

**UNIVERSIDAD DE ALMERÍA
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR Y
FACULTAD DE CIENCIAS
EXPERIMENTALES**



**INGENIERO TÉCNICO AGRÍCOLA
ESPECIALIDAD HORTOFRUTICULTURA Y
JARDINERÍA**

**Efecto de los cv Serrano de Morelos 2 y Jalapeño
utilizados como portainjertos sobre la producción del
pimiento “Tipo California” cv Bily bajo invernadero**

Alumno:

Daniel Rodríguez Valencia

Tutores:

Dr. Francisco Camacho Ferre

Dr. Fernando Toresano Sánchez

Almería, Enero de 2014

AGRADECIMIENTOS:

Me gustaría dar las gracias a todas las personas que me han ayudado en el proceso de este proyecto, a mis tutores Francisco Camacho Ferre por brindarme la oportunidad de realizar este proyecto fin de carrera, por sus sugerencias e ideas, por su disponibilidad, paciencia y tiempo invertido en la dirección de este trabajo de investigación. A Fernando Toresano por sus consejos a la hora de tomar decisiones en la toma de datos de campo.

A mis compañeros Francisco Doñas, Rosa María Sánchez y Loli Nuño por su gran ayuda a la hora de la recolección de datos y los buenos momentos pasados. Os deseo lo mejor tanto profesionalmente como personalmente.

A mis amigos y compañeros de universidad por esos buenos momentos durante los años de carrera que no se olvidan, gracias a todos.

A mi compañera y pareja Lidia Urbaneja por creer siempre en mi y animarme en los momentos difíciles a pesar de la distancia, por su ayuda y dedicación. Muchas gracias por tu amistad, tu cariño y tu comprensión.

Y por último y no menos importante dar las gracias a mi familia, que siempre han estado para apoyarme y creer en mí, gracias a mis hermanos por apoyo incondicional y a mis padres agradecerles la confianza y esfuerzos puestos en mi, ya que sin ellos esto no habría sido posible.

ÍNDICE GENERAL

1. INTERÉS Y OBJETIVOS	1
1.1. INTRODUCCIÓN	1
1.2. VALORACIÓN CAMAPAÑA ALMERIENSE 2011-2012	4
1.3. EL CULTIVO DEL PIMIENTO	7
1.4. EL CULTIVO DEL PIMIENTO EN ALMERÍA	9
1.5. OBJETIVOS	11
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	12
2.1. CULTIVO DEL PIMIENTO	13
2.1.1. ORIGEN	13
2.1.2. TAXONOMÍA	13
2.1.3. MORFOLOGÍA	14
2.1.4. CICLOS Y ÉPOCAS DE PRODUCCIÓN	18
2.1.5. EXIGENCIAS GENERALES DE CLIMA Y SUELO	19
2.1.6. MATERIAL VEGETAL	22
2.1.7. PRINCIPALES CICLOS DE CULTIVO	26
2.1.8. TÉCNICAS DE CULTIVO	27
2.1.8.1. LABORES PREVIAS A LA PLANTACIÓN	27
2.1.8.2. DESINFECCIÓN DEL SUELO	28
2.1.8.2.1. MÉTODOS QUÍMICOS	29
2.1.8.2.2. DESINFECCIÓN CON VAPOR DE AGUA	30
2.1.8.2.3. SOLARIZACIÓN	30
2.1.8.2.4. BIOFUMIGACIÓN	30
2.1.9. SEMILLA Y SEMILLERO	31
2.1.10. EL INJERTO	33
2.1.11. MARCOS DE PLANTACIÓN	35
2.1.12. LABORES CULTURALES	37
2.1.12.1. PREPARACIÓN DEL SUELO	37

2.1.12.2. ESCARDAS	37
2.1.12.3. REPOSICIÓN DE MARRAS	37
2.1.12.4. APORCADO	38
2.1.12.5. ACOLCHADO	38
2.1.12.6. PODAS	38
2.1.12.7. DESHOJADO	39
2.1.12.8. ENTUTORADO	39
2.1.12.9. ACLAREO DE FRUTOS	41
2.1.12.10. RECOLECCIÓN	41
2.2. FISIOPATÍAS, PLAGAS, ENFERMEDADES Y VIRUS	41
2.2.1. FISIOPATÍAS	42
2.2.2. PLAGAS	45
2.2.2.1. ÁCAROS	45
2.2.2.2. INSECTOS	46
2.2.2.3. ORUGAS	49
2.2.2.4. NEMATODOS	49
2.2.3. ENFERMEDADES	50
2.2.3.1. ENFERMEDADES FUNGICIDAS	50
2.2.3.2. ENFERMEDADES BACTERIANAS	52
2.2.4. VIRUS	53
2.2.4.1. VIRUS TRANSMITIDOS POR PULGONES	53
2.2.4.2. VIRUS TRANSMITIDOS POR TRIPS	54
2.2.4.3. VIRUS TRANSMITIDOS POR SEMILLAS Y/O CONTACTO	54
2.2.4.4. PRINCIPALES VIRUS DEL PIMIENTO	55
2.3. ENEMIGOS NATURALES	56
2.4. FERTIRRIGACIÓN	64
2.4.1. RIEGOS	64
2.4.2. ABONADO	65
2.5. EL INJERTO DEL PIMIENTO	66
2.5.1. EL INJERTO DE PLANTAS HORTICOLAS	66
2.5.2. PORTAINJERTOS	68

2.5.3. UNION DEL INJERTO	69
2.5.4. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA UNIÓN DEL INJERTO	70
2.5.5. COMPATIBILIDAD	72
2.5.6. INTERACCIÓN PATRON VARIEDAD	73
2.5.7. MÉTODOS DE INJERTO EN HORTÍCOLAS	74
2.5.8. PROCEDIMIENTO GENERAL EN LOS INJERTOS HORTÍCOLAS	76
2.5.9. PORTAINJERTOS EMPLEADOS EN PIMIENTO	76
3. MATERIAL Y MÉTODOS	79
3.1. SITUACIÓN DE LA FINCA EXPERIMENTAL UAL-ANECOOP	80
3.2. INSTALACIONES	81
3.3. EL INVERNADERO	82
3.4. SISTEMA DE RIEGO	83
3.4.1. Balsa	83
3.4.2. SISTEMA DE INYECCIÓN DE FERTILIZANTES	84
3.4.3. SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN FINAL A LOS GOTEROS	85
3.5. MATERIAL VEGETAL	86
3.6. DISEÑO EXPERIMENTAL	87
3.7. MANEJO DE CULTIVO	87
3.7.1. SEMILLERO	87
3.7.2. ENTUTORADO	88
3.7.3. CONDICIONES CLIMÁTICAS	89
3.7.4. RIEGO Y FERTILIZACIÓN	92
3.7.5. TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS	96
3.8. AGUA DE RIEGO	97
3.8.1. SALINIDAD Y SODIO	97
3.8.2. TOXICIDADES POR IONES	97
3.8.3. DUREZA DEL AGUA, pH Y MICROELEMENTOS	98

3.8.4. APORTE DE NUTRIENTES	98
3.8.5. VALORACIÓN GLOBAL	98
3.9. TOMA DE DATOS	99
3.10. PROCESADO DE DATOS	106
3.11. TRATAMIENTO ESTADÍSTICO DE LOS DATOS	106
3.12. INFORMATIZACIÓN DE LOS DATOS OBTENIDOS	106
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	108
4.1. PRODUCCIÓN COMERCIAL POR SUPERFICIE	109
4.2. PRODUCCIÓN DESTRIO POR SUPERFICIE	110
4.3. PRODUCCIÓN TOTAL POR SUPERFICIE	111
4.4. PESO MEDIO DEL FRUTO	112
4.5. LONGITUD MEDIA DEL FRUTO	113
4.6. PERIMETRO ECUATORIAL MEDIO DEL FRUTO	115
4.7. GROSOR MEDIO DE LA PARED DEL FRUTO	116
4.8. DISCUSIÓN	118
5. CONCLUSIONES	121
6. BIBLIOGRAFÍA	123

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Fotografía de la evolución de la superficie invernada en un periodo de 30 años en el campo de Dalías.	2
Figura 2. Evolución mensual del volumen comercializado y del precio percibido por el agricultor en la campaña 2011/12 (Evaluación de la campaña hortícola protegida almeriense 2011/12)	5
Figura 3. Precios medios ponderados en origen de pimiento durante las campañas 2011/12 y 2010/11 (Evaluación de la campaña hortícola protegida almeriense 2011/12).	6
Figura 4. Precios medios de los principales tipos de pimiento comercializados en Almería en las tres últimas campañas (Evaluación de la campaña hortícola protegida almeriense 2011/12).	6
Figura 5. Planta de pimiento.	14
Figura 6. Flor de pimiento.	16
Figura 7. Flor de pimiento.	16
Figura 8. Fruto del pimiento en color verde.	18
Figura 9. Fruto del pimiento en color rojo.	18
Figura 10. Pimiento california en color rojo.	25
Figura 11. Pimiento california en color verde.	25
Figura 12. Pimiento lamuyo de color rojo.	25
Figura 13. Pimiento lamuyo de color verde.	25
Figura 14. Pimiento italiano de color verde.	26
Figura 15. Pimiento italiano de color verde.	26
Figura 16. Plantas de pimiento entutorado tradicional.	40
Figura 17. Plantas de pimiento entutorado holandés.	40
Figura 18. Frutos de pimiento tipo California afectados por cracking y micro-cracking.	42
Figura 19. Frutos de pimiento tipo California afectados por cracking y micro-cracking.	42
Figura 20. Frutos de pimiento con <i>Blosson-end rot</i> .	44

Figura 21. Frutos de pimiento con <i>Blosson-end rot</i> .	44
Figura 22. Adulto de <i>T. urticae</i> .	46
Figura 23. Colonia de <i>T. urticae</i> .	46
Figura 24. Planta afectada por <i>P. latus</i> .	46
Figura 25. Diferentes estadios de <i>P. latus</i> .	46
Figura 26. Adulto de mosca blanca.	47
Figura 27. Adulto de <i>A. gossyii</i> .	48
Figura 28. Estadio inmaduro de pulgón.	48
Figura 29. Adulto de <i>F. occidentalis</i> .	48
Figura 30. Planta de pimiento afectada por <i>Botrytis cinérea</i> .	51
Figura 31. Cultivo de pimiento afectado por <i>Phytophthora capsici</i> .	52
Figura 32. Adulto de <i>A. colemani</i> parasitando un pulgón.	56
Figura 33. Adulto de <i>D. isaea</i> .	57
Figura 34. <i>E. mundus</i> en la epidermis de una hoja.	58
Figura 35. Adulto de <i>A. swirskii</i> .	58
Figura 36. Varios ejemplares de <i>A. swirskii</i> .	59
Figura 37. Estadio adulto de <i>N. tenuis</i> .	59
Figura 38. Estadio adulto de chinche <i>O. laevigatus</i> .	60
Figura 39. Diferentes estadios de <i>P. persimilis</i> .	61
Figura 40. Adulto de <i>M. caliginosus</i> .	61
Figura 41. Ejemplar adulto de <i>Chrisopa</i> .	62
Figura 42. Adulto de <i>E. formosa</i> parasitando.	62
Figura 43. Ejemplar adulto de <i>C. attenuata</i> (mosca tigre).	63
Figura 44. Adulto de <i>A. bipunctata</i> .	63
Figura 45. Ejemplar adulto de <i>C. septumpunctata</i> .	63
Figura 46. Plano de situación de la Fundación Finca Experimental Ual-Anecoop.	80
Figura 47. Plano de distribución de la Fundación Finca Experimental Ual-Anecoop.	81
Figura 48. Invernadero del experimento.	82
Figura 49. Vista de la cubierta de las balsas de riego.	83
Figura 50. Exterior del invernadero.	84

Figura 51. Equipo de filtros de arena.	84
Figura 52. Inyectores de fertilizantes.	85
Figura 53. Tanques de de almacenamiento de solución madre.	85
Figura 54. Distribución de los goteros.	86
Figura 55. Detalle del punto de injerto.	87
Figura 56. Detalle de las bandejas de poliexpan y fundas plásticas utilizadas en el semillero	88
Figura 57. Detalle de la poda holandesa a tres tallos practicada en el cultivo.	88
Figura 58. Valores registrados de temperatura (° C), en el invernadero de cultivo.	90
Figura 59. Valores registrados de humedad relativa (%), en el invernadero de cultivo.	90
Figura 60. Valores registrados de radiación (W/m ²), en el invernadero de cultivo.	91
Figura 61. Comparativa de radiación, humedad relativa y temperatura registrados en el invernadero de cultivo.	91
Figura 62. Recolección de datos.	99
Figura 63. Recolección de datos.	99
Figura 64. Medida de la longitud del fruto.	100
Figura 65. Medida de la anchura ecuatorial del fruto.	100
Figura 66. Medida del grosor de carne.	100
Figura 67. Báscula EKS Premium.	101
Figura 68. Detalle de las cajas utilizadas y cantidad de producción un día de recolección.	102
Figura 69. Destrío.	103
Figura 70. Destrío.	103
Figura 71. Longitud del tallo principal.	104
Figura 72. Toma de medidas del grosor de los tallos.	105
Figura 73. Toma de medidas del grosor de los tallos.	105
Figura 74. Producción comercial por superficie (kg comer./m ²) por tratamientos.	109

Figura 75. Producción destrío por superficie (kg comer./m ²) por tratamientos.	110
Figura 76. Producción total por superficie (kg comer. + kg totales/m ²) por tratamientos.	111
Figura 77. Peso medio del fruto (g) por tratamiento.	113
Figura 78. Longitud media del fruto (mm) por tratamiento.	114
Figura 79. Anchura ecuatorial media (mm) por tratamiento.	116
Figura 80. Grosor de la pared (mm), por tratamiento.	117

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1. Temperaturas para pimiento en diferentes fases de desarrollo.	20
Tabla 2. Virus que atacan al cultivo del pimiento.	55
Tabla 3. Niveles foliares de referencia para el cultivo de pimiento (Cadahía, 1998).	66
Tabla 4. Valores de parámetros climáticos en el invernadero durante los meses de cultivo.	89
Tabla 5. Cantidades de fertilizante que contienen los tanques para la realización de la solución madre.	92
Tabla 6. Riegos aplicados al cultivo durante el ciclo.	92
Tabla 6. Riegos aplicados al cultivo durante el ciclo(II).	93
Tabla 6. Riegos aplicados al cultivo durante el ciclo(III).	94
Tabla 6. Riegos aplicados al cultivo durante el ciclo(IV).	95
Tabla 7. Tratamientos fitosanitarios realizados sobre el cultivo durante el ciclo.	96
Tabla 8. Efecto producido en la utilización de diferentes patrones y un testigo sin injertar, sobre la producción comercial por superficie obtenida (kg/m ²) en un cultivo de pimiento cv. <u>Bily</u> bajo invernadero. Campaña 2012-2013.	109
Tabla 9. Efecto producido en la utilización de diferentes patrones y un testigo sin injertar, sobre la producción destrío por superficie obtenida (kg/m ²) en un cultivo de pimiento cv. <u>Bily</u> bajo invernadero. Campaña 2012-2013.	110
Tabla 10. Efecto producido en la utilización de diferentes patrones y un testigo sin injertar, sobre la producción total por superficie obtenida (kg comerciales + kg destrío/m ²) en un cultivo de pimiento cv. <u>Bily</u> bajo invernadero. Campaña 2012-2013.	111
Tabla 11. Efecto producido en la utilización de diferentes patrones y un testigo sin injertar, sobre el peso medio del fruto en gramos (g), en un cultivo de pimiento cv. <u>Bily</u> bajo invernadero. Campaña 2012-2013.	112
Tabla 12. Efecto producido en la utilización de diferentes patrones	

y un testigo sin injertar, sobre la longitud medio del fruto en milímetros (mm), en un cultivo de pimiento cv. Bily bajo invernadero. Campaña 2012-2013. 114

Tabla 13. Efecto producido en la utilización de diferentes patrones y un testigo sin injertar, sobre el perímetro ecuatorial medio del fruto en milímetros (mm), en un cultivo de pimiento cv. Bily bajo invernadero. Campaña 2012-2013. 115

Tabla 14. Efecto producido en la utilización de diferentes patrones y un testigo sin injertar, sobre el grosor medio de la pared del fruto en milímetros (mm), en un cultivo de pimiento cv. Bily bajo invernadero. Campaña 2012-2013. 117

1. INTERÉS Y OBJETIVOS

1. INTERÉS Y OBJETIVOS

1.1. INTRODUCCIÓN

La horticultura intensiva en Almería, llama la atención, por su importancia económica en el sector agrario nacional, hortícola en particular y, por su espectacular desarrollo en más de treinta años, representando hoy día el máximo exponente de la agricultura intensiva bajo plástico en España a nivel de producción y comercio. La agricultura Almeriense es una de las más importantes de Europa, llamada comúnmente como la "Huerta de Europa".

El desarrollo de la horticultura ha sido de tal magnitud, que en las últimas décadas ha cambiado drásticamente la fisonomía del paisaje de Almería; superficies áridas, desérticas y con escasos recursos hídricos, hoy en día sustentan miles de hectáreas de cultivo bajo plástico, tanto en la franja costera de Levante (Este) como en la de Poniente (Oeste). (Camacho Ferre, F. 2003) (fig. 1).

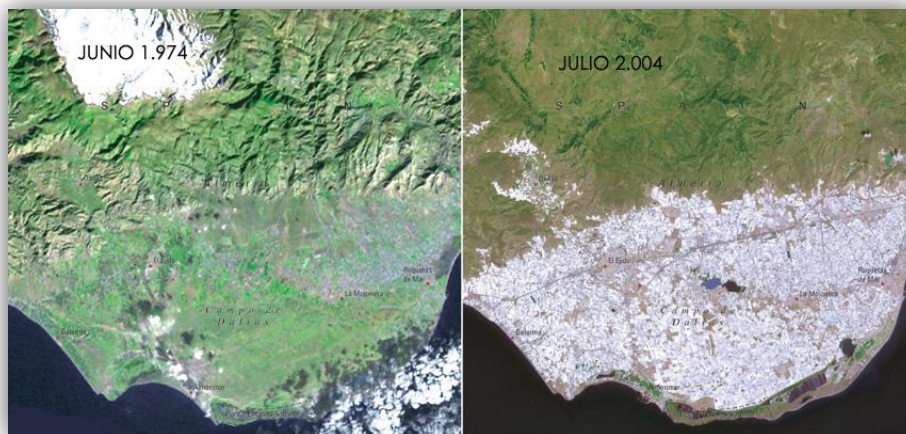


Figura 1. Fotografía de la evolución de la superficie invernada en un periodo de 30 años en el campo de Dalías.

Este modelo de desarrollo, único en el mundo, por su gran concentración de invernaderos, es el principal motor económico de la provincia de Almería, que se empezó a desarrollar a finales de los años 70. Hoy en día destaca por la importancia económica y por el avance tecnológico de producción, siendo un modelo a considerar por otros sectores económicos.

Este modelo de desarrollo, caracterizado por su eficiencia productiva y por su respuesta continua a los condicionantes que debe afrontar, conforma el principal pilar sobre el que se sustenta la economía de la provincia, a pesar de requerir un importante desembolso de dinero para la manutención de las explotaciones y que se trata de un sistema altamente intensivo tanto en trabajo como en capital.

El sistema se caracteriza por emplear importantes cantidades de insumos, necesarios para la obtención de los elevados índices de producción que mediante él se obtienen. Son esenciales aportes ajustados de nutrientes en forma de fertilizantes químicos que normalmente se aplican disueltos en el agua de riego. Por otro lado, el ambiente generado en el interior del invernadero es muy propicio para la aparición de patógenos de las plantas, por lo que los tratamientos fitosanitarios son imprescindibles para el normal desarrollo del cultivo, además del uso de variedades resistentes a las enfermedades más frecuentes. Todo lo explicado, junto al empleo de tecnología de última generación, e infraestructuras cada vez más eficientes, hacen que el agricultor obtenga mayores y mejores cosechas. (Análisis campaña 2010-2011, Fundación Cajamar).

La mano de obra es el coste más importante en las explotaciones. Su elevada necesidad, sin duda, una de las características peculiares de la agricultura de cultivos protegidos. De esta forma, la agricultura intensiva del litoral almeriense destaca, tanto en el contexto provincial y autonómico español, por su fuerte demanda de trabajo lo que le otorga un alto interés social y un papel esencial como elemento de desarrollo regional.

La comercialización del sector se enfrenta a una distribución cada vez más concentrada y exigente, cuyo poder de negociación se ha incrementado notablemente respecto a décadas pasadas. Se enfrenta también a las crecientes necesidades y exigencias del consumidor, que demanda constantemente productos con mayor calidad, por lo que ha experimentado un importante avance en el empleo de métodos de producción respetuosos con el medio ambiente como la producción integrada con el empleo de lucha biológica, obteniendo muy buenos resultados que le abren paso a nuevas expectativas de futuro.

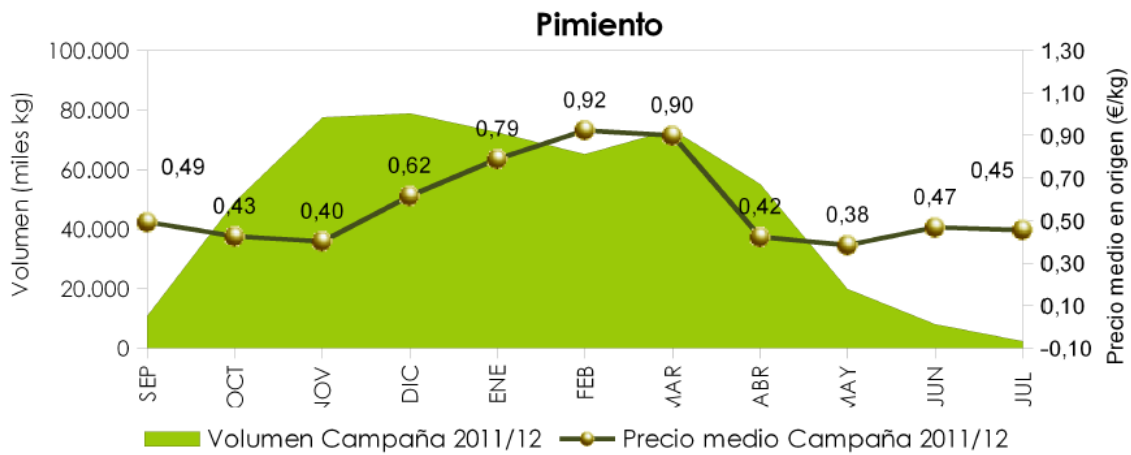
1.2. VALORACIÓN CAMPAÑA ALMERIENSE 2011-2012

La fase inicial de la campaña se caracterizó por un descenso atenuado de las cotizaciones y un incremento lineal de los volúmenes comercializados. A mediados del mes de noviembre la demanda comenzó a activarse. No obstante, las condiciones climáticas en origen mantenían la producción en valores elevados y las cotizaciones descendían. En el mes de diciembre con las plantaciones en plena producción, Almería se convertía en la principal suministradora de pimiento de Europa. Las cotizaciones iniciaban un fuerte ascenso hasta el mes de febrero, cuando el decremento productivo, provocado por las olas de frío acompañado de una intensificación de la demanda, favorecieron el alcance del valor máximo de la campaña (0,92 €/kg).

En los meses de primavera, algunas plantaciones de pimiento tempranas e intermedias eran sustituidas por cultivos de sandía y melón. La producción de pimiento caía ligeramente en abril, mientras su cotización lo hacía de forma brusca, al acusar la paulatina retirada de los compradores nacionales e internacionales hacia regiones como Murcia y posteriormente hacia las producciones propias de cada país.

En mayo, junio y julio la producción descendía de forma exponencial, mostrando los precios un ligero repunte en junio, que se mantenía durante el mes de julio (Evaluación de la campaña hortícola protegida almeriense 2011/12).

Efecto de los cv Serrano de Morelos 2 y Jalapeño utilizados como portainjertos sobre la producción del pimiento "Tipo California" cv Bily bajo invernadero



Fuente: Observatorio de Precios y Mercados. CAPMA.

Figura 2. Evolución mensual del volumen comercializado y del precio percibido por el agricultor en la campaña 2011/12 (Evaluación de la campaña hortícola protegida almeriense 2011/12)

La evolución de las cotizaciones en la campaña 2011/12 indica en líneas generales una trayectoria divergente y un comportamiento menos favorable que en la pasada campaña. En los cuatro primeros meses del período los precios se mantuvieron por debajo de la pasada campaña. Como sucede en la mayoría de los cultivos analizados, la prolongación de las campañas hortícolas de los países centroeuropeos y del resto de regiones de producción nacionales, así como una mayor producción en origen, actuaron en detrimento de la fijación de cotizaciones. En la campaña 2011/2012 fueron los meses de enero, febrero y marzo los que registraron los mayores precios. En la campaña precedente los precios máximos se obtuvieron en diciembre, por escasez de producto en Almería y en marzo y abril por retraso en la entrada productiva de Murcia, unido a una mayor demanda de producto almeriense.

El precio medio del producto de primera categoría se fijó en 0,68 €/kg, mientras que el precio medio (I+II categoría) se situaba en 0,63 €/kg.

Efecto de los cv Serrano de Morelos 2 y Jalapeño utilizados como portainjertos sobre la producción del pimiento "Tipo California" cv Bily bajo invernadero

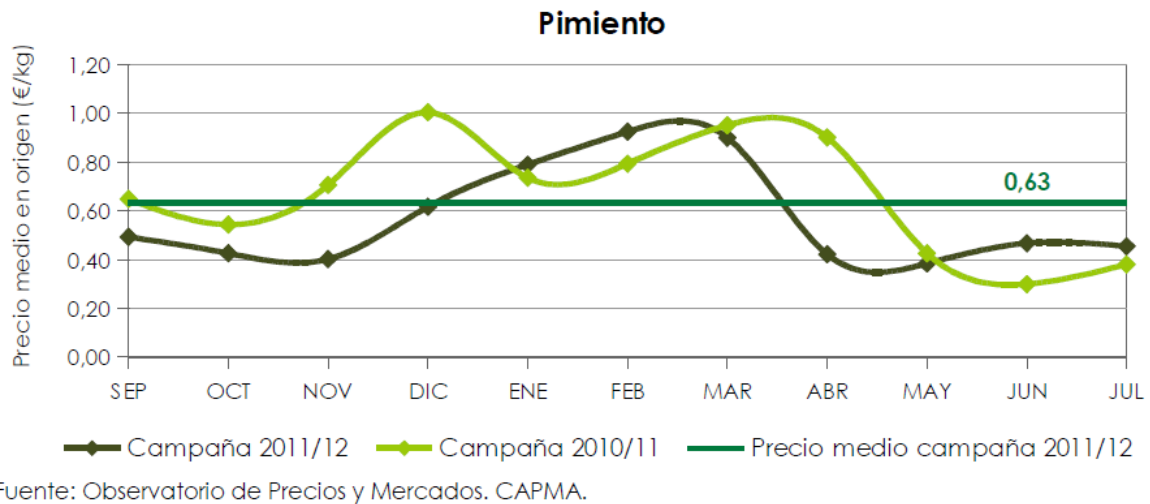


Figura 3. Precios medios ponderados en origen de pimiento durante las campañas 2011/12 y 2010/11 (Evaluación de la campaña hortícola protegida almeriense 2011/12).

