante que los frutos eliminados, sobre todo los enfermos, sean retirados del invernadero para evitar posibles focos de infección.

- **Recolección**

Lo primero que hay que decidir para la recolección es la coloración que se quiere obtener, así los frutos se podrán recoger en verde o cuando hayan alcanzado su color de maduración. Esta elección la realizará el agricultor en función de los precios de mercado.

Cuando la recolección se haga en verde se realizará al inicio de su maduración fisiológica, así el fruto tendrá ya un brillo metálico y sus tejidos tendrán la dureza y consistencia adecuadas (Serrano Cermeño, 1996).

La recolección de los frutos se hará con cuidado, se debe cortar el pecíolo con unas tijeras finas o con un cuchillo con cuidado de no romper el resto de la planta (Ferré, 2007). El manipulado del fruto también debe ser cuidadoso para evitar que sufra daños.

Durante la recolección se realizará un destrío de los frutos dañados, deformados o enfermos que no hayan sido eliminados durante el aclareo.

También es importante para la calidad posterior del fruto elegir el mejor momento del día para la recolección. Lo mejor recolectarlos por las mañanas después de que haya desaparecido el rocío, ya que si se recogen húmedos pueden surgir problemas de fermentación cuando estén en el almacén (Serrano Cermeño, 1996).

Hoy en día también es de suma importancia respetar los plazos de seguridad de los fitosanitarios empleados en el cultivo.

- **Labores complementarias**

En esta categoría entran labores como la aplicación de fitosanitarios, las sueltas de enemigos naturales (si se realizan), el control de malas hierbas, mantenimiento de instalaciones, reparación de averías, etc.

Además de las aplicaciones de fitosanitarios, otros productos pueden ser pulverizados sobre el cultivo, como son los abonos foliares y los reguladores del crecimiento para el cuajado, aunque el uso de estos últimos no es frecuente en pimiento.

A parte de estas últimas labores habituales en los invernaderos del sureste español, existen otras prácticas desarrolladas para su uso en invernadero pero que no son empleadas en la zona, o lo son a un nivel muy reducido. Estas prácticas son la calefacción, el enriquecimiento del aire con dióxido de carbono o la iluminación artificial.

En la actualidad se están llevando a cabo campañas para dar a conocer a los agricultores el uso del compostaje, aunque aun no es una práctica extendida y tampoco se sabe si llegará a tener éxito en la zona, sobre todo por el inconveniente que supone el empleo de fibras sintéticas para el entutorado de las plantas, ya que su separación del cultivo para el compostado del mismo resulta complicada.



## 2.1.8. FISIOPATÍAS, PLAGAS Y ENFERMEDADES

Al igual que cualquier organismo vivo, las plantas de pimiento se pueden ver afectadas en su crecimiento y desarrollo por ciertos agentes que le son perjudiciales.

En el caso de los monocultivos intensivos estos problemas se ven acentuados debido a la falta de variedad genética en la población de plantas, que una vez infectadas por una enfermedad, ésta se extiende por todo el cultivo rápidamente. Los cultivos intensivos también atraen a las plagas en mayor, ya que la alta densidad vegetal los hace más atractivos para los insectos fitófagos.

En el caso de los invernaderos hay que tener en cuenta además las particularidades climáticas en cuanto a humedad y temperatura, ya que éstas varían de las del exterior, generando en muchos casos las condiciones ideales para el desarrollo de ciertos organismos perjudiciales.

Dichas condiciones climáticas también pueden afectar por sí mismas al propio cultivo, éstas, junto al exceso o déficit de nutrientes o agua, causan en las plantas ciertas fisiopatías.

El perjuicio que puede sufrir el cultivo se ve reflejado tanto en la calidad y como en el rendimiento de la producción, llegando incluso en casos extremos a obligar al cultivador a interrumpir la producción.

### 2.1.8.1. FISIOPATÍAS

Las fisiopatías son alteraciones producidas por causas no parasitarias, pueden tener un origen nutricional, climático, cultural. Es importante no confundirlas con ninguna alteración de origen parasitario, ya que ello llevaría a la realización de tratamientos fitosanitarios innecesarios, y el problema real seguiría sin ser solventado.

Algunas fisiopatías facilitan la entrada de patógenos a la planta, ya sea por producir heridas o por un debilitamiento de los tejidos.

- **Agrietamiento o rajado del fruto (Fruit Cracking)**

Síntomas: Los órganos afectados son los frutos maduros. Se producen pequeñas estrías en la superficie del fruto, éstas pueden ser circulares, alrededor del pedúnculo, longitudinales a lo largo del pericarpio o longitudinales a partir de la zona apical del fruto. Normalmente este problema se da en invierno.

Causa: Aportes irregulares de agua al cultivo, generalmente asociado a humedades relativas excesivas. Esto provoca un hinchamiento del mesocarpio que presiona la epidermis, que se agrieta debido a su menor elasticidad.

Control/Solución: Regulación de los riegos y de la humedad relativa en el invernadero. Elección de cultivares no sensibles al problema.

Infecciones secundarias: Al quedar con heridas sirve de puerta de entrada a diversos microorganismos (bacterias, hongos, etc.) que pueden provocar la pudrición del fruto.

(Nuez, Gil, & Gosta, 1996)



Figura 34. Pimientos afectados por cracking (University of Florida, 2009).

- **Asfixia radicular**

Síntomas: Marchitez general y pudrición en toda la parte inferior de la planta. Pudiendo llegar a producirse la muerte de la misma. El pimiento es una de las hortalizas más sensibles a este problema.

Causa: Exceso generalizado de humedad en el suelo que provoca la falta de oxígeno en las raíces. Esto puede ser debido a que los suelos sean pesados o a un mal drenaje. Se manifiesta en cualquier estadio de la planta.

Control/Solución: Separar el gotero del pie de la planta, controlar que no haya fugas o goteos desde la techumbre.

Infecciones secundarias: Hongos vasculares como *Fusarium*, que son saprofitos sobre pimiento.

(Reche Mármol, 2010)

- **Caída de flores**

Síntomas: Caída de las flores en proporciones significativamente elevadas, provocando una reducción en la producción final.

Causa: Falta de fecundación de los óvulos, factores climáticos, factores culturales (sequía, fotoperiodos cortos o poca luminosidad, exceso de fertilizantes nitrogenados, altas densidades de plantación, humedad excesiva en suelo, etc.)

Control/Solución: Empleo de variedades comerciales tolerantes a la caída de flores.

(Nuez, Gil, & Gosta, 1996)

- **Fitotoxicidad por productos químicos**

Síntomas: Deformaciones y manchas amarillas en hojas, intensas y rápidas defoliaciones, etc. El pimiento es un cultivo sensible a este tipo de fitotoxicidad.

Causa: Aplicación de productos inadecuados o en dosis excesivas o, a veces, por las temperaturas excesivas sobrevenidas después de una aplicación.

Control/Solución: Aplicación de los productos fitosanitarios en las dosis adecuadas, sin realizar mezclas cuyos efectos en la planta se desconozcan y bajo condiciones ambientales adecuadas.

(García Morató)

- **Fitotoxicidad por salinidad**

Síntomas: La raíz del pimiento es sensible a la salinidad, sobre todo las raicillas. En los ápices de las mismas se producen necrosamientos debidos a la exosmosis, al final las raicillas mueren, afectando esto a toda la planta.

Causa: Exceso de concentración salina, tanto en suelo como en las aguas de riego.

Control/Solución: El empleo de un agua de riego con una conductividad eléctrica reducida si fuera posible. El uso de riego por goteo, ya que este permite mantener la humedad constante en el bulbo húmedo, impidiendo que las raicillas que se desarrollan en él se vean afectadas.

(García Morató)

- **Frutos en punta (malformación de frutos)**

Síntomas: Frutos en punta.

Causa: Bajas temperaturas nocturnas que se manifiestan en un desarrollo del pistilo.

Control/Solución: Empleo de sistemas de calefacción en las noches más frías.

(Camacho Ferre, 2003)

- **Frutos “agalletados” (malformación de frutos)**

Síntomas: Frutos “agalletados”, que no alcanzan la longitud característica de su cultivar. Las variedades California son más susceptibles.

Causa: Polinización defectuosa que produce frutos partenocárpicos.

Control/Solución: Empleo de técnicas que mejoren la polinización de los frutos.

(Camacho Ferre, 2003)



Figura 35. Fruto en punta (izquierda) y fruto "agalletado" (derecha).

- **Infrutescencias (malformación de frutos)**

Síntomas: Formación de frutos en el interior de un fruto aparentemente normal. Dichas infrutescencias se desarrollan a partir de la base de la placenta, o menos comúnmente, a partir del pericarpio.

Causa: Es un problema genético (en algunas variedades se asocia al desarrollo de frutos partenocápicos) o por condiciones ambientales desfavorables.

Control/Solución: Elección de una buena variedad comercial y control de los factores climáticos en el interior del invernadero.

(FAO, 2002)

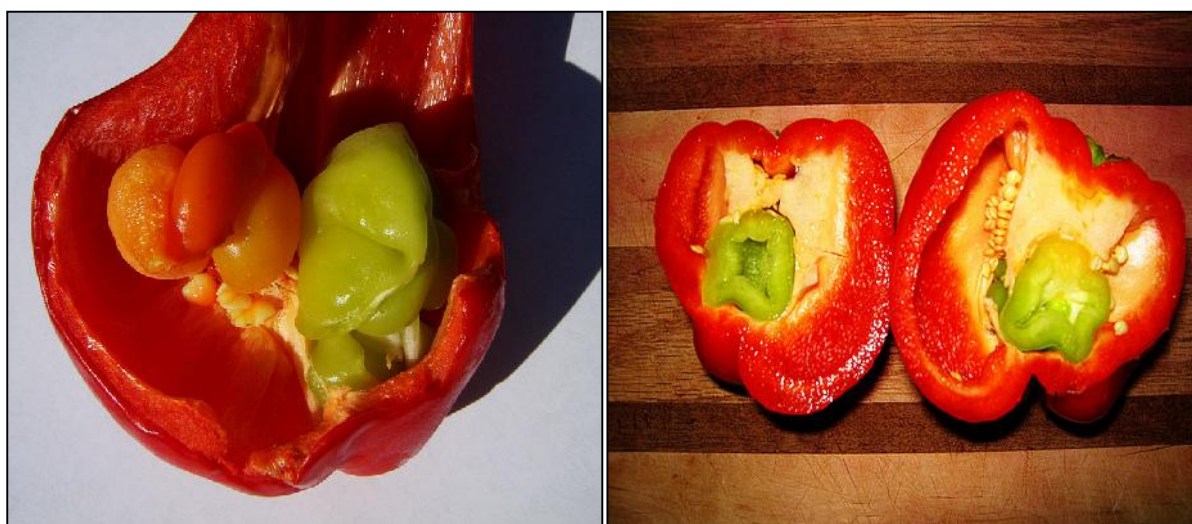


Figure 36. Infrutescencias en frutos de pimiento (Infojardín, 2013).

- **Manchas en hojas viejas**

Síntomas: Manchas pardo-negruzcas en el envés de las hojas, ligadas a una clorosis en el haz.

Causa: Bloqueos de magnesio por otros cationes y favorecidas por exceso de CE, desequilibrios en la relación K/Mg y en general situaciones de estrés.

Control/Solución: Realización de una correcta aportación de micronutrientes al cultivo y control de la conductividad eléctrica del agua de riego en la fertirrigación.

(Camacho Ferre, 2003)

- **Necrosis o podredumbre apical (Blossom end rot)**

Síntomas: Desarrollo de una mancha más o menos grandes parda (de tejido necrosado) en las proximidades del ápice del fruto. Los tejidos en la zona manchada se presentan reblandecidos al principio, secándose después hasta endurecerse.

Causa: Deficiencia de calcio en la planta durante el desarrollo del fruto. La planta absorbe del fruto el calcio que necesita para su desarrollo y provoca la desecación parcial del mismo, y las correspondientes manchas ya indicadas. Diversos factores pueden causar y/o favorecer la aparición de esta fisiopatía:

- una falta real de calcio en el suelo
- fluctuaciones importantes del nivel de humedad del suelo durante el desarrollo del fruto, principalmente algún período en el que se produzca estrés hídrico, ya que un riego insuficiente impide la movilidad del calcio en el suelo
- salinidad elevada, tanto en el agua como en el suelo
- altos niveles de fertilización nitrogenada amoniacal, de potasio o de magnesio
- la reducción del sistema radical durante el cultivo
- aumento rápido de la temperatura y el estrés térmico originado
- empleo de una variedad sensible

Control/Solución: Llevar a cabo una fertirrigación adecuada para mantener en el suelo los niveles adecuados de calcio y demás elementos que afecten a su absorción, así como un nivel de humedad adecuado. Controlar en lo posible la salinidad y la temperatura del suelo. Mantener un buen estado de las raíces. Y por último, pero no menos importante, elegir un cultivar no sensible a esta fisiopatía.

Infecciones secundarias: Hongos saprofitos en los tejidos dañados, también puede servir de puerta de entrada a parásitos.

(FAO, 2012)



Figura 37. Necrosis o podredumbre en frutos de pimiento (Blossom end rot). (Watson, 2012)

- **Partenocarpia (malformación de frutos)**

Síntomas: Se desarrollan frutos sin semillas ni placenta.

Causa: Bajas temperaturas que impiden una fecundación normal de los óvulos pero sin evitar el desarrollo del fruto.

Control/Solución: Empleo de calefacción en los casos en que sea posible.

(Nuez, Gil, & Gosta, 1996)

- **Pie de elefante**

Síntomas: Engrosamiento del cuello de la planta, que provoca un estrangulamiento tanto de vasos y médula que dificulta el movimiento ascendente de la savia, puede provocar la muerte de la planta.

Causa: Exceso de humedad en el suelo.

Control/Solución: Control adecuado de los riegos.

(Camacho Ferre, 2003)

- **Quemaduras de sol (Sun scalds)**

Síntomas: Manchas por desecación, lesión blanco parduzca, ligeramente hundida de márgenes bien definidos que se desarrolla en la parte expuesta al sol, dando lugar a desecación del tejido afectado (Nuez, Gil, & Gosta, 1996). Este problema afecta a los frutos, sobre todo a los inmaduros.

Causa: Exposición directa a fuertes insolaciones, por lo que suele darse en verano. También se puede dar si la planta experimenta una defoliación repentina, ya sea por la acción de algún patógeno o por una poda excesiva.

Control/Solución: Blanquear el invernadero en los meses de mayor intensidad lumínica. Procurar que la planta no sufra defoliaciones.

(FAO, 2002)



Figura 38. Quemaduras de sol en frutos de pimiento (OMAFRA, 2009).

- **Stip**

Síntomas: Manchas cromáticas en el pericarpio de frutos maduros. Cuando las temperaturas son elevadas las manchas producidas son grandes y difusas. Cuando las temperaturas son menores (Stip de invierno) las manchas que se desarrollan en los frutos son marrones, de 3 a 5 mm de diámetro y se hayan dispersas por el fruto. Este último caso es el más común.

Causa: Desequilibrio metabólico en los niveles de calcio y magnesio. Se puede ver acentuado por condiciones de escasa luminosidad, ya sea ésta provocada por un exceso de vegetación o por la climatología (días nublados). También lo favorecen las bajas temperaturas y una humedad relativa alta. Hay unas variedades más sensibles que otras. (FAO, 2012)

Control/Solución: Aporte adecuado de calcio y magnesio, así como regular los factores que puedan afectar a su absorción por parte de la planta. Controlar la humedad relativa del invernadero y la temperatura en la medida de lo posible. Evitar excesos de vegetación y el blanqueo en fechas en las que ya no sea necesario. Elección de una variedad no sensible.

(Camacho Ferre, 2003)



Figura 39. Stip en pimiento con altas temperaturas (izquierda) y con bajas temperaturas (derecha) (Aguilera, 2012) (Gordon, 2012).

### 2.1.8.2. PLAGAS

A continuación se enumeran las principales plagas que afectan al cultivo del pimiento, las mismas pueden dividirse en tres grupos de individuos: ácaros, insectos y nematodos. Es importante mantener un control de las mismas impidiendo que superen los umbrales económicos determinados para cada una de ellas. Para ello es importante tanto la detección como el empleo adecuado de los métodos de prevención y control de que dispone el agricultor.

Si el control de las plagas se realiza por medios químicos se deben tener en cuenta las dosis, plazos de seguridad, interacción de productos entre sí y su posible efecto sobre los enemigos naturales en el caso de la producción integrada. Para ello se seguirán tanto las normativas generales estatales y comunitarias, como ciertas normativas específicas que implantan determinados mercados de destino.

#### ÁCAROS

- **Araña blanca**

Género: ACARINA

Familia: TARSONEMIDAE

Especie: *Polyphagotarsonemus latus* (Banks)

Este ácaro se encuentra distribuido por todo el mundo y ataca a un gran número de cultivos, siendo además muy destructivo.

El pimiento es el cultivo hortícola al que más daños causa, desarrollándose preferentemente en el envés de las hojas tiernas. Los daños directos se producen como consecuencia del ataque de larvas y adultos, que al clavar el estilete en los tejidos extraen los jugos celulares. Los primeros síntomas son el rizado de los nervios y de las hojas jóvenes. Cuando el ataque se intensifica puede ocasionar la pérdida de brotes terminales e incluso detener el crecimiento de la planta, produciendo enanismo y una coloración verde intensa en las plantas.



Figura 40. Planta de pimiento afectada por araña blanca (Forestry Images, 2010).



Aunque se le conoce como araña blanca o ácaro blanco, en realidad su cuerpo es de un color amarillo pálido. Tiene un tamaño microscópico, entre 0,11 mm y 0,20 mm. Su ciclo biológico es muy rápido y son muy prolíficos, la hembra puede llegar a poner hasta 76 huevos en tan sólo 8-13 días. Una vez los huevos están en el envés de las hojas jóvenes del cultivo, lugar elegido por las hembras para la puesta, comienza el ciclo biológico de los nuevos ácaros, que tendrá lugar en un periodo de 4 a 10 días dependiendo de las temperaturas.

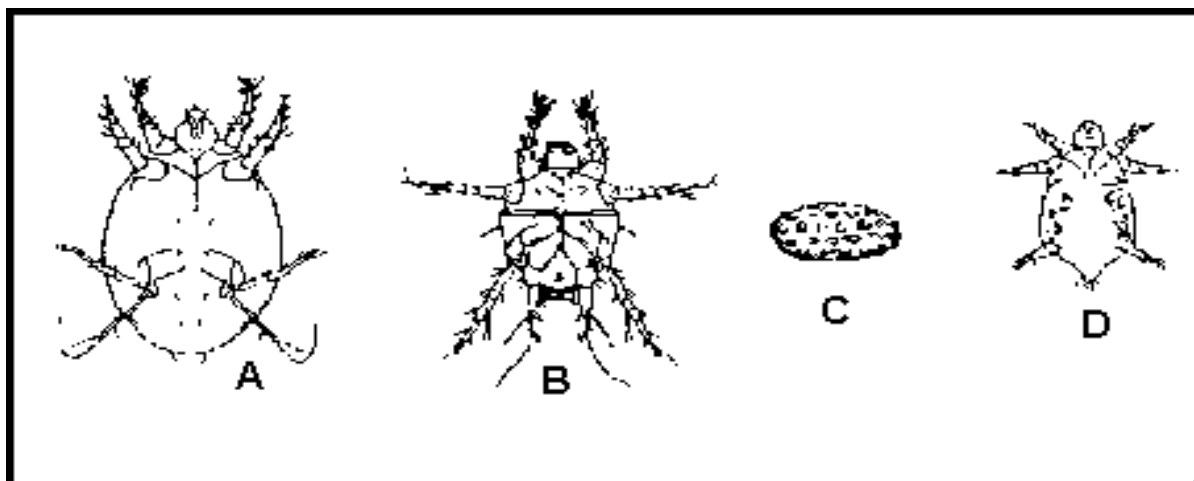


Figura 41. *Polyphagotarsonemus latus* (Banks). A: hembra adulta, B: macho adulto, C: huevo, D: ninfa (North Carolina State University).

Una cualidad de esta especie, que es perjudicial para los cultivos, es que las hembras pueden poner huevos fértiles sin haber sido fecundadas por un macho.

Tras la eclosión de los huevos las hembras entran en un estado de larva quiescente, siendo los machos los encargados de dispersar la colonia transportando a las hembras a las partes más jóvenes de la planta, donde al encontrarse con alimento suficiente llevan a cabo el apareamiento.

### Prevención

Eliminación de malas hierbas y restos de cultivo en los que pudiera haber inóculos.

Vigilancia de los cultivos, principalmente en épocas calurosas y secas en las que los posibles focos pueden dispersarse rápidamente.

### Control biológico

Aun no se emplea el control biológico contra este ácaro, aunque se estudian algunas posibilidades: ciertos fitoseidos que se han visto asociados al *P. latus* y el hongo patógeno *H. thompsonii*. (Almaguel Rojas)

### Control químico

Materias activas: abamectina, aceite de verano, amitraz, azufre coloidal, azufre micronizado, azufre mojable, azufre molido, azufre sublimado, azufre micronizado + dicofol, bromopropilato, diazinon, dicofol, endosulfan + azufre, permanganato potásico + azufre micronizado, propargita, tetradifon. (COVECA, 2011)

- **Araña roja**

Género: ACARINA

Familia: TETRANYCHIDAE

Especies: *Tetranychus urticae* (Koch)

*Tetranychus turkestanii* (Ugarov & Nikoski)

*Tetranychus evansi* (Baker)

*Tetranychus ludeni* (Tacher)

La razón por la que estas cuatro especies de *Tetranychus* sean conocidas por el mismo nombre común (araña roja) es que son similares en cuanto a biología y ecología y causan daños similares en las plantas. La más común en los cultivos hortícolas bajo plástico es la *Tetranychus urticae*, teniendo el resto mayor importancia en los cultivos al aire libre.

Este ácaro tiene tendencia a la agregación y a vivir en colonias. Una característica que los distingue es su capacidad de producir hilos de seda, los cuales son empleados para desarrollar una estructura protectora alrededor del espacio habitado por la colonia. Además de función protectora, estas estructuras favorecen la creación de un microclima en el que la temperatura no fluctúa demasiado y los ácaros se desarrollan en condiciones óptimas.



Figura 42. Araña roja sobre cultivo de pimiento (University of Maryland, 2013).

Se desarrollan en el envés de las hojas jóvenes de la última brotación, avanzando desde aquí al resto de la planta al aumentar sus colonias (Nuez, Gil, & Gosta, 1996). Gran capacidad de reproducción, esto influye en su capacidad para causar daños, sobre todo si no se detecta a tiempo. El desarrollo de este ácaro se ve favorecido por temperaturas elevadas y una humedad relativa baja.

En ciertos cultivos hortícolas, como la judía y la sandía, si la plaga está muy extendida pueden llegar a producirse daños en los frutos.

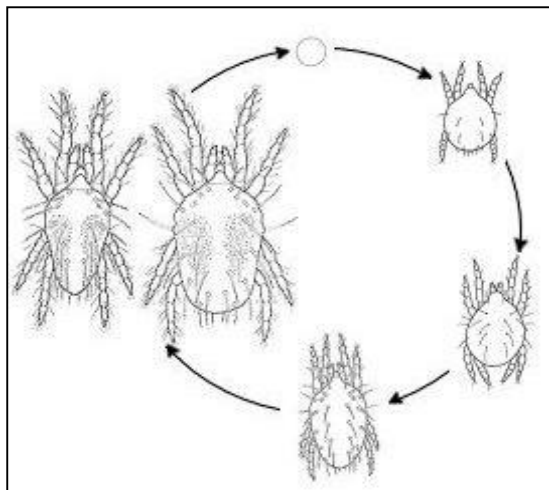


Figura 43. Ciclo de vida de la araña roja: huevo, larva, primer estadio ninfal (Protoninfa), segundo estadio ninfal (Deutoninfa) y adulto (macho y hembra) (Koppert B.V.).

Estos ácaros se alimentan de las células epidérmicas del envés de las hojas, llegando a causar decoloraciones, punteaduras o manchas amarillentas. Si el ataque es grave, toda la hoja puede volverse amarilla o incluso producirse desecaciones o defoliaciones, lo que implica una reducción en el crecimiento de la planta y en la producción. En los casos más graves la planta puede llegar a morir.

Prevención: (COVECA, 2011)

Desinfección de estructuras y suelo previa a la plantación en parcelas con historial de araña roja.

Eliminación de malas hierbas y restos de cultivo.

Evitar excesos de nitrógeno.

Vigilancia de los cultivos durante las primeras fases de desarrollo.

Control biológico

*Macrolophus pygmaeus* (anteriormente conocido como *Magrolophus caliginosus*), chinche depredador, ataca todos los estadios de la plaga.

*Neoseiulus californicus* (anteriormente conocido como *Amblyseius californicus*), ácaro depredador, ataca a todos los estadios, teniendo preferencia por los más jóvenes. Los ácaros depredadores también viven de otros ácaros y polen, y pueden sobrevivir sin comida unas semanas.

*Feltiella acarisuga*, mosquito cecidómido, especialmente recomendado cuando la araña roja aparece en colonias. Ponen huevos junto a los ácaros. Las larvas que eclosionan se alimentan de huevos de araña roja, succionándolos hasta vaciarlos. Los huevos tardan una semana en desarrollarse en larvas maduras. El estadio de pupa dura aproximadamente una semana.

