



**UNIVERSIDAD DE ALMERÍA**

**ESCUELA SUPERIOR DE INGIENERÍA**

**PROYECTO FIN DE CARRERA**

**INGENIERO TÉCNICO AGRICOLA**

**ESPECIALIDAD HORTOFRUTICULTURA Y JARDINERÍA**

**INFLUENCIA DEL PORTAINJERTOS EN LA CALIDAD DEL  
PIMIENTO "TIPO RAMIRO" EN INVERNADERO**

ALUMNO

José Antonio Góngora Corral

Almería, junio 2012

DIRECTOR:

Dr. Francisco Camacho Ferre.

**INDICE GENERAL**

<b>1.- INTERESES Y OBJETIVOS</b>	<b>1</b>
1.1.- IMPORTANCIA DEL PIMIENTO EN ALMERÍA	1
1.2.- LA HORTICULTURA INTENSIVA EN ALMERIA	2
1.2.1.- EVOLUCION DE LA SUPERFICIE INVERNADA	3
1.2.2.- EVOLUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN ALMERIA	4
1.2.3.- EVOLUCIÓN DE PRECIOS	6
1.3.- COMERCIALIZACION DEL PIMIENTO	7
1.4.- OBJETIVOS	9
<b>2.- REVISIÓN BIBLIOGRAFICA</b>	<b>12</b>
2.1.- EL CULTIVO DEL PIMIENTO	12
2.1.1.- INTRODUCCIÓN	12
2.1.2.- DESCRIPCION BOTANICA	12
2.1.3.- EXIGENCIAS GENERALES DE CLIMA Y SUELO	16
2.1.3.1.- TEMPERATURA	16
2.1.3.2. - HUMEDAD	17
2.1.3.3.- LUMINOSIDAD	17
2.1.3.4.- ANHIDRIDO CARBONICO	18
2.1.3.5.- EXIGENCIAS DE SUELO	18
2.1.4.- MATERIAL VEGETAL	19
2.1.4.1.-TIPO DE PIMIENTOS	20
2.1.5.- NORMA DE COMERCIALIZACIÓN PARA LOS PIMIENTOS	23
2.1.5.1.- CLASIFICACIÓN DE LOS PIMIENTOS EN EL MERCADO	25
2.1.6.- CICLOS DEL CULTIVO DE PIMIENTO	26
2.2.- PARTICULARIDADES DEL CULTIVO DEL PIMIENTO	28
2.2.1.- MARCOS DE PLANTACIÓN	29
2.2.2.- PLANTACIÓN	29
2.2.3.- LABORES CULTURALES TRAS PLANTACIÓN	30
2.3.- FERTIRRIGACIÓN	35
2.3.1.- NUTRICIÓN HIDRICA	35
2.3.2.- NUTRICION MINERAL	36
2.4.- EL INJERTO EN PIMIENTO	37
2.4.1.- INTRODUCCIÓN	37
2.4.2.- PORTAINJERTOS	39
2.4.3.- UNIÓN DEL INJERTO	39
2.4.4.- FACTORES QUE INFLUYEN EN LA UNIÓN DEL INJERTO	42
2.4.5.- COMPATIBILIDAD	43
2.4.6.- INCOMPATIBILIDAD	44
2.3.6.- INTERACCIÓN PATRÓN-VARIEDAD.	46
2.3.7.- PROCEDIMIENTO GENERAL EN EL INJERTO DE HORTICOLAS	47
2.3.8.- MÉTODOS DE INJERTOS EN PIMIENTOS	48
2.3.9.- PATRONES UTILIZADOS EN PIMIENTO	50

<b>3.- MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>51</b>
3.1.-SITUACIÓN DE LA FINCA EXPERIMENTAL	51
3.2.-INSTALACIONES Y EQUIPAMIENTOS DE LA FINCA	51
3.3.- CARACTERISTICAS DEL INVERNADERO	53
3.4.- SISTEMA DE RIEGO	54
3.5.- CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO	57
3.5.1.- TOMA DE MUESTRAS	58
3.5.2.- SALINIDAD Y SODIO	59
3.5.3 .-TOXICIDAD POR IONES	60
3.5.4.- DUREZA DEL AGUA,PH Y MICRONUTRIENTES	61
3.5.5.- APORTE DE NUTRIENTES	62
3.6 RESUMEN DE PROGRAMA DE RIEGO	63
3.6.1.-CONCENTRACIÓN DE TANQUES	63
3.6.2.-FERTILIZACIÓN	64
3.7 .-TRATAMIENTOS AEREOS	65
3.8 CONDICIONES CLIMÁTICAS	66
3.8.1.-CONDICIONES INTERNAS	66
3.8.2.-CONDICIONES EXTERNAS	67
3.9 .-MATERIAL VEGETAL	68
3.10.- DISEÑOEXPERIMENTAL	70
3.11.- TOMA DE DATOS	71
3.12.- DIMENSIONES DEL FRUTO	71
3.13.- PROCESADO DE DATOS	74
3.13.1.-TRATAMIENTO DE LOS REGISTROS	74
3.13.2.- ANÁLISIS ESTADISTICO	75
<b>4.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.</b>	<b>76</b>
4.1 ANALISIS DE LOS PARAMETROS DE CALIDAD	76
4.1.1.- PESO MEDIO DEL FRUTO	76
4.1.2.- LONGITUD DEL FRUTO	79
4.1.3.- DIAMETRO DE LOS HOMBROS DEL FRUTO	80
4.1.4.- GROSOR DE LA PIEL	82
<b>5.- CONCLUSIÓN</b>	<b>85</b>

INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.-Evolución de la superficie invernada en Almería en las últimas tres campañas. Fuente Consejería de Agricultura y Pesca. Elaboración propia.</b>	<b>4</b>
<b>Tabla 2.- Sales aportadas por el agua de riego.</b>	<b>59</b>
<b>Tabla 3.- Aportes de sales por el agua de riego y potencial osmótico.</b>	<b>60</b>
<b>Tabla 4.- Toxicidad por iones.</b>	<b>61</b>
<b>Tabla 5.- Dureza del agua, pH y microelementos.</b>	<b>62</b>
<b>Tabla 6.- Nutrientes aportados por el agua de riego</b>	<b>62</b>
<b>Tabla 7.- Riegos tatoes del invernadero U6.</b>	<b>63</b>
<b>Tabla 8.- concentraciones de los tanques.</b>	<b>63</b>
<b>Tabla 9.- Plan de abonado mensual (kg)</b>	<b>64</b>
<b>Tabla 10. Abonado total aplicado en el ciclo de cultivo.</b>	<b>64</b>
<b>Tabla 11.- Tratamientos aéreos</b>	<b>66</b>
<b>Tabla 12. Dosis de sueltas insectos auxiliares.</b>	<b>66</b>
<b>Tabla 13 .- Temperaturas y humedades medias mensuales del interior del invernadero.</b>	<b>67</b>
<b>Tabla 14.- Temperaturas y humedades medias mensuales del exterior del invernadero.</b>	<b>68</b>
<b>Tabla 15. Evolución del efecto de los distintos portainjertos en pimiento tipo “ Ramiro” variedad Urano, sobre el peso medio del fruto (g) en cultivo bajo abrigo, campaña 2010/2011</b>	<b>77</b>
<b>Tabla 16. Evolución del efecto de los distintos portainjertos en pimiento tipo “ Ramiro” variedad Urano, sobre la longitud del fruto (mm) en cultivo bajo abrigo, campaña 2010/2011.</b>	<b>79</b>
<b>Tabla 17. Evolución del efecto de los distintos portainjertos en pimiento tipo “ Ramiro” variedad Urano, sobre el diametro del fruto (mm) en cultivo bajo abrigo, campaña 2010/2011.</b>	<b>80</b>
<b>Tabla 18. Evolución del efecto de los distintos portainjertos en pimiento tipo “ Ramiro” variedad Urano, sobre el grosor de la piel del fruto (mm), en cultivo bajo abrigo, campaña 2010/2011.</b>	<b>82</b>

**INDICES DE FIGURAS**

<b>Figura 1. Reparto del consumo de pimiento en España.</b>	<b>2</b>
<b>Figuras 2 . Fotografía del campo almeriense cubierto por grades superficies de invernaderos.</b>	<b>2</b>
<b>Figura 3. Evolución de la superficie invernada en Almería en las últimas tres campañas. Fuente Consejería de Agricultura y Pesca. Elaboración propia.</b>	<b>5</b>
<b>Figura 4. Evolución histórica en la producción del campo almeriense. Fuente Cajamar: Análisis de la campaña Almeriense 2010/2011.</b>	<b>5</b>
<b>Figura 5. Evolución de los precios en los últimos tres campañas. Fuente Consejería de Agricultura y Pesca. Elaboración propia.</b>	<b>7</b>
<b>Figura 6. Hoja de pimiento vista por el haz.</b>	<b>14</b>
<b>Figura 7. Hoja de pimiento vista por el envez.</b>	<b>14</b>
<b>Figura 8 y 9. Flor en el nudo del tallo principal.</b>	<b>15</b>
<b>Figura 10. Fruto de pimiento dulce italiano.</b>	<b>15</b>
<b>Figura 11. Fruto de pimiento tipo California amarillo.</b>	<b>21</b>
<b>Figura 12 y 13. Pimiento lamuyo rojo.</b>	<b>22</b>
<b>Figura 14. Pimiento dulce italiano.</b>	<b>23</b>
<b>Figura 15. Planta de pimiento injertada.</b>	<b>45</b>
<b>Figura 16 y 17. Injerto en pimiento.</b>	<b>48</b>
<b>Figura 18. Localización de la finca UAL-ANECOOP.</b>	<b>51</b>
<b>Figura 19 . Distribución en planta de la Finca Experimental UAL-ANECOOP.</b>	<b>52</b>
<b>Figura 20. Panorámica de la finca experimental UAL-ANECOOP.</b>	<b>52</b>
<b>Figura 21. Dimensiones del invernadero.</b>	<b>53</b>
<b>Figura 22 . Suelo arenado sin cultivo.</b>	<b>53</b>
<b>Figura 23. Vista de las cintas de poliéster.</b>	<b>54</b>
<b>Figura 24. Vista lateral del invernadero.</b>	<b>54</b>
<b>Figura 25 . Vista de las ventanas supercénitales</b>	<b>54</b>
<b>Figura 26 . Sistema de doble puerta</b>	<b>54</b>
<b>Figuras 27 y 28 . Detalle de las balsas con aguas de lluvia y ozonificadas . de la depuradora de Almería</b>	<b>55</b>
<b>Figura 29. Filtros de arena.</b>	<b>55</b>
<b>Figura 30. Filtros de anillas</b>	<b>55</b>
<b>Figura 31. Tanque de mezcla de fertilizantes.</b>	<b>56</b>
<b>Figura 32. Tanques de solución madre.</b>	<b>56</b>

**INDICE DE FIGURAS**

Figura 33 . Ramales portagoteros.	57
Figura 34. Abonadora.	57
Figura 35. Plano distribución de sectores y goteros.	58
Figura 36. Normas Riverside para la clasificación del agua de riego en función de la relación de adsorción de sodio ( RAS) y de la salinidad (CE).	59
Figura 37.-Gráfico de las medias mensuales de temperatura y humedad interior.	67
Figura 38.-Gráfico de las medias mensuales de temperatura y humedad interior.	68
Figuras 39 y 40. Planta y fruto de la variedad de pimiento Urano.	69
Figura 41 .Plano de distribución de tratamientos.	70
Tabla 42. Definición de tratamientos.	
Figura 43. Frutos recolectados.	72
Figura 44. Peso del fruto.	72
Figura 45. Longitud del fruto.	73
Figura 46. Diametro del fruto en cabeza.	73
Figura 47. Grosor de la piel	73
Figura 48. Efecto de los distintos portainjertos en pimiento tipo “ Ramiro” variedad Urano, sobre el peso medio del fruto (g) en cultivo bajo abrigo, campaña 2010/2011.	78
Figura 49. Evolución del efecto de los distintos portainjertos en pimiento tipo “ Ramiro” variedad Urano, sobre el peso medio del fruto (g) en cultivo bajo abrigo, campaña 2010/2011.	80
Figura 50. Evolución del efecto de los distintos portainjertos en pimiento tipo “ Ramiro” variedad Urano, sobre el diámetro del fruto (mm) en cultivo bajo abrigo, campaña 2010/2011.	82
Figura 51. Evolución del efecto de los distintos injertos en pimiento tipo “ Ramiro” variedad Urano, sobre el grosor de la piel (mm) en cultivo bajo abrigo, campaña 2010/2011.	83

## **1. INTERÉS Y OBJETIVOS**

### **1.1. IMPORTANCIA DEL PIMIENTO EN ESPAÑA.**

El pimiento es una de las hortalizas que más se consumen y se cultivan en España. La mayoría se encuentra cultivada en el área mediterránea, concentrada sobre todo en la provincia de Almería, con un 70% de la superficie total nacional cultivada en invernadero, destinado mayoritariamente para consumo en fresco, seguido de Murcia, Málaga, Granada, Galicia y Región valenciana.

La superficie española de hortalizas es de unas 400 000 has (año 2007). La producción de hortalizas bajo invernadero representa entre el 35 y el 40% de la producción total, con unos 5 millones de toneladas en total. El pimiento, representa cerca del 20% del total producido bajo invernadero a nivel nacional.

Por tanto, tras el tomate, el pimiento es la especie hortícola de invernadero de mayor consumo con una producción de 1 000 000 de toneladas, cultivadas en un total de 20 000 ha. Generando cerca de 841 000 000 €.

De las 20 000 ha de pimiento cultivadas, 12 000 ha están dedicadas a la producción de pimiento para consumo en fresco en invernadero y el resto, se encuentran en seco y regadío al aire libre. La producción de pimiento producida en España reparte su consumo de la siguiente forma:

➤ Animal:	0,52%	5 200 toneladas.
➤ Familiar:	3,15%	31 500 toneladas.
➤ Consumo en fresco:	84,72%	847 000 toneladas.
➤ Transformación:	11,62%	166 200 toneladas.

Por tanto, más del 80 % de la producción es para consumo en fresco y el resto para industria.

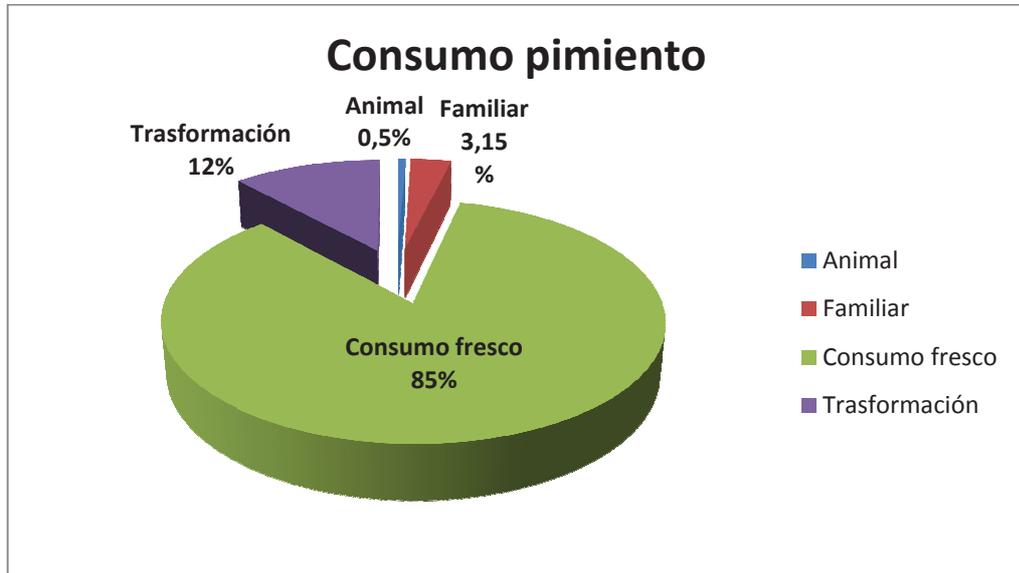


Figura 1. Reparto del consumo de pimiento en España.

## 1.2 LA HORTICULTURA INTENSIVA EN ALMERÍA.

La horticultura en Almería, tiene una gran incidencia sobre la economía provincial, hasta el punto que la evolución de la renta y el empleo provincial, ha estado determinada por la marcha de la campaña hortícola. En Almería la agricultura ha sido el sector que ha conseguido sacar en el último tercio del siglo XX a la provincia de Almería de una prolongada situación de pobreza.



Figuras 2 . Fotografía del campo almeriense cubierto por grandes superficies de invernaderos.

Actualmente el sector agrario, es el único sector que sigue dando una cierta estabilidad a la maltrecha economía provincial. Su demanda estable, su capacidad de penetración a nuevos mercados y su adaptabilidad han permitido que no se note demasiado el efecto de la crisis sobre dicha demanda. Con respecto al mercado internacional, en la campaña 2010/2011 se consiguió un nuevo record en exportaciones, con el 63,2% de la producción. La exportación aumento en un 8,2% con respecto a la campaña anterior 2009/1010. Si bien es cierto que los precios medios de los productos exportados cayeron, se vio compensada con la mejora de los ingresos totales.

El control biológico debe de ser la principal carta de presentación de las empresas de comercialización internacional a los clientes Europeos, ofreciéndoles a estos una producción de calidad y segura.

### **1.2.1 EVOLUCION DE LA SUPERFICIE INVERNADA EN ALMERIA.**

La superficie total cultivada en Almería, en la campaña 2010/2011 incluidas la superficie invernada y al aire libre se encuentra en torno a 45 836 hectáreas, lo que representa un retroceso del 2,79%, respecto a la campaña anterior. Esta caída se debe fundamentalmente a la menor superficie cultivada bajo invernadero. La superficie invernada en Almería es de 26 300 hectáreas, casi el 48% hacen doble cultivo, aumentando la superficie efectiva a 39 824 hectáreas.

Los mayores descensos en superficie se han dado en judía (-12.37%), melón (12.38%), sandía (-10.88%) y tomate (-10.29%) (Cajamar,2011).

La disminución de la superficie cultivada de tomate se debe al descenso de la superficie cultiva del ciclo de otoño, puesto que la superficie de primavera se mantiene estabilizada. Este descenso puede deberse al mayor coste de implantación de ambos cultivos frente a otros como el calabacín, pepino y berenjena.

Los productos hortícolas que han aumentado en superficie son el calabacín (5.04%) y la berenjena (5.48%) seguidos en menor medida por el pepino (1.16%).

La judía verde ha sufrido una disminución del 82.78% desde la campaña 2004-2005 hasta la campaña 2010 / 2011, donde la superficie ha quedado reducida a 680 hectáreas. Siendo el elevado gasto de mano de obra al que tienen que hacer frente los agricultores, la principal circunstancia por la que se ha dejado de producir y se ha desplazado la producción a otros países como Marruecos, Kenia y Egipto.

El melón (-10.29%) es otro de los productos que ha descendido en superficie debido al desplazamiento de ciertas variedades a otras zonas productoras, y a la decisión de los agricultores de renunciar al ciclo de primavera, de cara a una plantación temprana de pimiento debido a las buenas cotizaciones de este durante el periodo invernal. Este hecho ha afectado también al cultivo de la sandía.

CULTIVO	SUPERFICIE	SUPERFICIE	SUPERFICIE
	2010/ 11	2009 / 10	2008 / 09
	SUPERFICIE HA.	SUPERFICIE HA.	SUPERFICIE HA.
<b>TOMATE</b>	<b>8.916</b>	<b>9.939</b>	<b>10.147</b>
<b>PIMIENTO</b>	<b>7.298</b>	<b>7.475</b>	<b>7.505</b>
<b>PEPINO</b>	<b>4.550</b>	<b>4.498</b>	<b>4.430</b>
<b>CALABACIN</b>	<b>5.273</b>	<b>5.020</b>	<b>4.717</b>
<b>BERENJENA</b>	<b>2.824</b>	<b>1.824</b>	<b>1.868</b>
<b>JUDIAS VERDES</b>	<b>680</b>	<b>776</b>	<b>921</b>
<b>SANDIA</b>	<b>4.479</b>	<b>5.516</b>	<b>5.216</b>
<b>MELON</b>	<b>3.539</b>	<b>4.039</b>	<b>4.447</b>

*Tabla 1. Evolución de la superficie invernada en Almería en las últimas tres campañas. Fuente Consejería de Agricultura y Pesca. Elaboración propia.*

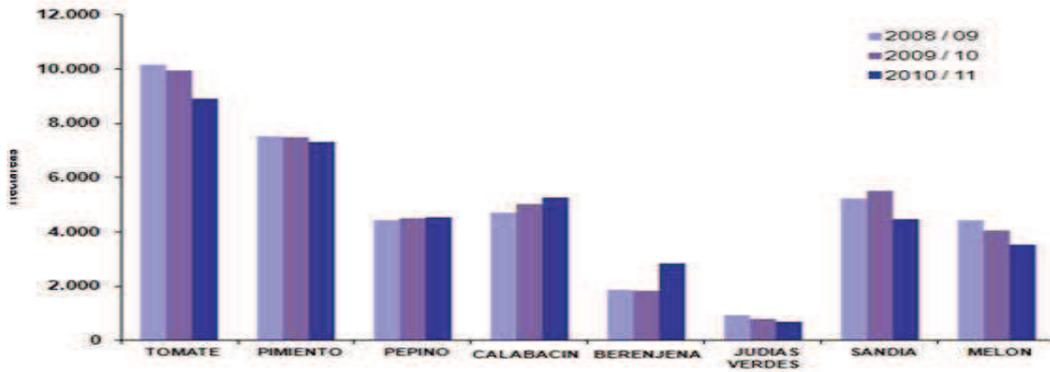


Figura 3. Evolución de la superficie invernada en Almería en las últimas tres campañas. Fuente Consejería de Agricultura y Pesca. Elaboración propia.