El California amarillo es la variedad más valorada del período, seguida de los tipos rojos y verdes de Lamuyo y California. Los tipos analizados obtienen cotizaciones inferiores a las últimas dos campañas, siendo los California y Lamuyo rojos y amarillos los que más se deprecian y los verdes e italianos los que menos.

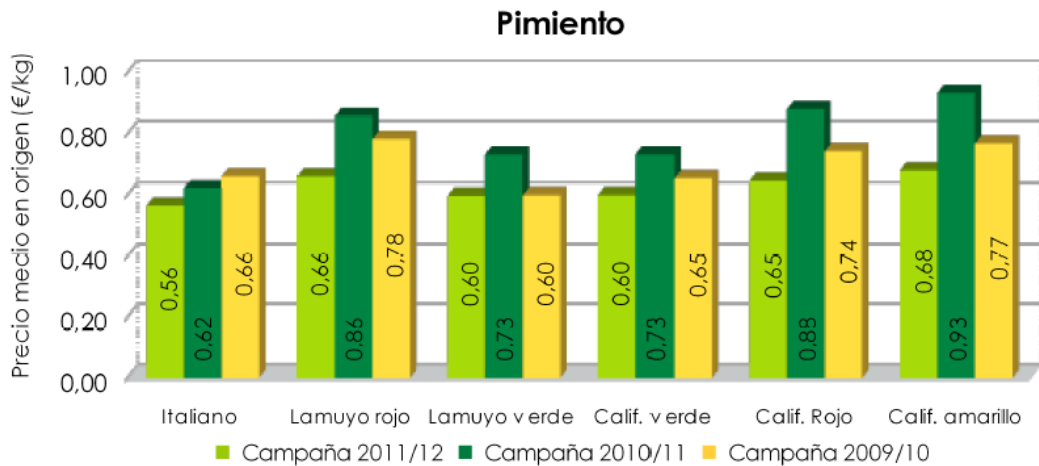


Figura 4. Precios medios de los principales tipos de pimiento comercializados en Almería en las tres últimas campañas (Evaluación de la campaña hortícola protegida almeriense 2011/12).

1.3. EL CULTIVO DEL PIMIENTO

El pimiento es originario de la zona de Bolivia y Perú, donde además de *Capsicum annum* L. se cultivaban al menos otras cuatro especies. Fue traído al Viejo Mundo por Colón en su primer viaje (1493). En el siglo XVI ya se había difundido su cultivo en España, desde donde se distribuyó al resto de Europa y del mundo con la colaboración de los portugueses. Su introducción en Europa supuso un avance culinario, ya que vino a complementar e incluso sustituir a otro condimento muy empleado como era la pimienta negra (*Piper nigrum* L.), de gran importancia comercial entre Oriente y Occidente. (Nuez *et al*, 1996).

La familia *Solanaceae* se considera que está formada por unos 90 géneros, los cuales se encuentran divididos a su vez en dos subfamilias: *Solanoideae* y *Cestroideae*. La diferencia entre ambas reside en que la *Solanoideae* presenta un embrión que se encuentra enrollado y de un diámetro más o menos uniforme; mientras que la *Cestroideae* tiene un embrión típicamente recto y ligeramente curvado. Además también existen un gran número de diferencias morfológicas, químicas y citogenéticas.

Capsicum pertenece a la tribu más grande de la subfamilia *Solanoideae*, la tribu *Solaneae*. Esta tribu contiene alrededor de 1250 especies encuadradas en 18 géneros que incluyen especies cultivadas muy importantes como son *Solanum*, *Lycopersicon*, *Cyphomandra*, *Physalis*, etc. (Hunziker, 1979).

La taxonomía dentro del género *Capsicum* es compleja, debido, a la gran variedad de formas existentes en las especies cultivadas y a la diversidad de criterios utilizados en la clasificación (Milla, 1996).

Dentro del género *Capsicum* se incluyen 23 especies reconocidas, 12 de las cuales son utilizadas por el hombre y solo 5 de estas especies son cultivadas: *C. annum*, *C. baccatum*, *C. frutescens*, *C. pubescens*, y *C. chinese*. Entre ellas *C. annum* es la más importante y difundida (Milla, 1996).

La expansión del pimiento se ha hecho universal, siendo difícil encontrar algún lugar en el mundo donde no se utilice alguno de sus productos. Su cultivo a diferencia de lo ocurrido con otras *Solanáceas* americanas se expandió por el mundo con gran rapidez (Nuez *et al*, 1996).

El pimiento es una planta herbácea anual de crecimiento limitado. La altura y la forma de desarrollo varían en función del cultivar y de las condiciones de cultivo. Todas las especies del género *Capsicum* son diploides y poseen dos pares de cromosomas (Milla, 1996).

El cultivo del pimiento se encuentra prácticamente en todas las zonas templadas y cálidas del mundo. Las superficies dedicadas al cultivo de los distintos tipos de pimiento varían considerablemente en cada país, en función de los usos y costumbres. (Nuez *et al.*, 1996).

Las superficies dedicadas al cultivo de los distintos tipos varietales varían considerablemente en cada país, en función de los usos y costumbres, volumen y destino de las exportaciones; dominando en los países Africanos y Asiáticos las variedades de pimiento tipo picante, en los países de Europa Occidental las variedades dulces, en Europa Oriental las variedades que se utilizan para pimentón y en América predominan tanto las variedades dulces como las picantes (Nuez *et al*, 1996).

En los últimos quince años se ha producido un considerable aumento en la producción de pimiento fresco (FAO, 2011).

Debido a que el pimiento fresco es un producto perecedero y por tanto presenta una corta vida útil que limita su comercialización entre países lejanos, surgen tres zonas principales de suministro a nivel mundial, que son:

Una para abastecer a Europa, básicamente provenientes de países Europeos y de la Cuenca Mediterránea (España, Francia, Italia, Marruecos, Países Bajos, Hungría, Turquía e Israel); otra, formada por los envíos de México hacia los Estados Unidos y, una tercera es la que se produce en el continente Asiático con producto proveniente

de China e India para abastecer a ciudades como Singapur o Hong Kong (Namesny, 1996).

1.4. EL CULTIVO DEL PIMIENTO EN ALMERÍA

El cultivo del pimiento en invernaderos cubiertos con plástico está ampliamente extendido en la Región de Murcia, en las provincias de Alicante y Almería, para responder a las exigencias de este cultivo fuera de la temporada. Los invernaderos con la estructura tipo parral de porte bajo, caracterizado por una insuficiente ventilación, se están sustituyendo por los invernaderos de porte alto con mayor volumen y mejor ventilación como el tipo multitúnel (M. Ezziyyani, 2004).

La producción de pimiento fue de 354.141 toneladas. El pimiento tipo California aporta el 65% de la producción, concentrando el California rojo el 36%, el Lamuyo un 17% de y el Italiano supera ligeramente el 9%.

La estimación del valor de la producción total del pimiento, en la campaña 2011-2012, de 322,336 millones de euros, un 12% menos que la campaña anterior. (Evaluación de la campaña hortícola Almeriense 2011/12, Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente.)

Es una de las especies hortícolas más importantes dentro del marco de la agricultura intensiva de la comarca, solamente superada en producción y en superficie por el tomate. Almería es la mayor productora de pimiento a nivel nacional. (Namesny, 1996).

En Almería, el cultivo protegido de pimientos se lleva a cabo en ciclo de otoño-invierno (Camacho, F., 2003). La plantación de los cultivares tipo California se inicia a mediados de mayo y se terminan a principios de agosto, ya que al ser bastante exigente en temperatura, el cuajado de los frutos cesa a medida que las temperaturas nocturnas descienden por debajo de los 10-12 °C, y la maduración de los mismos se ralentiza con la llegada del frío invernal, lo que puede llegar a producir

una reducción de la cosecha con el consiguiente perjuicio para el agricultor (Nuez, F., 1996).

El pimiento admite bien los suelos arenados, incluso sobre suelos arcillosos (Camacho, F., 2003).

Hoy día, la producción y comercialización del pimiento se encuentran muy condicionada por una serie de aspectos de carácter técnico, económico, medioambiental, de calidad y seguridad alimentaria, que hacen cada vez más difícil la elección de este cultivo por parte del agricultor (García *et al*, 2008).

Para mejorar la calidad de los productos se han introducido variedades híbridas de los tipos Lamuyo, California, Dulce Italiano, Padrón, etc. Estas variedades son apreciadas por su alto rendimiento, su maduración temprana y su buena calidad comercial (M. Ezziyyani, 2004).

La principal razón por la que se injertan las plantas hortícolas es como método de lucha contra patógenos del suelo, así como las enfermedades que producen. El cultivar se injerta sobre una planta resistente perteneciente a otro cultivar, otra especie u otro género de la misma familia (Louvet, 1974). Es una práctica agrícola común en cultivos como tomate, sandía y en menor medida melón. Esta labor cultural nos aporta diferentes beneficios sobre la planta no injertada. En pimiento no es habitual utilizar planta injertada, aunque puede ser factible el aumento de esta técnica en un futuro.

El injerto puede tener las siguientes finalidades (Louvet, 1974):

- Se perpetúan clones que no se pueden mantener con facilidad con otros procedimientos.
- Cambio de cultivares de plantas ya establecidos.
- Estudio de enfermedades virales.
- Obtención de beneficio de algunos patrones.

- Aceleración de la madurez reproductora de selección de plántulas obtenidas por hibridación.
- Obtención de formas especiales de crecimiento de las plantas.

El injerto que se ha utilizado en el experimento fue de empalme. Es un método muy exigente en condiciones microclimáticas para el prendimiento (Camacho, F., 2003).

1.5. OBJETIVOS

El objetivo del experimento reside en la valoración de la producción de una variedad de pimiento tipo California "Bily" con recolección en verde y en rojo, injertada sobre otros cultivares de pimiento que no se plantan en España pero que si se cultivan, tanto por su resistencias a patógenos de suelo como por su sabor (picante) en otros países como México

La valoración se hace con el estudio de los siguientes parámetros:

- kg/m² de producción total.
- kg/m² de producción comercial.
- kg/m² de destrío.
- Número de frutos comerciales/m².
- Número de frutos de destrío/m².

Como tratamiento testigo se emplea el cv. Bily sin injertar.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. CULTIVO DEL PIMIENTO

2.1.1. ORIGEN

El pimiento es originario de América del Sur, de la zona de Bolivia y Perú; así lo demuestran los hallazgos de frutos de pimiento, grabados sobre piedra, que datan de 800 a 1000 años después de Jesucristo, en la parte nordeste de los Andes Peruvianos (Milla, A. 1996).

Las numerosas expediciones al Nuevo Mundo, finales de siglo XV e inicio del XVI, permiten la introducción del género *Capsicum*, por navegantes españoles y portugueses, en Europa, inicialmente en aéreas del Mediterráneo, de climas templados y cálidos, siguiendo en África, América del Norte, Indias, China y Oceanía (Milla, A. 1996).

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: *Annuum* L.

La familia *Solanaceae* se considera que está formada por unos 90 géneros, los cuales se encuentran divididos a su vez, en dos subfamilias: *Solanoideae* y *Cestroideae*. La diferencia entre ambas reside en que la *Solanoideae* presenta un embrión que se encuentra enrollado y de un diámetro más o menos uniforme; mientras que la *Cestroideae* tiene un embrión típicamente recto o ligeramente

curvado. Además, también existen un gran número de diferencias morfológicas, químicas y citogenéticas. (Nuez, F., Gil, R. &Costa, J.1996).

Capsicum pertenece a la tribu más grande de la subfamilia *Solanoideae*, la tribu *Solaneae*. Esta tribu contiene alrededor de 1250 especies encuadradas en 18 géneros; entre ellos, aparte de *Capsicum*, hay otros géneros que incluyen especies cultivadas muy importantes, como son: *Solanum*, *Lycopersicon*, *Cyphomandra*, *Physalis*, etc. (Hunziker, 1979).

La taxonomía dentro del género *Capsicum* es compleja, debido a la gran variabilidad de formas existentes en las especies cultivadas y a la diversidad de criterios utilizados en la clasificación (Nuez, F., Gil, R. &Costa, J.1996).

En el género *Capsicum* se encuentran 23 especies reconocidas, de las cuales solo 5 son cultivadas: *C. annum*, *C. baccatum*, *C. frutescens*, *C. pubescens* y *C. chinense*. De todas ellas, *Capsicum. annum* es la más importante y difundida (Milla, A. 1996).

2.1.3. MORFOLOGÍA

Planta:

Herbácea perenne con ciclo de cultivo anual (aunque puede rebrotar y volver a producir en un segundo año, si se le hace una poda muy fuerte antes de que finalice su desarrollo vegetativo) de porte variable entre los 0,5 metros (en determinadas variedades de cultivo al aire libre) y más de 2 metros (gran parte de los híbridos cultivados en invernadero) (Milla, 1996).



Figura 5. Planta de pimiento.

Sistema radicular:

Consta de una raíz pivotante, de la que se ramifica un conjunto de raíces laterales y adventicias. El sistema radicular de la planta de pimiento se sitúa en los primeros 30-60 cm del suelo, con una mayor densidad de raíces en la parte superficial. Horizontalmente se extiende hasta unos 30-50 cm del eje (Nuez, F., Gil, R. &Costa, J.1996).

Tallo principal:

El tallo es erecto, a partir de cierta altura (cruz) emite 2 o 3 ramificaciones (dependiendo de la variedad) y continua ramificándose de forma dicotómica hasta el final de su ciclo (los tallos secundarios se bifurcan después de brotar varias hojas y así sucesivamente). Se llama nudo a la parte del tallo en que se desarrolla una o varias hojas y entre nudo a la posición del tallo entre dos nudos. El número de nudos sobre el eje principal varía de 7 a 20, incluso más en algunas variedades (Nuez, F., Gil, R. &Costa, J.1996).

Al principio es de consistencia herbácea, lignificándose más tarde conforme se desarrolla, pero no lo suficiente como para mantenerse erguido como planta adulta y con muchos frutos, por lo que necesita de tutores. Su altura puede llegar en cultivos al aire libre a un metro de altura y en invernadero fácilmente a los 2 metros, todo en función de la variedad, época y condiciones climáticas (Reche, J. 2010).

Hoja:

Entera, lampiña y lanceolada, con un ápice muy pronunciado (acuminado) y un peciolo largo. El haz es glabro (liso y suave al tacto) y de color verde más o menos intenso (dependiendo de la variedad), y brillante, siendo el envés menos suave y de color más claro. El nervio principal parte de la base de la hoja, como una prolongación del peciolo, del mismo modo que las nerviaciones secundarias que son pronunciadas y llegan casi al borde de la hoja. La inserción de las hojas al tallo tiene lugar de forma alterna y su tamaño es variable en función de la variedad, existiendo cierta correlación entre el tamaño de la hoja adulta y el peso medio del fruto (Sánchez, 1991).

Flor:

Es pequeña y tiene los pétalos blancos (Figs.10 y 11) Suelen aparecer solitarias en cada nudo del tallo, con inserción en las axilas de las hojas. Son autógamias, con un porcentaje no muy elevado de alogamia (no supera el 10%). En la mayoría de las variedades suele salir la primera flor en la “cruz” de la planta y suele dar un fruto grande (Camacho, 2003).



Figuras 6 y 7. Flor de pimiento.

Se distinguen las siguientes partes en la flor (Nuez, F., Gil, R. &Costa, J.1996):

Periantio: Es el eje o receptáculo de la flor y comprende las partes estériles de la misma. Está constituido por dos elementos fundamentales, el cáliz y la corola.

Cáliz: Formado por 5-8 sépalos (su número coincide con el de costillas del pedúnculo), verdes, unidos en una sola pieza y persistentes que se endurecen al formar el fruto.

Corola: El diámetro de esta oscila entre 10 y 20 mm y sus pétalos de color blanco lechoso están soldados por la base. El número de pétalos varía de 5 a 8.

Androceo: Es la parte masculina de la flor. Está formado por estambres asociados al tubo. Cada estambre consta de un filamento de 1,8-3.5 mm de longitud que en el extremo lleva una antera de 1,2 mm de ancha y 2-4 mm de larga. Cada antera esa

formada por dos lóbulos o tecas, cada una de las cuales contiene dos sacos polínicos.

Gineceo: Constituye la parte femenina de la flor, formada por 2-4 carpelos o pistilos soldados. A su vez se componen de las siguientes partes:

Ovario: Parte basal del gineceo, de 2-5 mm de longitud y 1,5-5 mm de diámetro.

Estilo: Filamento de 3,5-6,5 mm de longitud que prolonga la pared del ovario.

Estigma: Región terminal del estilo y lugar donde se produce la polinización

Nectarios: Se encuentran en la parte basal del ovario, mostrándose como pequeños engrosamientos (Rabinowitch, H.D., Fahn, A. & Lensky, Y., 2008).

Las flores están unidas al tallo por un pedúnculo o pedicelo de 10 a 20 mm de longitud, torcido hacia abajo en la anthesis y de 5 a 8 costillas (Nuez, F., Gil, R. & Costa, J.1996).

Para que se produzca la floración, es necesario que la planta tenga un grado de madurez, que no se consigue hasta que tiene alrededor de 10 hojas. (Serrano, Z., 1996).

Fruto:

Baya hueca, semicartilaginosa y deprimida, de color variable (verde, rojo, amarillo, naranja, violeta o blanco); algunas variedades van pasando del verde al anaranjado y al rojo a medida que van madurando. Su tamaño es variable, pudiendo pesar desde escasos gramos hasta más de 500 gramos. Las semillas se encuentran insertas en una placenta cónica de disposición central. Son redondeadas, ligeramente reniformes, de color amarillo pálido y longitud variable entre 3 y 5 mm.

Los frutos van insertados en las ramas principales y más tardíamente en las ramas secundarias, siendo los frutos mejor formados y de mejor calidad los de las ramas principales. El fruto puede recolectarse separándolo por la zona de abscisión del pedicelo, como ocurre en las variedades industriales, en las que es indeseable la presencia de parte del pecíolo, o bien puede separarse por la zona peduncular de unión al fruto (Camacho, 2003).



Figuras 8 y 9. Fruto del pimiento en color rojo y verde.

Semillas:

Son muy numerosas, de forma y tamaño distinto según especie y variedad situándose la mayoría en la región de la placenta central (corazón). Se compone de la testa (tejidos que cubren la semilla), endospermo (tejido de reserva y el embrión (Nuez *et al*, 1996).

2.1.4. CICLOS Y ÉPOCAS DE PRODUCCIÓN

El sistema radicular de las plantas de pimiento es muy débil, por lo que debe realizarse el trasplante con mucho cuidado, de manera que las plántulas no sufran cambios bruscos de condiciones (Sobrino y Sobrino, 1992).

Existen dos ciclos principales de cultivo en invernadero, el denominado de primavera, que se realiza en el levante español, y el de otoño, que se realiza en la costa andaluza y en las Islas Canarias, Las diferencias de ciclo son consecuencia de que en estas últimas regiones existen mejores condiciones climáticas que en el levante, sobre todo temperaturas invernales más elevadas (Nuez *et al*, 1996).

Para la producción de primavera, el período de plantación comprende especialmente de mediados de noviembre hasta el 20 de diciembre, con una concentración máxima en la primera quincena de este mes (Gamayo, 1996). Una plantación más precoz implicaría un mayor riesgo de ataque de enfermedades, fundamentalmente Botrytis, una plantación más tardía obtendría peores cotizaciones que una planta más precoz (Nuez *et al*, 1996). La recolección comienza en marzo para las fechas más tempranas y en abril para las más tardías. La producción se alargara en tanto el precio sea interesante, normalmente hasta agosto (Gamayo, 1996).

El ciclo de otoño-invierno puede haber diferentes fechas de plantación según tipo de variedad elegido y el destino de la producción. Así las plantaciones más tempranas se hacen con los tipo California en los que se planta especialmente en el mes de julio, en menor proporción en la segunda quincena de junio y hasta finales de agosto (Gamayo, 1996).

La plantación de pimientos tipo California se realiza en fechas más tempranas porque son más exigentes en temperaturas que los de tipo Lamuyo, el cuajado de sus frutos cesa en cuanto las temperaturas nocturnas disminuyen de los 10-12 °C (Nuez *et al*, 1996). En el mes de agosto se planta la mayor superficie de los pimientos tipo Lamuyo, y en menor proporción en junio y septiembre. Con estas fechas de plantación, las producciones se inician en septiembre y se prolongan hasta el mes de abril (Gamayo, 1996).

2.1.5. EXIGENCIAS GENERALES DE CLIMA Y SUELO

El manejo racional de los factores climáticos de forma conjunta es fundamental para el funcionamiento adecuado del cultivo, ya que todos se encuentran estrechamente relacionados y la actuación sobre uno de estos incide sobre el resto.

Temperatura:

El pimiento es más exigente en temperatura que el tomate, pero menos que los principales cultivos bajo invernadero, soportando muy mal las bajas temperaturas, pudiendo provocarse endurecimientos y detenciones en el crecimiento de las plantas, así como un exceso de cuajado de frutos pequeños y de mala calidad (Gamayo, J.D. 1996).

Tabla 1. Temperaturas para pimiento en diferentes fases de desarrollo.

	T ^a ÓPTIMA (°C)	T ^a MÍNIMA (°C)	T ^a MÁXIMA (°C)
Germinación	20-25	13	40
Crecimiento vegetativo	20-25 (día) 16-18 (noche)	15	32
Floración y fructificación	26-28 (día) 18-20 (noche)	18	35

La coincidencia de bajas temperaturas durante el desarrollo del botón floral (entre 10 y 15 °C) da lugar a la formación de flores con alguna de las siguientes anomalías: pétalos curvados y sin desarrollar, formación de múltiples ovarios que pueden evolucionar a frutos distribuidos alrededor del principal, acortamiento de estambres y de pistilo, engrosamiento de ovario y pistilo, fusión de las anteras, etc. (Infoagro, 2009).

Durante la maduración de los frutos las plantas prefieren temperaturas entre 26 y 28 °C (Reche, J. 2010). Fuera de estos rangos se produce una reducción de la calidad del fruto por pérdida de peso y un color deficiente, a la vez que puede aumentar la incidencia de fisiopatías (Gamayo, J.D. 1996).

Humedad:

La humedad relativa óptima oscila entre el 50% y el 70%. Con humedades superiores al 70% se incrementa la incidencia de enfermedades aéreas, el riesgo de rajado de los frutos y apelmazamiento del polen además de reducir la transpiración y asimilación de nutrientes. La coincidencia de altas temperaturas y humedades inferiores al 50% produce caída de flores, frutos recién cuajados y estrés hídrico a consecuencia de los altos niveles de transpiración (Reche, J. 2010).

Luminosidad:

El pimiento es una planta exigente en luminosidad, tanto en su desarrollo vegetativo como en floración, admitiendo temperaturas más altas cuando aumenta la luminosidad.

La iluminación diaria total tiene un efecto acusado sobre el desarrollo del tallo, siendo más importante que la cantidad de luz y el fotoperiodo. Además de este efecto directo de la luz sobre el crecimiento, también actúa indirectamente a través de la regulación de la fotosíntesis (Nuez, F., Gil, R. & Costa, J.1996).

Cuando hay poca luz debido a periodos nubosos o por el uso de dobles techos y/o encalados de las cubiertas, los entrenudos de sus tallos se alargan y quedan débiles para soportar una cosecha óptima de frutos, la planta florece menos y las flores son más débiles (Infoagro, 2009).

En plantas expuestas a largos fotoperiodos, a menudo desarrollan problemas de clorosis y quemaduras foliares, llegando a fracasar el intento de hacer uso beneficioso de la luz extra (Demmers et al, 1999).

Anhídrido carbónico:

El CO₂ es un componente muy necesario en la fotosíntesis. En determinadas ocasiones el contenido del mismo puede resultar insuficiente en el interior del invernadero para alcanzar una adecuada asimilación por parte del cultivo (Penningsfield *et al* 1983). La concentración de CO₂ depende de tres factores que se encuentran interrelacionados entre sí (Bruynel, 1993):

- La toma y emisión de CO₂ por parte del cultivo.
- El intercambio gaseoso de CO₂ por ventilación.
- Suministro de gas CO₂.

El control de este compuesto se realizara bien por renovación del aire del interior del invernadero o por suministro de CO₂ a través de la quema de combustible o bien mediante la distribución por el invernadero de bloques de nieve carbónica (Maroto, 1996).

El control de este compuesto se realizará bien por renovación del aire del interior del invernadero o por suministro de CO₂ a través de la quema de combustible o bien mediante la distribución por el invernadero de bloques de nieve carbónica (Maroto, 1996).

Suelo:

Este cultivo va bien sobre suelos areno-limosos; no son convenientes los suelos arcillosos, aunque los terrenos enarenados los admite bien. El pimiento teme bastante los suelos húmedos, exigiendo un buen drenaje de los mismos. El pH óptimo varía entre 6,5 y 7; en suelos de cultivo enarenado vegeta perfectamente con un pH de 7 a 8.

El pimiento es menos resistente a la salinidad del suelo y agua de riego que el tomate, con salinidad se desarrolla poco y los frutos son de menor tamaño, así como la producción total del cultivo. La deficiencia de calcio aumenta la sensibilidad a enfermedades vasculares. En suelos ricos en magnesio, éste interfiere en la asimilación de calcio y por ello aumenta el ataque de enfermedades fúngicas (Camacho, 2003).

2.1.6. MATERIAL VEGETAL

La especie *Capsicum annuum* cultivada en España se caracteriza por una gran heterogeneidad, en función de las demandas de utilización del producto:

exportación, mercado interior o industria conservera. La exportación actual se centra en el consumo de frutos no excesivamente grandes, rectangulares, de forma cuadrada o tipo California, frutos uniformes, con espesor de pared o pulpa, con buena resistencia al transporte y a la manipulación, en toda la gama de colores (verde, rojo y amarillo) (Milla, A. 1996).

Principales criterios de elección de la variedad

- ✓ **Características de la variedad comercial:**
 - Tamaño de la planta
 - Precocidad
 - Características del fruto: color, forma, tamaño, peso y número de lóbulos.
 - Resistencias a enfermedades (Camacho, 2003)

- ✓ **Mercado de destino:** los mercados de destino son muy variados y exigentes en sus peticiones. Por ejemplo, el mercado alemán y portugués prefieren frutos verdes, mientras que el francés, sueco y suizo los prefieren de color rojo y el centro y norte de Europa tiene preferencia por el envase tricolor (verde-rojo-amarillo) (Milla, A. 1996).

- ✓ **Estructura del invernadero:** nos puede limitar nuestra elección, si se trata de invernaderos bajos y poco ventilados elegiríamos variedades con poco follaje y de tallos finos para evitar podredumbres que acaben con el cultivo.

- ✓ **Suelo:** su riqueza en materia orgánica y minerales nos determina que según sea el vigor de la variedad podamos elegirla o no.

- ✓ **Clima:** es necesario conocer el comportamiento de las distintas variedades ante el frío, calor, la sequía, etc., para elegir la variedad que más se adapte a las condiciones de la zona y época elegida para la plantación.

- ✓ **Calidad del agua de riego:** la sensibilidad de las variedades a la salinidad, también nos limitan para elegir el tipo de variedad de pimiento.