*Phytoseiulus persimilis*, ácaro depredador. Ataca a todos los estadios, con preferencia por los más jóvenes.

(Malais & Ravensberg, 1995)

## Control químico

Tabla 9. Productos empleados en el control químico de araña roja en pimiento. (Infoagro)

Materia activa	Dosis	Presentación del producto
Acinatrín 15%	0,02-0,04%	Concentrado emulsionable
Amitraz 20%	0,10-0,30%	Concentrado emulsionable
Fenpropatrín 10%	1,25-1,50 L/ha	Concentrado emulsionable
Flufenoxurón 10%	0,05-0,10%	Concentrado dispersable
Piridabén 20%	0,10%	Polvo mojable

## INSECTOS

- **Mosca blanca**

Género: HOMOPTERA

Familia: ALEYRODIDAE

Especies: *Trialeurodes vaporariorum* (West)

*Bemisia tabaci* (Genn)

Estas dos especies son de las plagas más extendidas en muchos cultivos bajo plástico y que afecta a múltiples especies vegetales. Si a esto añadimos que han generado resistencia a muchos insecticidas, es comprensible que se la considere una gran amenaza para los cultivos.

Los adultos de mosca blanca pueden observarse normalmente en la parte superior de la planta y en el envés de las hojas jóvenes, donde realizan las puestas de huevos. Tras eclosionar los huevos las primeras larvas son móviles, pero permanecerán en el envés de las hojas hasta pasar a los siguientes estados larvarios en los que permanecen ancladas a la planta. Las pupas pueden observarse ya en hojas más viejas.



Figura 44. Mosca blanca en cultivo de pimiento (Syngenta, 2013).

Tanto los adultos como las larvas se alimentan extrayendo savia de los tejidos vegetales, esto afecta a la planta, que se vuelve amarillenta y se debilita, llegando incluso a reducir su crecimiento.

Además de los daños directos causados por esta plaga, existen otros daños indirectos debido a que secretan melaza sobre las hojas mientras se alimentan, sobre todo las larvas más grandes. En esta melaza crece una capa de hongos saprófitos llamada negrilla (*Cladosporium* sp.) que impide la realización de la fotosíntesis por parte de la planta cuando cubre por completo una zona, dificultando así el su normal desarrollo. Las larvas también producen grandes cantidades de cera que se suman al problema. Si la negrilla se extiende también a los frutos manchándolos, éstos se deprecian.

Este homóptero es además vector de ciertos virus que afectan a los cultivos, transmitiéndolos al alimentarse o por contacto.

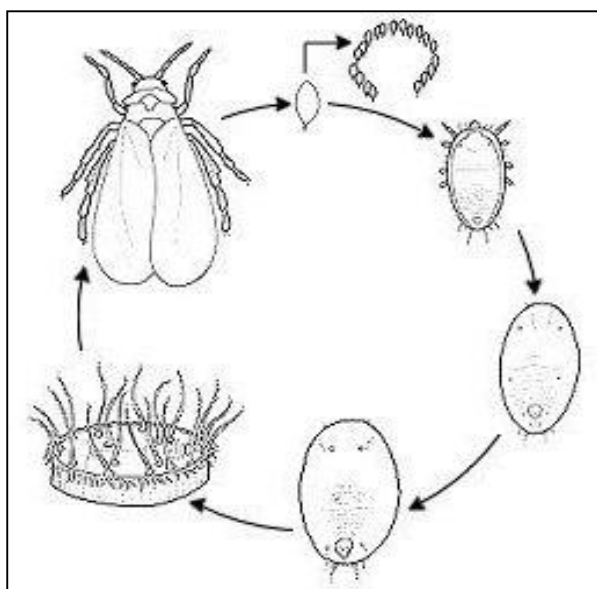


Figura 45. Ciclo de vida de la mosca blanca: huevo, larva, primer, segundo, tercer y cuarto estadio larvario (o pupa) y adulto (Koppert B.V.)

### Control preventivo y técnicas culturales

Colocación de mallas en las bandas de los invernaderos.

Limpieza de malas hierbas y restos de cultivos.

No asociar cultivos en el mismo invernadero.

No abandonar los brotes al final del ciclo, ya que los brotes jóvenes atraen a los adultos de mosca blanca.

Colocación de trampas cromáticas amarillas.

### Control biológico

*Amblyseius swirskii* (Acaro depredador). Ataca a huevos y larvas de mosca blanca (tanto *Trialeurodes vaporariorum* como *Bemisia tabaci*).

*Delphastus catalinae* (escarabajo depredador). Ataca a todos los estadios de la mosca blanca de los invernaderos (*Trialeurodes vaporariorum*) y del tabaco (*Bemisia tabaci*), con preferencia por huevos y larvas.

*Encarsia formosa* (avispa parasita). Eficaz contra mosca blanca de los invernaderos (*Trialeurodes vaporariorum*) y mosca blanca del tabaco (*Bemisia tabaci*) en el tercer y cuarto estadio larvario, teniendo preferencia por la primera.

*Eretmocerus eremicus* (avispa parásita). Contra mosca blanca de los invernaderos (*Trialeurodes vaporariorum*) y del tabaco (*Bemisia tabaci*) en los estadios larvarios segundo y tercero.

*Macrolophus pygmaeus* (chinche depredador). Todos los estadios de la mosca blanca de los invernaderos (*Trialeurodes vaporariorum*) y del tabaco (*Bemisia tabaci*), con preferencia por huevos y larvas.

*Verticillium lecanii* (hongo entomopatógeno). Larvas de mosca blanca.

### Control químico

**Tabla 10. Productos empleados en el control químico de mosca blanca en pimiento. (Infoagro)**

Materia activa	Dosis	Presentación del producto
Aceite de verano 75%	0,75-1,50%	Concentrado emulsionable
Amitraz 20% + Bifentrin 1,5%	0,15-0,30%	Concentrado emulsionable
Buprofezin 25%	0,04-0,08%	Polvo mojable
Buprofezin 8% + Metil pirimifos 40%	0,20-0,30%	Concentrado emulsionable
Fenpropatrin 10%	1,25-1,50 L/ha	Concentrado emulsionable
Flucitrinato 10%	0,08-0,10%	Concentrado emulsionable
Imidacloprid 20%	0,08%	Concentrado soluble
Metil pirimifos 50%	0,25%	Concentrado emulsionable
Pimetrocina 70%	80-120 g/hL	Polvo mojable
Piridaben 20%	0,10%	Polvo mojable
Tau-fluvalinato 10%	0,03-0,05%	Concentrado emulsionable
Tiametoxam 25%	20 g/hL	Granulado dispersable en agua

- **Pulgón**

Género: HOMOPTERA

Familia: APHIDIDAE

Especies: *Aphis gossypii* (Sulzer)

*Myzus persicae* (Glover)

Estas dos especies se distinguen entre sí porque los individuos de *A. gossypii* tienen el cuerpo verde o amarillento y sus hembras ápteras poseen sifones negros, mientras que los individuos de *M. persicae* son completamente verdes (en ocasiones pardos o rosados).

Esta plaga suele iniciar en los invernaderos en focos dispersos, pero tiene una gran capacidad para extenderse con rapidez debido principalmente a su gran capacidad reproductora y a la presencia de individuos alados.

Su característica más interesante desde el punto de vista entomológico es el polimorfismo que presentan las hembras, ya que en una colonia pueden verse tanto hembras aladas como ápteras. Cuando la competencia por el alimento aumenta dentro de la colonia debido a una elevada densidad de población en la misma, aparecen las hembras aladas que emprenden el vuelo en busca de otro lugar donde iniciar una nueva colonia, esto ocurre sobre todo en primavera y otoño. Además las hembras de estas especies son vivíparas y son capaces de reproducirse sin fecundación, de ahí su alta tasa reproductora.

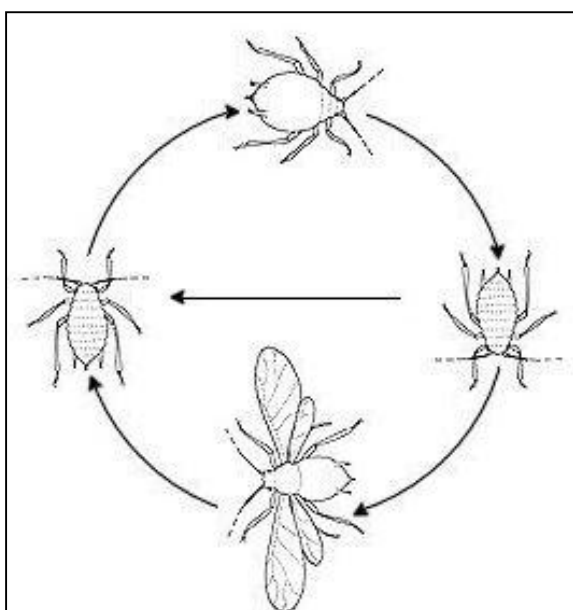


Figura 46. Ciclo de vida del pulgón, se trata de un insecto vivíparo con polimorfismo en las hembras (aladas y ápteras) (Koppert B.V.).

Los pulgones jóvenes inician su alimentación nada más nacer, crecen deprisa y mudan cuatro veces antes de llegar al estado adulto. Tanto las ninfas como los adultos se alimentan de la savia de la planta, ocasionando síntomas como un menor crecimiento, hojas arrolladas y, a veces, manchas amarillentas en las hojas.

Al igual que las moscas blancas, los pulgones producen melaza, y por lo tanto aparecen los mismos problemas por la negrilla descritos anteriormente.



Figura 47. Plaga de pulgón en cultivo de pimiento (Infojardín, 2013) (Syngenta, 2013).

Esta plaga también puede inocular sustancias tóxicas en las plantas, causando fuertes reacciones alérgicas, y como otros insectos, son también vectores de ciertos virus.

#### Prevención

Colocación de mallas en las bandas del invernadero.

Eliminación de malas hierbas y restos del cultivo anterior.

Colocación de trampas cromáticas amarillas.

#### Control biológico

*Adalia bipunctata* (mariquita/escarabajo depredador). Eficaz contra muchas especies de pulgón en todos los estadios.

*Aphelinus abdominalis* (avispa parásita). Parasita pulgones, en particular el de la patata *Macrosiphum euphorbiae* y el de la patata de invernadero *Aulacorthum solani*.

*Aphidoletes aphidimyza* (mosquito cecidómido). Afecta a un amplio abanico de especies de pulgones.

*Aphidius colemani* (avispa parásita). Ataca pulgones, en particular el del algodón, el del tabaco y el del melocotonero y la patata. Es el más empleado en pimiento.

*Aphidius ervi* (avispa parásita). Parasita pulgones, en particular el de la patata *Macrosiphum euphorbiae* y el de la patata de invernadero *Aulacorthum solani*. Parasita también *Myzus persicae* var. *nicotianae*.

*Aphidius matricariae* (avispa parásita). Contra pulgones, en particular, el del tabaco (*Myzus persicae nicotianae*) y el pulgón verde del melocotonero (*Myzus persicae persicae*).

*Chrysoperla carnea* (crisopa). Las larvas de la crisopa atacan a los pulgones y chupan sus fluidos.



*Episyrphus balteatus* (moscas cernidoras). Contra algunas especies de áfidos en todos sus estadios.

### Control químico

**Tabla 11. Productos empleados en el control químico de pulgón en pimiento. (Infoagro)**

Materia activa	Dosis	Presentación del producto
Aceite de verano 75%	0,75-1,50%	Concentrado emulsionable
Amitraz 20% + Bifentrin 1,5%	0,15-0,30%	Concentrado emulsionable
Azufre 70% + Cipermetrin 0,2% + Maneb 4%	15-25 kg/ha	Polvo para espolvoreo
Cipermetrin 2% + Metil clorpirifos 20%	0,15-0,25%	Concentrado emulsionable
Diazinon 2%	20-30 kg/ha	Polvo para espolvoreo
Endosulfan 30% + Pirimicarb 10%	0,15-0,30%	Concentrado emulsionable
Endosulfan 35%	0,15-0,30%	Concentrado emulsionable
Endosulfan 36% + Metomilo 12%	0,15-0,25%	Concentrado emulsionable
Esfenvalerato 5%	1-1,50 L/ha	Suspensión concentrada
Fenpropatrin 10%	1,25-1,50 L/ha	Concentrado emulsionable
Flucitrinato 10%	0,08-0,10%	Concentrado emulsionable
Imidacloprid 20%	0,05-0,08%	Concentrado soluble
Metil pirimifos 2%	20-30 kg/ha	Polvo para espolvoreo
Pimetrocina 70%	40 g/hL	Polvo mojable
Tau-fluvalinato 24%	0,01-0,02%	Suspensión concentrada

#### • **Cochinillas**

Género: HOMOPTERA

Familia: PSEUDOCOCCIDAE

Especie: *Pseudococcus affinis* (Maskell)

Además de en pimiento, estos insectos causan daños en varias hortalizas más. Estos insectos atraviesan a lo largo de su ciclo biológico por cinco estadios, aunque tienen la particularidad de que dichos estadios no son los mismos en los machos y en las hembras:

- Estadios por los que pasan las hembras: huevo, tres estadios ninfales y adulto.
- Estadios por los que pasan los machos: dos estadios ninfales, falsa pupa y adulto.

Además de por los estadios, los adultos machos y hembras de *P. affinis* tienen grandes diferencias morfológicas entre sí. Los machos son de color rojo, con el abdomen de un tono ligeramente más claro, además tienen un par de alas grises más largas que su cuerpo. Por su parte, las hembras son ápteras y tienen el cuerpo cubierto de filamentos blancos que le dan aspecto algodonoso.

La función de la cubierta algodonosa que poseen las hembras es la de protegerse a sí mismas y a las puestas de huevos, ya que éstas los ponen bajo los filamentos en lugar de depositarlos sobre el cultivo. Los huevos son elípticos, lisos y amarillos. Nada más eclosionar los huevos, las larvas son de color amarillo y poseen dos pelos muy finos en su extremo posterior. Al desarrollarse pierden su color amarillo, pasando a una tonalidad grisácea. Los machos comienzan a adquirir una coloración rojiza al pasar al estadio de pupa, en el que se encuentran encerrados en un capullo filamentososo.

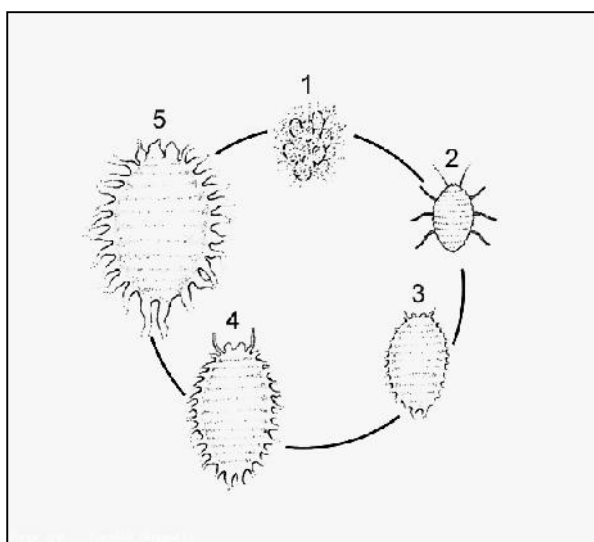


Figura 48. Ciclo biológico de la cochinilla (Koppert B.V.)

En las plantas la colonización comienza en los estratos medios de la planta, donde alcanzan las colonias su mayor actividad y una densidad poblacional máxima. Desde estas zonas las colonias se van extendiendo por la planta en sentido ascendente. En el caso del pimiento cultivado bajo plástico, se pueden llegar a encontrar varias generaciones de cochinillas solapadas entre sí, dándose el máximo poblacional en la época estival. Esto último es debido a que las condiciones atmosféricas idóneas para el desarrollo de este insecto y su multiplicación son temperaturas de entre 25 y 30 °C y unas humedades relativas elevadas, las cuales se alcanzan en verano en el interior de los invernaderos gracias a la elevada tasa de evapotranspiración.

El principal perjuicio que ocasiona esta plaga al cultivo se produce por la alimentación directa de las ninfas y hembras adultas, las cuales inyectan saliva en los tejidos vegetales para poder extraer después una mezcla de saliva y savia. Debido a la pérdida de savia la planta experimenta una reducción en su crecimiento, así como amarilleo en las hojas y deformaciones de las mismas (recubrimiento del limbo foliar hacia el envés y ligeros abullonados en el haz). También se producen deformaciones en los órganos en crecimiento y en casos extremos pueden llegar a perderse hojas e incluso flores.



Figura 49. Cochinilla sobre cultivo de pimiento (Univerty of Maryland, 2013).

Este insecto acarrea consigo otros efectos secundarios, como son la aparición de negrilla sobre la melaza que producen, cuyos efectos ya hemos visto en el caso de otras plagas. Además de melaza también secretan cera blanca, que al recubrir la superficie foliar reduciendo así su capacidad fotosintética.

#### Prevención

Eliminar las malas hierbas tanto en los bordes interiores como en los exteriores del invernadero.

Limpieza e higiene de la parcela.

#### Control biológico

*Ryptolaemus montrouzieri* (escarabajo depredador). Eficaz contra muchas especies de cochinilla en todos los estadíos.

*Cryptolaemus montrouzieri*, se trata de un coccinélido depredador.

*Leptomastix dactylopii*. Es un himenóptero parásito.

#### Control químico

Es una de las plagas más difíciles de controlar debido al recubrimiento veloso de su cuerpo y a la secreción de ceras que la impermeabilizan. Los tratamientos químicos son poco exitosos. Se deben emplear productos de acción específica contra cochinillas con la adición de mojantes.

- **Orugas**

Género: LEPIDOPTERA

Familia: NOCTUIDAE

Especies: *Spodoptera exigua* (Hübner)

*Spodoptera litoralis* (Boisduval)

*Heliothis armígera* (Hübner)

*Heliothis peltigera* (Dennis y Schiff)

*Chrysodeisis chalcites* (Esper)

*Autographa gamma* (L.)

Éstas son algunas de las especies de mariposas y polillas cuyas larvas causan daños en muchos de los cultivos hortícolas invernados.

El estadio en el que mejor se las puede diferenciar a unas de otras es el estadio larvario, pueden distinguirse por varios rasgos:

*Spodoptera*: tiene 5 pares de falsas patas abdominales.

*Heliothis*: tiene 5 pares de falsas patas abdominales, presencia de sedas (“pelos” largos) en la superficie del cuerpo de la larva.

*Autographa* y *Chrysodeixis*: tiene 2 pares de falsas patas abdominales, se desplazan arqueando el cuerpo (orugas camello).

*Spodoptera litoralis* tiene una coloración marrón oscuro, sobre todo de patas y cabeza, en las orugas.

La plaga comienza como tal cuando una hembra adulta realiza una puesta de huevos en las hojas de las plantas, generalmente en el envés. En ocasiones, estas puestas pueden realizarse sobre la estructuras del invernadero. En muchas especies del género *Spodoptera*, los huevos son puestos en grupos y protegidos por una cubierta sedosa, mientras que las demás los ponen de forma aislada.

Los daños en los cultivos los causan las larvas (orugas) al alimentarse, éstas comen continuamente (excepto durante las mudas),

Al eclosionar los huevos, Las orugas pequeñas se alimentan principalmente en el envés de las hojas donde fue realizada la puesta. En este primer estadio larvario la epidermis de la hoja resulta dañada. Cuando las orugas crecen comienzan a realizar agujeros en las hojas al alimentarse, también comienzan a dispersarse por toda la planta, conforme las orugas crecen también lo hace el tamaño de los agujeros, lo que hace que los daños causados al cultivo aumente exponencialmente.

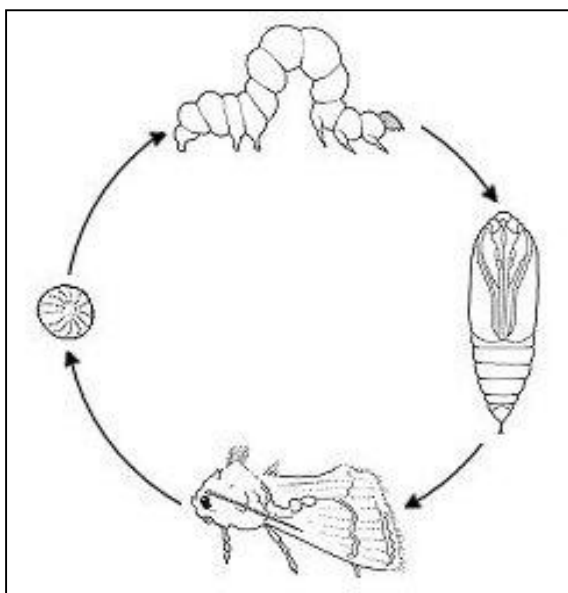


Figura 50. Ciclo de vida de las polillas: huevo, estados larvarios (oruga), pupa y adulto (polilla) (Koppert B.V.).

Los daños pueden dividirse en tres tipos:

- daños ocasionados a la vegetación (*Spodoptera*, *Chrysodeixis*)
- daños ocasionados a los frutos (*Heliiothis* y *Spodoptera*)
- daños ocasionados en los tallos (*Heliiothis* y *Ostrinia*), pueden llegar a cegar las plantas.



Figura 51. *Spodoptera* en hoja de pimiento (izquierda) y *Heliiothis* en fruto de pimiento (derecha). (Gusanos, *Spodopterra exigua*, 2007) (Junta de Andalucía, 2013)

Además de los daños directos, la gran cantidad de excrementos generada cuando la plaga está avanzada llega a manchar el cultivo.

En cuanto a las pupas, *Spodoptera* y *Heliiothis* la realiza en el suelo y en *Chrysodeixis chalcites* y *Autographa gamma*, en las hojas. Los adultos de la mayoría de estas especies son polillas de hábitos nocturnos y crepusculares, por lo que no vuelan durante el día, a no ser que se les moleste.

## Prevención

Colocación de mallas en las bandas del invernadero.

Eliminación de malas hierbas y restos de cultivo.

En el caso de fuertes ataques, eliminar y destruir las hojas bajas de la planta.

Colocación de trampas de feromonas y trampas de luz.

Vigilar los primeros estados de desarrollo de los cultivos, en los que se pueden producir daños irreversibles.

## Control biológico mediante enemigos naturales

*Apanteles plutellae*. Parásito autóctono.

*Macrolophus pygmaeus* (chinche depredador). Se alimenta de los huevos de las polillas. Los ejemplares adultos pueden sobrevivir un tiempo alimentándose de la savia de las plantas, pero su desarrollo es mucho más lento.

*Steinernema carpocapsae* (nematodo entomopatógeno). Se alimentan de las larvas de varias especies.

Virus de la poliedrosis nuclear de *S. exigua*.

*Bacillus thuringiensis Kurstaaki* 11,8% (11,8 mill. de u.i.). Producto biológico presentado como suspensión concentrada con una dosis de 0.75-2 L/ha.

## Control químico

**Tabla 12. Productos empleados en el control químico de cochinilla en pimiento. (Infoagro)**

Materia activa	Dosis	Presentación del producto
Amitraz 20% + Bifentrin 1,5%	0,15-0,30%	Concentrado emulsionable
Azufre 40% + Cipermetrin 0,5%	25 kg/ha	Polvo para espolvoreo
Azufre 70% + Cipermetrin 0,2% + Maneb 4%	15-25 kg/ha	Polvo para espolvoreo
Betaciflutrin 2,5%	0,05-0,08%	Suspensión concentrada
Ciflutrin 5%	0,05-0,08%	Concentrado emulsionable
Clorpirifos 3%	20-30 kg/ha	Polvo para espolvoreo
Diazinon 3%	45 kg/ha	Gránulo
Endosulfan 35%	0,15-0,30%	Concentrado emulsionable
Esfenvalerato 5%	1-1,50 L/ha	Suspensión concentrada
Fenpropatrin 10%	1,25-1,5 L/ha	Concentrado emulsionable
Metil pirimifos 50%	0,25%	Concentrado emulsionable
Tau-fluvalinato 24%	0,01-0,02 %	Suspensión concentrada

- **Trips**

Género: THYSANOPTERA

Familia: THRIPIDAE

Especie: *Frankliniella occidentalis* (Pergande)

Esta plaga comienza en los cultivos cuando los adultos consiguen llegar a las plantas y realizar puestas dentro de los tejidos vegetales en hojas, frutos y flores. En pimiento las zonas de puesta se reconocen fácilmente como deformaciones en forma de verruga.

Al principio los adultos están localizados en las flores y sobre las hojas donde deposita los huevos, pero al ser una especie florícola, los puntos donde es más fácil su localización es en las flores, tanto adultos como larvas. Las larvas se alimentan sobre los puntos de crecimiento de la planta y son extremadamente móviles.

La pupación tiene lugar en el suelo, lo que supone un gran inconveniente a la hora de realizar un control de la plaga.