### 1.2.2 EVOLUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN ALMERÍA.

La producción total de hortalizas aumento ligeramente en la campaña 2010/2011 en un 0,96% tras dos años de descensos, alcanzando los 2 814 860 toneladas. La consecuencia de este aumento en la producción, se debe a que en la campaña precedente se tuvieron condiciones meteorológicas muy favorables. Los productos que han aumentado su producción en este periodo, corresponden a berenjena, calabacín, pepino y tomate. Así berenjena, calabacín y pepino, han presentado una relación positiva, en producción y aumento de la superficie. Rompiendo en general la tendencia en el descenso de la producción con un pequeño repunte en 2011.

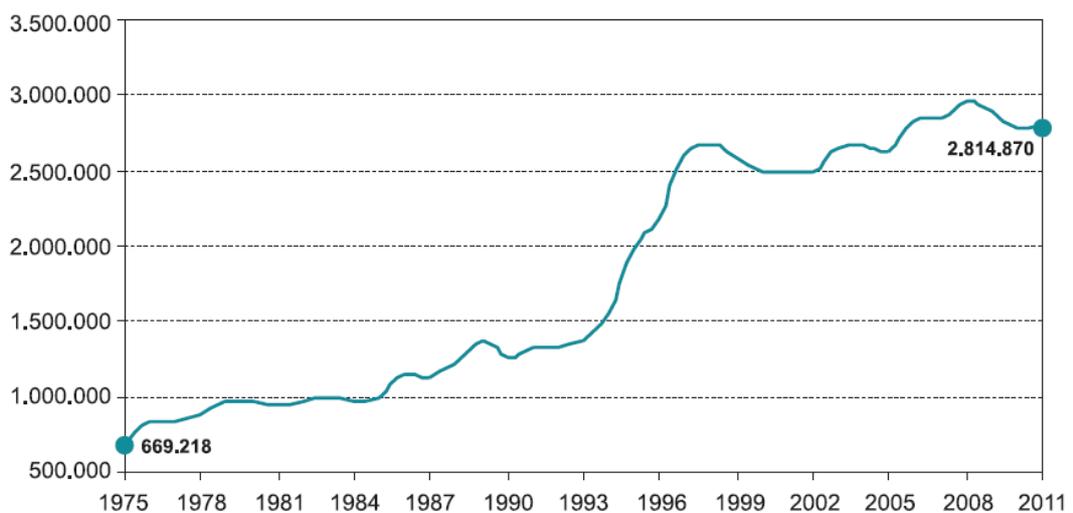


Figura 4. Evolución histórica en la producción del campo almeriense. Fuente Cajamar: Análisis de la campaña Almeriense 2010/2011.

En la gráfica anterior se observa como la producción se mantiene más o menos constante desde el año 2000 al 2004 situándose en torno a las 2 500 000 toneladas. En el año 2005 la producción cae para conseguir su máximo en 2008 con una producción de 2 814 870 toneladas, a partir de aquí vuelve a decrecer, como consecuencia de la caída del número de hectáreas, especialmente de los cultivos mencionados anteriormente, aunque hay que mencionar una caída en la superficie de tomate en su ciclo de otoño y de pimiento.

El aumento de la producción en 2011 se debe principalmente al pepino y calabacín, que son los dos cultivos que han tenido un mayor incremento en toneladas con respecto a los otros cultivos, con un 8,18% y 8,13% respectivamente. La berenjena ha crecido también, pero de una manera más suave con un 3,48% más en producción. Por otra parte el tomate es el único cultivo que vio compensada su caída en superficie con un aumento en producción con un 1,9% más que la campaña anterior.

El pimiento ha visto mermado su producción reduciéndose en un 3,5%, un valor por encima del descenso de las hectáreas cultivadas. El resto de los cultivos como judía verde, melón y sandía siguen la línea descendente de los últimos años, debido a la caída de la superficie cultivada.

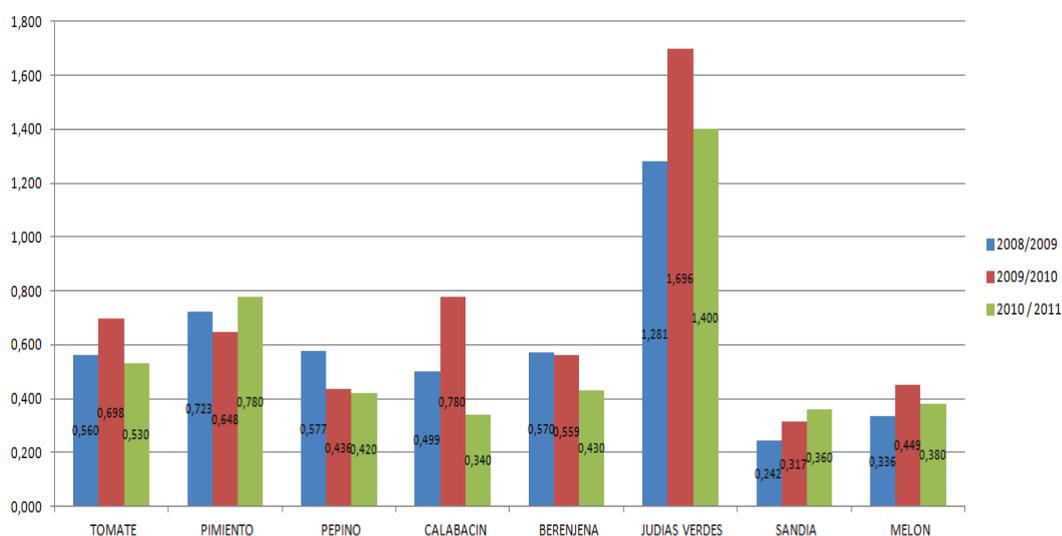
### **1.2.3. EVOLUCION DE LOS PRECIOS.**

Los precios en la campaña 2010/2011 han retrocedido un 7,7% con respecto a la campaña anterior. La cotización de los productos ha sufrido variaciones muy significativas, tanto de manera positiva como negativa. Por tanto las cantidades producidas juegan un papel fundamental en la repercusión de estas variaciones sobre los valores totales.

El pepino ha sido la hortaliza que ha tenido una evolución positiva en todos los parámetros (superficie, producción, precio y valor). A pesar de la alerta causada por la bacteria *E.coli* el precio medio del producto descendió solo un 1%, esto se debió que la alerta sanitaria y el cierre de fronteras sucedió en el fin del ciclo del cultivo, afectando a otras que tenían más volumen de producción.

La sandía también sufrió un aumento en sus cotización media de 0,35 €/kg, debido al descenso productivo por un lado, y por otro las mejores cotizaciones de las sandías sin semillas. Respecto a pimiento y judía han experimentado aumento en las cotizaciones de un 11,1% y del 17 % respectivamente.

Finalmente, las cifras obtenidas por el calabacín, berenjena y tomate no han sido tan positivas, puesto que el precio medio de la berenjena se ha reducido un 9,3% durante este periodo, y el incremento del volumen no ha compensado el bajo precio.



**Figura 5. Evolución de los precios en los últimos tres campañas. Fuente Consejería de Agricultura y Pesca. Elaboración propia.**

### 1.3 COMERCIALIZACION DEL PIMIENTO.

Por otro lado, desde el punto de vista de los sistemas de producción, las cadenas de distribución y los clientes europeos están exigiendo una reducción en las materias activas permitidas y una menor Límite máximo de residuos (LMR), Ante todas estas exigencias, el control biológico está avanzando muy rápidamente. En pimiento el 100% de la superficie cultivada está en control biológico, otros como pepino y tomate están creciendo también muy rápido, aunque en pepino debido a la alta frecuencia de tratamientos hace muy difícil la instalación de los insectos auxiliares.

Hoy día, la producción y comercialización del pimiento, se encuentran muy condicionadas por una serie de aspectos de carácter técnico, económico, medioambiental, y de calidad y seguridad alimentaria, que hacen cada vez más difícil la elección de este cultivo por parte del agricultor, a pesar de haber sido uno de las pocas hortícolas que han incrementado su precio medio respecto a la media de las últimas siete campañas, y es que el sector se encuentra ante unos mercados muy abastecidos, con riesgo de saturación y continua variabilidad de precios en origen y destino durante el desarrollo de cada campaña, lo que provoca una continua erosión de las rentas de los productores que ver peligrar su economía ante estos altibajos (García *et al*, 2008).

Entre los principales motivos de la variabilidad del valor del pimiento durante la ejecución de cada ejercicio, se encuentran las grandes superficies, que alcanzan proporciones del 60-70%, aumentando los niveles de concentración y control del mercado, provocando consecuentemente que la gran distribución actúe como un oligopolio que controla los precios y que ante la sobreoferta puede presionar la bajada de los mismos.

Las cooperativas siguen siendo, frente a las alhóndigas, las empresas que lideran la comercialización de pimiento, mediante el establecimiento de acuerdos comerciales con las empresas de destino.

Respecto a las diferentes variedades de esta hortaliza en nuestra provincia, tradicionalmente el pimiento tipo lamuyo ha sido el más cultivado ya que ha tenido siempre una gran aceptación en el mercado nacional. Sin embargo, la ampliación de las exportaciones a la Unión Europea y mercados extracomunitarios, han aumentado las exigencias de los consumidores que han impuesto nuevas características en el producto, propiciando un cambio por el cual, de un pimiento de gran tamaño, como es el Lamuyo, se ha pasado a cultivar de forma mayoritaria, el tipo california, más pequeño y con menos peso que el anterior, ocupando la mayor parte de la superficie dedicada a este cultivo en la provincia.

La comercialización de este tipo de pimiento presenta una serie de ventajas relacionadas con el fruto. Su forma cuadrada admite una buena clasificación y variada presentación. El color a diferencia de algunos tipos rectangulares, es generalmente más uniforme. Su piel es lisa y al ser cuadrado y de mayor espesor de carne tiene más consistencia y mejor transporte, lo que facilita sus transacciones.

El pimiento california es un producto que se puede comercializar en diferentes colores. Los mercados que han incrementado el consumo de pimiento california rojo, como es el caso de Francia, lo valoran al máximo en su fase de madurez, es decir, en rojo, otros como el caso de Alemania, Dinamarca o Hungría siguen prefiriendo el fruto inmaduro de color verde. El amarillo tiene un mercado propio muy regular y estable, además de poseer un excelente consumidor en la Unión Europea como es Italia. Los demás colores siguen siendo comercializados a niveles bastante inferiores y sobre todo como reclamos comerciales de campaña, aunque su entrada en el mercado es lenta pero progresiva (Namesny, 1996).

Uno de los principales motivos de éxito en la comercialización al exterior de pimientos de este tipo, es su envasado en 'pack tricolor' o comercialización en semáforo. El envasado se lleva a cabo mediante flow pack, es decir, en bandejas cubiertas con un plástico rígido de polipropileno, en mallas o en cajas de cartón. En este tipo de presentación se incluyen tres pimientos: rojo, amarillo y verde, ampliando de esta forma la comercialización de pimientos de diferentes colores. Los envases más empleados no suelen superar el medio kilo y su durabilidad es aproximadamente de una semana. De todas formas hay otro tipo de formatos empleados para pimiento tricolor de mayor peso, por lo que de esta forma se obtiene un producto adecuado a las necesidades del consumidor.

El pimiento california es considerado por lo tanto un producto clave en el sector de las hortalizas. El campo de Almería, junto con Murcia representa más del setenta por ciento de la producción de este pimiento que se comercializa en Europa.

Actualmente las limitaciones para llevar a cabo el cultivo del pimiento, siguen siendo climáticas (días cortos y bajas temperaturas). Almería buscando una producción precoz, en ciclo de otoño-invierno, debe iniciar muy pronto sus plantaciones (mediados de Mayo-principios de Agosto), ya que al ser bastantes exigentes en temperatura el cuajado de sus frutos cesa a medida que las temperaturas nocturnas descienden por debajo de los 10-12 °C y la maduración de los mismos disminuye con la llegada del frío invernal a temperaturas inferiores a 15 °C, lo que puede llegar a producir una reducción de la cosecha con el consiguiente perjuicio para el agricultor (Nuez *et al*, 1996).

Su objetivo es buscar una cosecha temprana para alcanzar los mayores precios posibles del producto en el mercado a satisfacción del productor y con las mejores cualidades organolépticas del fruto a gusto del consumidor, antes de que lleguen al mercado las zonas que compiten con Almería por esta hortaliza.

El empleo de injertos puede influir de forma notable sobre estos aspectos, aplicados al suelo o al cultivo pueden aumentar la cosecha, dar precocidad a la misma o mejorar su rendimiento, entre otros efectos, como se detallará más adelante.

#### **1.4. OBJETIVOS.**

El uso de plantas injertadas de pimiento, aun no está bien implementado en la región, debido a la falta de patrones comerciales que sean satisfactorios. El estudio de nuevos patrones para el cultivo de pimiento, se intensificó a partir del año 1997, cuando en la reunión de Motreal se fijó fecha para dejar de usar definitivamente el Bromuro de metilo como desinfectante. Los consumidores de frutas y hortalizas demandan que hayan sido cultivadas con las mínimas cantidades de productos químicos e incluso si el empleo de tales productos, es el caso de la producción integrada y ecológica.

Tras las prohibición del Bromuro de metilo, la técnica del injerto tiene como propósito inicial, evitar o reducir la incidencia de enfermedades transmitidas por el suelo, y por tanto encontrar una alternativa al bromuro de metilo, sin embargo, la capacidad que tiene el injerto de incrementar la tolerancia de las variedades a inundaciones y condiciones salinas, así como el aumento de la resistencia a toxicidades por metales pesados e aumento de la eficiencia en el uso de algunos nutrientes, como el nitrógeno (Liao and Lin, 1996; Ruiz and Romero, 1999; Yetisir, et al., 2006; Rouphael, et al., 2008; He, et al., 2009), ha aumentado el uso de plantas injertadas (Lee, 1994).

En el caso del pimiento, la prohibición del bromuro de metilo, la dificultad de manejo de los medios de control y la eficacia parcial que tienen los desinfectantes actuales del suelo ; unido a la dificultad que hay en introducir genes de resistencia a plagas y enfermedades fúngicas vasculares, los problemas de nematodos fitopatógenos, y/o bacterias, los provocados por acumulación de microorganismos en el suelo, implicados en los procesos de fatiga del suelo, son las principales causas bióticas que determinan el uso del injerto.

Se ha demostrado que el uso de plantas injertadas en otras hortalizas, como melón, sandía, pepino y tomate incrementa el rendimiento por hectárea, con menores densidades de plantación dando mayor calidad de fruto, (Huang, et al., 2009; Huitrón-Ramirez, et al., 2009; Ricárdez-Salinas, et al., 2010; Flores, et al., 2010). En pimiento hay ensayos que estudia la influencia del portainjertos en la producción y resistencia a enfermedades fúngicas vasculares, nematodos o bacterias, pero existen muy pocos estudios que analizan la influencia del injerto en la calidad del fruto.

Debido a lo anterior, el objetivo del injerto es conseguir aumentos cuantitativos y cualitativos de la producción unitaria, debido al mayor vigor conferido por el patrón y una nutrición más equilibrada de la variedad. Por todo ello evaluamos el efecto del injerto en la calidad del fruto del pimiento tipo Ramiro variedad “Urano”, sobre tres porta-injertos comerciales.

## **2. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA.**

### **2.1 EL CULTIVO DEL PIMIENTO.**

#### **2.1.1 Introducción.**

El pimiento es originario de América del sur, los navegantes españoles lo introdujeron en España como planta ornamental más que para cultivo. A partir de las numerosas expediciones al nuevo mundo en el siglo XV e inicio del XVI, se introduce el género *Capsicum* en España inicialmente en el área del Mediterráneo de climas templado y cálido, siguiendo en África, América del Norte, India. China y Oceanía.

La mayor zona productora de pimiento en Europa se encuentra en Almería y Murcia. Esta primera en ciclo de otoño- invierno y Murcia se dedica al ciclo de primavera-verano.

#### **2.1.2 Descripción botánica de la planta.**

Es una Solanácea y su nombre botánico es *Capsicum annuum* L. Hay más de 30 especies, de las que 20 son silvestres y 10 cultivables.

La planta se cultiva en ciclo anual, aunque en condiciones adecuadas y previa poda, suele rebrotar y dar cosecha en el siguiente año, alargándose el ciclo a dos años, siendo estos rebrotes poco vigorosos, originando frutos de menor tamaño y de peor calidad. Está formado por un tallo de principal de consistencia herbácea, que después se lignifica y se bifurca a los 40 cm de altura aproximadamente, en 2-3 ramas que a su vez se ramifican en forma dicotómica. El cultivo necesita entutorados para evitar que se quiebren o tiendan en el suelo, debido al peso de tallos, hojas y frutos.

La altura de la planta en cultivos al aire libre puede llegar a un metro, mientras que en invernadero, puede alcanzar más dos metros.

**Raiz.-** se forma en los primeros 20 días después de la germinación. Es una raíz pivotante, delgada con abundantes raicillas, rodeada de una gran cabellera de raíces secundarias y adventicias. La raíz es profunda (0,5 – 1,25 m), según la textura del suelo con numerosas raíces fasciculadas que van en sentido horizontal llegando a tener una longitud de 0,50 a 1 m (Camacho, 2003),

en terrenos enarenados y riego localizado la profundidad de la raíz es menor, de unos 50-60 cm, aunque el 75% del volumen de las raíces se localiza a unos 20-30 cm, con una gran densidad horizontal de raíces que alcanzan una anchura de 50-75 cm.

Si se realiza aporcado en la base del tallo puede emitir nuevas raíces.

**Tallo.-** de crecimiento determinado o limitado, erecto, frágil de epidermis brillante, con estrías marcadas longitudinalmente en algunas variedades, en otras no son muy marcadas. Posee ramificaciones de 1.5 cm de grosor, de consistencia tierna al principio, lignificándose más tarde conforme crece la planta, pero no lignifica lo suficiente para mantenerla erguida siendo necesario el entutorado de la planta para que no se quiebren las ramas, ya que en condiciones optimas de invernadero pueden crecer más de dos metros (Sobrino y Sobrino, 1992).

Todas las ramificaciones parten del tallo principal que al llegar a una altura que coincide con la cruz, con 10-12 hojas verdaderas en la planta, en días 20-25 días tras trasplante, se ramifica en 2-3 brazos, y éstos a su vez en forma dicotómica tienden a bifurcarse, todo ello dependiendo del tipo de crecimiento y la variedad. En algunas variedades, el crecimiento es diferente, los brotes laterales aparecen muy rápido, antes de la formación de la cruz, al mes del trasplante, conformándose una planta con un tallo principal y ramificaciones laterales de igual grosor, aunque este tipo de pimientos no tienen mucha importancia desde el punto de vista productivo.

De las yemas de las axilas de las hojas del tallo principal, salen nuevas brotaciones secundarias que a su vez pueden emitir otros tallos, hojas, flores y así sucesivamente.

**Hojas.-** Es simple, laceolada, con un ápice muy pronunciado (acuminado), lampiñas, de color verde oscuro, con un peciolo largo, de borde entero o ligeramente situado en la base, apareciendo altarnas en el tallo. El haz es glabro, liso y suave al tacto. El nervio principal simula a una prolongación del peciolo y llega hasta el final del limbo. Las nerviaciones secundarias y paralelinervias, forma un ángulo con el tallo principal de de unos 40° con el

nervio central que llega al borde de la hoja. Parece ser que existe una relación directa entre tamaño de la hoja y tamaño de fruto (Maroto, 2000).



Figura 6. Hoja de pimiento vista por el haz.

Figura 7. Hoja de pimiento vista por el envez.

**Flores-** Las flores son completas, porque poseen pedúnculo, pétalos, sépalos, estambres y pistilo. Se desarrollan a partir de los botones florales o ápices terminales y normalmente aparece una flor en la base de la cruz del tallo que origina frutos gruesos. También se sitúa en el ápice de las ramificaciones, en las bases de las axilas de las hojas, principalmente en la del tallo principal y bifurcaciones de las dicotomías incluso en el mismo peciolo de la hoja, cerca de la unión del tallo.

Son flores monoicas, que poseen los dos sexos en la misma flor, solitarias, pequeñas, de 2-3 cm de diámetro, de color blanco en la mayoría de las especies y pétalos puntiagudos. En variedades picantes pueden aparecer en racimos de 2-5 flores. Están unidas a la planta por un pedúnculo de 1-1.5 cm de longitud y 2 cm de grosor. Son flores hermafroditas como en todas las solanáceas, poseen androceo y gineceo, y de polinización autógama, bien por insectos o viento. El tamaño de las flores depende de la variedad, la flor en un pimiento “california” es más grande que la de un pimiento dulce italiano, en estos pimientos son más importantes las flores que salen en las ramas principales y su cuajado implican pimientos de más calibre y mejor formados que lo de las flores que salen en los tallos secundarios (Cánovas Martínez, 1995).

Las flores son actinomorfas, debido a que los elementos están dispuestos en un eje y son iguales entre sí pudiéndose dividir en dos mitades simétricas.

La floración se inicia cuando la planta tiene entre 10-15 hojas verdaderas, pudiendo transcurrir entre 25-30 días desde la plantación hasta el inicio de la floración. Estas permanecen receptivas entre 1-3 días desde su apertura o antesis dependiendo de las condiciones de humedad y temperatura.



Figura 8 y 9. Flor en el nudo del tallo principal.

Los **frutos** son una baya hueca no jugosa en forma de capsula en posición abatida, al estar el pedúnculo curvado. Posee una piel lisa de color verde al principio y color amarillo, naranja o roja al madurar. Tiene 2, 3 4 lóculos, con un ápice en la punta, redondeado o hendido. Su base está formada por el cáliz soldado a la piel con o sin hombros, una peculiaridad en pimiento es que parece prolongarse y penetrar al interior del fruto formando el conjunto de placenta y las numerosas semillas que le rodean. El compuesto que le da el sabor picante al fruto, es una grasa soluble compuesta por capsicina y dihidrocapsicina (Govindrajan,1985). Estos compuestos se encuentran en la pared del pimiento y en las semillas no encontrándose en los tejidos del pericarpio.(Huffman,1978).



