

- **Autor:** Javier García Rigol.
- **Título:** “Impacto de nuevos tipos de mallas de protección anti-insectos sobre el rendimiento y calidad de un cultivo de en invernadero de *Citrullus lanatus* cv. Fenway”.
- **Fecha:** Diciembre de 2011.
- **Director:** Diego L. Valera Martínez.

UNIVERSIDAD DE ALMERÍA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería



INGENIERÍA TÉCNICA AGRÍCOLA

Mecanización y Construcciones Rurales

**“IMPACTO DE NUEVOS TIPOS DE MALLAS DE
PROTECCIÓN ANTI-INSECTOS SOBRE EL RENDIMIENTO Y
CALIDAD DE UN CULTIVO EN INVERNADERO DE *Citrullus
lanatus* cv. Fenway”**

**Alumno: Javier García Rigol
Director: Diego L. Valera Martínez**

ÍNDICE

| | |
|---|-----------|
| 1 – INTERÉS Y OBJETIVOS | 7 |
| 1.1. Introducción | 7 |
| 1.2. Objetivos | 10 |
| 2 – ANTECEDENTES | 11 |
| 2.1. La agricultura bajo plástico | 13 |
| 2.1.1. Superficie ocupada | 13 |
| 2.1.2. Producción mundial y española de sandía | 14 |
| 2.1.3. Producción agrícola de Almería | 15 |
| 2.2. Mallas anti-insectos | 24 |
| 2.2.1. Evolución de las mallas de protección | 30 |
| 2.2.2. Tipos de mallas anti-insectos | 32 |
| 2.2.3. Mallas con propiedades fotoselectivas | 33 |
| 2.3. Factores climáticos que afectan al rendimiento | 34 |
| 2.3.1. Temperatura | 35 |
| 2.3.2. Humedad del aire | 35 |
| 2.3.3. Radiación solar | 35 |
| 2.3.4. Anhídrido carbónico | 35 |
| 2.4. Influencia de las mallas en la ventilación | 37 |
| 2.5. El cultivo de la sandía | 39 |
| 2.5.1. Origen de la sandía | 39 |
| 2.5.2. Morfología de los órganos reproductivos y vegetativos de la planta | 40 |
| 2.5.2.1. Planta | 40 |

| | |
|---|-----------|
| 2.5.2.2. Raíz | 41 |
| 2.5.2.3. Tallo | 41 |
| 2.5.2.4. Hojas | 42 |
| 2.5.2.5. Flores | 42 |
| 2.5.2.6. El fruto | 43 |
| 2.5.3. Composición química de la sandía | 44 |
| 2.5.4. Descripción de las principales variedades de sandía cultivadas en invernadero | 45 |
| 2.5.5. Variedades de sandía existentes en el mercado | 47 |
| 2.5.5.1. Variedades de sandía híbrida..... | 48 |
| 2.5.5.2. Variedades de sandía sin semilla..... | 48 |
| 2.5.6. Requerimientos edafoclimaticos | 51 |
| 2.5.6.1. Exigencias de la sandía en suelos | 51 |
| 2.5.6.2. Exigencias climáticas de la sandía | 52 |
| 2.5.7. Fisiología de la fecundación | 53 |
| 2.5.7.1. Cuidados a las colmenas | 55 |
| 2.5.8. Labores culturales en la sandía..... | 57 |
| 2.5.8.1. Preparación del suelo | 57 |
| 2.5.8.2. Plantación..... | 57 |
| 2.5.8.3. Poda | 58 |
| 2.5.8.4. Escardas | 58 |
| 2.5.8.5. Técnicas de semiforzado | 58 |
| 2.5.8.6. Blanqueo del invernadero..... | 59 |
| 2.5.8.7. Marcos de plantación | 59 |
| 2.5.8.8. Fisiología de la maduración del fruto | 59 |
| 2.5.8.9. Recolección..... | 60 |

| | |
|--|-----------|
| 3 – MATERIAL Y MÉTODOS | 61 |
| 3.1. Ubicación del ensayo | 63 |
| 3.2. Características de los invernaderos | 64 |
| 3.2.1. Orientación..... | 64 |
| 3.2.2. Estructura | 65 |
| 3.2.3. Ventilación | 68 |
| 3.2.4. Suelo..... | 69 |
| 3.3. Sistema de riego | 70 |
| 3.3.1. Balsas | 70 |
| 3.3.2. Cabezal de riego..... | 71 |
| 3.3.2.1. Sistemas de impulsión | 71 |
| 3.3.2.2. Sistemas de fertirrigación..... | 72 |
| 3.3.2.3. Sistema de filtrado..... | 73 |
| 3.3.3. Red de distribución | 73 |
| 3.4. Material vegetal | 74 |
| 3.5. Técnicas de cultivo | 74 |
| 3.5.1. Ciclo de cultivo | 74 |
| 3.5.2. Trasplante | 75 |
| 3.5.3. Cuajado del fruto | 75 |
| 3.5.4. Podas y escardas | 76 |
| 3.5.5. Recolección..... | 76 |
| 3.6. Diseño experimental | 77 |

| | |
|--|------------|
| 3.6.1. Caracterización del ensayo | 77 |
| 3.6.2. Mallas anti-insectos | 78 |
| 3.6.3. Superficie de aberturas de ventilación por invernadero | 78 |
| 3.6.4. Superficie de las parcelas elementales de experimentación..... | 80 |
| 3.6.5. Toma de datos | 81 |
| 3.6.6. Parámetros sometidos a estudio..... | 83 |
| 3.6.6.1. Producción total..... | 83 |
| 3.6.6.2. Producción comercial..... | 83 |
| 3.6.6.3. Componentes del rendimiento..... | 83 |
| | |
| 4 – RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 85 |
| <hr/> | |
| 4.1. Efecto de las mallas en el rendimiento y calidad del cultivo | 87 |
| | |
| 5 – CONCLUSIONES | 113 |
| <hr/> | |
| 6 – BIBLIOGRAFÍA | 117 |
| <hr/> | |
| 7 – ANEXOS | 125 |
| <hr/> | |
| 7.1. Tablas de recolección | 127 |

1. INTERÉS Y OBJETIVOS

1. INTERÉS Y OBJETIVOS.

1.1. INTRODUCCIÓN.

Las mallas o agrotexiles como medios de protección de los cultivos tienen una amplia gama de usos y aplicaciones en la agricultura moderna, entre las más importantes se pueden mencionar las mallas de protección; cortavientos, antigranizo, sombreado, anti-pájaros y anti-insectos, que son las de mayor uso y más comunes en el ámbito de la agricultura tanto protegida bajo invernaderos como al aire libre.

El objetivo de estudio de este proyecto estará enfocado a las mallas o agrotexiles usados como barreras al paso de insectos en las aberturas de ventilación de invernaderos mediterráneos.

A mediados de los ochenta se empezaron a utilizar mallas de materiales plásticos en las aberturas de ventilación de los invernaderos; en aquellos momentos la ventilación consistía simplemente en una apertura en las bandas, por lo que los cultivos sufrían daños como consecuencia del viento, pájaros, insectos, etc. Para resolver este problema se comenzaron a utilizar mallas anti-insectos con lo que se observó un descenso en el ataque de muchas plagas, y se redujeron los daños notablemente.

El empleo de sistemas de protección anti-insectos en las aberturas de ventilación de los invernaderos mediterráneos es una necesidad en la agricultura protegida pero presenta un obstáculo, y es que reduce en un 60% la superficie de ventilación y afecta la capacidad de renovación de aire dando lugar a un microclima con excesiva humedad propicio para la generación de enfermedades fúngicas como *Botrytis cinerea*.

Otro inconveniente en zonas áridas o semiáridas reside en la acumulación de polvo en la superficie de estas mallas, cuya presencia puede restar aún más capacidad para renovar el aire, por lo que es necesario realizar un mantenimiento a estas aberturas, inyectando agua desde el interior del invernadero hacia el exterior, para limpiarlas sin ensuciar el cultivo (Díaz *et al.* 2003).

La innovación en la agricultura es hoy en día, más que un hecho, una necesidad. La competitividad de las explotaciones hortícolas puede mejorarse mediante la selección de nuevos materiales, especies y/o variedades o nuevos sistemas y formas de producir.

La tendencia actual de los mercados es la de consumir frutas y hortalizas de calidad durante los doce meses del año. Esto supone para el agricultor la necesidad de ofrecer claridad cultivando en épocas veraniegas. Estas exigencias implican la necesidad de mejorar las instalaciones del invernadero mediante un control de clima que permita satisfacer durante todo el año los requerimientos fisiológicos de las especies dadas (González-Real y Baile, 2000).

El cultivo protegido es un sistema agrícola especializado en el cual se lleva a cabo un cierto control del medio edafoclimático, alterando sus condiciones en lo que se refiere al suelo, temperatura, radiación solar, viento, humedad y composición atmosférica (Castilla, 1994).

La producción agrícola bajo invernadero en Almería se caracteriza por el empleo de estructuras sencillas y de bajo coste con un limitado control climático.

1.2. OBJETIVOS.

El objetivo fundamental de nuestro ensayo es analizar cómo influyen distintos tipos de mallas anti-insectos en la producción y calidad en un cultivo de sandía triploide injertada, *Citrullus lanatus* cv. Fenway en invernadero.

Se estudiarán distintos tipos de mallas considerando los efectos que tienen sobre la ventilación, ya que sería necesaria una buena circulación del aire para el desarrollo del cultivo dentro del invernadero para asumir la eficacia de cada tipo de malla.

Para ello se valorará qué tipo de malla proporciona las mejores condiciones microclimáticas y con cuál de ellas se obtiene un mayor impacto en el control de la población de insectos sin que ello afecte a la producción y calidad.

En definitiva, este trabajo de investigación pretende seleccionar el tipo de malla que permitirá mejorar los rendimientos sin apenas modificar los gastos; ya que la variación del coste de una malla con respecto a otra es muy pequeña teniendo en cuenta la mejora que podemos obtener en el cultivo.

2. ANTECEDENTES

2.1. LA AGRICULTURA BAJO PLÁSTICO.

2.1.1. SUPERFICIE OCUPADA.

La superficie mundial cubierta por algún tipo de protección varía entre cuatro y cinco millones de hectáreas. Dejando de lado protecciones de tipo acolchado, cubiertas y túneles bajos y centrándonos en invernaderos de plástico más o menos tecnificados, a escala mundial la superficie actual supera las 450.000 ha, con un continuo crecimiento en los últimos años, estimándose en un 20% anual desde 1980. Esta superficie está concentrada en dos áreas geográficas: con un 66% el extremo oriente y con un 30% la cuenca mediterránea. (Cobos y López, 1997) (Figura 2.1).

En el sureste asiático destacan principalmente China (200.000 ha), Japón (70.000 ha) y Corea (27.000 ha).

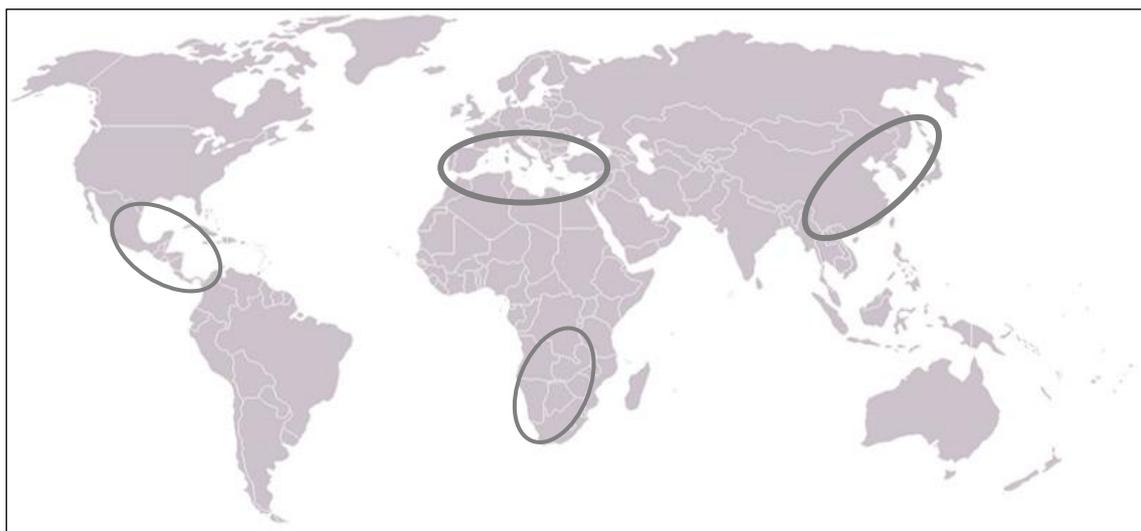


Figura 2.1. Distribución geográfica de los invernaderos en el mundo (Interempresas.net).

La otra gran zona de concentración de este tipo de agricultura es la zona mediterránea (Figura 2.2), la cual ha pasado de 68.000 ha a finales de la década de los 80 a unas 130.000 ha en la actualidad, lo que supone un tercio de la mundial. Destacan España e Italia con 53.800 y 28.000 ha, respectivamente (Pardossi *et al.*, 2004), seguidas por Turquía con unas 14.000 ha y Marruecos con 10.000 ha (Pérez *et al.*, 2002). Los invernaderos se concentran en las comarcas costeras, donde las buenas condiciones de insolación, las suaves temperaturas invernales y la estabilidad del clima derivada de la proximidad del mar (Castilla, 1998) determinan unas condiciones muy favorables para los cultivos protegidos.

El crecimiento es lento en Europa, pero en África y en Oriente Medio está siendo del 15 al 20% anual. Los países que están creciendo más son Marruecos y Turquía, mientras que otros como Francia están en recesión.

En el caso de España la distribución de la superficie de invernaderos presenta una gran concentración en el sureste peninsular, destacando Andalucía y Murcia, con un 66,78% y 10,37% de la superficie, respectivamente (Castilla y Hernández, 2005). El caso más llamativo de esta alta concentración es Almería. Esta provincia andaluza cuenta con 26.500 ha invernadas según una estimación de la Fundación Cajamar durante la campaña 2008/09, que suponen el 52,9% de la superficie de invernaderos de España.