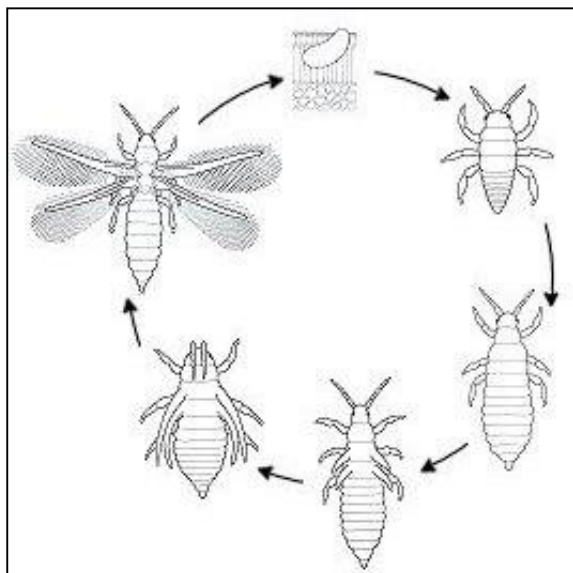


Figura 52. Ciclo de vida del trips: huevo, estadios larvarios primero y segundo, prepupa, pupa y adulto (Koppert B.V.).

Los daños producidos por esta especie son causados tanto por las larvas como por los adultos al alimentarse, ya que perforan los tejidos y succionan las células superficiales de la hoja, de las cuales se alimentan. Esto origina unas marcas características de color gris-plateado en las hojas (sobre todo en el envés) y afecta a la producción de la planta. También pueden observarse los excrementos que quedan sobre los tejidos y que se detectan como manchas negras.

Cuando el ataque es muy intenso las hojas pueden llegar a secarse, y si los síntomas visuales se producen en los frutos, además de en las hojas, la calidad y valor de mercado de los mismos disminuyen.



Figura 53. Presencia de trips y sus efectos en distintos órganos de la planta (Syngenta, 2013) (Forestry Images, 2010) (OMAFRA, 2009).

En el caso del pimiento, el mayor daño que produce esta plaga es indirecto, se trata de la transmisión del virus del bronceado del tomate (TSWV).

### Prevención

Colocación de mallas en las bandas del invernadero.

Limpieza de malas hierbas y restos de cultivo.

Colocación de trampas cromáticas azules.

### Control biológico

*Amblyseius cucumeris* (anteriormente conocido como *Amblyseius cucumeris*). Ataca a varias especies de trips, a huevos en eclosión y larvas.

*Amblyseius swirskii* (Acaro depredador). Afecta a puesta de larvas jóvenes de varias especies de trips.

*Gaeolaelaps aculeifer* (ácaro depredador). Eficaz en el suelo.

*Macrocheles robustulus* (ácaro depredador). Se alimenta de pupas de trips.

*Neoseiulus cucumeris* (anteriormente conocido como *Amblyseius cucumeris*). Ataca a varias especies de trips, tanto a huevos como al primer estadio larvario.

*Stratiolaelaps scimitus* (ácaro depredador). Se alimenta de las pupas de trips en el suelo.

*Orius insidiosus* y *Orius laevigatus* (chinchas depredadores). Eficaces contra varias especies de trips (larvas y adultos). En la ausencia de trips, *Orius* puede vivir a base de polen.

*Steinernema feltiae* (nematodo entomopatógeno). Afecta a larvas (aplicación foliar) y a pupas (aplicación en suelo).

*Verticillium lecanii* (hongo entomopatógeno). Afecta a larvas de trips.



## Control químico

**Tabla 13. Productos empleados en el control químico de trips en pimiento. (Infoagro)**

Materia activa	Dosis	Presentación del producto
Aceite de verano 75%	0,75-1,50%	Concentrado emulsionable
Acrinatrín 15%	0,02-0,04%	Concentrado emulsionable
Azufre 40% + Cipermetrín 0.5%	25 kg/ha	Polvo para espolvoreo
Cipermetrín 2% + Metil clorpirifos 20%	0,15-0,25%	Concentrado emulsionable
Diazinon 2%	20-30 kg/ha	Polvo para espolvoreo
Formetanato 50%	0,10-0,20%	Granos solubles en agua
Tau-fluvalinato 10%	0,03-0,05%	Concentrado emulsionable

## **NEMATODOS**

Género: TYLENCHIDA

Familia: HETERODERIDAE

Especies: *Meloidogyne javanica*

*Meloidogine arenaria*

*Meloidogine incognita*

Los nematodos provocan muchos problemas en los cultivos de pimiento. Son animales multicelulares, generalmente microscópicos, con forma de gusano delgado, cilíndrico y alargado. Las hembras poseen un tamaño mayor al de los machos, y en algunas especies se da dimorfismo sexual. Los nematodos fitopatógenos son parásitos internos de las raíces, y pueden atacar a cientos de especies vegetales distintas, afectando a la práctica totalidad de los cultivos hortícolas.

Las larvas de esta especie pasan por cuatro procesos de muda hasta convertirse en adultos. Dichas larvas entran en la planta por cualquier parte de ésta que esté en contacto con el suelo húmedo, pero principalmente por la punta de los pelos absorbentes, ya que su estilete no es muy vigoroso. Una vez se aloja en los tejidos no se mueven ni cambian de situación, provocándoles hipertrofia en los tejidos. Es así como se generan los típicos nódulos conocidos comúnmente como "batatilla". Cuando las hembras son fecundadas se llenan de huevos tomando un aspecto globoso dentro de las raíces. Esto unido a la hipertrofia antes mencionada produce la formación de los "rosarios" típicos en las raíces. Si la planta es un huésped adecuado y el clima es templado, las hembras hacen puestas de huevos después de 20-30 días de haber penetrado como larvas.

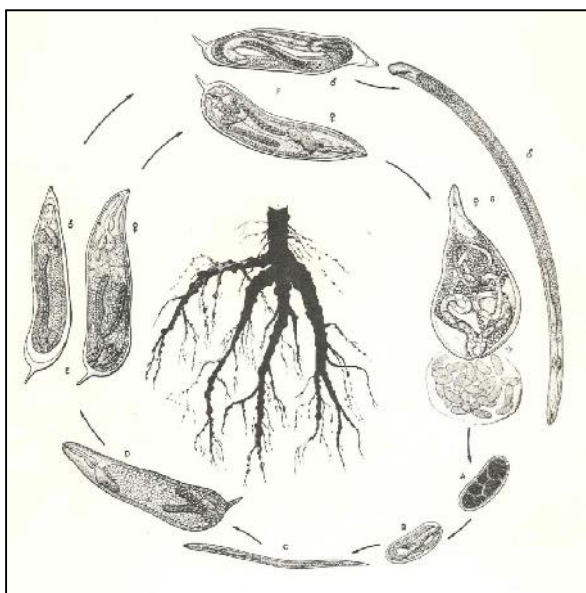


Figura 54. Ciclo biológico de un nematodo (Koppert B.V.).

La formación de las “batatillas” produce la obstrucción de vasos e impiden la absorción por las raíces, traduciéndose en un menor desarrollo de la planta y la aparición de síntomas de marchitez en verde en las horas de más calor, clorosis y enanismo.



Figura 55. Raíz de pimiento afectada por *Meloidogyne* (izquierda) y raíz de pimiento sana (derecha) (Forestry Images, 2010).

Esta plaga se distribuye líneas de cultivo fácilmente por el suelo cuando éste está húmedo o por contacto de las raíces. También transmiten con facilidad por el agua de riego, con el calzado, con los aperos y con cualquier medio de transporte de tierra.

Esta plaga, como muchas otras, también causa daños secundarios, ya sea por facilitar la entrada de otros patógenos al realizar heridas en los tejidos vegetales, o por su acción como vectores de determinados virus.

## Prevención

Utilización de variedades resistentes.

Utilización de plántulas sanas.

Rotaciones culturales cuando sea posible (no es frecuente en cultivos hortícolas bajo plástico).

Desinfección del suelo en parcelas con ataques anteriores: desinfección química, solarización o biosolarización.

## Control biológico

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

## Control químico

Tabla 14. Productos empleados en el control químico de nematodos en pimiento. (Infoagro)

Materia activa	Dosis	Presentación del producto
Cadusafos 10%	20-40 L/ha	Microemulsión
Etoprofos 10%	60-80 kg/ha	Gránulo
Etoprofos 20%	30 L/ha	Concentrado emulsionable

### **2.1.8.3. ENFERMEDADES**

Las enfermedades en pimiento están causadas por diferentes agentes patógenos, como son: hongos, bacterias y virus. Los efectos en el cultivo y su producción pueden ser muy graves si llegan a extenderse dentro del invernadero.

#### **ENFERMEDADES CRIPTOGÁMICAS**

Las enfermedades causadas por hongos son las más importantes en los cultivos, llegando a representar el 90% del total de enfermedades que las plantas pueden sufrir. Su transmisión se realiza por medio de las esporas del hongo, las cuales pueden desplazarse por el aire, el agua o incluso mecánicamente a través del hombre, y pueden afectar tanto a las partes aéreas de las plantas, como al sistema radicular. Las condiciones climáticas que se generan en el interior de los invernaderos son en muchos casos propicias para el desarrollo de estos organismos.

- **Oidiopsis**

Teleomorfo: *Leveillula taurica* (Lev.) Arnaud

Anamorfo: *Oidiopsis taurica* (Lév.) Salmon

(*Ascomycetes*)

Este hongo es un parásito de desarrollo semi-interno cuyas condiciones óptimas son una humedad relativa del 70% y una temperatura de 26 °C, aunque se desarrolla bien entre los 10 y los 35 °C.

Se manifiesta como un micelio blanquecino a simple vista, formado por los conidióforos del hongo que salen al exterior a través de los estomas en el envés de las hojas. Mientras, en el haz aparecen manchas amarillentas que se necrosan por el centro. Estas manchas aumentan de tamaño y número y van extendiéndose de las hojas viejas a las jóvenes atenuando el desarrollo de la planta. Cuando los ataques son muy fuertes, las hojas afectadas se secan y se desprenden, produciéndose en algunos casos importantes defoliaciones.

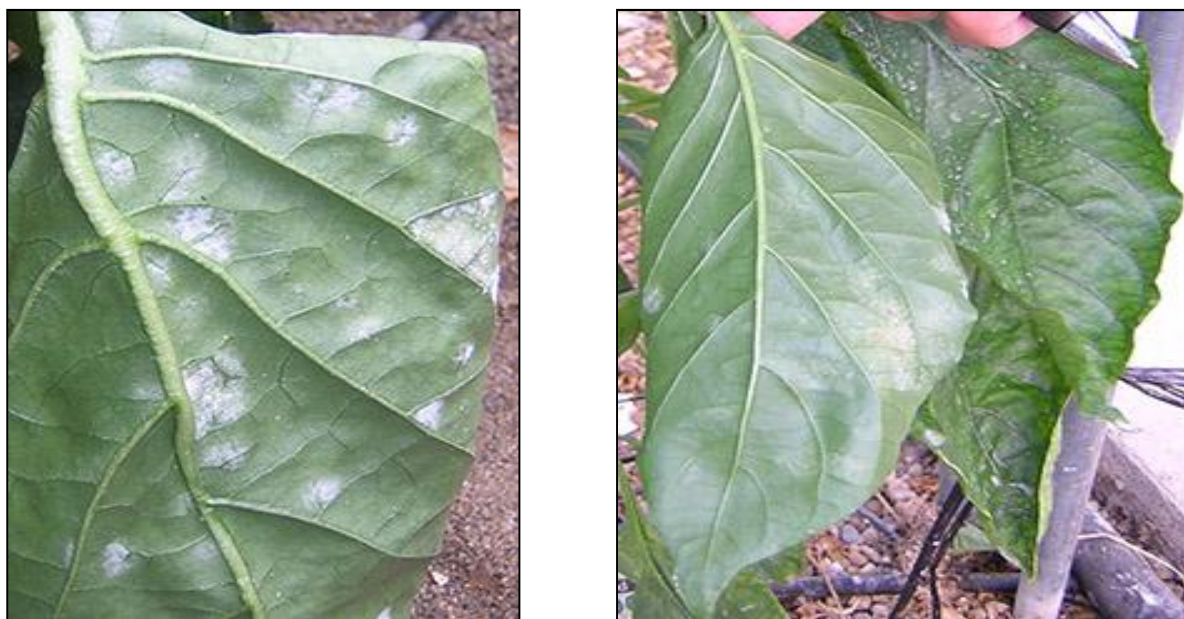


Figura 56. Síntomas de oidiosis en hojas de pimiento (Syngenta, 2013).

Un daño secundario en este caso sería el causado en los frutos, que al quedar expuesto de forma repentina a la luz solar directa pueden sufrir quemaduras, depreciándose así su valor y originando pérdidas en la cosecha.

La difusión de *L. taurica* se produce mediante conidios y las fuentes de inóculo pueden ser tanto restos de vegetación afectada de cultivos precedentes y como otras plantas huéspedes cultivadas o malas hierbas,

#### Prevención

Eliminación de malas hierbas y restos de cultivo.

Eliminación de hojas viejas basales dañadas.

Utilización de plántulas sanas.

Manejo adecuado de la ventilación.

## Control químico

**Tabla 15. Productos empleados para el control químico de Oidiopsis en pimiento. (Infoagro)**

Materia activa	Dosis	Presentación del producto
Azufre 50% + Microbutanil 0,8%	0,40-0,80%	Polvo mojable
Fenarimol 12%	0,02-0,05%	Concentrado emulsionable
Triadimefon 25%	0,02-0,05%	Concentrado emulsionable
Triadimenol 25%	0,03-0,05%	Concentrado emulsionable
Triadimenol 5%	0,01-0,25%	Polvo mojable

- **Podredumbre blanca**

Teleomorfo: *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib) de Bary.

Anamorfo: no se conoce.

(*Ascomycetes*)

Este hongo produce ataca a numerosas plantas, en particular hortalizas y plantas florales. Se encuentra ampliamente distribuido por todo el mundo y afecta a plantas en cualquier etapa de su desarrollo.

El síntoma primario más característico y evidente es la aparición de un micelio veloso y blanco, el cual le da su nombre a la enfermedad, bajo el cual se produce una podredumbre blanda (sin mal olor como en el caso de otros patógenos). En este micelio se desarrollan en poco grandes estructuras compactas de resistencia llamadas esclerocios. Éstos son blancos al principio, pero más tarde se ennegrecen y endurecen superficialmente, pueden tener de 0,5 a 1 mm de diámetro.

Al atacar el tallo de la planta le produce lesiones color café pálido u oscuro, que se cubren rápidamente de zonas algodonosas blancas constituidas por el micelio del hongo. Estos ataques con frecuencia colapsan la planta, que muere rápidamente al pudrir la infección el tallo en su interior. Los esclerocios pueden formarse en la médula del tallo sin que sean visibles o en el exterior del mismo. Cuando el ataque se produce en plántulas, tiene lugar el damping-off.



Figura 57. Síntomas de la podredumbre blanca en plantas de pimiento (Cornell University).

Esta especie puede invernar en forma de micelio en plantas vivas o muertas y en forma de esclerocios sobre o en el interior de tejidos infectados, o incluso que han caído y se conserven en el suelo. Este último es el caso más común, que la infección comience a partir de esclerocios del suelo procedentes de infecciones anteriores, que germinan en condiciones de humedad relativa alta y temperaturas suaves, produciendo un número variable de apotecios. Cuando dichos apotecios están maduros descargan numerosas esporas que inician un nuevo ciclo de la enfermedad cuando consiguen infectar el nuevo cultivo.

#### Prevención

Eliminación de malas hierbas, restos de cultivo y plantas infectadas.

Utilizar cubiertas plásticas en el invernadero que absorban la luz ultravioleta.

Emplear marcos de plantación adecuados que permitan una buena aireación del cultivo.

Manejo adecuado de la ventilación y el riego.

Solarización.

#### Control químico

Tabla 16. Productos químicos empleados en el control biológico de *S. sclerotiorum* en pimiento. (Infoagro)

Materia activa	Dosis	Presentación del producto
Ciprodinil 37,5% + Fludioxonil 25%	60-100 g/hl	Granulado dispersable en agua
Tebuconazol 25%	0,04-0,10%	Emulsión de aceite en agua

- **Podredumbre gris**

Teleomorfo: *Botryotinia fuckeliana* (de Bary) Whetrel.

Anamorfo: *Botrytis cinerea* Pers

(*Ascomycetes*)

Este hongo puede comportarse como parásito y saprofito y ataca a un gran número de especies vegetales, lo que le convierte en un grave problema para la agricultura. Todos los cultivos hortícolas se ven afectados por esta enfermedad.

Las condiciones ambientales que más favorecen la aparición de este hongo en los cultivos son una temperatura de 17-23 °C y una humedad relativa alta, estando su óptimo en torno al 95%. El estado fenológico en el que se encuentre la planta también influye en la virulencia de la enfermedad.

El síntoma más característico de esta enfermedad y que además le da su nombre común, es la aparición del micelio gris del hongo sobre los frutos, en los cuales se produce una podredumbre blanda, que en función del tejido afectado será más o menos acuosa. Cuando el hongo afecta a hojas o flores, se pueden observar sobre estos órganos lesiones de color pardo. Si el hongo llegara a producirse en semillero y afectara a las plántulas, se produciría damping-off.



**Figura 58. Síntomas de *B. cinerea* en tallo y fruto de pimiento (Syngenta, 2013) (Sepúlveda).**

La propagación de este hongo puede producirse por el transporte de conidias mediante el viento, el agua de riego, salpicaduras de lluvia o gotas de condensación que puedan caer del plástico. Al actuar también como saprófito, también pueden ser fuentes de inóculo los pétalos de flores infectadas que se desprenden, o restos vegetales del cultivo que queden en la finca.

### Control preventivo y técnicas culturales

Eliminación de malas hierbas, restos de cultivo y plantas o partes de las mismas infectadas.

Tener especial cuidado en la poda y el deshojado, realizando cortes limpios a ras del tallo. A ser posible cuando la humedad relativa no sea muy elevada y aplicar posteriormente una pasta fungicida.

Controlar los niveles de nitrógeno, para evitar un exceso de vigor en la plantación.

Utilizar cubiertas plásticas en el invernadero que absorban la luz ultravioleta.

Emplear marcos de plantación adecuados que permitan la aireación.

Manejo adecuado de la ventilación y el riego, evitando la presencia de agua libre sobre el cultivo.

Solarización tras el cultivo afectado.

### Control químico

**Tabla 17. Productos empleados para el control químico de la podredumbre gris en pimiento. (Infoagro)**

Materia activa	Dosis	Presentación del producto
Ciprodinil 37,5% + Fludioxonil 25%	60-100 g/hl	Granulado dispersable en agua
Diclofluanida 40% + Tebuconazol 10%	0,15-0,25%	Polvo mojable
Iprodiona 2%	20-30 kg/ha	Polvo para espolvoreo
Iprodiona 50%	0,10-0,15%	Suspensión concentrada
Tebuconazol 25%	0,04-0,10%	Emulsión de aceite en agua

- **Seca o tristeza**

Teleomorfo: *Phytophthora capsici* Leonina.

Anamorfo: no se conoce.

(*Oomycetes*)

Este hongo puede atacar a los cultivos susceptibles en cualquier estado fenológico de los mismos. Lo más habitual es que el ataca comience a ras de suelo en el cuello de la planta en forma de mancha oscura, la cual se extiende por el tallo y afecta al sistema vascular de la planta, impidiendo la correcta circulación de la savia. En algunos casos la infección comienza bajo la superficie del suelo, infectándose primero las raicillas y avanzando posteriormente hasta las raíces principales, desde ellas se extiende al tallo de la planta.



Al verse los haces vasculares afectados, la planta presenta casi de inmediato síntomas de marchitamiento (sin amarilleamiento previo), llegando a producir la muerte de la planta. Es importante no confundir esta marchitez repentina con síntomas de asfixia radicular. Para ello pueden observarse otros síntomas como el engrosamiento de las raíces afectadas y la aparición de chancro en el cuello de la planta.



Figura 59. Síntomas de *Phytophthora* en pimiento (Bernal, 2008).

La intensidad del ataque dependerá en parte de las condiciones ambientales del invernadero y las condiciones edáficas del suelo, así como del estado en el que se encuentre la planta y la variedad que se haya elegido para su cultivo. La cantidad de inóculo presente en el suelo determinará la proporción de plantas afectadas.

#### Control preventivo y técnicas culturales

Utilización de plántulas y sustratos sanos.

Emplear marcos de plantación adecuados que permitan la aireación.

Eliminar restos de la cosecha anterior, especialmente las raíces y el cuello.

Manejo adecuado de la ventilación y riego evitando el encharcamiento, sobre todo en el momento de la siembra o trasplante.

Cubrir la balsa y las conducciones, evitando regar con agua portadora de esta enfermedad.

Abonado nitrogenado equilibrado.

Eliminación de plantas enfermas.

Solarización tras el cultivo afectado.

#### Control químico

Se trata de una enfermedad que puede prevenirse, pero su curación resulta bastante difícil.

**Tabla 18. Productos empleados en el control químico de *Phytophthora capsici* en pimiento. (Infoagro)**

<b>Materia activa</b>	<b>Dosis</b>	<b>Presentación del producto</b>
Etridiazol 48%	0,20%	Concentrado emulsionable
Etridiazol 6%	15-20 l/ha	Concentrado emulsionable

## **ENFERMEDADES BACTERIANAS**

Las bacterias son organismos procariontes heterótrofos (carecen de clorofila), por lo que deben alimentarse de materia orgánica para sobrevivir, es por ello que necesitan otros seres vivos para desarrollarse.

Cuando las condiciones ambientales son las adecuadas para cada especie en concreto, ésta reproducirá de forma muy rápida, la mayoría de las veces por simple división mitótica.

En los cultivos hortícolas bajo plástico, este tipo de enfermedades se dan más bien de forma esporádica, cuando las condiciones ambientales (humedad y temperatura) son las más propicias.

En este apartado trataremos la Podredumbre blanda y la Mancha bacteriana.

- **Podredumbre blanda**

Agente causal: *Erwinia carotovora* subsp. *Carotovora* (Jones) Bergey et al.

Esta especie es polífaga y puede atacar a la mayoría de especies hortícolas. Para que se produzca un ataque de la misma a la planta, es necesario que la bacteria encuentre alguna herida por la que penetrar y que las condiciones ambientales le sean favorables (alta humedad relativa y temperatura de 25-35 °C). Cuando se dan estas circunstancias, *E. carotovora* penetra por la herida y comienza a invadir los tejidos medulares de la planta. Su acción provoca en la planta podredumbres acuosas y blandas que suelen desprender un olor nauseabundo, estas podredumbres son las que le otorgan el nombre a la enfermedad (podredumbre blanda).



**Figura 60. Frutos de pimiento afectados por podredumbre blanda (Muñoz, 2009).**

Los síntomas externos son la aparición de manchas negruzcas y húmedas en el tallo de la planta infectada. Los frutos también pueden verse afectados por podredumbres acuosas. Al afectar al tallo, el desenlace final suele ser la muerte de la planta.

El control de esta enfermedad se complica en parte por la capacidad saprofitica de *E. carotovora*, ya que puede fuera de un huésped vivo, ya sea en el suelo, el agua de riego o en restos vegetales. También puede encontrarse en las raíces de malas hierbas.

#### Prevención

Eliminación de malas hierbas, restos de cultivo y plantas infectadas.

Evitar daños mecánicos en el cultivo y desinfectar las heridas de poda cuando sea posible.

Desinfectar los aperos tras su uso, o al pasar de posibles plantas infectadas a plantas sanas.

Manejo adecuado de la ventilación y el riego, evitar riegos por aspersion o nebulización en invernaderos.

No abonar con exceso de nitrógeno.

Elegir marcos de plantación adecuados para una buena ventilación.

Uso de variedades resistentes.

Realizar rotación de cultivos en parcelas infectadas (práctica no habitual en invernaderos).

#### Control químico

Los tratamientos químicos son poco eficaces una vez instalada la bacteria en la planta, por lo que es conveniente el empleo adecuado de los métodos preventivos, y en caso de ataque de la enfermedad eliminar las plantas infectadas.

- **Mancha bacteriana (roña, sarna)**

Agente causal: *Xanthomonas campestris* pv. *Vesicatoria*

Esta bacteria prefiere para su desarrollo zonas cálidas y húmedas, por lo que es muy frecuente su aparición en invernaderos. Con las temperatura alcanzadas en los invernaderos almerienses, es tan solo es necesario que la humedad relativa supere el 85% durante algunas horas para que se produzca la infección.

*X. campestris* inicia su ataque penetrando en la planta a través de los estomas de las hojas, es por ello que los primeros síntomas desarrollados por la enfermedad son pequeñas manchas húmedas en las hojas, después estas manchas van tomando forma circular e irregular, en su centro tienen un aspecto pardo apergaminado y en los bordes son amarillas.

Cuando la infección alcanza el tallo, aparecen en él manchas alargadas de color pardo oscuro, y si afecta a los frutos genera en ellos pequeñas pústulas roñosas de 1-3 mm y color negro o pardo (a ellas son debidas el nombre de la enfermedad).



Figura 61. Cultivo de pimiento afectado de mancha bacteriana (OMAFRA, 2009).

Su dispersión se produce de distintas formas: lluvias, rocío, riegos aéreos, viento, etc. También pueden ser transmitidas por semilla.

#### Prevención

Eliminación de malas hierbas, restos de cultivo y plantas infectadas.

Evitar humedades elevadas.

Utilizar semillas sanas o desinfectadas.

Elegir variedades resistentes.

Manejo adecuado del riego, evitar riego por aspersion y el uso de nebulizadores.