La clasificación más utilizada es la que divide en tres grupos varietales, según su sabor y por tanto su disposición en el mercado:

- **Variedades dulces:** Suelen tener frutos grandes, cuadrados o rectangulares con una depresión basal, caracterizados por un pericarpio grueso de color rojo o amarillo que se destinan generalmente al consumo en fresco y a la industria conservera. Son las que se cultivan en los invernaderos.
- **Variedades de sabor picante:** Caracterizada por poseer frutos largos y delgados con alto contenido de un alcaloide denominado capsicina. Muy cultivadas en Sudamérica.
- **Variedades para la obtención de pimentón:** La variedad más utilizada en la Región de Murcia es la variedad bola, que posee frutos sub-esféricos, caracterizados por un pericarpio semi-carnoso de color rojo.

Dentro de las variedades de fruto dulce se pueden diferenciar tres tipos de pimiento (Infoagro, 2012).

➤ **Variedades de fruto dulce**

Tipo California: Frutos cortos de longitud 7-10 cm, anchos 6-9 cm, con tres, cuatro casco bien marcado, con el cáliz y la base del pedúnculo por debajo o a nivel de los hombros, de carne más o menos gruesa 3-7 mm (Camacho, F. 2003). Son los cultivares más exigentes en temperatura, por lo que la plantación se realiza temprano (desde mediados de mayo a comienzos de agosto, dependiendo de la climatología de la zona), para alargar el ciclo productivo y evitar problemas de cuajado con el descenso excesivo de las temperaturas nocturnas (Infoagro, 2009).



Figura 10 y figura 11. Pimiento california de color rojo y pimiento california de color verde.

Tipo Lamuyo: Su nombre procede de la variedad "Lamuyo" obtenida por el INRA Francés. Son frutos, de gran tamaño, largos (15 - 20 cm), de sección cuadrada o rectangulares (5,5 – 7 cm de diámetro). La longitud es mayor que la anchura, de carne gruesa (0,5 – 0,75 cm) y con 3 - 4 lóculos. Aunque el peso medio de los frutos oscila entre los 200 – 300 g hay variedades que pueden alcanzar hasta los 400 g. En general son plantas de vegetación frondosa y vigorosa. Son menos sensibles al frío que el tipo california y se cultivan para plantaciones medias y tardías, en ciclos largos, desde julio hasta agosto e incluso septiembre. Aunque se comercializan frutos en color amarillo, predominan la comercialización de los colores en rojo y en verde (Reche, J. 2010).



Figura 12 y figura 13. Pimiento lamuyo de color rojo y pimiento lamuyo de color verde.

Tipo Italiano: Son frutos de forma alargada, estrechos, puntiagudos, sección triangular, de color verde brillante que vira ligeramente a rojo al madurar y de carne fina. Se plantan desde junio a octubre, aunque los trasplantes más

habituales son en los meses de agosto a septiembre para recolectarse en color verde intenso y rojo. Son tolerantes al frío (Reche, J. 2010).



Figuras 14 y 15. Pimiento italiano de color verde.

Para los cultivos intensivos, en especial los de invernadero, se utilizan híbridos F1 por su mayor precocidad, producción, homogeneidad y resistencia a las enfermedades (Infoagro, 2009).

2.1.7. PRINCIPALES CICLOS DE CULTIVO

Existen dos ciclos productivos principales en cultivo en invernadero:

✓ **Ciclo de primavera (Levante español):** la fecha de plantación tiene lugar desde noviembre hasta enero (generalmente finales de noviembre-principios de diciembre). Una plantación más precoz implica un mayor riesgo en el ataque de enfermedades (fundamentalmente *Botrytis*, ocasionando pérdidas en la calidad de los frutos. Una plantación más tardía, aunque con menores problemas sanitarios y mejor calidad de los frutos, obtendría peores cotizaciones que la anterior. La recolección suele iniciarse en marzo y terminar en julio o agosto según sean los precios. La producción oscila entre 10-12 kg · m⁻².

✓ **Ciclo de otoño-invierno (costa andaluza, desde Almería a Málaga):** en el cual puede haber distintas fechas de plantación según sea el tipo de variedad

elegida y el destino de la producción.

Cultivares tipo “California”: la plantación se realiza desde principios de junio (zonas altas próximas a la costa) a principios de agosto (zonas costeras), al ser más exigentes en temperatura. La recolección se inicia en septiembre y termina en noviembre o diciembre (zonas altas costeras) y finales de enero y febrero (zonas costeras). La producción oscila entre $4-6 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$.

Cultivares tipo “Lamuyo”: la plantación se realiza normalmente en agosto, buscando producciones más tardías que puedan alcanzar mejores cotizaciones. La recolección se inicia en noviembre y acaba en abril.

Cultivares tipo “Italiano”: son bastantes tolerantes a las bajas temperaturas y suelen plantarse en septiembre u octubre, recogándose entre diciembre y mayo, con producciones de $6-7 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ (Nuez *et al.*, 1996).

2.1.8. TÉCNICAS DE CULTIVO

2.1.8.1. Labores previas a la plantación

La preparación del suelo se deberá realizar al menos dos meses antes de la plantación y comprende el arranque del cultivo anterior, el subsolado y la aportación de materia orgánica (Gamayo *et al.*, 1996).

Con objeto de favorecer la infiltración del agua y evitar la acumulación de sales, es necesario romper los horizontes endurecidos del suelo, para ello se utilizan los subsoladores o escarificadores que excavan galerías a unas profundidades comprendidas entre 40 y 70 centímetros. Esta operación se lleva a cabo cuando se cultiva por primera vez en invernadero posteriormente cada 3 o 4 años. Antes de incorporar materia orgánica se suele realizar una labor con arado de vertedera para romper las capas superficiales del suelo (25-40 centímetros), a continuación se añade la materia orgánica en cantidades que varían entre $5 \text{ y } 10 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ (Nuez *et al.*, 1996).

La labor de retranqueo se venía haciendo cada tres o cuatro años, aunque actualmente parece que el agricultor es cada día más reacio a realizarla en la totalidad de la finca y se inclina por hacer “carillas”, es decir, separar solo una parte de la arena justo donde va el líneo de plantas e incorpora la materia orgánica que posteriormente tapa con la arena aparatada con anterioridad. La fabricación actual de estiércol en forma de deshidratados (pélets), facilita la incorporación al terreno del invernadero sin tener que retirar la arena, mediante una máquina enganchada a un tractor de 30 – 40 CV, la cual consta de una tolva con regulador en su base, una cuchilla hueca por donde caen las pastillas y una niveladora de arena. Las pastillas al contacto con el agua de riego aumentan de volumen y se desmoronan. (Camacho, F. 2003).

2.1.8.2. Desinfección del suelo

Como consecuencia de la intensidad del cultivo en invernadero, resulta frecuente que se presente acumulación excesiva de parásitos telúricos, ocasionando lo que se conoce como cansancio fisiológico del suelo (Nuez *et al*, 1996).

La reiteración del cultivo en la misma localización ha provocado además problemas de fatiga de suelo, endemismos de algunas enfermedades producidas por hongos como *Phytophthora capsici* L. (Palazón, 1998) o por nematodos como *Meloidogyne incognita* (Tello y Lacasa, 1997), que constituyen los factores limitantes para que la planta se desarrolle por completo y por lo tanto para su aprovechamiento comercial.

Desde que se propuso a los países desarrollados la reducción del consumo de bromuro de metilo al 50 % para el año 2001 y de un 100% para el año 2005, con excepción de los usos críticos a definir (Carrera y Pedrós, 2000). Generándose así métodos alternativos de control a su utilización.

Se ha considerado que antes de 1998 España era el cuarto país del mundo, después de EEUU, Japón e Italia, en consumo de bromuro de metilo con un total consumido de 4191 toneladas, que se aplicaban como fumigante a unas 8988

hectáreas de suelo cultivado, principalmente fresón (33%), pimiento (29%), ornamentales (9%) y cucurbitáceas (9%). Se ha demostrado que entre las alternativas químicas, dosis reducidas de metam sodio cuando se aplican con solarización resultan menos efectivas que el bromuro de metilo. Entre las alternativas no químicas destaca la biofumigación y solarización, así como cultivos sin suelo, rotación de cultivos, variedades resistentes e injertos, medidas de control que son eficaces cuando forman parte de un sistema de producción integrada de cultivos. Las alternativas tienen un coste inferior y una eficacia similar al bromuro de metilo, no presentando dificultad en su aplicación (Bello *et al*, 2001).

Se ha estudiado también como alternativa, la biofumigación y la utilización de injertos resistentes, encontrando que resulta eficaz la biofumigación cuando se aplica combinada con solarización en los meses de agosto y septiembre, seleccionando portainjertos de pimientos eficaces contra *Phytophthora* y *Meloidogyne* que presentan rendimientos similares al bromuro de metilo.

2.1.8.2.1. Métodos químicos

El metam sodio es probablemente la alternativa más empleada para el control de podredumbres de cuello y raíz, los nematodos, plagas de insectos en el suelo y semillas de malas hierbas, aunque son menos efectivos contra patógenos vasculares (Fletcher, 1984).

Se aplica en el agua de riego, cubriéndose el terreno con un plástico para evitar la pérdida de gases. El sellado plástico se mantiene al menos 15 días y posteriormente se da una labor para airear el terreno. La dosis de aplicación oscila entre 800 y 1200 litros/hectárea, utilizándose dosis más elevadas en suelos pesados y con un mayor contenido en materia orgánica. El plazo de seguridad deberá ser al menos de 25 días en suelos sueltos y 35 días en suelos arcillosos. La aplicación se realizará cuando la temperatura del suelo este comprendida entre los 10-25 °C (Nuez *et al*, 1996).

2.1.8.2.2. Desinfección con vapor de agua

La técnica de vapor de agua consiste en pasar un flujo de vapor a través de los poros del suelo o un sustrato de manera que al tomar contacto con las partículas frías se condensa, pasando a la fase líquida, liberando el calor latente que permite destruir los organismos vivos nocivos para el cultivo, los cuales son sensibles a distintas temperaturas. La eficacia del método depende de varios factores: de la temperatura, la homogeneidad de su distribución y la profundidad que se alcance. Esta última variable está en relación directa con el tiempo de aplicación y la calidad de la preparación del terreno y depende del problema que se pretende resolver (Zembo, 2000).

Un tratamiento prolongado con temperaturas altas (80-120 °C) puede producir la destrucción de la estructura del suelo y liberar sustancias fitotóxicas procedentes de la materia orgánica del mismo (Rodríguez-Kabana, 1997).

2.1.8.2.3. Solarización

Es un método que por sí solo no es eficaz, especialmente cuando se trata de controlar organismos móviles como nematodos que por acción del calor se desplazan a zonas más profundas, siendo incorporados de nuevo con las labores a la superficie del suelo. En los casos donde la solarización ha sido eficaz, se trata por lo general de suelos con alto contenido en materia orgánica (solarización + biofumigación), o de suelos poco profundos. La solarización es eficaz cuando se combina con la biofumigación, durante dos meses, a una temperatura ambiental superior a 40 °C (Tello y Lacasa *et al*, 1997), aunque se recomienda de 30 a 45 días durante los meses de julio y agosto, que es cuando la temperatura del suelo alcanza temperaturas superiores a 50 °C.

2.1.8.2.4. Biofumigación

Se ha obtenido una eficacia similar a los fumigantes convencionales, al mismo tiempo que mejora las características del suelo y la nutrición de la planta, siendo

necesario diseñar una metodología para cada situación. Su coste es mínimo puesto que las diferencias con la aplicación de materia orgánica, práctica frecuente y su método de sistema de producción integrada de cultivos, están en las características de la materia orgánica y su método de aplicación. Se ha demostrado que tiene la misma eficacia en el control de nematodos, hongos, insectos, bacterias y plantas adventicias que los pesticidas convencionales, pudiendo regular los problemas de virus al controlar los organismos vectores (Bello *et al*, 2000).

La biofumigación es una técnica fácil de aplicación por agricultores y técnicos, pues solo se diferencia de la aplicación de materia orgánica en la elección del biofumigante, que debe estar en vías de descomposición y en el método de aplicación, es preciso tener en cuenta la necesidad de retener al menos durante dos semanas los gases biofumigantes producidos en la biodegradación de la materia orgánica, ya que su efecto en la mayoría de los casos no es biocida sino biostático, por lo que es necesario prolongar en el tiempo su acción sobre los patógenos. Se ha podido constatar, también, un marcado efecto herbicida. Se ha demostrado que cualquier residuo agroindustrial o sus combinaciones que presente una relación C/N comprendida entre 8-20 pueden tener efecto biofumigante, pudiéndose identificar con facilidad por el agricultor, ya que produce un olor característico a amoníaco, aunque conviene recordar que no solo los derivados del nitrógeno tienen efecto biofumigante, por lo que sería recomendable previamente caracterizar de modo experimental los residuos agroindustriales que quieren utilizarse como biofumigante antes de su aplicación de modo comercial. Se debe procurar que durante el transporte y almacenaje en campo no se pierdan los gases producidos (Bello *et al*, 2002).

2.1.9. SEMILLA Y SEMILLERO

Siembra

El alto precio de los híbridos, más la dificultad del manejo del semillero, unido a la alta profesionalidad alcanzada por los semilleros comerciales, ha dejado en manos de éstos la producción de plantas (Gamayo, 1996).

En los semilleros comerciales la siembra se lleva a cabo de forma mecanizada mediante el empleo de sembradoras. Éstas están constituidas por diferentes elementos mecánicos que mezclan e hidratan los sustratos y llevan a cabo la siembra. Existen distintos tipos de sembradoras siendo las más utilizadas las de aspiración y solapado de las semillas (Nuez *et al*, 1996).

Si el cultivo se va a realizar en suelo, la siembra se realiza en bandejas de poliestireno expandido, con un diámetro de alveolo de unos 4-5 cm. La mezcla aproximada es de 85-90% de turba rubia y un 10-15% de vermiculita, con lo que se logra una buena esponjosidad del sustrato. La cubrición se realiza con una ligera capa de vermiculita con objeto de mantener la humedad en el sustrato y favorecer así la nacencia de la semillas (Nuez, F., Gil, R. & Costa, J.1996).

Tras la siembra se llevan a la sala de germinación, donde permanecerán entre 5 y 7 días en la época estival (julio-agosto) y entre 10 y 14 días en invierno (diciembre-enero) tras lo cual se llevan al semillero. La semilla de pimiento necesita una temperatura óptima de germinación que oscila entre los 25 °C y 30 °C. Pero en ningún caso ésta puede ser inferior de 15 °C o superar los 40 °C. (Camacho, F. 2003).

Pasado este anterior período se extienden las bandejas en el semillero. Entre los cuidados en el semillero hay que tener en cuenta la nutrición de las plantas que se irá regulando con abonos ricos en fósforo y la prevención de enfermedades como *Pithium* y *Phytophthora* mediante fungicidas, habrá que extremar así mismo los controles sanitarios, evitando cualquier presencia de pulgones y trips, vectores de virus tan importantes como CMV, PVY o TSWV (Rodriguez, 1990).

Trasplante

La planta de pimiento tiene tamaño para ser plantada cuando la altura media del tallo es de 12-15 cm aproximadamente, tiene de 5-10 hojas y su desarrollo vegetativo es evidente.

No conviene plantar plantas muy desarrolladas, pues se pueden defoliar y el tallo puede quedar hueco. Tampoco interesa poner planta más pequeña de la señalada

anteriormente ya que el desarrollo de esta planta es muy lento en los primeros estadios y se retrasa el cultivo.

Las plantas del semillero deben venir sanas, limpias de plagas y uniformes (Sobrino y Sobrino, 1992).

El sistema radicular de las plantas de pimiento es muy débil, por lo que debe realizarse el trasplante con mucho cuidado, de manera que las plántulas no sufran cambios bruscos de condiciones. Un trasplante mal realizado puede acarrear problemas en el desarrollo futuro del cultivo. Es muy importante hacer coincidir la fecha de encargo de la planta con la plantación, ya que las plantas no pueden esperar en las bandejas sin perjuicio para el cultivo (Gamayo, 1996).

2.1.10. EL INJERTO

Es un método de control de enfermedades del suelo que consiste en cultivar una planta sensible con el sistema radicular de otra resistente a la enfermedad que se pretende controlar. En hortalizas se utiliza el injerto en solanáceas (tomate, berenjena y pimiento) y cucurbitáceas (melón, pepino y sandía). El injerto puede competir con el bromuro de metilo en producción, seguridad y precio (Bello *et al*, 1997,1998).

Es la unión de dos porciones de tejido vegetal viviente para que se produzca una unión interior, crezcan y se desarrollen como si se tratase de una sola planta. Hay numerosos tipos de injertos. A través de los años se conocen varios métodos diferentes que permiten al propagados resolver problemas derivados del injerto y a su vez conocer variaciones de cada uno de ellos y que se conocen otras normas, con las que se pueden obtener los mismos resultados (Hartman *et al*, 1989).

El patrón corresponderá con la parte inferior del injerto y que conformará el sistema radicular de la planta injertada. Puede proceder de semilla (es lo normal para injertos de plantas hortícolas), de una estaca enraizada o de una planta acodada (Hartman *et al*, 1989).

El cambium es un tejido delgado de la planta situado entre la corteza (floema) y la madera (xilema). Sus células son meristemáticas, las cuales son capaces de dividirse y formar nuevas células. Para lograr una unión de injerto, es esencial que el cambium se coloque en estrecho contacto con el cambium del patrón (Hartman *et al*, 1989).

El callo es la masa de células del parénquima que se desarrollan alrededor de los tejidos vegetales lesionados. Se forma en el lugar de contacto de una unión de injerto, originándose por las células vivientes de la variedad injertada como del patrón. La producción y el enraizamiento de estas células de parénquima constituyen uno de los pasos importantes en el proceso de cicatrización de un injerto exitoso (Hartman *et al*, 1989).

Los factores que influyen en la unión de las dos partes en un injerto son:

- Temperatura.- Existe un marcado efecto sobre la formación de tejido de callo. Se obtienen buenos resultados con temperaturas mínimas de 15 °C y máximas de 30-32 °C.
- Humedad.- El material vegetal extraído para realizar el injerto debe mantenerse en buenas condiciones de humedad elevada, para que exista una alta probabilidad de cicatrización.
- Superficie de unión.- Poner en contacto superficies suficientes para que el movimiento del agua se produzca de un material vegetal a otro y no se produzca colapso de la planta injertada. Para evitar este problema deben ponerse en contacto suficiente cantidad de zona cambial por parte de los dos materiales vegetales.

Un aspecto importante en las primeras fases de desarrollo de la planta injertada es la prevención de infecciones en la zona de unión, utilizar agua limpia y las manos del injertador desinfectadas para no producir transmisión mecánica de un material infectado a otro sano (Hartman *et al*, 1989).

La operación de injertar se realiza en semilleros industriales por personal especializado.

El portainjerto se selecciona dependiendo de las exigencias de la variedad a injertar y por ende del ciclo de cultivo, a sabiendas de que, el pimiento solo presenta afinidad con patrones de su misma familia botánica y es compatible con las variedades actualmente cultivadas. Para la realización de este, es imprescindible que tanto el patrón como el injerto tengan el mismo grosor, por lo que teniendo en cuenta el porcentaje de germinación de uno y otro se planificarán las siembras de cada uno.

Los tipos de injertos más comunes en pimiento son los injertos de empalme y los injertos de púa. Para la realización del primero la variedad a cultivar se siembra 1-3 días después del patrón y entre 3 y 4 días cuando se trata del injerto de púa.

A la hora de llevar a cabo el injerto es conveniente que el diámetro del tallo a injertar tenga alrededor de 1,5 mm como mínimo. Para ello unos días antes de realizar el injerto se van eligiendo plántulas similares agrupándolas en bandejas, unas para el injerto y otras para el portainjerto.

Por otra parte se recomiendan que las plantas estén provistas de humedad un día antes de llevar a cabo la operación de injertar (Camacho, F., 2003).

2.1.11. MARCOS DE PLANTACIÓN

El marco de plantación se establece en función del porte de la planta, que a su vez dependerá de la variedad comercial cultivada. El más frecuentemente empleado en los invernaderos es de 1 m entre líneas y 0,5 m entre plantas, aunque cuando se trata de plantas de porte medio y según el tipo de poda de formación, es posible aumentar la densidad de plantación a 2,5-3 plantas/m². También es frecuente disponer líneas de cultivo pareadas, distantes entre sí 0,80 m y dejar pasillos de 1,2 m entre cada par de líneas con objeto de favorecer la realización de las labores, evitando daños indeseables al cultivo. En cultivo bajo invernadero la densidad de

plantación suele ser de 20000 a 25000 plantas/ha. Al aire libre se suele llegar hasta las 60000 plantas/ha.

Plantación:

Las plantas vendrán del semillero y éstas han de estar sanas, limpias, libres de plagas y uniformes.

Las plantas de pimiento para la plantación vendrán en bandejas de poliestireno expandido (porespan), etc., pero siempre deben venir los cepellones en fundas de plástico de un solo uso, para evitar contagios de enfermedades de raíz de anteriores siembras. Se ha comprobado que la siembra de pimiento en bandejas (sin funda de plástico) para hacer varias tandas de plantas, la segunda tanda sale peor que la primera y la tercera peor que la segunda y así sucesivamente (Camacho, F., 2003).

En el momento del trasplante, el cepellón debe estar suficientemente húmedo para que agarre bien a la tierra. Hay que evitar posibles problemas de falta de humedad en el suelo, causados en muchas ocasiones por obturaciones de goteros o riego defectuoso (Camacho, F. 2003).

El sistema radicular de las plantas de pimiento es muy débil, por lo que debe realizarse el trasplante con mucho cuidado, de manera que las plántulas no sufran cambios bruscos de condiciones. Un trasplante mal enraizado puede acarrear problemas en el desarrollo futuro del cultivo.

Para su trasplante al terreno de asiento, la plántula debe alcanzar los 12-15 cm de altura, con no menos de 6 hojas ni más de 8 (Sobrino, E. & Sobrino, E. 1989).

Hay dos formas de realizar la plantación (Camacho, F., 2003):

Con barra: se trata de hacer agujeros con una barra (del mismo calibre que el cepellón) un agujero en el suelo introduciendo posteriormente el cepellón en dicho agujero y presionando algo los bordes para que tome contacto con el cepellón. Esta plantación se puede hacer en enarenados que tengan la arena fina ya que al ser esta gorda, al hacer el agujero, se introduce la arena y no se puede meter el cepellón. Este sistema ofrece ventajas tales como: rapidez, menos mano de obra,

mayor facilidad y menor esfuerzo físico para los operarios, más exactitud y regularidad en la distancia entre plantas. Entre los inconvenientes de este sistema hemos de mencionar, que en aquellos suelos arcillosos al golpear con la barra para realizar el agujero, se compacta aun más y por ello a la raíz le cuesta más expandirse. Por otra parte si el agujero se hace demasiado grande, queda un hueco de aire que impide a la raíz expandirse adecuadamente provocando un retraso en el crecimiento.

Con almocafre: se trata de apartar la arena hasta llegar a la tierra, picar el suelo y enterrar el cepellón en la tierra movida. El inconveniente de este sistema es que requiere de más mano de obra, y es menos preciso en la distancia entre plantas. Entre las ventajas señalar que la planta agarra mejor y más rápidamente ya que la tierra está movida, evitando los inconvenientes de la barra.

2.1.12. LABORES CULTURALES

2.1.12.1. Preparación del suelo

Con la suficiente antelación se deben eliminar los restos de cosecha anterior, desinfectar el suelo y acondicionarlo dejando un suelo profundo y bien provisto de materia orgánica.

2.1.12.2. Escardas

Resulta de gran importancia llevar el cultivo libre de malas hierbas, sobre todo en sus primeras fases.

2.1.12.3. Reposición de marras

Debe realizarse la reposición con plantas con cepellón, debiendo asegurar la humedad a nivel radicular.

2.1.12.4. Aporcado

Consiste en cubrir con tierra o arena parte del tronco de la planta para reforzar su base y favorecer el desarrollo radicular.

Cuando la operación se realiza en un terreno arenado, ésta se retrasará el máximo tiempo posible para evitar el riesgo de quemaduras por sobrecalentamiento de la arena. Esta operación no es necesaria en el caso de que la plantación se haya realizado directamente en la arena. En éste caso deberemos tener especial cuidado con el manejo del riego en las primeras semanas post-trasplante, éstos deberán ser ligeros y frecuentes.

2.1.12.5. Acolchado

Consiste en la cobertura del suelo con diferentes tipos de material, normalmente arena o plástico. Con esta práctica, en el suelo se regula mejor su temperatura y humedad (manteniendo sus condiciones físicas en mejor estado); así mismo el control de las malas hierbas es mucho más efectivo.

2.1.12.6. Podas

Esta operación es más o menos necesaria, intensa y frecuente, según tipos y variedades de pimiento.

Poda de formación

Consiste en un primer lugar en hacer una limpieza de las hojas (conviene eliminarlas poco a poco, antes de que quede “cerrado” el cultivo) y brotes que salen por debajo de la “cruz”: los brotes se cortan cuando se vea que la planta va bien armada en su estructura; nunca se hará antes de que la planta haya desarrollado las primeras ramas de la “cruz”; hay que tener en cuenta que si se desbrotan los hijos del tallo cuando la planta es muy joven, el tallo o tronco principal queda debilitado y se favorece el ahilamiento de la planta (Gamayo, 1996).

Posteriormente y a lo largo del cultivo, se efectúan dos o tres aclareos de tallos interiores para favorecer el paso de la luz y la ventilación de la planta (Gamayo, 1996).

En podas más intensas lo que se pretende es que a partir de la poda de formación, el número de tallos seleccionados (normalmente los 2-3 tallos/planta más fuertes y cuando tienen unos 20 centímetros de longitud) continúen su crecimiento eliminándoles los brotes restantes (Nuez *et al*, 1996).

En cualquier caso la poda debe ser paulatina y nunca demasiado severa, sobre todo en épocas de fuerte insolación, al objeto de evitar parones vegetativos y quemaduras en los frutos que quedan expuestos directamente a la luz solar (Delgado, 1999).

2.1.12.7. Deshojado

Es recomendable tanto de hojas viejas como en las enfermas. El deshojado debe facilitar la aireación y mejor maduración de los frutos.

2.1.12.8. Entutorado

El entutorado proporciona a las plantas sujeción para que puedan crecer y desarrollarse antes de que se tiendan o se inclinen por el peso de los frutos, tallos y hojas, además de evitar la posibilidad de quebrarse los tallos por su gran fragilidad. Predominan dos modalidades de entutorado:

Entutorado tradicional: Se recomienda despejar los primeros tallos secundarios para favorecer a los principales y evitar un exceso de vegetación que pudiera perjudicar a los primeros frutos. Consiste en colocar hilos de polipropileno (rafia) y palos en los extremos de las líneas de cultivo de forma vertical, que se unen entre sí mediante hilos horizontales pareados dispuestos a distintas alturas, que sujetan a las plantas entre ellos. Estos hilos se apoyan en otros verticales que a su vez están atados al

emparrillado a una distancia entre 1,5 a 2 m y que son los que realmente mantienen la planta en posición vertical.



Figura 16. Plantas de pimiento entutorado tradicional.