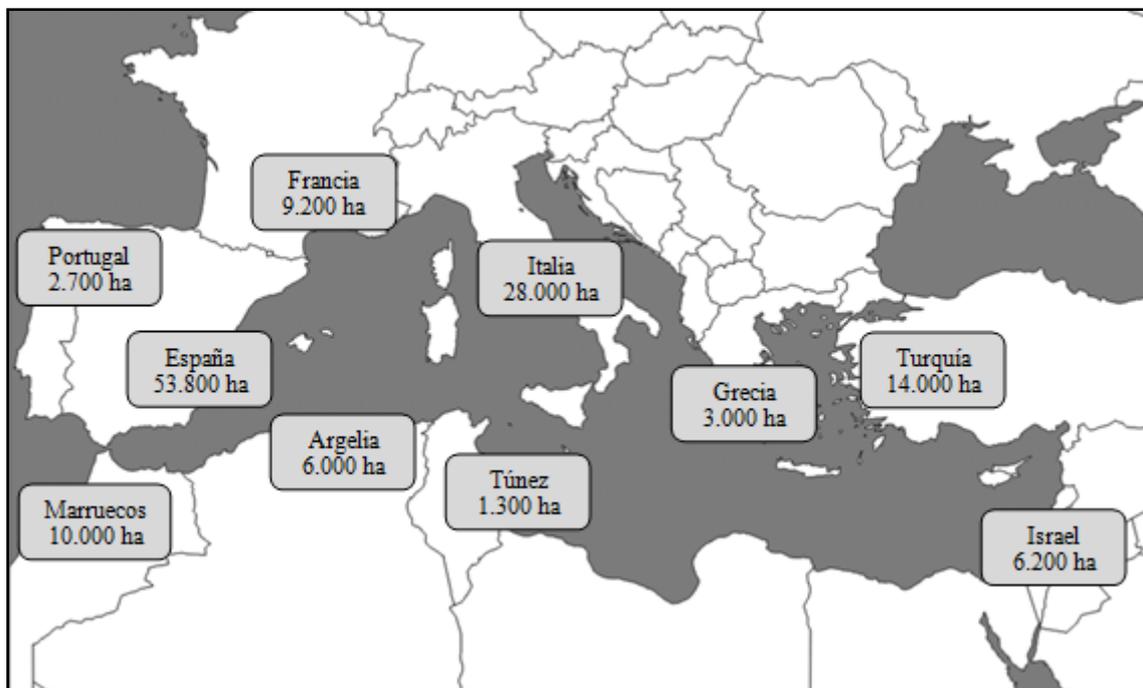


Figura 2.2. Distribución de los invernaderos en la cuenca mediterránea (Interempresas.net).

2.1.2. PRODUCCION MUNDIAL Y ESPAÑOLA DE SANDÍA.

Los primeros datos que se tienen de la sandía son de hace aproximadamente 5.000 años en Egipto, donde la sandía se cultivaba no sólo por su sabor, sino también por su belleza como está representado en grabados sobre muros de la época, se ha cultivado durante miles de años en África y Oriente Medio.

De entre todos los países, China es el principal productor de sandía con 62,2 millones de toneladas, que representan el 72% de la producción mundial (Tabla 2.1).

Seguido de China se encuentran otros países como Irán, Turquía o Brasil, entre otros, cuyas producciones son considerablemente menores.

Tabla 2.1. Principales productores de sandía(2008)

| País | Producción (10³ t) |
|-------------|--------------------------------------|
| China | 62256973 |
| Turquía | 3796680 |
| Irán | 3300000 |
| Brasil | 2092630 |
| USA | 1944490 |
| Egipto | 1912991 |
| Rusia | 1060000 |
| México | 1058848 |
| Uzbekistán | 840000 |
| Argelia | 815665 |
| Corea | 741880 |
| España | 731500 |

España ocupa el decimosegundo lugar en cuanto a producción de sandía con 0,73 millones de toneladas, siendo el país de mayor producción de Europa. En cuanto al rendimiento de cada uno de los países, cabe destacar que España presenta el valor más alto con 45.77 t·ha⁻¹.

En España la mayoría de las plantaciones de sandía se centran principalmente en Murcia, Comunidad Valenciana y Andalucía, siendo esta última la comunidad autónoma con mayor producción de sandía y siendo Almería el principal productor, en donde la mayor parte de la superficie cultivada esta bajo invernadero.

2.1.3. PRODUCCION AGRICOLA DE ALMERIA.

La agricultura almeriense es un referente en España y en el resto del mundo. Este sistema de cultivo ha dado lugar a la concentración más grande de invernaderos del planeta. La superficie invernada en la provincia continúa estabilizada en unas 26.500 hectáreas. Al igual que en la campaña 2007/08, son escasas las fincas en baldío que se han puesto en producción, siendo más frecuente la adaptación y mejora de elementos productivos de fincas ya en explotación bajo abrigo. La producción agrícola bajo invernadero en Almería se caracteriza por el empleo de estructuras sencillas y de bajo coste con un limitado control climático.

La superficie dedicada al cultivo de frutas y hortalizas en la provincia de Almería ha aumentado en un 1,14% durante la campaña pasada. Este dato hace referencia al total cultivado tanto de forma intensiva bajo abrigo, como al aire libre. Según los datos publicados por la Junta de Andalucía, la superficie de cultivo bajo plástico, teniendo en cuenta los distintos ciclos que se producen en una campaña, no ha variado con respecto al periodo anterior. Lo que sí se ha modificado es la distribución de la superficie por cultivos.

De esta forma, la superficie destinada al cultivo de judía verde continúa su tendencia descendente, con un retroceso del 15,74%. Las hectáreas dedicadas a producir esta hortaliza han caído desde la campaña 2003/04 un 80,35%. Los elevados requerimientos de mano de obra especializada y el coste que esto supone, son los principales motivos de la disminución de este cultivo en la provincia, habiéndose trasladado su producción a países donde dicho coste es menor. El melón es otro producto cuya superficie de cultivo está en decadencia, con un retroceso del 9,2% en este periodo con respecto al anterior, y una merma de un 21% desde la campaña 2006/07.

El resto de productos que han presentado una menor cantidad de hectáreas de cultivo han sido la berenjena y el tomate. Tras tres campañas de crecimiento, la berenjena ha disminuido un 2,35%. El descenso de tomate se debe a que se ha reducido la plantación de primavera en un 8%, como consecuencia de la incertidumbre provocada por la incidencia de *Tuta absoluta* en este período, durante el que causa mayores daños. Para dicho periodo, los agricultores se decidieron por otros cultivos como la sandía o el pepino y el calabacín, éstos últimos con menores costes de plantación.

El calabacín presenta una tendencia positiva desde hace cuatro campañas, que se ha materializado en ésta con un 7,63% más de superficie que en la anterior. Como se acaba de comentar, esto se debe a que su puesta en producción conlleva un bajo coste y además, tiene una rápida entrada en producción. Por otra parte, parece que el aumento de producto no ha alcanzado su saturación en el mercado, ya que está presentando un buen comportamiento en términos de ingresos. El pepino es otra hortaliza a la que se le ha dedicado mayor espacio por su baja puesta en producción, habiendo crecido en un 4,06%.

La única especie que se puede considerar como estable en este periodo en cuanto a superficie se refiere es el pimiento, que apenas ha descendido un 0,4%.

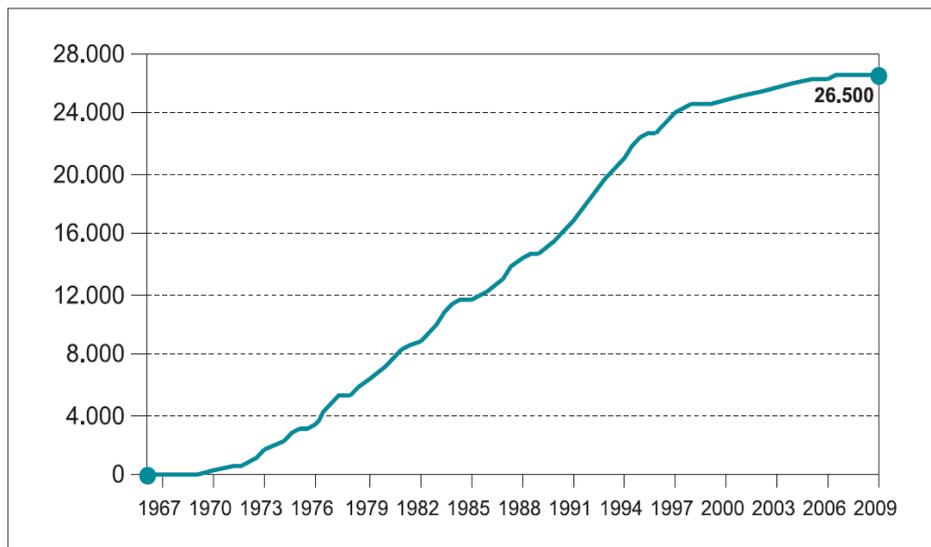


Figura 2.3. Evolución de la superficie invernada en Almería. Hectáreas. (Fuente: Análisis de la campaña hortofrutícola de Almería. Campaña 2008/2009. Fundación Cajamar.)

En cuanto a la producción total de frutas y hortalizas en la provincia se ha producido un descenso del 3,47%. Disminución que se ha debido principalmente a una menor productividad en los cultivos intensivos bajo plástico, que han mermado la cantidad de toneladas alcanzadas en un 3,76%, respecto a la campaña anterior. A pesar de ello, no todos los productos cultivados bajo abrigo han presentado una tendencia negativa, sino que ésta se ha concentrado en tomate, judía verde y melón. Las condiciones meteorológicas han incidido negativamente en la producción, pero tan sólo en éstos tres casos se han producido descensos con respecto al anterior periodo, que ya se caracterizó por una menor producción por circunstancias similares.

El producto que más ha disminuido ha sido la judía verde, con una reducción del 20,3%. En este caso no sólo hay que responsabilizar a las intensas lluvias, sino que esta hortaliza continúa la tendencia a la baja que inició varios años atrás. Los descensos que se han dado en la producción de tomate son consecuencia de que, a pesar del aumento del 16,95% en la plantación de tomate de otoño respecto a la campaña 2008/09, las precipitaciones han incidido negativamente en el desarrollo de este cultivo. Por otra parte, la plantación de tomate de primavera disminuyó por el temor a un ataque severo de *Tuta absoluta* y por la búsqueda de alternativas de cultivo más económicas. Respecto al melón, cuya producción ha sido menor en un 14,27%, las precipitaciones y el mayor número de días nublados dificultaron el cuaje de fruto. Además, la disminución continua de la superficie destinada a esta fruta, así como el aumento de las importaciones del mismo, llevan a pensar en que se esté comenzando a producir un retroceso de la producción local, similar al que ha sufrido el cultivo de la judía.

La sandía también se ha visto afectada por dificultades en el cuaje; sin embargo, el aumento de superficie ha compensado la pérdida de productividad, reflejándose en un incremento de la producción del 2,7%. Los cultivos que han mejorado su comportamiento han sido calabacín y pepino, presentando aumentos en superficie y producción. Así pues, las toneladas de calabacín han crecido un 3,5% y las de pepino un 3,85%. Estos incrementos se deben fundamentalmente, a un menor coste de implantación y a su rápida entrada en producción. La berenjena, por su parte, a pesar de la reducción de superficie que ha sufrido, ha aumentado las cantidades obtenidas en un 9,5%. Circunstancia similar se ha dado en el cultivo de pimiento, cuyas toneladas han superado en un 1,02% a las conseguidas en la anterior campaña. Y esto a pesar del leve descenso sufrido en la superficie destinada a su producción.

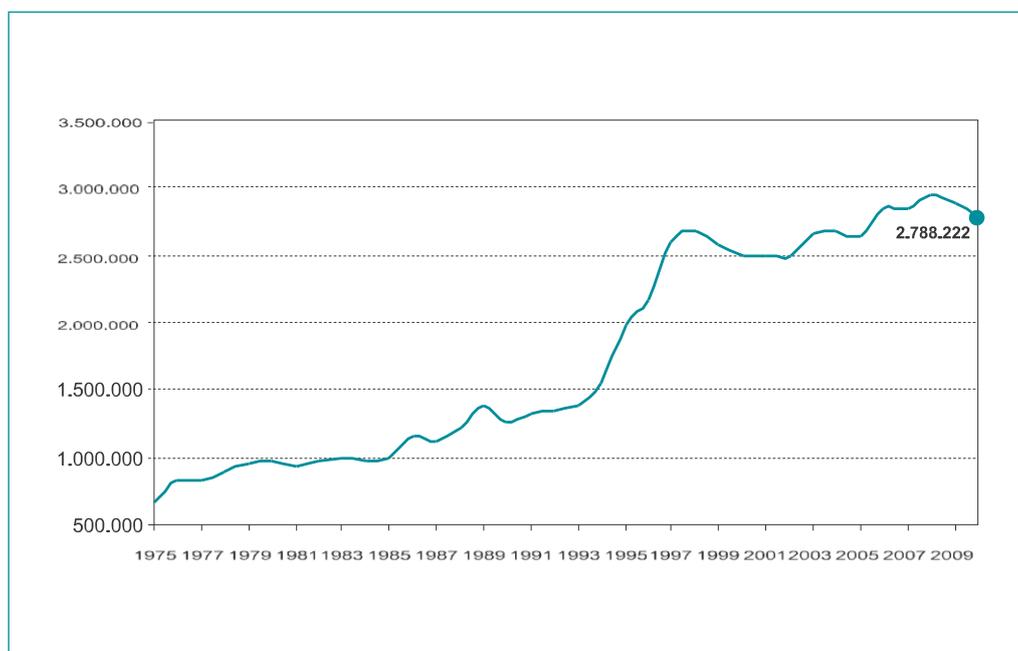


Figura 2.4. Evolución de la producción hortofrutícola (1975-2010). En toneladas. (Fuente: Análisis de la campaña hortofrutícola de Almería. Campaña 2009/2010. Fundación Cajamar.)

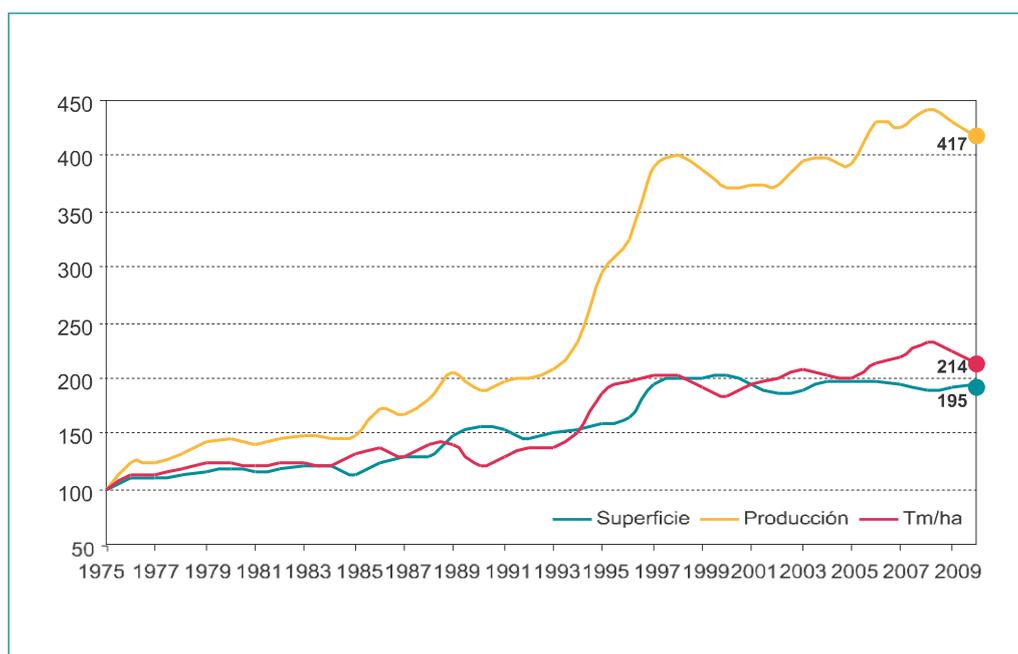


Figura 2.5. Evolución de la superficie, la producción y el rendimiento por hectárea. Índice 1975=100 (Fuente: Análisis de la campaña hortofrutícola de Almería. Campaña 2009/2010. Fundación Cajamar).

Durante esta campaña, el precio medio de las principales frutas y hortalizas cultivadas bajo plástico ha aumentado en un 5,45% con respecto al periodo anterior. Este incremento ha quedado plasmado en un aumento del valor de la producción de dicho grupo del 1,5%, y de la producción total del 2,34%.