Figura 10. Fruto de pimiento dulce italiano.

El grosor de la carne es mayor en pimiento dulce que en los picantes. El fruto es grande y puede alcanzar un peso de hasta 300 g y 10 cm de diámetro. Dependiendo de los tipos de frutos dulces cultivados, en invernadero pueden alcanzar estos pesos y medidas.

**Semillas.-** son de forma lenticular u oval, aplanadas y de superficie lisa, de tamaño y forma diversa, constituidas por el endospermo, embrión y la cubierta. Se encuentran concentradas en la parte más gruesa del fruto, insertas en una placenta cónica en forma de huso.

El número de semillas depende de la polinización y así mismo del tamaño del fruto. Puede contener entre 150- 200 semillas, en condiciones normales las semillas debe reunir las siguientes condiciones:

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

### **2.1.3 EXIGENCIAS GENERALES DE CLIMA Y SUELO.**

#### **2.1.3.1 Temperatura.**

El pimiento es una planta que aguanta las altas temperaturas, requiere temperaturas mas elevadas que otros cultivos, pero con temperaturas superiores a 35°C, la planta puede sufrir estrés hídrico, pudiendo ocasionar caída de los botones florales o frutos recién cuajados, si la temperatura pasa de los 40°C los estomas se pueden cerrar y la fotosíntesis disminuye, debido a que la raíz puede no ser capaz de suministrar agua. Estas temperaturas suelen darse en los meses de Julio y Agosto en Almería. Si existe alta temperatura debemos equilibrarla con otros factores como luminosidad y humedad, puesto que puede aumentar la incidencia de Blossom. (Reche, 2010).

Es una especie sensible al frio, si durante el desarrollo del botón floral las temperaturas son bajas, las flores formadas son morfológicamente diferentes a las producidas con temperaturas adecuadas, presentando en algunos de los casos las siguientes anomalías morfológicas:

- Acortamiento de estambres.
- Engrosamiento del ovario y pistilo, provocando que el pistilo sobresalga de los pétalos.
- Alteración de los pétalos pudiendo quedar estos curvados y sin desarrollar.
- Formación de ovarios adicionales, pudiendo crecer pequeños frutos alrededor del principal.
- Fusión de anteras.

Por debajo de 0 °C la planta se huela y por debajo de 10 °C detiene su desarrollo vegetativo, siendo deficiente a partir de los 15°C hacia abajo. La temperatura ideal para el desarrollo del cultivo se encuentra entre 25 – 27 °C por el día y temperaturas nocturnas de 18 - 20°C (Baker y Van Uffelen 1988), aunque para la floración es mejor temperaturas nocturnas algo menores. El polen se vuelve inviable con temperaturas nocturnas de 8 - 10°C. (Camacho, 2003)

#### **2.1.3.2 Humedad.**

El pimiento admite más humedad ambiente que otras solanáceas como el tomate, su óptimo está comprendido entre 50 - 70%. Con humedades más altas la fecundación de las flores se ve bastante dificultada, debido al apelmazamiento de los granos de polen y dehiscencia de las anteras. Si la humedad es baja y la temperatura elevada se produce caída de flores y frutos recién cuajados.

Otras consecuencias de la una humedad alta, por encima del 85%, es la reducción de la transpiración de las hojas derivando la presión de los frutos con el consiguiente agrietado, dificultando la asimilación de nutrientes (Camacho, 2003).

#### **2.1.3.3 Luminosidad.**

La luminosidad incide en el fotoperiodo, es decir, la influencia que la duración del día tiene sobre la planta, principalmente en el momento de la floración y crecimiento. En los meses de Otoño- Invierno cuando la luminosidad es escasa, puede tener efecto negativo en la viabilidad del polen y por tanto

una pérdida en la fecundación, también se puede producir caída de flores, alargamiento de entrenudos.

La falta de luz por excesivo sombreo de plásticos viejos o sucios, tienden al alargamiento de los entrenudos y por tanto al ahilamiento de la planta, sobre todo al principio del ciclo. En frutos pueden aparecer manchas o frutos huecos (galletas). Además una falta de radiación disminuye el grosor de las hojas del pimiento aunque aumenta el área foliar ( Reche, 2010).

Los niveles altos de luminosidad contribuyen a la reducción de las hojas, siendo imprescindible el blanqueo del invernadero.

#### **2.1.3.4 Anhídrido carbónico.**

Sabemos que hay una respuesta positiva del pimiento a la fertilización carbónica, puesto que hay una relación directa entre la fotosíntesis y el anhídrido carbónico. El manejo del gas es complicado por parte del agricultor porque requiere métodos más sofisticados, además este interrelacionado con la humedad, temperatura y luminosidad (Camacho, 2003).

Un exceso de este gas puede producir cierre de estomas, reduciendo por tanto la fotosíntesis.

#### **2.1.3.5 Exigencias de suelo.**

El cultivo del pimiento requiere suelos de calidad, con un contenido en materia orgánica superior al 3% (Nuez et al., 1996).

Le van bien los suelos areno-limoso, no son convenientes los suelos arcillosos, aunque en terrenos arenados los admiten bien. El pimiento teme los suelos húmedos, exigiendo un buen drenaje en el mismo. (Camacho, 2003). Pues aunque la planta necesita riegos frecuentes, no soporta la humedad excesiva ni continuada, en cuyo caso es más propenso a las enfermedades que se originan a través del suelo (Sobrino y Sobrino, 1992)

El pH del suelo deberá estar comprendido entre 6 y 7,5 para evitar problemas de carencias ;y la profundidad del suelo debe ser superior a 60 cm para que las raíces puedan desarrollarse sin dificultad (Nuez et al., 1996).

Es menos resistente a la salinidad del suelo y agua que otros cultivos como el tomate, con salinidad en agua de riego y suelo la planta vegeta poco y se obtienen frutos de peor calidad y tamaño, por tanto la producción final se ve reducida.(Camacho, 2003).

La deficiencia de calcio aumenta la sensibilidad a enfermedades vasculares. En suelos con alto contenido en magnesio, interfiere en la asimilación del calcio y por ello aumenta el ataque de enfermedades fúngicas (Camacho, 2003).

#### **2.1.4 MATERIAL VEGETAL.**

##### **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 lóbulos.
- Resistencias a enfermedades (Camacho, 2003).

➤ **Mercado de destino:** ya que los mercados son muy variados y exigentes en sus peticiones.

➤ **Estructura de 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, el calor, la sequía, etc., para elegir la variedad que más se adapte a las condiciones de la zona y época elegida para la plantación.

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

### **Grupos varietales en pimiento.**

- **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 de conserva. Son las que se cultivan en los invernaderos.
- **Variedades de sabor picante:** muy cultivadas en Sudamérica, suelen ser variedades de fruto largo y delgados con alto contenido del alcalanoide capsaicina (tipo guindilla).
- **Variedades para la obtención de pimentón:** son un subgrupo de las variedades dulces. La variedad más utilizada en Murcia es la variedad bola, que posee frutos subesféricos, caracterizados por un pericarpio semicarnoso de color rojo.

#### **2.1.4.1 TIPOS DE PIMIENTO.**

Entre las variedades de pimiento dulce cultivados en invernadero, tenemos los siguientes tipos de pimiento (Reche, 2010):

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

Características medias fruto tipo de california:

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



Figura 11. Fruto de pimiento tipo California amarillo.

**Tipo Lamuyo:** Son frutos de gran tamaño, largos y de sección cuadrada, rectangulares y de longitud mayor que la anchura, de carne gruesa. En general son plantas de vegetación frondosa y vigorosa. Son menos sensibles al frío que las de tipo california y se cultivan en plantaciones medias tardías y en ciclos largos. Las fechas de trasplantes van desde julio a agosto incluso septiembre. Se recolectan en verde o rojo, aunque también se recolectan en amarillo.

Características medias fruto tipo Lamuyo:

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



Figura 12 y 13. Pimiento lamuyo rojo.

- b) **Tipo dulce italiano:** Son de frutos de forma alargada, estrechos, puntiagudos y de sección triangular. Presentan un color verde brillante que vira ligeramente a rojo al madurar, de superficie irregular con carne fina, utilizados mucho para freír. Se plantan desde junio a octubre, aunque los trasplantes más habituales son en los meses de agosto a septiembre para recolectarse en color verde intenso y rojo, principalmente. Tiene un buen aguante para el transporte y son tolerantes al frío, con producciones de 6-7 kg / m<sup>2</sup> (Nuez *et al.*, 1996).

Características medias tipo dulce italiano:

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



Figura 14. Pimiento dulce italiano.

### **2.1.5. NORMA DE COMERCIALIZACIÓN PARA LOS PIMIENTOS DULCES.**

La norma se aplica a los pimientos dulces de las variedades (cultivares) obtenidas de *Capsicum annum* L. var. *Annum*, que se distinguen a su entrega al consumidor en estado en fresco, con exclusión de los pimientos dulces destinados a la transformación industrial.

#### REQUISITOS MÍNIMOS.

En todas las categorías y sin perjuicio de las disposiciones especiales de cada una de ellas y de los límites de tolerancia admitidos, los primeros dulces deberán estar:

- Enteros, bien desarrollados y aspecto sano.
- Sanos, quedando excluidos los productos que presenten podredumbre u otras alteraciones que los hagan impropios para el consumo.
- Limpios, prácticamente exentos de materias extrañas visibles.
- Prácticamente exentos de plagas y daños causados por plagas.
- Exentos de daños causados por heladas, heridas sin cicatrizar.
- Provistos de pedúnculo.
- Exentos de olores y sabores extraños.

Además, se hallarán en un estado y una fase de desarrollo que les permitan:

- Conservarse bien durante su transporte y manipulación.
- Llegar en condiciones satisfactorias a su destino.

### **2.1.5.1. CLASIFICACIÓN DE LOS PIMIENTOS EN EL MERCADO.**

Los pimientos se clasifican en una de las dos categorías siguientes:

#### DISPOSICIONES RELATIVAS A LA CATEGORÍA.

##### + Categoría I

Los pimientos dulces de esta categoría deberán ser de buena calidad y presentarán, según su estado de madurez, las características de desarrollo, forma y color propias de la variedad o tipo comercial al que pertenezcan.

Además, habrán de estar:

- firmes, y prácticamente exentos de manchas.

El pedúnculo podrá hallarse ligeramente dañado o cortado siempre que el cáliz se mantenga intacto.

##### + Categoría II

Esta categoría comprenderá los pimientos dulces que no puedan clasificarse en la categoría I pero que cumplan los requisitos mínimos arriba establecidos.

Siempre que mantengan sus características esenciales de calidad, conservación y presentación, estos pimientos podrán tener los defectos siguientes:

- Malformaciones y defectos de desarrollo, quemaduras de sol o heridas leves cicatrizadas que no tengan más de 2 cm de longitud, en el caso de los defectos de forma alargada, o de 1 cm<sup>2</sup> de superficie total.
- Cuando se trate de otros defectos, como ligeras grietas secas y superficiales que no tengan, sumadas, más de 3 cm de longitud.
- Además, podrán hallarse menos firmes que los de categoría I, aunque no marchitos.
- El pedúnculo podrá estar dañado o cortado.

## DISPOSICIONES RELATIVAS AL CALIBRADO.

El calibre de los pimientos dulces vendrá determinado por el diámetro máximo (anchura) perpendicular al eje. Por “anchura” de los pimientos aplastados (tipo tomate) se entenderá el diámetro máximo de la sección ecuatorial.

En el caso de los productos calibrados, la diferencia de diámetro entre los pimientos mayor y menos de un mismo envase no podrá exceder de 20 mm.

La anchura de los pimientos no podrá ser inferior a:

- Pimientos dulces largos ( picudos): 20 mm.
- Pimientos dulces cuadrados no picudos y pimientos dulces cuadrados picudos ( tipo peonza): 40 mm.
- Pimientos dulces aplastados ( tipo tomate): 55 mm.

El calibrado no será obligatoria para los productos de la categoría II, que sólo deberán respetar las anchuras mínimas establecidas.

Las disposiciones de calibrado no se aplicarán a los productos miniaturizados, entendiéndose por miniaturizados, aquella variedad o un cultivar de pimiento dulce obtenido por medios de selección de vegetales o técnicas de cultivo especiales, excepto los pimientos dulces de variedades no miniaturizados que no hayan alcanzado la plena madurez o con un calibre insuficiente. Deberán cumplirse todas las demás prescripciones establecidas en la norma.

### Tolerancias de calidad

#### + Categoría I

Un 10 % en número o en peso de pimientos dulces que no cumplan los requisitos de esta categoría pero que se ajusten a los de la categoría II o que,

como mínimo y con carácter excepcional, se incluyan en las tolerancias de esa categoría.

+ Categoría II

Un 10 % en número o en peso de pimientos dulces que no cumplan los requisitos de esta categoría ni tampoco los requisitos mínimos, quedando excluidos los productos que presenten podredumbre u otras alteraciones que los hagan impropios para el consumo.

Tolerancias de calibre

+ Categoría I

Un 10 % en número o en peso de pimientos dulces que no cumplan por una diferencia máxima de 5 mm, de más o de menos, los calibres indicados; del total de estos pimientos, se admitirá como máximo un 5 % con una anchura inferior a la mínima aplicable.

+ Categoría II

— Pimientos dulces calibrados

Un 10 % en número o en peso de pimientos dulces que no cumplan por una diferencia máxima de 5 mm, de más o de menos, los calibres indicados; del total de estos pimientos, se admitirá como máximo un 5 % con una anchura inferior a la mínima aplicable.

— Pimientos dulces sin calibrar

Un 5 % en número o en peso de pimientos dulces que no alcancen por una diferencia máxima de 5 mm la anchura mínima aplicable.

### 2.1.6. CICLOS DEL CULTIVO DEL PIMIENTO.

En invernadero el ciclo del cultivo del pimiento puede extenderse durante los doce meses del año estando presente en los mercados durante todo el tiempo. La mayor densidad de plantaciones suele darse en los meses de agosto hasta mayo.

Por tanto las fechas de plantación son muy variables, dependiendo de la zona geográfica de la comarca productora y del tipo de pimiento, para Almería pueden considerarse muy aproximadas las siguientes fechas (Reche, 2010):

Ciclos tempranos: Las recolecciones comienzan a partir de octubre hasta abril o mayo, siendo muy frecuentes las plantaciones en los siguientes meses:

Mayo/ junio.....Pimientos tipo California

Junio/ julio.....Pimiento tipo Lamuyo

Agosto/ septiembre.....Pimiento tipo Dulce Italiano

En la cuenca mediterránea los ciclos de cultivo coinciden con plantaciones tempranas a final de primavera y principios de verano, y a principios de otoño para seguir después en enero o febrero los cultivos de melón y sandía.

Hay que tener en cuenta que el pimiento California es más exigente a las temperaturas que el pimiento Lamuyo y pimiento tipo Italiano largo siendo este último más resistente a temperaturas frías.

Los ciclos largos abarcan desde Julio/Agosto hasta Mayo/Junio, con una duración de 250 a 300 días y los de ciclo corto, bien de otoño o de primavera es de 180 días.

#### Ciclo largo:

Semillero: mayo/agosto

Trasplante: julio/septiembre

Recolección: noviembre/ mayo

Duración del ciclo: 300 días tras trasplante

Ciclo corto:

Semillero: mayo/ junio

Trasplante: julio/ agosto

Recolección: octubre/ febrero

Duración del ciclo: 180 días desde trasplante

## **2.2 PARTICULARIDADES DEL CULTIVO DEL PIMIENTO.**

### **2.2.1 MARCOS DE PLANTACIÓN.**

Con los marcos de plantación situamos a las plantas dentro de las líneas y entre ellas a distancia que varían según la frondosidad de la planta, vigor, época de plantación, variedades cultivadas, sistema de poda, de la fertilidad del suelo, y de la capacidad de riego.

Un marco amplio favorece el manejo cultural del cultivo, poda, tratamientos, recolecciones, etc además facilita la aireación reduciendo el ataque de enfermedades aéreas y la iluminación se ve mejorada, ya que la planta recibe mayor iluminación.

En ciclos de otoño- invierno el marco tiene que ser más amplio con el fin de mejorar la iluminación para que mejore la cantidad de luz deficiente en esta época.

Los marcos de plantación en líneas simples reciben mayor luz, las plantas están más aireadas y las labores de recolección, tratamientos, poda etc. Se realizan mejor. Sin embargo en líneas pareadas, donde hay un pasillo entre cada dos líneas de plantas, si las variedades plantadas son frondosas y la amplitud de los pasillos es pequeña podemos favorecer el ataque de enfermedades fúngicas y bacterias si hay días nublados cálidos por el día y fríos por la noche, pudiendo arrasar la explotación en pocos días.

Las variedades tipo Dulce Italiano y Lamuyo poseen mayor envergadura que un tipo California.

En la elección del marco también tenemos que tener en cuenta que si aumentamos el número de tallos, podemos aumentar la producción pero disminuimos la precocidad así como el calibre de los frutos.

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/m<sup>2</sup>. 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.

### **2.2.2 PLANTACIÓN.**

El pimiento casi siempre se planta en cepellón, imprescindible con variedades híbridas por el alto coste de las semillas. El trasplante es una práctica delicada que hay que realizar con sumo cuidado, sobre todo en terrenos fuertes y arcillosos. Se realiza a los 40-50 días de la siembra en semillero y cuidando la planta tiene 12 y 15 cm de altura y 8-10 hojas verdaderas. Si las plantas son mas grandes hay posibilidad de parada vegetativa y caída de las hojas. La siembra directa está extendida en suelos arenosos, bajo acolchado plástico transparente y en los cultivos de pimiento destinado a industria , sobre todo para la obtención de pimentón (Reche, 2011).

Hay que cuidar mucho la fecha de plantación, ya que es costumbre adelantarse hasta los meses de mayo, junio, y julio. En esos meses las temperaturas son muy altas, caldean la arena pudiendo producir daños en los tallos, por tanto es conveniente el blanqueo total del invernadero.

Para que la plantación se lleve con éxito, se debe dar un riego antes para que la tierra tenga el tempero necesario, se laven las sales y aporte humedad. Con altas temperaturas y escasa humedad ambiental se debe realizar la plantación al atardecer o muy temprano con objeto de evitar la deshidratación de la planta.

### 2.2.3 LABORES CULTURALES TRAS PLANTACIÓN.

Son las prácticas que se realizan desde la plantación hasta final del ciclo.

**Reposición de marras.**-Si a la semana de la plantación se observan plantas que no han arraigado, que están dobladas o caídas se sustituyen por otras. En el momento de calcular las plantas, de acuerdo con la superficie a cultivar, hay que incrementar siempre entre un 5–7 % más el número de plantas, que se mantendrán en bandejas en lugares abrigados y frescos, humedecidos con ligeros riegos y en condiciones de ser plantadas (Reche,2010).

**Aporcado.**- Es una técnica que consiste en cubrir ligeramente con tierra o arena la base de las plantas para reforzar el tronco según van creciendo, para favorecer la emisión de raicillas secundarias y conseguir un mejor enraizamiento de las plantas, así como un sistema radicular más potente, evitando el contacto continuo de la humedad con el cuello de la planta. Es una operación que a veces no se practica, sobre todo en suelos arenados y con riego por goteo, ya que en épocas calurosas puede provocar quemaduras en el tallo muy frágil aun, debido a las altas temperaturas que se pueden alcanzar. Se realiza sobre 20 o más días después del trasplante aproximadamente por la mañana temprano o al atardecer(Reche,2010).

**Entutorado.**- el entutorado favorece la luminosidad, la aireación de las plantas, adelanta la maduración y facilita las operaciones culturales y los tratamientos. Con esta operación se proporciona a las plantas sujeción para que puedan crecer y desarrollarse antes de que tiendan o inclinen por el peso del fruto, tallo y hojas, además de evitar la posibilidad de que quebrase el tallo por su gran fragilidad. Se utilizan pinzas o clips y cinta de rafia.

Los alambres que se sitúan por encima de las líneas de las plantas se sitúan a suficiente altura, dependiendo de la estructura del invernadero, para no entorpecer el crecimiento de la planta.

Hay varias formas de entutorar:

- **Entutorado holandés:** consiste en conducir la planta a dos o tres tallos principales (6 tallos/m<sup>2</sup>). 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. Con respecto al entutorado tradicional propicia un 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, 2003).



Figura 13. Entutorado vertical en pimiento.

- **Entutorado tradicional:** En este tipo de entutorado es aconsejable, despejar los primeros tallos secundarios para favorecer a los tallos principales y evitar exceso de vegetación que pudiera perjudicar a los primeros.

Consiste en hilos pareados horizontales a distintas alturas, que sujetan las plantas entre ellos; el primer piso se coloca por debajo de la cruz y el resto a 20-25 cm. Este entutorado horizontal se apoya en hilos verticales que cuelgan de alambres o del techo, a una distancia de 1.5-2 m. En las puntas de las filas de las plantas

puede haber palos o clavillas a las que se atan los hilos horizontales (Camacho, 2003).



Figura 14. Entutorado tradicional.

**Podas.-** Es una operación más o menos necesaria, intensa y frecuente, según tipos y variedades de pimiento. En Alicante y Murcia se suele hacer una limpieza de los brotes que salen por debajo de la “cruz”; en Almería se hace esta limpieza y a lo largo del cultivo se hacen dos o tres aclareos de tallos interiores para airear mejor la planta (Gamayo, 1996).

Los brotes se cortan cuando se vea que la planta va bien armada es su estructura, nunca se hará antes del desarrollo de las primeras ramas de la cruz, hay que tener en cuenta que si quitan los brotes secundarios del tallo cuando la planta es muy joven, el tallo principal se debilita y favorece el ahilamiento de la planta (Camacho, 2003). La eliminación de los tallos por debajo de la cruz, supone un gasto añadido del cultivo y a excepción de una mejor ventilación de la parte basal de la planta, no parece influir en la producción de la guía principal (Nuez et al., 1996).