Entutorado holandés: Consiste en conducir la planta a dos o tres tallos principales (6 tallos/m²). Cada uno de los tallos dejados a partir de la poda de formación se sujeta al emparrillado con un hilo vertical que se va liando a la planta conforme va creciendo. Esta variante requiere una mayor inversión en mano de obra con respecto al entutorado tradicional y propicia una mayor riesgo de transmisión de virus por manipulación y heridas a la planta, pero supone una mejora de la aireación general de la misma y favorece el aprovechamiento de la radiación y la realización de las labores culturales (destallados, recolección, etc.), lo que repercutirá en la producción final, calidad del fruto y control de las enfermedades (Camacho, F., 2003).



Figura 17. Plantas de pimiento entutorado holandés.

2.1.12.9. Aclareo de frutos

La mayoría de las variedades de pimiento, suelen florecer una o varias flores en la “cruz” que dan lugar a frutos de gran volumen.

Si cuando cuajan esas flores, la planta está iniciando su desarrollo y, además, las temperaturas ambientales no son las óptimas para el cultivo, el desarrollo de estos frutos, en muchos casos, debilita a la planta con lo que se retrasa la recolección posterior de los siguientes frutos. Es aconsejable cortar esas flores o frutos recién cuajados de la “cruz”.

Con climatología favorable, en el caso de que la planta tuviera demasiado desarrollo vegetativo y se temiera que la floración y cuaje de los frutos fuera a ser deficiente, como consecuencia de esa vegetación exuberante, no conviene hacer aclareo de esos primeros frutos de la “cruz”, con el fin de que detengan un poco el desarrollo de la planta. Si en alguna rama cuajan bastantes frutos, puede ser interesante hacer algún aclareo, en beneficio de la calidad y el tamaño de los restantes frutos que se recolecten en el futuro (Camacho, 2003).

2.1.12.10. Recolección

La recolección suele ser cuidadosa, realizada a tijera, cortando por encima del fruto para dejar el pedúnculo en su totalidad, así mismo, el fruto debe ser tratado con cuidado en los envases de campo para evitar magulladuras.

2.2. FISIOPATÍAS, PLAGAS, ENFERMEDADES Y VIRUS

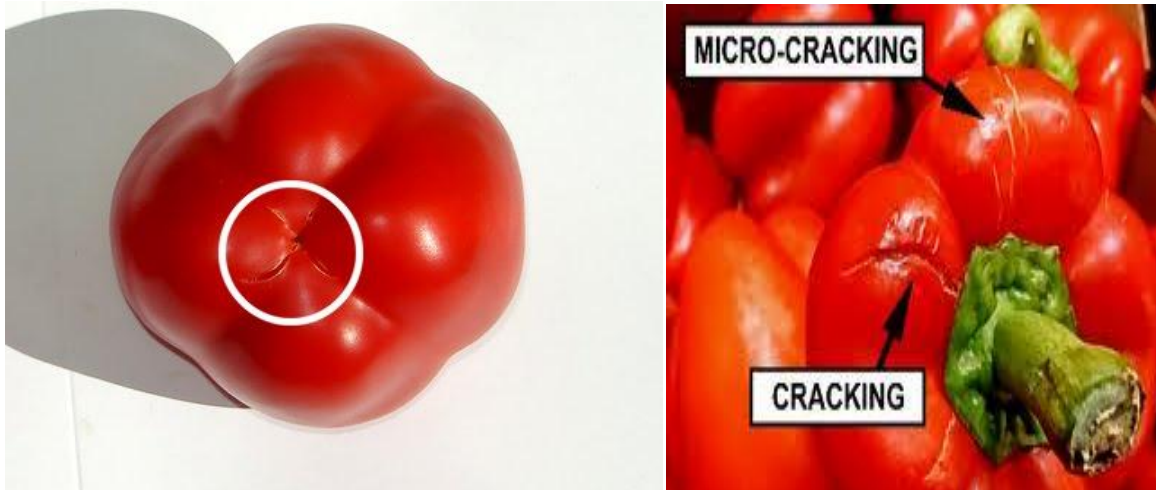
Las alteraciones de las plantas cultivadas en invernadero, causadas por diferentes agentes parasitarios o no parasitarios, disminuyen la calidad de los frutos y reducen las producciones, siendo los invernaderos, por sus condiciones climáticas y alta intensidad de los cultivos, lugares propicios para la aparición de estas anomalías.

2.2.1. FISIOPATÍAS

Son alteraciones producidas por diversos factores nutricionales, climáticos, culturales y cuya manifestación nada tiene que ver con ningún patógeno (Delgado, 1999).

Cracking o rajado del fruto:

Parece ser causado por aportes irregulares de agua al cultivo. Se produce en frutos maduros, generalmente en cultivos al aire libre, cuando se producen humedades excesivas en la parcela. Este exceso de agua causa el hinchamiento del mesocarpo que presionado sobre la epidermis y debido a su menor elasticidad, acaba partiéndola y formando grietas. Estas pueden ser circulares, alrededor del pedúnculo, longitudinales a lo largo del pericarpo, o bien, se inician a partir de la zona apical del fruto. Estas grietas propician la entrada de microorganismos que producen pudrición en los frutos (Nuez *et al.*, 1996).



Figuras 18 y 19. Frutos de pimiento tipo California afectados por cracking y micro-cracking.

Malformación de frutos por bajas temperaturas:

Se producen malformaciones cuando durante el cuajado de la flor se dan temperaturas insuficientes para una buena fecundación por falta de riqueza del polen dando lugar a malformaciones de frutos, como puede ser la salida de

protuberancias superiores en forma de orejas o incluso pimientos partenocárpicos de escaso tamaño (Nuez *et al.*1996).

La partenocarpia es el desarrollo del fruto sin semilla ni placenta, producido por bajas temperaturas que impiden la fecundación sin impedir el desarrollo del fruto (Nuez *et al.*, 1996).

Blossom end rot (podredumbre apical o necrosis):

Se manifiesta por manchas más o menos grandes de tejido muerto del fruto y en los tejidos afectados hay una menor concentración de calcio (Gamayo, 1996).

Esta es ocasionada por una deficiencia de calcio durante el desarrollo del fruto en suelos con bajo niveles de éste. También se observa en suelos con niveles altos de calcio y fluctuaciones importantes en el nivel de humedad del suelo, bien por exceso o carencia de ésta, durante el desarrollo del fruto. También han sido señaladas como causas los mismos altos niveles de fertilización nitrogenada amoniacal, altos niveles de potasio o magnesio o la reducción del sistema radical durante el cultivo (Nuez *et al.*1996).

La translocación de calcio en la planta tiene lugar prácticamente por los vasos del xilema, en dirección ascendente desde las raíces hasta las hojas, las zonas meristemáticas y los tejidos jóvenes. Este movimiento está íntimamente ligado a la intensidad de la transpiración, siendo favorecido además por la presión de la raíz (Palzkill y Tibbitts, 1977) y por el intercambio de otros cationes (Biddulph *et al.*, 1961).

Los vasos del floema distribuyen por la planta los productos asimilables de la fotosíntesis. El contenido de calcio en el flujo floemático es despreciable, por tanto en aquellos órganos como los frutos que reciben la mayor parte del agua por el floema es frecuente que se produzca un suministro inadecuado de calcio (Madrid *et al.*, 1997).

Se dan diferencias de sensibilidad entre tipos varietales. Por ejemplo, los cultivares tipo California son menos sensibles que los tipo Lamuyo y a su vez dentro de estas

variedades, las de maduración en amarillo, son poco sensibles a esta fisiopatía (Martínez *et al.*, 1997).



Figuras 20 y 21. Frutos de pimiento con Blosson-end rot.

Quemaduras de sol:

El desarrollo de esta fisiopatía sobre los frutos se ve favorecido por la fuerte insolación estival, el estado de inmadurez del fruto y la exposición de los frutos al sol tras periodos prolongados con el cielo cubierto. También puede ocurrir como resultado de ataques de patógenos que provoquen la defoliación de las plantas. Los síntomas sobre los frutos consisten en una lesión blanco parduzca, ligeramente hundida de márgenes bien definidos que desarrolla en la parte expuesta al sol, dando lugar a la desecación del tejido afectado (Nuez *et al.*1996).

Caída de flores:

Puede ser debida tanto a la falta de fecundación de los óvulos, como a factores climáticos y culturales tales como: sequía, fotoperiodo corto o poca luminosidad, exceso de fertilizantes nitrogenados, altas densidades de plantación o humedad excesiva en el suelo (Nuez *et al.*1996).

Asfixia radicular:

El pimiento es una de las hortalizas más sensibles a esta fisiopatía. La asfixia de las raíces es una alteración fisiológica que se manifiesta desde los primeros estadios de

las plantas. La causa principal es la ausencia de oxígeno, originada por un exceso de agua en el suelo bien por tratarse de suelos pesados o bien por un mal drenaje de estos, dando lugar a la marchitez general y pudrición de toda la parte inferior de la planta (Reche, J. 2010). Cuando se dan estas condiciones, es frecuente observar infecciones producidas por hongos no vasculares del género *Fusarium*, que son saprofitos sobre pimiento. Por ello cuando el tallo de las plantas enfermas es cortado transversalmente a la altura del cuello, puede observarse necrosis, de las que es posible aislar *Fusarium*, sin embargo, estos aislados son incapaces de reproducir la enfermedad cuando son inoculados sobre plantas sana (Nuez *et al.* 1996).

Pie de elefante:

Consiste en una hipertrofia del punto de inserción del tallo con las raíces. Se produce por una mala cicatrización, siendo una entrada potencial de enfermedades. La causa más probable de esta hipertrofia en cultivos sin suelo, es que esté situada de forma superficial la planta en el sustrato (Espadas, 1999).

2.2.2. PLAGAS

2.2.2.1. Ácaros

Araña roja (*Tetranychus urticae* Koch)

Se desarrolla en el envés de las hojas jóvenes de la última brotación extendiéndose posteriormente al resto de la planta (Nuez *et al.*, 1996).

La característica más evidente que indica la presencia de este ácaro es su tendencia a la agregación y a vivir en colonias, creando estructuras constituidas a base de hilos de seda que rodean el espacio físico donde se ubica la colonia. Estas estructuras sedosas tienen la finalidad de crear un microclima adecuado para el desarrollo del ácaro donde la temperatura permanece más o menos constante. El daño que ocasiona la araña roja son los producidos al alimentarse de las células epidérmicas de las hojas, llegando a desecarlas (García *et al.*, 1997).



Figuras 22 y 23. Adulto de *T. urticae* y Colonia de *T. urticae*.

Araña blanca (*Poliphagotarsonemus latus* Banks)

De tamaño microscópico, se desarrolla preferentemente en el envés de las hojas tiernas, donde encuentra las condiciones adecuadas de humedad, sombra y alimentación necesarias (García *et al.*, 1997). Este ácaro ataca los brotes jóvenes de la planta produciendo rozamientos en los nervios y hojas jóvenes, ocasionando la pérdida de brotes terminales. También causa desecaciones en las hojas apicales, que en caso de persistir causan debilidad y enanismo (Gamayo, 1996).



Figuras 24 y 25. Planta afectada por *P. latus* y Diferentes estadios de *P. latus*.

2.2.2.2. Insectos

Mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum* West/ *Bemisia tabaci* Genn)

Las partes jóvenes de las plantas son colonizadas por los adultos, realizando puestas en el envés de las hojas. De éstas emergen las primeras larvas, que son

móviles. Tras fijarse en la planta pasan por tres estadios larvarios y uno de pupa, este último característico de cada especie (CIDH, 2005).

Los daños directos son un amarilleamiento y debilitamiento de las plantas y son producidos por las larvas y adultos al alimentarse, absorbiendo la savia de las hojas. Los daños indirectos se deben a la proliferación de negrilla sobre la melaza producida en la alimentación, manchando y depreciando los frutos y dificultando el normal desarrollo de las plantas. Otros daños indirectos se producen por la transmisión de virus (CIDH, 2005).



Figura 26. Adulto de mosca blanca

Pulgón (*Aphis gossypii* Sulzer/ *Myzus persicae* Glover)

Son las especies de pulgón más comunes y abundantes en los invernaderos. Presentan polimorfismo, con hembras aladas y ápteras de reproducción vivípara. Las formas ápteras del primero presentan sifones negros en el cuerpo que presenta coloración verde o amarillenta, mientras que las segundas son completamente verde (en ocasiones pardas o rosadas). Forman colonias y se distribuyen en focos que se dispersan, principalmente en primavera y otoño, mediante las hembras aladas (CIDH, 2005).



Figuras 27 y 28. Adulto de *A. gossyii* y Estadio inmaduro de pulgón

Trips (*Frankliniella occidentalis* Pergande)

Los adultos colonizan los cultivos realizando las puestas dentro de los tejidos vegetales en hojas, frutos y preferentemente, en flores, donde se localizan los mayores niveles de población de adultos y larvas nacidas de las puestas. Los daños directos se producen por la alimentación de larvas y adultos, sobre todo en el envés de las hojas, dejando un aspecto plateado en los órganos afectados que luego se necrosan. Estos síntomas pueden apreciarse cuando afectan a frutos. Las puestas pueden observarse cuando aparecen en frutos.

El daño indirecto es el que provoca mayor importancia y se debe a la transmisión del virus del bronceado del tomate (TSWV), que afecta a pimiento, tomate, berenjena y judía (Comisión Interamericana de Derechos Humanos CIDH, 2005).



Figura 29. Adulto de *F. occidentalis*

2.2.2.3. Orugas

***Spodoptera exigua* (Hübner), *Spodoptera litoralis* (Boisduval), *Heliothis armígera* (Hübner), *Heliothis peltigera* (Dennis y Schiff), *Chrysodeisis chalcites* (Esper), *Autographa gamma* (L.).**

La principal diferencia entre estas especies está en el estado larvario en el cual se aprecian diferentes números de falsas patas abdominales (5 falsas patas en *Spodoptera* y *Heliothis* y 2 falsas patas en *Autographa* y *Chrysodeisis*), o en la forma de desplazarse en *Autographa* y *Chrysodeisis* arqueando el cuerpo (orugas camello). La presencia de sedas en la superficie del cuerpo de la larva de *Heliothis*, o la coloración marrón oscuro, sobre todo de patas y cabeza, en las orugas de *Spodoptera litoralis*, también las diferencia del resto de la especie (CIDH, 2005).

La biología de estas especies es bastante similar, pasando por estados de huevo, 5-6 estadios larvarios y pupa. Los huevos son depositados en las hojas, preferentemente en el envés, en plastrones con un número elevado de especies del género *Spodoptera*, mientras que las demás lo hacen de forma aislada. Los daños son causados por las larvas al alimentarse. En *Spodoptera* y *Heliothis* la pupa se realiza en el suelo y en *Chrysodeisis chalcites* y *Autographa gamma*, en las hojas. Los adultos son polillas de hábitos nocturnos y crepusculares.

Los daños pueden clasificarse de la siguiente forma: daños ocasionados a la vegetación (*Spodoptera* sp, *Chrysodeisis* sp), daños ocasionados a los frutos (*Heliothis* sp, *Spodoptera* sp y *Plusias* sp en tomate, y *Spodoptera* y *Heliothis* en pimiento) y daños ocasionado en los tallos (*Heliothis* y *Ostrinia*) que pueden llegar a cegar las plantas (CIDH, 2005).

2.2.2.4. Nematodos

Meloidogyne spp. En horticolas en Almería se han identificado las especies *M. javanica*, *M. arenaria* y *M. incógnita*. Afectan prácticamente a todos los cultivos horticolas, produciendo los típicos nódulos en las raíces que le dan el nombre común de “Batatilla”. Penetran en las raíces desde el suelo. Las hembras al ser

fecundadas se llenan de huevos tomando un aspecto globoso en las raíces. Esto unido a la hipertrofia que producen los tejidos de las mismas, da lugar a la formación de los típicos abultamientos. Estos daños producen 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. Se distribuyen por rodales o líneas y se transmiten con facilidad por el agua de riego, con el calzado, con los aperos y con cualquier medio de transporte de tierra (CIDH, 2005).

Además los nematodos interaccionan con otros organismos patógenos, bien de manera activa como vectores de virus y de manera pasiva facilitando la entrada de bacterias y hongos por las heridas que han provocado.

2.2.3. ENFERMEDADES

2.2.3.1. Enfermedades fúngicas

Oidiopsis (*Leveillula taurica* (Lev.) Arnaud)

Es un parásito de desarrollo semi-interno y los conidióforos salen al exterior a través de los estomas. En Almería es importante en los cultivos de pimiento y tomate y se ha visto de forma esporádica en pepino. Los síntomas que aparecen son manchas amarillas en el haz que se necrosan por el centro, observándose un fieltro blanquecino por el envés. En caso de fuerte ataque la hoja se seca y desprende. Las solanáceas silvestres actúan como fuente de inóculo. Se desarrolla a 10-35 °C con un óptimo de 26°C y una humedad relativa del 70 % (CIDH, 2005).

Podredumbre gris (*Botryotinia fuckeliana* (de Bary) Whetrel. Anamorfo: *Botrytis cinerea* Pers.)

Parásito que ataca a un amplio número de especies vegetales, afectando a todos los cultivos hortícolas protegidos de Almería y que puede comportarse como parásito y saprófito. En plántulas produce Damping-off. En hojas y flores se producen lesiones pardas. En frutos se produce una podredumbre blanda en los que se observa el micelio gris del hongo. Las principales fuentes de inóculo las constituyen las conidias

y los restos vegetales que son dispersados por el viento, salpicaduras de lluvia, gotas de condensación en el plástico y agua de riego. La humedad relativa óptima oscila alrededor del 95 % y la temperatura entre 17-23 °C. Los pétalos infectados y desprendidos actúan dispersando el hongo (CIDH, 2005).



Figura 30. Planta de pimiento afectada por *Botrytis cinerea*

Podredumbre blanca (*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary)

Hongo polífago que ataca a todas las especies hortícolas cultivadas en Almería. En plántulas produce Damping-off. En la planta produce una podredumbre blanda que no desprende mal olor, de aspecto acuosa al principio para posteriormente presentar aspecto más o menos seco según la succulencia de los tejidos afectados, cubriéndose de un abundante micelio algodonoso blanco, observándose la presencia de numerosos esclerocios, blancos al principio y negros más tarde. Los ataques al tallo con frecuencia colapsan la planta, que muere con rapidez, observándose los esclerocios en el interior del tallo.

La enfermedad comienza 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. El apotecio cuando está maduro descarga numerosas esporas, que afectan sobre todo a los pétalos. Cuando caen sobre tallos, ramas u hojas producen infección secundaria (CIDH, 2005).

Seca o tristeza (*Phytophthora capsici* (Leonina))

Puede atacar a la plántula y a la planta. La parte aérea manifiesta una marchitez irreversible sin previo amarilleamiento. En las raíces se produce una podredumbre que se manifiesta con un engrosamiento y chancro en la parte del cuello. Los síntomas pueden confundirse con la asfixia radicular. Presenta zoosporas responsables de la diseminación acuática (CIDH, 2005).



Figura 31. Cultivo de pimiento afectado por *Phytophthora capsici*

2.2.3.2. Enfermedades bacterianas

Roña o sarna bacteriana (*Xanthomona campestris* pv. *Vesicatoria*)

En hojas aparecen manchas pequeñas, al principio húmedas que posteriormente se hacen circulares e irregulares, con márgenes amarillos, translúcidas y centros pardos posteriormente apergaminados. En el tallo se forman pústulas negras o pardas y elevadas. Se transmite por semilla. Se dispersa por lluvia, rocío, viento,... Afecta sobre todo en zonas cálidas y húmedas (CIDH, 2005).

Podredumbre blanda (*Erwinia carotovora* subsp. *Carotovora* (Jones))

Bacteria polífaga que ataca a todas las especies hortícolas cultivadas en Almería. Penetra por heridas e invade tejidos medulares, provocando generalmente podredumbres acuosas y blandas que suelen desprender un olor nauseabundo.

Externamente en el tallo aparecen manchas negruzcas y húmedas, en general la planta suele morir.

En frutos también puede producir podredumbres acuosas. Tiene gran capacidad saprofítica, por lo que puede sobrevivir en el suelo, agua de riego y raíces de malas hierbas. Las condiciones favorables para el desarrollo de la enfermedad son altas humedades relativas y temperaturas entre 25-35 °C (CIDH, 2005).

2.2.4. VIRUS

2.2.4.1. Virus transmitidos por pulgones:

Cucumber Mosaic Virus (CMV) (BROMOVIRIDAE: CUCUMOVIRUS):

Los síntomas de éste se aprecian por que se producen en las hojas mosaicos apicales en forma de manchas, de color verde claro-amarillento, que evolucionan a una clorosis difusa, acompañada de estrechamiento y distorsión del limbo foliar con rizamiento de los nervios. En hojas adultas pueden aparecer dibujos cloróticos y/o necróticos en forma de anillos concéntricos o bien manchas irregulares. Los frutos pueden presentar deformaciones, reducción de tamaño, alteraciones en forma de manchas de color verde oscuro, y maduración irregular (Nuez, F., Gil, R. & Costa, J., 1996).

Potato Virus Y (PVY) (POTYVIRIDAE: POTYVIRUS):

Los síntomas se inician con un clareamiento de las nervaduras de las hojas apicales, que pueden evolucionar a tonos pardos con posterior necrosamiento, llegando incluso a necrosar peciolas y caídas de hojas. Posteriormente puede darse el rebrote de hojas con mosaicos con manchas de color verde oscuro situadas a lo largo de las nervaduras, e incluso en forma de ampollas, de modo que los limbos dejan de ser planos. Esta necrosis también es observada en las flores. Los síntomas en frutos suelen ser manchas pardas necróticas irregulares hundidas en el pericarpo y también manchas necróticas en los pedúnculos. Además de estos también se han

citado otros síntomas como son: enanismo, mosaico severo, deformación de hojas y frutos, reducción del tamaño y aborto flora (Nuez, F., Gil, R. & Costa, J., 1996).

2.2.4.2. Virus transmitidos por Trips:

Tomato Spotted Wilt Virus (TSWV) (BUNYAVIRIDAE: TOSPOVIRUS):

Los síntomas que delatan la presencia de TSWV en pimiento suelen ser amarilleamiento del brote y necrosis apical, anillos cloróticos/necróticos y fuertes líneas sinuosas de color más claro sobre el fondo verde de la hoja. Los frutos presentan manchas redondas de color verde, amarillo o tono más claro sobre el fondo de color del fruto maduro, llegando en ocasiones a ser concéntricas con abullonado.

Una vez más, y como para todas las enfermedades provocadas por virus, los posibles métodos de lucha son esencialmente preventivos, siendo las variaciones ambientales y ecológicas las que acrecentaran o reducirán los síntomas y daños (Nuez, F., Gil, R. & Costa, J., 1996).

2.2.4.3. Virus transmitidos por semilla y/o contacto:

Pepper Mild Mottle Virus (PMMV) (BUNYAVIRIDAE: TOBAMOVIRUS):

Los síntomas producidos por el PMMV sobre pimiento consisten en mosaico foliar en forma de manchas suaves de color verde oscuro, reducción del crecimiento de la plantas y reducción del tamaño, abultamientos e incluso aéreas necróticas deprimidas en frutos (Nuez, F., Gil, R. & Costa, J., 1996).

Tobacco Mosaic Virus (TMV) (VIRGAVIRIDAE: TOBAMOVIRUS)

La transmisión se realiza mecánicamente por contacto de plantas sanas con otras plantas u objetos contaminados, manifestándose por un moteado de color verde claro a amarillo en las hojas jóvenes, las cuales se rizan y adquieren formas irregulares con disminución de tamaño conforme se van desarrollando. Con

infecciones graves la planta puede mostrar enanismo. En los frutos se observan manchas o moteados amarillos, reducciones de tamaño y deformaciones, generalmente arrugamientos (Nuez, F., Gil, R. & Costa, J., 1996).

Tomato Mosaic Virus (ToMV) (VIRGAVIRIDAE: TOBAMOVIRUS):

Al igual que el anterior, el TMV, este se trasmite mecánicamente por contacto de plantas sanas con otras plantas u objetos contaminados, manifestándose por un estriado pardo del tallo y ramas seguido de necrosis foliar y abscisión de las hojas.(Nuez, F., Gil, R. & Costa, J., 1996).

2.2.4.4. Principales virus del pimiento:

Los principales virus (Tabla 2) que atacan al pimiento en el sureste peninsular son según Camacho (2003) los siguientes:

Tabla 2. Virus que atacan al cultivo del pimiento.

VIRUS	TRANSMISIÓN
"Y" DE LA PATATA PVY	PULGONES
MOSAICO DEL TABACO TMV	MECÁNICA Y SEMILLA
PEPPER MILD MOTTEL PMMV	TRIPS
MOSAICO DEL PEPINO CMV	PULGONES

Control: *la única posibilidad de lucha contra el virus es indirecta, cultivando en la medida de lo posible plantas que genéticamente sean tolerantes o mejor aún, resistentes a los virus presentes en cada zona. Contra el transmisor se tomarán diferentes en función de qué tipo de agente sea.*

- ✓ *Pulgones y trips: además del tratamiento con productos químicos se deben tomar medidas preventivas como limpiar las hierbas y desechos de lindes, caminos, invernaderos, etc. que pueden servir de refugio, recoger los cultivos tras ser arrancados, tratar los bordes, estructura del invernadero y suelo antes de realizar la plantación, instalar mallas protectoras, etc.*

- ✓ Transmisión mecánica: cualquier manipulación que se haga en los invernaderos puede ser vehículo de transmisión, en especial si se hacen heridas y trasiegos de savia.
- ✓ Transmisión por semilla: hoy día es muy reducida.

2.3. ENEMIGOS NATURALES

Aphidius colemani

Aphidius es un parásito de pulgones (*Aphis gossypii* y *Mizus persicae*). Es de color negro con unas largas antenas. La hembra de *Aphidius* busca eficazmente los pulgones, incluso cuando están en bajas densidades; los pincha y les inserta un huevo. La larva de *Aphidius* se irá desarrollando dentro del pulgón, alimentándose de sus órganos. El pulgón se hincha y se convierte en la “momia”, de color marrón dorado. El parásito adulto sale de la “momia” a través de un agujero redondo en forma de tapadera. Este adulto volverá a buscar más pulgones a los que parasitar. Cada hembra parasita cientos de pulgones.

Con pocos puntos de suelta es suficiente, debido a su gran capacidad de búsqueda, y se recomienda una dosis de 0,5-1 individuos/m². De forma preventiva se pueden introducir en el invernadero en forma de macetas de cereales, donde se crían pulgones específicos de los cereales, los cuales nunca pasarán al cultivo de pimiento y sobre los que se reproducirán los *Aphidius*.



Figura 32. Adulto de *A. colemani* parasitando un pulgón

Diglyphus isaea

Dyglyphus es una avispa parásita de color verde oscuro con reflejos metálicos y antenas cortas. La hembra de *Diglyphus* pica y paraliza la larva del minador, que desde este momento dejará de alimentarse de la hoja. Después pone un huevo a su lado, del que saldrá una larva que se alimentará de la larva del minador. La larva tiene forma ovalada y va variando su color, desde amarillo pasando por marrón, hasta verde-azulado. La última larva, que es de color verde claro, construye unos pilares a su alrededor con sus propios excrementos, para proteger a la pupa. Al completar su desarrollo el adulto sale a través del agujero que realiza en la hoja.

Este insecto es beneficioso, además de parasitar las larvas de minador, también actúa como depredador alimentándose de ellas. Picándolas y absorbiendo sus jugos hasta matarlas. Es un buscador muy eficaz y se suelta en una densidad de 0,2 individuos/m².