Si se analizan cada una de estas frutas y hortalizas de forma individual, se observa que la mitad de los productos considerados han disminuido sus precios medios, debiéndose el aumento total al incremento de las cotizaciones medias de la otra mitad. Así, la hortaliza que más ha visto descender sus precios ha sido el pepino con un retroceso del 23,7%, habiendo éste disminuido en mayor proporción de lo que ha aumentado el número de toneladas producidas. Una situación similar se ha dado en sandía, ya que las cotizaciones medias se han reducido más de lo que aumentó la producción, pero dicho descenso no ha sido tan acusado como en pepino, situándose en un -7%. La berenjena también ha obtenido un menor valor por kilo de producto, pero descendiendo casi en igual proporción de lo que ha aumentado la producción. La judía verde, sin embargo, ha presentado variaciones negativas tanto en cantidades como en valor, aunque el precio ha disminuido en menor medida.

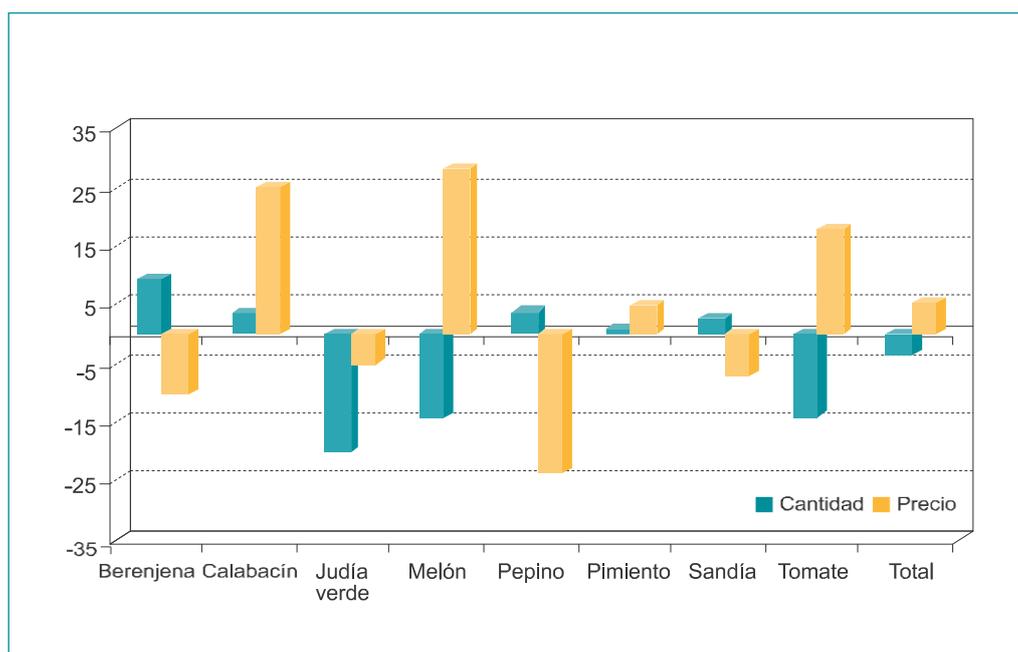


Figura 2.6. Variaciones porcentuales en precio y cantidad de los principales productos hortícolas con respecto a la campaña anterior (Fuente: Análisis de la campaña hortofrutícola de Almería. Campaña 2009/2010. Fundación Cajamar).

Por tanto, el incremento medio de las cotizaciones se debe a los mayores precios obtenidos por el melón, el calabacín, el tomate y el pimiento. Calabacín y pimiento son las dos únicas hortalizas que han aumentado tanto las toneladas producidas, como sus cotizaciones medias. En el caso del calabacín, se trata del tercer periodo consecutivo con un incremento en el precio, que se ha materializado en un 25% esta campaña respecto a la anterior, siendo la segunda hortaliza con una mayor variación positiva. El pimiento, a pesar del descenso sufrido en el periodo precedente, ha aumentado su precio medio en un 4,8%.

La fruta cuyas cotizaciones han crecido más es el melón, con una mejora del 28,3% que se corresponde con un descenso de la producción del 14,3%. El tomate, por su parte, ha disminuido su producción en una proporción similar al melón, pero el precio medio alcanzado lo ha hecho en menor, aumentando en un 18%.

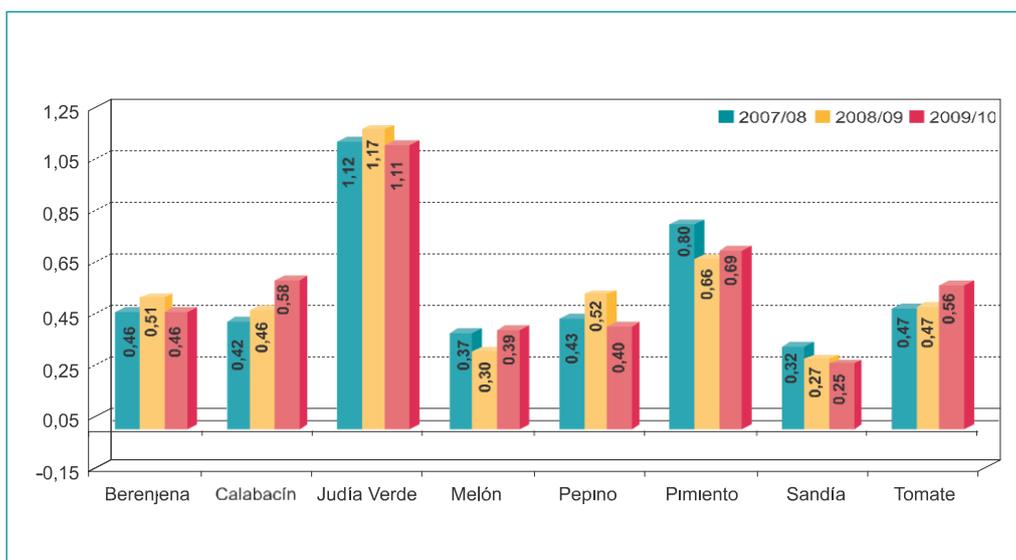


Figura 2.7. Evolución de los precios medios de las principales hortalizas. En euros (Fuente: Análisis de la campaña hortofrutícola de Almería. Campaña 2009/2010. Fundación Cajamar).

| | Media 2001/10 | | | Campaña 2009/10 | | | |
|--------------|------------------|------------------|---------------------|------------------|------------------|---------------------|--------------|
| | Cantidad (Tm) | Precio (Euro/kg) | Valor (Miles euros) | Cantidad (Tm) | Precio (Euro/kg) | Valor (Miles euros) | % var. valor |
| Berenjena | 98.164 | 0,47 | 45.999 | 150.593 | 0,46 | 69.080 | 50,17 |
| Calabacín | 247.465 | 0,48 | 119.524 | 286.600 | 0,58 | 166.058 | 38,93 |
| Judía verde | 43.023 | 1,19 | 51.070 | 10.745 | 1,11 | 11.932 | -76,64 |
| Melón | 182.091 | 0,43 | 77.817 | 141.964 | 0,39 | 54.987 | -29,34 |
| Pepino | 319.129 | 0,46 | 146.345 | 382.326 | 0,40 | 152.930 | 4,50 |
| Pimiento | 521.667 | 0,68 | 355.542 | 530.626 | 0,69 | 368.373 | 3,61 |
| Sandía | 285.967 | 0,27 | 75.800 | 335.439 | 0,25 | 84.967 | 12,09 |
| Tomate | 828.300 | 0,49 | 407.753 | 772.035 | 0,56 | 432.274 | 6,01 |
| Total | 2.525.804 | 0,51 | 1.279.851 | 2.610.328 | 0,51 | 1.340.602 | 4,70 |

Tabla 2.2. Comparación de los ingresos medios de la campaña 2009/2010 con la media del período 2000/2010 (Fuente: Análisis de la campaña hortofrutícola de Almería. Campaña 2009/2010. Fundación Cajamar.)

Las exportaciones de frutas y hortalizas de la provincia de Almería han experimentado sendos incrementos durante la campaña 2009/10, tanto en cantidad como en valor. Las toneladas exportadas han aumentado un 2,3% respecto a la campaña anterior, mientras que el valor de las mismas lo ha hecho en un 1,4%. Esto pone de manifiesto que, aunque el crecimiento de las cantidades exportadas ha quedado reflejado en el valor total, las cotizaciones de los productos no han evolucionado con la misma intensidad. Y esto a pesar de las circunstancias económicas y la presión a la que se encuentra sometido el sector por los diferentes operadores de cara a la adquisición de productos.

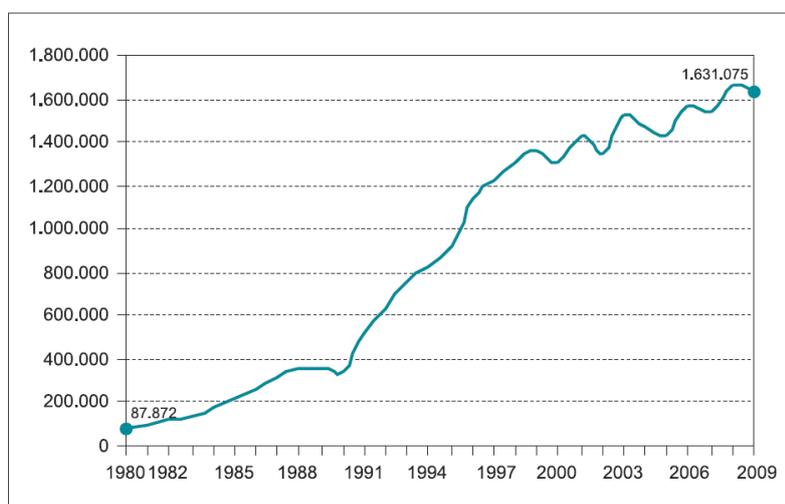


Figura 2.8. Evolución de las exportaciones hortofrutícolas. Toneladas. Serie 1980-2008. (Fuente: Análisis de la campaña hortofrutícola de Almería. Campaña 2008/2009. Fundación Cajamar.)

Por otra parte, durante esta campaña el volumen exportado ha supuesto un 60,8% del total producido, proporción superior a la de la campaña anterior que fue de un 56,5% y que supone el nuevo máximo histórico de esta serie desde que comenzó a calcularse en 1980. En cuanto a la sandía podemos decir que las exportaciones se han reducido con respecto a la cantidad de sandía exportada la campaña anterior.

| Producto | 2007/08 | 2008/09 | 2009/10 | % var 09/10 |
|--------------|------------------|------------------|------------------|-------------|
| Berenjena | 84.047 | 73.460 | 81.314 | 10,7 |
| Calabacín | 182.243 | 182.780 | 188.331 | 3,0 |
| Col china | 3.399 | 2.702 | 1.201 | -55,6 |
| Judía verde | 9.320 | 7.868 | 7.642 | -2,9 |
| Lechuga | 67.473 | 71.202 | 79.313 | 11,4 |
| Melón | 87.204 | 80.423 | 80.900 | 0,6 |
| Pepino | 275.084 | 263.044 | 278.718 | 6,0 |
| Pimiento | 287.869 | 295.804 | 305.710 | 3,3 |
| Sandía | 109.610 | 130.109 | 139.262 | 7,0 |
| Tomate | 470.591 | 418.597 | 403.935 | -3,5 |
| Otros | 56.993 | 65.859 | 61.929 | -6,0 |
| Total | 1.633.833 | 1.591.848 | 1.628.255 | 2,3 |

Tabla 2.3. Evolución de las cantidades exportadas desde Almería por productos. En Toneladas. (Fuente: Análisis de la campaña hortofrutícola de Almería. Campaña 2009/2010. Fundación Cajamar.)

| Producto | Producción | Exportación | Importación | % Import/Export |
|--------------|------------------|---------------------|------------------|-----------------|
| Berenjena | 150.593 | 81.314 | 90 | 0,11 |
| Calabacín | 286.600 | 188.331 | 2.835 | 1,51 |
| Col China | 1.145 | 1.201 | 710 | 59,15 |
| Judía Verde | 10.745 | 7.642 | 12.861 | 168,29 |
| Lechuga | 158.502 | 79.313 | 1.392 | 1,75 |
| Melón | 141.964 | 80.900 | 2.585 | 3,20 |
| Pepino | 382.326 | 278.718 | 583 | 0,21 |
| Pimiento | 530.626 | 305.710 | 2.803 | 0,92 |
| Sandía | 335.439 | 139.262 | 448 | 0,32 |
| Tomate | 772.035 | 403.935 | 8.382 | 2,07 |
| Otros | 18.247 | 61.929 | 12.195 | 19,69 |
| Total | 2.788.222 | 1.628.254,78 | 44.883,41 | 2,76 |

Tabla 2.4. Producción, importación y exportación de hortalizas en la campaña 2009/2010. En Toneladas. (Fuente: Análisis de la campaña hortofrutícola de Almería. Campaña 2008/2009. Fundación Cajamar.)

En cuanto a la importación, la judía verde es el único producto cuya exportación se ve superada por la importación, en cuanto a la sandía, se exporta mucha más cantidad de la que se importa.

2.2. MALLAS ANTI-INSECTOS.

En la actualidad, hablar del cultivo protegido en Almería es hablar de la mayor fuente de riqueza para la provincia dentro del sector hortofrutícola (Cadenas *et al.*, 2003). Durante las dos últimas décadas la provincia de Almería ha experimentado un gran desarrollo agrícola, convirtiéndose ésta en una de sus principales actividades económicas. Este desarrollo agrícola ha sido generado por la sustitución de las explotaciones agrarias tradicionales, destinadas principalmente a cultivos de secano al aire libre, a favor de la implantación de cultivos hortícolas en regadío bajo plástico, convirtiendo a la provincia de Almería en la principal suministradora de hortalizas de Europa.

Si tenemos en cuenta la exigencia actual de los mercados en comercializar con productos carentes de residuos químicos, así como una creciente subida de los costes de producción que no va acompañada de una subida de los precios de venta en origen; se hace necesario estudiar sistemas que consigan aumentar la producción y calidad de los cultivos sin que eso suponga hacer un mayor uso de los fitosanitarios debido al riesgo que supone el control químico para el Medio Ambiente y para la salud humana.

En la agricultura, el control químico de plagas ha sido y es el método preferido, pero este enfoque no puede considerarse como sostenible debido a los aspectos negativos que conlleva, tanto de contaminación medioambiental como de destrucción de la fauna auxiliar (Antiugus, 2000).

Con la constatación de estos problemas se pone de manifiesto la necesidad de poner en práctica una producción sostenible y de esta manera, cada vez cobran mayor auge, los sistemas de producción integrada, los cuales, basándose en las directrices de la Organización Internacional para la Lucha Biológica (OILB), tienen por objeto el producir alimentos y otros productos de calidad, utilizando recursos naturales y mecanismos reguladores para sustituir los insumos contaminantes y asegurar una producción sostenible, siendo uno de sus componentes esenciales la conservación de la diversidad ambiental (Viñuela, 2000).

El reglamento específico de producción integrada define las prácticas agronómicas clasificándolas en obligatorias, prohibidas y recomendadas, así como las estrategias de control integrado, las cuales consisten en sistemas de muestreo, estimación del riesgo, criterios de intervención y métodos de control.