Si las plantas tienen una vegetación muy exuberante y un crecimiento vegetativo bajo, como es el caso de variedades de ciclo temprano, es aconsejable cortar alguna que otra rama por el interior del follaje, así como algunas flores, con ello se obtendrá mayor iluminación y ventilación en el interior de la planta y por tanto una mejora en el crecimiento de la misma, mejor cuaje de frutos y menor riesgo de desarrollo de enfermedades.

En cualquier caso la poda debe de 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).

En resumen la poda consigue (Camacho, 2003).

- Más luz y por tanto color de fruto más uniforme.
- Mejor formación del fruto y más uniforme en cuanto tamaño.
- Mejora la eficacia de los tratamiento fitosanitarios, al penetrar mejor el producto.
- Las enfermedades criptogámicas afectan más a una planta sin podar que a una podada.

**Cuajado y polinización de frutos.-** Las flores son autógamas , con un 10% de alogamia (Maroto, 1989), las anteras y el estigma no se toca entre sí, tienen una disposición horizontal para facilitar la caída del polen de las anteras al estigma, ese transporte de polen se realiza a través del viento o de abejorros.

El cuajado de las primeras flores es la fase crítica del cultivo, ya que por lo general todo lo que aumenta el vigor de la planta dificulta el cuaje, y si estas no cuajan o caen, aumenta el vigor de la planta y dificulta el cuaje en las capas superiores. Un mal manejo del cultivo que pudiera provocar la deficiencia severa de nutrientes, no afecta a la formación de la primera flor, pero en general si retrasa la floración (Eguchi et al, 1958). Además temperaturas diurnas entre los 30-40 °C asociadas a bajas luminosidades en las primeras fases de inducción floral favorecen la caída de flores.

Solamente después del cuaje de los primeros frutos la planta se equilibra vegetativamente y fructíferamente. Una temperatura elevada durante el día antes de la antesis, seguido de un descenso térmico pronunciado (8–10 °C), origina frutos alargados.

Se pueden aplicar los siguientes tratamientos para favorecer el equilibrio de la planta:

- Airear al máximo el cultivo, el tratamiento puede ser diario, y en casos difíciles incluso utilizar máquinas auxiliares.
- Aumentar la CE del agua de riego además de disminuir en todo lo posible el aporte de nitrógeno e incrementar los de fósforo y potasio.
- Suprimir o reducir el blanqueo para proporcionar más luz al cultivo, ya que la falta de luz produce ahilamiento y caída de las flores.
- Disminuir el volumen de agua de riego, repercutiendo en la CE de la tierra. Si se usa un tensiómetro no se debe regar hasta 20 cb, aunque dependerá siempre del tipo de agua y terreno.

El objetivo de las operaciones anteriores es someter a la planta a un pequeño estrés, debemos procurar no excedernos, ya que se podría producir la caída de las flores que queremos cuajar (Camacho, 2003).

Se debe controlar la relación cuajado-vegetación hasta que la carga de frutos sea la que regule la propia planta. La caída de las hojas puede provocar la caída de las flores, debido al descenso fotosintético de la hoja y acumulación de carbohidratos en tallos y hojas (Hall, 1977).

Una vez obtenida una buena fructificación, aportando calcio se disminuye poco a poco la CE del suelo para evitar el “blossom” o mancha apical. Así se produce un equilibrio nutricional que favorece el desarrollo equilibrado de la planta.

**Aclareo de frutos.-** La mayoría de las variedades de pimiento, suelen florecer con una o varias flores en la “cruz” o primera ramificación por encima de ésta, que da lugar a un fruto de gran volumen.

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

Con climatología favorable, en el caso de que la planta tuviera demasiado desarrollo vegetativo y se temiera por la floración y cuaje de frutos, no conviene

hacer aclareo de esos primeros frutos de la “cruz” con el fin de que detenga un poco el crecimiento vegetativo. Si en alguna rama se produce el cuajado de un número elevado de frutos conviene hacer algún aclareo, para obtener mejor calidad y peso en los demás frutos (Camacho,2003).

## **2.3 FERTIRRIGACIÓN**

Los riegos difieren de unas plantaciones a otras, depende del tipo del suelo que tiene cada invernadero, de su drenaje, de la situación del invernadero e incluso del tipo de construcción que tenga el mismo.

La cantidad de agua que como norma general gasta una plantación de pimiento normal, plantado a mediados de junio y termina a últimos de enero es de 4 000- 5 000 m<sup>3</sup>/ha repartidos durante todo el cultivo.

Durante los 50 primeros días de cultivo, el gasto de agua semanalmente sería de 60 m<sup>3</sup> por ha, en los 90 días siguientes coincidiendo con los meses de septiembre, octubre, noviembre y cuando la planta está cargada de fruto y en pleno crecimiento, los riegos serán de 180-230 m<sup>3</sup> por semana y hectárea. Para ir bajando en diciembre y enero cuando la planta está en cierta parada invernal a 100 m<sup>3</sup> por cada ha. El abono aportado en la plantación de pimiento, como es normal iría en proporción a la cantidad de agua aportada en cada momento.

A continuación se analizan los dos componentes de la fertirrigación por separado: nutrición hídrica y nutrición mineral.

### **2.3.1 NUTRICIÓN HÍDRICA.**

Después del trasplante, nos interesa un buen enraizamiento y un desarrollo no demasiado abundante de la parte aérea ya suficientemente favorecida por las cálidas temperaturas y la relativa falta de luz que entraña el blanqueo. Por tanto interesa distanciar los máximo posible los riegos para lograr un enraizamiento idóneo, para forzar a la planta a extender sus raíces a zonas más profundas y húmedas. Este cultivo necesita especial cuidado en los suministros de agua, pues necesita bastante uniformidad en la humedad del

suelo durante todo el desarrollo vegetativo. En esta fase en enraizamiento, hay que prevenir la proliferación de hongos como *Phytium* y *Rizoctonia*.

En la floración es conveniente que no aportemos excesiva agua, puesto que no nos interesa un suelo demasiado húmedo, ya que podemos producir el aborto de flores. Es importante adaptar el riego a las características del suelo y de la época estacional en la que se cultive.

La falta de agua se acusa en las plantas porque la vegetación toma un color verde oscuro y se abarquillan las hojas, con sequía llegan a caerse las flores. La falta de agua puede provocar, en algunas variedades el picor del fruto del pimiento. Mientras que los excesos de agua puede provocar un verde claro de las hojas y pérdida de plantas por asfixia radicular (Cadahía, 1998).

### **2.3.2 NUTRICIÓN MINERAL.**

El pimiento es exigente en abonos nitrogenados y responde favorablemente a su aplicación cuando estos se dosifican equilibradamente.

La planta cuando inicia el desarrollo vegetativo, necesita el aporte de todos los fertilizantes, aproximadamente al mes de plantación hasta que esta está en plena producción de frutos.

Al principio del cultivo un abonado rico en nitrógeno puede ser peligroso, podemos vigorizar a la planta y posteriormente tener problemas de cuajado de frutos, debemos tener cuidado con el nitrógeno hasta que la planta tenga un buen número de frutos en desarrollo.

El pimiento presenta exigencias de nitrógeno muy intensas durante las primeras fases de cultivo, para decrecer tras la recolección de los primeros frutos en verde, a partir de entonces hay que controlar muy bien su dosificación para evitar un exceso que provocaría un retraso en 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 aumenta progresivamente hasta la floración, manteniéndose después equilibrada y, es determinante en la precocidad, coloración y calidad de los

frutos. El pimiento es muy exigente en cuanto a nutrición de magnesio, la absorción de este elemento aumenta durante la maduración.

Mucho se ha escrito sobre cantidades totales a aportar de fertilizantes para el cultivo de pimiento en un invernadero con riego localizado, en general las extracciones del cultivo guardan una relación 3.5:1:7:0.6 de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O y MgO respectivamente, y estas cantidades son las que se deben reponer. Las cantidades de fertilizante a aportar varían notablemente en función del abonado de fondo, calidad del agua de riego, tipo de suelo, climatología etc. Pueden ser 25 kg/ha de N (Hartz y col., 1993), mientras que las cantidades de fosforo y potasio son mas variables en función de la producción que se tenga, oscilando entre 10–20 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 20-40 Kg/ha de K<sub>2</sub>O. Todas estas cantidades son referencias, se deben adaptar al programa de fertirrigación a sus características agroclimáticas y cultivo. Resulta muy conveniente ajustar el pH de toda la aplicación a 5,5-6, esto permitirá a la raíz una mejores condiciones de absorción de nutrientes y un mejor aprovechamiento de los elementos que bajo el pH normal (alcalino) de nuestros suelos se encuentran en amplio porcentaje inutilizables por la planta (fosforo, hierro, manganeso, etc).

## **2.4 EL INJERTO EN EL PIMIENTO.**

### **2.4.1 INTRODUCCIÓN.**

El injerto en plantas leñosas fue conocido por los chinos desde 1000 años A.C. Aristóteles en su obra (384-322 A.C) trata de los injertos con bastante detalle. Durante la época del imperio romano el injerto era muy popular utilizándose distintos métodos (Camacho y Fernández- Rodríguez, 1997). El renovado interés por el injerto en el Renacimiento llevo a Inglaterra en el siglo XVI, a usarlo de forma general y se sabía que debían hacerse coincidir las capas de cambium, aunque no se conocía la función de este tejido (Camacho y Fernández- Rodríguez, 1997).

El objetivo del injerto es evitar el contacto de la variedad con el suelo, al darse en este las circunstancias que no son favorables para que la planta exprese todas su potencial y cualidades productivas. Los motivos de aislamiento de la variedad del suelo son de naturaleza biótica (patógenos y

parásitos) o abiótica, ligada a las características físicas ( estructura degradada, suelos pesados de difícil regulación de la humedad, poco oxigenados ...), químicas (acumulación de sales, altos contenidos de caliza activa,...) o de ambas al mismo tiempo.

El injerto consiste en la construcción artificial de una nueva planta donde la variedad (apreciada por las características de la cosecha) es soportada, en unión íntima o prolongación, por el porta-injerto o patrón, el cual es capaz de proporcionar nutrientes a la variedad en condiciones adversas del suelo, de forma continuada y arreglado a las necesidades vegetativas y productivas de la planta.

En ocasiones se utilizan plantas injertadas aunque no se den condiciones adversas en el suelo, simplemente como forma de conseguir aumentos cuantitativos y cualitativos de la producción unitaria, debido al mayor vigor conferido por el patrón y una nutrición más equilibrada de la variedad.

La dificultad de manejo de los medios de control y su eficacia parcial, además sumamos la dificultad que hay en introducir genes de resistencia a plagas y enfermedades fúngicas vasculares, productores de traqueo-micosis (producidas por formas especializadas como *Fusarium oxysporum* y sus diferentes razas, o por *Verticillium Dahliae*), las que afectan al cilindro cortical del cuello y las raíces provocando marchitamientos o secas (especies de los géneros *Phytophthora...*), las producidas por nematodos fitopatógenos (*Meloidogyne spp*), las producidas por algunas bacterias o las provocadas por acumulación de microorganismos en el suelo, implicados en los procesos de fatiga del suelo , son las principales causas bióticas que determinan el uso del injerto.

En Japón se comenzaron a utilizar las técnicas del injerto de hortalizas desde el 1914 para prevenir la fusariosis. En 1917, Tachisi en la universidad Agrícola de Nara, publicó la técnica de injerto púa y en 1923, Batanabe describió el método de púa oblicua (Suzuki, 1972). Desde 1947 se utiliza en Europa el injerto de hortalizas en Holanda, Daskaloff, en 1950 preconizó este procedimiento para las cucurbitáceas y solanáceas. Los investigadores de Bravenboer en 1962 fueron el origen del injerto de solanáceas ( Louvet, 1974).

## 2.4.2 PORTAINJERTOS.

El porta-injerto debe reunir las siguientes cualidades:

- Tiene que ser resistente a la enfermedad limitante del cultivo.
- Resistencia o tolerancia a otros patógenos del suelo.
- Vigor y rusticidad. Un patrón vigoroso hace que la planta injertada también lo sea y permite instalar menos plantas por metro cuadrado sin reducir la productividad, reduciendo los costes de implantación notablemente.
- Gran afinidad con la variedad a injertar.
- Buenas características para realizar el injerto
- No modificar la calidad externa e interna del fruto, es decir, que no produzcan sabores extraños ni otras alteraciones.

## 2.3.3 UNIÓN DEL INJERTO.

El éxito del injerto, en buena medida, se debe a una correcta unión del cambium, por tanto debe de haber una buena coincidencia de los tejidos próximos a la capa del cambium que produce callo. El injerto estará limitado entre especies que no tengan dispuesto el cambium en la misma posición.

La afinidad botánica también juega un papel importante en el éxito del injerto, a mayor afinidad mayor probabilidad de éxito. Hay dos tipo de afinidad:

- Afinidad morfológica, de constitución de sus tejidos, es decir, que los haces conductores de las dos plantas a injertar sean similares en cuanto a diámetros y número.
- Afinidad fisiológica o de funcionamiento y analogía de savia, en cuanto a cantidad y constitución (SEA, 1978).

Entre especies hortícolas sólo se injertan las solanáceas (tomate, pimiento y berenjena) y las cucurbitáceas (melón, sandía y pepino). La buena aptitud para el injerto se debe a la extensión del cambium (Louvét, 1974). La secuencia del proceso de unión del injerto es como se sigue (Hartmann y Kester, 1991):

- Se ponen en contacto los tejidos del patrón y injerto de manera que las regiones cambiales de ambos estén estrechamente unidas. Es muy importante que haya unas condiciones de temperatura y humedad optimas para que estimulen el prendimiento en las células de los tejidos puestos en contacto.
- En la zona de unión las células del cambium del patrón y del injerto, se entremezclan formando un tejido de callo. Algunas células del tallo se diferencian en nuevas células del cambium. Originando un 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 forma el callo pueden diferenciarse con facilidad en elementos de tipo traqueidas (Hartmann y Kester, 1991). La unión del injerto se forma por completo mediante células que se desarrollan después que se ha efectuado el injerto. Los contenidos celulares no se mezclan sino que las células producidas por el patrón y el injerto conservan cada una su propia identidad.

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

Durante los cuatro primeros días, hay una alta actividades de división celular y un gran aumento en el numero de traqueidas y en los tres siguientes las traqueideas se diferencias 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.

#### **2.4.6 INCOMPATIBILIDAD O COMPATIBILIDAD.**

La compatibilidad se define como la capacidad de dos plantas diferentes para unirse y desarrollarse satisfactoriamente como una planta compuesta (Miguel, 1993). La diferencia entre injerto compatible e incompatible no está bien definida, pues abarcando desde especies que tienen una relación estrecha y une con facilidad, hasta especies totalmente incompatibles, existe una graduación intermedia que producen soldadura, pero con el tiempo muestran problemas en la unión o es su hábito de crecimiento (Hartmann y Kester, 1991) no se muestra hasta que la planta está bien desarrollada. En general, la compatibilidad se encuentra relacionada con la afinidad taxonómica aunque hay algunas excepciones, como ocurre

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 y Kester, 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 crecimiento entre patrón y variedad.
- Desarrollo excesivo de la unión, arriba o debajo de ella (miriñaque).
- Ruptura por la unión del injerto.

La aparición, de forma aislada, de uno o varios síntomas antes descritos no significa necesariamente que la unión sea incompatible. Estos síntomas pueden ser consecuencia de condiciones ambientales desfavorables, presencia de enfermedades o malas técnicas de injerto (Hartmann y Kester, 1991).

Hay dos tipos de incompatibilidad: localizada y traslocada.

**Incompatibilidad localizada:** depende del contacto entre patrón e injerto. Si se utiliza un patrón intermedio se elimina esta reacción. En este tipo la estructura de 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 del injerto. Debido a las dificultades de traslocación a través del injerto finalmente las raíces mueren por agotamiento (Hartmann y Kester, 1991). Es frecuente encontrar masas de tejido parenquimático en vez de tejidos diferenciados.

**Incompatibilidad traslocada:** no es corregida por un patrón intermedio compatible. Se produce una 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 y Kester, 1991).

La incompatibilidad está relacionada con formas genéticas entre patrón y 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 los 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 la superficie de 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 y Kester, 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 la acción de 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*, 1986; Parkinson *et al*, 1987).

#### **2.4.4 FACTORES QUE INFLUYEN EN LA UNION DEL INJERTO.**

- Temperatura: Tiene efecto en la formación del tejido del tallo. La consolidación del injerto requiere una determinada temperatura que oscila entre los 15-30°C siendo la óptima entre 22 y 25° C. Las temperaturas superiores a 30°C aceleran la unión pero su consolidación es muy deficiente y puede malograrse en el campo. Tampoco se debe de bajar de una mínima de 15°C (Hartmann y.Kester, 1991).
- Humedad: La humedad es importante cuando se está formando el tallo para que no se deseque la superficie de los cortes realizados, y la cicatrización sea buena. La presencia de una película de agua sobre la superficie de encallamiento es más estimulante para la cicatrización que mantener al 100% la humedad relativa. Las células muy turgentes son capaces de dar un callo abundante que aquellas que están en condiciones de marchited (Hartmann y Kester, 1991). La humedad debe estar entre 80 y 90% siempre elevada, pues en caso contrario la buena cicatrización son reducidas.
- Zona de contacto: A mayor superficie de contacto entre el patrón e injerto más facilidad de ensamblaje, pero también la formación del callo será más lenta. Los cortes de 1-1.5 cm son los más idóneos. Una reducida superficie de contacto puede producir el colapso de la planta injertada, aunque la cicatrización haya sido buena, debido a la falta de movilidad de agua, este efecto se notara cuando la planta tenga un desarrollo importante.

- Compatibilidad: tanto patrón y variedad a injertar ha de ser completamente compatibles y los tallos de similar grosor, como ya se mencionó anteriormente.
- Oxígeno: Para la producción del tejido del callo es necesaria la presencia de oxígeno en la zona de unión, debido a que en la zona de unión hay un gran número de células en división y crecimiento que va 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 la unión (Hartmann y Kester, 1991).
- Actividad de crecimiento del patrón: La actividad cambial se debe al estímulo de auxinas y giberelinas producidas por las yemas en 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, debe dejarse algún órgano por encima del injerto, que actúa de sumidero (Hartmann y Kester, 1991).
- Técnicas de injerto: Si se pone en contacto sólo 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 éste alcance un desarrollo importante, una unión tan escasa impedirá el movimiento suficiente del agua y se producirá el colapso de la planta injertada (Hartmann y Kester, 1991). La elección de la correcta técnica de injerto es muy importante a la hora de aumentar el éxito en la unión.
- Contaminación con patógenos: En ocasiones entran en las heridas, producidas al injertar, bacterias y hongos que causan la pérdida del injerto (Hartmann y Kester, 1991). Prevenir estas infecciones, agua limpia y manos limpias, es uno de los secretos del injerto (Suzuki, 1972). El control químico de las infecciones estimula la cicatrización de las uniones.

Hay que tener mucho cuidado que no entren patógenos, a través de las heridas causadas que nos causen la pérdida del injerto. El empleo de fitorreguladores de crecimiento como combinaciones de auxinas y ácido abscísico en la formación del tallo no han obtenido resultados prácticos.

El control de las condiciones ambientales en la fase posterior del injerto, adquieren una gran importancia, el patrón y la variedad no pueden marchitarse, tenemos que mantener una humedad adecuada, en el caso de injerto de púa o empalme, la variedad se marchita con suma facilidad. La temperatura también debe de ser la adecuada para que la cicatrización sea correcta.



Figura 15. Planta de pimiento injertada.

### 2.3.6 INTERACCIÓN PATRON-VARIEDAD.

Las modificaciones del comportamiento de la variedad por efecto del patrón pueden ser producidas por:

- Reacciones de incompatibilidad.
- Resistencia a enfermedades.
- Tolerancia a ciertas características del clima y suelo.
- Interacciones específicas entre patrón y variedad que produzcan alteraciones de desarrollo de la planta, tamaño del fruto, calidad, etc (Hartmann y Kester, 1991)

La interacción entre patrón e injerto, la posible modificaciones del crecimiento, floración y fructificación de la planta injertada se debe a tres factores (Hartmann y Kester, 1991).

- Absorción y utilización de nutrientes.
- Traslocación de nutrientes y agua.
- Alteraciones en factores de crecimiento endógenos.

#### **2.4.7 PROCEDIMIENTO GENERAL EN EL INJERTO DE HORTICOLAS.**

Dependiendo de la especie hortícola que se va a sembrar, se siembra la variedad antes o después del portainjertos dependiendo de este y generalmente se siembran variedad y patrón en bandejas separadas.

El injerto se realiza aproximadamente cuando el patrón tiene como mínimo una o dos hojas verdaderas como mínimo, que se eliminan posteriormente. Todos estos procesos se realizaran en los talleres destinados a ese fin.

Podemos dividir en dos grandes un grupos los injertos que se están realizando, un grupo es al que se les deja la raíz al patrón y la variedad durante los procesos de prendimiento y endurecimiento, que es el caso del injerto de aproximación, y el otro grupo son los tipos de injertos que solo se dejan el sistema radicular del patrón desde el primer momento del injerto, estos son el injerto de púa y empalme.

La fase de prendimiento va desde que se realiza el injerto hasta los cuatro o cinco días después de su realización, el control de humedad, luminosidad y temperatura es esencial en este periodo. Dependiendo los requerimientos del tipo de plante que se injerta, tipo de injerto y época del año en que se realiza.

La fase de endurecimiento es una fase de aclimatamiento de las plantas (posterior al injerto) a las condiciones en las que se van a cultivar posteriormente.