Figura 33. Adulto de *D. isaea*

Eretmocerus mundus

El adulto es una pequeña avispa de 1 milímetro de longitud, de color amarillo. La hembra de *Eretmocerus* pone un huevo debajo de la larva de mosca. De ésta saldrá una pequeña larva que penetrará en la larva de mosca y se irá alimentando de ella hasta matarla. Así, después de unas semanas, de una larva de mosca blanca saldrá un *Eretmocerus mundus*, que volverá a buscar otras moscas blancas para

parasitarlas. Además de esto, el adulto también pica y mata larvas de mosca blanca para alimentarse.

Las sueltas se suelen hacer utilizando larvas de mosca blanca ya parasitadas por *Eretmocerus* y en dosis de 1,5-3 individuos/m² y semanales hasta controlar la plaga.



Figura 34. *E. mundus* en la epidermis de una hoja.

Neoseiulus californicus* y *Amblyseius swirskii

El primero es un ácaro que tiene cuerpo en forma de pera y es de color crema, que se utiliza como depredador de araña roja y, al ir alimentándose de ésta, se vuelve de color rosado. Además se puede llegar a alimentar de araña blanca, larvas de trips y de polen, por lo que permanecerá en el cultivo en ausencia de plaga.



Figura 35. Adulto de *A. swirskii*

El segundo es muy similar ya que pertenece a la misma especie aunque no se pone de color rosado al alimentarse ya que principalmente es depredador de huevos y pequeñas larvas de trips e incluso trips adultos, perforando y succionando su

contenido. También puede alimentarse de larvas de mosca blanca, arañas blancas, melaza y polen.

La suelta se puede hacer directamente en las hojas o en sobres. Se recomienda un sobre por cada m².



Figura 36. Varios ejemplares de *A. swirskii*.

Nesidiocoris tenuis

Es un chinche depredador cuyos adultos son verdes y con alas grises, mientras que las ninfas empiezan siendo amarillentas hasta volverse verdosas al crecer. Pone los huevos en los tejidos de las plantas y de éstos emergen las ninfas, que van creciendo hasta convertirse en adultos. Es un depredador que alcanza entre 5-10 milímetros de longitud en estado adulto. Se alimenta principalmente de mosca blanca, aunque también comen trips, pulgones, arañas rojas, huevos de mariposas, etc. Las ninfas y los adultos buscan presas en el envés de las hojas, tallos y flores. Cuando las encuentra, las pincha con su aparato bucal y succionan su interior matándolas. Se recomienda una suelta de 0,5-1 individuo/m².



Figura 37. Estadio adulto de *N. tenuis*

Orius laevigatus

El adulto de *Orius* es un chinche marrón y negro con ojos rojos. Tiene alas que le permiten colar y desplazarse fácilmente en busca de presas. Los estadios juveniles, llamados ninfas, inicialmente son de color amarillo y conforme van creciendo se vuelven anaranjados y marrones. Los huevos no se ven a simple vista ya que las hembras los incrustan en los tejidos tiernos de las plantas, generalmente en los puntos de crecimiento.

Las ninfas y adultos se alimentan de polen de las flores y de todos los estadios de trips. En las flores se encuentran con el trip y allí lo inserta con su aparato bucal y succiona su contenido. Se pueden encontrar los cadáveres de trips en las flores, como testigo de la actividad de chinches. Cuando hay mucho trips, *Orius* mata más de los que necesita comer y, cuando la población de *Orius* es grande, emigra a las hojas, donde se alimenta, además de trips, de todo lo que encuentra como araña roja, orugas pequeñas, mosca blanca, etc.

Es muy importante empezar las sueltas de *Orius* lo antes posible ya que necesita entre 4-6 semanas para instalarse en el invernadero y poder realizar un control eficaz del trips. Por eso hay que soltarlo con las primeras flores o en presencia de plaga. Se suelen hacer sueltas de 0,5-1 individuo/m² y semanalmente hasta que se instale de forma adecuada.



Figura 38. Estadio adulto de chinche *O. laevigatus*

Phytoseiulus persimilis

Es un depredador de arañas rojas de color rojo, patas largas que se mueve muy rápido por las hojas. *Phytoseiulus* come más cantidad de araña que *N. californicus*, pudiendo eliminar los focos rápidamente si las condiciones son adecuadas. Se alimenta casi exclusivamente de araña roja llegando a desaparecer del cultivo cuando elimine la población de araña roja.

La puesta de huevos la hace en el envés de la hoja, cerca de las colonias de araña roja. Los huevos son ovales, de color rosado y el doble de grandes que los de araña roja. Las sueltas se suelen hacer en los focos de araña roja en una dosis de 20 individuos/m².



Figura 39. Diferentes estadios de *P. persimilis*

Otros enemigos naturales

Macrolophus caliginosus es un chinche depredador muy similar a *Nesidiocoris tenuis*. Se diferencia en que no posee el anillo negro que *Nesidiocoris* tiene detrás de la cabeza y en que sus antenas son lisas. Se suele alimentar de mosca blanca y trips.



Figura 40. Adulto de *M. caliginosus*

Chrysoperla carnea es un depredador generalista que se alimenta de una gran variedad de plagas, mostrando preferencia por los pulgones. Los adultos son de color verde con sus llamativas alas. Las larvas son depredadoras muy voraces que atrapan las presas con sus grandes mandíbulas.



Figura 41. Ejemplar adulto de *Chrisopa*

Encarsia formosa es un parásito de *Trialeurodes vaporariorum*. Es una pequeña avispa de color negro y amarillo que parasita larvas de mosca, volviéndose éstas de color negro.



Figura 42. Adulto de *E. formosa* parasitando

Coenosia attenuata es muy parecida a la mosca doméstica, pero más pequeña. Es un depredador hábil de adultos de mosca blanca, minador y mosca esciárida. Entra espontáneamente en los invernaderos y se localiza en el haz de las hojas, en las estructuras del invernadero y en la rafia, a la espera de presas, ya que caza al acecho. Sus larvas viven como depredadoras de suelos húmedos.



Figura 43. Ejemplar adulto de *C. attenuata* (mosca tigre)

Adalia bipunctata denominada como mariquita de dos puntos, es un voraz depredador de numerosas especies de pulgones.



Figura 44. Adulto de *A. bipunctata*

Coccinella septumpunctata o mariquita de siete puntos. Es una especie muy común y un voraz depredador de numerosas especies de pulgones hortícolas.



Figura 45. Ejemplar adulto de *C. septumpunctata*

Virus de la Poliedrosis Nuclear (VPNSe) se emplea contra *Spodoptera exigua*. Este virus produce una enfermedad en las orugas. Las larvas infectadas tienden a emigrar hacia partes superiores de la planta, donde mueren. No afecta a los organismos beneficiosos usados en el control biológico.

2.4. FERTIRRIGACIÓN

2.4.1. RIEGOS

El riego de pre-plantación en el cultivo del pimiento se realiza uno o dos días antes de la plantación y sirve para proveer de humedad el suelo y también para eliminar los últimos residuos de toxinas y productos que hayan quedado en el terreno. La cantidad de agua aportada en este riego depende de la textura del suelo y de su capacidad de drenaje.

El pimiento precisa un poco más de humedad en el suelo que el tomate y la berenjena.

En los cultivos protegidos de pimiento el aporte de agua se realiza de forma generalizada mediante riego por goteo y va a ser función del estado fenológico de la planta así como del ambiente en que ésta se desarrolla (tipo de suelo, condiciones climáticas, calidad del agua de riego, etc) (Alarcón, 1996).

El cultivo en suelo y en suelo arenado, el establecimiento del momento y volumen de riego vendrá dado básicamente por los siguientes parámetros:

- Tensión del agua en el suelo (tensión mátrica), que se determinará mediante la instalación de una batería de tensiómetros a distintas profundidades. Alrededor del 75 % del sistema radicular del pimiento se encuentra en los primeros 30-40 centímetros del suelo, por lo que será conveniente colocar un primer tensiómetro a una profundidad de unos 10-30 centímetros que deberá mantener lecturas entre 11 y 14 centibares, un segundo tensiómetro a unos 30-50 centímetros, que permitirá controlar el movimiento del agua en el

entorno del sistema radicular y un tercer tensiómetro ligeramente más profundo para obtener información sobre las pérdidas de agua por drenaje.

- Tipo de suelo (capacidad de campo, porcentaje de saturación).
- Eficacia de riego (uniformidad de caudal de los goteros).
- Calidad del agua de riego (a peor calidad, mayores son los volúmenes de agua, ya que es necesario desplazar el frente de sales del bulbo de humedad).

La falta de agua se acusa en las plantas porque la vegetación toma un color verde oscuro (los excesos de agua dan lugar a un follaje de color verde claro y a pérdidas de plantas por asfixia radicular) y se abarquillan las hojas; con sequia llegan a caerse las flores. Cuando los cultivos pasan falta, los frutos toman un sabor más picante (Alarcón, 1996).

2.4.2. ABONADO

El pimiento es una planta muy exigente en nitrógeno durante las primeras fases del cultivo, decreciendo la demanda de este elemento tras la recolección de los primeros frutos verdes, debiendo controlar muy bien su dosificación a partir de este momento, ya que un exceso retrasaría la maduración de los frutos. La máxima demanda de fósforo coincide con la aparición de las primeras flores y con el periodo de maduración de las semillas. La absorción de potasio es determinante sobre la precocidad, coloración y calidad de los frutos, aumentando progresivamente hasta la floración y equilibrándose posteriormente. El pimiento también es muy exigente en cuanto a la nutrición de magnesio, aumentando su absorción durante la maduración (Del Castillo *et al*, 1998).

Los fertilizantes de uso más extendido son los abonos simples en forma de sólidos solubles y en forma líquida, debido a su bajo coste y a que permiten un fácil ajuste de la solución nutritiva. El aporte de microelementos es vital para una nutrición adecuada (Nuez *et al*, 1996).

Tabla 3. Niveles foliares de referencia para el cultivo de pimiento (Cadahía, 1998)

	Alto	Normal	Medio
Nitrógeno (%)	5,1-6	4-5	3-3,9
Fósforo (%)	0,7-0,8	0,3-0,7	0,2-0,3
Potasio (%)	5,6-6	4,5-5,5	3,5-4,5
Calcio (%)	4,1-5	2-4	0,5-1,9
Magnesio (%)	1,8-2,5	1-1,7	0,5-1,9
Manganeso (ppm)	201-500	90-200	41-89
Hierro (ppm)	201-500	80-200	61-80
Cobre (ppm)	21-50	10-20	5-10
Boro (ppm)	61-80	20-60	13-19
Zinc (ppm)	61-100	25-60	15-24

2.5. EL INJERTO EN PIMIENTO

2.5.1. EL INJERTO EN PLANTAS HORTÍCOLAS

Los productores de cultivos bajo invernadero tienen muy pocas posibilidades de practicar rotación con diferentes especies vegetales y se ven obligados en muchos casos, a repetir los mismos cultivos año tras año, con lo que los suelos están cada vez más contaminados por insectos, hongo, nematodos, etc. El injerto es una alternativa interesante para reducir las aplicaciones al suelo de agroquímicos, además de evitar o evadir algunas plagas o enfermedades del suelo.

El injerto es la unión de dos porciones de tejido vegetal vivo de modo que se unan, crezcan y se desarrollen como una sola planta (Hartmann y Kester, 1991). Puede tener las siguientes finalidades:

- Perpetuar clones que no pueden mantenerse con facilidad con otros procedimientos de multiplicación.
- Cambiar los cultivares de plantas ya establecidas.

- Acelerar la madurez reproductora de selecciones de plántulas obtenidas en programas de hibridación.
- Obtener formas especiales de crecimiento de las plantas.
- Estudiar enfermedades virales.
- Obtener beneficios de ciertos patrones.

El injerto, como método de lucha contra patógenos del suelo, tiene como finalidad evitar el contacto de la planta sensible con el agente patógeno. La variedad a cultivar se injerta sobre una planta resistente a la enfermedad a prevenir, perteneciente a otra variedad, otra especie u otro género de la misma familia. En estas condiciones, el patrón resistente permanece sano y asegura, a partir del suelo, una nutrición normal de la planta, a la que aísla del patógeno.

Por otro lado, en ausencia de enfermedades (aunque no ha sido muy investigado) una de las finalidades más importantes del injerto, es la de conseguir mayor producción o un ciclo más largo debido al vigor que confiere el patrón a la planta injertada. También se emplea en épocas de bajas temperaturas, y/o encharcamiento en el suelo, reduciendo el riesgo de detención del crecimiento o desordenes fisiológicos.

Varios experimentos sobre injertos, que incluyen distintas combinaciones de plantas sensibles y resistentes a *Fusarium oxysporum*, indican que la resistencia está ligada con el conjunto raíz-hipocotilo, más bien que con el tallo y las hojas, y la susceptibilidad necesita la existencia del patógeno en el hipocotilo y parte baja del tallo. En el injerto de una variedad sensible sobre un portainjertos resistente no se manifiesta la enfermedad en la variedad porque la invasión del patógeno a través de las raíces es escasa o inexistente. El problema resulta cuando algunas raíces adventicias de la variedad se pongan en contacto con el suelo, entonces si pueden producirse síntomas de la enfermedad ya que el patógeno puede alcanzar la parte baja del tallo (Camacho, F. & Fernández, E., 1997).

Cuando se inocula el tallo en una combinación sensible/sensible no se produce una infección tan intensa como cuando se inocula la raíz, lo que demuestra la necesidad de la presencia del patógeno en la raíz para que se manifiesten con toda su intensidad los síntomas de la enfermedad. Injertando por aproximación una variedad sensible y una resistente y se inocula el tallo de las resistente, la variedad sensible no muestra los síntomas de enfermedad a menos que el hongo se propague hacia abajo hasta el hipocotilo de la variedad sensible (Miguel, A. 1993).

2.5.2. PORTAINJERTOS

Un portainjertos debe reunir las siguientes cualidades:

- Ser inmune a la enfermedad que desea prevenir.
- Que no haya algún otro parásito del suelo que le afecte frecuentemente o gravemente.
- Vigor y rusticidad. Un patrón vigoroso hace que la planta injertada también lo sea y permite instalar plantas por unidad de superficie sin disminuir la producción, ya que cada una de ellas produce mayor número de frutos. Los costes de implantación se reducen notablemente. Es también una característica positiva, que la raíz del patrón se desarrolle bien con temperaturas del suelo relativamente bajas, lo cual permite hacer plantaciones tempranas.
- Tener buena afinidad con la planta que se injerta.
- Presentar buenas condiciones para la realización del injerto, en cucurbitáceas, hipocotilo relativamente largo (5-7 cm), grueso, poco ahuecado y consistente.
- No modificar desfavorablemente la calidad del fruto. Los patrones normalmente empleados no producen sabores extraños ni otras alteraciones apreciables (Camacho, 2006)

2.5.3. UNIÓN DEL INJERTO

El éxito del injerto depende de la coincidencia de los tejidos próximos a la capa de cambium, estas células que se encuentran tanto en el patrón como en el injerto, producen células de parénquima que se entremezclan formando un tejido de callo.

La afinidad botánica es muy importante para un buen éxito de la realización del injerto, cuanto más afinidad exista entre el patrón y la variedad, mayor porcentaje de éxito se obtendrá, aunque resulta difícil predecir el éxito del injerto. La afinidad se puede agrupar en dos tipos (Camacho, 2006):

- Afinidad morfológica, anatómica, de constitución de sus tejidos, lo que significa que los haces conductores de las dos plantas que se unen han de tener diámetros semejantes y estar en igual número.
- Afinidad fisiológica, de funcionamiento y analogía de savia, en cuanto a cantidad y constitución.

Dentro de las hortalizas encontramos injertos en las solanáceas (tomate, pimiento y berenjena) y en las cucurbitáceas (melón, sandía y pepino). Su buena aptitud para el injerto parece estar unida a la extensión del cambium (Louvet, 1974).

Secuencia del proceso de unión del injerto (Hartmann y Kester, 1991):

- Se ponen en contacto los tejidos del patrón y del injerto de manera que las regiones cambiales de ambos estén estrechamente unidas. Deben mantenerse unas condiciones de temperatura y humedad que estimulen el prendimiento en las células recién puestas en contacto y en las circundantes.
- Las células del cambium del patrón y del injerto producen células de parénquima que se entremezclan formando un tejido de callo.
- Algunas células del callo se diferencian en nuevas células de cambium.
- Estas nuevas células de cambium producen nuevo tejido vascular.

En las plantas herbáceas, los elementos traqueales del xilema o los tubos cribosos del floema o ambos se forman directamente por diferenciación del callo en estos

elementos vasculares. 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, H. y kester, D., 1991). La unión del injerto se forma por completo, mediante células que se desarrollan después que se ha efectuado el injerto. Nunca se efectúa una mezcla de contenidos celulares. Las células producidas por el patrón y el injerto conservan cada una su propia identidad.

El fenómeno por el cual se unen dos partes distintas y a veces diferentes, se produce en dos fases: una en la que se produce una reacción de compatibilidad y la otra en la que se completa la unión. La firmeza de la unión aumenta de forma bastante lenta al principio, pero cuando el injerto se encuentra en una fase avanzada lo hace rápidamente. El prendimiento, que es la fase más delicada, depende de una rápida división de los tejidos adyacentes de las superficies opuestas, y la efectividad del mismo se consigue mediante la formación de elementos vasculares, que son los que van a permitir el paso de nutrientes para el crecimiento y formación de la planta.

Durante los 4 primeros días hay una activa división celular y un gran aumento en el número de traqueidas y en los 3 días siguientes las traqueidas continúan diferenciándose pero no aumentan en número. La restauración de la continuidad vascular se produce al final de la primera y de la segunda fase, por el aumento del número de elementos traqueidales. La resistencia del injerto es proporcional a la cantidad de polisacáridos depositados en la unión (Hartmann, H. y kester, D., 1991).

2.5.4. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA UNIÓN DEL INJERTO

Estos factores son (Hartmann, H. y kester, D., 1991):

Temperatura:

La formación del callo característico de la consolidación del injerto exige una determinada temperatura, a menos de 20°C es lenta y por debajo de 15°C no existe, sin embargo se obtienen buenos resultados cuando las mínimas no bajen de 15°C ni

las máximas suban de 30°C, siendo la óptima entre 22 y 25°C. Cuando las temperaturas son superiores a 30°C se acelera la unión, sin embargo su consolidación es muy deficiente con lo que se daña fácilmente con las operaciones de plantación.

Humedad:

Los tejidos cortados de la unión del injerto deben mantenerse, por algún medio, en condiciones de humedad elevada (80-90%), pues, en caso contrario, las probabilidades de una buena cicatrización son reducidas.

Oxígeno:

Para la producción de tejido de callo es necesario la presencia de oxígeno en la unión del injerto. La división y crecimiento de las células van acompañado de una respiración elevada. Para algunas plantas puede bastar una tasa de oxígeno menor que la presente en el aire, pero para otras es conveniente que la ligadura del injerto permita el acceso del oxígeno a la zona de unión.

Actividad de crecimiento del patrón:

La actividad cambial se debe a un estímulo de auxinas y giberelinas producidas en las yemas crecimiento. Si el patrón está en fase de reposo o crecimiento lento es más difícil la producción de cambium en el injerto. Cuando el patrón está hiperactivo (presión excesiva de las raíces) o hipoactivo (sin crecimiento de las raíces), debe dejarse algún órgano por encima del injerto, que actúa de tira-savias.

Contaminación con patógenos:

En ocasiones entran en las heridas, producidas al injertar, bacterias y hongos que causan la pérdida del injerto. Con el objeto de prevenir estas infecciones, agua limpia y manos limpias es fundamental, así como una mesa de trabajo y herramientas de injertar desinfectadas.

Superficie de contacto:

Si se pone en contacto solo una reducida porción de las regiones cambiales del patrón y de la variedad, la unión será deficiente. Aunque haya una buena

cicatrización y comience el crecimiento de la variedad, cuando esta alcance un desarrollo importante, una unión tan escasa impedirá el movimiento, deficiente, del agua y se producirá el colapso de la planta injertada. Podemos decir que a mayor superficie de contacto entre patrón e injerto, más facilidad de ensamblaje, pero hemos de tener en cuenta que la formación del callo será mucho más lenta. Se ha demostrado que los cortes a una profundidad de 1-1,5 cm son los más idóneos.

Empleo de reguladores del crecimiento:

En estudios de cultivo de tejidos se ha visto una relación entre la aplicación de reguladores de crecimiento, auxinas, kinetinas o la combinación de éstas con ácido abscísico, y la formación de callo. Hasta ahora no se han obtenido resultados prácticos con el empleo de estas sustancias en el injerto.

Condiciones ambientales en la fase posterior al injerto:

Es necesario asegurar, durante la fase posterior al injerto, que no lleguen a marchitarse ni el patrón ni la variedad. El marchitamiento de la variedad se produce con extrema facilidad en el caso de injerto de púa. A la vez debe mantenerse una buena temperatura para que se produzca la soldadura del injerto.

2.5.5. COMPATIBILIDAD

La compatibilidad se define como la capacidad de dos plantas diferentes, injertadas entre sí, para producir con éxito una unión y desarrollarse satisfactoriamente como una planta compuesta. Lo opuesto sería la incompatibilidad. La diferencia entre una unión de injerto compatible y otra no incompatible no está bien definida, pues abarcando desde especies que tienen una relación estrecha y unen con facilidad hasta especies totalmente incompatibles, existe una graduación intermedia de plantas que forman soldadura, pero con el tiempo muestran síntomas de desarreglo en la unión o en su hábito de crecimiento (Hartmann, H. y Kester, D., 1991). En general, la compatibilidad se encuentra relacionada con la afinidad taxonómica, pero con significativas excepciones.

En general, los síntomas de incompatibilidad no aparecen hasta que la planta está bien desarrollada. A continuación se enumeran algunos síntomas que se asocian a la incompatibilidad:

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

La aparición de estos síntomas no significa necesariamente que la unión sea incompatible; algunos de los síntomas pueden resultar de la presencia de condiciones ambientales desfavorables, tales como falta de agua o algún nutriente esencial, ataques de insectos o de enfermedades o por malas técnicas de injerto (Hartmann, H. y kester, D., 1991).

2.5.6. INTERACCIÓN PATRÓN VARIEDAD

Las modificaciones del comportamiento de la variedad por efecto del patrón pueden ser producidas por (Hartmann, H. y kester, D., 1991).

- ✓ Reacciones de incompatibilidad.
- ✓ Resistencia a enfermedades.
- ✓ Tolerancia a ciertas características del clima o suelo.
- ✓ Interacciones específicas entre patrón y variedad que produzcan alteraciones de desarrollo de la planta, tamaño del fruto, calidad, etc.

Las posibles modificaciones del crecimiento, floración, fructificación, etc. de la planta injertada, a causa de la interacción patrón e injerto, se deben a tres factores (Hartmann, H. y kester, D., 1991):

- ✓ Absorción y utilización de nutrientes.
- ✓ Translocación de nutrientes y agua.

- ✓ Alteraciones en factores de crecimiento endógenos.

2.5.7. MÉTODOS DE INJERTO EN HORTÍCOLAS.

Las hortalizas que más se injertan son por orden de importancia, los siguientes cultivos (Camacho, 1997): Sandía, tomate, melón, pepino Almería, berenjena, y pimiento.

Con pequeñas diferencias, tanto en cucurbitáceas como en solanáceas hay dos métodos básicos de injerto: uno es el que durante el proceso de soldadura se mantienen los dos sistemas radiculares, del patrón y la variedad (aproximación, dakitsugi) y otro, en el que un brote de la variedad se une a la planta del patrón (púa, empalme). Como es natural, durante el proceso de soldadura deben mantenerse unas condiciones ambientales más estrictas con los métodos en los que la variedad queda sin raíz tras el momento de realizar el injerto.

En pimiento, en la actualidad, se aplican dos tipos de injertos, el de empalme y el de púa, siendo el primero de ellos el más utilizado.

Injerto de empalme:

Se cortan todos los brotes del patrón por debajo o por encima de los cotiledones a una distancia de 2,3-3 cm de altura desde la base del tallo y entre la 3ª y 4ª hoja, con un ángulo aproximado de 45°, al objeto de aumentar la superficie de contacto y facilitar la cicatrización y con una hendidura hasta una profundidad de 1,5 cm. Hay que tener en cuenta que cuando el tallo del patrón queda a poca altura del suelo existe la posibilidad de enraizamiento de la variedad injertada.

Se colocan las pinzas de injertar o tubos de silicona en los tallo seccionados cubriendo con dicha pinza la superficie que se va a unir con el injerto.

Se cortan las plantas de la variedad a injertar, por lo menos con 2-3 hojas verdaderas, por encima o por debajo de los cotiledones, dejando 1,5-2 cm de tallo y

con un ángulo de 45° similar al corte dado en el portainjerto y una hendidura similar a la del patrón.

Introducimos el injerto dentro de la pinza, abriendo está un poco con los dedos para facilitar el contacto de la débil corteza con el cilindro medular de uno y otro tallo hasta dejarlos bien acoplados a fin de favorecer el prendimiento y la cicatrización.

Injerto de púa:

Se siembra el portainjerto entre 4 y 6 días antes que la variedad a injertar, con el objetivo de que ambas adquieran en dichos periodos de tiempo el grosor suficiente y facilite el ensamblado de la púa.

El patrón se decapita cuando tienen entre 3 y 4 hojas verdaderas y se hace una hendidura en el centro hacia debajo de 1-1,5 cm de profundidad.

Se coloca un tubo de polietileno transparente específico para cubrir la citada hendidura.

En la variedad a injertar se corta el brote y se le hace una incisión en bisel a 1,5 cm por debajo de la 2ª o 3ª hoja para que ensamble lo mejor posible. Se inserta la púa en la incisión por el interior del tubo transparente para que quede bien sujeto el injerto.

Tras la realización del injerto, bien sea de empalme o injerto de púa, los injerto recién hechos se llevan a la cámara o túnel de prendimiento hasta su cicatrización. En esta cámara o túnel de prendimiento las condiciones ambientales han de ser cálidas (20-25 °C durante el día y 14-15°C durante la noche), húmedo (85-90% de humedad relativa) y evitando la insolación directa, pero no la falta de luz. Aproximadamente al 4º-5º día se aprecia la soldadura y es entonces cuando empezamos a airear progresivamente, es decir, la planta pasa de un modo paulatino a las condiciones ambientales en las que se va a desarrollar a posteriori en campo. Transcurridos unos diez días se podrá proceder a la plantación (Reche, J., 2010).

2.5.8. PROCEDIMIENTO GENERAL EN LOS INJERTOS HORTÍCOLAS

Siembra de la variedad y del portainjertos:

Dependiendo de la especie hortícola que se va a cultivar, se siembra la variedad antes o después que el portainjertos. Se siembran variedad y patrón en bandejas separadas y habitualmente en tiempos diferentes, todo ello en función de la germinación, ritmo de crecimiento y desarrollo de éstos.

Injerto:

El tiempo en que se realiza el injerto dependerá de la especie, pero como mínimo el patrón tiene una o dos hojas verdaderas, que se eliminan posteriormente. Estos procesos se realizan en semilleros especializados para tal fin.