En relación con estos métodos de control, es fundamental utilizar la propia barrera física que supone el invernadero, como primera herramienta de manejo integrado, garantizando el adecuado estado de conservación de la cubierta y las aperturas de ventilación (Fernández-Rodríguez, 2002).

La particularidad de nuestra agricultura y las características propias del desarrollo epidemiológico de cada problema precisan que la evaluación de los citados materiales tenga lugar en nuestros sistemas de cultivo (Fernández-Rodríguez 2002).

Además, la tendencia en las últimas campañas es continuar el cultivo en los meses de verano, los cuales son los más propicios para la presencia de plagas, para mantener los clientes y compensar las posibles pérdidas de rentabilidad del cultivo, por lo que se hace aún más necesario el uso de elementos que impidan la entrada de insectos.

Debido a estos ha aumentado la necesidad de incorporar técnicas de control distintas, entre las que destaca el empleo de barreras físicas como mallas anti-insectos que impiden o reducen el contacto insecto-vector cultivo.

El comienzo del uso de mallas como protección contra insectos en las aperturas de ventilación data de mediados de los ochenta, su utilización se ha ido extendiendo hasta el punto que se creó la orden del 12 de Diciembre de 2001 por la Consejería de Agricultura y Pesca de la junta de Andalucía (BOJA 8/01/09) que incluye la utilización de mallas en bandas y cubrera excepto cuando no exista una adecuada ventilación en el invernadero, esta orden es de obligado cumplimiento desde e el 8 de Enero de 2003 para los productores de hortalizas y semillas.

Existe en el mercado una gran variedad de mallas anti-insectos para utilizar en las aberturas laterales y cenitales del invernadero, todas con el mismo objetivo: impedir la entrada de insectos que puedan ser vectores de virus o disminuyan la calidad del fruto por daños directos como pueden ser picaduras o puestas de huevos. La diferencia entre unas y otras a parte del precio, estriba en el tamaño de los poros de los tejidos. Según esto, cabría pensar que la más eficaz es la que tenga un menor tamaño en sus poros, que será la más difícil de franquear por los insectos. Sin embargo, estas mallas además de impedir la entrada de insectos deben ser lo suficientemente permeables al paso del aire como para proporcionar al cultivo un microclima óptimo, sin perjuicio de unas condiciones adversas para el desarrollo de enfermedades criptogámicas (de origen fúngico).

La materia prima más utilizada en la fabricación de hilos para la confección de las mallas es el polietileno de alta densidad (HDPE), y es utilizado en un 85% del total de las fibras empleadas en los agrotexiles. Se emplean también, en menor porcentaje, el poliéster y la poliamida en un 3% y 7% respectivamente. Los diámetros de los hilos oscilan entre 0,1 a 0,3 mm y la tecnología de fabricación o confección del agrotexil es la de los tejidos de calada y de punto por urdimbre; ambos tipos de tejido confieren al agrotexil una elevada resistencia a la tensión, elasticidad y múltiple funcionalidad (Fernández *et al.*, 2006).

Actualmente, los sistemas de producción hortícola protegidos bajo plástico, requieren de un mejor conocimiento y control de las variables del microclima interior

para satisfacer las demandas de mejor calidad de la producción integrada (Lenteren, 2000), sostenibilidad ambiental (Urrestarazu, 2004; Vanstaeede Lanburg, 1992).

Los principales problemas que afectan a la producción de la calidad de los cultivos mediterráneos respecto al microclima interior son distintos en función de la estación del año.

- En otoño-invierno el mayor problema es el exceso de humedad relativa, que causa serios problemas de enfermedades en las plantas.
- En primavera-verano el mayor problema son las elevadas temperaturas que causan estrés hídrico provocando una disminución de producción de la planta y desordenes fisiológicos.

La ventilación es una de las herramientas más importantes para controlar el microclima de un invernadero. El intercambio de aire entre el interior y el exterior del invernadero influye en parámetros ambientales como la temperatura, la humedad y la concentración de CO₂ que afectan al desarrollo y a la producción del cultivo. Esta aireación se ve disminuida por la colocación de las mallas anti-insectos, la mejor malla será la que conjugue el equilibrio perfecto entre paso de insectos y ventilación dentro del invernadero.

Las mallas reducen la tasa de ventilación de manera evidente, con descensos en invernaderos tipo “Almería” de hasta el 56,6% (Valera 2003). Una adecuada ventilación en invernaderos mediterráneos es crucial para mantener las condiciones microclimáticas adecuadas para los cultivos.

Las plagas en los cultivos por lo general, y en particular aquellas que actúan como vectores de virus como: mosca blanca del tabaco (*Bemisia tabaci*), mosca blanca de los invernaderos (*Trialeurodes vaporariorum*) y el trips (*Frankliniella occidentalis*), se han convertido actualmente en el problema con mayor repercusión económica en la horticultura protegida alcanzando los tratamientos fitosanitarios para control de mosca blanca en algunos casos hasta un 70% de los costos de producción, con las consecuentes afectaciones al medio ambiente por la aplicación de fitosanitarios de síntesis por su efecto residual y repercusión sobre la fauna auxiliar, insectos polinizadores, etc., y riesgo de intoxicación que sufren los aplicadores. Lo que constituye que exista un rechazo social en la instrumentación de tales prácticas, por lo que es necesario buscar alternativas ambientalmente sostenibles que solucionen los problemas derivados de los insectos transmisores de virus (Camacho *et. al.* 2004), en un contexto de lucha integrada mediante la aplicación racional de una combinación de medidas biológicas, biotecnológicas, químicas, de cultivo o de selección de vegetales, de modo que la utilización de productos fitosanitarios se limite al mínimo necesario para el control de las plagas (BOJA N°. 211, del 2007).

Bemisia tabaci puede encontrarse tanto en cultivos de invernadero como al aire libre. Dependiendo de las condiciones climáticas, tiene mayor o menor número de

generaciones, pero parece que en situaciones especialmente favorables de invernadero puede alcanzar las 10-11. Esta presente durante todo el año, si bien en los meses invernales ralentiza mucho su desarrollo. Los adultos se localizan principalmente en el envés de las hojas y en un segundo nivel vertical de la planta, es decir, no prefieren las brotaciones más recientes, a diferencia de *T. vaporariorum*. La puesta se localiza igualmente en el envés foliar, al igual que todos los estados inmaduros de desarrollo, aunque puede ocasionalmente observarse la presencia de algún individuo en el haz.

Por su importancia económica, destaca su desarrollo sobre plantas hortícolas y ornamentales pudiendo citar: tomate, melón, pepinillo, calabacín, etc.

Su presencia puede detectarse en el envés de las hojas. Pueden producir, con su alimentación, diversos efectos como decoloración foliar, decaimiento de la planta, etc.

Debido a la melaza que segregan, pueden inducir el desarrollo de negrilla, y especialmente destaca su carácter de ser vector de virus vegetales.

Uno de los principales problemas de *Frankiniella occidentalis* son sus hembras ya que incrustan los huevos en los tejidos de las flores, las hojas o los tallos tiernos. Cuando emergen las larvas muestran fototropismo negativo, localizándose en el envés de las hojas, en las yemas o en cualquier lugar de la planta protegido de la radiación directa.

Cuando las larvas han alcanzado el máximo desarrollo dejan de alimentarse y buscan un lugar para ninfosar, generalmente la hojarasca, los restos vegetales o en los primeros centímetros de suelo.

Las principales características de su morfología son su pequeño tamaño (1 a 3 mm de longitud). Su flexibilidad y libertad de movimientos, especialmente en el abdomen. Poseen dos pares de alas ribeteadas por un fleco de sedas largas que permiten el acoplamiento de las dos alas de cada lado, aumentando la eficacia de vuelo. Posee un aparato bucal picador-chupador con el que extraen el contenido celular de las capas externas de los vegetales.

Todas estas características morfológicas les confieren atributos biológicos que hacen difícil su control; se ocultan en partes de las plantas a las que no son accesibles los insecticidas.

La utilización de mallas porosas en los invernaderos mediterráneos es una técnica de uso generalizado, tanto por sus aplicaciones en climatización, como para controlar la entrada de insectos plaga. No obstante, estos agrotexiles provocan modificaciones, a veces no deseadas, en el microclima interior del agrosistema, como por ejemplo la reducción de la tasa de ventilación.

Actualmente existen en el mercado multitud de mallas porosas, por otro lado, los agricultores están sometidos a una elevada presión comercial. No obstante, las características técnicas de estos materiales así como su efectividad para su uso concreto,

requieren un estudio científico detallado, ya que con mucha frecuencia no cumplen con la finalidad para la cual se instalaron en los invernaderos.

También es de especial relevancia la constatación de la perdurabilidad de las características de estos materiales en el tiempo. En zonas áridas como Almería, la suciedad que se incrusta en las mallas porosas altera sustancialmente la resistencia al flujo de aire, aspecto de esencial incidencia en la ventilación del invernadero, y por tanto, con implicaciones en la temperatura, humedad y concentración de CO₂, entre otros aspectos esenciales para el desarrollo de los cultivos.

Los beneficios potenciales que resultan del uso de mallas en la horticultura protegida se han incrementado de forma progresiva en los últimos años. Las pantallas constituyen un medio simple y efectivo para evitar la pérdida de calor durante el periodo nocturno y para controlar la radiación solar dentro del invernadero, así como para prevenir la entrada de pájaros e insectos.

Hoy en día la protección de los cultivos se considera aún más importante que la protección del clima (Berlinger *et. al.*, 1999). Actualmente, la mayoría de los agricultores han optado por medios físicos de protección como las mallas anti-insectos que se colocan en las aberturas de ventilación para evitar la entrada de plagas al invernadero. Las mallas reducen la migración de los insectos y como consecuencia los daños sobre el cultivo, disminuyendo así la necesidad de aplicación de pesticidas, los cuales son cada vez más rechazados por la sociedad y normas medioambientales. La exclusión de insectos de pequeño tamaño se logra mediante la instalación de mallas con un tamaño de hueco cada vez menor (en torno a 0,25-0,75 mm), como consecuencia las mallas instaladas en los invernaderos tienen valores de porosidad (relación entre la superficie de huecos y la superficie total) cada vez menores, por lo que dificultan la ventilación y reducen la transmisión de luz. Por este motivo, es muy importante poder determinar sus características ópticas y la resistencia al flujo de aire para optimizar su uso. Además la posibilidad de determinar la caída de presión que provocan las mallas facilitaría el desarrollo de modelos más exactos para la predicción y simulación de la ventilación y el microclima en invernaderos equipados con mallas en aberturas de ventilación.

La incorporación de mallas anti-insecto para la exclusión de insectos plaga en el invernadero es una técnica de manejo integrado de plagas que no depende de la aplicación de plaguicidas. Las ventajas del uso de mallas en las ventanas incluyen la reducción en el número de tratamientos fitosanitarios y reducción en la exposición a los plaguicidas de los trabajadores (Cabrera *et al.*, 2002). El principal inconveniente es la reducción de la tasa de ventilación. Dicha reducción es drástica si pretendemos que la malla realmente se comporte como una buena barrera a la entrada de insectos.

Para proteger los cultivares bajo invernadero de los insectos plaga se emplean una amplia gama de mallas de protección, con diversos tamaños de poros (Peeyush *et al.*, 2005), para las aperturas de ventilación en los invernaderos mediterráneos que

modifican el gradiente de temperatura del microclima del invernadero (Soni *et al.*, 2005), que por sus características tiene una importante trascendencia desde el punto de vista económico y ambiental al permitir la circulación del aire e impidiendo el paso de insectos plaga al interior del invernadero, que provocan cuantiosos daños directos y que además son transmisores de enfermedades víricas (Teitel, 2001).

El uso de mallas anti-insecto reduce perceptiblemente la circulación de aire y aumenta los gradientes térmicos dentro del invernadero, se ha observado una reducción de hasta el 46% de la tasa de renovación del microclima interior (Majdoubi, Boulard, Hanafi, *et al.*, 2007). A medida que disminuye el tamaño de los poros de los tejidos, la renovación de aire del invernadero se reduce, con lo que se presentan problemas de ventilación, para lo cual se han probado las características aerodinámicas de las mallas forzando el flujo del aire en un túnel de viento (Valera *et al.*, 2006). Se ha observado que la disminución de la porosidad de la malla anti-insectos aumenta los gradientes verticales de temperatura de entre el 5 y 10%. Estos patrones verticales del gradiente de la temperatura fueron encontrados en invernaderos con cultivo de tomate (Soni *et al.*, 2005).

La ventilación natural en los invernaderos de la región mediterránea, es una de las mejores y más económicas herramientas de control de clima (Demrati *et al.*, 1998).

El descenso en la tasa de renovación del aire en el interior del invernadero genera problemas de enfermedades y disminución en el rendimiento y calidad de los cultivos (Arellano, 2004).

En cuanto a la eficiencia climática de las mallas se usará el método del balance energético, para medir la tasa de renovación de aire y tratar de verificar el efecto significativo de las mallas en el microclima interior del invernadero y la tasa de renovación (Harmanto *et al.*, 2006).

Las mallas anti-insectos, están cumpliendo parcialmente con su función, las características técnicas del fabricante, por ejemplo en el bloqueo del paso de la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en algunos casos no se cumple (Cabrera *et al.*, 2004 y Berlinger *et al.*, 2002). Este hecho puede deberse a la no uniformidad de la confección de la malla cuyos poros deberán tener un determinado número de hilos por unidad de superficie (Valera *et al.*, 2003).

En la actualidad se están desarrollando nuevos materiales con hilos de menor diámetro, lo que permite la confección de un tejido con un mayor número de hilos por unidad de superficie (Álvarez *et al.*, 2003) y (Kose *et al.*, 2004). Pero esto mismo reduce la tasa de ventilación natural de una estructura de invernadero de entre los 60 y 70% (Fernández, 2004) y (Camacho *et al.*, 2004) que permitan obtener la mejor eficiencia microclimática del invernadero y el bloqueo de entrada de insectos vectores de enfermedades en los cultivos, otros autores (Katsoulas *et al.*, 2006), confirman este hecho.

Desde el punto de vista legislativo, la orden del 12 de diciembre de 2001 de la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía (BOJA 8/01/2002) establece, tanto las medidas de control obligatorias como las recomendadas, en la lucha contra las enfermedades víricas en los cultivos hortícolas protegidos incluyendo como medida de control obligatoria de carácter estructural específica: "... la utilización de mallas en bandas y cubreras del invernadero de una densidad mínima de 10×20 hilos \cdot cm⁻², excepto en aquellos casos en los que no permitan una adecuada ventilación del invernadero." (Camacho *et. al.*, 2004).

La ausencia de una norma en el diseño y fabricación de las mallas anti-insectos ha originado que se encuentren en el mercado una amplia diversidad que en muchos casos la selección se hace en función de la prueba y error por parte de los agricultores, por lo que se hace necesario establecer las primeras pautas para la definición de criterios normativos que constituyan una norma que regule el proceso de diseño y fabricación de las mallas anti-insectos.

En esta investigación se pretende conocer cómo afecta cada tipo de malla experimental a las distintas poblaciones de insectos y como afecta el microclima creado por dichas mallas a la producción del cultivo.