La fase de trasplante es el paso de la planta al terreno de asiento definitivo, los cuidados son similares a los anteriores, aunque hay q tener cuidado de que el injerto no se rompa por la unión debido al transporte o movimientos bruscos y cuidar que la unión quede al aire libre para evitar el franqueo de la variedad o evitar que se pudra.

### **2.3.8 MÉTODOS DE INJERTO EN PIMIENTO.**

En pimiento, en la actualidad se le aplican dos tipos de injertos, de empalme y de púa, aunque es el de empalme el más utilizado. Las operaciones de injerto son para cada uno de dichos injertos las siguientes:

- Injerto de empalme: Se cortan todos los brotes del patrón de una misma bandeja por debajo o por encima de las hojas cotiledonales a 2.5 - 3 cm de altura desde la base del tallo y entre la 3ª y 4ª hoja con un ángulo aproximado de 45° al objeto de aumentar la superficie de contacto y facilitar la cicatrización y con una hendidura de hasta una profundidad de 1,5 cm. Hay que tener en cuenta que el tallo del patrón queda a poca altura del suelo y existe la posibilidad de enraizamiento de la variedad injertada.

Se colocan las pinzas de injertar o tubos de silicona en los tallos seccionados cubriendo la superficie que se va a unir con el injerto. A continuación se cortan las plantas de la variedad a injertar, por lo menos con 2-3 hojas verdaderas, por encima o por debajo de las hojas de las hojas de los cotiledones, dejando 1.5-2 cm de tallo y con ángulo de 45°C similar al corte del porta-injerto y una hendidura similar al patrón.

Una vez realizada la unión se introduce dentro de la pinza, para facilitar el contacto de la corteza con el cilindro medular de uno u otro tallos, hasta dejarlos bien acoplados a fin de favorecer el prendimiento y la cicatrización.

Completa una bandeja de plantas injertadas se colocan en la cámara de prendimiento, humedeciendo previamente las plantas con ligera pulverización de agua, se cubren con una lámina de plástico, manteniendo una luminosidad indirecta. Al 4º o 5º día ya se aprecia la soldadura y al 6º día ya está prácticamente consolidado.



Figura 16 y 17. Injerto en pimiento.

- Injerto de púa: se siembra el portainjertos en bandeja unos 4-5 días antes de la variedad a injertar para que adquiera suficiente grosor y facilite el ensamblamiento de la púa. Se decapita el patrón cuando este tenga entre 3-4 hojas verdaderas y se hace una hendidura en el centro hacia debajo de 1-1.5 cm de profundidad.

A continuación se coloca un tubo de polietileno transparente específico para cubrir la citada hendidura.

En la variedad a injertar el brote se corta y se hace una incisión en bisel a 1.5 cm por debajo de las 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 al injerto. Al igual que el anterior injerto se llevan las plantas recién injertadas a la cámara de cicatrización.

### 2.4.9 PATRONES UTILIZADOS EN PIMIENTO.

Aunque aún continúan los ensayos de portainjertos hay empresas que han conseguido comercializar portainjertos, la mayoría de *Capsicum anuum* cruzados con diferentes especies de *Capsicum*. Entre los mas empleados tenemos:

➤ Atlante (Ramiro Arnedo).

Este patrón favorece el desarrollo radicular y tiene una gran afinidad con las diferentes variedades de pimiento con un buen desarrollo radicular que da gran vigor y frondosidad a la planta. Presenta buena tolerancia a los problemas de asfixia radicular y a patógenos como *phytophthora* y nematodos, y presenta resistencia al virus del mosaico del tabaco (TMV).

➤ Brotus (Gautier).

Confiere a la planta un buen vigor, con un buen sistema radicular, indicada en suelos con fuertes ataques de *Phytophthora capsici*, virus y nematodos. Presenta alta resistencia al virus del mosaico del tomate ( ToMV y resistencia intermedia a nematodos).

➤ Patrón (Clause).

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

➤ Tresor (Nunhems).

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

➤ AKX 267 (Akira seed).

Porta-injertos especialmente indicado para suelos muy cultivados y con problemas de hongos y nematodos. Presentan alta tolerancia a *verticillium* y *fusarium* razas 1 y 2 y a nematodos.

➤ AKX 281 (Akira seed).

Es un porta-injertos apto para injertar variedades de pimientos tanto dulces como picantes, con alta tolerancia a *Phytophthora* y al Virus del Mosaico del Pepino (CMV), así como resistencia intermedia al Virus del Mosaico del Tabaco (TMV).

➤ AKX 299 (Akira seed).

Porta-injerto híbrido que presenta buena compatibilidad con la mayoría de las variedades de pimiento. Alta tolerancia a *Verticillium* y a nematodos así como media tolerancia al Virus del Mosaico del Tabaco (TMV).

### 2.3.10 IMPORTANCIA DEL INJERTO DE PIMIENTO.

Apenas existen referencias y estudios sobre injerto en pimiento con lo cual existe un gran desconocimiento. Ha sido la prevención de la “seca” del pimiento, ocasionada por *Phytophthora capsici*, la causa de injertar esta especie.

El pimiento solo es compatible con otros *Capsicum*. Presenta mala afinidad con otras solanáceas e incluso con algunos taxones de una 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.

Los objetivos que se persiguen son incrementar la productividad de cultivares con frutos de gran calidad y características exigidas por el consumidor debido a su forma o sabor. El desarrollo del injerto en esta planta está siendo lento debido a resolución que se tiene de los problemas de patógenos del suelo y compatibilidad.

### 3. MATERIAL Y MÉTODOS.

#### 3.1. SITUACIÓN DE LA FINCA EXPERIMENTAL.

El ensayo se llevó a cabo en la Fundación Finca Experimental UAL-ANECOOP, situada en el paraje “Los Goterones” de la localidad de Retamar, polígono 24, parcela 281, perteneciente al término municipal de Almería. Sus coordenadas geográficas son: longitud 2,1708°O y latitud 36,5177°N. En la siguiente figura se señala la localización de la finca. (Fig. 18).



Figura 18. Localización de la finca UAL-ANECOOP.

#### 3.2. INSTALACIONES Y EQUIPAMIENTOS DE LA FINCA.

La extensión total de la finca experimental es de 110000 m<sup>2</sup> de los cuales hay urbanizados sobre unos 80000 m<sup>2</sup> y construidos alrededor de 50000 m<sup>2</sup>. La finca dispone de veintiséis módulos de invernadero (Fig.19) que constan de diferentes características estructurales, dotados de varios niveles de tecnología de vanguardia.



Figura 19 . Distribución en planta de la Finca Experimental UAL-ANECOOP.

La fotografía que aparece a continuación (Fig. 20), muestra una vista panorámica de la finca, con todos sus componentes estructurales.



Figura 20. Panorámica de la finca experimental UAL-ANECOOP.

La superficie total de 11 ha se divide en dos grandes zonas, una de ellas destinada a trabajos de experimentación y otra a ensayos de investigación. Dispone también de una serie de instalaciones auxiliares y equipamientos para uso común, entre las que se encuentran tres balsas de riego y tres naves de servicio para la gestión de los invernaderos, en donde se sitúan oficinas, laboratorios de campo, sala de cámaras de cultivo y de cámaras frigoríficas, cabezales de riego, calderas, taller y comedor.

### 3.3. CARACTERÍSTICAS DEL INVERNADERO.

El módulo asignado fue el invernadero U6 tipo multitúnel con suelo arenado (Fig. 22), compuesto por cinco túneles de 8 m de ancho y 45 m de largo que lo dotan de 1800 m<sup>2</sup> de superficie. El arco de cada túnel posee una altura cenital de 5,7 m y una altura a la canal 4,5 m (Fig.21), consiguiendo así una estructura alta que proporciona una mayor inercia ambiental al recinto (temperatura, humedad, composición del aire) y por la cual las variaciones son más suaves. Este invernadero tiene a su vez elementos auxiliares como dobles cubiertas o pantallas.



*Figura 21. Dimensiones del invernadero.*



*Figura 22 . Suelo arenado sin cultivo.*

La cubierta plástica del techo es de polietileno térmico tricapa de 800 galgas, de tres campañas de duración, traslucido, protegido en su parte superior con unas cintas de poliéster de 4 cm de ancho que están montadas de modo cruzado en zig-zag (2 cintas por cada 2,5 m lineales de túnel) (Fig. 23). Los frontales y laterales están cerrados con malla plástica (Fig. 24 ).



Figura 23. Vista de las cintas de poliéster.



Figura 24. Vista lateral del invernadero.

El invernadero dispone de ventilación a través de cinco ventanas supercentrales de 40 m de longitud y 2,5 m de anchura (Fig. 25) que lo dotan de una superficie ventilable del 27,7 % y se protege con malla de 20 x 10 hilos/cm<sup>-1</sup> para evitar la entrada de insectos al mismo. A la hermeticidad de la estructura multitúnel se le unen dos dobles puertas (Fig. 26).



Figura 25 . Vista de las ventanas supercentrales.



Figura 26 . Sistema de doble puerta.

### 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 y de impulsión de la solución final hacia el cultivo, todo ello controlado mediante ordenadores y paneles de mandos.

**BALSAS.**-En la finca se encuentran dos balsas de materiales sueltos y cubierta de polietileno negro con una capacidad de 5000 m<sup>3</sup> cada una. Ambas balsas están techadas con geotextil de color negro para evitar pérdidas por evaporación, y

formación y proliferación de algas. Se dispone también de una balsa que almacena aguas pluviales y una balsa que contiene aguas ozonificadas procedentes de la depuradora de agua de Almería gestionada por la Comunidad de Regantes de Cuatro Vegas. (Figs. 27 y 28)



Figuras 27 y 28 . Detalle de las balsas con aguas de lluvia y ozonificadas de la depuradora de Almería.

Cada una de las balsas posee una bomba multicelular cuya función es el bombeo del agua hasta el tanque de mezclas, situado en el cabezal. La balsa del agua pluvial contiene además un variador de velocidad de giro en su bomba que permite mezclar el agua de ambas balsas en función de las preferencias que se tengan en base al parámetro de conductividad eléctrica del agua.

Una vez se mezcla el agua, se canaliza al cabezal de riego, siendo previamente filtrada a través de dos filtros de arena (Fig. 29) y posteriormente dos filtros de anillas (Fig. 30). El volumen de riego consumido se registra mediante un caudalímetro situado aguas arriba del cabezal.



Figura 29. Filtros de arena.



Figura 30. Filtros de anillas

**SISTEMAS DE INYECCIÓN DE FERTILIZANTES.**-El agua llega a los compactos de dosificación de fertilizantes a través de un tanque de mezclas con capacidad de 200 L (Fig. 63) provisto de una bolla para mantener su nivel, sobre el que se inyecta la proporción designada de cada uno de los tanques de solución madre con 1000 litros de capacidad.

Para que la proporción de los fertilizantes sea lo más exacta posible se ha incorporado un sistema que consta de seis piezómetros, cada uno lleno del fertilizante correspondiente a su tanque (Fig. 31). Para su impulsión hacia el tanque de mezclas cada piezómetro está acompañado de una bomba inyectora. A continuación el ordenador comanda la electroválvula correspondiente para que la solución madre anterior, pase al tanque de mezclas dependiendo de un intervalo de tiempo de apertura.



*Figura 31. Tanque de mezcla de fertilizantes.*



*Figura 32. Tanques de solución madre.*

**SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN.**-La solución nutritiva final procedente del tanque de mezclas, se impulsa mediante una electrobomba de riego (3 CV), siendo conducida a través de un filtro de anillas, y distribuyéndose posteriormente al invernadero mediante una red de tuberías de PVC de 60 mm de diámetro. El control del servicio del agua se hace mediante el uso de electroválvulas independientes.

Dentro del invernadero hay una electroválvula para cada uno de los cuatro sectores de riego en los que éste se divide. Estos sectores se subdividen a su vez en doce subsectores. A través de los portarramales y portagoteros la solución final sale por los goteros para ser incorporada al cultivo.

El invernadero consta de un total de doce subsectores originales de riego. El tablar norte está constituido por seis sectores con 54 ramales portagoteros o 26 líneas dobles y dos líneas simples en los extremos que llevan incorporados 41 goteros/ramal, obteniéndose un total de 2178 goteros (Fig. 33). El tablar sur dispone igualmente de 54 ramales y dos líneas simples en los extremos llevando incorporados 33 goteros/ramal, lo que constituye un total de 1746 goteros en el tablar. Esto implica que hubiese 9 ramales portagoteros por cada abonadora.

Aunque cada tablar tiene una abonadora (Fig. 34) para este experimento, las soluciones nutritivas se prepararon en tanques de fibra de vidrio, con una capacidad cada uno de ellos de 2000 litros, aplicados por un cabezal de riego automático...



Figura 33 . Abonadora.



Figura 34. Ramales portagoteros.

La separación de ramales portagoteros colocados en líneas pareadas es de 0,6 m entre ambas y 1,06 m de separación entre ramales en pasillos (Fig. 35). Los goteros instalados son de tipo autocompensante de  $3,0 \text{ L} \cdot \text{h}^{-1}$  de descarga, manteniendo un caudal constante trabajando entre  $1,0$  y  $3,5 \text{ kg} \cdot \text{cm}^{-2}$ . El marco de los goteros en ambos tablares es de  $0,84 \text{ m} \times 0,5 \text{ m}$ , por lo que se obtiene una densidad de goteros de  $2,38 \text{ goteros/m}^2$ .

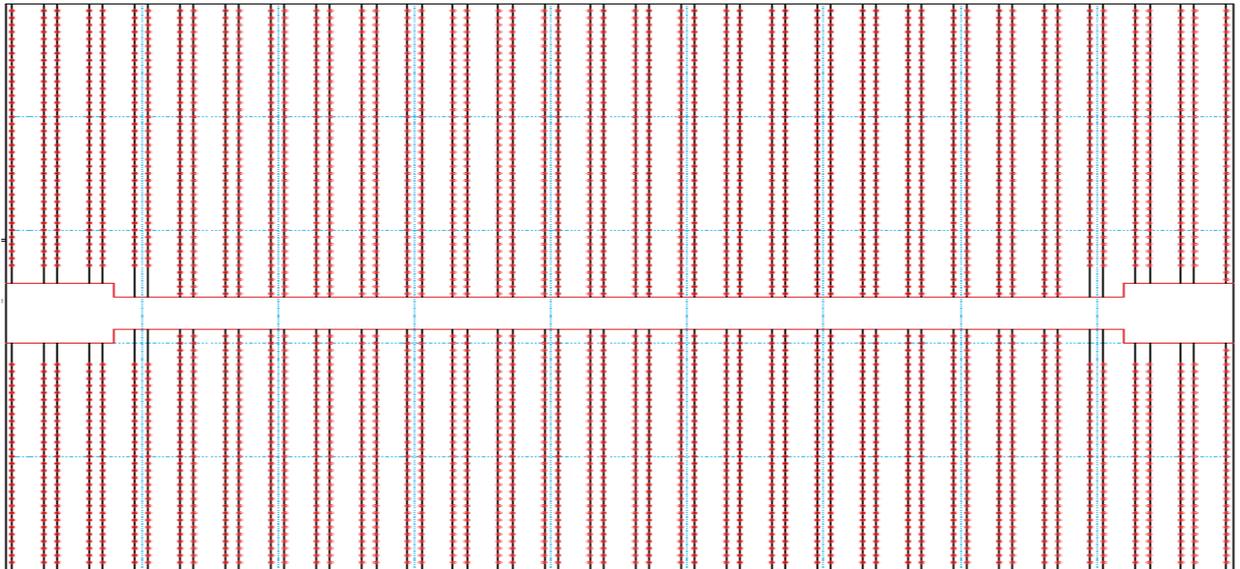


Figura 35. Plano distribución de sectores y goteros.

### 3.5 CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO.

#### 3.5.1. TOMA DE MUESTRAS.

Para realizar una correcta toma de muestras es necesario que el recipiente sea preferentemente de plástico y de 1 litro de capacidad aproximadamente. La muestra debe ser representativa y para ello, debe transcurrir el menor tiempo posible entre la toma y el análisis (menos de 1 semana). Si se van a conservar, debe hacerse en una nevera a unos 4 °C aproximadamente.

Debe acompañar a la muestra un boletín informativo con datos sobre el origen del agua, localización, cultivo al que va destinada, características de los suelos a regar como: permeabilidad, sales, estructura, etc., y cualquier otro dato que pueda ser interesante para evaluar la calidad del agua (Cadahía C., 2005).

### 3.5.2. SALINIDAD Y SODIO.

Tabla 2.- Sales aportadas por el agua de riego.

PARAMETRO	RESULTADO
Cloruro (mg/l)	228,34
<b>Sodio (mg/l)</b>	<b>173,28</b>
SAR	3,98
Conductividad Eléctrica a 20°C	
( $\mu\text{S/cm}$ )	1938

A partir de datos de conductividad y del índice de SAR, siguiendo con los normas Riverside, se trata de un agua de tipo C 3 S1, agua de salinidad alta que puede utilizarse para el riego de suelos con buen drenaje, empleando volúmenes de agua para lavar el suelo y utilizando cultivos muy tolerantes a la salinidad. El contenido de sodio en el agua de riego es bajo, apta para riegos en la mayoría de los casos, a excepción de cultivos sensibles al sodio.

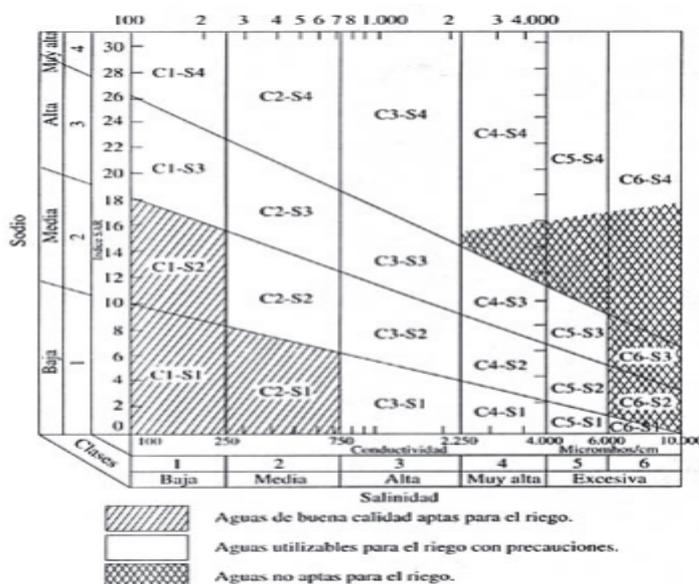


Figura 36. Normas Riverside para la clasificación del agua de riego en función de la relación de adsorción de sodio (RAS) y de la salinidad (CE).

Atendiendo al valor del SAR el agua no presenta riesgo de alcalinización, según la clasificación de WILCOX para una proporción de sodio de 34,01% la conductividad de 1938  $\mu\text{S/cm}$ , es un agua de calidad buena admisible.

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

El aporte de sales calculado es de 1,24 g / L y una presión osmótica de 0,70 atm. Esto nos indica que hay un aporte de sales bajo y por tanto producirá un presión osmótica baja. Este cálculo teórico dependerá luego del suelo. Si el suelo es salino, el agua puede contribuir a disminuir el problema de la salinidad, pero ni son lo es, puede inducir salinidad en el suelo, si la textura es muy fina.

Tabla 3.- Aportes de sales por el agua de riego y potencial osmótico.

PARAMETRO	RESULTADO	VALOR PARAMETRICO		
Residuo calculado (g/l)	1,24	Aporte de sales		
		Bajo	Medio	Alto
		< 0,16	0,16-0,96	> 0,96
presión osmótica (atm)	0,7	Calificación		
		Bajo	Moderada	Alta
		< 0,10	0,10-0,54	> 0,54

### 3.5.3. TOXICIDAD POR IONES.

Se trata de un agua con una concentración de cloruros media y una concentración de sodio media. El resto de elementos tóxicos evaluados están por debajo de los niveles que pueden producir fenómenos de toxicidad.

Tabla 4.-Toxicidad por iones.

PARAMETRO	RESULTADO	CLASIFICACIÓN			INTERPRETACIÓN
		BAJO	MEDIO	ALTO	
Cloruro (meq/l)	6,44	< 4	4-10	> 10	MEDIA
Sulfato (meq/l)	10,73	< 10	10-15	> 15	MEDIA
cobre (mg/l)	-	-	-	> 0,2	-
Zinc (mg/l)	-	-	-	> 2,0	-
Manganeso (mg/l)	-	-	-	> 0,2	-
Hierro (mg/l)	-	-	-	> 5,0	-
Boro( mg/l)		< 0,3	0,3-1,3	> 1,3	Cultivos Sensibles
		< 0,7	0,7-2,5	> 2,5	Cultivos Sensibles
		< 1,0	1,0-3,8	> 3,8	Cultivos Sensibles

### 3.5.4. DUREZA DEL AGUA, pH y MICROELEMENTOS.

El uso de aguas salinas induce al 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 estos 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.

Tabla 5.- Dureza del agua, pH y microelementos.

PARAMETRO	RESULTADO	VALOR PARAMÉTRICO		INTERPRETACIÓN	
Dureza ° HTF	71,77	< 7	Muy dulce		
		7 - 14	Dulce		
		14 - 22	Semiblanda		
		22 - 32	Semidura		
		32 - 54	Dura		
		> 54	Muy dura		
pH (udes, pH)	7,7	6,5 - 8,5			
Bicarbonatos (meq/l) (alcalinidad)	5,2	Bajo	Moderado	Alto	Muy alto
		< 1,5	1,5 - 4,5	4,5 - 8	> 8
Interpretación		Bajo	Medio		Alto
Hierro (mg/l)	-	0,1	0,1 - 1,5		1,5
Manganeso (mg/l)	-	0,1	0,1 - 0,5		0,5

### 3.5.5 APOORTE 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.

Tabla 6.- Nutrientes aportados por el agua de riego.