No regar por aspersion en caso de ataque en semilleros.

Realizar rotación de cultivos en parcelas infectadas, evitando las Solanáceas.

## Control químico

Aplicación de productos cúpricos (sulfato cúprico 3%), aunque se han observado algunas resistencias a éstos, por lo que se aconseja alternar con mancozeb o zineb. (Infoagro)

## **ENFERMEDADES VÍRICAS**

Los virus son agentes patógenos de difícil control, ya que una vez infectada una planta no puede hacerse nada para detener o minimizar sus efectos, no puede atajarse con ningún tipo de tratamiento. Por todo ello en este caso cobra mucha importancia la prevención, y para realizarla de forma adecuada se han de conocer las formas de transmisión de cada uno de los virus que afectan al cultivo.

En el caso del pimiento los virus que pueden afectarle son muy numerosos, sin embargo en este apartado trataremos los virus más frecuentes y dañinos que se dan en los invernaderos del sureste español.

- **CMV (Cucumber Mosaic Virus, Virus del Mosaico del Pepino)**

(*Bromoviridae: cucumovirus*)

### Síntomas

El síntoma más característico producido por este virus es la aparición de un mosaico en la coloración de las hojas, las cuales adquieren manchas de color verde claro-amarillento. Estos síntomas comienzan en las hojas jóvenes apicales. Conforme la infección va avanzando el mosaico se va difuminando y se aprecia una clorosis difusa. Al mismo tiempo la forma de las hojas va variando, se estrechan y los nervios foliares se rizan. Cuando las hojas afectadas son adultas se pueden encontrar en algunos casos manchas circulares con anillos concéntricos cloróticos e incluso necróticos, éstos también pueden presentar forma irregular.

En cuanto a los frutos, éstos se ven afectados en una reducción de tamaño y también en la aparición de manchas similares a las que aparecen en las hojas adultas, esto es, anillos concéntricos y/o líneas irregulares de color verde oscuro y con la piel hundida. En casos más graves se pueden dar malformaciones y una maduración irregular del fruto.



Figura 62. Síntomas del virus CMV en pimiento (OMAFRA, 2009).

### Formas de transmisión y control

El agente vector de este virus es el pulgón, por lo que las principales medidas de control del mismo pasan por todas aquellas que impidan la presencia de esta plaga en el cultivo.

Es importante a su vez reducir o eliminar todas las posibles fuentes de inóculo como pueden ser plantas ya infectadas y malas hierbas que surgieran en la zona de cultivo.

Hoy en día, el empleo de variedades tolerantes al virus es una de las herramientas más eficaces.

- **PMMV (Pepper Mild Mottle Virus, Virus de las manchas ligeras del pimiento)**

(*Bunyaviridae: Tobamovirus*)

### Síntomas

Las hojas de las plantas afectadas por el virus PMMV presentan manchas oscuras en forma de mosaico, así como deformaciones por arrugamiento de las mismas.

Los frutos son los órganos más afectados por esta enfermedad presentando síntomas de deformación y necrosis. En su superficie aparecen también pequeños bultos y en las áreas en las que se produce necrosis la superficie se observa deprimida. El tamaño de los frutos se ve afectado, siendo éstos más pequeños.

En general, las plantas afectadas se observan atrofiadas y su rendimiento se ve claramente reducido.



Figura 63. Síntomas del virus PMMV en pimiento (University of Florida, 2009).

### Formas de transmisión y control

Este virus puede transmitirse al cultivo por semilla o por contacto.

Para evitar la transmisión por semilla es importante el empleo de semillas certificadas, ya que éstas presentan una mayor garantía. A la hora de la elección de las semillas también es importante que la variedad seleccionada sea tolerante al virus.

Al transmitirse por contacto es necesario tener cuidado de no pasar la enfermedad de una planta a otra a través de las herramientas de trabajo o incluso sobre la ropa de los operarios. Es recomendable desinfectar tanto las herramientas como las manos cada cierto tiempo.

Esta desinfección es imprescindible si ya se ha detectado algún brote de la enfermedad y se han estado manipulando las plantas infectadas.

- **PVY (Potato Virus Y, Virus Y de la Patata)**

(*Potyviridae: potyvirus*)

#### Síntomas

Los efectos de este virus sobre la plantan comienzan en las hojas apicales, en ellas los nervios sufren un clareamiento y posteriormente se necrosan, cuando esta situación se agrava pueden llegar a necrosarse los peciolo de las hojas afectadas llegando las mismas a desprenderse. Si tras estas defoliaciones vuelven a brotar hojas, éstas presentarán en ocasiones manchas de color verde oscuro a lo largo de los nervios, así como cierta deformación en forma de ampollas por la superficie foliar.

Las flores y frutos también se ven afectadas. Las flores pueden necrosarse al igual que las hojas, produciéndose así el aborto floral. Por su parte, los frutos presentan manchas en su superficie de color parduzco, irregulares que van acompañadas de un hundimiento de la superficie. Estas manchas pueden llegar a volverse necróticas. Dicha necrosis también puede aparecen en los pedúnculos. También pueden darse en los frutos deformaciones y reducción de tamaño.

En cuanto a la planta en sí, ésta puede sufrir de enanismo.

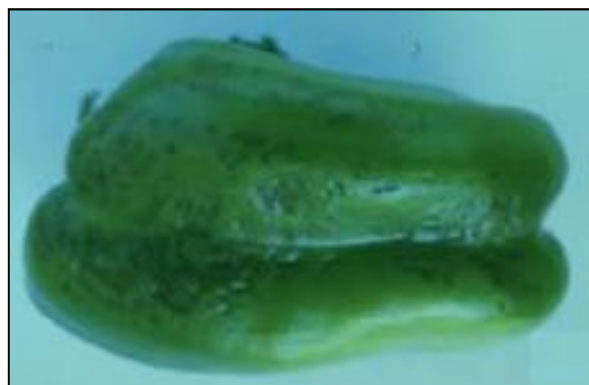


Figura 64. Síntomas del virus PVY en pimiento (Infoagro).

#### Formas de transmisión y control

El vector transmisor de este virus es el pulgón, así que los medios empleados para el control de la enfermedad pasan por el control de dicha plaga. Así como la eliminación de plantas infectadas y malas hierbas que puedan también ser inóculo de la enfermedad.

El empleo de variedades tolerantes hace que la infección, en caso de darse, no repercuta tanto en el cultivo y la producción.

- **TMV (Tobacco Mosaic Virus, Virus del Mosaico del Tabaco)**

(*Virgaviridae: tobamovirus*)

### Síntomas

Los primeros síntomas de esta enfermedad aparecen en las hojas jóvenes, las cuales se rizan quedando deformadas, también se observa en ellas un moteado con coloración verde clara y oscura. Al desarrollarse queda claro que su tamaño final es menor al normal en una planta sana. Cuando la infección es severa se pueden llegar a necrosar los tejidos foliares. Los brotes también pueden llegar a necrosarse. En casos graves la planta puede experimentar síntomas de enanismo.

Los frutos producidos por plantas enfermas maduran de forma anormal y su tamaño es reducido. En su superficie se aprecian manchas amarillas y arrugamientos. En general disminuyen tanto la calidad como la cantidad de la producción.



Figura 65. Síntomas del virus TMV en pimiento (University of Florida, 2009).

### Formas de transmisión y control

El virus TMV se transmite mecánicamente, por lo que cualquier contacto con una planta ya infectada o algún objeto que haya estado en contacto con una puede ser inóculo de la infección. Por ello es de suma importancia que se mantenga el mayor grado posible de asepsia en las herramientas de trabajo mediante su desinfección, así como implantar normas de higiene rural entre los trabajadores.

Es importante también eliminar los focos de infección como plantas enfermas y sus restos, en concreto este virus puede seguir siendo infeccioso en los restos de cultivo durante años.

También puede ser transmitido por las semillas, por lo que es recomendable el uso de semillas certificadas. Se recomienda también el empleo de variedades tolerantes a esta enfermedad.



- **ToMV (Tomato Mosaic Virus, Virus del Mosaico del Tomate)**

(*Virgaviridae: Tobamovirus*)

Síntomas

Las plantas infectadas por este virus presentan en sus hojas mosaicos con coloración amarilla y verde clara. Además de los cambios observados en el color, las hojas también experimentan un crecimiento reducido en comparación con las plantas sanas. En los tallos y ramas se observa un estriado de coloración parda, al avanzar la infección las hojas se necrosan y se produce su abscisión.

Los frutos presentan abollonaduras en su superficie y, cuando la enfermedad está avanzada en la planta, experimentan deformaciones e incluso necrosis.



Figura 66. Síntomas del virus ToMV en pimiento (Aguilera, 2012) (Infoagro).

Formas de transmisión y control

El virus del mosaico del tomate es transmitido por semilla o de forma mecánica al entrar la planta sana en contacto con alguna fuente de inóculo. Para evitar la infección del cultivo se deben elegir semillas certificadas y a ser posible de alguna variedad tolerante a la enfermedad.

Las fuentes de inóculo pueden ser plantas infectadas y restos de las mismas, malas hierbas que puedan ser portadoras del virus, herramientas de trabajo o incluso los propios operarios. Por ello es importante mantener unas prácticas de higiene rural adecuadas.

- **TSWV (Tomato Spotted Wilt Virus, Virus del Bronceado del Tomate)**

(*Bunyaviridae: Tospovirus*)

Síntomas

Los síntomas más característicos de esta enfermedad se dan en los frutos maduros, en los cuales se observan manchas redondas que no toman la coloración final del fruto, sino que

quedan amarillas. Dichas manchas también pueden volverse cloróticas e incluso necróticas y no es infrecuente la aparición en ellas de anillos concéntricos. En general los frutos pueden presentar deformaciones al abullonarse su superficie en las zonas donde se encuentran manchados.

En las hojas de las plantas afectadas se observan también anillos con clorosis y necrosis, al igual que unas líneas irregulares y sinuosas de color claro sobre toda la superficie foliar.

En los nuevos brotes se produce un amarilleamiento llegando a necrosarse su ápice cuando la infección va avanzando en el tiempo. Si la infección ocurre durante los primeros estadios vegetativos del cultivo, las plantas presentarán severas atrofas.



Figura 67. Síntomas del virus TSWV en pimiento (OMAFRA, 2009).

#### Formas de transmisión y control

El virus del bronceado del tomate es transmitido por los trips por lo que se debe impedir en la medida de lo posible su entrada al invernadero, esto se puede conseguir mediante la colocación de mallas especiales en las zonas de ventilación (ventanas laterales y cenitales) y las antecámaras de las puertas. Desafortunadamente el este sistema no es cien por cien eficaz por lo que es imprescindible disminuir la cantidad de posible inóculo, para ello se eliminarán las plantas infectadas y las malas hierbas que puedan ser hospedadoras del virus, así como los desechos de las mismas. Se llega a recomendar en ocasiones el empleo moderado de los fertilizantes nitrogenados, el objetivo de esta práctica es evitar la formación excesiva de tejidos vegetales que puedan atraer más a los individuos de la plaga.

Dada la importancia de esta enfermedad y su difícil control, existen en el mercado variedades tolerantes de pimiento cuyo empleo es recomendable.

## **2.2. EL INJERTO EN PIMIENTO**

El injerto es el proceso por el cual dos porciones de tejido vegetal se fusionan natural o deliberadamente de tal forma que se establezca una continuidad vascular entre ellas, resultando así un organismo que proviene de dos organismos genéticamente distintos pero que funciona como uno sólo (Pina & Errea, 2005).

### **2.2.1. HISTORIA DEL INJERTO**

Dado que en la naturaleza se producen injertos de forma natural, es de suponer que la técnica del injerto comenzara por observación de este fenómeno y su emulación.

Se cree que la técnica del injerto se desarrolló inicialmente en Asia Central y que de allí se extendió su uso hacia Europa, aunque el lugar exacto y el momento en el que se comenzó a usar no están claros.

Los primeros injertos se realizaron sobre plantas leñosas, se sabe que los chinos ya lo realizaban en el año 1000 A.C., ciertos escritos chinos del siglo VI hacen referencia a su empleo en esta zona durante el siglo I, lo que puede verificar que el injerto era una práctica común allí incluso antes de este tiempo (Carter, 1977).

En Europa la primera evidencia escrita data del 412 A.C., de la discusión de Hippocrates sobre la unión del injerto (Carter, 1977). Se sabe que durante el Imperio Romano el injerto era ya una técnica habitual y se habían desarrollado distintos métodos.

En el siglo XVI, se tenían conocimientos más específicos sobre el funcionamiento del injerto, como la necesidad de unir las capas de cambium, aunque aún no se conocía la función que desempeñaba dicho tejido (Camacho Ferre, 2003).

La unión de los injertos leñosos fue estudiada por Duhamel en el siglo XVII y por Vochting a finales del XIX. Durante este siglo más de 100 métodos diferentes de injerto eran descritos en la literatura.

En el caso de las hortalizas, el injerto se desarrollo por primera vez en Japón en los primeros años del siglo XX. Los diferentes tipos de injertos se fueron estudiando en este país a lo largo de la primera mitad de siglo: el injerto de púa (Tachisis, 1914) y el injerto de púa oblicua (Batanabe, 1923). El injerto de aproximación fue introducido en Europa en 1950 (Camacho Ferre, 2003).

En Europa se comenzó a emplear esta técnica en hortalizas en el año 1947 en Holanda, y los principales avances en investigación en este campo los realizaron Daskaloff (1950) y Bravenboer (1962) (Louvét, 1974).

Hoy en día el injerto en hortalizas es una práctica habitual, existiendo incluso robots semi o completamente automáticos para su realización que empezaron a desarrollarse en la década de 1990, aunque éstos no son muy empleados, las compañías que los comercializan están desarrollando modelos con mejoras para intentar que su uso se extienda.

## 2.2.2. USOS DEL INJERTO

- **Usos generales**

Al tratarse en la actualidad de una técnica bien desarrollada, es muy empleada y tiene una gran variedad de usos, tanto agrícolas como biológicos:

Propagación vegetativa. Ha sido el principal uso del injerto desde sus orígenes, se emplea en especies que tendrían de otro modo una difícil propagación vegetativa.

Evitar el periodo de juvenilidad. La reproducción por semillas implica en frutales el paso de la planta por dicho periodo que resulta improductivo y que dura varios años, dependiendo de la especie.

Cambio de variedad. Se trata de injertar la nueva variedad que se desee tener sobre las plantas a las que se quiere sustituir, de este modo no hay que esperar a que las nuevas plantas formen toda una estructura nueva sino que aprovechan la ya existente, beneficiándose también de las ventajas de un sistema radical ya maduro y bien desarrollado.

Creación de formas inusuales. Con esta finalidad se emplea en el cultivo de plantas ornamentales.

Reparación de daños. Si se producen daños en la corteza del tronco de un árbol se puede emplear un injerto puente para repararlo. También puede fortalecerse la estructura efectuando injertos entre ramas de un mismo individuo.

Control del tamaño. La elección del patrón puede alterar el tamaño final de la planta, esta propiedad se emplea mucho en fruticultura cuando se quiere reducir el tamaño de los árboles.

Resistencia a estrés biótico o abiótico. Los patrones pueden tener diferente resistencia a enfermedades telúricas (virus, bacterias, nematodos) y una mayor o menor resistencia a los diferentes tipos de estrés cuyas causas estén en el suelo (sequía, asfixia radicular, exceso de caliza...).

Estudios víricos. Se emplea para estudiar la presencia de una infección vírica en una población vegetal que no desarrolla síntomas mediante el injerto sobre individuos de dicha plantación de partes de organismos sensibles a la enfermedad que sí presentan síntomas.

Estudios fisiológicos. Se emplea para estudiar la transferencia de elementos móviles en la planta.

- **Usos en horticultura**

### Protección frente a enfermedades y plagas

El principal uso del injerto en horticultura es la protección de la planta frente a enfermedades telúricas, de hecho, el objetivo por el cual se inició su uso en Japón a principios del siglo XX fue la lucha contra la fusariosis en sandía.

Al realizarse una horticultura intensiva se propicia la aparición y acumulación de ciertos problemas en el suelo, sobre todo en parcelas en las que se practica el monocultivo, que hoy día son la mayoría. La rotación de cultivos podría ser la solución para estos problemas en ciertos casos, eligiendo para la misma especies que no fueran susceptibles a las mismas enfermedades, pero al realizarse el monocultivo cualquier resto de enfermedad o cualquier insecto o nematodo que permanezca en el suelo encontrará siempre al inicio de una nueva campaña agrícola plantas a las que poder atacar.

La solución tradicional a este problema, cuando no se realizan rotaciones de cultivo, ha sido el empleo de productos químicos que erradiquen o disminuyan en lo posible la plaga o el inóculo de la enfermedad. Al uso de agroquímicos se le suma la posibilidad de realizar una solarización para incrementar su eficacia y poder así reducir las dosis empleadas. Pero cada vez más, las nuevas normativas dificultan esta práctica, ya que cada vez se desautorizan más productos químicos para su uso en agricultura.

La biosolarización es otra opción para la desinfección del suelo entre campañas, se emplea en este caso el calor generado para reducir las poblaciones de microorganismos e insectos en el suelo, pero no es una técnica tan eficaz como el empleo de productos químicos.

Es por ello que el injerto en hortalizas se posiciona como una de las mejores alternativas para la solución de este problema.

#### Aumento de vigor

Otro objetivo del uso del injerto en hortalizas es proporcionarle a la variedad un mayor vigor, esto posibilita que la planta resista o tolere mejor ciertos factores externos no parasitarios que le puedan ser adversos, como pueden ser ciertas condiciones climáticas.

El dotar a la planta con un sistema radicular que se desarrolle mejor también le proporciona otras ventajas como pueden ser una mayor resistencia a problemas de encharcamiento o salinidad.

Todo ello puede repercutir en la producción del cultivo y en la calidad de los frutos.

### **2.2.3. RELACIÓN PATRÓN / VARIEDAD**

#### **• Cualidades necesarias en un portainjertos**

La elección del portainjertos es de suma importancia para que los objetivos buscados con la realización de esta técnica se cumplan. A la hora de su elección se han de tener en cuenta las siguientes características:

En cuanto a defensa frente a enfermedades:

- Presentar inmunidad ante la enfermedad telúrica que pretende prevenirse y que de este modo no pueda desarrollarse en el vegetal.
- Que no sea susceptible a alguna otra enfermedad o plaga que pueda existir en la zona de cultivo y que pueda dañar la planta y reducir su producción de forma significativa.

En cuanto a vigor de la planta y su rendimiento:

- Vigor. Si el patrón transmite su vigor a la variedad se obtiene una mayor producción y plantas más resistentes, y el cultivo admite menor densidad de plantación al poder aumentar el número de brotes, lo que repercute en un menor coste de siembra.
- Rusticidad. Si la raíz se desarrolla bien la planta tolerará mejor las situaciones de estrés, y tolerará temperaturas bajas en el suelo.
- No modificar negativamente la calidad del fruto. Las casas comerciales de semillas intentan que la interacción del portainjertos con la variedad en temas de forma, tamaño y sabor sean insignificantes.

En cuanto a la predisposición al injerto:

- Presentar una estructura que facilite el injerto. Los semilleros están especializados en la realización de injertos y los hacen en una gran variedad de hortalizas, tanto solanáceas como cucurbitáceas, pero si el cultivo en cuestión presenta características como un hipocotilo largo, grueso y consistente, el injerto se verá facilitado.
- Buena afinidad con la variedad, tanto morfológica como fisiológica. La afinidad morfológica hace posible la unión del cambium ya que implica que el diámetro de ambas plantas sea el mismo y que los coincidan físicamente (en ello influye también el grado de desarrollo de las plántulas). La afinidad fisiológica es también básica y está relacionada con la compatibilidad, de la que se hablará a continuación.

- **Compatibilidad e incompatibilidad**

Para que un injerto tenga éxito es necesario que los dos materiales vegetales a injertar sean compatibles. La compatibilidad en este contexto se entiende como la capacidad que presentan dos plantas para dar como resultado al ser injertadas entre sí una planta compuesta que pueda desarrollarse con normalidad como un solo individuo, manteniendo para ello una unión eficaz entre ambas partes.

Como ya se ha visto en párrafos anteriores, la compatibilidad está relacionada con la afinidad fisiológica, esto implica que plantas de la misma especie tendrán una buena compatibilidad, aunque sean de distintas variedades. Mientras que la compatibilidad entre plantas de distintas especies dependerá de cuáles sean las especies en cuestión y de la relación taxonómica que exista entre ambas, ya que se trata de materiales genéticamente diferentes.

En los casos en que los injertos entre dos plantas concretas no puedan realizarse con éxito, se dice que éstas son incompatibles. La incompatibilidad entre plantas puede ser de dos tipos: localizada y translocada.

Incompatibilidad localizada: Se llama así porque el problema está localizado en la zona de la unión entre las plantas. En los casos en los que se produce, la unión del injerto es mecánicamente débil. Las consecuencias son una interrupción parcial de los tejidos vasculares en esta zona, lo que hace que la savia no pueda circular con normalidad por la planta.

**Incompatibilidad translocada:** Se llama así porque la incompatibilidad en este caso se produce entre los floemas de ambas plantas, teniendo éstos características bioquímicas diferentes. Esto hace que la translocación de savia se vea dificultada.

En ambos casos y con el paso del tiempo se van observando en la planta una serie de síntomas relacionados con el desplazamiento anormal de carbohidratos por el organismo.

Una vez vistos los conceptos de compatibilidad e incompatibilidad, cabe destacar que en la práctica no siempre se dan estos dos extremos en la realización de injertos. Al realizar injertos entre ciertas especies que no son completamente compatibles o incompatibles entre sí, se puede observar como al principio el injerto parece resultar exitoso, mostrando sin embargo con el tiempo ciertos síntomas de incompatibilidad.

Los síntomas de incompatibilidad son en general un crecimiento anormal de la parte aérea y un agotamiento de las raíces.

Estos síntomas pueden también deberse a otras causas fisiológicas (condiciones ambientales desfavorables, fertirrigación desequilibrada), patológicas (plagas, enfermedades) o culturales (una mala realización del injerto). Por todo ello a continuación se enumeran algunos síntomas más concretos que pueden ayudar a la identificación del problema:

- Diferencias marcadas en la tasa de crecimiento entre patrón y variedad.
- Desarrollo excesivo de la unión (miriñaque), por encima o por debajo de ella.
- Amarilleamiento, enrollamiento y falta de crecimiento del follaje.
- Ruptura por la unión del injerto.
- Alto porcentaje de fallo de injerto.
- Muerte prematura de plantas.

#### • Principales patrones en pimiento

En el caso del pimiento, para evitar incompatibilidades se deben emplear plantas del género *Capsicum*, ya que no acepta bien patrones de otros géneros, incluidos el resto de géneros de las solanáceas. Se suelen emplear híbridos de pimiento cruzados con otras especies de su género. Las casas comerciales se encargan de hacer ensayos con los patrones que quieren comercializar antes de sacarlos al mercado, por lo que a la hora de elegir el portainjertos adecuado el agricultor no debe preocuparse por los posibles problemas de afinidad.

Los factores a tener en cuenta en la elección son las características agronómicas que se desean en el patrón, así como la influencia que éste tendrá en las características fisiológicas y morfológicas de la variedad. Dicha influencia del patrón sobre la variedad depende no solo del patrón elegido, sino también de la interacción con cada variedad en concreto, ya que se ha comprobado que ciertos portainjertos pueden provocar cierto aumento en las dimensiones del fruto y en la producción mientras que el mismo patrón no modifica las características de otra variedad con la que se injerte.

En la actualidad en el mercado ofrece variedad de patrones de pimiento, algunos de los más empleados en la zona del sureste español son: Brutus, Patrón, Tesor, Oscos y AR 96040.

Brutus (Gautier) proporciona plantas vigorosas y con un sistema radicular bien desarrollado. Además tolera bien ataques de *Phytophthora capsici* y nematodos y tiene resistencia alta al virus ToMV (Virus del Mosaico del Tomate).

Patrón (Clause) permite la obtención de plantas vigorosas con un gran enraizamiento, y es resistente a las diferentes razas de Fusarium y a nematodos.

Los otros tres portainjertos mencionados serán descritos en materiales y métodos.

#### 2.2.4. TÉCNICA DEL INJERTO

Una vez seleccionados el patrón y la variedad de forma correcta, el éxito del injerto dependerá del método empleado para realizarlo y de las condiciones externas a las que estén sometidas las plantas. Para poder hacer todo esto de forma adecuada es necesario conocer los mecanismos fisiológicos que hacen posible la unión entre las dos plantas, los distintos métodos de injerto que se pueden emplear, para poder elegir así el más adecuado, y las condiciones ambientales óptimas para un desarrollo exitoso de todo el proceso.

- **Procesos fisiológicos durante la unión**

Como ya se ha visto, a la hora de realizar un injerto es imprescindible que el cambium de ambas plantas entre en contacto, de esta manera se unirán correctamente los haces vasculares. Una vez estos tejidos están estrechamente unidos y debido a su crecimiento, ambos tejidos cambiales (del patrón y de la variedad) se entrelazan formando el tejido del callo. A partir de este callo se origina un nuevo sistema vascular común a ambas plantas. En el caso de las hortalizas, al tratarse de plantas herbáceas, comienzan a diferenciarse en esta parte del proceso los distintos componentes de los haces vasculares, tanto del xilema (traqueidas) como del floema (tubos cribosos), y entre los dos elementos vasculares se forma una capa de cambium. Las células de parénquima que forman el callo pueden diferenciarse con facilidad en elementos de tipo traqueidas (Hartmann, Kester, Davies, & Geneve, 2010).