2.2.1. EVOLUCIÓN DE LAS MALLAS DE PROTECCIÓN.

A mediados de los ochenta se empezaron a utilizar mallas de materiales plásticos en las aperturas de ventilación de los invernaderos, en aquellos momentos estas estructuras de cultivo eran de escasa altura, construidas con madera de eucalipto y alambre y cuyo sistema de ventilación consistía simplemente en una apertura de las bandas, entre los enmallados de alambre, operando mediante la recogida de plástico y sin ningún tipo de protección adicional (Díaz *et. al.*, 2003).

Los cultivos tutorados sufrían las consecuencias de los vientos, como el manchado de los frutos, a la vez que perdía productividad en las líneas próximas a las bandas por el daño que producían agentes externos como el viento, pájaros, insectos, etc. Para resolver este problema se empezaron a colocar mallas mosquiteras en los huecos que se dejaban para la ventilación, con lo que se redujeron los daños notablemente, a la vez que se empezó a apreciar un descenso en el ataque de muchas plagas. Fue entonces cuando se pensó en el uso de mallas anti-insectos como barrera física contra insectos.

En la historia más reciente del campo almeriense, se empezaron a utilizar mallas anti-insectos con unas dimensiones de 10×16 hilos \cdot cm⁻² y tras diversos estudios se pudo comprobar que no eran eficaces, ya que esta densidad de hilo era superada por los insectos. La introducción de otros factores de producción como el empleo de abejorros para la polinización apoyó y permitieron la extensión del uso de mallas, ya que se evitaba que los insectos polinizadores escapasen del invernadero, en busca de flores más

atractivas para ellos, sin cumplir su objetivo sobre las flores del cultivo del invernadero. Además, si queremos utilizar un control biológico basado en suelta de auxiliares, será ventajoso el empleo de mallas. Sin embargo, en los lugares donde el control biológico se realice con la entomofauna autóctona auxiliar, las mallas supondrán una gran barrera hacia el invernadero.

En la actualidad se están utilizando mallas con densidad de hilos mayor a 10×20 hilos·cm⁻², su efectividad para el control de la mosca blanca ha sido constatada en países donde su presencia fue detectada con anterioridad como Israel.

El gran obstáculo que presenta la utilización de mallas densas para el agricultor reside en la limitación que tienen estas sobre la renovación de aire. Sin embargo, existen argumentos a favor del menor riesgo del uso de estos materiales derivados de la introducción de innovaciones tecnológicas en el diseño de los invernaderos a lo largo de los últimos años como el incremento de altura y el volumen unitario del invernadero y de su superficie de ventilación, la mejora de su geometría, la orientación más idónea con respecto a los vientos dominantes o la instalación de removedores de aire, con el fin de buscar mayor eficiencia en el control del microclima.

Un dato importante a la hora de colocar mallas densas, es la reducción que puede llegar a sufrir la ventilación, pudiendo llegar hasta el 60%, con lo que una adecuada renovación de aire necesitará unos umbrales de velocidad de viento superiores. Otra consideración importante es la acumulación de polvo en las mallas sobre todo en zonas de cultivo áridas o semiáridas, cuya presencia resta aún más capacidad de renovar el aire, por lo cual se hace necesario dedicar un pequeño esfuerzo al mantenimiento de estas aperturas proyectando, a ser posible, desde el interior del invernadero hacia el exterior agua para limpiarlas sin perjudicar el cultivo.

Las mallas anti-insectos, están cumpliendo parcialmente con su función, las características técnicas del fabricante, por ejemplo en el bloqueo del paso de la mosca blanca (*Bemisia tabaco*) en algunos casos no se cumple (Cabrera *et. al.*, 2006 y Berlinger *et. al.*, 2002).

Este hecho puede deberse a la no uniformidad de la confección de la malla cuyos poros deberán tener un determinado número de hilos por unidad de superficie (Valera *et. al.*, 2003).

En la actualidad se están desarrollando nuevos materiales con hilos de menor diámetro, lo que permite la confección de un tejido con un mayor número de hilos por unidad de superficie (Álvarez *et. al.*, 2003) y (Klose *et al.*, 2004). Pero esto mismo reduce la tasa de ventilación natural de una estructura de invernadero de entre 60 y 70% (Fernández, 2004) y (Cabrera *et. al.*, 2006), por lo que es necesario conocer otros parámetros como disposición de los hilos, orificios máximos, grosor de los hilos y su espectro; transmisión global de luz visible, difusión de la luz, etc. (Teitel, 2007) y (Fernández, 2004), que permitan obtener la mejor eficiencia microclimática del

invernadero y el bloqueo de entrada de insectos vectores de enfermedades en los cultivos, otros autores (Katsoulas *et. al.*, 2006) confirman este hecho.

2.2.2. TIPOS DE MALLAS ANTI-INSECTOS.

En función de su forma de construcción, se pueden clasificar en dos tipos:

Tejidas. Actualmente ésta es la forma más común de fabricación de las mallas, ya que proporciona un buen equilibrio entre el tamaño de hueco necesario para la exclusión de insectos y la resistencia al flujo de aire. El principal inconveniente que presentan es que los huecos pueden distorsionarse cuando se les aplica una tensión lateral, alterando tanto la exclusión de insectos como la resistencia aerodinámica. En general, están tejidas con hilos monofilamento de polietileno.

Anudadas. En este tipo de mallas cada hilo es atado alrededor del siguiente, formando una malla de nudos con una alta resistencia al desgarro y la rotura. Los lazos y nudos adicionales pueden disminuir drásticamente la permeabilidad de la malla. La geometría de los huecos es tan heterogénea que limita drásticamente su uso.

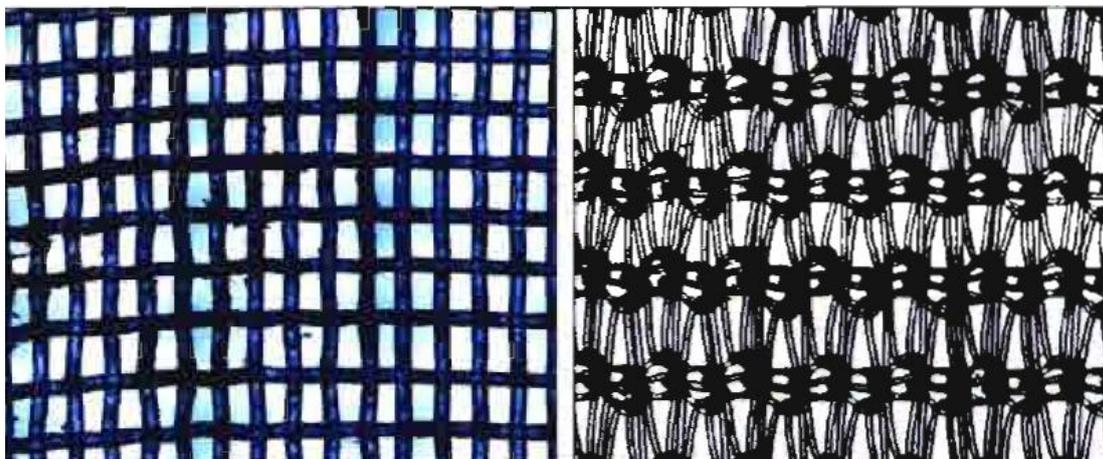


Figura 2.9. Malla tejida (izquierda) y malla anudada (derecha).

Eficacia de las mallas anti-insectos.

La eficacia de las mallas como barrera física al paso de los insectos depende del tamaño mínimo de los poros o huecos que constituyen la malla. Normalmente las mallas se denominan en función del número de hilos horizontales y verticales que hay en 1 cm². Esta nomenclatura está relacionada directamente con el tamaño de los huecos y la porosidad, aunque la relación no es unívoca, de forma que en función del grosor de los

hilos que forman el tejido del material agrotéxtil, se pueden obtener valores idénticos de porosidad con distintos números de hilos por centímetro y diferentes tamaños de hueco (Álvarez *et al.*, 2004).

Es necesario conocer las características del insecto que se quiere controlar con el uso de las mallas, especialmente sus características anatómicas, ya que esto permitirá saber elegir entre una malla u otra.

Tabla 2.5. *Tamaño máximo de los poros de una malla necesario para la exclusión de varios insectos plaga (Bethke y Paine, 1991).*

| Insecto plaga | Tamaño del tórax (μm) | Tamaño del abdomen (μm) | Longitud máxima del poro (μm) | Superficie máxima del poro (mm^2) |
|----------------------|--|--|--|--|
| Mosca blanca | 239-288 | 565-708 | 462 | 0,2 |
| Trips | 213-215 | 265 | 192 | 0,03 |
| Pulgones | 355-434 | 2.295-2.394 | 340 | 0,2-0,9 |
| Minador | 435-608 | 810-850 | 640 | 0,4 |

En la Tabla 2.5. se reflejan los tamaños de huecos, tanto en superficie como en longitud máxima, que son necesarios para evitar el paso de varios tipos de insectos plaga.

2.2.3. MALLAS CON PROPIEDADES FOTOSELECTIVAS.

Algunos fabricantes están introduciendo mejoras en las propiedades de las mallas con el fin de maximizar su eficacia como sistema de protección. La más significativa sería la introducción de un aditivo con acción filtrante del UV en el polietileno de la malla: creándose el concepto de malla fotoselectiva (Figuls y Ticó, 2003).

Esta mejora en la efectividad de la malla se debe a que el material con el que está tejido incorpora filamentos aditivados que actúan otorgando carácter fotoselectivo a la misma, al tener capacidad de absorción de rayos UV con el fin de colocar un filtro que absorba de modo selectivo la radiación UV-B entre 290 y 380 nm ayudando con ello al control de plagas, ya que el componente UV de la luz es básico en el comportamiento de los insectos afectando a su orientación, navegación, alimentación, así como la interpretación entre sexos (Lapidol *et al.*, 2002).

Inicialmente, la utilización de la fotoselectividad se experimentó en los plásticos de la cubierta del invernadero. Existen muchos datos sobre la eficacia de plásticos fotoselectivos (es decir con acción filtrante del UV) para cubierta de invernadero. Antignus *et al.* (1996), Antignus *et al.* (2001), Costa y Robb (1999) y Costa *et al.* (2002) han estudiado el comportamiento de la mosca blanca y otras plagas así como el desarrollo del TYLCV en invernaderos bajos cubierta de plástico fotoselectivo. En todos los casos los resultados han sido positivos (Figuls y Ticó, 2003). A raíz de estos resultados en plásticos, se planteó la aplicación práctica de la fotoselectividad en mallas.

Fernández *et al.* (2002b, 2002d) y Díaz *et al.* (2003) demostraron que el empleo de mallas fotoselectivas sin la acción combinada de plásticos fotoselectivos no supone ningún beneficio, a parte de la barrera física que suponen, en el control de mosca blanca una vez que esta atraviesan la malla ya que la eliminación espectral de la radiación UV-B entre 290 y 380 nm no se produce en todo el interior del invernadero y su orientación estaría condicionada por la transmisividad del plástico el cual no es fotoselectivo.

Por ello, sería interesante evaluar el uso combinado de mallas y cubiertas de invernaderos ambos con propiedades fotoselectivas.

2.3. FACTORES CLIMÁTICOS QUE AFECTAN AL RENDIMIENTO.

La mayoría de los cultivos desarrollados en Almería se protegen bajo estructuras artesanales que carecen de control medioambiental, buscando mejorar las condiciones meteorológicas externas, especialmente el régimen higrométrico (tipo mediterráneo semiárido) siendo especialmente eficaces para la protección contra el viento, que a menudo es de gran intensidad.

En el invernadero tipo Almería al carecer de medios artificiales de calefacción, la temperatura interior se sitúa normalmente por debajo de la exterior por la noche, con lo cual la función del invernadero se limita, en este aspecto, a mejorar la integral térmica mediante un mayor aprovechamiento del calor irradiado por el sol durante el día aumentando la precocidad de los cultivos (López, J., 1994).

En estos invernaderos sin climatizar, el agricultor debe manejar adecuadamente los distintos factores climáticos dentro de sus posibilidades, para permitir que los cultivos se encuentren en las condiciones más favorables o al menos evitar que se produzcan accidentes fisiológicos o parasitarios (Palomar, F., 1994).

2.3.1. TEMPERATURA.

La importancia de las temperaturas es un factor limitante y estimulante de los procesos fisiológicos de los vegetales, afecta a la actividad metabólica celular, la absorción de agua y nutrientes, el intercambio gaseoso, la producción y gasto de carbohidratos, entre otros (Tognoni, 2000). Un descenso de ésta frena el crecimiento vegetativo y provoca una debilitación de la planta; por el contrario un aumento en la temperatura de 10°C permite doblar la velocidad de las reacciones bioquímicas de la fotosíntesis catalizada por las enzimas, asimismo aumenta la transpiración y favorece la difusión de vapor de agua, de CO₂ y del O₂, así como la fotorrespiración (Ruíz, 1993). Una vez sobrepasado el rango óptimo para cada especie se producen pérdidas que inciden en la producción y calidad.

Para la sandía, en condiciones mediterráneas, las temperaturas diurnas de 23 a 28 °C (según radiación) y nocturnas de 12 a 15 °C, se han considerado las más adecuadas, en estas condiciones resulta más grave, especialmente en primavera, la elevada temperatura e insuficiente ventilación en los invernaderos.

La temperatura óptima para la floración es de 18 a 20 °C, la ideal para obtener una buena maduración y desarrollo del fruto es de 23 a 18 °C. Por debajo de los 11 a 13 °C se produce la detención del desarrollo de la planta y el fruto.

2.3.2. HUMEDAD DEL AIRE.

Referente a la humedad, son deseables humedades relativas inferiores al 90%, pues si son superiores favorecen el desarrollo de enfermedades criptogámicas, especialmente *Botritis cinérea* (Van Steeekenburng, 1986). La humedad relativa óptima para la sandía se sitúa entre 60 % y el 80 %, siendo un factor determinante durante la floración.

El efecto sobre la fotosíntesis neta y el incremento del área foliar resultan en un incremento de la capacidad de producción potencial de la planta. Sin embargo, un régimen continuado de humedad extremadamente alta puede producir efectos adversos, frecuentemente asociados a la reducción de la tasa de transpiración al aumentar la temperatura del tejido foliar (Bakker, 1985). La humedad relativa elevada puede afectar negativamente a la producción por el aumento de los desórdenes fisiológicos (Ehret y Ho, 1986).

2.3.3. RADIACION SOLAR.

La radiación solar es la fuente de energía usada por las plantas en el proceso de fotosíntesis mediante el cual producen materia vegetal creciendo y desarrollándose. En

sentido estricto, es apropiado describir la energía radiante como un determinante de la producción (Hernández *et. al.*, 2001).

Las hojas absorben, por término medio, entre un 80-85 % de la luz incidente de longitud de onda entre 400 y 700 nm, o lo que es lo mismo, el espectro de radiación PAR (Lorenzo, 1996). La fotosíntesis se realiza con máxima intensidad entre la longitud de onda 440 y 680 nm, en la mayor parte de la radiación visible. Si están satisfechos otros requerimientos de las plantas (agua, CO₂, temperatura, nutrientes, etc.) la cantidad de materia orgánica formada para llevar a cabo la fotosíntesis dependerá de la luz fotosintéticamente activa que reciba la planta. Así, a mayor cantidad de luz más cosecha, hasta un límite que dependerá de la especie y la variedad (López, 1998).