PARAMETRO	RESULTADO	VALOR PARAMETRICO			
Nitrato (meq/l)	0,36	Bajo	Moderado	Alto	Muy alto
		< 0,15	0,15-0,8	0,8-1,6	> 1,6
Gramos de Nitrógeno aportados	4,98				

### 3.6. RESUMEN DE PROGRAMACION DE RIEGO.

- **Resultados finales de la aplicación de riego durante el ciclo de cultivo.**

Desde el trasplante el 20/02/2011 al arranque del cultivo, se dieron un total de 131 riegos, con una duración media de 36 minutos al día. EL pH y la CE medias obtenidas es de 5,77 y 2,57 ds/m (tabla 7).

Tabla 7.- Riegos tatoes del invernadero U6.

RIEGOS TOTALES INVERNADERO U6	
Nº DE RIEGOS TOTALES	131
Duración total (horas)	80
Duración del tiempo Medio de riego/día (min)	36,4
Volumen de agua total (m <sup>3</sup> )	713,8
Volumen medio de agua/ riego (m <sup>3</sup> / riego)	5,449
Ph medio deseado	5,8
Ph medio obtenido	5,77
CE media deseada ( ds/m)	2,57
CE media obtenida( ds/m)	2,69

#### 3.6.1. CONCENTRACIÓN DE TANQUES.

La siguiente tabla ( Tabla 8) muestra la concentración de los tanques, a partir de la cual se calcularon los porcentajes de inyección, para las distintas fases de desarrollo del cultivo. La concentración se mantuvo constante a lo largo de todo el ciclo de cultivo.

La solución madre se preparó en cinco tanques, cuatro tanques para soluciones nutritivas y uno mas pequeño para el ácido.

Tabla 8.- concentraciones de los tanques.

TANQUE	FERTILIZANTE	CANTIDAD (Kg)
A	Sulfato Potásico + Sulfato Magnésico	100 + 12,5
B	Nitrato Cálculo + Microelementos	100 + 2
C	Nitrato Potásico	100
D	Ácido Fosfórico	70
Acido	Ácido Nítrico	60

### 3.6.2 FERTILIZACIÓN.

A continuación se muestra el plan de fertilización llevado a cabo mes a mes, desde el trasplante al arranque del cultivo.

Tabla 9.- Plan de abonado mensual (kg).

M.PRIMA	Cantidad de fertilizante aportado (Kg)				
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO
NITRATO CALCICO	5,1	33,1	17,8	44,3	44,3
SULFATO POTÁSICO	1,9	15	13,4	33,3	33,3
NITRATO POTÁSICO	1,9	12	8,9	22,2	22,2
ÁCIDO FOSFORICO	0,9	10,8	6,2	0	0
ÁCIDO NÍTRICO	0,8	8,4	5,4	13,3	13,3
SULFATO MAGNÉSICO	0,6	3	4,5	0	0
NUTRIGEO MIX	0,1	0,2	0,4	0,9	0,9

M.PRIMA	Cantidad de fertilizante aportado (kg)				
	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE
NITRATO CALCICO	64,2	110,3	42	26	0
SULFATO POTÁSICO	53,5	73,6	21,1	6,5	0
NITRATO POTÁSICO	32,1	0	22,6	19,5	0
ÁCIDO FOSFORICO	30	29,4	13,3	4,6	0
ÁCIDO NÍTRICO	25,7	17,2	12,4	7,8	0
SULFATO MAGNÉSICO	10,7	0	0	3,3	0
NUTRIGEO MIX	1,3	2,2	1,1	0,5	0

La siguiente tabla muestra la aportación total de fertilizante durante el ciclo de cultivo.

Tabla 10. Abonado total aplicado en el ciclo de cultivo.

M.PRIMA	TOTAL	Kg
NITRATO CALCICO	300,8	Kg
SULFATO POTÁSICO	270,8	Kg
NITRATO POTÁSICO	170,2	Kg
ÁCIDO FOSFORICO	81,9	Kg
ÁCIDO NÍTRICO	78,6	l

<b>SULFATO MAGNÉSICO</b>	<b>22,1</b>	<b>Kg</b>
<b>NUTRIGEO MIX</b>	<b>5,6</b>	<b>Kg</b>

### 3.7. TRATAMIENTOS AEREOS.

A las plantas se les aplicaron varios productos químicos mediante tratamiento aéreo (tabla 24). Los productos utilizados y sus funciones fueron los siguientes:

- Droxicur: Alternaria, mildiu, antracnosis y septoria.
- Teppeki: Pulgones.
- Spintor: Frankliniella occidentalis, Heliotis, spodoptera.
- Ninja: Tuta absoluta.
- Merit: oidiopsis.
- Match 5EC: Trips, heliotis, spodoptera.
- Belthirul: Orugas.
- Azufril flow: Ácaros, araña roja, oideo, oidiopsis.
- Plenum 25: mosca blanca, pulgones.
- Steward: orugas.
- Domark Evo: oideo

Tabla 11.- Tratamientos aéreos.

FECHA	PRODUCTO	MATERIA ACTIVA	DOSIS	CANTIDAD	UD
12/03/2011	DROXICUPER	HIDROSIDO CUPRICO 50% WP P/P	0,17	600	ml
26/03/2011	TEPPEKI	FLONICAMID 50%	0,001	42	g
	SPINTOR	SPINOSAD 48% (SC) P/V		0,08	l
05/04/2011	ARCHI RADICULAR			1,2	l
05/05/2011	NINJA	LAMBDAALOTRINA	0,15	800	g
	MERIT	TRIADIMENOL 25% (EC) P/V	0,04	220	g
	MATCH 5 EC	LEFENURON 5% (EC) P/V	0,04	220	ml
	BELTHIRUL	BACILLUS THURINGIENSIS KURSTAKI 32% (32 MILL. DE U.I./g) [WP] P/P	0	0,23	Kg
12/05/2011	AZUFRILO FLOW	AZUFRE 80% [SC] P/V	0,28	500	ml
	PLENUM 25 WP	PIMETROZINA 50% [WG] P/P	0,08	140	g
07/06/2011	BELTHIRUL	BACILLUS THURINGIENSIS KURSTAKI 32% (32 MILL. DE U.I./G) [WP] P/P	0	0,3	Kg
	BACILLUS THURINGIENSIS	BACILLUS THURINGIENSIS KURSTAKI 32% (32 MILL. DE U.I./G) [WP] P/P	0	0,3	Kg
17/06/2011	STEWART	INDOXACARB 30% [WG] P/P		130	g
	BACILLUS THURINGIENSIS	BACILLUS THURINGIENSIS KURSTAKI 32% (32 MILL. DE U.I./G) [WP] P/P	0	0,3	Kg
	BELTHIRUL	BACILLUS THURINGIENSIS KURSTAKI 32% (32 MILL. DE U.I./G) [WP] P/P	0	0,2	Kg
30/06/2011	BACILLUS THURINGIENSIS	BACILLUS THURINGIENSIS KURSTAKI 32% (32 MILL. DE U.I./G) [WP] P/P	0	0,27	Kg
	BELTHIRUL	BACILLUS THURINGIENSIS KURSTAKI 32% (32 MILL. DE U.I./G) [WP] P/P	0	0,27	Kg
	DOMARK	TETRACONAZOL 12,5% [ME] P/V		0,15	l
08/07/2011	OLPOT		0,72	1300	ml
	BELTHIRUL	BACILLUS THURINGIENSIS KURSTAKI 32% (32 MILL. DE U.I./G) [WP] P/P	0	0,4	Kg
	BACILLUS THURINGIENSIS	BACILLUS THURINGIENSIS KURSTAKI 32% (32 MILL. DE U.I./G) [WP] P/P	0	0,2	Kg
21/07/2011	AZUFRILO FLOW	AZUFRE 80% [SC] P/V	0,67	1200	ml
	STEWART	INDOXACARB 30% [WG] P/P	0,09	170	g
	BELTHIRUL	BACILLUS THURINGIENSIS KURSTAKI 32% (32 MILL. DE U.I./G) [WP] P/P	0	0,25	Kg
02/08/2011	PLENUM 25 WP	PIMETROZINA 50% [WG] P/P	0,01	160	g
	SPINTOR	SPINOSAD 48% (SC) P/V	0	0,09	l
03/08/2011	NINJA	LAMBDAALOTRINA	0,56	1000	g
	TEPPEKI	FLONICAMID 50%	0,04	70	g
	SPINTOR	SPINOSAD 48% (SC) P/V	0	0,1	l
13/08/2011	STEWART	INDOXACARB 30% [WG] P/P	0,07	250	g
	BACILLUS THURINGIENSIS	BACILLUS THURINGIENSIS KURSTAKI 32% (32 MILL. DE U.I./G) [WP] P/P	0	1	Kg
	NUTRAMIN GEL		0	1	Kg
	BELTHIRUL	BACILLUS THURINGIENSIS KURSTAKI 32% (32 MILL. DE U.I./G) [WP] P/P	0	0,75	Kg
23/08/2011	BELTHIRUL	BACILLUS THURINGIENSIS KURSTAKI 32% (32 MILL. DE U.I./G) [WP] P/P	0	0,55	Kg
	BACILLUS THURINGIENSIS	BACILLUS THURINGIENSIS KURSTAKI 32% (32 MILL. DE U.I./G) [WP] P/P	0	0,51	Kg
	AZADIRACTINA	AZADIRACTINA 3%. L	0	0,3	l
	SPINTOR	SPINOSAD 48% (SC) P/V	0	0,1	l

Durante el ciclo de cultivo se realizaron sueltas de insectos auxiliares beneficiosos para el cultivo, actuando sobre ciertos organismos perjudiciales para las plantas, como mosca blanca y trips.

Insectos auxiliares	Ind/m
<i>Orius laevigatus</i>	3
<i>Amblyseius swirski</i>	60

Tabla 12. Dosis de sueltas insectos auxiliares.

### 3.8 CONDICIONES CLIMATICAS

#### 3.8.1 CONDICIONES INTERNAS.

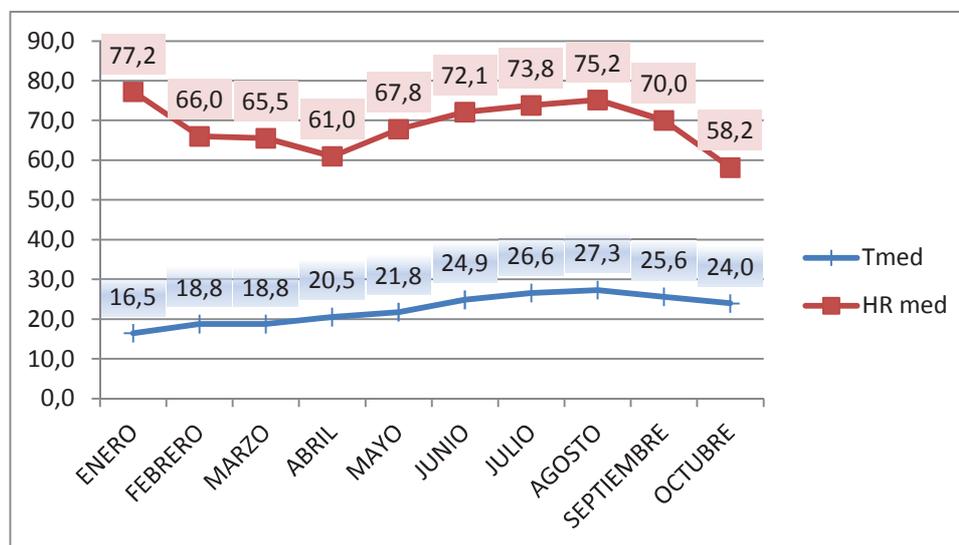
Los datos climáticos del interior del invernadero son las medias mensuales de humedad relativa en % y la temperatura en °C, estos datos se registraron diariamente por la estación metereológica serie meteodata 3000c.

Tabla 13 .- Temperaturas y humedades medias mensuales del interior del invernadero.

	TI	HRI
ENERO	16,5	77,2
FEBRERO	18,8	66,0
MARZO	18,8	65,5
ABRIL	20,5	61,0
MAYO	21,8	67,8
JUNIO	24,9	72,1
JULIO	26,6	73,8
AGOSTO	27,3	75,2
SEPTIEMBRE	25,6	70,0
OCTUBRE	24,0	58,2

A continuación se muestran los datos desde Enero (mes del trasplante) hasta octubre mes del la última recolección.

Figura 37.-Gráfico de las medias mensuales de temperatura y humedad interior.



#### 3.8.2 CONDICIONES EXTERNAS.

Los datos exteriores del invernadero son las medias mensuales de los registros diarios del programa climático del invernadero y son la temperatura exterior en °C y la humedad relativa %.

Tabla 14.- Temperaturas y humedades medias mensuales del exterior del invernadero.

	Tª Int	HR media
ENERO	20,3	67,1
FEBRERO	13,0	67,4
MARZO	14,2	69,2
ABRIL	18,4	62,0
MAYO	20,6	62,8
JUNIO	22,8	70,3
JULIO	25,1	69,3
AGOSTO	26,5	67,4
SEPTIEMBRE	24,1	68,2
OCTUBRE	20,9	65,9

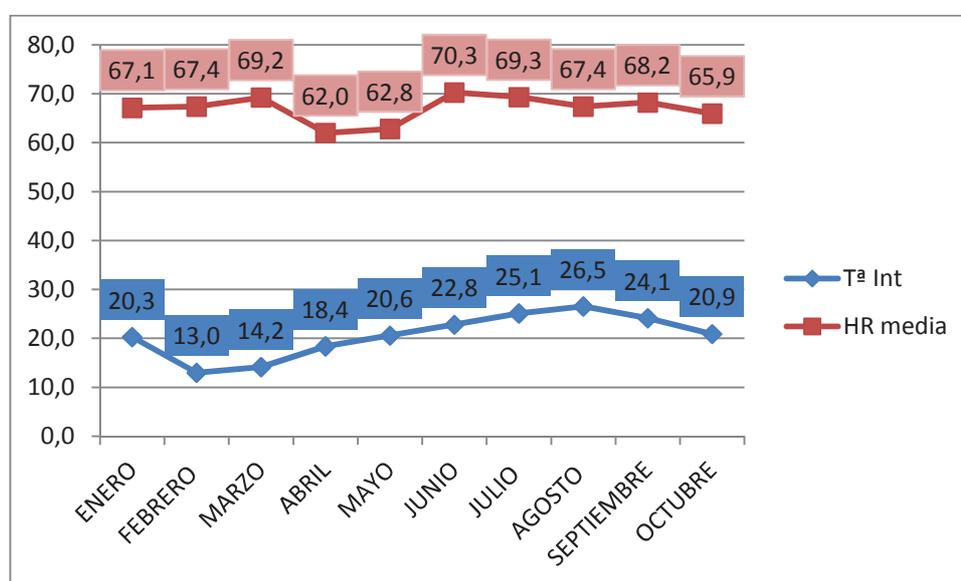


Figura 38.-Gráfico de las medias mensuales de temperatura y humedad interior.

### 3.9 MATERIAL VEGETAL.

La especie empleada en este ensayo fue *Capsicum annum* L. cv. “Urano”. Se trata de un pimiento cuerno rojo de tipo dulce italiano, con ciclo de cultivo medio-precoc recomendado para plantaciones de Junio-abril dependiendo de la zona (Figs. 39 y 40).

Es una variedad muy rustica, de vigor intermedio y con entrenudos cortos. Es una planta altamente productiva, mantiene una elevada floración incluso en tallos superiores, se adapta a la perfección a un ciclo largo y a los trasplantes de Otoño-invierno. Sus frutos tienen un aspecto muy regular, con un color rojo brillante y con un

característico peciolo largo, mide entre 22-23 cm de largo y 5.5 cm de ancho.

Encierra una pulpa muy densa y de sabor muy intenso. El fruto tiene una larga conservación tras la recogida.

La variedad presenta resistencia al Tobacco Mosaic Virus (TMV), Tomato Spotted Wilt Virus (TSWV) y Peppers Mottle Virus (PMV).



Figuras 39 y 40. Planta y fruto de la variedad de pimiento Urano.

Los patrones a utilizar son:

Atlante F1 (Ramiro Arnedo). Es un portainjertos con muy buena afinidad con las distintas variedades de pimiento. Posee un buen desarrollo radicular que aporta un gran vigor a la planta favoreciendo la buena formación y estructura de la planta, con una buena calidad del fruto. Tiene alta tolerancia a los problemas de asfixia radicular por encharcamiento y a las patologías de suelo más frecuentes como Phytophthora y Nematodos. Es resistente a TMV0.

Tresor (Nunhems) Portainjerto de muy buena afinidad con los diferentes cultivares de pimiento. Destaca por un buen desarrollo radicular, que aporta un gran vigor al cultivo y favorece la buena formación y estructura a la planta, con una buena calidad de fruto. Tiene muy buena tolerancia a los problemas de asfixia radicular por encharcamiento y a patologías de suelo más frecuentes como Tobacco Mosaic Virus (TMV), Tomato Mosaic Virus (ToMV) y una resistencia intermedia a Potato Virus Y (PVY ) y nematodos.

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 asfixia radicular.

El método de injerto a emplear será el de empalme, el cual es descrito por Lee (1994).

### 3.10. DISEÑO EXPERIMENTAL.

El invernadero, con una superficie de 1800 m<sup>2</sup> se encontraba dividido en un total de 12 bloques completos, dispuestas al azar, compuesto por cuatro tratamiento y tres repeticiones cada uno de ellos (Fig. 41).

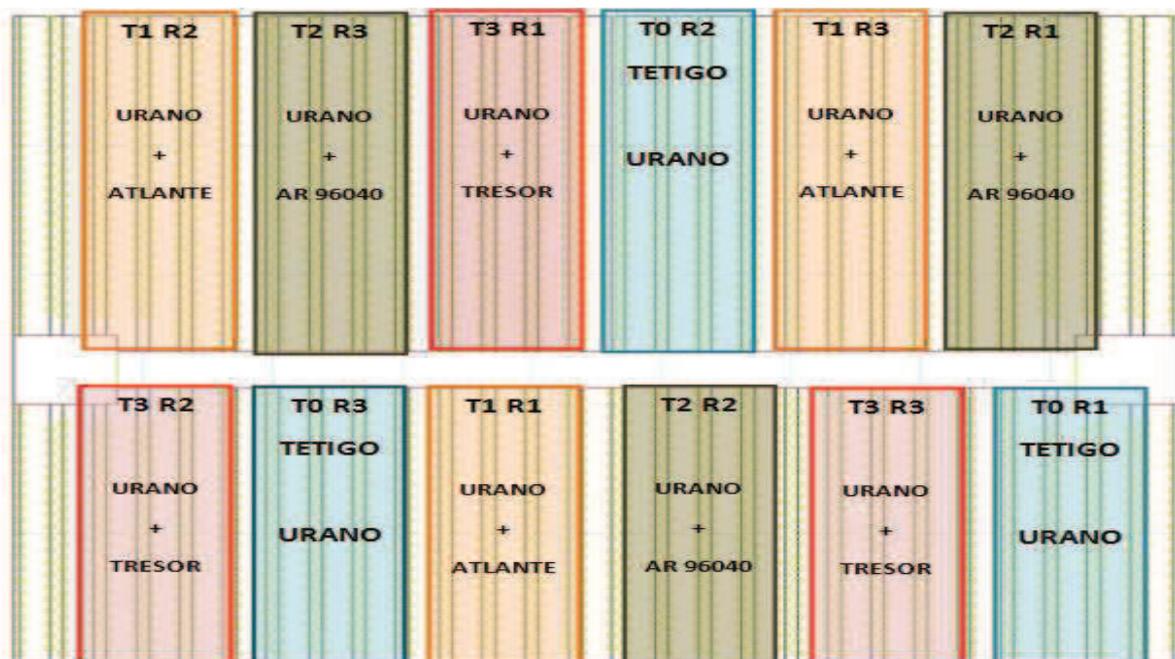


Figura 41 .Plano de distribución de tratamientos.

Cada repetición estaba formada por cuatro líneas de cultivo, lo que supone tener 12 líneas de cultivo por tratamiento, El tratamiento T0 fue el testigo, que constaba de plantas sin injertar de pimiento tipo Ramiro variedad "Urano", con un marco de plantación de 0.83 m x 0.5 m, obteniendo una densidad de 2.3 plantas / m<sup>2</sup>. Los tratamientos T1, T2 y T3 están constituidos por plantas injertadas sobre patrones, Atlante, AR 96040 y Tresor respectivamente, obteniendo una densidad de plantas de 1.6 plantas / m<sup>2</sup>. A continuación se detalla cada uno de los tratamientos con sus correspondientes repeticiones (Fig.42)

TRATAMIENTO	REPETICIÓN	VARIEDAD	PATRÓN	SUPERFICIE	Nº PLANTAS	PL/m <sup>2</sup>
0	1	URANO	SIN INJERTAR	84,66	198	2,3
	2	URANO	SIN INJERTAR	103,33	246	2,3
	3	URANO	SIN INJERTAR	84,66	198	2,3
1	1	URANO	ATLANTE	84,66	135	1,6
	2	URANO	ATLANTE	103,33	168	1,6
	3	URANO	ATLANTE	103,33	168	1,6
2	1	URANO	AR 96040	103,33	168	1,6
	2	URANO	AR 96041	84,66	135	1,6
	3	URANO	AR 96042	103,33	168	1,6
3	1	URANO	TRESOR	103,33	168	1,6
	2	URANO	TRESOR	84,66	135	1,6
	3	URANO	TRESOR	84,66	135	1,6

Tabla 42. Definición de tratamientos.

### 3.11. TOMA DE DATOS.

La toma de datos se desarrolló en el periodo comprendido entre 21 de Mayo de 2011 hasta el día 20 de Septiembre de 2011. Desde los 90 días después del trasplante, y cada 7 días aproximadamente. Al inicio del cultivo se seleccionaron 10 plantas por parcela elemental, esta selección se llevo a cabo de una manera aleatoria. De las plantas seleccionadas se cogieron una muestra de 20 frutos por repetición, obteniendo un muestreo de 60 frutos por tratamiento. Para no falsear los datos se recolectaron todos los frutos de la planta seleccionada, frutos pequeños, deformados, con fisiopatías etc.