Tras el injerto quedan formados por tanto elementos vasculares que permiten el paso savia bruta y elaborada de una parte a otra de la planta compuesta. Sin embargo, aunque compartan ya un sistema vascular común, no hay que olvidar que cada parte de la nueva planta conserva intacto su material genético.

- **Métodos de injerto**

Para la realización apropiada de los injertos, las empresas especializadas además de necesitar las estructuras habituales en cualquier semillero (cubiertas, sistemas de riego y fertilización, sistemas de ventilación, etc.), también requieren de ciertas instalaciones específicas para el desempeño de esta labor. Éstas son:

- Taller de injerto. Se trata de una cámara aislada del resto del invernadero y provista de sistemas de climatización que puedan proporcionar las condiciones climáticas óptimas de luz, temperatura y humedad que las plántulas necesitan al ser injertadas.



- Cámara de prendimiento. Es una estructura hermética construida dentro del invernadero, su función es mantener el óptimo de temperatura, humedad, luminosidad y oxígeno que requieren las plantas recién injertadas, de manera que se pueda estimular lo máximo posible la actividad celular para la realización de una buena unión entre las partes.
- Zona de aclimatación: Se llama así a la parte de las instalaciones donde se colocan las plantas una vez el injerto ha prendido para que se puedan adaptar gradualmente a las condiciones climáticas que tendrán en su lugar definitivo de cultivo.

Existen en el mercado robots que realizan las operaciones de injerto de forma mecanizada, pero habitualmente se realiza de forma manual, esto es debido a que los robots requieren para su buen funcionamiento que la planta sea muy homogénea. Si el personal que realiza los injertos está especializado en estas técnicas, su realización resulta más eficiente, ya que los operarios eligen de una en una la planta adecuada para cada portainjertos en función del diámetro de tallo de ambos.

En horticultura los injertos más empleados son el de aproximación, el de cuña o púa, el de púa japonés y el de empalme. En el caso del pimiento el método más empleado actualmente es el injerto de empalme, seguido por el injerto de púa. A continuación se explican los cuatro métodos empleados en hortícolas:

#### Injerto de aproximación

La característica de este método de injerto es que tanto el sistema radicular de la variedad como el del patrón se mantienen a lo largo de todo el proceso. Para que a la hora de la realización del injerto ambas plantas tengan un desarrollo similar primero se siembra la variedad, y transcurridos de 3 a 7 días se siembra el patrón. Una vez que el patrón desarrolle las primeras hojas y que la variedad se encuentre bien desarrollada, se puede realizar el injerto, esto suele ser unos 17-22 días después de la plantación del patrón.

Los cepellones de ambas plántulas se extraen con raíces, esta operación se realiza ya en el taller de injerto. Una vez las plantas están fuera de los cepellones, se les realizan los cortes necesarios. Al patrón se le realiza una incisión que va desde 1,0 a 1,5 cm por debajo de los cotiledones hasta la mitad del tallo, y a la variedad se le hace un corte por debajo de la primera hoja verdadera hasta el centro del tallo. Para que ambas plantas puedan ser unidas, uno de los cortes es de arriba a abajo, y en el otro a la inversa. Se unen entonces ambas plántulas y se fija la unión con una pinza o una cinta de estaño. Es importante no apretar en exceso la unión para no estrangularla.

Las plántulas vuelven en este punto a colocarse en una bandeja de cultivo, se emplea una de mayor volumen para asegurar un buen enraizamiento. Las bandejas con las plantas injertadas se mantendrán en un ambiente cálido (de 25 a 30°C) y húmedo (de 80 a 90% de humedad relativa) (MAGRAMA, 2013).

Cuando el injerto haya prendido, se eliminarán la parte aérea del patrón y la radicular de la variedad, colocándose entonces en la zona de aclimatación para que las plantas se adapten gradualmente al medio donde se va a realizar el cultivo. Una vez preparadas se transportan hasta el lugar de cultivo definitivo. Esto suele ser unos 30-40 días tras la realización del injerto.



**Figura 68. Detalle de los distintos pasos realizados en el proceso de injerto de aproximación (Infoagro).**

Este método es el más tradicional, pero hoy en día los semilleros tienden a usar otros métodos para reducir costes tanto en mano de obra, porque este injerto requiere de la realización de cuatro cortes, como costes en espacio, ya que con este sistema se emplean tres cepellones distintos (para la variedad, para el patrón y para la planta definitiva).

#### Injerto de cuña o púa

En este tipo de injerto, a diferencia del anterior, se mantiene la parte aérea de la variedad y el sistema radicular del patrón, por lo que exige unas condiciones ambientales estrictas durante el periodo de prendimiento para evitar la desecación de la variedad que ha quedado sin sistema radicular. Se siembra primero la variedad y pasados de 2 a 7 días se realiza la siembra del patrón. Al ser el sistema radicular del patrón el único que permanece durante el proceso, éste se sembrará en las bandejas definitivas.

El injerto en si se realizará cuando ambas plantas hayan desarrollado las primeras hojas verdaderas, esto es, entre 17 y 22 días después de la plantación del patrón. Para ello se eliminan el tallo principal y los brotes del patrón y se hace una hendidura entre los cotiledones hasta el centro del tallo y hacia abajo, esta hendidura será de entre 1,0 y 1,5 cm de longitud. El tallo de la variedad también se corta, en este caso se da el corte de 1,5 a 4,0 cm por debajo de los cotiledones y se practica un corte en bisel de 0,6 1,0 cm en forma de cuña. Una vez realizados ambos cortes se puede insertar la cuña dejada en la variedad en la hendidura del patrón y se sujeta la unión con una pinza. Es importante que los operarios elijan plántulas con un diámetro de tallo similar para que el prendimiento se realice mejor.



Figura 69. Detalle de un injerto de púa (Infoagro).

Las plantas recién injertadas se mantienen en un ambiente cálido, de 25 a 30 °C y húmedo de 80 a 90% de humedad relativa en túneles de plástico o cámaras de prendimiento durante dos días (MAGRAMA, 2013). Tras esto se pasan a la zona de aclimatación del semillero y a los 20-25 días tras el injerto estarán listas para el trasplante.

#### Injerto de púa japonés

Este sistema es una variante del anterior y las plántulas se obtienen de forma similar. Para su realización se corta el tallo de la variedad por debajo de los cotiledones en forma de bisel con un ángulo de 40 a 65 °C. Al patrón también se le efectúan dos cortes, uno para eliminar su sistema radicular y otro en la pared aérea en forma de bisel y con el que se elimina el ápice de crecimiento y un cotiledón, quedando entonces el tallo sin raíces y con un solo cotiledón. Se unen ambos tallos por las zonas cortadas en bisel y se afianza la unión con una pinza. Las plantas son entonces insertadas en sustrato húmedo. Al tener que desarrollar el patrón un sistema radicular nuevo es común el empleo de enraizantes en esta fase del proceso.

Las bandejas con los injertos se llevan entonces a los túneles de prendimiento, donde permanecerán entre 6 y 8 días con condiciones de humedad y temperatura controladas. Una vez pasado este plazo el injerto ya habrá prendido y se va abriendo poco a poco el plástico para su aclimatación.

#### Injerto de empalme

Este tipo de injerto es el más empleado a nivel europeo, aunque es muy exigente en condiciones microclimáticas. Para este método el patrón se siembra en alveolos de unos cuatro centímetros y la variedad se siembra el mismo día. Sin embargo, el patrón se trata de un híbrido interespecífico, la variedad se sembrará de 3 a 5 días después del patrón. Cuando los tallos de ambas plántulas alcanzan los 1,2-2,5 mm de diámetro, se procede al injerto propiamente dicho. El patrón se corta entonces en bisel por debajo por encima de los cotiledones y se coloca entonces una pinza en la zona de corte (sobresaliendo en el extremo). Después se procede al corte en bisel de la variedad, con un ángulo igual al empleado en el patrón y a una altura del tallo con igual diámetro al punto de corte del

patrón. Tras esto, se inserta la variedad en la pinza, en la parte que ha quedado sobresaliendo, procurando que ambas zonas de corte entren en contacto.



**Figura 70. Detalle de los distintos pasos realizados en el proceso de injerto de empalme (Infoagro).**

Una vez realizado el injerto, se coloca la planta en la cámara de prendimiento con un ambiente cálido (de 22 a 23°C), húmedo y sin radiación solar directa (MAGRAMA, 2013). Durante los tres primeros días se debe mantener la cámara cerrada, abriéndose a partir del sexto para que se ventile progresivamente. Si se observa cierto marchitamiento en las plántulas se debe pulverizar agua en la cámara, y si con esto no se recuperase la turgencia de las mismas habría que cerrar y dejar de nuevo unos días sin ventilar. Una vez se observa que el prendimiento se ha realizado con éxito, se sacan las plántulas de la cámara y se llevan a la zona de aclimatación. El trasplanta a su zona definitiva de cultivo puede realizarse de 14 a 21 días después del injerto.

## 3.MATERIALES Y MÉTODOS

### 3.1. SITUACIÓN DE LA FINCA EXPERIMENTAL

El ensayo se realizó durante la campaña agrícola 2012-2013, llevándose a cabo el mismo en la Finca Experimental UAL-ANECOOP, situada en el paraje “Los Goterones”. Dicha finca está localizada en el término municipal de Almería, en el polígono 24, parcela 281. Sus coordenadas geográficas son: Latitud 36° 51' 49,72" Norte y longitud 2° 17' 1,14" Oeste. (FEGA)



Figura 71. Localización (izquierda) y vista aérea (derecha) de la finca experimental UAL-ANECOOP (Google Earth).

### 3.2. INSTALACIONES Y EQUIPAMIENTO DE LA FINCA

La finca tiene aproximadamente una superficie bruta de 14 hectáreas, de los cuales se cultivan unos 50000 m<sup>2</sup>. La superficie destinada al cultivo está dividida en diferentes módulos, los cuales no son iguales, sino que tienen distintas características estructurales y están dotados de distintos niveles de tecnología. En siguiente figura se puede apreciar la distribución de dichos módulos, así como del resto de instalaciones de que consta la finca.



Figura 72. Plano de la finca experimental UAL-ANECOOP con las distintas unidades de cultivo (izquierda) y memoria de las superficies de las distintas instalaciones (derecha) (UAL-ANECOOP)

Además de las zonas de cultivo, la finca consta de una serie de instalaciones auxiliares y equipamientos necesarios para la realización y el control del trabajo realizado, así como para el uso de los trabajadores. Dichas instalaciones quedan enumeradas en la siguiente tabla.

**Tabla 19.** Instalaciones comunes de la finca experimental UAL-ANECOOP y sus respectivas superficies.

Instalaciones comunes	Superficie (m <sup>2</sup> )
Nave principal	400
Nave Norte	360
Nave de Ingeniería Rural	100
Oficinas	40
Laboratorio	40
Laboratorio	60
Cámaras	80
Cámaras frigoríficas	80
Cámaras de cultivo	100
Cabezales de riego	160
Cabezales de riego	120
Caldera	80
Comedor	95
Taller	25

### 3.3. CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA

El ensayo fue realizado en el módulo de cultivo U5, siendo éste un invernadero de estructura tipo multitúnel de una superficie de 1800 m<sup>2</sup> y con orientación noroeste-suroeste, como puede apreciarse en la Figura 72.

La estructura se compone de cinco túneles constituidos por elementos metálicos de acero galvanizado en frío y en caliente, lo que los protege de la corrosión. Cada túnel tiene 45 m de largo por 8 m de ancho. La techumbre está curvada, siendo la altura cenital de 5,7 m y la altura en los bordes de 4,5 m. Al ser la altura del invernadero considerable, se logra en su interior una mayor inercia térmica, lo que favorece a los cultivos al no verse influenciados por grandes variaciones de temperatura, humedad o composición del aire. A lo largo de los bordes longitudinales de cada túnel se hayan instaladas canaletas metálicas destinadas a la recogida y desagüe del agua de lluvia.

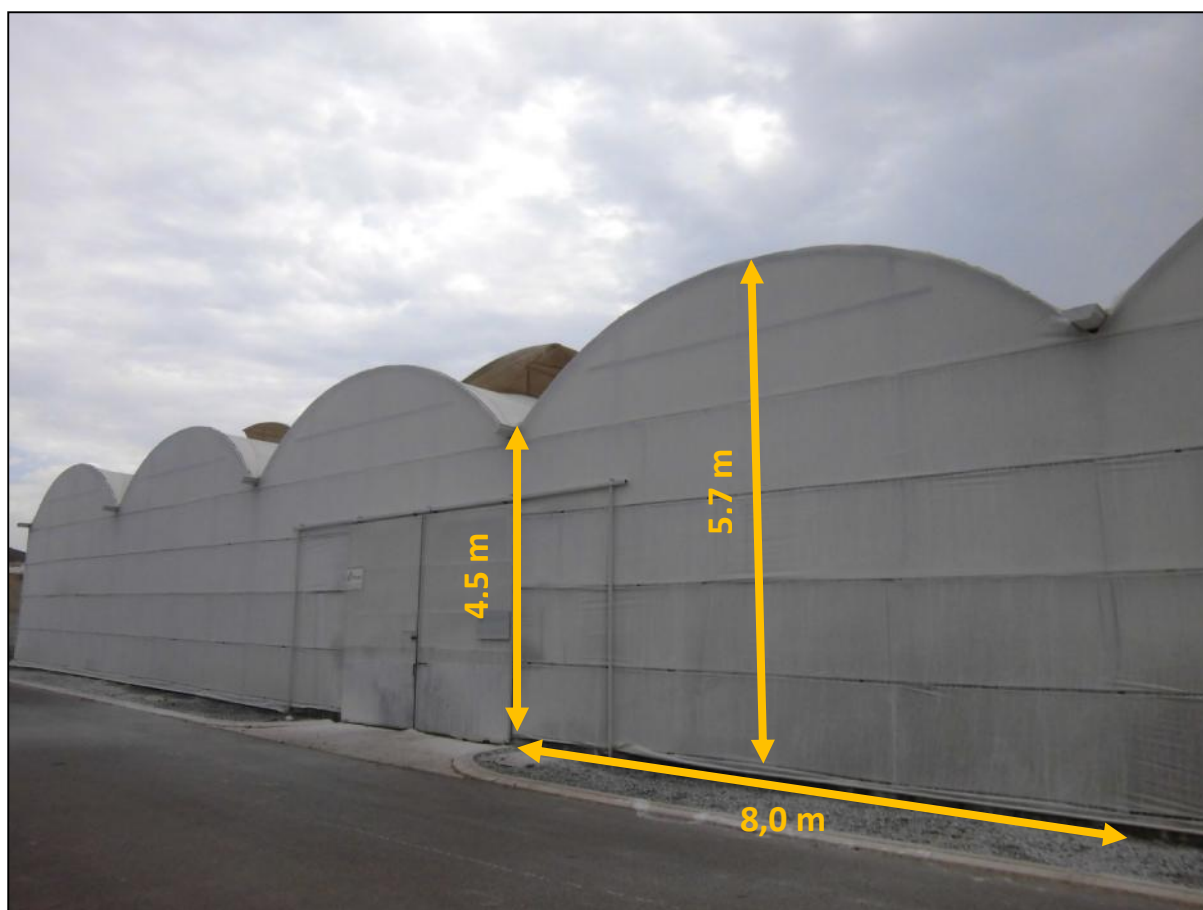


Figura 73. Frontal del invernadero U5 con sus dimensiones indicadas en metros.

El módulo U5 consta de una cubierta plástica translúcida de polietileno térmico tricapa de 800 galgas, de tres campañas de duración, en su superficie se encuentra protegido por cintas de poliéster de 4 cm de ancho montadas de modo cruzado, habiendo dos cintas por cada 2,5 m lineales de túnel. Las paredes del invernadero están cerradas con film de PE reforzado, tensadas mediante omegas horizontales. Además de las cubiertas básicas, el invernadero también consta de elementos auxiliares como dobles cubiertas o pantallas.

En su parte frontal y trasera hay dos puertas (a cada extremo del pasillo central). Dichas puertas son de gran tamaño permitiendo así la entrada de maquinaria en los momentos en que pueda ser necesario. Para compensar el gran tamaño de las puertas y proteger en lo posible la hermeticidad del invernadero cada puerta es en realidad un sistema de doble puerta que consta de un habitáculo de 7,6 m<sup>2</sup> cada una, de esta forma se mantiene la inercia térmica y se previene la entrada de insectos plaga mientras no se abran las dos puertas al mismo tiempo.





**Figura 74. Dobles puertas del invernadero vistas desde fuera (izquierda) y desde dentro (derecha).**

El invernadero también consta de aperturas en su parte superior destinadas a controlar la ventilación cuando sea necesario. En total hay cinco ventanas, cada una de ellas situada a lo largo de los cinco túneles del invernadero. Sus dimensiones don de 40 m de largo por 2,5 m de ancho, obteniéndose así un 27,7% de superficie ventilable. La apertura y cierre de las ventanas está regulado por un sistema de ventilación pasiva automatizada activado por la velocidad y dirección del viento, así como por la temperatura y humedad relativa acumulada en el interior del invernadero. El sentido de apertura es hacia el norte y hacia el sur alternativamente. Para evitar la entrada de insectos plaga durante el tiempo que permanecen las ventanas abiertas, éstas están equipadas con una malla anti-insectos de 50 mesh (20 x 10 hilos/cm<sup>2</sup>).



**Figura 75. Vista exterior (izquierda) e interior (derecha) de las ventanas cenitales.**

Interiormente el invernadero está dividido a lo largo por un pasillo central que comunica las dos dobles puertas. Si tenemos en cuenta la superficie ocupada por este pasillo y por las antecámaras de las dobles puertas la superficie útil cultivable del invernadero pasa de los 1800 m<sup>2</sup> iniciales a solamente 1683 m<sup>2</sup>. Al no estar el pasillo justo en el centro del invernadero, la superficie de los dos tablares no coincide, midiendo el tablar Norte 926 m<sup>2</sup> y el tablar Sur 757 m<sup>2</sup>. En cuanto al suelo, éste se encuentra arenado.

### 3.4. SISTEMA DE RIEGO

El sistema de riego y fertilización del módulo de cultivo U5 está gestionado por un cabezal de riego que consta de dos balsas, sistema de inyección de fertilizantes, sistema de impulsión de la solución final a los goteros, ordenador y cuadro de control.

El transporte de la solución nutritiva hasta la planta se realiza por medio de una red de distribución que finaliza en el invernadero haciendo llegar al cultivo todos los nutrientes y el agua necesarios de la forma más uniforme posible.

Este tipo de gestión del fertirriego es similar a la de los invernaderos comerciales de la provincia de Almería.

#### 3.4.1. CABEZAL DEL SISTEMA

- **Balsas**

Las balsas que abastecen los diferentes módulos de cultivo de la finca experimental son dos y tienen 5000 m<sup>3</sup> de capacidad cada una de ellas. Son balsas de materiales sueltos y se hayan techadas con geotextil de color negro, con lo que se evitan la mayor parte de las pérdidas por evaporación, evitando al mismo tiempo un aumento en la salinidad. El empleo del geotextil también evita la descomposición y la proliferación de algas.

La razón para que se empleen dos balsas en lugar de una de mayores dimensiones es la distinta procedencia del agua contenida en cada una de ellas.

En la primera balsa se recoge el agua de lluvia caída sobre la techumbre de los invernaderos, esto es posible gracias a las canaletas metálicas colocadas en los invernaderos que recogen el agua. Esta agua es transportada de forma pasiva a la balsa a través de una red de tuberías diseñada a tal efecto. Este proceso hace posible el aprovechamiento del agua de lluvia que de otra forma se perdería.

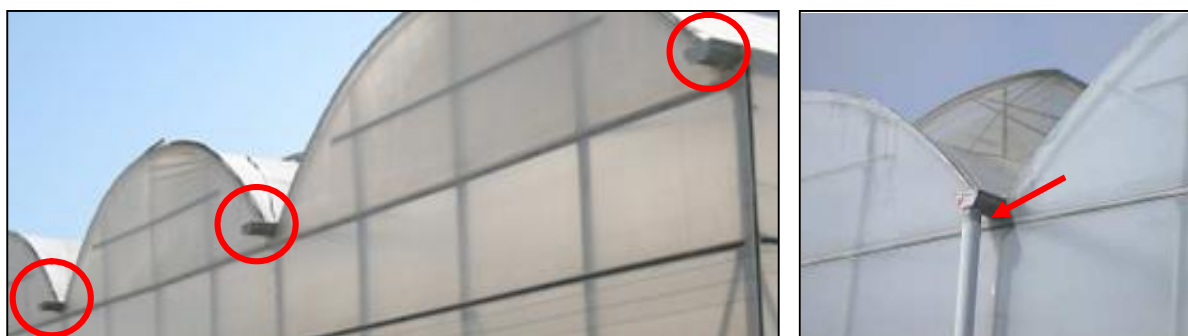


Figura 76. Canaletas sobresaliendo del invernadero (izquierda) y bajante unida a una de ellas (derecha).

Debido a la baja pluviometría de la zona se hace indispensable el uso de agua de riego procedente de otra fuente, en este caso se trata de aguas ozonificadas procedentes de la depuradora de aguas de Almería, que se almacena en la segunda balsa de la finca experimental. El suministro de esta agua está gestionado por la Comunidad de Regantes de Cuatro Vegas.

- **Impulsión y filtrado**

La impulsión del agua desde las balsas al resto del sistema la realizan dos bombas multicelulares situadas cada una en una de las balsas. La proporción de agua tomada de cada una de las balsas dependerá en cada momento de la conductividad eléctrica requerida en el agua de riego. El agua se mezcla una vez las bombas la han tomado de las balsas.

Antes de su canalización a través de todo el sistema de fertirriego, el agua proveniente de las balsas ha de ser filtrada para eliminar impurezas, para ello el sistema de filtrado consta de dos filtros de arena y otros dos filtros de anillas situados tras los anteriores.

Antes del cabezal de riego propiamente dicho, también hay instalado un caudalímetro que registra el volumen de agua total empleado en el riego.

- **Fertilización**

Una vez filtrada el agua de riego se vierte a un tanque de mezclas de 200 L y a los distintos tanques de soluciones madre.

Para la mezcla inicial de los fertilizantes con el agua de riego es necesario más de un tanque de solución madre, ya que si se mezclaran ciertos productos químicos a las concentraciones necesarias en la solución madre y sin que dicha solución fuera distribuida al instante, se producirían reacciones entre los productos químicos que darían lugar a su precipitación, lo cual hay que evitar, no sólo por la pérdida en sí de fertilizantes que quedarían inutilizados, sino porque dicho precipitado puede generar graves problemas en las instalaciones de riego.

Por todo ello en la estación experimental se dispone de cuatro tanques de 1000 L de capacidad cada uno en el que se disuelven los siguientes fertilizantes:

- Tanque A: Nitrato potásico.
- Tanque B: Nitrato cálcico y Microelementos.
- Tanque C: Sulfato potásico y Sulfato magnésico.
- Tanque D: Ácido fosfórico.

Además de estos cuatro tanques principales, se dispone de otro tanque de 1000 L para el Ácido nítrico y otro de 500 L utilizado para aportaciones puntuales cuando en el cultivo se detectan carencias.

Tabla 20. Fertilización aplicada al cultivo.

Materia prima	Cantidades por meses (kg)									TOTAL (kg)
	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	
Ácido Nítrico	10,3	12,8				3,8	7,1	5,7	33,1	72,8
Ácido fosfórico	14,9		8,7	12,0	27,2	13,1	8,3	33,1	25,7	143,0
Fosfato monopotásico	5,1									5,1
Nitrato potásico	5,1	37,3	26,8	51,2	73,7	75,1	59,5	52,0	45,9	426,6
Nitrato cálcico		21,3	26,8	54,1	89,3	75,1	71,4	37,8	68,9	444,7
Nitrato amónico	1,7	2,7	2,1	2,8						9,3
Sulfato potásico	1,7	24,0	24,7	34,2	34,9	21,9	29,7	28,4	41,3	240,8
Nitrogeo mix		0,5	0,6	0,7	2,3	1,8	1,7	0,9	1,7	10,2



Figura 77. Tanques de solución madre de 1000 L (izquierda) y tanque de mezclas de 200 L (derecha).

- **Control y medida**

Todos estos fertilizantes son incorporados en el tanque que mezclas de 200 L donde se realiza la solución madre definitiva. En este tanque las proporciones de fertilizantes han de ser las requeridas por el cultivo en cada momento, para ello se han dispuesto una serie de elementos en el sistema que se encargan de hacerlo posible.

Para empezar el tanque de mezclas consta de una bolla que permite mantener el nivel del agua constante, de esta forma se pueden controlar las concentraciones en función de la cantidad de fertilizantes vertidos en dicho tanque.

Cada una de las tuberías provenientes de cada uno de los tanques citados en el apartado anterior (un total de seis) consta de una bomba inyectora que se encarga de inyectar solución madre de cada tanque en su piezómetro correspondiente. Estos son piezómetros estabilizadores de caudal empleados para asegurar que los fertilizantes sean incorporados al agua de riego en las proporciones más exactas posibles.