Hoy en día, la mejora genética permite disponer de cultivares mejor adaptados para la floración y cuajado el fruto en condiciones de baja iluminación, usuales en los ciclos de invierno (Van de Vooren *et al.*, 1986). Aung en 1976 llegó a la conclusión de que una iluminación limitada, al reducir la fotosíntesis neta, implicaba mayor competencia por los productos asimilados, con incidencia en el desarrollo y producción.

Una forma de maximizar la radiación en los invernaderos es utilizar un adecuado marco de plantación y disposición de las plantas que permita una mayor interceptación de la radiación por parte de ellas para aumentar la fotosíntesis para, con posterioridad y mediante técnicas de cultivo adecuadas, derivar la producción de asimilados en lo posible, a aquella parte de la planta que lo necesita en cada momento. A parte de los estudios anteriormente citados también Cockshull en 1988; Lorenzo y Castilla en 1995 describieron la reducción lineal de rendimiento por la reducción de iluminación, en el primer caso sobre invernaderos de alto coste y en segundo en invernaderos de bajo coste tipo “parral”.

2.3.4. ANHIDRIDO CARBONICO.

En invernadero, especialmente si las condiciones de ventilación no son óptimas, la reducción del contenido de CO₂ es importante (Lorenzo *et. al.*, 1990). La concentración de CO₂ ambiental es uno de los principales determinantes de la producción. La actual concentración atmosférica (350-360 $\mu\text{mol}\cdot\text{mol}^{-1}$) es infraóptima para el crecimiento y desarrollo de los cultivos (Lorenzo, 1998), lo que explica la positiva respuesta en la tasa de asimilación neta y en producción que se viene obteniendo en la mayor parte de los estudios de incorporación de abonado carbónico realizado en plantas C₃.

Los efectos indirectos del viento sobre invernaderos son beneficiosos, al contribuir a mejorar la ventilación y renovar el aire, especialmente en invernaderos poco

sofisticados. Una ligera brisa, tanto en cultivo protegido como al aire libre, se ha demostrado beneficiosa para la productividad de los cultivos (Garzoli, 1989).

Puesto que la magnitud de la fuente o elementos de la fotosíntesis depende principalmente de la radiación solar y la concentración de CO₂ y la magnitud del sumidero depende principalmente de la temperatura, se hace necesario encontrar un equilibrio apropiado entre las tres (Kening y Kramer, 2003).

2.4. INFLUENCIA DE LAS MALLAS EN LA VENTILACIÓN.

Los invernaderos de Almería se caracterizan por la utilización de la ventilación natural y el blanqueo de la cubierta como principales sistemas de control climático.

El intercambio de aire entre el interior y el exterior del invernadero incide de manera clara en el clima del cultivo. No solamente cambia el balance de energía, y por tanto la temperatura del aire, sino que también afecta al contenido de vapor de agua y de anhídrido carbónico. Actuar sobre la ventilación resulta primordial para el buen desarrollo de los cultivos en los invernaderos típicos de Almería.

El área de ventilación es de 15 al 30 % de la superficie de suelo cubierta por el invernadero, además es conveniente que la superficie de las aberturas cenitales suponga de 1 a 2/3 de la superficie total de ventilación, de forma que se facilite la ventilación por efecto “chimenea” cuando la velocidad del viento es pequeña.

En invernaderos de anchura superior a 30 m se recomienda la utilización de ventilación cenital en los invernaderos de Almería, con una anchura media de 50 m, la ventilación lateral es insuficiente ya que la distancia que separa la banda de entrada de la de salida dificulta enormemente el establecimiento de una corriente de aire.

La ventilación se expresa mediante un número de renovaciones por hora $R [h^{-1}]$, número de veces por hora que el volumen de aire del invernadero es reemplazado. Esta tasa de renovación es función de la radiación solar global exterior, la diferencia de temperatura entre el aire interior y exterior, la velocidad del viento y la amplitud de las ventanas.

Generalmente, se consideran necesarias 60 renovaciones de aire por hora para evitar un calentamiento superior del aire exterior, este número no será alcanzado hasta que las velocidades del viento exterior excedan de $1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ en un invernadero con renovaciones por hora, se requiere la ventilación lateral o la ventilación forzada (Hanna, 1998).

La ventilación natural es sin duda el factor más importante en los invernaderos almerienses ya que es el principal método de refrigeración para disminuir las elevadas

temperaturas estivales que llegan a ser superiores a los 30-35 °C, a las que los cultivos hortícolas sufren estrés térmico, o para reducir la humedad relativa cuando esta se eleva excesivamente y puede dar lugar al desarrollo de hongos sobre plantas. Si se consideran las temperaturas y humedades óptimas de este cultivo, en las temporadas de floración y fructificación, entonces se tendría que mantener un intervalo de temperaturas de 20-30 °C y una humedad relativa del 60%.

Como se ha comentado anteriormente, la colocación de mallas anti-insectos en las aperturas cenitales y en las bandas laterales de los invernaderos reduce considerablemente el intercambio de aire entre el interior y el exterior del invernadero lo que incide de forma clara en el clima del cultivo. Afecta a la temperatura del aire, al contenido de vapor de agua.

Con respecto al DPV (déficit de presión de vapor) algunos autores consideran valores altos cuando rondan 1,13 KPa, bajos cuando rondan 0,69 KPa, lo que corresponde en diferentes regímenes de transpiración en la planta como alto y bajo respectivamente (Bellert *et. al.*, 1998), demostrando que la transpiración decrece cuando disminuye el valor absoluto del DPV, (Tanner y Beevers, 1990). Pudiendo establecer un intervalo óptimo de DPV a aquel comprendido entre 0,5 y 1,5 KPa (para valores de humedad ambiental entre 60 y 85%) siempre con los valores más bajos durante la noche con respecto al día. Los valores registrados en invernaderos tradicionales de Almería oscilan entre 0,2 KPa (90% de humedad) durante el periodo nocturno en otoño-invierno, y próximos a 3 KPa durante el mediodía solar en primavera-verano y frecuentemente en los inicios del cultivo (poca masa foliar) (Salas *et. al.*, 2001).

La ventilación natural es el resultado de las diferencias de presión que originan tanto el viento como los gradientes térmicos, y está muy influenciada por el enfriamiento del aire provocado por la evapotranspiración del cultivo. Es muy importante para restablecer la concentración de CO₂ provocado por las plantas al realizar la fotosíntesis.

El nivel normal de CO₂ en el aire libre es algo más de unas 300 ppm, dentro de un invernadero este valor oscila entre 180 y 250 ppm durante el día y entre 400 y 500 ppm durante la noche, estando el valor óptimo recomendado según la especie entre 500 y 3000 ppm, siendo, en cualquier caso, valores inferiores a los registrados dentro de un invernadero.

Cada tipo de invernadero posee distintas configuraciones de ventanas (Valera *et. al.*, 2002), como norma general es recomendable disponerlas tanto en el perímetro como en el techo (ventanas cenitales). También es beneficioso utilizar, fundamentalmente en climas áridos, ventilación cenital en todas las capillas. El efecto combinado de la ventilación cenital y lateral es muy positivo, provocando mayores tasas de renovación.

Se han realizado numerosos trabajos, de los que se desprende que existen diferencias significativas de humedad relativa entre las zonas próximas a las ventanas y las alejadas (Arellano *et. al.*, 2002), y un importante gradiente de temperatura desde las ventanas laterales bien refrigeradas hasta el centro del invernadero donde se alcanzan temperaturas excesivas, hasta 10°C superiores a la temperatura exterior (Molina *et. al.*, 2003). La recepción de la heterogeneidad ambiental en la producción puede llegar a ser importante.

El valor óptimo del área de ventilación está comprendido entre el 20 y el 40% de la superficie del invernadero. Además es conveniente que la superficie de aberturas cenitales suponga como mínimo la mitad de la superficie de ventilación, para así facilitar la renovación del aire por efecto chimenea cuando la velocidad del viento es pequeña.

2.5. EL CULTIVO DE LA SANDIA.

2.5.1. ORIGEN DE LA SANDIA.

El origen de la sandía se encuentra en África, donde era muy valorada y utilizada como fuente de líquido en estaciones secas cuando hay poca disponibilidad de agua. Muchas culturas de la antigüedad tenían en este fruto un medio muy práctico para transportar agua de un sitio a otro. El hecho de que su origen sea de regiones tropicales secas se manifiesta claramente en sus raíces que se han adaptado perfectamente a este tipo de climas. Al igual que muchas plantas del desierto posee raíces secundarias poco profundas que se extienden a lo largo del suelo, lo que les permite absorber la humedad superficial o el agua caída.

Las sandias silvestres difieren de las cultivadas en su tamaño y sabor. Son pequeñas y redondas y su sabor es muy amargo, se ha conseguido ir eliminando este sabor poco a poco mediante el cultivo y selección de especies.

Aparece por primera vez como planta cultivada en Egipto hace unos 5000 años. Fue precisamente a lo largo de los márgenes del río Nilo donde más sandías se cultivaron en la antigüedad. En el siglo X se introduce en la China, donde es muy apreciada. En Europa la sandía comenzó a cultivarse principalmente en la cuenca del Mediterráneo, aunque se cree que durante la Edad Media también se extendió su consumo por toda Europa.

Algunos historiadores creen que su origen se encuentra en América, que fueron descubiertas por los primeros exploradores en el Valle del Mississippi.

2.5.2. MORFOLOGIA DE LOS ORGANOS VEGETATIVOS Y REPRODUCTIVOS DE LA PLANTA.

El nombre científico de la sandía es *Citrullus Lanatus*, otros sinónimos son *Citrullus Lanatus* Thumb, *Citrullus vulgaris* Shrad y *Colocynthis citrullus* L. Pertenece a la familia de las cucurbitáceas, la cual agrupa aproximadamente unos 90 géneros y entre unas 700 y 760 especies entre las que se encuentran calabazas, melones, pepinos y calabacines entre otros. Tipo fanerógamas, Subtipo angiospermas, Subclase metaclamídeas gamopétalas.

2.5.2.1. PLANTA.

Es una planta anual de desarrollo rastrero. El inicio del desarrollo aéreo de la planta se produce con un solo brote (brote principal), no emergiendo otros brotes hasta que existen 5-8 hojas bien desarrolladas. Cuando la planta ha completado ese desarrollo se inician las brotaciones de segundo orden en las axilas de las hojas (nudos del tallo) del brote principal. De estos brotes de segundo orden (secundarios), emergen brotes terciarios y así sucesivamente hasta que se conforma la planta cuyo desarrollo vegetativo llega a cubrir 4-5 m².



Figura 2.10. Detalle del cultivo de sandía cv. Fenway. Elaboración Propia (en adelante EP).

2.5.2.2. RAIZ.

Posee una raíz principal que puede tener buen desarrollo y que adquiere gran profundidad, aunque el resto de las raíces se distribuyen superficialmente de modo amplio (Maroto, 1996).

Actualmente este órgano de la planta carece importancia, ya que el 95% se cultiva injertada sobre patrón de *C. máxima* x *C. moschata*. Este híbrido interespecífico se introdujo en la provincia de Almería a mediados de los 80 para resolver los problemas de fusariosis (agente causal *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum*), tras comprobar que la introducción de genes de resistencia a esta enfermedad en algunas variedades comerciales no aseguraba una producción normal en suelos muy contaminados. Adicionalmente, dicho patrón ofrece resistencia a *Verticilium* y tolerancia a *Pythium* y Nematodos. Estos patrones son totalmente afines con la sandía, confieren a la parte aérea gran vigor, teniendo un desarrollo radicular muy potente con raíces de gran tamaño bien suberificadas (Camacho, 1998).

2.5.2.3. TALLO.

Los tallos de la sandía son herbáceos, de color verde, recubiertos de pilosidad, trepadores y largos. Su tallo es cilíndrico, asurcado longitudinalmente y muy piloso, los pelos inclinados, cortos y finos, que relucen. Por su débil consistencia se extienden por el suelo de modo rastrero llegando a tener longitudes de 4-6 metros. Poseen zarcillos que pueden ser bífidos o trífidos (según este hendido en dos o tres partes).



Figura 2.11. Detalle de unos tallos del cultivo de sandía cv. Fenway. EP.

2.5.2.4. HOJAS.

Las hojas son pinnado-partidas y están divididas en 3-5 lóbulos de apariencia redondeada, que a su vez aparecen divididos en varios segmentos redondeados, presentando entalladuras profundas sin llegar a la nerviación principal. El nervio principal se ramifica en nervios secundarios que se subdividen para dirigirse a los últimos segmentos de la hoja, imitando la palma de la mano. El haz de la hoja tiene apariencia lisa, mientras que el envés presenta aspecto áspero y está recubierto de pilosidades (Reche, 1994).



Figura 2.12. Detalle de una hoja del cultivo de sandía cv. Fenway. EP.

2.5.2.5. FLORES.

Es planta monoica (ambos sexos se presentan en la misma planta), apareciendo las flores solitarias tanto masculinas como femeninas en las axilas de las hojas. La diferenciación de la flor por sexo es sencilla, ya que la flor femenina posee un ovario ínfero que se ve a simple vista (fruto incipiente). El cáliz es de color verde, con sépalos libres y la corola formada por cinco pétalos de color amarillo, atrayendo a los insectos por su color, aroma y néctar (flores entomógamas), de forma que la polinización es entomófila.

Existen dos tipos de flores: masculinas o estaminadas y femeninas o pistiladas, coexistiendo los dos sexos en una misma planta, pero en flores distintas (flores unisexuales). Las flores masculinas disponen de 8 estambres que forman 4 grupos

soldados por sus filamentos. Las flores femeninas poseen estambres rudimentarios y un ovario ínfero vellosos y ovoide que se asemeja en su primer estadio a una sandía del tamaño de un hueso de aceituna (fruto incipiente), por lo que resulta fácil diferenciar entre flores masculinas y femeninas. Estas últimas aparecen tanto en el brote principal como en los secundarios y terciarios, con la primera flor en la axila de la séptima a la décimo primera hoja del brote principal. Existe una correlación entre el número de tubos polínicos germinados y el tamaño del fruto (Maroto, 1996).



Figura 2.13. Detalles de una flor femenina y una masculina del cultivo de sandía cv. Fenway. EP.

2.5.2.6. EL FRUTO.

El fruto de la sandía es una baya grande, globosa con placenta carnosa y epicarpio quebradizo, generalmente liso, de color, forma y tamaño variable y que puede llegar a los veinte kilogramos de peso. No obstante, los tamaños más frecuentes oscilan entre 6-8 kg. En su interior se encuentran gran número de semillas y un porcentaje de agua entre el 90 y 95%. El color de la corteza es variable, puede ser uniforme, verde oscuro, verde claro o amarillo o bien a franjas de colores amarillento, grisáceo, verde claro sobre fondos de diversas tonalidades verdes. La pulpa de color rojo, rosado o amarillo lleva en su interior las semillas de tamaño variable (dependiendo del cv) y de color variable, negras, marrón o blancas.



Figura 2.14. Detalle de un fruto del cultivo de sandía cv. Fenway. EP.