Una vez realizado el injerto nos encontramos con una serie de periodos o fases:

- Fase de prendimiento: Periodo de 4-5 días tras la realización de este en el que las plantas deben mantenerse con un control de humedad, luz y temperatura óptimo. Estas condiciones óptimas dependen del tipo de planta que se injerta, tipo de injerto y la época del año en que se realiza.
- Fase de endurecimiento: Una vez prendido el injerto, se debe aclimatar progresivamente a las condiciones a las que se van a cultivar posteriormente.
- Fase de trasplante de una planta injertada: Paso al terreno de asiento definitivo, no requiere de cuidados diferentes a los que se dan a las plantas sin injertar, pero si se ha de tener en cuenta, evitar movimientos bruscos por posible rotura en el punto del injerto y cuidado que el mismo quede al aire para evitar el franqueo o pudrimiento del mismo.

2.5.9. PORTAINJERTOS EMPLEADOS EN PIMIENTO

El pimiento solo es compatible con otros Capsicum. Presenta mala afinidad con otras solanáceas e incluso con algunos taxones de su misma especie. El injerto

sobre las líneas más resistentes confiere poco vigor a la planta. Se utilizan normalmente líneas intermedias en el proceso de introducción del carácter de resistencia en variedades comerciales. Tal es el caso de Phyto 636, seguida de retrocruzamientos y autofecundaciones obtenido por Chambonet y Pochard en 1970. En Japón se han utilizado otros portainjertos distintos, siendo uno de ellos un cruzamiento entre *Capsicum annuum* var. *Musarabi* x *C. chinese* nº 3341.

En España encontramos pocos portainjertos de pimiento, aunque sí empresas de semillas dedicadas a la investigación y comercialización de los mismos.

Entre los más empleados actualmente encontramos estos:

Oscos (Ramiro Arnedo):

Favorece el desarrollo radicular y tiene una gran afinidad con las diferentes variedades de pimiento, proporcionándoles a estas un gran vigor y frondosidad a la planta. Presenta buena tolerancia a los problemas de asfixia radicular y a patógenos como phytophthora y nematodos, presentando además resistencia al Virus del Mosaico del Tabaco (TMV).

Tresor (Nunhems):

Portainjerto compatible con la mayoría de las variedades de pimiento. Presenta un potente sistema radicular. Indicado para suelos con graves daños de *Phytophthora capsici*, nematodos y virus, principalmente el Virus del Mosaico del Tabaco (TMV), contra el virus del Mosaico del tomate (ToMV) y contra el Virus Y de la Patata (PVY).

AR96040 (Ramiro Arnedo):

Patrón que le confiere un buen vigor a la planta. De desarrollo rápido al principio del cultivo. Tiene buena afinidad con todas las variedades de pimientos. Presenta gran resistencia a las enfermedades del suelo como Phytophthora y Nematodos. Buen comportamiento frente a asfixia radicular.

Brotus (Gautier):

Confiere una planta vigorosa, con buen sistema radicular, indicado en suelos con fuertes ataques de *Phytophthora capsici*, virus y nematodos. Presenta alta resistencia al Virus del Mosaico del Tomate (ToMV y resistencia intermedia a nematodos.

Patrón (Clause):

Produce un gran enraizamiento que permite obtener plantas vigorosas. Presenta resistencias a las diferentes razas de Fusarium y a nematodos.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. SITUACIÓN DE LA FINCA EXPERIMENTAL UAL-ANECOOP

El experimento se llevó a cabo en Fundación Finca Experimental UAL-ANECOOP, situada en el paraje “Los Goterones” perteneciente a la localidad de Retamar, polígono 24, parcela 281, del término municipal de Almería.

Las coordenadas geográficas son:

- Longitud 2,1708° Oeste
- Latitud 36,5177° Norte



Figura 46. Plano de situación de la Fundación Finca Experimental Ual-Anecoop

3.2. INSTALACIONES

La finca experimental tiene una superficie total de 110000 m² de los cuales se encuentran urbanizados unos 80000 m² y construidos alrededor de 60000 m². Dispone de veintiséis módulos que constan de diferentes características estructurales, dotados de varios niveles de automatización.

La superficie total de 11 hectáreas se divide en dos grandes zonas, una destinada a trabajos de experimentación y otra parte a ensayos de investigación. La finca cuenta con tres balsas de riego y tres naves de servicio, donde se sitúan las oficinas, laboratorios, cámaras frigoríficas, cabezales de riego, caldera, taller y comedor.



Figura 47.- Plano de distribución de la Fundación Finca Experimental Ual-Anecoop

3.3. EL INVERNADERO

El invernadero asignado para en experimento fue el U5. Es de tipo multitúnel con suelo arenado, el cual cuenta con cinco túneles de 8 metros de ancho y 45 metros de largo que nos proporcionan una superficie total de 1800 m². La altura a cumbre en arco del túnel es de 5,7 metros y una altura bajo la canal de 4,5 metros, obteniendo de estas características una estructura con gran volumen que nos proporciona una mayor inercia térmica para el manejo del cultivo y la cual nos va a hacer que las variaciones térmicas sean más suaves. Cuenta con dos dobles puertas.

La cubierta es de polietileno de 800 galgas de espesor, con una duración de tres campañas, de color blanco, protegido por la zona exterior por unas correas de poliéster de 4 centímetros de ancho. El perímetro del invernadero está protegido por malla plastificada.

El invernadero cuenta con cinco ventanas supercénitales de 40 metros de longitud y 2,5 metros de anchura. Están protegidas con malla de 20x10 hilos/cm² para evitar la entrada de plagas al mismo.



Figura 48. Invernadero del experimento.

La recogida de aguas pluviales se realiza por medio de las canalillas, las cuales conducen el agua hasta unos bajantes que terminan en una arqueta de paso.

3.4. SISTEMA DE RIEGO

Los elementos del sistema de fertirrigación que se gestionan desde el cabezal de riego son básicamente: balsas, sistema de inyección de fertilizantes, sistema de distribución de la solución final a los goteros y ordenador de control.

3.4.1. BALSA

Se dispone de dos balsas de materiales sueltos y cubierta de polietileno negro con una capacidad de 5000 m³ cada una, ambas balsas están techadas con geotextil de color negro para evitar pérdidas por evaporación, descomposición y proliferación de algas.



Figura 49. Vista de la cubierta de las balsas de riego

En cada una de las balsas se dispone de una bomba multicelular utilizada para bombear el agua hasta el tanque de mezclas situado en el cabezal, la balsa variable que contiene el agua de lluvia dispone de un variador de velocidad de giro en su bomba que permite mezclar el agua de ambas balsas en función de la preferencias que se tengan en base al parámetro de la conductividad eléctrica del agua.



Figura 50. Exterior del invernadero.

El agua; una vez mezclada, abastece los cabezales de riego utilizados en los invernaderos que riegan los cultivos sobre suelos arenados y aquellos que se hacen en hidroponía, se filtra a través de dos filtros de arena y posteriormente en los filtros de anillas. Los volúmenes de riego consumidos se registran mediante dos caudalímetros situados aguas arriba de los cabezales.



Figura 51. Equipo de filtros de arena.

3.4.2. SISTEMA DE INYECCIÓN DE FERTILIZANTES

El agua llega a un tanque de mezclas con capacidad de 200 litros provisto de una boya para mantener su nivel, sobre este tanque se inyecta la proporción designada de cada uno de los tanques de solución madre con 1000 litros de capacidad.



Figuras 52 y 53. Inyectores de fertilizantes y tanques de almacenamiento de solución madre

Para que la proporción de los fertilizantes sea lo más exacta posible, se ha incorporado un sistema que consta de seis piezómetros conectados a los tanques de solución madre. Se dispone de varias bombas inyectoras que inyectan la solución madre de cada tanque a su piezómetro correspondiente, a continuación el ordenador comanda las electroválvulas que gobiernan el porcentaje de fertilización final que pasa al tanque de mezcla dependiendo de un intervalo de tiempo de apertura.

3.4.3. SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN FINAL A LOS GOTEROS

La solución de mezcla de fertilizantes se impulsa mediante una electrobomba de riego de 3 cv.

La solución nutritiva final es filtrada a través de un filtro de anillas y, se distribuye a los invernaderos mediante una red de tuberías de PVC de 60 milímetros. Dentro de cada invernadero hay una electroválvula para cada uno de los cuatro sectores de riego. Se usan porta-ramales de diámetro de 32 milímetros de polietileno, portagoteros de 16 milímetros de polietileno de baja densidad con goteros autocompensantes de 3 l/h.



Figura 54. Distribución de los goteros.

Los elementos con los que cuenta el sistema de riego son balsas, sistema de inyección de fertilizantes y de impulsión de solución final y un programador de riego que nos permite manejar sin mucho esfuerzo todos los elementos anteriores.

3.5. MATERIAL VEGETAL

La especie hortícola utilizada en el experimento fue *Capsicum annuum* L. cv. Bily. La variedad es de pimiento “tipo california” de maduración en rojo. Variedad muy bien adaptada a las plantaciones más tempranas de otoño en invernadero, desde mediados de junio a principios de julio, por su buen cuaje en condiciones de blanqueo y su entrenudo corto. Frutos de muy buena calidad por su forma, firmeza y alta uniformidad, de alta producción, con calibres muy concentrados en el tamaño G y GG, muy firmes y muy tolerantes al microcracking. Alta resistencia a TMV patotipos P0, P1, P1-2, P1-2-3 (L4) y resistencia intermedia a TSWV: P0. Esta variedad comercial pertenece a la empresa de semillas Syngenta Seeds (S & G).

Los portainjertos utilizados han sido:

- Jalapeño
- Serrano de Morelos 2

3.6. DISEÑO EXPERIMENTAL

El invernadero donde se realizó el experimento tiene una superficie de 1800 m² y se dividió en 9 parcelas elementales.

Fueron tres los tratamientos que se utilizaron (T0, T1 y T2), cada uno formado por tres repeticiones (T0R1, T0R2, T0R3, T1R1, T1R2, T1R3, T2R1, T2R2, T2R3). El tratamiento T0 actuó como testigo (pimiento Bily sin injertar), A continuación se detalla cada tratamiento.

T0.- Pimiento Bily sin injertar.

T1.- Pimiento Bily injertado sobre Serrano de Morelos 2.

T2.- Pimiento Bily injertado sobre Jalapeño.

El marco de plantación utilizado fue en líneas pareadas de cultivo obteniendo una densidad de plantación de 2,2 plantas/m².

3.7. MANEJO DEL CULTIVO

3.7.1. SEMILLERO

El injerto realizado para los tratamientos que tenían el cv. Bily sobre diferentes portainjertos fue un injerto de empalme, este se realizó 45 días antes de la fecha de plantación en un semillero externo a la fundación finca experimental Ual-Anecoop.



Figura 55. Detalle del punto de injerto.

Las bandejas utilizadas para la siembra son de poliestireno y presentan un total de 150 alveolos, con 4 x 4 centímetros por alveolo. El sustrato empleado para la siembra fue una mezcla de turba con perlita, dando una fina capa superficial de vermiculita una vez realizada la siembra.



Figura 56. Detalle de las bandejas de poliestireno y fundas plásticas utilizadas en el semillero.

El trasplante en el invernadero se realizó el 17 de agosto de 2012.

3.7.2. ENTUTORADO

Las plantas en invernadero son más tiernas y alcanzan una mayor altura que las cultivadas al aire libre, por ello se emplean técnicas de entutorado que faciliten las labores del cultivo y mantengan la verticalidad de las mismas. El entutorado holandés utilizado en este ensayo, es una técnica empleada para conducir el cultivo en su crecimiento y es una práctica imprescindible para mantener erguida la planta, ya que los tallos de pimiento no soportarían por sí solos el peso de los frutos.



Figura 57. Detalle de la poda holandesa a tres tallos practicada en el cultivo.

En este tipo de entutorado, cada uno de los tallos dejados a partir de la poda de formación se sujeta al emparrillado con un hilo vertical sobre el que se va liando la planta a medida que crece. Este método requiere una mayor inversión en mano de obra que la que se hace en el entutorado convencional, pero supone una mejora de la aireación general de la planta y favorece el aprovechamiento de la radiación y la realización de las labores culturales (destallado, recolecciones, etc), lo que repercutirá en la producción final, calidad del fruto y control de las enfermedades.

3.7.3. CONDICIONES CLIMÁTICAS

Los datos climáticos del invernadero durante el ciclo de cultivo son las medias mensuales de humedad relativa en %, la temperatura en °C y la radiación en W/m², estos datos se registraron diariamente por el programa climático del invernadero.

A continuación se muestran los datos desde Agosto (mes del transplante) hasta Enero (mes de la última recolección efectuada).

Tabla 4. Valores de parámetros climáticos en el invernadero durante los meses de cultivo.

	T^a (°C)	HR (%)	RD (W/m²)
AGOSTO	28,4	67,2	87,7
SEPTIEMBRE	26,4	67,6	69,1
OCTUBRE	23,1	72,1	77,7
NOVIEMBRE	18,4	75,6	59,5
DICIEMBRE	15,6	78,5	56,8
ENERO	15,5	75,7	57,1

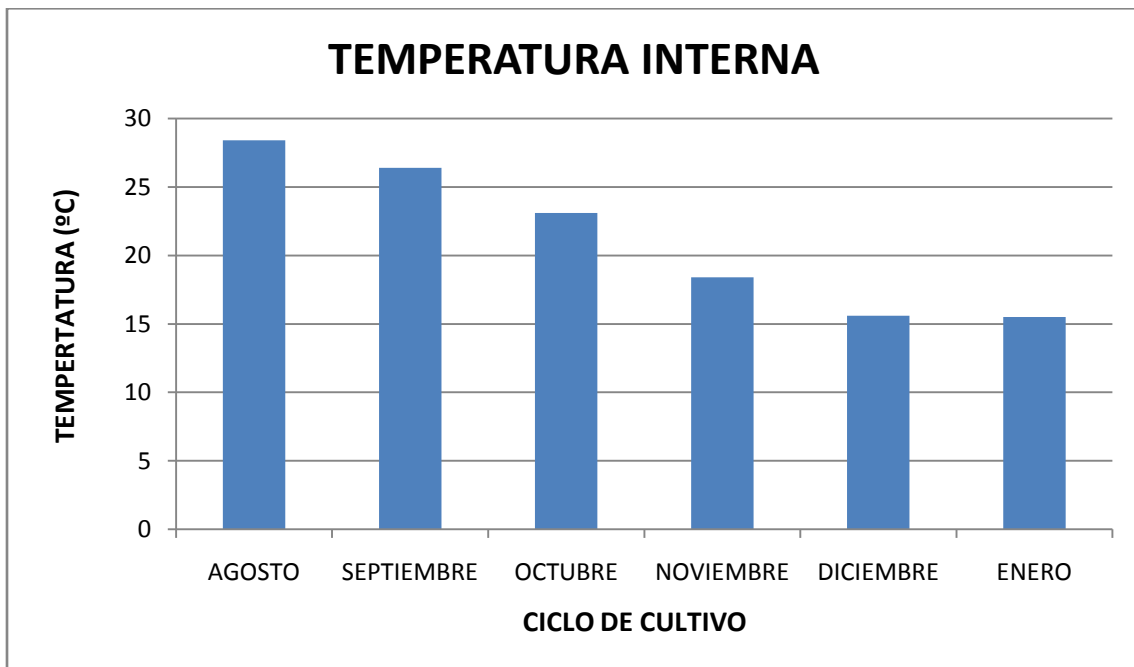


Figura 58. Valores registrados de temperatura (° C), en el invernadero de cultivo.

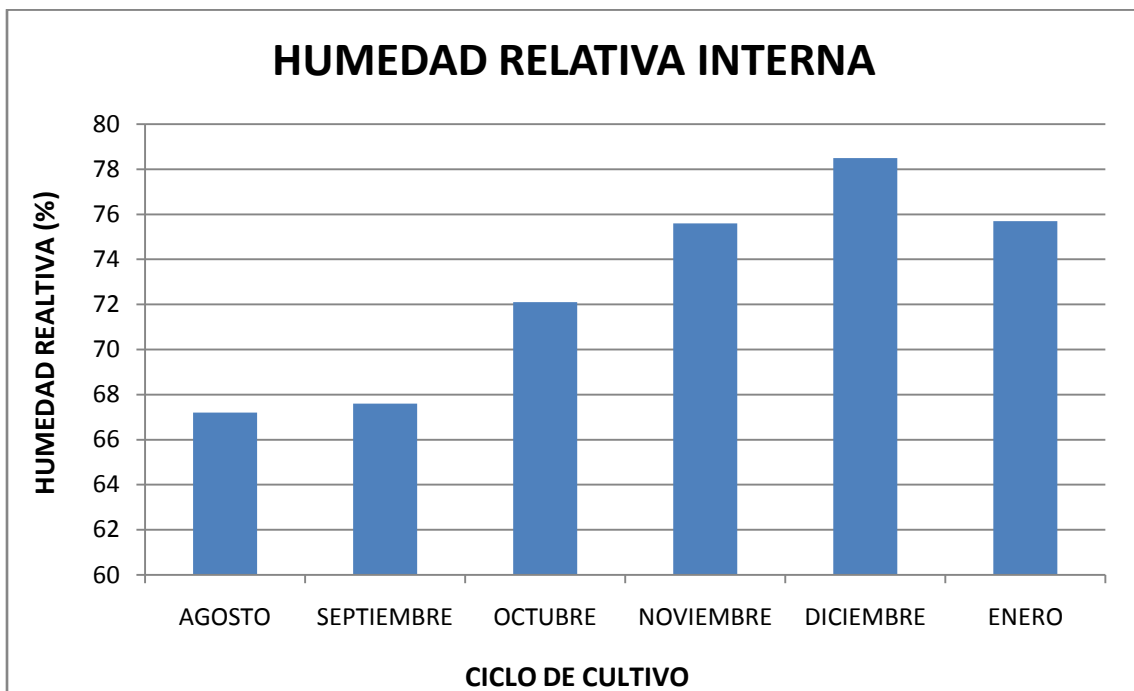


Figura 59. Valores registrados de humedad relativa (%), en el invernadero de cultivo.

Efecto de los cv Serrano de Morelos 2 y Jalapeño utilizados como portainjertos sobre la producción del pimiento "Tipo California" cv Bily bajo invernadero

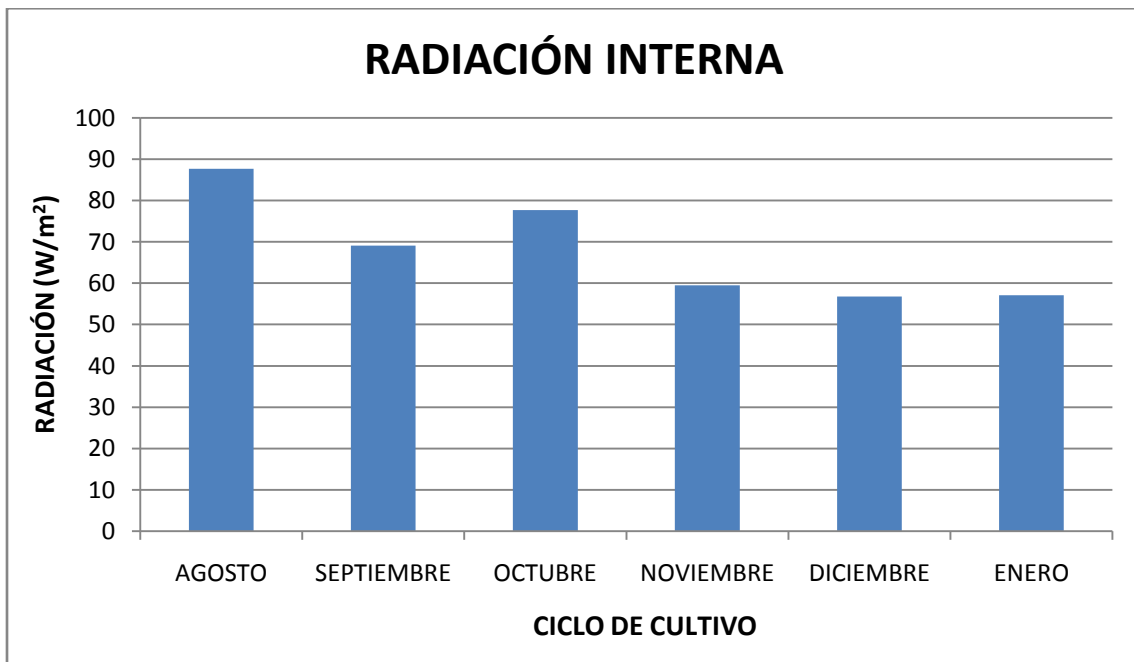


Figura 60. Valores registrados de radiación (W/m²), en el invernadero de cultivo.

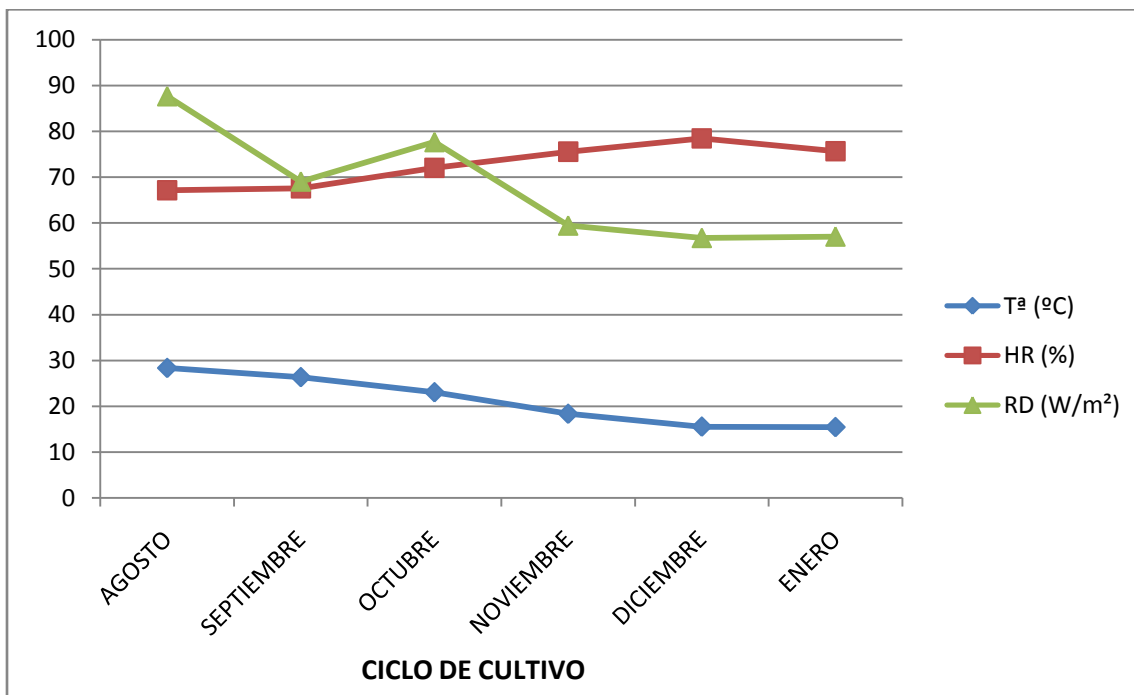


Figura 61. Comparativa de radiación, humedad relativa y temperatura registrados en el invernadero de cultivo.

3.7.4. RIEGO Y FERTILIZACIÓN

En el programa de fertilización se muestran los aportes nutritivos realizados por riegos, destacando los porcentajes de inyección de los tanques de concentración de abono del cabezal, así como la duración de los riegos y el volumen de agua aportada en los diferentes riegos. A continuación se detallan en la tabla, los diferentes riegos realizados.

Tabla 5. Cantidades de fertilizante que contienen los tanques para la realización de la solución madre.

TANQUE	FERTILIZANTES	CANTIDAD
A	Nitrato potasico	100 kg
B	Nitrato cálcico Microelementos	100 kg+2 kg
C	Sulfato potasico	75 kg
D	Ácido fosfórico	70 litros
ÁCIDO	Ácido nítrico	60 litros
VOLUMEN TANQUES =		
1000 L		

Tabla 6. Riegos aplicados al cultivo durante el ciclo

FECHA	TIEMPO (HORAS)	VOLUMEN AGUA (m ³)	% INYECCIÓN
17/08/2012	2:30	19,8	30-30-25-15
22/08/2012	0:15	5,1	35-40-10-15
23/08/2012	0:15	3,2	35-40-10-15
24/08/2012	0:15	5,2	35-40-10-15
25/08/2012	0:15	5,2	35-40-10-15
26/08/2012	0:15	5,2	35-40-10-15
27/08/2012	0:40	5,2	35-40-10-15
29/08/2012	0:40	8,8	35-40-10-15

Efecto de los cv Serrano de Morelos 2 y Jalapeño utilizados como portainjertos sobre la producción del pimiento "Tipo California" cv Bily bajo invernadero

Tabla 6. Riegos aplicados al cultivo durante el ciclo(II).

FECHA	TIEMPO (HORAS)	VOLUMEN AGUA (m ³)	% INYECCIÓN
01/09/2012	0:40	13,2	35-40-10-15
05/09/2012	0:40	13,2	35-40-10-15
07/09/2012	0:07	13,5	35-40-10-15
08/09/2012	0:21	1,5	35-40-10-15
10/09/2012	0:45	7,6	35-40-10-15
12/09/2012	0:45	15,6	35-40-10-15
14/09/2012	0:45	15,5	35-40-10-15
15/09/2012	0:45	15,5	35-40-10-15
17/09/2012	0:45	15,6	35-40-10-15
19/09/2012	0:04	15,6	35-40-10-15
22/09/2012	0:06	11,2	35-40-10-15
24/09/2012	0:15	2,1	35-40-10-15
25/09/2012	0:31:59	11,2	35-45-10-10
26/09/2012	0:21:59	6,2	30-45-10-15
27/09/2012	0:21:59	7,2	30-45-10-15
28/09/2012	0:21:59	1,4	30-45-10-15
29/09/2012	0:21:59	1,2	30-45-10-15
30/09/2012	0:20:52	1,6	30-45-10-15
30/09/2012	0:01:06	0,4	35-45-10-15
01/10/2012	0:21:59	7,3	35-45-10-10
02/10/2012	0:18:10	5,9	35-45-10-10
02/10/2012	0:00:22	0,1	35-45-10-10
02/10/2012	0:02:52	0,9	35-45-10-10
02/10/2012	0:00:34	0,2	35-45-10-10
03/10/2012	0:21:59	7,2	35-45-10-10
04/10/2012	0:21:59	7,2	35-45-10-10

Tabla 6. Riegos aplicados al cultivo durante el ciclo(III).

FECHA	TIEMPO (HORAS)	VOLUMEN AGUA (m³)	% INYECCIÓN
05/10/2012	0:21:59	7	35-45-10-10
06/10/2012	0:21:59	7,1	35-45-10-10
07/10/2012	0:21:59	7,1	35-45-10-10
08/10/2012	0:21:59	7,1	35-45-10-10
09/10/2012	0:21:59	7,1	35-45-10-10
10/10/2012	0:21:59	4,1	35-45-10-10
11/10/2012	0:21:59	0,8	35-45-10-10
12/10/2012	0:21:59	0,2	35-45-10-10
13/10/2012	0:29:59	0,5	35-45-10-10
15/10/2012	0:04:17	0,1	35-45-10-10
19/10/2012	0:29:59	0,9	35-45-10-10
20/10/2012	0:04:10	0,1	35-45-10-10
23/10/2012	0:29:59	0,1	35-45-10-10
24/10/2012	0:29:59	0,4	35-45-10-10
25/10/2012	0:29:59	0,1	35-45-10-10
26/10/2012	0:25:57	0,1	35-45-10-10
27/10/2012	0:29:59	0,1	35-45-10-10
29/10/2012	0:29:59	0,1	35-45-10-10
30/10/2012	0:04:10	0,1	35-45-10-10
31/10/2012	0:04:11	0,1	35-45-10-10
02/11/2012	0:29:59	0,1	30-50-10-10
05/11/2012	0:29:59	0,9	30-50-10-10
07/11/2012	0:34:59	3	30-50-10-10

Tabla 6. Riegos aplicados al cultivo durante el ciclo(IV).