Todo esto está regulado por el ordenador, que comanda las diferentes electroválvulas y hace posible que los fertilizantes pasen al tanque de mezclas en las proporciones adecuadas para el cultivo.



Figura 78. Interior del tanque de mezclas con la solución madre definitiva (izquierda) y cabezal de riego (derecha).

Además de este sistema de bombas inyectoras, en los invernaderos comerciales de la provincia de Almería se pueden encontrar inyectoros tipo venturi, que aunque constan de un mecanismo distinto permite realizar una dosificación de los fertilizantes adecuada. Los tanques de fertilización empleados con anterioridad están ya prácticamente en desuso por su falta de uniformidad.

### 3.4.2. RED DE DISTRIBUCIÓN DEL AGUA

- **Tuberías y emisores**

La solución nutritiva final destinada a la fertilización del cultivo se impulsa desde el tanque de mezclas a través de una electrobomba de riego de 3 CV de potencia, se hace pasar por un filtro de anillas y, una vez filtrada, se incorpora a la red de distribución.

El conducto principal de la red se compone de tuberías de PVC de 60 mm de diámetro interior, ya que el PVC es degradado por la luz solar, estas tuberías se encuentran enterradas y van desde el cabezal de riego hasta el módulo de cultivo.

Una vez en el invernadero, el sistema de riego se divide para distribuir el agua a los distintos sectores de riego. Para ello, conectadas al conducto principal de PVC (policloruro de vinilo) están las tuberías portarramales, éstas no van enterradas por lo que han de ser de PE (polietileno) y tienen un diámetro interior de 32 mm. De ellas salen a su vez las tuberías portagoteros que son también de PE de baja densidad, pero cuyo diámetro interior es de 16 mm.

En dichas tuberías portagoteros, las últimas de la red de distribución de agua, van instalados los goteros. En el caso de invernadero U5 los goteros son de tipo autocompensante, con un caudal nominal de 3,0 L/h, manteniendo un caudal de trabajo entre 1,0 y 3,5 kg/cm<sup>2</sup>.



Figura 79. Ramal portarramales con sus llaves (izquierda) y ramales portagoteros durante un prueba de uso (derecha).

- **Distribución interior del invernadero**

El invernadero U5 se encuentra dividido en dos tablares, compuesto cada uno a su vez de dos sectores de riego, habiendo en total cuatro sectores de riego. Cada sector a su vez se encuentra dividido en tres subsectores, lo que implica que en el invernadero haya en total doce subsectores de riego. Cabe destacar que en los invernaderos comerciales de la zona la división llega tan sólo al nivel de sectores de riego, el empleo de subsectores en este invernadero permite una mayor flexibilidad en la utilización del sistema de riego en función de los diferentes ensayos que se hayan de realizar.

Como ya se vio en el apartado 3.3., el invernadero no está dividido en dos mitades idénticas, esto hace que los sectores y subsectores en los que queda dividido para su riego tampoco sean idénticos. Las tuberías portarramales sí son de igual longitud, por lo que tanto el tablar norte como el tablar sur constan de 54 ramales portagoteros cada uno (26 líneas dobles y dos líneas simples en los márgenes del invernadero). La diferencia está en la longitud de dichos ramales portagoteros, que hace que el número de goteros por tablar varíe considerablemente, ya que la separación entre goteros es de 0,5 m en ambos tablares. Así, el tablar Norte de 926 m<sup>2</sup> de superficie consta de 2178 goteros (41 goteros/tubería portagoteros) y el tablar Sur de 757 m<sup>2</sup> de superficie consta de 1746 goteros (33 goteros/tubería portagoteros).

Lo anteriormente expuesto no implica ninguna diferencia en la densidad de goteros entre ambos tablares. La separación entre goteros es de 0,5 m y la separación media entre ramales portagoteros es de 0,83 m, lo que da una densidad de goteros de 2,4 goteros/ m<sup>2</sup>.

Para la realización del cultivo en filas dobles, la separación entre ramales portagoteros es de 0,6 m y 1,06 m alternativamente, generando así dichas líneas dobles de ramales con un pasillo entre ellas.

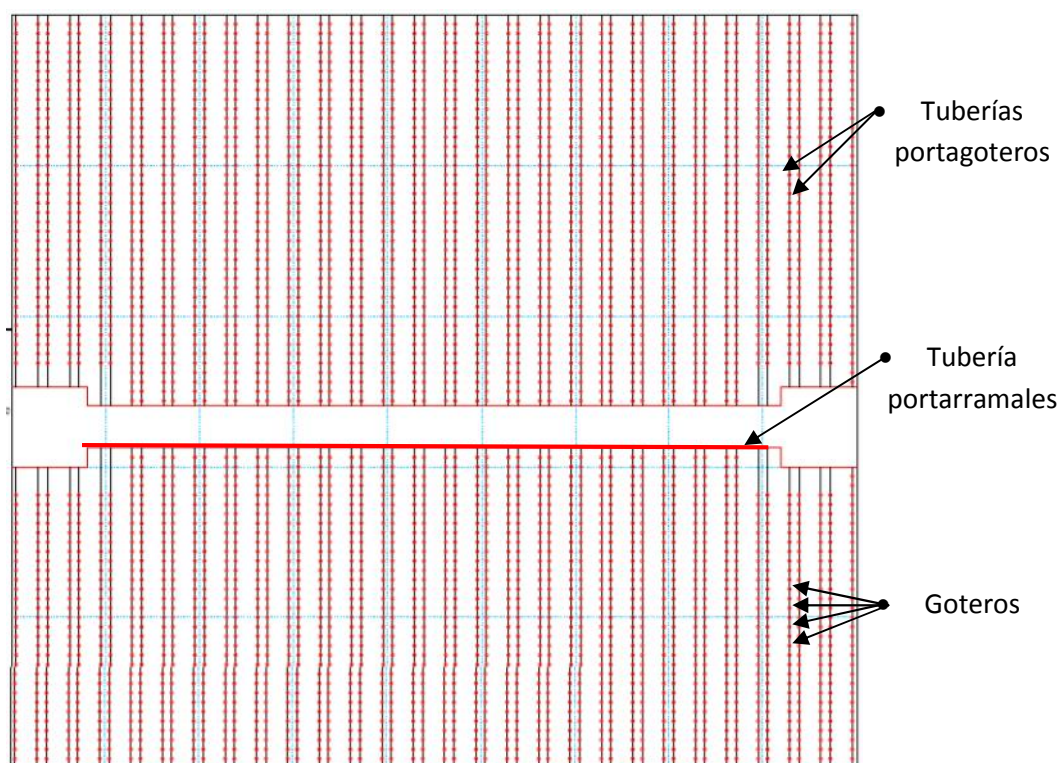


Figura 80. Plano del invernadero U5 y la distribución de los distintos elementos de riego en su interior.

### 3.4.3. RIEGOS APLICADOS AL CULTIVO

El cultivo ha trascurrido a lo largo de 257 días en los cuales se han efectuado un total de 134 riegos. Tanto la cantidad de riegos efectuados como el volumen de agua aplicado en los mismos ha variado entre los distintos meses de cultivo, debido a los distintos estados fenológicos por los que ha ido pasando el cultivo y a las diferencias climáticas entre unos meses y otros. En total se han aplicado 882,40 litros de agua, y el tiempo empleado para ello ha sido de 62,28 horas.

Tabla 21. Riegos aplicados al cultivo.

	Días	Nº de riegos	Horas de riego	Volumen (m3)	pH medio	C.E. media
Agosto	15	7	2,16	37,90	5,76	1,39
Septiembre	30	20	9,26	169,30	4,93	2,33
Octubre	31	30	9,25	72,00	5,33	2,67
Noviembre	30	14	6,91	73,40	3,54	2,36
Diciembre	31	13	6,83	93,60	3,79	2,26
Enero	31	13	6,29	87,80	5,01	2,17
Febrero	28	11	4,41	73,30	5,50	2,27
Marzo	31	13	6,13	99,60	5,41	2,28
Abril	30	13	11,04	175,50	5,88	1,09
<b>TOTAL</b>	<b>257</b>	<b>134</b>	<b>62,28</b>	<b>882,40</b>		
<b>MEDIA</b>					<b>5,02</b>	<b>2,09</b>

Para un mayor control cualitativo del riego aplicado, se registran tanto el pH como la conductividad eléctrica (C.E.), ya que ambos parámetros influyen de forma significativa en la planta y la absorción de nutrientes por parte de la misma.

#### 3.4.4. CONTROL DE RIEGO (PANEL Y PROGRAMA INFORMÁTICO)

Como ya se ha mencionado en apartado anterior, las electroválvulas están controladas por ordenador. Dicho ordenador está situado en la oficina en la oficina localizada en el interior de la sala de cabezales de riego de la finca experimental, y es manejado por el personal cualificado de la finca. Según las necesidades de los distintos ensayos realizados en los módulos de cultivo, el ordenador permite realizar diferentes sistemas de programación de riego, como son por hora fija, riegos cíclicos, riego por demanda, etc.

#### 3.5. CONDICIONES CLIMÁTICAS

A pesar de tratarse de un cultivo bajo cubierta, no se han empleado sistemas de calefacción, por lo que las temperaturas en el interior del invernadero no han sido estables durante todo el ciclo de cultivo. En la tabla 22 pueden observarse los datos medios de temperatura y humedad relativa mensuales registrados en el módulo U5.

Tabla 22. Datos climáticos del interior del invernadero durante el ciclo de cultivo.

	T <sup>a</sup> media	T <sup>a</sup> max	T <sup>a</sup> min	HR media	HR max	HR min
Agosto	29,34	44,40	21,80	67,69	91,40	23,70
Septiembre	25,34	40,70	15,10	67,10	94,60	21,50
Octubre	21,64	43,00	9,70	73,07	98,00	24,40
Noviembre	18,14	37,80	8,00	78,29	98,60	26,10
Diciembre	15,45	34,70	5,60	77,52	97,20	27,40
Enero	15,00	32,50	5,90	69,86	95,10	20,60
Febrero	15,64	38,10	3,70	63,54	94,00	15,60
Marzo	17,08	34,10	7,10	71,17	98,50	20,60
Abril	19,73	43,80	8,50	70,80	96,90	28,30

Los máximos de temperatura se alcanzaron en el mes de Agosto, durante el inicio del cultivo, y las mínimas se registraron en el mes de Febrero. Desde Octubre hasta Abril se observaron temperaturas mínimas inferiores a 15 °C. Las temperaturas medias de los meses de Diciembre, Enero y Febrero fueron de unos 15 °C.



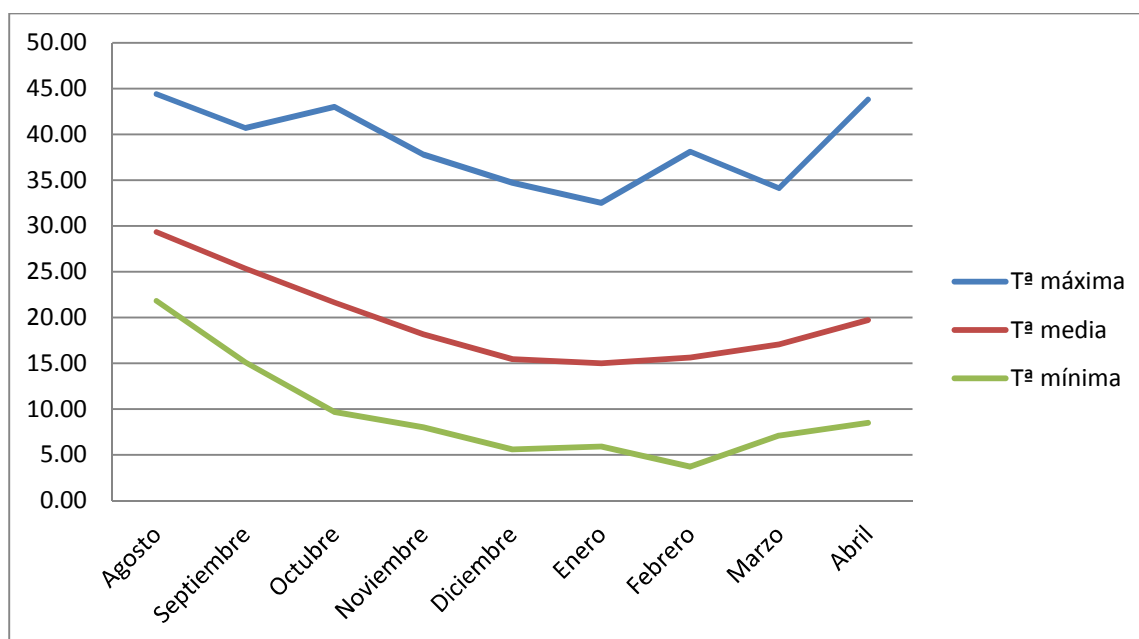


Figura 81. Temperaturas en el interior del invernadero durante el periodo de cultivo, medidas en °C.

La humedad relativa en el invernadero se mantuvo más estable durante el ciclo de cultivo, siendo las variaciones más significativas entre las distintas horas del día que entre los distintos meses.

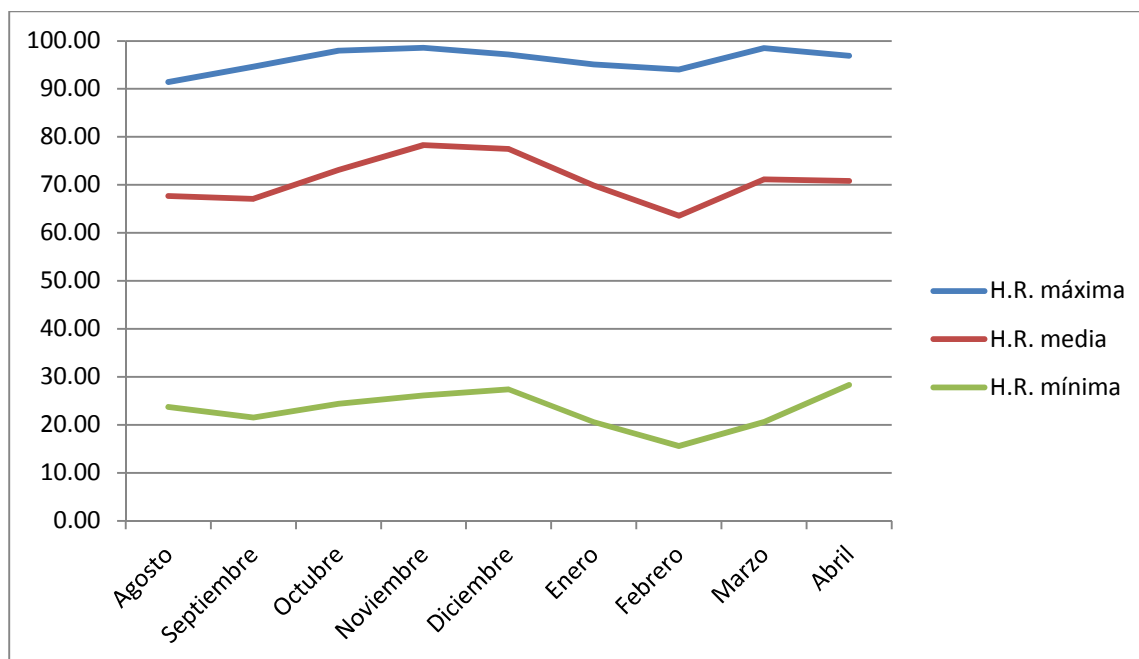


Figura 82. Humedad relativa en el interior del invernadero durante el periodo de cultivo, medida en %.

### 3.6. MATERIAL VEGETAL

En este ensayo se ha evaluado la calidad del fruto de pimiento tipo california cv. Bily procedente de plantas injertadas sobre diferentes portainjertos en comparación con los frutos procedentes de plantas sin injertar. El injerto se llevó a cabo en un semillero

especializado. A continuación se describen las variedades empleadas en el ensayo, tanto Bily, como las variedades empleadas como portainjertos (Tresor, Oscos y AR 96040).

#### Variedad Bily (Syngenta)

Bily es una variedad de pimiento tipo California con maduración en rojo y un ciclo de cultivo medio que se recomienda para plantaciones tempranas de otoño en el levante y el poniente almeriense, principalmente en el mes de Junio y principios de Julio. Es una variedad de desarrollo moderado en altura y sistema radicular muy fuerte. Su floración es precoz y continuada, con un buen cuaje en condiciones de calor y con blanqueo. Los frutos tienen un calibre habitual de G y GG, y tienen en general una alta calidad siendo firmes y bien formados, además de tener un comportamiento excelente frente al microcracking. Presenta resistencia alta al ToMV (virus del mosaico del tomate), TMV (virus del mosaico del tabaco), PMMV (virus de las manchas ligeras del pimiento) y media al TSWV (virus del bronceado del tomate). (Syngenta, 2013)

#### Portainjertos Tresor (Nunhems)

Es un portainjertos de alta compatibilidad y afinidad con las diferentes variedades de pimiento. Aporta un gran sistema radicular, y en consecuencia mejora el desarrollo general de la planta. Dicho sistema radicular presenta un muy buen comportamiento en suelos con problemas de patógenos telúricos como *Phytophthora* o nematodos. Además presenta resistencia media a PVY (virus Y de la patata), TMV (virus del mosaico del tabaco), ToMV (virus del mosaico del tomate). (Hoyos, Molina, Pérez, Robles, Rodríguez, & Tena, 2008)

#### Portainjertos Oscos (Ramiro Arnedo)

Se trata de un patrón para injertos que presenta una muy buena afinidad con los distintos cultivares de *Capsicum annum*, aportando a la unión un excelente desarrollo radicular, así como un gran vigor a la variedad injertada. Pero no sólo favorece a la planta en cuanto a formación y estructura, sino que da frutos de buena calidad. Otra ventaja de este portainjertos es su tolerancia a posibles problemas de encharcamiento y asfixia radicular. Tiene resistencia alta a ToMV (virus del mosaico del tomate), TMV (virus del mosaico del tabaco), PMMV (virus de las manchas ligeras del pimiento) y resistencia media a *Phytophthora* y nematodos.

#### Portainjertos AR 96040 (Ramiro Arnedo)

Este portainjertos, al igual que los anteriores, presenta una buena afinidad con todas las variedades de pimiento. Confiere un buen vigor a la variedad injertada en él, su característica principal al respecto es el rápido desarrollo que se produce al inicio del cultivo. Presenta un buen comportamiento frente a la asfixia radicular por posibles encharcamientos, además de ser resistente a enfermedades telúricas como *Phytophthora* y nematodos.

### **3.7. DISEÑO EXPERIMENTAL**

Para la realización del ensayo, se optó por un diseño experimental de bloques al azar, el cual constaba de cuatro tratamientos (numerados de 0 a 3) con tres repeticiones cada uno (numeradas de 1 a 3), quedando los tratamientos y repeticiones que se muestran en la tabla 23.

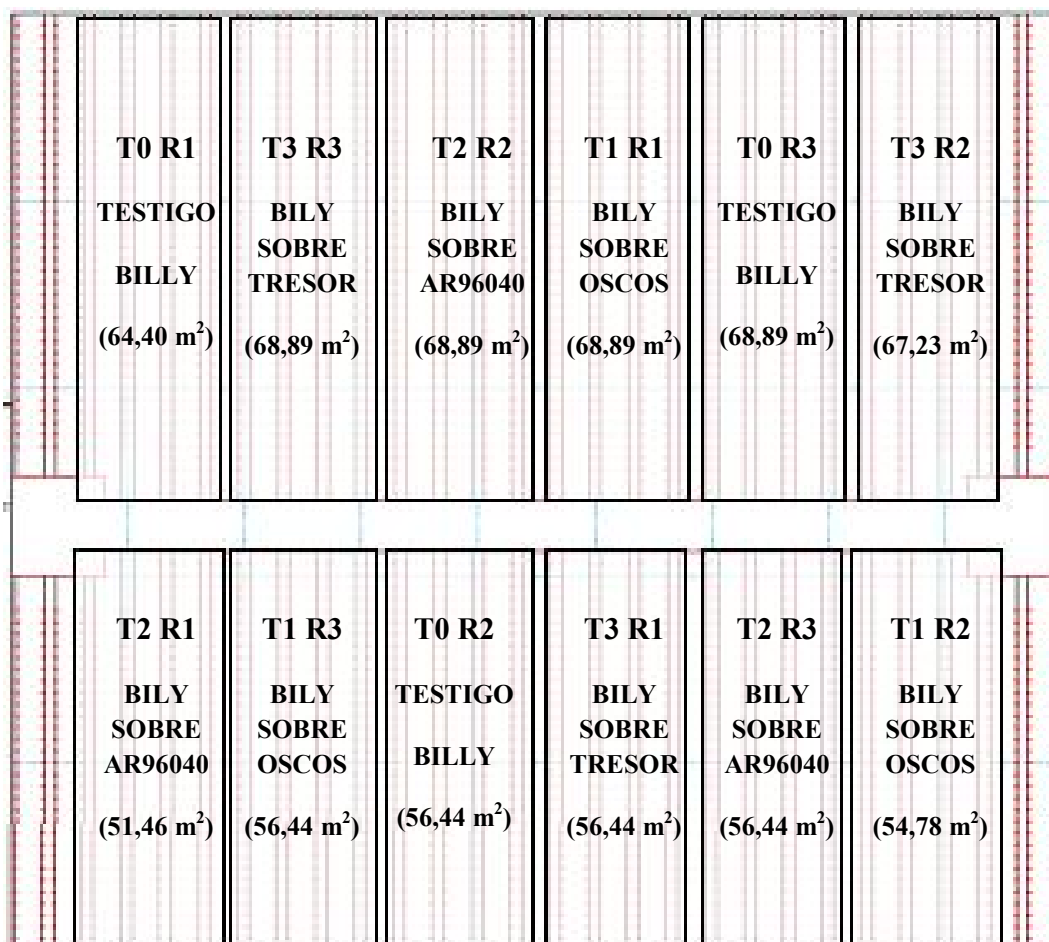
**Tabla 23.** Tratamientos y repeticiones de los mismos empleados en el ensayo.

	Tratamiento 0	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3
Repeticion 1	T0R1	T1R1	T2R1	T3R1
Repeticion 2	T0R2	T1R2	T2R2	T3R2
Repeticion 3	T0R3	T1R3	T2R3	T3R3

Los tratamientos realizados fueron los siguientes:

- Tratamiento 0: Bily sin injertar
- Tratamiento 1: Bily injertado sobre Oscos
- Tratamiento 2: Bily injertado sobre AR 96040
- Tratamiento 3: Bily injertado sobre Tesor

Al ser el diseño experimental de bloques al azar, la distribución de los distintos tratamientos y sus repeticiones en el interior del invernadero quedó tal y como se indica en la figura 83.



**Figura 83.** Distribución de los tratamientos y repeticiones en el invernadero.

Estas posiciones corresponden a los 12 subsectores de riego de que dispone el invernadero U5, que como se ha mencionado con anterioridad no son todas de igual tamaño. Así, en la Figura 83 están incluidas las superficies en número correspondientes a cada subsector. Además de las diferencias entre los subsectores del tablar Norte y los del sector Sur, también cabe destacar los subsectores situados en las esquinas del invernadero difieren en superficie debido a la superficie ocupada por las antesalas de las dobles puertas.

El marco de plantación tampoco será igual en todos los subsectores, ya que hay diferencias entre el testigo y las plantas injertadas. El marco de plantación para el testigo (tratamiento T0) es de 0,84 m x 0,50 m, obteniéndose así una densidad de plantación de 2,3 plantas/m<sup>2</sup>. En el caso de las plantas injertadas (tratamientos T1, T2 y T3) el marco de plantación es de 0,84 m x 0,75 m, ya que en cada línea de cultivo se colocan plantas cada dos goteros consecutivos dejando el tercero sin ninguna planta, así se obtiene en este caso una densidad de plantación de 1,6 plantas/m<sup>2</sup>.

Esta diferencia en las densidades de plantación queda compensada por el sistema de poda empleado en cada tratamiento, ya que aunque todas las plantas hayan sido entutoradas verticalmente, a las plantas sin injertar (tratamiento T0) se les han dejado dos brazos y a las plantas injertadas (tratamientos T1, T2 y T3) se les han dejado cuatro brazos por planta. Así, en el tratamiento T0 tenemos 4,6 brazos/m<sup>2</sup>, mientras que en los tratamientos T1, T2 y T3 tenemos 6,4 brazos/m<sup>2</sup>.



**Figura 84. Marcos de plantación empleados en el testigo sin injertar (izquierda) y en las plantas injertadas (derecha).**

Se optó por organizar así el cultivo, con distintos marcos de plantación y un diferente número de brazos para equiparar los costes iniciales de plantación, siendo así los resultados comparables desde el punto de vista económico, ya que la operación del injerto encarece bastante el valor final de la plántula. Como puede observarse en la Tabla 24, debido a la gran diferencia de precios iniciales (310 € / 1000 plantas sin injertar, 760 € / 1000 plantas injertadas), el precio por metro cuadrado de cultivo es superior en los tratamientos injertados frente al tratamiento sin injertar (0,71 €/m<sup>2</sup> frente a 1,22 €/m<sup>2</sup>) a pesar de la diferencia en la densidad de plantación. También hay que tener en cuenta que esto se ha podido hacer debido al aumento de vigor que experimentan las plantas injertadas con respecto a las plantas que están sin injertar, lo que ha permitido entutorarlas a cuatro brazos en vez de dos, como se ha hecho con las plantas sin injertar.