2.5.3. COMPOSICION QUIMICA DE LA SANDIA.

Tabla 2.6. Valores energéticos y nutricionales por cada 100 gr.

| | |
|---------------------|---------|
| Agua | 92,6 g |
| Proteínas | 0,5 g |
| Grasas | 0,2 g |
| Hidratos de carbono | 6,4 g |
| Fibra | 0,3 g |
| Calcio | 7 mg |
| Fósforo | 10 mg |
| Hierro | 0,5 mg |
| Sodio | 1 mg |
| Potasio | 100 mg |
| Vitamina A | 590 UI |
| Tiamina | 0,03 mg |
| Riboflavina | 0,03 mg |
| Niacina | 0,20 mg |
| Ácido ascórbico | 7 mg |
| Energía calórica | 26 cal |

2.5.4. DESCRIPCION DE LAS PRINCIPALES VARIEDADES DE SANDIA CULTIVADAS EN INVERNADERO.

Se entiende por “variedad” al conjunto de plantas que tienen origen común y caracteres fenológicos y morfológicos constantes y peculiares. Así mismo, se llama “variedad híbrida”, a la obtenida del cruce de dos razas puras (Reche, 1994).

La variedad Sugar Baby que llegó a representar el 80% de la superficie total cultivada de sandía dio paso a la introducción de híbridos con cierta resistencia a enfermedades de suelo y de mayor producción.

Las variedades de sandía se diferencian generalmente por la forma, color y tamaño del fruto, el resto de la planta no presenta variaciones notables. La influencia del medio ambiente ocasiona, a veces confusiones a la hora de identificar una determinada variedad, pues esta influencia puede hacer variar el color del fruto y de la pulpa, así como el tamaño y la precocidad. Por ello, y a veces, se consiguen frutos distintos aun conservando el mismo genotipo, que se ha evidenciado en campos de ensayo donde variedades puras han cambiado el color de la pulpa, y muchas el color externo del fruto.

La facultad que fija también la herencia, al margen de la gran influencia que puede ejercer el medio, lo determina la presencia o no de ciertas características motivada por la dominancia o recesividad de los correspondientes pares de alelomorfos localizados en los cromosomas de las células, ocasionando una diferencia notable en la condición externa de la variedad ensayada, signos que pueden llegar a establecer erróneamente la denominación de alguna variedad.

En la sandía domina la superficie lisa del fruto sobre rugosa o surcada; piel verde oscura sobre verde claro; rayada sobre no rayada; uniforme sobre moteada; carne roja sobre amarilla y esta sobre rosa; semilla media sobre larga y también sobre corta; resistencia a la antracnosis sobre susceptibilidad, etc.

También hay que tener en cuenta que el peso del futo puede depender de la época de cultivo: En siembras tempranas se ha comprobado que el peso es menor que los obtenidos en plena estación. Por último, el abonado puede incidir, igualmente en la producción final y tamaño del fruto.

Con la obtención de nuevas variedades se persigue mejorar entre otras las siguientes características:

- Producción.
- Precocidad.
- Frutos uniformes con tendencia a ser pequeños (4/6 Kg).
- Pulpa fina, jugosa y de sabor dulce.
- Fruto sin semilla.



Figura 2.15. Detalle de sandías “tipo Sugar” y “tipo Crimson” sin semillas. Nunhems.

Tabla 2.7. Características del fruto

| Características externas del fruto | | |
|---|---|---|
| Forma | Esférica Oblonga Alargada | |
| Tamaño | Muy voluminoso > 12 Kg Voluminoso, entre 8 y 12 Kg Mediano, entre 6 y 8 Kg Pequeño, entre 4 y 6 Kg Muy pequeño < 4 Kg | |
| Color | Verde oscuro | Liso Rayado más oscuro Rayado más claro |
| | Verde claro | Liso Rayado más oscuro Rayado más claro |
| Grosor de corteza | Fina < 10 mm Gruesa, entre 10 y 20 mm | |
| Características internas del fruto | | |
| Pulpa | Sabor | Muy dulce Dulce Menos dulce |
| | Color | Rojo intenso Rojo Rosa Amarillo |

2.5.5. VARIEDADES DE SANDIA EXISTENTES EN EL MERCADO.

Las variedades de sandía que se cultivan actualmente en la agricultura moderna son híbridos F1 (producto resultante del cruce entre dos especies, consiguiéndose un híbrido de primera generación en el que se puede mantener el proceso de hibridación) cuyas ventajas son su uniformidad, vigor y productividad, habiendo dado hasta ahora pocos resultados prácticos de resistencia a plagas y enfermedades, por ello para posibilitar su cultivo de modo rentable se ha recurrido al injerto.

En la actualidad existe una amplia gama de variedades, de tal modo que la elección del material vegetal a cultivar por parte del productor atiende principalmente a que el cultivo se adapte lo mejor posible al medio del que dispone, para obtener la mayor productividad, para lo que debe tomar en cuenta las características de la variedad. Por otro lado, atiende a las exigencias del mercado que busca que el fruto tenga determinadas características: forma del fruto, calibre, color de la corteza, color de la pulpa, sabor, con semillas o sin semillas. (Huitrón, 2005).

En la actualidad las diversas empresas de semillas nos ofrecen aproximadamente ochenta variedades diferentes de sandía. Para estas variedades podemos hacer dos grupos según el tipo de corteza:

- Variedades de corteza verde oscuro “tipo Sugar Baby”.
- Variedades de corteza rayada “tipo Crimson”.

Dentro de estos dos grupos existen variedades diploides (con semilla) y variedades sin semilla triploides. Las sandías diploides engloban todas las tradicionales, sean lisas o rayadas, y producen semillas perfectamente formadas. Las sandías triploides no producen semillas viables; éstas dejan de crecer tras iniciar el desarrollo, quedándose tiernas y de color blanco, de tal forma que al comer no se nota su presencia, facilitando así su consumo. Por tal motivo, son muy apreciadas por un mercado muy exigente, teniéndose un incremento constante en su demanda. (Camacho, 2003).

La mayoría de variedades triploides que se ponen en el campo pertenecen al grupo de variedades tipo Crimson Sweet (de corteza rayada). Esta es una forma fácil de diferenciarla de la diploide que comúnmente se pone de corteza verde oscura. (Huitrón, 2005).

Tabla 2.8. Principales variedades cultivadas en la provincia de Almería.

| SANDIA TRIPLOIDE | SANDIA DIPLOIDE |
|------------------------------|-------------------------------|
| Tipo Crimson Sweet | |
| Reina de Corazones (Séminis) | Crisby (Nunhems) |
| Romalinda (Séminis) | Susanita (Séminis) |
| Iris (Ramiro Arnedo) | |
| Boston (Nunhems) | |
| Tipo Sugar Baby | |
| Style (Nunhems) | Sweet Marvel (Syngenta Seeds) |
| Fenway (Séminis) | Perla Negra (Fitó) |
| | Red Comet (Nunhems) |
| | Baronesa (Rijk Zwaan) |

Es importante considerar que, debido a la alta sensibilidad de la sandía al hongo *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum*, todas las variedades que se ponen en Almería se injertan sobre híbrido interespecífico de *Cucurbita máxima* x *cucúrbita moschata*. (Huitrón, 2005).

2.5.5.1. VARIEDADES DE SANDIA HIBRIDA.

Como decíamos antes y al objeto de obtener variedades más precoces, productivas y de mayor calidad, como así mismo resistentes a enfermedades, se han generalizado en invernadero el empleo de variedades híbridas de sandía. Dichas variedades son generalmente de frutos pequeños y aunque no sean siempre resistentes a enfermedades, algunas variedades presentan diversos grados de tolerancia a ellos, lo que unido a una excelente calidad y alta producción están sustituyendo a las variedades típicas cultivadas hasta entonces.

2.5.5.2. VARIEDADES DE SANDIA SIN SEMILLA.

Al inicio de los años 50, tanto en Japón como en Estados Unidos, se empieza a investigar para obtener frutos de sandía sin semilla (sandía apirena), aunque no es hasta 1980 cuando se empezó a cultivar variedades comerciales (Camacho et al., 2000).

La producción de sandía sin semilla se logra a través de la manipulación del número de cromosomas en uno de los dos parentales con los que se formará el híbrido.

La sandía en su “estado” natural es diploide y el número haploide de cromosomas 11, es decir, cada una de las células de una sandía tienen 22 cromosomas (diploide $2N=22$).

A través de un tratamiento químico se puede lograr que el número de cromosomas se duplique, por lo tanto, cada célula de la sandía químicamente tratada tendrá 44 cromosomas.

El producto químico más convencional es un alcaloide llamado colchicina ($C_{22}H_{25}O_6N$). Este producto distorsiona la segregación o separación de los cromosomas al momento de la replicación y se consigue que las células contengan un mayor número de cromosomas. Durante este tratamiento es posible que algunas plantas mueran debido a la toxicidad del producto.

Una vez que se ha comprobado que las plantas sobreviven al tratamiento con colchicina, son ya tetraploides, se procede a autofecundarlas para incrementar la semilla tetraploide. En las primeras generaciones de autofecundación el contenido de semilla por fruto suele ser muy bajo, debido al estrés que la planta tiene al alterarse su estado natural (diploide). Después de varios ciclos se logra estabilizar la línea para que se mantenga en fase tetraploide y que se produzca buena semilla.

La figura 2.10. presenta el esquema general para la obtención de fruto sin semilla. La producción de sandía triploide (que después producirá frutos sin semilla) se logra a través de cruzar una línea tetraploide como el componente femenino con una línea diploide como el donador del polen. El cruce inverso no produce semilla (Huitron, 2005).

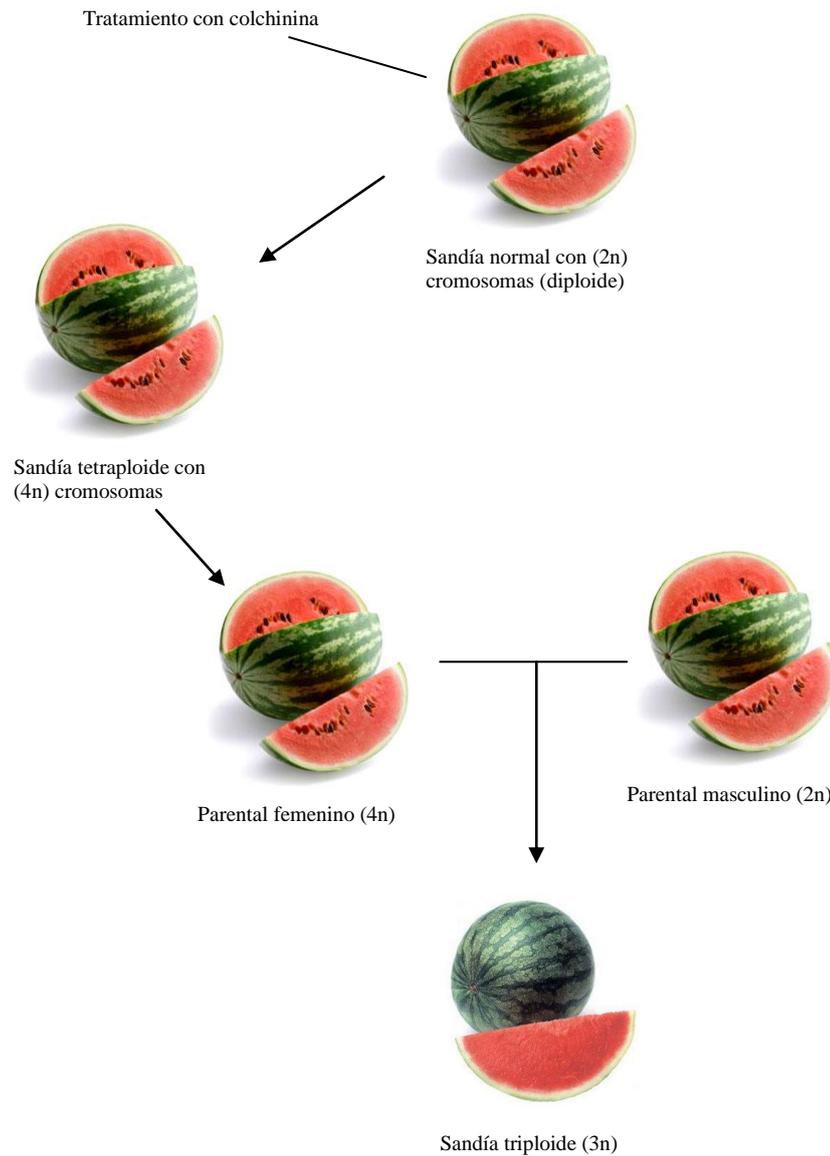


Figura 2.16. Esquema para la obtención de plantas triploides. EP.

Estos híbridos o variedades sin semilla presentan ciertas características a tener presentes:

- Los frutos son de buena calidad, con producciones y calidad comparables con las variedades no apirenas. Los frutos obtenidos son resistentes al transporte. Con algunas variedades pueden recolectarse frutos muy voluminosos.
- Al ser estéril el polen de estas plantas es necesario intercalar plantas diploides que actúan como líneas fértiles polinizadoras. Se aconseja entre un 25-30% de líneas polinizadoras en un cultivo.

- Durante el cultivo ha de evitarse el uso de abonos nitrogenados y de riegos para evitar un desarrollo exagerado de las plantas, muy propenso a ello. Igualmente han de recolectarse los frutos una vez completada su maduración por tener un punto de madurez muy corto.
- Como principal inconveniente de estas variedades es el alto coste de las semillas.

La utilización de variedades apirenas presenta los siguientes inconvenientes:

- Bajo poder germinativo de la semilla y alto precio.
- Necesidad de polinizador.
- Tamaño excesivo de los frutos.
- Ciclo muy largo.

No obstante, la sandía sin semilla se va abriendo poco a poco al mercado, tanto para el mercado nacional como para la exportación. Los consumidores extranjeros la exigen cada vez más a pesar de los precios que, a veces, puede duplicarse con respecto a las normales.

De entre las variedades cultivadas destacan las siguientes: Reina de Corazones, Iris, Emerald, Sunrise, Boston, Tigre, Rosi, Duquesa, todas ellas “tipo Crimson”, y Fashion de “tipo Sugar”.

2.5.6. REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMATICOS.

2.5.6.1. EXIGENCIAS DE LA SANDIA EN SUELOS.

Le convienen los suelos fértiles, bien aireados y de consistencia media. Tolera mucho menos que el melón los arcillosos. Cuando se cultiva sobre suelos fuertes, éstos deben tener buen drenaje. La sandía tolera bien suelos ácidos hasta pH 5 (Miguel et al, 1983).

La sandía es planta que prefiere los suelos ricos en elementos fertilizantes y materia orgánica, profundos, bien expuestos al sol y de consistencia media (silíceo-arcilloso). No le convienen los terrenos fuertes (arcillosos), pues es sensible a la asfixia radicular ya que la presencia, a veces constante, de agua, al aplicar riegos más copiosos, perjudica a las raíces reduciéndose el desarrollo vegetativo por exceso de humedad. Es medianamente tolerante a la salinidad del suelo y del agua de riego. Prefiere suelos cuyo pH oscile entre 6 y 7,5, es decir ligeramente ácidos o neutros (Reche, 1994).

Con las técnicas utilizadas actualmente en riego, más concretamente fertirriego, es posible adaptar la aplicación de agua y fertilizantes a las necesidades de la planta, obteniendo con manejos diferentes resultados sensiblemente iguales. Las condiciones de

textura influyen en el desarrollo de las partes aérea y radical, precocidad y por ende rendimiento. La preparación de suelos que se hace en Almería, para implantar el enarenado, hace que nunca sea factor limitante para el cultivo de sandía. Una vez implantado el cultivo se adecuan las condiciones fertirriego al medio (Ferre, 2000).