FECHA	TIEMPO (HORAS)	VOLUMEN AGUA (m³)	% INYECCIÓN
09/11/2012	0:04:37	1,2	30-50-10-10
10/11/2012	0:34:59	8,1	30-50-10-10
12/11/2012	0:34:59	8,2	30-50-10-10
14/12/2012	0:34:59	8,2	30-50-10-10
17/12/2012	0:34:59	8,2	30-50-10-10
19/12/2012	0:34:59	8,1	30-50-10-10
21/12/2012	0:34:59	7,4	30-50-10-10
24/12/2012	0:29:59	6,4	30-45-15-10
26/12/2012	0:05:15	1,2	30-45-15-10
28/12/2012	0:29:59	6,4	30-45-15-10
31/12/2012	0:29:59	6,6	30-45-15-10
02/01/2013	0:29:59	6,4	30-45-15-10
04/01/2013	0:29:59	6,5	30-45-15-10
07/01/2013	0:29:59	7	30-45-15-10
09/01/2013	0:29:59	7	30-45-15-10
11/01/2013	0:29:59	7,1	30-45-15-10
14/01/2013	0:29:59	7,1	30-45-15-10
16/01/2013	0:29:59	7,1	30-45-15-10
18/01/2013	0:29:59	7	30-45-15-10
21/01/2013	0:29:59	7,1	30-45-15-10
23/01/2013	0:29:59	7	30-45-15-10

3.7.5. TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS

Los tratamientos fitosanitarios aplicados se llevaron a cabo como complemento a la suelta de insectos beneficiosos para el control de los focos más problemáticos producidos por las plagas en el cultivo y, para controlar las diversas enfermedades.

A continuación se detallan las aplicaciones realizadas con las fechas de aplicación, los productos utilizados con sus materias activas, la dosificación empleada, el volumen de caldo fitosanitario preparado y fin de la utilización de ese producto.

Tabla 7. Tratamientos fitosanitarios realizados sobre el cultivo durante el ciclo.

FECHA APLIC.	PRODUCTO COMERCIAL	CANTIDAD	OBSERVACIONES
27/08/2012	IMPACT	0,2 L	OIDIOPSIS
27/08/2012	ACTARA	45,0 g	MOSCA BLANCA/ PULGONES
30/08/2012	SPINTOR	0,1 L	TRIPS
30/08/2012	XENTARI	200 g	ORUGAS
30/08/2012	NUTRI-SWEET	0,4 Kg	AMINOACIDOS
03/09/2012	NUTRAMIN GEL	2,0 kg	AMINOACIDOS
02/10/2012	XENTARI	270,0 g	ORUGAS
02/10/2012	PLENUM 25 WP	126,0 g	MOSCA BLANCA/ PULGONES
20/10/2012	GUZAN	629,5 g	ALTERNARIA/ MILDIU
20/10/2012	XENTARI	10,0 g	ORUGAS
26/10/2012	FAIRY	600,0 g	MOSCA
30/10/2012	IMPACT	0,4 L	OIDIOPSIS
30/10/2012	XENTARI	250,0 ml	ORUGAS
15/11/2012	SWITCH	111,4 g	BOTRITIS/ ESCLEROTINIA
15/11/2012	SULF-80	0,5 kg	OIDIO/ ACAROS/ ARAÑA ROJA
13/12/2012	BOTANIGARD	300,0 g	MOSCA BLANCA
13/12/2012	ALIGN	0,3 L	PULGONES/ TRIPS/ ETC
29/12/2012	ORTIVA	0,3 L	MILDIU
29/12/2012	CALYPSO	90,0 mL	MOSCA BLANCA/PULGONES
16/01/2013	IMPACT	0,2 L	OIDIOPSIS
16/01/2013	ACTARA	45,0 g	MOSCA BLANCA/PULGONES

3.8. AGUA DE RIEGO

El informe agronómico del agua de riego consta de los siguientes apartados:

3.8.1. SALINIDAD Y SODIO

Las sales aportadas por el agua de riego son a menudo la principal causa de la salinización del suelo. Una elevada salinidad en el cultivo dificulta la absorción de agua por los cultivos y disminuye su rendimiento. Una concentración elevada de sodio en el suelo produce toxicidad en algunos cultivos y además puede acelerar la degradación de la estructura del suelo.

El agua de riego, analizada, tiene una conductividad alta y un contenido en sodio bajo.

Agua de salinidad alta que puede utilizarse para el riego de suelos con buen drenaje empleando volúmenes de agua en exceso para lavar el suelo y utilizando cultivos muy tolerantes a la salinidad

Agua con bajo contenido en sodio, apta para el riego en la mayoría de los casos. Sin embargo, pueden presentarse problemas con cultivos muy sensibles al sodio.

El aporte de sales calculado es de 1,24 g/l y una presión osmótica de 0,70 cb.

Esto nos indica que hay un aporte de sales bajo y por tanto producirá una presión osmótica baja.

Este cálculo teórico dependerá luego del suelo. Si el suelo es salino, el agua puede contribuir a disminuir el problema de salinidad, pero si no lo es, puede inducir salinidad en el suelo, si la textura es muy fina.

3.8.2. TOXICIDADES POR IONES

Se trata de un agua con una concentración de cloruros media y una concentración media de sodio.

El resto de elementos tóxicos evaluados están por debajo de los niveles que pueden producir fenómenos de toxicidad.

3.8.3. DUREZA DEL AGUA, PH Y MICROELEMENTOS

El uso de aguas salinas induce el taponamiento de emisores, debido a que al evaporarse la concentración salina del agua que queda en los goteros, aumenta y forma una costra salina que se adhiere a las paredes de los emisores llegando a producir problemas de obturación.

Se trata de un agua de alcalinidad alta.

Si el pH es mayor de 7.5 y la concentración de hierro es superior a 0.2 mg/l, existe un riesgo importante de precipitación. La solución para la eliminación de hierro es la cloración. Concentraciones de manganeso superiores a 0.2 mg/l también pueden ocasionar precipitación.

3.8.4. APORTE DE NUTRIENTES

Los gramos de nitrógeno en forma de nitrato, aportados por metro cúbico de agua son 4,98.

El contenido de calcio y magnesio, puede ser importante en el agua de riego. Este aporte debe ser tenido en cuenta al realizar la fertilización, especialmente en lo que a las relaciones nutricionales se refiere.

3.8.5. VALORACIÓN GLOBAL

De forma general la calidad del agua se puede considerar buena a admisible.

3.9. TOMA DE DATOS

La toma de datos se desarrolló en el periodo comprendido entre el 2 de Noviembre del 2012 y el 24 de Enero del 2013, con un número total de 3 recolecciones y por tanto un total de 3 evaluaciones de calidad de los frutos.

Día antes a la recolección por los operarios, recolectamos las plantas seleccionadas en cada parcela elemental, es decir un total de 15 frutos maduros (rojos) por parcela, lo que implica 45 frutos a evaluar por tratamiento.



Figuras 62 y 63. Recolección de datos

Evaluación de los parámetros morfológicos del fruto:

Peso del fruto (g): se pesa cada fruto individualmente en una báscula modelo EKS de tara máxima 5 kg y sensibilidad 1 g.

Longitud del fruto (mm): se midió la longitud máxima del fruto y se llevó a cabo con un calibre electrónico modelo “Stainless Hardened” de 150 mm y sensibilidad de 0,01 mm.



Figura 64. Medida de la longitud del fruto.

Anchura ecuatorial del fruto (mm): se midió la anchura ecuatorial máxima con un calibre electrónico modelo "Stainless Hardened" de 150 mm y sensibilidad de 0,01 mm.

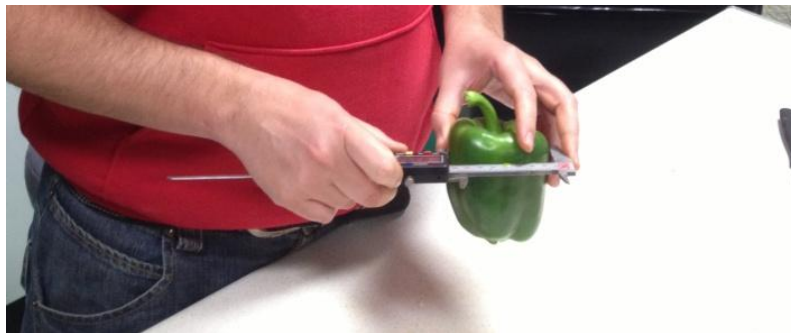


Figura 65. Medida de la anchura ecuatorial del fruto.

Grosor de carne (mm): se midió la anchura de carne de éste con un calibre electrónico modelo "Stainless Hardened" de 150 mm y sensibilidad de 0,01 mm.



Figura 66. Medida del grosor de carne.

Esta evaluación, se realiza fruto a fruto, es decir, de cada fruto obtenemos 5 datos. En cada recolección se generan un total de 900 datos (5 datos/fruto x 15 frutos/parcela elemental x 12 parcelas elementales), lo que viene a ser 225 datos por tratamiento.

La recolección de frutos del cultivo para poder realizar la toma de datos de producción constó de un total de 3 días de recolección, y se recolectaron frutos en rojo y en verde en dos ocasiones.

Para llevar a cabo la toma de datos de producción se empleó una báscula modelo EKS Premium, de tara máxima de 40000 gramos y una sensibilidad de 10 gramos.



Figura 67. Báscula EKS Premium.

Estos datos de producción se tomaban en un estadillo para posteriormente ser informatizados en una hoja de cálculo de Microsoft Excel y su posterior tratamiento en el programa Statgraphics.

El procedimiento seguido fue:

Tras la recolección de frutos comerciales, éstos iban depositándose en las cajas de campo en el pasillo correspondiente a las líneas de muestreo recolectadas.

Las cajas obtenidas con los frutos fueron pesadas una a una y diferenciando las cajas de cada parcela elemental.



Figura 68. Detalle de las cajas utilizadas y cantidad de producción un día de recolección.

Después se contaron el número de frutos de cada parcela elemental uno a uno. También se realizaron las mismas operaciones para la recolección de los frutos de destrío, tanto pesaje como conteo uno a uno de cada uno de los frutos de cada parcela elemental.

De esta forma obtuvimos datos de producción comercial y producción de destrío por tratamiento, de cada repetición y total del invernadero.

Producción de destrío

Para el cálculo de la producción de destrío, se anotaron los frutos que presentaban alguno de los siguientes problemas:

- Cracking
- Blossom end rot
- Pequeños
- Deformes
- Asolanados
- Picaduras de insectos
- Blandos
- Orejas

También se hizo un recuento del número de frutos y se los clasificó según el motivo por el cual no fueron válidos comercialmente.



Figuras 69 y 70. Destrío.

Datos de las plantas.

El último día de recolección, antes de proceder al arranque del cultivo del invernadero, se tomaron una serie de datos acerca de las características morfológicas de las plantas de pimiento. De cada parcela se eligió un total de diez plantas al azar, pertenecientes a las líneas de recolección del ensayo, sobre las que se realizaron las medidas oportunas. Para ello se utilizaron los siguientes instrumentos:

- Cinta métrica flexible con una sensibilidad de 1mm.
- Calibre electrónico modelo “Stainless Hardened” de 150 mm y sensibilidad de 0,01mm.

Los parámetros a medir fueron los que aparecen a continuación:

Longitud de tallo principal, brazos y entrenudos.

Para facilitar el trabajo, antes de proceder a tomar las medidas, se limpiaron las plantas mediante la eliminación de sus tallos y hojas, dejando descubiertos el tallo principal y los dos brazos secundarios. Esto permitió realizar las medidas con mayor rapidez y fiabilidad.

- **Longitud del tallo (cm):** es la longitud del tallo tomada desde el suelo hasta la cruz.
- **Longitud de los brazos (cm):** es la longitud desde la cruz hasta el final de cada brazo. Para ello se hizo una distinción entre brazo 1 y brazo 2.
- **Número de nudos de los brazos:** se toma el número de nudos desde la cruz hasta el final de cada tallo secundario.
- **Longitud de entrenudos (cm):** es la longitud entre nudo y nudo, resultado de dividir la longitud de cada brazo entre el número de nudos de ese mismo brazo.



Figura 71. Longitud del tallo principal.

Diámetro basal, cruz, brazo 1 y brazo 2.

- **Diámetro basal (mm):** es el diámetro del tronco principal de la planta medido al ras del suelo.
- **Diámetro de la cruz (mm):** el diámetro del tronco principal tomado justo debajo de la cruz.
- **Diámetro de los brazos 1 y 2 (mm):** es el diámetro de cada uno de los brazos medido en la mitad del tercer entrenudo a partir de la cruz.



Figuras 72 y 73. Toma de medidas del grosor de los tallos.

Para tener un mayor conocimiento de esta práctica, el dibujo siguiente muestra la posición exacta de donde se tomaron las medidas, en donde:

Hcruz (cm): altura de la cruz

Øbasal(mm): diámetro basal

Øcruz(mm): diámetro de la cruz

L Br1(cm): longitud del brazo 1

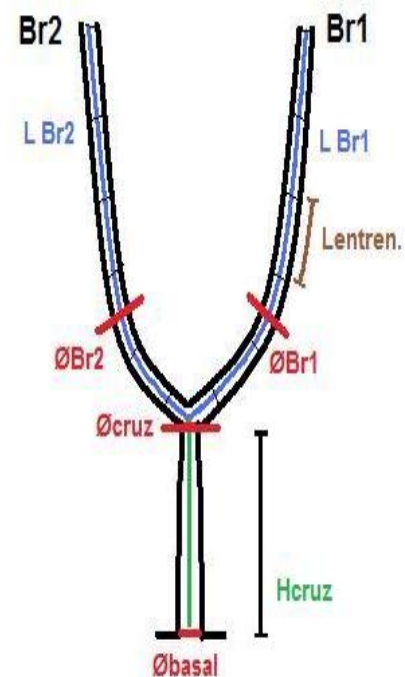
Lentren. Br1(cm): longitud de entrenudos del brazo 1

L Br2(cm): longitud del brazo 2

Lentren. Br2(cm): longitud de entrenudos del brazo 2

Ø Br1(mm): diámetro del brazo 1

Ø Br2(mm): diámetro del brazo 2



3.10. PROCESADO DE DATOS

La toma de datos de producción y los distintos parámetros de rendimiento y calidad del cultivo, se realizará sobre unos estadillos elaborados previamente y adaptados a los datos a recoger.

3.11. TRATAMIENTO ESTADÍSTICO DE LOS DATOS

El propósito principal de la estadística aplicada a la experimentación agrícola es suministrar un instrumento objetivo para el análisis de ensayos en los que los resultados no siguen leyes exactas. Hay diferencias que aparecen por causas ambientales o genéticas que escapan al control del investigador, esto representa la variabilidad existente entre las unidades experimentales.

La estadística exige que se disponga de unos resultados que permitan estimar de un modo adecuado las medias de los tratamientos ensayados y que se puedan realizar pruebas de significación basadas en el error experimental.

3.12. INFORMATIZACIÓN DE LOS DATOS OBTENIDOS

Tras la ordenación, clasificación, revisión y almacenamiento de los datos obtenidos en el proceso sobre los estadillos estos fueron “volcados” sobre una hoja de cálculo del programa Microsoft Excel 2000.

El programa utilizado para el procesado analítico estadístico de los datos tomados en campo es el Statgraphics Centurion XVI versión 16.1.15 para Windows.

El análisis de varianza se realizará mediante una tabla Anova simple, que descompone la variabilidad de los distintos factores por tratamientos.

Los valores de “p” muestran si hay diferencias significativas estadísticas entre cada tratamiento en referencia a la variable estudiada; cuando los valores de “ p” son mayores a 0,05 nos quiere decir que tienen un efecto estadísticamente significativo para el parámetro estudiado con un nivel de confianza del 95 %.

Para el tratamiento de las medias se ha utilizado el test de rango múltiple, el método para discriminar entre las medias es el de las mínimas diferencias significativas de Fisher (LSD). En las tablas obtenidas vemos comparaciones múltiples para ver que medias tienen diferencias significativas con respecto de las demás medias de los otros tratamientos.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. PRODUCCIÓN COMERCIAL POR SUPERFICIE

En la tabla 8 observamos los resultados obtenidos en el experimento en kg/m².

Existen diferencias significativas en las tres cosechas que se realizan entre el testigo (T0) y los tratamientos T1 y T2. Sin embargo, no existen diferencias significativas entre T1 y T2. Los frutos de Bily procedentes de las plantas injertadas sobre Serrano de Morelos 2 y Jalapeño no tuvieron buena calidad.

Tabla 8. Producción comercial obtenida en cada una de las cosechas en kg/m². Campaña 2012-2013.

DDT	80	145	161	TOTAL
T0	4,93 a	5,41 a	6,68 a	6,68 a
T1	0,64 b	1,20 b	1,88 b	1,88 b
T2	0,59 b	1,36 b	2,13 b	2,13 b
VALOR-P	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
COEF.VARI	164,23%	158,67%	151,22%	151,22%
MINIMO D.S.	3,61	6,29	4,16	4,16
ERROR EST.	1,11	1,92	1,40	1,40

Número seguidos de distinta letra denotan significación estadística para p<0,05.

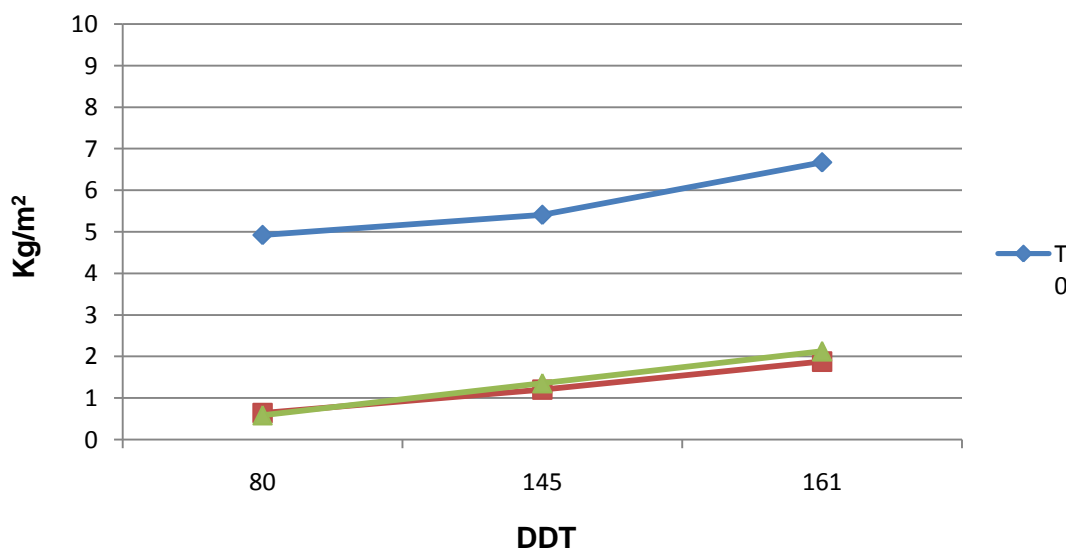


Figura 74. Producción comercial por superficie (kg comer./m²) por tratamientos.

4.2. PRODUCCIÓN DESTRÍO POR SUPERFICIE

En la tabla 9 observamos los valores de destrío del experimento en kg/m².

A excepción de la primera cosecha, en que existen diferencias significativas entre el testigo y los frutos procedentes de cultivo injertado, en el acumulado de las tres cosechas no existen diferencias significativas.

Tabla 9. Producción de fruto de destrío obtenida en cada una de las cosechas en kg/m². Campaña 2012-2013.

DDT	80	145	161	TOTAL
T0	0,12 b	0,43 a	0,50 a	0,50 a
T1	0,57 a	0,57 a	0,96 a	0,96 a
T2	0,45 ab	0,45 a	0,66 a	0,66 a
VALOR-P	0,0102	0,8218	0,2777	0,2777
COEF.VARI	72,38%	62,04%	75,13%	75,13%
MINIMO D.S.	1,24	0,57	0,60	0,60
ERROR EST.	0,13	0,17	0,20	0,20

Número seguidos de distinta letra denotan significación estadística para p<0,05.

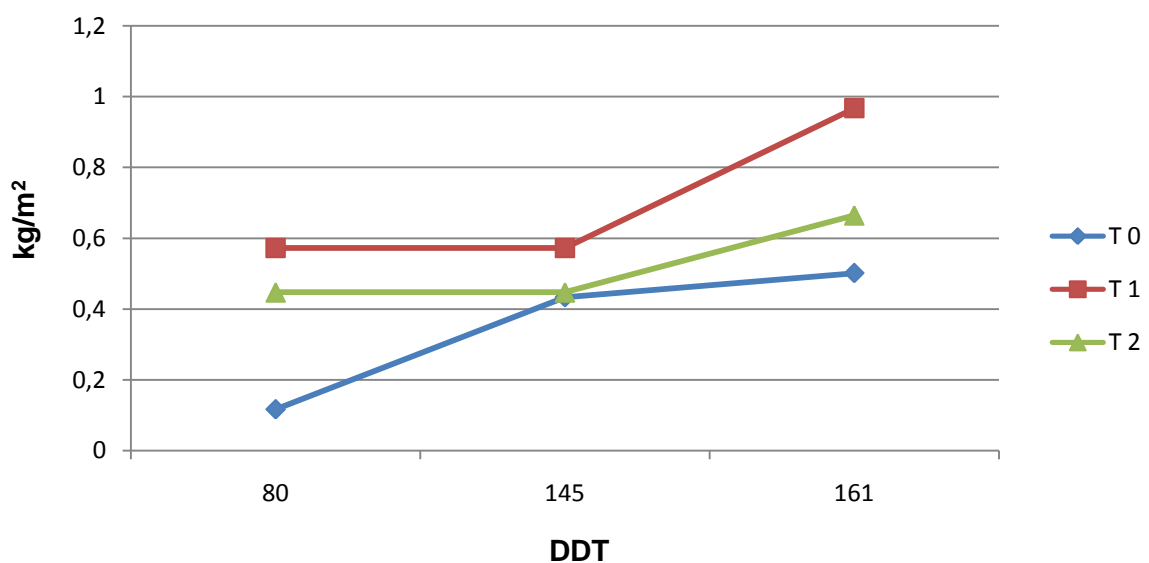


Figura 75. Producción destrío por superficie (kg comercializados/m²) por tratamientos.

4.3. PRODUCCIÓN TOTAL POR SUPERFICIE

La tabla 10 muestra los resultados pertenecientes a la producción total por superficie (kg comerciales+ kg destrío)/ m².

Al igual que sucede en la producción comercial, existen diferencias significativas en las tres cosechas que se realizan entre el testigo (T0) y los tratamientos T1 y T2. Sin embargo, no existen diferencias significativas entre T1 y T2. Los frutos de Bily procedentes de las plantas injertadas sobre Serrano de Morelos 2 y Jalapeño no tuvieron buena calidad.

Tabla 10. Producción total obtenida en cada una de las cosechas en kg/m². Campaña 2012-2013

DDT	80	145	161	TOTAL
T0	4,94 a	5,46 a	6,73 a	6,73 a
T1	1,22 b	1,78 b	2,84 b	2,84 b
T2	1,04 b	1,81 b	2,79 b	2,79 b
VALOR-P	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
COEF.VARI	158,35%	153,67%	145,12%	145,12%
MINIMO D.S.	3,72	6,36	4,16	4,16
ERROR EST.	1,14	1,95	1,40	1,40

Número seguidos de distinta letra denotan significación estadística para $p < 0,05$.

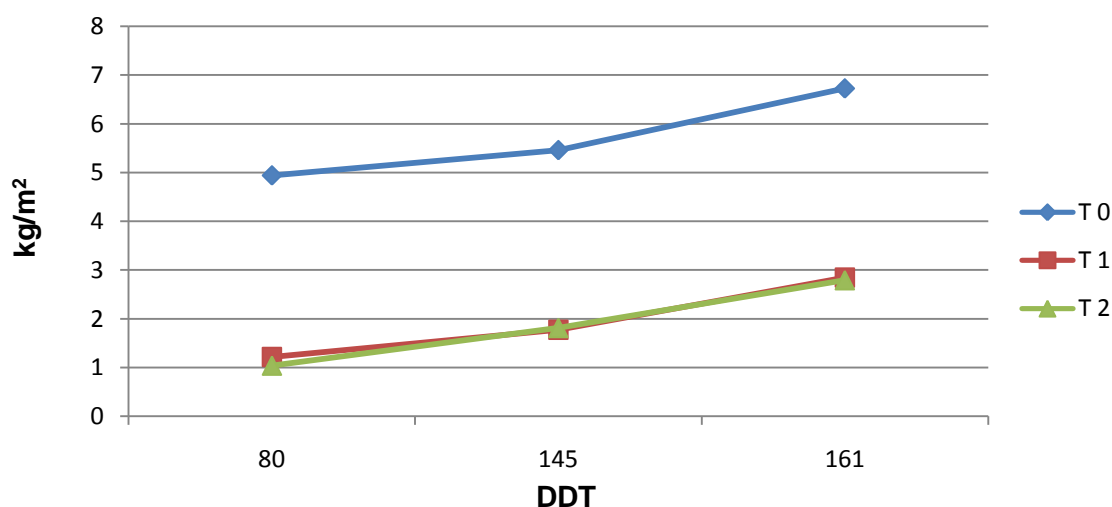


Figura 76. Producción total por superficie (kg comer. + kg totales/m²) por tratamientos.

4.4. PESO MEDIO DEL FRUTO (gramos)

En la tabla 11, se muestran los valores medios de los pesos del fruto en gramos (g).

Para cada una de las cosechas que se realizaron existen diferencias significativas entre los frutos obtenidos de plantas francas y los obtenidos de plantas injertadas. No existen diferencias significativas entre los frutos procedentes de plantas injertadas sobre Serrano de Morelos 2 y sobre Jalapeño. En la segunda cosecha se consiguió el mayor peso del fruto en el testigo.

Las medias de los pesos obtenidos en toda la campaña forman dos grupos con diferencias significativas, por un lado los frutos obtenidos de planta sin injertar y por el otro los obtenidos de planta injertada.

Tabla 11 Peso medio del fruto en gramos (g). Campaña 2012-2013.

DDT	77	144	161	MEDIAS
T0	250,13 b	273,78 a	226,67 b	250,20 b
T1	187,97 c	154,97 c	100,312 c	147,75 c
T2	187,118 c	189,409 b	115,651 c	164,05 c
VALOR-P	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
COEF.VARI	28,5655%	37,0066%	46,8523%	37,47%
MINIMO D.S.	23,88	25,39	16,57	21,95
ERROR EST.	8,51	9,06	5,92	7,83

Número seguidos de distinta letra denotan significación estadística para $p < 0,05$.