Tabla 24. Precios finales de vivero de las plantas injertadas y sin injertar.

Tratamiento	Precio inicial 1000 semillas (€)	Precio en semillero de 1000 plantas (€)	Densidad de plantación (plantas/m <sup>2</sup> )	Número de tallos por m <sup>2</sup>	Precio por m <sup>2</sup> (€)
Sin injertar	239	310	2,3	4,6	0,71
Injertado	239	760	1,6	6,4	1,22

La toma de datos se realizó durante todo el ciclo de cultivo, y para ello se seleccionan cada vez 15 frutos al azar en cada parcela (180 frutos en total), de las cuales se recolectan los frutos para la evaluación de la calidad. La selección de plantas se realizó al azar con el fin de obtener unos resultados más fiables de la calidad agronómica, así los frutos fueron recolectados maduros en cada planta sin realizar una selección de los mismos.

### 3.8. MANEJO AGRONÓMICO DEL CULTIVO

Durante el ciclo de cultivo se realizaron una serie de aplicaciones foliares, tanto de productos fitosanitarios como de abonos foliares. En la tabla 25 se detallan la composición y la dosis recomendada de cada uno de los pesticidas empleados durante el ciclo de cultivo. Para su aplicación se tuvieron en cuenta tanto dichas dosis recomendadas, como los plazos de seguridad estipulados en las normativas vigentes.

Tabla 25. Tratamientos foliares efectuados durante el ciclo de cultivo.

Producto comercial	Materia activa	Dosis recomendada
Actara	Tiametoxam* 25 % p/p (250 g/kg) Coformulantes, c.s.p. 100 % p/p (1 kg)	10-20 g/100 L de agua (mínimo 100-200 g/ha)
Affirm	0,855% p/p (8,55 g/kg) de emamectina (benzoato).	100-150 g/hl
Alingn	Azadiractin 3,2% p/v (32 g/L)	75-125 cc/hl
Azadiractina	Azadiractina 3%. L	75-150 ml/hl
Botanigard	Beauveria bassiana cepa GHA 11,30* (%p/p)	0,125 – 0,250%
Calypso	48% thiacloprid	0,45 l/ha
Impact	FLUTRIAFOL 12,5% p/v. SC	75-150 cc/hl.
K-Atomic	DIAZINON 10% [GR] P/P	45.00(kg/ha)
Ortiva	ZOXISTROBIN 25% p/v.	
Plenum 25 WP	Pimetrozina 50% (WG) P/P	80-120 g/hl;
Sanmite	PIRIDABEN 20%. WP	100 g/hl,
Spintor	Spinosad 48% [SC] P/V	0,20-0,25 cc/L
Sulf-80	AZUFRE 80% p/v. SC	200-500 cc/hl
Switch	CIPRODINIL 37,5% + FLUDIOXONIL 25%. WG	60-100 g/hl r
Xentari GD	Bacillus Thuringiensis Aizawai 15% (15 MILL. DE U.I./G) [WG] P/P	0,5-1 Kg/ha

Los diferentes tratamientos foliares aplicados durante el cultivo se detallan en la tabla 26.

**Tabla 26. Composición y dosis recomendada de los fitosanitarios empleados durante el cultivo.**

Fecha	Producto	Cantidad
27/08/12	Nutri-Sweet	0,4 kg
	Affirm	250,0 ml
30/08/12	Spintor	0,1 L
	Xentari	200,0 g
	Nutri-Sweet	0,4 kg
03/09/12	Nutramin Gel	2,0 kg
10/09/12	Olpot	564,3 ml
22/09/12	Urea	150,0 ml
28/09/12	Urea	170,0 ml
02/10/12	Xentari	270,0 g
	Plenum 25 WP	126,0 g
09/10/12	Olpot	900,0 ml
18/10/12	K-Atomic	2,0 kg
20/10/12	Guzan	629,5 g
	Xentari	10,0 g
23/10/12	Olpot	600,0 ml
25/10/12	Nitrogeo Fe PLL	0,1 kg
26/10/12	Fairy	600,0 g
30/10/12	Impact	0,4 L
	Xentari	320,0 g
06/11/12	Nutrigeo Fe PLL	0,1 kg
13/11/12	Nutrigeo Fe PLL	0,2 kg
15/11/12	Switch	111,4 g
	Sulf-80	0,5 kg
19/11/12	Nutrigeo Fe PLL	0,2 kg
27/11/12	Nutrigeo Fe PLL	0,2 kg
29/11/12	Sulf-80	0,8 kg
11/12/12	Nutrigeo Fe PLL	0,2 kg
13/12/12	Botanigard	300,0 g
	Alingn	0,3 L
29/12/12	Ortiva	0,3 L
	Calypso	90,0 ml
16/01/13	Impact	0,2 L
	Actara	45,0 G
11/03/13	Sanmite	250,0 g
	Nutramin Gel	0,5 kg
	Azadiractina	0,3 L
23/3/13	Calypso	100,0 ml
06/04/13	Sulf-80	2,0 kg

Además de los tratamientos foliares en el módulo U5, al igual que en cualquier invernadero comercial, se han realizado otra serie de labores necesarias para mantener tanto el cultivo

como las instalaciones. Todas estas labores repercuten directamente en los costes de producción debido a la mano de obra necesaria para su realización.

No entraremos a analizar en detalle los costes que conllevan todas estas labores culturales, ya que el objetivo aquí no es hacer un balance económico del cultivo del pimiento. Sin embargo, sí es conveniente destacar las posibles diferencias entre los costes de las plantas testigo sin injertar y las plantas injertadas. Esta diferencia de costes vendría propiciada por el diferente marco de plantación y el entutoramiento a dos y cuatro tallos respectivamente, lo que nos da 4,6 tallos por metro cuadrado en las plantas sin injertar y 6,4 tallos por metro cuadrado en las plantas injertadas, como se ve en la tabla 24.

Quedan así las labores realizadas durante el periodo de cultivo en tres grupos: las que no varían en función de la densidad de plantación (limpieza del invernadero, mantenimiento de las instalaciones...), las que varían en función del número de plantas (plantación, arranque del cultivo) y las que varían en función del número de tallos (colocación de perchas e hilos, entutorado, eliminación de tallos...).

En cuanto a las labores de recolección, en este experimento se pretende comprobar la posible influencia del injerto en la calidad de los frutos de pimiento, pero dado que se desconoce aún si dicho procedimiento afecta o no a la producción, no se puede decir si las labores de recolección varían o no en función de la densidad de plantación.

### **3.9. TOMA DE DATOS**

A lo largo del tiempo que duró la realización del ensayo, se hicieron un total de cinco tomas de muestras, haciéndolas coincidir con las recolecciones realizadas en el cultivo. El día anterior a cada recolección se procedió a la recogida de frutos para su evaluación. En esta operación se recogieron cada vez 15 frutos por parcela, dichos frutos se recogían en las mismas condiciones de maduración en la que iban a hacer la recolección los operarios al día siguiente, esto es, en verde o en rojo en función de las condiciones de cultivo y de mercado, tal y como se hace en las explotaciones comerciales. En total se recogieron en cada toma de muestras 180 frutos (45 frutos por tratamiento).

Hoy en día el concepto de calidad en horticultura ha variado en ciertos aspectos, ya que el consumidor no sólo valora aspectos como la forma, el color o el sabor de los distintos frutos, sino también aspectos más relacionados con la salud y el medio ambiente como puede ser el empleo o no de pesticidas en los cultivos. Sin embargo, para este ensayo se estudiaron tan sólo parámetros morfológicos del fruto, ya que otros parámetros como el nivel de residuos en fruto depende de las prácticas culturales, y no del empleo o no de plantas injertadas que es el objetivo de este experimento.

Dicho esto, a continuación se enumeran los parámetros morfológicos del fruto que se tuvieron en cuenta para la evaluación de la calidad y se describe el proceso de toma de datos en cada caso:

#### Peso del fruto (g)

Cada fruto es pesado individualmente en una báscula modelo EKS de tara máxima 5 kg y sensibilidad de 1 g.



Figura 85. Organización de las muestras durante su recogida en campo (izquierda) y medida del peso del fruto (derecha).

#### Longitud del fruto (mm)

Para la medida de la longitud máxima del fruto se empleó un calibre electrónico modelo "Stainless Hardened" de 150 mm de máximo y sensibilidad de 0,01 mm.

#### Anchura ecuatorial del fruto (mm)

La anchura ecuatorial máxima de cada fruto se realizó con un calibre electrónico modelo "Stainless Hardened" de 150 mm de máximo y sensibilidad de 0,01 mm.

#### Grosor de la carne (mm)

Se empleó para medir la anchura de carne de cada pimiento un calibre electrónico modelo "Stainless Hardened" de 150 mm de máximo y sensibilidad de 0,01 mm.



Figura 86. Utilización del calibre electrónico para la medida de la longitud (izquierda), el diámetro ecuatorial (centro) y el grosor de la pared (derecha) de los frutos.

#### Fisiopatías observadas en el fruto

Este parámetro se realizó con una inspección ocular del fruto y una evaluación de las anomalías encontradas en ellos.



### 3.10. PROCESADO DE DATOS

Los datos tomados tras la recogida de muestras fueron registrados manualmente en unos estadillos preparados a tal efecto y pasados posteriormente al ordenador para su análisis estadístico.

- **Tratamiento de los registros**

Como ya hemos visto anteriormente, el total de frutos recogidos para la toma de datos en cada ocasión fue de 180 (45 frutos por tratamiento) y en total se realizaron cinco tomas de datos por fruto analizado, lo que hace un total de 900 datos en cada recogida de muestras.

El procesado de esta gran cantidad de datos se puede simplificar hoy día con el empleo de diversas herramientas informáticas. Para ello los datos fueron registrados en unos estadillos diseñados y elaborados previamente a tal efecto en hojas de cálculo del programa Microsoft Excel 2012.

Tras la ordenación de los datos en la hoja de cálculo, los mismos fueron exportados al paquete estadístico Statgraphics plus versión 5.1 para Windows, donde se realizaron todos los análisis pertinentes a cada una de las variables objeto de estudio, esto es: peso, longitud, diámetro ecuatorial y grosor de la pared de los frutos, así como diversos daños y presencia de plagas.

- **Análisis estadístico**

Dentro de las herramientas que nos proporciona el paquete estadístico, se optó por un análisis de varianza mediante ANOVA simple empleando como variable independiente cada uno de los valores objeto de estudio y como factor de variabilidad los tratamientos aplicados (T0, T1, T2 y T3).

Tras seleccionar esta opción, el programa construye a partir de los datos introducidos varias pruebas y gráficas para comparar los valores medios de cada variable para los 4 diferentes niveles de Tratamiento. La tabla ANOVA determina si hay diferencias significativas entre las medias y, si las hay, las Pruebas de Rangos Múltiples indicarán cuáles medias son significativamente diferentes de otras.

Si al analizar alguna de las variables se detectan valores atípicos, se realizará la Prueba de Kruskal-Wallis, la cual compara las medianas en lugar de las medias.

## 4.RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. RESULTADOS

Este experimento ha ido enfocado desde el principio, a la evaluación de diversos parámetros morfológicos del fruto del pimiento tipo california cv. Bily sin injertar e injertado sobre distintos portainjertos y, el análisis de los resultados obtenidos para valorar la influencia de dichos portainjertos en la calidad del fruto. Para ello y, al efecto de eliminar en lo posible todos los factores de variabilidad a excepción del tratamiento, el ensayo se realizó en su totalidad en un solo invernadero dónde las condiciones climáticas fueron las mismas para todos los tratamientos y repeticiones, así mismo, se les mantuvo iguales condiciones agronómicas en cuanto a aplicaciones fitosanitarias, fertirrigación, labores culturales, etc.

El cultivo fue trasplantado en el invernadero el 17 de Agosto de 2012 y en total fueron realizadas cinco recolecciones a lo largo del ciclo de cultivo. Las tomas de datos se realizaron justo en la cosecha. El principal detalle a tener en cuenta es la ausencia de toma de datos en las dos últimas recolecciones que se efectuaron al cultivo, debido a que los frutos fueron destinados en su totalidad a destrío, por lo que una valoración cualitativa de sus parámetros morfológicos fue innecesaria.

Tabla 27. Fechas de recolección y toma de datos a lo largo del ciclo de cultivo

Toma de datos (Recolección)	
Fecha	DDT
05/11/2012	80
08/01/2013	145
24/01/2013	161
07/03/2013	203
25/04/2013	252

##### 4.1.1. PESO MEDIO DEL FRUTO (g)

En este apartado se han comparado los datos obtenidos de peso de los frutos en los distintos tratamientos. A dichos datos se les ha realizado un análisis estadístico, empleándose el peso de los frutos como variable y el tratamiento empleado como factor de variabilidad, el resumen de este análisis puede verse en la tabla 28.

Tabla 28. Resumen Estadístico para Peso (g) por Tratamiento

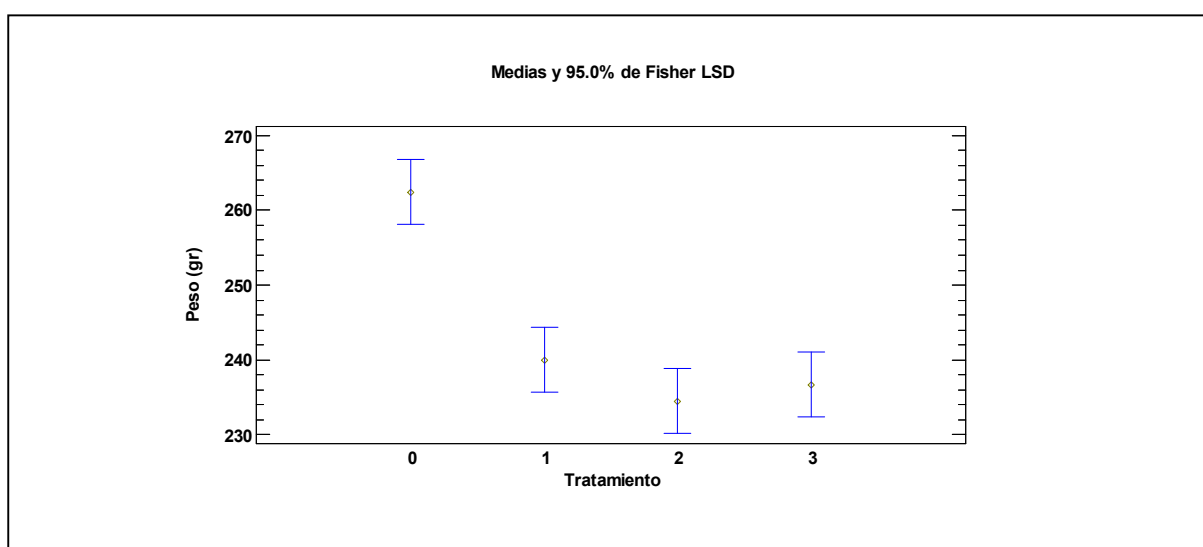
Tratamiento	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Error Estándar
0	225	262,43	46,32	17,65%	3,13
1	223	239,98	47,84	19,93%	3,14
2	225	234,45	48,08	20,51%	3,13
3	225	236,66	45,46	19,21%	3,13
<b>Total</b>	<b>898</b>	<b>243,39</b>	<b>48,17</b>	<b>19,79%</b>	

**Tabla 29. Pruebas de Múltiple Rangos para Peso (g) por Tratamiento**

Tratamiento	Casos	Media	Grupos Homogéneos
0	225	262,43	a
1	223	239,98	b
2	225	234,45	b
3	225	236,66	b

Letras diferentes para  $P < 0.05$

El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Esta comparativa entre medias puede observarse gráficamente en la siguiente figura.



**Figura 87. Medias y 95.0% de Fisher LSD para el peso del fruto según tratamientos.**

#### 4.1.2. LONGITUD MEDIA DEL FRUTO (mm)

Las medidas de la longitud de los frutos de los distintos tratamientos aplicados al cv. Bily durante el cultivo de otoño-invierno de la campaña 2012-2013 se analizan en este apartado.

A los datos acumulados durante el cultivo se les ha realizado un análisis estadístico, empleándose la longitud de los frutos como variable y el tratamiento empleado en cada caso como factor de variabilidad, la tabla 30 nos muestra los resultados de este análisis.

**Tabla 30. Resumen Estadístico para Longitud (mm) por Tratamiento**

Tratamiento	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coficiente de Variación	Error Estándar
0	225	97,60	9,96	10,20%	0,66
1	223	92,92	9,86	10,62%	0,67
2	225	91,41	10,61	11,60%	0,66
3	225	93,43	9,30	9,96%	0,66
<b>Total</b>	<b>898</b>	<b>93,84</b>	<b>10,19</b>	<b>10,86%</b>	

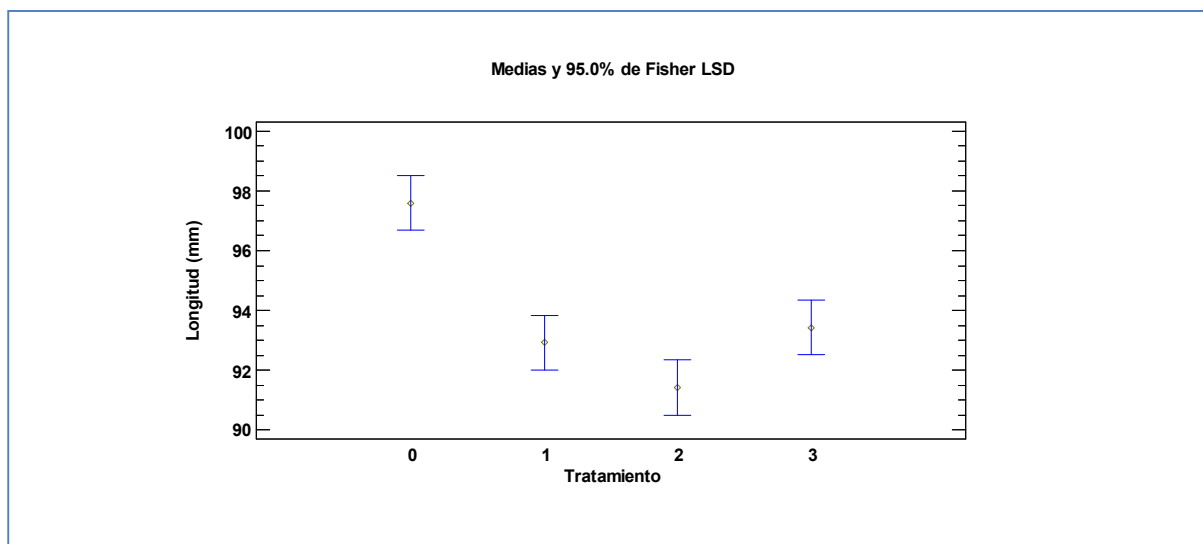
El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher.

**Tabla 31. Pruebas de Múltiple Rangos para Longitud (mm) por Tratamiento**

Tratamiento	Casos	Media	Grupos Homogéneos
0	225	97,5952	a
1	223	92,9147	bc
2	225	91,4118	c
3	225	93,4279	b

Método: 95.0 porcentaje LSD

En la siguiente gráfica pueden observarse las relaciones entre las medias de la longitud de los frutos de pimiento de los distintos tratamientos.



**Figura 88. Medias y 95.0% de Fisher LSD para la longitud del fruto según tratamientos.**

#### 4.1.3. DIÁMETRO ECUATORIAL MEDIO DEL FRUTO (mm)

A continuación se muestran los resultados del análisis estadístico de los datos obtenidos de diámetro ecuatorial de los frutos en los distintos tratamientos aplicados al cv. Bily en ciclo de cultivo de otoño-invierno, durante la campaña 2012-2013. Para el análisis estadístico se ha empleado el diámetro ecuatorial de los frutos como variable y tratamiento empleado como factor de variabilidad.

**Tabla 32. Resumen Estadístico para diámetro ecuatorial (mm) por Tratamiento**

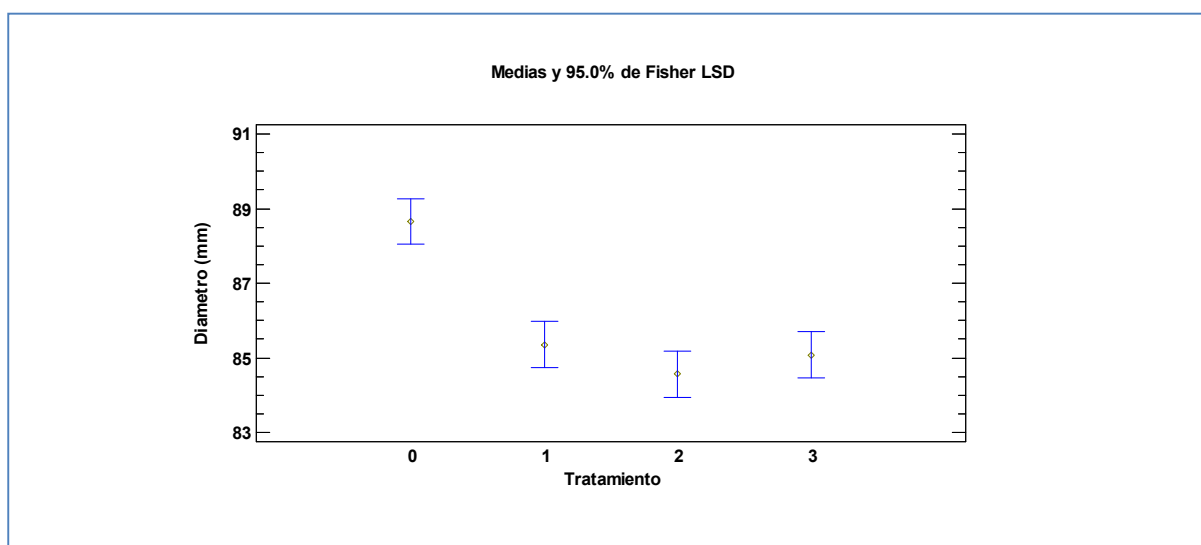
Tratamiento	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coficiente de Variación	Error Estándar
0	225	88,66	6,76	7,63%	0,44
1	223	85,36	6,81	7,98%	0,44
2	225	84,56	6,63	7,84%	0,44
3	225	85,08	6,17	7,25%	0,44
<b>Total</b>	<b>898</b>	<b>85,92</b>	<b>6,78</b>	<b>7,89%</b>	

**Tabla 33. Pruebas de Múltiple Rangos para Diámetro ecuatorial (mm) por Tratamiento**

Tratamiento	Casos	Media	Grupos Homogéneos
0	225	88,66	a
1	223	85,36	b
2	225	84,56	b
3	225	85,08	b

Método: 95.0 porcentaje LSD

El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Los resultados también son mostrados gráficamente en la figura 89.



**Figura 89. Medias y 95.0% de Fisher LSD para el diámetro ecuatorial del fruto según tratamientos.**

En esta ocasión se ha detectado algo de no normalidad significativa en los datos, por lo que se realiza una prueba más, la prueba de Kruskal-Wallis, que compara las medianas en lugar de las medias. En esta prueba se ha obtenido un valor-P de  $3,61711 \cdot 10^{-12}$ , y puesto que es menor que 0,05, se confirma que existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un nivel del 95,0% de confianza.

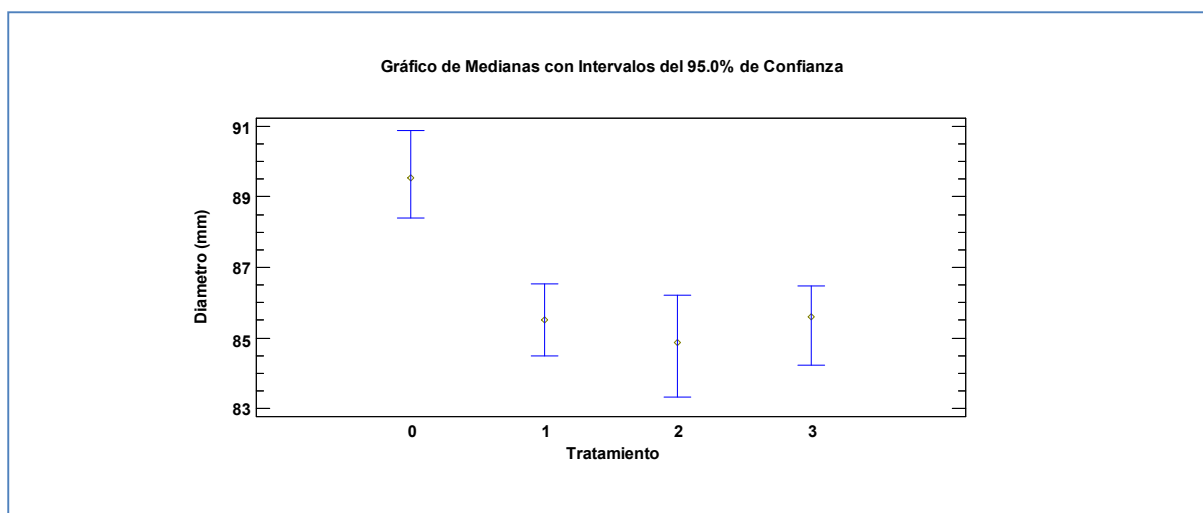


Figura 90. Grafico de Medianas con intervalos del 95.0% de Confianza

#### 4.1.4. GROSOR MEDIO DE LA PARED DEL FRUTO (mm)

En este apartado se han comparado los datos obtenidos de grosor de la pared de los frutos en los distintos tratamientos aplicados al cv. Bily en ciclo de cultivo de otoño-invierno, durante la campaña 2012-2013. A dichos datos se les ha realizado un análisis estadístico, empleándose el grosor de la pared de los frutos como variable y tratamiento empleado como factor de variabilidad, el resumen de este análisis puede verse en la tabla 34.