Se dispuso de 13 días para la recolección de frutos, de los cuales fue posible la recogida de los datos de calidad del fruto, tales como peso fresco, longitud, diámetro y grosor de la piel del fruto.

### 3.12 DIMENSIONES DEL FRUTO.

Para llevar a cabo la toma de datos de las dimensiones del fruto se siguió un procedimiento, cuyos pasos a seguir, se puntualizan a continuación:

- Se recogieron veinte frutos, de las plantas seleccionadas, 30 plantas por tratamiento, para llevar a cabo la toma de datos de dimensiones de fruto, diámetro ecuatorial, peso y grosor de la piel.(Fig.43)



Figura 43. Frutos recolectados.

- Los datos obtenidos se ordenaron y clasificarán en una hoja de cálculo de Microsoft Excel 2007, preparada para su posterior tratamiento con el paquete informático STATGRAPHIC CENTURION XV.

Los parámetros a determinar son los siguientes:

- **PESO DEL FRUTO.**

Los frutos se colocan uno por uno de forma independiente para ser pesados sobre una balanza EKS con sensibilidad de 1 g y una carga máxima de 40 kg.



Figura 44. Peso del fruto.

- **LONGITUD DEL FRUTO.**

Con el calibre se determina la máxima longitud del pimiento, siendo este el segundo parámetro a medir. y una cinta métrica flexible graduada con sensibilidad de 1 mm.



Figura 45. Longitud del fruto.

- **DIÁMETRO DEL FRUTO EN CABEZA.**

Con el calibre se dispone a medir el diámetro de la peduncular del pimiento, siendo el tercer parámetro a medir. El instrumental utilizado fue un calibre electrónico modelo "Stainless Hardened" de 150 mm y sensibilidad de 0,01mm.



Figura 46. Diametro peduncular.

- **GROSOR DE LA PIEL.**

El grosor de la piel del pimiento es el cuarto parámetro medido. El instrumental utilizado fue un calibre electrónico modelo "Stainless Hardened" de 150 mm y sensibilidad de 0,01mm.



Figura 47. Grosor de la piel.

El objetivo fue obtener al final del cultivo los valores medios para estos parámetros tanto por parcela elemental o repetición como por tratamiento. A pesar de que no ha quedado reflejado en los resultados finales debido a su insignificancia, se tomaron datos de las fisiopatías del fruto perteneciente a las líneas muestreadas de cada parcela elemental.

### 3.13. PROCESADO DE DATOS.

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

#### 3.13.1. Tratamiento de los registros.

Se realizó la ordenación, clasificación, revisión y almacenamiento de los mismos sobre una hoja de cálculo mediante el programa Microsoft Excel 2010.

Posteriormente, se exportaron los datos al paquete estadístico Statgraphics Centurion XV para Windows, donde se realizara un análisis de la varianza ( $p < 0,05$ ) y test de mínima diferencia significativa mediante el método de Fisher para un nivel de confianza del 95 %.

Con los resultados obtenidos se realizó una evaluación y una representación, que será incluida en el apartado de resultados y discusiones del trabajo.

### **3.13.2. Análisis estadístico.**

Los componentes del análisis estadístico son los siguientes:

#### **Análisis de la varianza.**

El interés principal del análisis de la varianza para un factor, se centra en analizar cuáles son las variables independientes y cuáles son las combinaciones de las mismas que producen diferencias en la conducta observada registrada como variable cuantitativa.

El análisis de la varianza de las medias repetidas, se caracteriza por el hecho de que las observaciones o respuestas diferentes, registradas para cada elemento, no son el resultado de valorar variables diferentes, sino el resultado de valorar un mismo aspecto en distintas ocasiones.

El análisis de la varianza se realiza mediante la tabla Anova, la cual, descompone la variabilidad de los diferentes factores dentro de contribuciones esperadas a varios factores. En este análisis, la contribución de cada factor ha sido medida habiendo eliminado previamente los efectos de los demás factores. Los valores de  $p$  que aparecen en las tablas muestran la insignificancia estadística de cada uno de ellos, de manera que cuando los valores de  $p$  son menores de 0,05, significa que tienen un efecto estadísticamente significativo para el parámetro tratado con un nivel de confianza del 95%.

#### **Pruebas de significación.**

Cuando ya ha sido realizado el análisis de la varianza y obtenidos los valores medios, se comprueba la presencia del valor más indicativo, así como las diferencias existentes entre ellos. Se llevan a cabo las pruebas de significación basadas en el error experimental.

Las comparaciones de muestras se puede hacer; a priori por contraste, o a posteriori mediante comparaciones múltiples.

Entre las pruebas múltiples hay diversos procedimientos como son :LSD (Low significant difference), Seheffé, Tukey, Student-Newman-Keuls, Duncam, Amplitud multiple de Duncan, Waller-duncan, etc.

En esta investigación se ha empleado la prueba de test de rango multiple múltiple conocida como test de la diferencia mínima significativa (DMS) o LSD, es fácil uso y rapidez en el método. Este método es usado para discriminar entre las medias. En las tablas obtenidas se aplican comparaciones múltiples para determinar que medias se diferencian significativamente de las demás. El cálculo de los valores medios para cada nivel (o grupo de niveles) se ha realizado en función de la pertenencia de cada nivel a un grupo homogéneo o a la intersección entre varios grupos.

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

##### 4.1 ANALISIS DE LOS PARAMETROS DE CALIDAD.

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

Tabla 16. Evolución del efecto de los distintos portainjertos en pimiento tipo “Ramiro” variedad Urano, sobre el peso medio del fruto (g) en cultivo bajo abrigo, campaña 2010/2011.

	DIAS DESPUES DEL TRASPLANTE						
	90	104	111	118	125	132	139
<b>T0</b>	199± 5	175± 4 b	152± 4 c	154± 3	139± 4	142± 3 b	144 ± 4 ab
<b>T1 (URANO+ ATLANTE)</b>	201± 4	160± 4 c	177± 4 a	156± 4	146± 4	141± 3 b	137 ± 3 b
<b>T2 (URANO+ AR96040)</b>	192± 5	184± 4 ab	166± 3 b	157± 4	148± 4	146± 4 b	146 ± 4 ab
<b>T3 (URANO+ TRESOR)</b>	203± 4	192± 4 a	178± 3 a	157± 5	147± 4	159± 4 a	150 ± 3 a
<b>P.valor</b>	0,3266	0,0000	0,0000	0,9112	0,3865	0,0000	0,0630
<b>C.V</b>	17,48%	19,18%	16,84%	20,43%	20,15%	17,45%	18,47%
<b>m.d.s</b>	12,00	12,00	10,00	12,00	11,00	9,00	10,00

	DIAS DESPUES DEL TRASPLANTE						TOTAL
	153	160	167	181	195	209	
<b>T0</b>	137 ± 3 a	110 ± 3	98 ± 2 b	99 ± 2	94 ± 3 bc	69 ± 3 c	<b>132 ± 2 b</b>
<b>T1 (URANO+ ATLANTE)</b>	124 ± 4 b	110 ± 3	101 ± 3 b	101 ± 2	89 ± 3 c	74 ± 3 bc	<b>132 ± 2 b</b>
<b>T2 (URANO+ AR96040)</b>	131 ± 4 ab	111 ± 2	98 ± 2 b	105 ± 3	101 ± 3 ab	82 ± 3 a	<b>136 ± 2 b</b>
<b>T3 (URANO+ TRESOR)</b>	131 ± 4 ab	109 ± 3	112 ± 1 a	102 ± 2	108 ± 2 a	79 ± 4 ab	<b>140 ± 2 a</b>
<b>P.valor</b>	0,0477	0,9556	0,0001	0,4334	0,0000	0,0126	<b>0,0001</b>
<b>C.V</b>	20,01%	18,38%	18,68%	17,95%	21,70%	31,96%	<b>32,34%</b>
<b>m.d.s</b>	9	7	7	7	7	9	<b>4</b>

En la tabla 16, se muestran los valores medios de los pesos del fruto en gramos (g), para cada uno de los tratamientos. El análisis de la varianza para los valores medios del peso de los frutos muestran diferencias estadísticamente significativas entre los distintos tratamientos. La prueba de la mínima diferencia significativa analiza que medias son diferentes entre sí, y establece grupos homogéneos, indicados por la letra que acompaña al número. Los tratamientos que comparten letra no muestran diferencias significativas entre ellos.

El grupo de mayor peso constituyen al tratamiento con patrón Tresaor, mostrando diferencias significativas con respecto a los demás tratamientos. No hubo diferencias significativas entre el testigo y los tratamientos con patrón Atlante, y AR96040, junto con el testigo.

En la siguiente figura 48 muestra la evolución del peso medio del fruto, en los diferentes tratamiento. Los pesos medios se encontraron entre los 203 y 69 g (tabla 16). La tendencia con altibajos, es decreciente. Los menores pesos

se encuentran en los últimos días del cultivo. El tratamiento sobre patrón Tresaor es el de mayor peso medio a lo largo de todos los meses, así como el de peso medio global. No obstante, el tratamiento sobre portainjertos AR96040 provocan un pequeño incremento en el peso de los frutos, respecto al testigo. Mostrando una influencia positiva la planta injertada con respecto a la planta franca.

También se puede comprobar, como a lo largo de los distintos días de corte, el patrón Tresaor se encuentra siempre por encima del testigo.

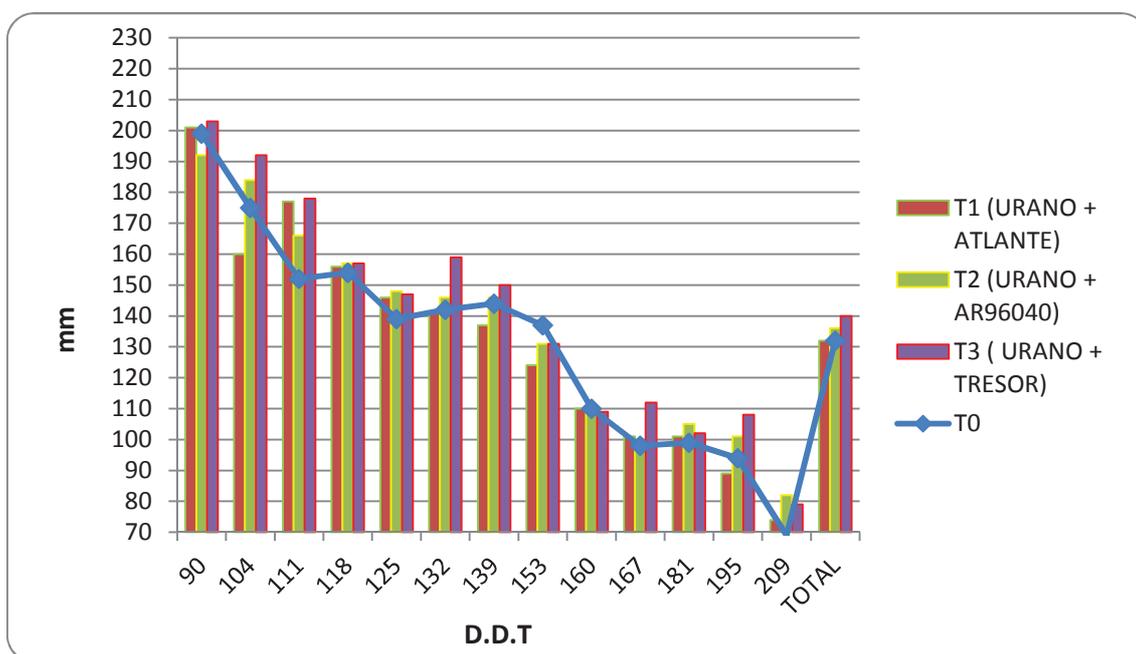


Figura 48. Efecto de los distintos portainjertos en pimiento tipo “Ramiro” variedad Urano, sobre el peso medio del fruto (g) en cultivo bajo abrigo, campaña 2010/2011.

#### 4.1.2 LONGITUD DEL FRUTO (mm).

Tabla 17. Evolución del efecto de los distintos portainjertos en pimiento tipo “Ramiro” variedad Urano, sobre la longitud del fruto (mm) en cultivo bajo abrigo, campaña 2010/2011.

	DIAS DESPUES DEL TRANSPLANTE						
	90	104	111	118	125	132	139
<b>T0</b>	262 ± 3	253 ± 3 a	235 ± 3 b	224 ± 3	222 ± 3 ab	218 ± 2 a	219 ± 3 ab
<b>T1 (URANO + ATLANTE)</b>	260 ± 3	239 ± 3 b	234 ± 2 b	227 ± 4	219 ± 3 b	211 ± 3 b	211 ± 3 b
<b>T2 (URANO + AR96040)</b>	262 ± 3	250 ± 3 a	240 ± 3 ab	230 ± 3	221 ± 3 ab	215 ± 3 ab	219 ± 3 a
<b>T3 (URANO + TRESOR)</b>	262 ± 2	251 ± 3 a	248 ± 4 a	232 ± 3	227 ± 3 a	219 ± 3 a	216 ± 3 ab
<b>P.valor</b>	0,9354	0,0126	0,0033	0,4173	0,1499	0,0995	0,1639
<b>C.V</b>	8,20%	8,60%	9,80%	10,30%	9,44%	9,80%	10,50%
<b>m.d.s</b>	8	9	8	9	8	8	8

	DIAS DESPUES DEL TRANSPLANTE						TOTAL
	153	160	167	181	195	209	
<b>T0</b>	215 ± 3 a	191 ± 3	196 ± 3	198 ± 3	198 ± 4 a	173 ± 4 b	<b>215 ± 1 a</b>
<b>T1 (URANO + ATLANTE)</b>	201 ± 4 b	185 ± 3	197 ± 3	201 ± 3	184 ± 4 b	178 ± 3 ab	<b>211 ± 1 b</b>
<b>T2 (URANO + AR96040)</b>	210 ± 4 ab	186 ± 2	199 ± 3	198 ± 4	190 ± 4 ab	185 ± 3 a	<b>216 ± 1 a</b>
<b>T3 (URANO + TRESOR)</b>	204 ± 4 b	191 ± 2	202 ± 2	199 ± 2	194 ± 4 ab	181 ± 4 ab	<b>217 ± 1 a</b>
<b>P.valor</b>	0,0337	0,1754	0,2415	0,8690	0,0685	0,0861	<b>0,002</b>
<b>C.V</b>	13,70%	10,80%	10,10%	11,80%	15,77%	14,96%	<b>15,57%</b>
<b>m.d.s</b>	10	7	7	8	11	10	<b>3</b>

En la tabla 17, se muestran los valores medios de longitud del fruto en milímetros (mm), para cada uno de los tratamientos. El análisis de la varianza para los valores medios del peso de los frutos muestran diferencias estadísticamente significativas entre los distintos tratamientos. La prueba de la mínima diferencia significativa confirma que hay dos grupos homogéneos.

El comportamiento de la variedad “Urano” ante los distintos portainjertos es variable, siendo el patrón Tesor el que obtiene los pimientos mas largos, no mostrando diferencias estadísticamente significativas respecto al testigo y el tratamiento con AR96040.

El patrón Atlante influye negativamente a la variedad, obteniendo frutos de menor longitud, mostrando diferencias significativas con respecto a los demás tratamientos.

Los datos demuestran que existe una influencia del portainjerto, en la longitud del fruto, siendo ésta importante ya que alcanza diferencias de hasta 13 mm en una misma variedad, en función de si ha sido injertada o no.

La figura nº 49 muestra la evolución de la longitud de los frutos a lo largo del ciclo de cultivo. Se observa claramente como ésta obtiene su mayor valor el primer día de corte (90 d.d.t), oscilando entre los 262 mm y 260 mm de Tesor,

a partir de aquí, la longitud disminuye progresivamente hasta situarse en valores comprendidos entre los 185 mm de T2 y 173 mm del testigo.

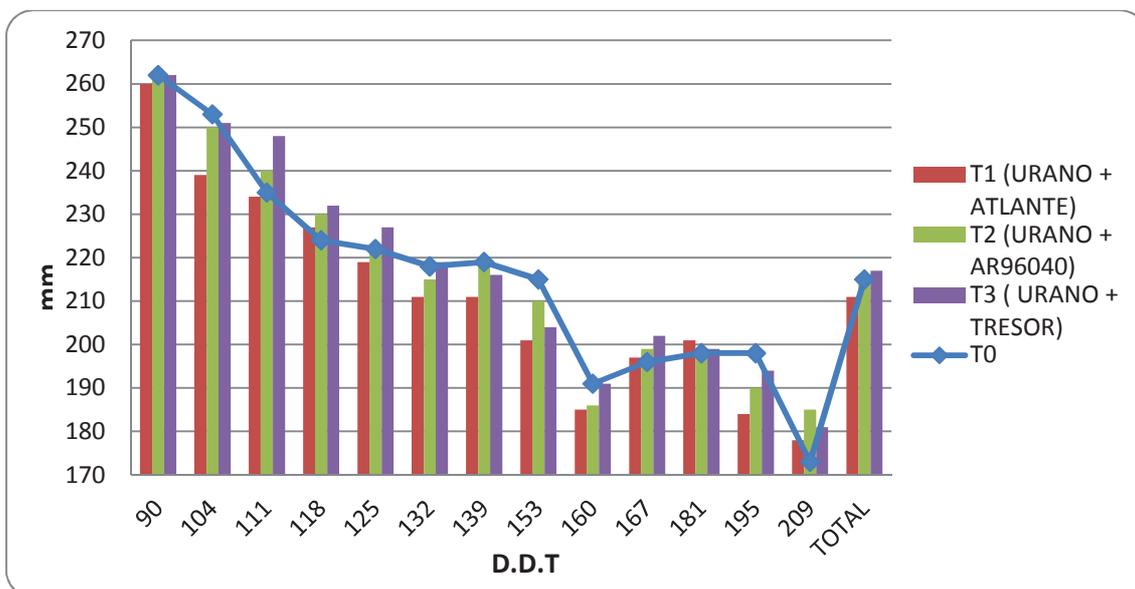


Figura 50. Evolución del efecto de los distintos portainjertos en pimiento tipo “ Ramiro” variedad Urano, sobre la longitud del fruto (mm) en cultivo bajo abrigo, campaña 2010/2011.

#### 4.1.3 DIAMETRO DE LOS HOMBROS DEL FRUTO (mm).

Tabla 18. Evolución del efecto de los distintos portainjertos en pimiento tipo “ Ramiro” variedad Urano, sobre el diámetro del fruto (mm) en cultivo bajo abrigo, campaña 2010/2011.

	DIAS DESPUES DEL TRANSPLANTE						
	90	104	111	118	125	132	139
<b>T0</b>	57,21 ± 0,73 b	52,53 ± 0,76 b	50,34 ± 0,77 b	51,01 ± 0,74	48,41 ± 0,85	48,99 ± 0,85 b	51,12 ± 0,85 ab
<b>T1 (URANO + ATLANTE)</b>	58,28 ± 0,69 ab	51,72 ± 0,76 b	54,47 ± 9,86 a	51,10 ± 0,82	49,81 ± 0,77	50,11 ± 0,73 ab	48,72 ± 0,74 a
<b>T2 (URANO + AR96040)</b>	56,92 ± 0,79 b	54,98 ± 0,79 a	51,95 ± 0,69 b	51,76 ± 0,75	49,75 ± 0,79	49,78 ± 0,85 ab	49,22 ± 0,80 ab
<b>T3 (URANO + TRESOR)</b>	59,70 ± 0,81 a	56,18 ± 0,76 a	54,12 ± 0,58 a	49,95 ± 0,94	48,18 ± 0,79	51,35 ± 0,70 a	50,53 ± 0,76 a
<b>P.valor</b>	0,0445	0,0001	0,0001	0,4750	0,3303	0,2053	0,1178
<b>C.V</b>	10,3	11,5	10,5	12,47	12,73	12,27	12,4
<b>m.d.s</b>	2	2	2	2	2	2	2

	DIAS DESPUES DEL TRANSPLANTE						
	153	160	167	181	195	209	TOTAL
<b>T0</b>	52,06 ± 0,78 ab	48,95 ± 0,90	44,89 ± 0,83 ab	43,02 ± 0,85	40,16 ± 0,66 b	34,97 ± 0,89 b	<b>47,97 ± 0,30 b</b>
<b>T1 (URANO + ATLANTE)</b>	52,93 ± 0,91 a	47,90 ± 0,74	44,64 ± 0,90 ab	42,31 ± 0,92	40,34 ± 0,86 b	36,02 ± 0,79 ab	<b>48,33 ± 0,30 ab</b>
<b>T2 (URANO + AR96040)</b>	50,09 ± 1,03 b	48,08 ± 0,88	43,45 ± 0,79 b	42,62 ± 0,81	41,54 ± 0,97 ab	37,62 ± 0,67 a	<b>48,29 ± 0,29 ab</b>
<b>T3 (URANO + TRESOR)</b>	49,61 ± 0,95 b	47,72 ± 0,94	46,87 ± 0,81 a	42,80 ± 0,74	43,35 ± 0,76 a	36,51 ± 0,91 ab	<b>48,99 ± 0,30 a</b>
<b>P.valor</b>	0,0358	0,7651	0,0374	0,9400	0,0255	0,1531	<b>0,1134</b>
<b>C.V</b>	14,17	14,03	14,6	15,14	15,67%	17,77%	<b>17,45%</b>
<b>m.d.s</b>	3	2	2	2	2	2	<b>0,8</b>

En la tabla 18 se muestra la evolución media del diámetro de hombros a lo largo del ciclo de cultivo del pimiento tipo “Ramiro” variedad Urano, entre los tratamientos injertados y el testigo sin injertar. Como en los casos anteriores se producen diferencias estadísticamente significativas en algunos días de corte

entre los distintos tratamientos, pudiendo encontrar diferencias de hasta 4 mm entre el patrón Tresor y el testigo.