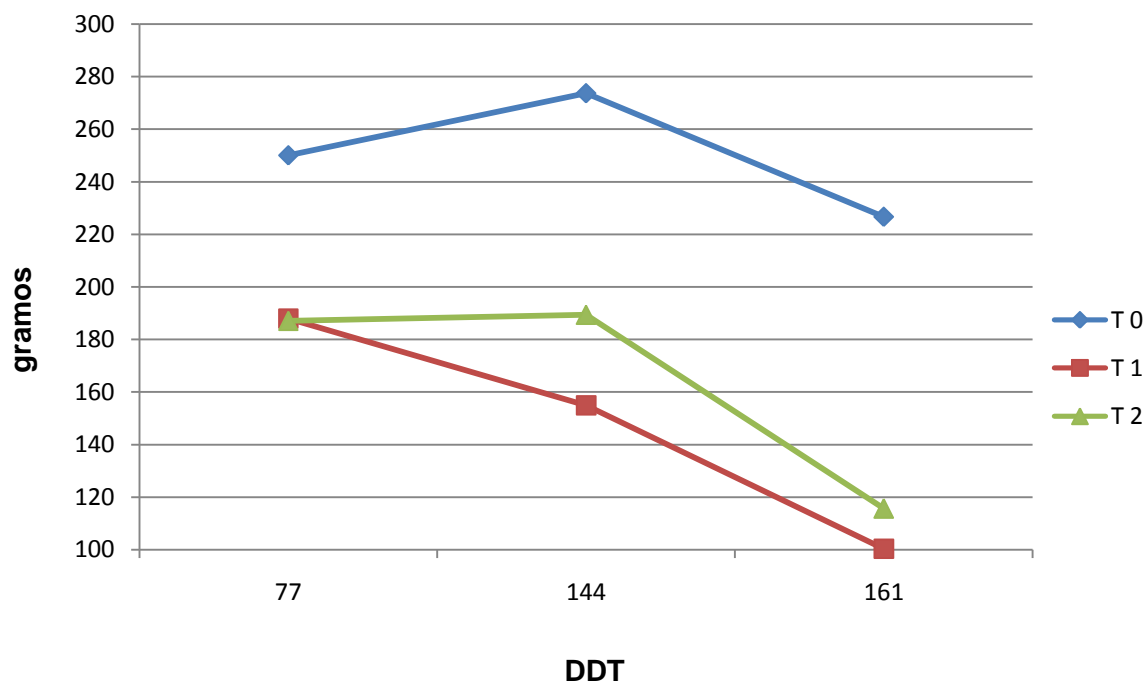


Figura 77.- Peso medio del fruto (g) por tratamiento.

4.5. LONGITUD MEDIA DEL FRUTO (mm)

En la tabla 12 se muestran los valores medios de la longitud del fruto (mm).

El comportamiento en los datos de este parámetro es similar al que se tiene con el peso del fruto.

Efecto de los cv Serrano de Morelos 2 y Jalapeño utilizados como portainjertos sobre la producción del pimiento "Tipo California" cv Bily bajo invernadero

Tabla 12. Longitud medio del fruto en milímetros (mm). Campaña 2012-2013.

DDT	77	144	161	MEDIAS
T0	102,07 a	100,45 a	98,73 a	100,42 a
T1	70,85 b	63,11 b	47,72 b	60,56 b
T2	74,72 b	66,30 b	48,14 b	63,05 b
VALOR-P	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
COEF.VARI	23,94%	28,80%	40,65%	31,13%
MINIMO D.S.	6,41	6,16	4,55	5,70
ERROR EST.	2,29	2,20	1,63	2,04

Número seguidos de distinta letra denotan significación estadística para $p < 0,05$.

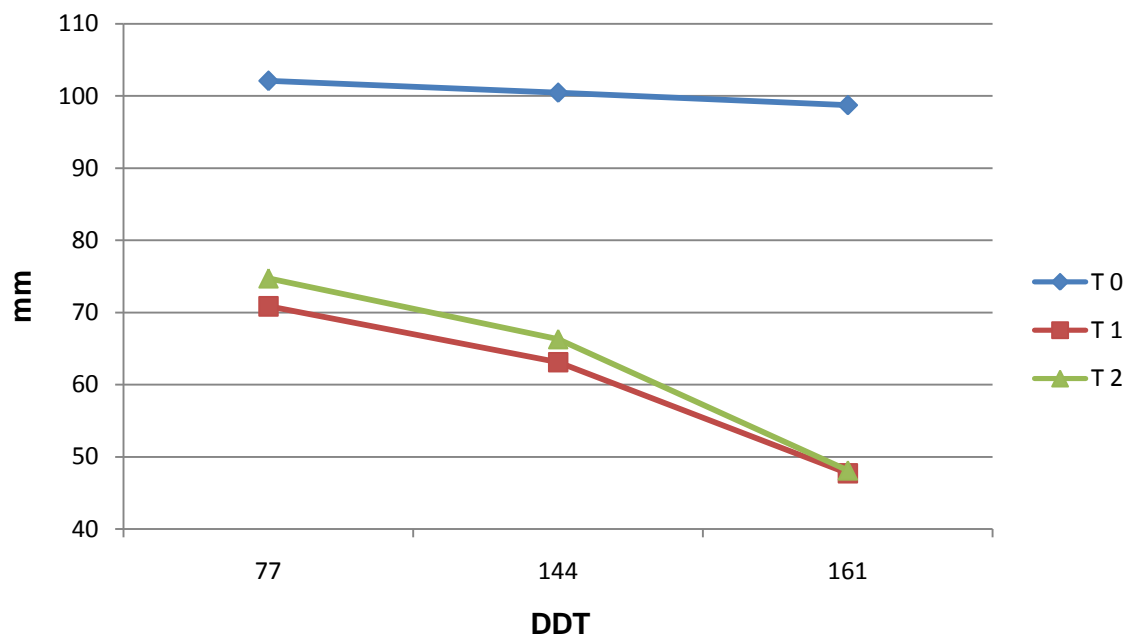


Figura 78. Longitud media del fruto (mm) por tratamiento.

4.6. PERÍMETRO ECUATORIAL MEDIO DEL FRUTO (mm)

En la tabla 13, se muestran los valores medios de la anchura ecuatorial del fruto (mm).

El perímetro se mantiene constante a lo largo de las cosechas en los frutos procedentes de planta injertada sobre Serrano de Morelos 2 (T1). El comportamiento de los frutos procedentes de planta franca (T0) como los procedentes de planta injertada sobre Jalapeño se incrementan en la segunda y tercera cosecha. Las medias de la cosecha forman grupos independientes, mostrando diferencias significativas entre los tres tratamientos. El fruto de mayor perímetro ecuatorial corresponde a T0 y el de menor a T2.

Tabla 13. *Perímetro ecuatorial medio del fruto (mm). Campaña 2012-2013.*

DDT	77	144	161	TOTAL
T0	88,13 b	91,17 a	83,48 a	87,60 a
T1	82,86 c	78,83 c	74,26 c	78,65 c
T2	83,34 c	84,12 b	78,65 b	82,04 b
VALOR-P	0,0028	0,0000	0,0000	0,0000
COEF.VARI	9,25%	11,42%	12,09%	10,92%
MINIMO D.S.	3,42	3,59	3,67	3,56
ERROR EST.	1,22	1,28	1,31	1,27

Número seguidos de distinta letra denotan significación estadística para $p < 0,05$.

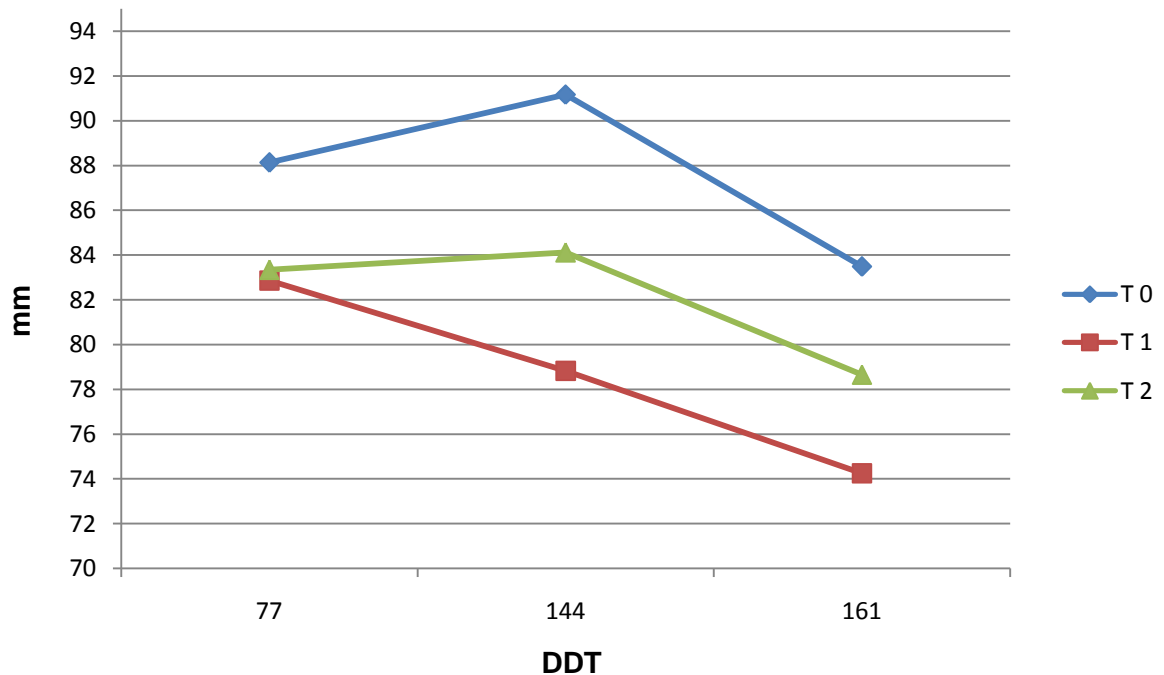


Figura 79. Anchura ecuatorial media (mm) por tratamiento.

4.7. GROSOR MEDIO DE LA PARED DEL FRUTO (mm)

En la tabla 14, se muestran los valores medios del grosor de la pared del fruto (mm).

El grosor de pared de los frutos es constante para cada uno de los tratamientos independientemente de la fecha de corte. Las medias obtenidas forman dos grupos estadísticos, siendo los frutos procedentes de las plantas sin injertar los que obtienen los mayores grosores.

Efecto de los cv Serrano de Morelos 2 y Jalapeño utilizados como portainjertos sobre la producción del pimiento "Tipo California" cv Bily bajo invernadero

Tabla 14. Grosor medio de la pared del fruto (mm). Campaña 2012-2013.

DDT	77	144	161	MEDIAS
T0	8,46 a	6,74 a	6,45 a	7,21 a
T1	6,03 b	6,32 b	5,38 b	5,91 b
T2	6,39 b	6,91 b	6,00 b	6,43 b
VALOR-P	0,0235	0,0237	0,0000	0,086
COEF.VARI	98,98%	15,17%	14,35%	42,83%
MINIMO D.S.	3,16	0,53	0,31	1,33
ERROR EST.	1,13	0,15	0,11	0,46

Número seguidos de distinta letra denotan significación estadística para $p < 0,05$.

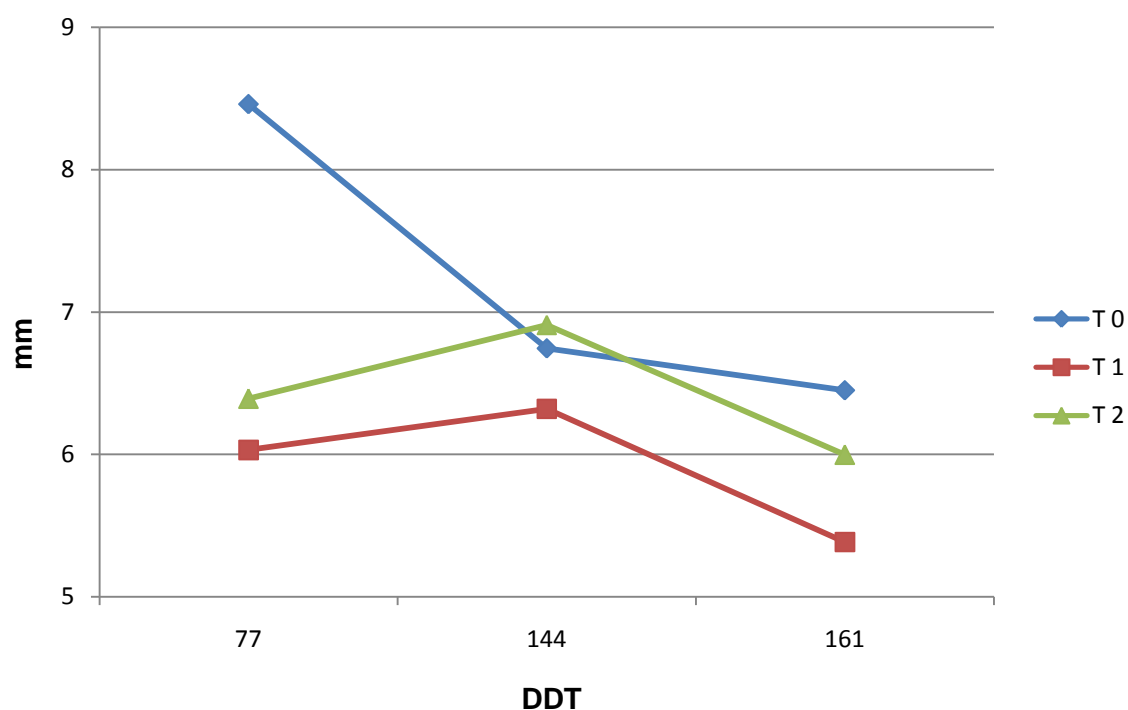


Figura 80. Grosor de la pared (mm), por tratamiento.

4.8. DISCUSION

El injerto de Bily sobre Serrano de Morelos 2 y Jalapeño mostró incompatibilidad parcial con las variedades reflejándose un menor desarrollo de la planta.

La capacidad de dos plantas diferentes de unirse y desarrollarse satisfactoriamente como una planta compuesta es lo que se llama compatibilidad.

La diferencia entre injerto compatible e incompatible no está bien definida. Desde especies que tienen una relación estrecha y unen con facilidad, hasta otras no relacionadas entre sí incapaces de unirse, hay una graduación intermedia de plantas que forman una soldadura, pero con el tiempo muestran síntomas de desarreglo en la unión o en su hábito de crecimiento (Hartmann *et al.*, 1991).

La incompatibilidad suele manifestarse con alguno de estos síntomas:

- Alto porcentaje de fallos en el injerto.
- Amarilleo del follaje, a veces defoliación y falta de crecimiento.
- Muerte prematura de la planta.
- Diferencias marcadas en la tasa de crecimiento entre patrón y variedad.
- Desarrollo excesivo de la unión, arriba o debajo de ella ("miriñaque").
- Ruptura por la unión del injerto.

Hay dos tipos de incompatibilidad: localizada y traslocada.

La incompatibilidad localizada: depende del contacto entre patrón e injerto. Si se utiliza un patrón intermedio se elimina esta reacción. En este tipo de unión con frecuencia la estructura de la unión es mecánicamente débil, presentando una interrupción en la continuidad de los tejidos vasculares. Los síntomas externos se desarrollan con lentitud, presentándose en proporción al grado de alteración en el injerto. Debido a las dificultades de traslocación a través del injerto finalmente las raíces mueren por agotamiento (Hartmann *et al.*, 1991). Es frecuente encontrar masas de tejido parenquimático en vez de tejidos normalmente diferenciados interrumpiendo la conexión vascular entre patrón e injerto.

La incompatibilidad traslocada: no es corregida por un patrón intermedio compatible. Este tipo produce degeneración del floema y se forma una línea de color pardo o una zona necrótica en el injerto. La unión presenta dificultades al movimiento de carbohidratos: acumulación arriba y reducción abajo (Hartmann *et al.*, 1991).

La incompatibilidad está relacionada de forma clara con diferencias genéticas entre el patrón y la variedad. En los injertos se combinan una amplia gama de sistemas fisiológicos, bioquímicos o anatómicos diferentes, con muchas interacciones favorables o desfavorables.

En algunos casos se ha demostrado que algunos compuestos que produce el patrón reaccionan con otros de la variedad, dando otros nuevos que inhiben la actividad del *cambium*. La reducción de la concentración de azúcares que llegan a la raíz por dificultades de traslocación a través del injerto puede liberar en ella compuestos tóxicos que producen su degeneración y muerte.

En otros casos, en las superficies en contacto de dos especies incompatibles, se deposita una capa de suberina a lo largo de la pared celular, formándose una capa necrótica de espesor creciente que conduce a la desecación de la púa (Hartmann *et al.*, 1991).

Los factores implicados en la compatibilidad del injerto de solanáceas están presentes como constituyentes normales en los tejidos de la planta y están relacionados con la pared celular y se liberan por efecto del contacto entre patrón y variedad. Estos factores no pueden ser transferidos a través de un injerto intermedio. Las pectinas de los entrenudos de una especie reducen la capacidad de formar conexiones vasculares en injertos de otra especie sobre si misma (Jeffree, *et al.*, 1987, citado por MIGUEL, 1993; Parkinson *et al.*, 1987).

Como consecuencia de ello el grado de incompatibilidad entre patrón-variedad, ya descrita por los autores mencionados, se pusieron de manifiesto en nuestro experimento, siendo menor la altura de plantas injertadas que las francas, teniendo menor longitud de entrenudo, brotes menos vigorosos e incidiendo en la producción y calidad tal como hemos comprobado con los datos que hemos medido y analizado.

Tanto en la producción total y comercial, como en los diferentes parámetros de calidad medidos en los frutos se obtuvieron datos significativos inferiores en la cosecha procedente de plantas injertadas que la obtenida de plantas francas, siendo todo lo contrario en la medición de la producción del destrío.

5. CONCLUSIONES

5. CONCLUSIONES

Tras los resultados obtenidos, bajo las condiciones en las que se realizó el experimento, podemos concluir que:

- Los tratamientos de plantas no injertadas, obtuvieron una producción mucho mayor que las plantas injertadas sobre Jalapeño y Serrano de Morelos 2.
- Los portainjertos Jalapeño y Serrano de Morelos 2 modifican ciertos parámetros de calidad, como son el peso medio del fruto y la longitud de éstos.
- Se observó que había un suave picor en el sabor de los frutos injertados, por lo tanto se produce un paso de capsicina de los portainjertos picantes al pimiento dulce (cantidades no medidas).
- Se observó incompatibilidad parcial entre portainjertos y variedad que se manifestó en el porte de la planta y en la calidad de los frutos, no siendo este recomendado para patrones sobre variedad tipo California.

6. BIBLIOGRAFÍA

6. BIBLIOGRAFÍA

Alarcón, A.L. (1996). Fertirrigación del pimiento dulce en invernadero. En: "Pimientos. Compendios de horticultura 9". Coordinado por A. Namesny. Edt. De Horticultura, Reus.

Bello, A.; Escudero, M.; Sanz, R.; López-Pérez, J.A.; Guirao, P. (1997). Biofumigación, nematodos y bromuro de metilo en el cultivo del pimiento. In: López, A.; Mora, J.A. (Eds). Posibilidad de Alternativas Viabes al Bromuro de Metilo en Pimiento de Invernadero. Consejería de Medioambiente, Agricultura y Agua, Murcia, España.

Bello, A.; Tello, J. (1998). El bromuro de metilo se suprime como fumigante del suelo. Phytoma España.

Bello A.; Díaz-Virulíche, L; López-Pérez, J.A.; De león, L; García Álvarez, A.; Sanz, R.; Herrero, J. (2000). Biofumigation with rice residues in integrated crop production. II International Plant Protection Symposium al Debrecen University. Debrecen, Hungary.

Bello, A.; López-Pérez, J.A.; Díaz-Virulíche, L; Tello, J. (2001). Alternatives to methyl Bromide for soil fumigation in Spain. Chapter III Southern Europe. FAO Plant Production And Protection Paper.

Bello, A.; López Pérez, J.A.; Díaz-Virulíche, L.; Tello, J. (2002). Alternativas al bromuro de metilo como fumigante del suelo en España. In Labrada, R. Eds Reporto n Valited Methyl Bromicide Alternatives. FAO, Roma.

Biddulph, O.; Nakayama, F.S.; Cory, R. (1961) Transpiration stream and ascension of calcium. Hortscience.

Bruynel, R.P. (1993). Cultivar sin suelo y los factores climatológicos.

Cadahía, C. (1998) Fertirrigación. Cultivos hortícolas y ornamentales. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.

Camacho, F. y Fernández, E. (1997). Influencia de patrones utilizados en el cultivo de sandía bajo plástico sobre la producción, precocidad y calidad del fruto en Almería. Edita Caja Rural de Almería.

Camacho Ferre, Fco. Coordinador (2003). Técnicas de producción en cultivos protegidos. Edt. Instituto de Estudios de Cajamar. Madrid.

Camacho Ferre, F. y Tello Marquina, J.C. Coordinadores (2006). Control de patógenos telúricos en cultivos hortícolas intensivos. Edt Agrotécnicas. Madrid.

Carrera, A.; Pedrós, V. (2000). Una alternativa al bromuro de metilo. Agrícola Vergel.

Comisión Interamericana de Derechos Humanos CIDH, 2005, <http://www.cidh.org/Default.htm>

Del Castillo, J.A.; Sanz de Galdeano, J.; Uribarri, A.; Sádaba, S. (1998). La calidad del agua de riego para invernadero. Agrícola Vergel.

Delgado, J. (1999) El cultivo del pimiento en el Levante Almeriense. Técnicas de producción de frutas y hortalizas en los cultivos protegidos.

Demmers, D.A.; Gosselin, A.; Papadopoulos, A.P. (1999). Supplemental lighting of greenhouse vegetables: Limitation and problems related to long photoperiods. Interannual symposium on growing media and hydroponics, Windsor, Ontario; Canada. Volume II. Actas de Horticulturae.

Espadas, A.L. (1999). Patologías y fisiopatías específicas y más frecuentes en los cultivos sin suelo. Agrícola Vergel.

Evaluación de la campaña hortícola protegida almeriense 2011/12.

Evaluación de la campaña hortícola Almeriense 2011/12, Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente.

Ezziyani, M. (2004). El pimiento en la Región de Murcia entre el pasado, el presente y el futuro. Eubacteria.

FAO, 2011.

Fletcher, J.T. (1984). Diseases of greenhouse plants. Longman, London and New York.

García, F.; Costa, J.; Ferragut, F. (1997). Plagas agrícolas. Phytoma España.

García Morejón, R. (2008). Proyecto "Estudio de variedades de pimiento tipo California en invernadero y evaluación del comportamiento agronómico de las plantas injertadas". Murcia.

Gamayo, J.D. (1996). El cultivo protegido del pimiento. En "Pimientos. Compedios de Horticultura, 9". Coordinado por Namesny, A. De Horticultura, Reus.

Hartmann, H.T.; Kester, D.E. (1989). Propagación de plantas. Edt. Compañía continental.

Hartmann, H.T.; Kester, D.E. Propagación de Plantas Cia. Edit.Continental, Mexico, 1991.

Hunziker, A.T. (1979). South American Solanaceae: A synoptic survey. In: Hawkes, L.G.; Lester, R.N.; Skelding, A.D. The biology and taxonomy of the Solanaceae. Academic Press. London.

Infoagro, 2009.

Infoagro, 2012. <http://www.infoagro.com/hortalizas/pimiento.htm> ; El cultivo del pimiento (2012).

Informes y monografías (2011). Análisis de la campaña hortofrutícola de Almería 2010-2011. Fundación Cajamar.

Louvet, J. (1974), L'utilisation du greffage en culture marichere. PHM, nº 152.

Madrid, R.; Romojaro, F.; Molina, E.; Sánchez, F.; Alarcón, A. (1997). La vitescencia del melón. Agrícola Vergel.

Martínez, P.F.; Roca, D. (1997) Sensibilidad de la necrosis apical de variedades tipo California. Memoria de actividades, resultados de ensayos hortícolas. Generalitat Valenciana. Conselleria de Agricultura, Pesca y Alimentación.

Maroto, J.V. (1996). Horticultura herbácea especial. Edt. Mundi-Prensa, 4ª edición.

Miguel, A. 1993-b. "El injerto herbáceo como método alternativo de control de enfermedades telúricas y sus implicaciones agronómicas". Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Valencia.

Milla, A. (1996). Capsicum annum de Capsa Cápsula: El pimiento. En: "Pimientos. Compedios de agricultura, 9 ". Coordinado por Namesny, A. Ed. De Horticultura, Reus.

Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Medio Marino. (2010. "Anuario de Estadística 2010". . Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Medio Marino. Edita: Gobierno de España. Madrid.

Namesny, A. Coordinadora (1996). "Pimientos. Compedios de horticultura". Ediciones De Horticultura S.L. Reus.

Nuez Viñals, F.; Ortega Gil, R.; Costa García, J. (1996). El cultivo de pimientos, chiles y ajies. Edt. Mundi-Prensa.

Palazón, C. (1998). Estudios de los posibles métodos de control de la tristeza o seca del pimiento. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Valencia.

Palzkill, D.A.; Tibbits, T. W. (1977) Evidence that root pressure flow is required for calcium transport to the heak leaves of cabbage. Plant Physiol.

Parkinson, M.; Jeffree, C.E.; Yeoma, M.N. 1987. "Incompatibility in cultured explant-graft between members of the solanaceae". New Phytologist, Penningsfield, F.; Kurzman, D. (1983). Cultivos hidropónicos y en turba. Mundi-Prensa (2ª edición), Madrid.

Rabinowitch, H.D., Fahn, A. and Lensky, Y. (2008). "Flower and néctar attributes of pepper (*Capsicum annuum* L.) plants in relation to their attractiveness to honeybees (*Apis mellifera* L.). *Annals of applied Biology*. Volume 123. An international journal of the aab.

Reche Mármol, José. (2010). "El cultivo del pimiento dulce en invernadero". Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca. Sevilla.

Rodríguez, R. (1990) Principales plagas y enfermedades en el cultivo del pimiento en las Islas Canarias. Agrícola Vergel.

Rodríguez- Kabana, R. (1997). Alternativas no químicas al bromuro de metilo en el control de patógenos del suelo. Líneas Prioridades de investigación. Alternativas al bromuro de metilo en agricultura. Seminario internacional. Almería 29-30 Abril, 1996. Junta de Andalucía.

Sánchez, E. (1991). Flora Agrícola, tomo 1 y 2. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid.

Serrano Cemeño, Z. (1996). "Veinte cultivos de hortalizas en invernadero". RALI, S.A. Sevilla.

Sobрино Illescas, E.I.; Sobрино Vesperinas, E. (1992). Tratado de Horticultura Herbácea. Ed. Aedos, Barcelona.

Tello, J.C.; Lacasa, A. (1997). Problemática fitosanitaria del suelo en el cultivo de pimiento en el Campo de Cartagena. Consejería de Agricultura, Medio Ambiente y Agua. Región de Murcia. Jornadas y Congresos.

Zembo, J.C. (2000). Proyecto "Alternativas tecnológicas para la sustitución del bromuro de metilo como fumigante de suelo en cultivos hortícolas de la República Argentina".