Tabla 34. Resumen Estadístico para grosor de la pared (mm) por Tratamiento

Tratamiento	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Error Estandar
0	225	6,98	0,92	13,22%	0,06
1	223	6,82	0,85	12,49%	0,06
2	225	6,80	0,95	13,90%	0,06
3	225	6,66	0,91	13,69%	0,06
<b>Total</b>	<b>898</b>	<b>6,81</b>	<b>0,91</b>	<b>13,41%</b>	

Tabla 35. Pruebas de Múltiple Rangos para Grosor de la pared del fruto (mm) por Tratamiento

Tratamiento	Casos	Media	Grupos Homogéneos
0	225	6,98	a
1	223	6,82	ab
2	225	6,80	b
3	225	6,66	b

Método: 95.0 porcentaje LSD

El método empleado para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher.

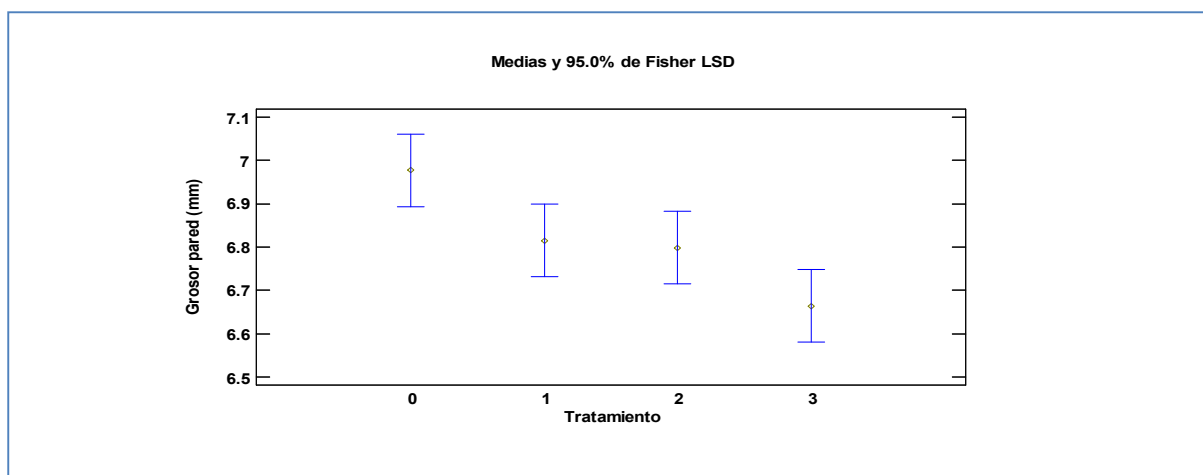


Figura 91. Medias y 95.0% de Fisher LSD para el grosor de la pared del fruto según tratamientos.

#### 4.1.5. DAÑOS EXTERNOS Y PRESENCIA DE PLAGAS

En muchos casos estos daños son consecuencia de las técnicas culturales, no de la variedad cultivada, aunque algunos de ellos sí pueden estar influenciados por el material vegetal en cuestión. Es por ello que se ha realizado también el análisis estadístico de los mismos.

Tabla 36. Valores de las medias de diferentes daños en frutos por Tratamiento (medido en número de frutos afectados).

Tratamiento	BER	Deformado	Silvewring	Creontiades	Doble fruto	Cracking
0	0,07 a	0,09 a	1,37 c	0,28 a	0,44 ab	0,33 b
1	0,00 b	0,01 b	2,00 b	0,26 a	0,35 b	0,09 c
2	0,00 b	0,10 a	3,00 a	0,18 ab	0,38 b	0,73 a
3	0,00 b	0,14 a	2,28 b	0,11 b	0,61 a	0,18 bc

Método: 95.0 porcentaje LSD

Aunque en el caso de estos factores, el número de frutos afectados por cada uno de ellos es muy reducido, como se muestra en la tabla 37.

Tabla 37. Número de frutos y porcentaje de los mismos en los que se observaron daños externos en los distintos tratamientos.

Tratamiento	Casos	BER		Deformado		Silvering		Creontiades		Doble fruto		Cracking	
		Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
0	225	1	0,44	2	0,89	10	4,44	6	2,67	5	2,22	3	1,33
1	223	0	0,00	1	0,45	15	6,73	6	2,69	3	1,35	2	0,90
2	225	0	0,00	1	0,44	13	5,78	5	2,22	5	2,22	10	4,44
3	225	0	0,00	2	0,89	12	5,33	2	0,89	8	3,56	3	1,33

Además de estos daños en frutos, también se estudiaron otros como Oruga, Trips, Pulgón, Nezara, Rozaduras y Pico en el fruto, pero no se encontraron frutos que presentaran



síntomas de los mismos, por lo que no hay datos con los que realizar un análisis al respecto.

## 4.2. DISCUSIÓN

Antes de realizar un análisis de los diferentes factores morfológicos estudiados, interesa señalar que la producción no ha sido la habitual en cultivos de pimiento de otoño-invierno bajo plástico en la provincia de Almería, esto puede ser debido a la plantación tardía del mismo.

Cada variedad de pimiento, sea para temprana o para tardía, se debe plantar en su fecha. Si una variedad para plantación temprana se pone tardía (finales de julio, primeros de agosto) la planta crece poco y la producción se puede reducir incluso a la mitad, agravándose el problema si el otoño se presenta frío. (Camacho Ferre, 2003)

En este caso el trasplante se realizó el día 17 de Agosto, y al tratarse el cv. Bily de una variedad temprana el cultivo no alcanzó una altura adecuada ni tuvo una buena producción, tanto en cantidad como en calidad, ya que las dos últimas cosechas fueron destinadas a destrío.

Además, en general en todos los parámetros morfológicos estudiados se observa una disminución de los valores entre el testigo y los tratamientos injertados, como puede verse en la siguiente tabla.

**Tabla 38. Resumen estadístico de los diferentes parámetros morfológicos estudiados en función del tratamiento.**

Tratamiento	Peso (gr)	Longitud (mm)	Diámetro (mm)	Grosor pared (mm)
0 – Testigo Bily	262,43 a	97,60 a	88,66 a	6,98 a
1 – Bily sobre Oscos	239,98 b	92,92 bc	85,36 b	6,82 ab
2 – Bily sobre AR 96040	234,45 b	91,41 c	84,56 b	6,80 b
3 – Bily sobre Tesor	236,66 b	93,43 b	85,08 b	6,66 b

En cuanto al peso medio del fruto, se puede decir que los frutos provenientes de plantas injertadas tienen en general un peso inferior al peso de los frutos de plantas sin injertar, aunque no hay una influencia significativa de un patrón frente a los otros.

Lo mismo ocurre con el diámetro medio del fruto, los frutos provenientes de plantas injertadas tienen un diámetro inferior a los frutos obtenidos de plantas sin injertar, entre los tres patrones estudiados en este experimento no se han observado diferencias significativas.

El parámetro grosor de la pared tiene un comportamiento en cierto modo similar, produciendo las plantas injertadas frutos con una pared de grosor inferior a los producidos por las plantas sin injertar. Aunque en este caso la diferencia entre el testigo y las plantas injertadas sobre Oscos no son lo suficientemente significativas.

En el caso de la longitud los frutos, los de plantas injertadas muestran valores inferiores a los frutos de plantas sin injertar, pero el análisis estadístico muestra una situación algo más compleja que con los parámetros morfológicos anteriores, ya que se observa que las

plantas injertadas sobre Tesor muestran una longitud superior, seguidas del patrón Oscos, y por último estarían las plantas injertadas sobre AR 96040, que producen frutos más cortos.

La disminución de valores en los distintos parámetros concuerda con una reducción del tamaño en general en los frutos procedentes de plantas injertadas, aunque estas diferencias en tamaño entre tratamientos no se refleja en la forma del fruto, de hecho la relación longitud/diámetro ecuatorial no muestra diferencias estadísticas significativas entre los distintos tratamientos.

En cuanto a los diferentes daños observados en los frutos, el porcentaje en general de frutos dañados es muy reducido, haciendo que el análisis de los mismos no sea de gran valor estadístico.

En el caso del Blossom end root, el único fruto dañado proviene de una planta del tratamiento testigo sin injertar, lo que podría considerarse como una diferencia con las plantas injertadas, aunque al haber sólo un fruto afectado no pueden realizarse pruebas de varianza.

Para el Silvering, se podría decir que en las plantas injertadas sobre Oscos se han observado más casos, mientras que en las plantas sin injertar se han dado menos, habiendo diferencias estadísticamente significativas, aunque el total de frutos afectados de los 898 muestreados es de 50.

Si nos fijamos en el Cracking, la diferencia parece ser más significativa, siendo las plantas injertadas sobre AR 96040 las más afectadas, con un total de 10 frutos del total de los muestreados.

En cuanto a frutos deformados o a la aparición de doble fruto, los resultados son muy similares entre los distintos tratamientos, destacándose tal vez el portainjertos Tesor al haber producido un mayor número de dobles frutos.

## 5. CONCLUSIONES

## **CONCLUSIONES**

Dado los resultados obtenidos en este experimento se establecen las siguientes conclusiones:

- En los tratamientos de plantas injertadas se ha observado una reducción del peso medio y el diámetro ecuatorial del fruto en comparación con los frutos del testigo sin injertar, aunque no existen diferencias significativas entre los datos obtenidos de los distintos portainjertos a este respecto.
- El grosor de la pared de los frutos presenta valores inferiores cuando proceden de plantas injertadas en Tesor y AR 96040, seguidos en los frutos procedentes de plantas injertadas sobre Oscos, el mayor grosor lo dieron los frutos procedentes de plantas sin injertar.
- Los frutos procedentes de plantas sin injertar presentan los mayores valores de longitud y entre los distintos tratamientos existen diferencias significativas. De entre los frutos de las plantas injertadas la mayor longitud se obtuvo injertando sobre Tesor, seguido de Oscos y finalmente AR 96040.
- Las plantas injertadas han producido en general frutos de menor calibre, sin que varíe la forma de los mismos, ya que la relación longitud/diámetro ecuatorial no muestra diferencias estadísticas significativas entre los distintos tratamientos.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Aguilera, A. M. (23 de Octubre de 2012). *Homo agrícola*. Recuperado el 12 de Octubre de 2013, de Homo agrícola: <http://elhocino-adra.blogspot.com.es/2012/10/stip.html>
- Almaguel Rojas, L. (s.f.). *Control biológico de ácaros fitofacos en diferentes cultivos*. Recuperado el 27 de Octubre de 2013, de Gobierno de Aguascalientesd: <http://www.aguascalientes.gob.mx/codagea/produce/acarbio.htm>
- Azcoytia, C. (2009). *Historia del pimiento, guindilla, chili, axí o ají*. Recuperado el 24 de Octubre de 2013, de Historia de la cocina y la gastronomía: <http://www.historiacocina.com/historia/articulos/pimiento.htm>
- Barcelona Field Studies Centre. (s.f.). *Barcelona Field Studies Centre*. Recuperado el 25 de Septiembre de 2013, de geographyfielwork.com: <http://geographyfieldwork.com/images/Climate/AlmeriaGreenhouses1974-2004.jpg>
- Bernal, R. (2008). *Frutihorticultura*. Recuperado el 15 de Diciembre de 2013, de Cuenca rural: <http://www.cuencarural.com/frutihorticultura/frutihorticultura/82122-marchitamiento-en-pimiento-producido-por-phytophthora-spp/>
- Cajamar. (2011). La campaña en datos. *Anuario de la Agricultura almeriense 2011* , 132-152.
- Camacho Ferre, F. (2003). *Técnicas de producción en cultivos protegidos*". Madrid: Instituto de Estudios de Cajamar. Agrotécnicos.
- Carter, G. (1977). *The origin of agriculture*. The Hague: Mouton Publ.
- Cornell University. (s.f.). *Department of Plant Pathology*. Recuperado el 15 de Diciembre de 2013, de Cornell University: [http://vegetablemdonline.ppath.cornell.edu/PhotoPages/Impt\\_Diseases/Pepper/Pep\\_White.htm](http://vegetablemdonline.ppath.cornell.edu/PhotoPages/Impt_Diseases/Pepper/Pep_White.htm)
- COTEC. (2009). *Invernaderos de Plástico*. Madrid: Fundación Cotec para la innovación tecnológica.
- COVECA. (2011). *Monografía del chile*. Recuperado el 27 de Octubre de 2013, de Gobierno de Veracruz: <http://portal.veracruz.gob.mx/pls/portal/docs/PAGE/COVECAINICIO/IMAGENES/ARCHIVOSPDF/ARCHIVOSDIFUSION/MONOGRAFIA%20CHILE2011.PDF>
- Daliber. (2013). *Pimiento*. Recuperado el 22 de Octubre de 2013, de Daliber: <http://www.daliber.com/>
- D'Arcy, W. (1991). The Solanaceae since 1976, with a review of its biogeography. En J. Hawkes, R. Lester, M. Nee, & N. Estrada, *Solanaceae III: Taxonomy, Chemistry, Evolution* (págs. 75-138). Kew: The Royal Boanical Garden.
- FAO. (2002). *El cultivo protegido en clima mediterráneo*. Recuperado el 21 de Octubre de 2013, de Depósito de documentos de la FAO: <http://www.fao.org/docrep/005/s8630s/s8630s00.htm#Contents>

- FAO. (2012). *FAOSTAT*. Recuperado el 25 de Septiembre de 2013, de <http://faostat.fao.org/>
- FEDEX. (2012). *Federación Española de Asociaciones de Productores y Exportadores de Frutas, Flores y Plantas Vivas*. Recuperado el 26 de Septiembre de 2013, de Fedex. Datos del sector: [http://www.fepex.es/publico/datosSector/Estadisticas/Avances/DatosSector\\_avances\\_FyH.aspx](http://www.fepex.es/publico/datosSector/Estadisticas/Avances/DatosSector_avances_FyH.aspx)
- FEGA. (s.f.). *SIGPAC*. Recuperado el 17 de Octubre de 2013, de SIGPAC: <http://sigpac.mapa.es/fega/visor/>
- Ferré, A. (2007). *Guía práctica para el cuidado de Huerto y Frutales*. Serveis Editorials Estdi Balmes, S. L.
- Forestry Images. (2010). *Forestry Images*. Recuperado el 12 de Octubre de 2013, de Forestry Images: <http://www.forestryimages.org/>
- García Morató, M. (s.f.). *Enfermedades fúngicas, bacterianas y fisiopatías*. Recuperado el 27 de Octubre de 2013, de Horticom. Pimientos: <http://www.horticom.com/tematicas/pimientos/pdf/capitulo7.pdf>
- Gordon, J. (7 de Septiembre de 2012). *Stip Disorder in Peppers*. Recuperado el 12 de Octubre de 2013, de Weekly Crop Update: <http://agdev.anr.udel.edu/weekllycropupdate/?p=4780>
- Gusanos, Spodoptera exigua*. (2007). Recuperado el 20 de Octubre de 2013, de Guia de Identificación y Manejo de Plagas y Enfermedades del Pimiento y Otros Cultivos.: <http://www.plagasdepimiento.260mb.com/Gusanos.htm>
- Hartmann, H., Kester, D., Davies, F., & Geneve, R. (2010). *Hartmann and Kester's Plant Propagation, Principle and Practices*. Prentice Hall.
- Hoyos Echevarria, P. (2007). Situación del injerto en horticultura en España: especies, zonas de producción de planta, portainjertos. *Horticultura*, 199 , 12-25.
- Hoyos, P., Molina, S., Pérez, R., Robles, P., Rodríguez, A., & Tena, P. (2008). *Seminario de Especialistas en Horticultura*. Recuperado el 20 de Octubre de 2013, de Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente: [http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf\\_SH%2FSH\\_2008\\_16\\_305\\_320.pdf](http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf_SH%2FSH_2008_16_305_320.pdf)
- Hunziker, A. (1979). South American Solanaceae: a synoptic survey . En J. Hawkes, L. R.N., & A. Skelding, *The biology and taxonomy of the Solanaceae* (págs. 49-86). Londrés: Academic Press.
- Infoagro. (s.f.). *El cultivo del pimiento*. Recuperado el 21 de Octubre de 2013, de Infoagro.com: <http://www.infoagro.com/hortalizas/pimiento.htm>
- Infojardín. (2013). *Pimientos, Ají, Pimiento morrón, Pimientos morrones*. Recuperado el 22 de Octubre de 2013, de Infojardín: <http://fichas.infojardin.com/>
- Junta de Andalucía. (21 de Noviembre de 2013). *Red de alerta e información fotosanitaria*. Recuperado el 15 de Diciembre de 2013, de Junta de Andalucía, Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente: <http://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/raif/novedades/>

Koppert B.V. (s.f.). *Plagas*. Recuperado el 17 de Octubre de 2013, de Koppert Biological Systems: <http://www.koppert.es/plagas/>

Lee, J. (1994). Cultivation of grafted vegetables I. Current status, grafting methods, and benefits. *HortScience* 29 , 235-239.

López-Requelme, G. (2003). Chili: La especia del nuevo mundo. *Ciencias* 69 , 66-75.

Louvet, J. (1974). L'utilisation du greffage en culture marichere. *PHM*, 152 .

MAGRAMA. (2013). *Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente*. Recuperado el 25 de Septiembre de 2013, de Anuario de estadística 2012: [http://www.magrama.gob.es/estadistica/pags/anuario/2012/AE\\_2012\\_Avance.pdf](http://www.magrama.gob.es/estadistica/pags/anuario/2012/AE_2012_Avance.pdf)

Malais, M., & Ravensberg, W. (1995). *Conocer y reconocer. La biología de las plagas de invernadero y sus enemigos naturales*. Rotterdam: Koppert BV.

Miguel, A. (s.f.). *Evolución del injerto de hortalizas en España*. Recuperado el 28 de Diciembre de 2013, de Infoagro: [http://www.infoagro.com/hortalizas/injerto\\_hortalizas.htm](http://www.infoagro.com/hortalizas/injerto_hortalizas.htm)

Miguel, A. (2009). Evolución del injerto de hortalizas en España. *Horticultura Internacional*, 72 , 10-16.

Ministerio de Medio Ambiente. (2004). *El Protocolo de Montreal y el Bromuro de Metilo. El proceso de eliminación del uso del Bromuro de Metilo en España*. Recuperado el 26 de Septiembre de 2013, de Miliarium.com: <http://www.miliarium.com/Legislacion/atmosfera/estatal/BromuroMetilo.pdf>

Muñoz, O. (2009). *Ataque de Erwinia carotovora en pimiento*. Recuperado el 15 de Diciembre de 2013, de Agromonsa: <http://agromonsa82.blogspot.com.es/2009/10/blog-post.html>

North Carolina State University. (s.f.). *North Carolina State University*. Recuperado el 12 de Octubre de 2013, de Insect and Related Pests of Flowers and Foliage Plants: <http://ipm.ncsu.edu/AG136/mites1.html>

Nuez, F., Gil, R., & Gosta, J. (1996). *El cultivo de pimientos, chiles y ajíes*. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.

Observatorio de precios y mercados. (2012). *Observatorio de precios y mercados, Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural*. Recuperado el 26 de Septiembre de 2013, de [http://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/observatorio/servlet/FrontController?action=SelectInformes&claseInforme=origen&tipoInforme=por\\_campagna&variedad=true&subsector=20](http://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/observatorio/servlet/FrontController?action=SelectInformes&claseInforme=origen&tipoInforme=por_campagna&variedad=true&subsector=20)

Oda, M. (1999). Grafting of vegetables to improve greenhouse production. . *Food & Fertilizer Technology Center, Extension Bulletin 480* , 1-11.

OMAFRA. (12 de Marzo de 2009). *Ontario Crop IPM*. Recuperado el 12 de Octubre de 2013, de Ontario Ministry of Agriculture and Food: <http://www.omafra.gov.on.ca/english/index.html>

Pina, P., & Errea, P. (2005). A review of new advances in mechanism of graft compatibility-incompatibility. *Scientia Hort.* 106 , 1-11.

- Recaple. (2013). *Pimiento italiano eco*. Recuperado el 22 de Octubre de 2013, de Recaple: <http://www.recapte.com>
- Reche Mármol, J. (2010). *El cultivo del pimiento dulce en invernadero*. Sevilla: Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca.
- Saliplantgarden. (2013). *Lamuyo*. Recuperado el 22 de Octubre de 2013, de Saliplantgarden: <http://www.saliplantgarden.com/>
- Semillas Fitó. (2013). *Pimientos*. Recuperado el 22 de Octubre de 2013, de Semillas Fitó: <http://www.semillasfito.com/>
- Semillas. (2013). *Pimientos DG*. Recuperado el 22 de Octubre de 2013, de Semillas: <http://www.semillas.de/>
- Semillas únicas. (2013). *Pimiento blanco nube*. Recuperado el 22 de Octubre de 2013, de Semillas únicas: <http://www.semillasunicas.es/>
- Sepúlveda, P. (s.f.). *Centro Regional de Investigación La Platina*. Recuperado el 15 de Diciembre de 2013, de Centro de Investigación Agropecuaria del Desierto Altiplano: [http://platina.inia.cl/ururi/enfermedad\\_pimiento\\_azapa.cfm](http://platina.inia.cl/ururi/enfermedad_pimiento_azapa.cfm)
- Serraño Cermeño, Z. (2011). *Prontuario del cultivo de pimiento*. Serraño Cermeño, Z.
- Serrano Cermeño, Z. (1996). Veinte cultivos de hortalizas en invernadero. En Z. Serrano Cermeño, *Veinte cultivos de hortalizas en invernadero* (pág. 638). Sevilla: Rali, S.A.
- Sobrino Illescas, E., & Sobrino Vesperinas, E. (1989). *Tratado de horticultura herbácea*. Barcelona: Editorial Aedos, S. L.
- Syngenta. (2013). *Bily-Pimiento californa maduración en rojo*. Recuperado el 20 de Octubre de 2013, de Syngenta España: <http://www.syngenta.com/country/es/sp/cultivos/pimiento/semillas/california/Paginas/bily.aspx>
- UAL-ANECOOP. (s.f.). *Fundación finca experimental UAL-ANECOOP*. Recuperado el 26 de Agosto de 2013, de Fundación finca experimental UAL-ANECOOP: <http://nevada.ual.es/fincaexp/>
- UAL-ANECOOP, F. (s.f.). *Fundación finca experimental Universidad de Almería - ANECOOP*. Recuperado el 17 de Octubre de 2013, de Poster y plano de la finca experimental: [http://nevada.ual.es/fincaexp/descargas/poster\\_finca\\_experimental.jpg](http://nevada.ual.es/fincaexp/descargas/poster_finca_experimental.jpg)
- Universidad de Antioquia. (2013). *Banco de objetos de aprendizaje y de información*. Recuperado el 10 de Septiembre de 2013, de Universidad de Antioquia: <http://aprendeonline.udea.edu.co/ova/?q=comment/reply/483>
- Universität Hamburg. (s.f.). *Sweet Pepper (Capsicum annuum L.)*. Recuperado el 10 de Septiembre de 2013, de Universität Hamburg: [http://www.biologie.uni-hamburg.de/b-online/schaugarten/Capsicumannuum/Sweet\\_Pepp.html](http://www.biologie.uni-hamburg.de/b-online/schaugarten/Capsicumannuum/Sweet_Pepp.html)



University of Florida. (16 de Julio de 2009). *Plant Identification*. Recuperado el 12 de Septiembre de 2013, de University of Florida:

[http://gardeningsolutions.ifas.ufl.edu/mastergardener/outreach/plant\\_id/vegetables/pepper.shtml](http://gardeningsolutions.ifas.ufl.edu/mastergardener/outreach/plant_id/vegetables/pepper.shtml)

University of Washington. (s.f.). *Plant Morphology: vegetative & reproductive*. Recuperado el 24 de Octubre de 2013, de UW Courses Web Server:

[http://courses.washington.edu/bot113/summer/LectNotes/2011/Lecture1\\_2.pdf](http://courses.washington.edu/bot113/summer/LectNotes/2011/Lecture1_2.pdf)

University of Maryland. (2013). *College of Agriculture & Natural resources*. Recuperado el 17 de Octubre de 2013, de University of Maryland: <http://extension.umd.edu/growit/insects/spider-mite>

Watson, J. (1 de Marzo de 2012). *Capsicum blossom end rot*. Recuperado el 12 de Octubre de 2013, de CCS Disability Action, community garden:

[http://ccsdisabilityactiongarden.blogspot.com.es/2012\\_03\\_01\\_archive.html](http://ccsdisabilityactiongarden.blogspot.com.es/2012_03_01_archive.html)