Las plantas injertadas sobre Tresor obtienen mejores diámetros de hombros durante todo el ciclo de cultivo que las injertadas sobre AR 96040 y Atlante, estos dos últimos tratamientos producen frutos de mayor diámetro que el testigo. No obstante globalmente no se establecen diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos.

La figura 51, muestra la variación de los diámetros (mm) que experimenta el fruto respecto a los días después del trasplante en los que éste se recolectó, para los distintos tratamientos injertados y el testigo. Se puede observar que el diámetro disminuye con la fecha, de modo similar en todas las combinaciones. Los mejores diámetros se obtienen al inicio del cultivo en el primer día de corte, con un diámetro máximo de 59.70 mm obtenido por el patrón Tresor y un mínimo de 56.92 mm del patrón Atlante. A partir de aquí se produce una caída suave del parámetro analizado, el día 160 d.d.t se produce un aumento de los calibres, para caer bruscamente en los últimos días del ciclo a los valores mínimos.

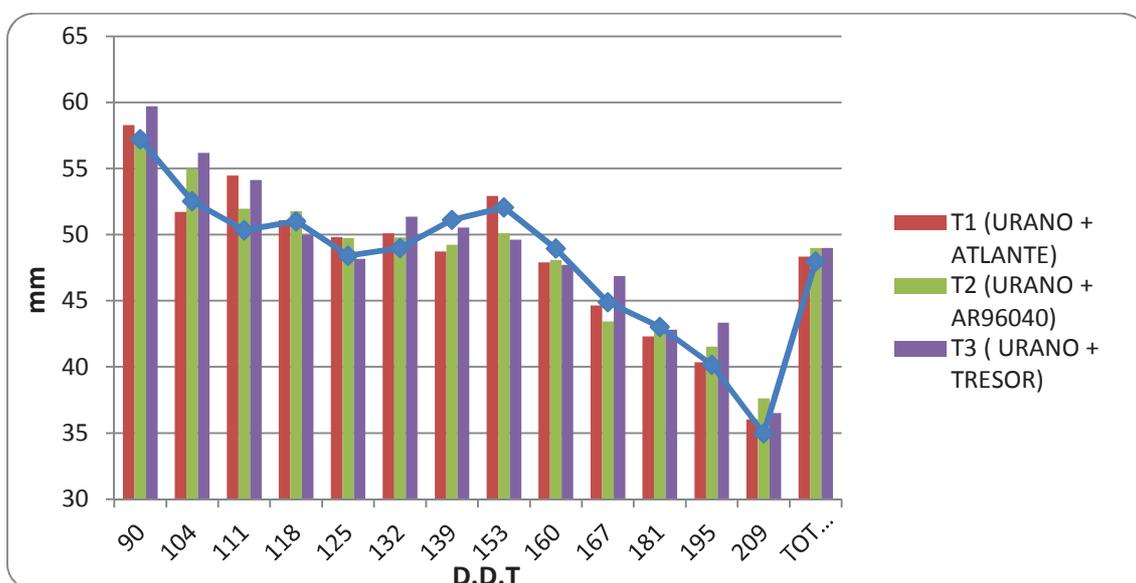


Figura 52. Evolución del efecto de los distintos portainjertos en pimiento tipo “ Ramiro” variedad Urano, sobre el diámetro del fruto (mm) en cultivo bajo abrigo, campaña 2010/2011.

#### 4.1.4 GROSOR DE LA PIEL.

Tabla 19. Evolución del efecto de los distintos portainjertos en pimiento tipo “ Ramiro” variedad Urano, sobre el grosor de la piel del fruto (mm), en cultivo bajo abrigo, campaña 2010/2011.

	DIAS DESPUES DEL TRANSPLANTE						
	90	104	111	118	125	132	139
<b>T0</b>	5,46 ± 0,091 a	5,16 ± 0,11 ab	4,26 ± 0,11 c	4,43 ± 0,10 ab	4,22 ± 0,09 a	3,78 ± 0,09	4,1 ± 0,09 ab
<b>T1 (URANO+ ATLANTE)</b>	5,16 ± 0,094 b	4,69 ± 0,10 b	4,47 ± 0,12 bc	4,62 ± 0,11 a	4,11 ± 0,09 ab	3,87 ± 0,09	3,92 ± 0,08 b
<b>T2 (URANO+ AR96040)</b>	5,05 ± 0,086 b	5,04 ± 0,12 a	4,66 ± 0,10 b	4,34 ± 0,12 ab	3,91 ± 0,09 b	3,93 ± 0,10	4,00 ± 0,074 at
<b>T3 (URANO+ TRESOR)</b>	5,25 ± 0,10 ab	4,97 ± 0,11 ab	4,99 ± 0,10 a	4,28 ± 0,10 b	3,93 ± 0,11 b	3,98 ± 0,09	4,21 ± 0,09 a
<b>P.valor</b>	0,0222	0,1519	0,0001	0,1717	0,1000	0,4676	0,1082
<b>C.V</b>	14,23%	0,18%	19,58%	19,75%	19,58%	18,80%	17,91%
<b>m.d.s</b>	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2

	DIAS DESPUES DEL TRANSPLANTE						TOTAL
	153	160	167	181	195	209	
<b>T0</b>	4,12 ± 0,07 a	3,67 ± 0,08	3,70 ± 0,08 a	3,35 ± 0,06 b	2,99 ± 0,06 b	2,88 ± 0,08	<b>3,99 ± 0,03 ab</b>
<b>T1 (URANO+ ATLANTE)</b>	3,92 ± 0,08 ab	3,59 ± 0,08	3,57 ± 0,07 ab	3,43 ± 0,07 ab	3,10 ± 0,06 ab	3,13 ± 0,06	<b>3,97 ± 0,03 b</b>
<b>T2 (URANO+ AR96040)</b>	3,64 ± 0,07 c	3,61 ± 0,06	3,43 ± 0,09 b	3,47 ± 0,06 ab	3,19 ± 0,06 a	3,25 ± 0,06	<b>3,96 ± 0,03 b</b>
<b>T3 (URANO+ TRESOR)</b>	3,71 ± 0,085 bc	3,80 ± 0,06	3,43 ± 0,09 a	3,62 ± 2,47 a	3,16 ± 0,06 ab	3,23 ± 0,08	<b>4,07 ± 0,03 a</b>
<b>P.valor</b>	0,0001	0,1868	0,0353	0,0405	0,1029	0,0018	<b>0,1104</b>
<b>C.V</b>	16,58%	15,94%	17,30%	15,47%	15,77%	18,92%	<b>23,57%</b>
<b>m.d.s</b>	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	<b>0,1</b>

En la tabla 19, se muestran los valores medios de los grosores del fruto en milímetros (mm), para cada uno de los tratamientos.

El tratamiento con patrón Tresaor fue el que produjo los frutos de mayor grosor, mostrando diferencias estadísticamente significativas con respecto a los otros tratamientos injertados, no habiendo diferencias significativas respecto al testigo sin injertar.

Los grosores oscilaron entre los 5,46 y 2.88 mm (tabla 19). La tendencia es decreciente, los grosores más finos de la piel se encuentran en los últimos días del cultivo. El tratamiento sobre patrón Tresaor es el de mayor grosor medio a lo largo de todos los meses, y el de mayor peso medio. No obstante los tratamientos sobre Atlante y AR96040 son los que peor se comportan, provocando una disminución en el grosor de los frutos, estadísticamente significativa respecto al testigo y a los injertados sobre Tresaor.

Este parámetro ha sufrido fluctuaciones similares en todas las combinaciones, con una tendencia a disminuir a lo largo del periodo de recolección (Figura 53). Los mayores grosores de piel se encontraron al principio del tratamiento, en el primer día de corte (90 d.d.t), disminuyendo

progresivamente, repuntando en algunos momentos del ciclo pero obteniendo grosores más bajos que al inicio del cultivo.

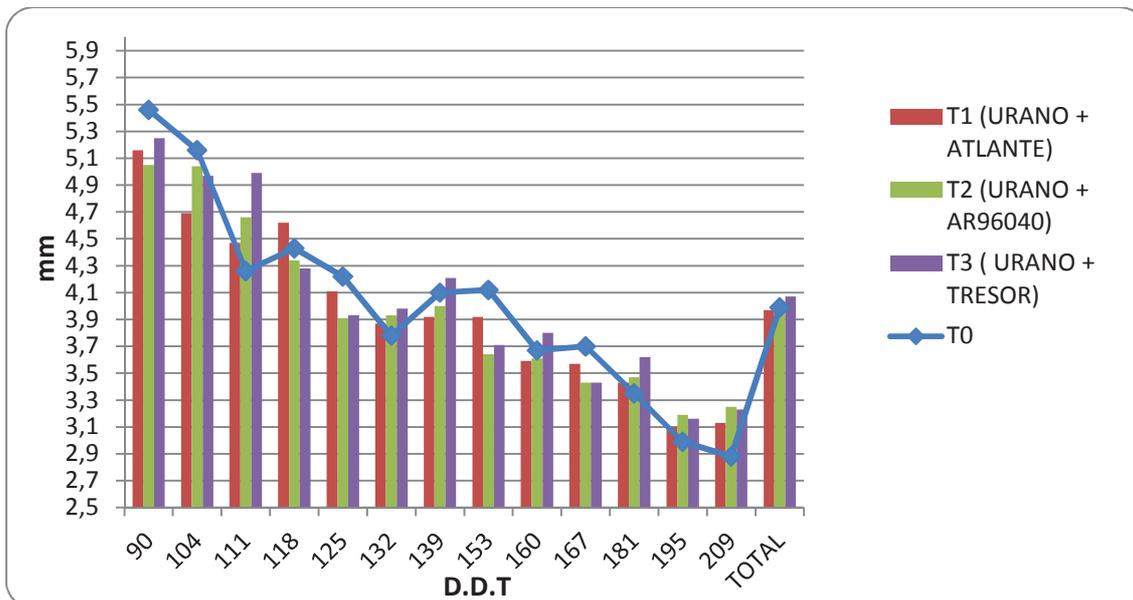


Figura 53. Evolución del efecto de los distintos injertos en pimiento tipo “ Ramiro” variedad Urano, sobre el grosor de la piel (mm) en cultivo bajo abrigo, campaña 2010/2011.

En resumen los patrones Atlante y AR96040 no modifican las características del fruto del cultivar Urano, con respecto a los que se obtienen de la variedades sin injertar. Estos resultados son casi idénticos a los publicados por Jimenez A. (2012), en donde los patrones no aportaron diferencias a la calidad del producto final, siguiendo todos los tratamientos una tendencia similar. Del mismo modo, Collar (2006), determinó que algunos patrones de pimiento no tenían influencia en las características del fruto.

El único tratamiento que produjo diferencias significativas fue el portainjertos Tresaor, que produjo frutos de mayor peso, con una pared más gruesa y más largos. Estos resultados coinciden con los obtenidos por García (2012), con la misma combinación de portainjertos y variedad.

Los resultados del peso medio del fruto fueron similares a los obtenidos por Hoyos (2010) comparando el patrón Tresaor con el Atlante en dos cultivares de pimiento dulce italiano: Lukkino y Lorenzo. Reportó resultados similares a los obtenidos en este ensayo. Determinó que los frutos de mayor peso medio, con mayor grosor de piel y diámetro en cabeza provienen de los tratamientos con patrón Tresaor. A diferencia de los resultados presentados anteriormente en

este ensayo, Hoyos (2010) observó un pequeño aumento del peso medio del fruto, no encontrando diferencias estadísticamente significativas en los pesos medios de los frutos de los distintos tratamientos, y si en el diámetro de los hombros del fruto entre los dos portainjertos.

Hay trabajos que argumentan la influencia positiva que ejerce el patrón, en el aumento del peso medio y longitud del fruto, así Miguel A. (2008) utilizó los portainjertos Tesor y Atlante en la variedad Italres, determinando que los frutos de mayor peso medio correspondía al patrón Atlante, mientras que los frutos de mayor longitud fueron los del patrón Tesor.

Aguilar A. (2004-2005) ensayó con pimiento tipo california y Lamuyo confirmando que el peso medio de los frutos se ven aumentados en las variedades injertadas, coincidiendo con Garcia A.J (2005). Lo que indica que algunos patrones pueden modificar algunas características del fruto, como fue reportado por Yagishita (1961), en donde demostró que el patrón podría influir en la forma del fruto del pimiento.

## 5. CONCLUSIONES.

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

- El portainjertos Tesor modifica algunas características del fruto, obteniendo los de mayor peso con una pared más gruesa y más largos.
- Los portainjertos Atlante y AR96040 no modifican las características del fruto del cultivar Urano, con respecto a los que se obtienen con la variedad sin injertar.

## 6. BIBLIOGRAFÍA.

**Aguilar Rodríguez A, Gamayo Díaz J.D, Parra Galant J, (2004).** Ensayo de portainjertos en pimientos tipo california. MAGRAMA.

**Aguilar Rodríguez A, Gamayo Díaz J.D, Parra Galant J,(2005).** Ensayo de portainjertos en pimientos tipo california. MAGRAMA.

**Baker, J.C. and Van Uffelen, J.A. (1988).** The effects of diurnal temperatura regimes on growth ans yield of sweet pepper. Ed. Netherlands Journal of Agricultural Science. Amsterdam.

**Cadahía López, C. Coordinador (2005).** Fertirrigación. Cultivos hortícolas, frutales y ornamentales. Edt. Mundi-Prensa.

**Cadahia Lopez, M. (1986).** Cutivos hortícolas y ornamentales. Ed. Mundiprensa. Madrid.

**Cadahia Lopez, M. (1998).** Fertirrigación. Cultivos hortícolas y ornamentales. Ed. Mundi-prensa, Madrid 475 pp.

**Cajamar F (2011).** Análisis de la campaña hortofrutícola de Almería: Campaña 2010/2011. Fundación Cajamar, Almeria 35.

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

**Camacho, F; Fernandez-Rodriguez, E. 1997-b.** "El entutorado de la sandía diploide". Horticultura, 125. (4).

**Catalogo de variedades (2010/2011).** Akira seed, Ramiro Arnedo, Nunhems, Gautier, Clause.

**Céspedes AJ, García MC, Pérez JJ, Cuadrado IM (2009)** Caracterización de la Explotación Hortícola Protegida Almeriense, Ed Cuadrado,I.M.

**Colla G, Roupheal Y, Cardarelli M, Temperini O, Rea E, Salerno A, Pierandrei F (2006)** Influence of grafting on yield and fruit quality of pepper (*Capsicum annuum* L.) grown under greenhouse conditions. 359-364.

**Consejería de Agricultura y Pesca 2010.** Avance campaña Hortícola 2009/2010 (Septiembre-Abril 2010. Consejería de Agricultura y pesca, Jnta de andalucia.20pp.

**Delgado, J., 1999.** El cultivo del pimiento en el levante almeriense. Técnicas de producción de frutas y hortalizas en los cultivos protegidos, p: 11-53.

**Eguchi, T, Matsunura, T, and Ashizawa, M (1958).** The effect of nutrition on flow formation in vegetable crops. Ed. Proceesings of American Society of Horticulturæ Science. Washinton.

**Flores FB, Sanchez-Bel P, Estañ MT, Martinez-Rodriguez MM, Moyano E, Morales B, Campos JF, Garcia-Abellán JO, Egea MI, Fernández-Garcia N, Romojaro F, Bolarín MC (2010)** The effectiveness of grafting to improve tomato fruit quality. Scientia Horticulturae 125: 211-217.

**Gamayo, J.D.** El cultivo protegido del pimiento. En: "pimientos. Compendios de agricultura, 9". Coordinado por Namesny. Ed. De Horticultura, Reus,107 pp.

**García García A.J, Condés Rodríguez F, Lopez Martínez R, López García A,(2005).** Ensayo de nuevos cultivares de pimiento tipo California en invernadero.

**García Martínez, M.C.; Fernández Zamudio, M.A.; Caballero Villar, P. (2008).** Estudio económico. Incidencia de precios de tomate y pimiento de invernadero en la tecnología empleada. Obtendio el 1-03-2012 en <http://www.horticom.com/pd/article>.

**Govindajaran, V.S. (1985).** Capsicumproduction, technology, chemistry, and quality. Ed. Cretical reviews in food Science ans Nutrition. London

**Hall, A.J (1997).** ASimilate source-sink relathionship in capsicum annum. The dynamics of growth in fruiting and deflorated plants. Ed. Australian Journal of Plant Physiology. Sindy.

**Hartmann, H.T.; Kester, D.E. 1991.** "Propagación de plantas". Cia. Edit.Continental, Méjico.

**He Y, Zhu Z, Yang J, Ni X, Zhu B (2009).**Grafting increases the salt tolerance of tomato by improvement of photosynthesis and enhancement of antioxidant enzymes activity. Environ Exp Bot 66: 270-278.

**Hoyos Echevarría P, Molina Vivaracho S, Pérez Rodríguez R, Ramos Ramos D, Robles Mañas P, Rodríguez Castro A, Tena Paniagua P (2010).** Influencia del portainjerto en la producción y calidad de pimiento dulce italiano en invernadero. MAGRAMA.

**Huang Y, Tang R, Cao Q, Bie Z (2009)** Improving the fruit yield and quality of cucumber by grafting onto the salt tolerant rootstock under NaCl stress. *Scientia Horticulturae* 122: 26-31

**Huffman, V. L, Schadle, F.R.** Volatile components and pungency in fresh and processed Jalapeno peppers. Ed. *Journal of Food Science*. London

**Huitron-Ramirez M, Ricardez-Salinas M, Camacho-Ferre F (2009)** Influence of Grafted Watermelon Plant Density on Yield and Quality in Soil Infested with Melon Necrotic Spot Virus. *HortScience* 44: 1838-1841.

**Jeffree, C.E; Yeoman, M.N; Parkinson,M; Holden, M.A; 1986.** "The chemicals basis of cell to cell contact and its possible role in differentiation". *Monog. Brit. Plat.Growth regul. Group* nº 16.

**Lacasa Plasencia A, Guerrero Díaz M.M., Martínez Francés M.A. (2008).** El injerto frente a las enfermedades del suelo y el colapso. Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y alimentario.

**Lee J, Kubota C, Tsao SJ, Bie Z, Echevarria PH, Morra L, Oda M (2010).** Current status of vegetable grafting: Diffusion, grafting techniques, automation. *Scientia Horticulturae* 127: 93-105

**Lee JM (1994)** Cultivation of grafted vegetables. I. Current status, grafting methods, and benefits. *HortScience: a publication of the American Society for Horticultural Science (USA)*.

**Liao CT, Lin CH (1996)** Photosynthetic responses of grafted bitter melon seedlings to flood stress. *Environ Exp Bot* 36: 167-172.

**López J, González A, Hernández M.A, (2004).**Influencia del injerto en el comportamiento de pimiento en invernadero.

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

**Maroto, J.V., 2000.** Elementos de horticultura general. Mundi-Prensa, Madrid 349 pp.

**Miguel A, Maroto JV, San Bautista A, Baixauli C, Cebolla V, Pascual B, López S, Guardiola JL (2004).**The grafting of triploid watermelon is an advantageous alternative to soil fumigation by methyl bromide for control of *Fusarium* wilt. *Scientia Horticulturae* 103: 9-17.

**Miguel A, Marsal J.I, Cebolla V, Goto R, Ramos S, Bosch V.(2009).** Comparación de patrones y métodos de injerto en pimiento.

**Namesny, A. Coordinadora (1996).** Pimientos. Compendios de horticultura. Ediciones de horticultura S.L. Reus.

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

**Parkinson, M.; Jeffre, C.E.; Yeoma, M.N. 1987.** " Incompatibility in cultured explant-graft between members of the solanaceae". *New Phytologist*, 107 (3).

**Peiró Abril J.L (2004).** El injerto en pimiento una solución limpia para los problemas del suelo. *Horticom*.

**Diario Oficial de la Unión Europea, Reglamento (CE) No 1221/2008** de la comisión de 5 de diciembre de 2008 que modifica, en lo que atañe a las normas de comercialización, el Reglamento (CE) no 1580/2007 por el que se establecen disposiciones de aplicación de los Reglamentos (CE) no 2200/96, (CE) no 2201/96 y (CE) no 1182/2007 del Consejo en el sector de las frutas y hortalizas.

**Reche Marmol J.,2010.** Cultivo del pimiento dulce en invernadero. Estudios e informes técnicos. Consejería de Agricultura y pesca.

**Ricárdez-Salinas M, Huitrón-Ramírez MV, Tello-Marquina JC, Camacho-Ferre F (2010)** Planting density for grafted melon as an alternative to methyl bromide use in Mexico. *Scientia Horticulturae* 126: 236-241.

**Rouphael Y, Cardarelli M, Rea E, Colla G (2008).** Grafting of cucumber as a means to minimize copper toxicity. *Environ Exp Bot* 63: 49-58

**Ruiz JM, Romero L (1999)** Nitrogen efficiency and metabolism in grafted melon plants. *Scientia Horticulturae* 81: 113-123.

**S.E.A. 1978.** "Avance de los resultados con siete variedades de sandía en el Campo de Níjar". *Jornadas de Horticultura*, Almería.

**Sobrino Illescas, E.I. y Sobrino vesperinas, E., 1992.** Tratado de horticultura herbácea. Ed. Aedos, Barcelona, 356pp.

**Suzuki, E. 1972.** "Sandía de Yamato".

**Yagishita N (1961).** Studies on graft hybrids of *Capsicum annuum* LI Variation in fruit shape caused by grafting and the effects in the first and second progenies. Botanical Magazine-Tokyo 74: 122-130

**Yetisir H, Çaliskan ME, Soylu S, Sakar M (2006)** Some physiological and growth responses of watermelon [*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. and Nakai] grafted onto *Lagenaria siceraria* to flooding. Environ Exp Bot 58: 1-8