2.5.6.2. EXIGENCIAS CLIMATICAS DE LA SANDIA.

Es menos exigente en temperaturas que el melón. Para germinar necesita como mínimo 15°C. La temperatura óptima es de 25°C. El óptimo de temperatura en floración es de 18-20°C y para el desarrollo de 23 a 28°C (Miguel, 1983).

La sandía requiere temperaturas de germinación de 15°C como mínimo. El óptimo está en torno a los 25°C. Los cvs. triploides (sin semillas) presentan más problemas de germinabilidad y más exigencias térmicas que los cvs. normales. La floración requiere entre 18-25°C; temperaturas más bajas pueden interferir negativamente en la polinización y cuajado de los frutos y éstos, aunque se desarrollen, pueden aparecer deformados. El crecimiento vegetativo y la maduración, suelen requerir entre 23 y 28°C (Maroto, 1996).

Las temperaturas críticas de la planta de sandía son: se hiela la planta a 0°C; detiene su desarrollo de 11°C a 13°C; germinación óptima a 18-20°C y desarrollo óptimo de 23°C a 28°C (Serrano, 1985). Es aconsejable que la temperatura ambiental en el interior del invernadero no baje de 20°C durante la noche, ni sobrepasar los 30°C durante el día. Temperaturas de 10-12°C influyen en el crecimiento de la planta y la floración se retrasa, alargándose el ciclo vegetativo.

La temperatura óptima para el desarrollo de la planta oscila entre los 25°C y 28°C. Cuando las temperaturas son superiores a los 35°C se produce una gran transpiración, que si las sandías están en las primeras fases de crecimiento puede causar grandes daños por deshidratación a las plantas. El daño se incrementa cuando la humedad relativa es baja, inferior al 60%.

Si la temperatura desciende a 0°C (mínima letal) el cultivo sufre daños, siendo estos mayores si las bajas temperaturas se alargan en el tiempo, llegando incluso a destruir la planta. Es importante recordar que la sandía es muy exigente en temperaturas mínimas.

En cuanto a floración, la temperatura óptima oscila alrededor de 20°C. Igualmente esta temperatura facilita la germinación del polen y la fecundación de la flor femenina. Durante el desarrollo y maduración de los frutos, la sandía prefiere temperaturas superiores a los 20°C (Fernández, 1998).

Todos los datos de temperaturas que expresan los diferentes autores son para sandía sin injertar. Cuando se cultiva planta injertada como sucede actualmente, la

resistencia al frío y al calor es algo mayor. El pie de *C. moschata* x *C. máxima* confiere a la planta mayor rusticidad (Camacho, 1998).

Es importante hablar de temperaturas máximas y mínimas. Cuando las diferencias de temperaturas entre el día y la noche son de 20°C a 30°C se producen desequilibrios en las plantas, abriéndose en algunos casos los cuellos de las mismas y algunos tallos, el polen que realizan las flores en esas condiciones normalmente no es viable.

La semilla de sandía diploide se somete 36 horas a temperatura constante de 27°C y humedad del 98% y se produce la emisión, con cotiledones totalmente desplegados a los cinco días. La semilla de sandía triploide se somete 54 horas en las mismas condiciones y emerge del mismo modo que la diploide (Camacho y Fernández, 1997-a).

Otro factor climático es la humedad, tanto por la incidencia que tiene en el desarrollo de plagas y enfermedades como en el crecimiento de la planta, siendo crítico en algunos estados fenológicos como es la floración. Lo ideal es que el contenido esté entre el 60% y el 80%, porcentajes por encima del 90% provocan corrimiento de flores por deficiente fecundación e incremento de enfermedades criptogámicas. Por otro lado la falta de humedad ambiental provoca deshidratación en los tejidos y una mala polinización y, por consecuencia, frutos pequeños.

En algunas ocasiones esto origina gradientes de producción dentro de los invernaderos, al ser el aborto de frutos mayor cuanto menos es la proximidad de las plantas a la banda más expuesta a los vientos secos (Fernández Rodríguez et al, 1997).

La sandía es un cultivo exigente en humedad del suelo, necesaria para el desarrollo foliar y para la formación del fruto, no obstante, los excesos de humedad dificultan la germinación, producen asfixia radicular, se obtienen frutos sin sabor y poco dulces y favorece el rajado de frutos en la etapa de maduración. Por otro lado la falta de humedad en el suelo provoca deshidratación de los tejidos, dificulta la absorción de nutrientes, y por tanto, propicia menor desarrollo vegetativo (Huitrón, 2005).

2.5.7. FISILOGIA DE LA FECUNDACION.

Cuando las plantas han pasado por una serie de estados de desarrollo y se dan unas condiciones ambientales adecuadas se produce la floración. Ésta se realiza de forma escalonada, de modo que en la planta (o plantación) existen flores en diferentes estados; para definir el estado de floración en que se encuentra una plantación se utiliza el concepto de estado más frecuente, definible como el estado que aparece en mayor proporción en ese momento. Este estado sirve de referencia y tiene interés práctico para decidir aplicaciones fitosanitarias, aplicaciones hormonales, entrada de insectos polinizadores, etc.

Desde el punto de vista reproductivo, la fecundación de los frutos comienza con la emisión de granos de polen, los cuales son transportados de la flor masculina a la femenina por medio de abejas, otros insectos o aire. Una vez que el polen está sobre el estigma de la flor femenina se produce su germinación y la emisión del tubo polínico, el cual avanza por el interior del estilo (siendo alimentado por tejidos de éste) hasta que llega a la cercanía de un óvulo. Por la acción de las células sinérgidas, se produce la división del núcleo germinativo del grano de polen y la doble fecundación de la ovocélula y el núcleo secundario. El cigoto formado comienza a dividirse para ir formando el embrión y el núcleo triploide hace lo propio y forma los tejidos de reserva de la futura semilla. Las cubiertas de los óvulos se transformarán en las cubiertas de la semilla. (Camacho, 1998).

La emisión del tubo polínico y su posterior desarrollo está condicionado por la naturaleza bioquímica del jugo que recubre el estigma y de los nutrientes suministrados por el estilo. El desarrollo del tubo polínico ha de ser rápido, de modo que cuando llegue al óvulo éste se encuentre vivo. El proceso descrito, polinización-fecundación, se puede ver alterado por una serie de circunstancias que traen como consecuencia la falta de fecundación, que se traduce en falta de frutos, es decir, en esterilidad.

Para conseguir un buen desarrollo del fruto de la sandía se considera necesaria la afluencia media de 500-1000 gramos de polen-flor femenina⁻¹, lo que se consigue con una población de una abeja por cada 100 flores femeninas y unas diez visitas de la abeja a la flor (Maynard, 1989; Collison, 1989, citados por Maroto, 1996).

Las causas de esterilidad son muy diversas. Las más frecuentes son:

- Emisión de polen no viable.
- Falta de sincronización en la maduración de polen y óvulos. No se da dentro de una misma variedad pero sí es frecuente entre variedades distintas.
- A veces ocurre que cuando el polen llega al ovario el óvulo no está por aborto del mismo.
- En otros casos el polen se encuentra con un óvulo cuya posición cromosómica es diferente a la de él. Es el caso de polinización entre variedades diploides y triploides. En estas últimas es más difícil la fecundación que en las primeras (Cerdá y Camacho, 1998).

La fecundación de la flor está influenciada por la acción de ciertas hormonas, por la climatología desfavorable, el frío y la falta de luminosidad, que ejercen una acción retardada en la apertura total de la flor impidiendo la acción de los insectos polinizadores (Reche, 1994).

Si la humedad ambiental es excesiva o la temperatura es baja y fluctuante se puede ver afectado el proceso de dehiscencia de las anteras, impidiendo el desprendimiento de los granos de polen por un apelmazamiento de estos.

Unas temperaturas nocturnas inferiores a 10°C pueden provocar la rotura de estrangulamiento del tubo polínico e impedir el paso del polen, por lo que la flor aborta (Reche, 1994).

La sandía necesita de gran cantidad de granos de polen para que tenga lugar un buen cuajado y desarrollo de los frutos. Una polinización escasa produce frutos deformados. Por ello resulta conveniente colocar colmenas, al menos dos por hectárea para asegurar una buena polinización.

En particular en el cultivo de sandías sin semillas esta práctica resulta mucho más necesaria, ya que las variedades triploides producen muy poco polen y se necesita intercalar un suficiente número de plantas de polinizador (buena variedad cuyas flores masculinas produzcan abundante polen) para asegurar una buena cantidad de polen por flor triploide femenina (López et al, 1996).

La elección del cultivar polinizador se va a realizar en función de la sandía a polinizar, si ésta es de “tipo Crimson” la diploide será “tipo Sugar” y viceversa, para evitar los problemas que se podrían generar a la hora de la recolección, al confundir sandía sin semillas con sandía con semillas.

Desde el punto de vista del cultivo en invernadero la asociación de sandía diploide con triploide es óptima siempre que coincidan las floraciones de polinizadora y polinizada en la relación 30-40% de polinizadora, 60-70% de polinizada (Camacho y Fernandez, 1997).

2.5.7.1. CUIDADOS A LAS COLMENAS.

El manejo de las colmenas es importante para sacarle a las mismas el mayor rendimiento; de modo global se deben tener presentes las siguientes observaciones:

- No utilizar productos incompatibles en los últimos 10-12 días antes de introducir las colmenas.
- Evitar la colocación de las mismas debajo de goteras, humedad, lluvia, cubriéndolas con bandejas de corcho o similares y plástico, y material de sombreo.
- Deben estar a una altura mínima de 30 cm del suelo y siempre orientadas hacia el Sur.
- Colocar en la zona más fresca del invernadero.
- Las abejas pueden tardar en adaptarse a su nuevo entorno entre 2 y 5 días.
- Evitar el acceso de hormigas a la colmena aplicando cola entomológica, grasa, polvo insecticida, azufre o pegamento alrededor del lugar donde se han colocado.
- Una vez colocada la colmena, esperar un mínimo de 2 horas para abrirla, y en caso de colocarla por la tarde, esperar al día siguiente.

- Revisar periódicamente la actividad de las abejas observando el vuelo de las mismas, las manchas de polen sobre las hojas y desarrollo de los frutos.
- Consultar la lista de productos fitosanitarios compatibles con las abejas.
- Cerrar la colmena el día antes de tratar, una vez que ha oscurecido y estén todos los insectos dentro.
- Sacar la colmena con sumo cuidado del invernadero.
- La colmena llevarla a un lugar alejado 4-5 km, y abrir la piquera para que trabaje las jornadas que no van a estar en el invernadero.
- Si el plazo indicado es de 3 días o menos, colocar la colmena en un sitio fresco y ventilado, lejos de los productos fitosanitarios.
- Pasado el plazo indicado en el cultivo tratado, se vuelven a introducir las colmenas debiendo colocarlas en el mismo lugar que se encontraban inicialmente.
- Prevenir los efectos indeseados de los tratamientos en cultivos vecinos, subiendo las bandas o retirando las colmenas en caso de productos muy tóxicos. (Camacho et al, 1998).



Figura 2.17. Detalle de un abejorro recolectando el polen.EP.

2.5.8. LABORES CULTURALES EN LA SANDIA.

A continuación se abordan de modo cronológico las labores culturales que se realizan en el cultivo de sandía injertada, arenada bajo invernadero plástico, en la provincia de Almería (Camacho, 1998).

2.5.8.1. PREPARACION DEL SUELO.

Se retira el cultivo precedente y se limpian los restos de la cosecha anterior, de modo que quede el enarenado perfectamente limpio.

Se hace el extendido de las líneas portagotos, adecuándolas al marco que vayamos a utilizar.

Se realizan los hoyos en la arena hasta llegar al suelo, roturándolo incluso con la azadilla para que quede más suelto.

En caso de acolchar toda la superficie se procede a realizar esa labor. También, dependiendo del sistema que se utilice para dejar emerger la planta a través del plástico, el acolchado puede hacerse en postplantación.

Riego pretrasplante.

2.5.8.2. PLANTACION.

La planta injertada con cepellón se adquiere en semillero especializado. Para realizar la puesta se procede del siguiente modo: en cada uno de los hoyos abiertos con anterioridad se deposita un cepellón, de modo que la base del mismo esté en contacto con el suelo que previamente se había mullido, el resto del cepellón se cubre con arena.

Este sistema de plantar, que se ha popularizado en los últimos cinco años, consigue que el extendido de raíces y el agarre de las mismas al suelo sea más rápido, pero es exigente en cuidados hasta que éste se produce ya que si dejamos la arena secar se pueden producir pérdidas de plantas.

Es importante que la zona del injerto quede por encima de la arena, para evitar que entre en contacto con ésta y la humedad, que proporciona el riego, le haga emitir raíces, pues el franqueo de la variedad puede hacer que las plantas se vean afectadas de *Fusarium sp.*, al realizar el ataque a dichas plantas por estas raíces.

2.5.8.3. PODA.

El objetivo en sandía es controlar el crecimiento de la planta en cuanto a su forma, al eliminar brotes principales se adelantan la brotación y el crecimiento de secundarios.

Esta labor se realiza de modo optativo en función del marco elegido, consiste en la eliminación del brote principal cuando éste tiene cinco-seis hojas, iniciándose rápidamente el crecimiento de los cuatro-cinco brotes que existen en las axilas de las mismas. Con ello se consigue realizar una planta de formación más redondeada.

No se han visto diferencias en la producción de sandías realizando o sin realizar la poda.

2.5.8.4. ESCARDAS.

Si se ha acolchado, esta labor no se realiza. Con ella se pretende eliminar las malezas que hayan emergido en el terreno y que son competidoras con el cultivo. La herramienta que habitualmente se utiliza es un cortahierbas. Este apero está formado por una cuchilla, que se introduce fácilmente en la arena 1-2cm, que corta a las malas hierbas a la vez que va realizando una labor de bina en la arena, “la mueve” que es importante para evitar la formación de costras que impiden la percolación del agua de riego. Esta labor es imposible hacerla una vez que se haya desarrollado la planta, ya que la misma ocupa el suelo.

Otra técnica que se ha generalizado, como lucha contra las malas hierbas, es el acolchado del suelo con plástico negro, éste se puede poner cubriendo todo el suelo o simplemente cubriendo las hileras de las plantas y de los goteros ya que ésta va a ser la zona donde la emergencia de las malas hierbas sea mayor.

2.5.8.5. TECNICAS DE SEMIFORZADO.

En las primeras fases del cultivo, y según las fechas de plantación de éste, se utilizan tunelillos de plástico de 100 a 200 galgas o bien cubiertas flotantes de agrotexil.

Los tunelillos están formados por arcos de alambre de 3-5 mm de diámetro separados 1,5 m, sobre ellos se extiende una lámina de plástico de 1,3ⁿ,5 m de anchura y 300 galgas de espesor, los bordes se entierran en el suelo quedando un túnel transparente sobre hileras de plantas. A medida que el tiempo va siendo más cálido y las plantas van creciendo, se van haciendo agujeros en el plástico, acabando por retirarlo definitivamente.

Las cubiertas flotantes consisten en colocar una lámina de agrotexil directamente sobre las plantas. Proporciona una protección térmica muy similar a la del túnel, con la ventaja que permite la ventilación, por lo que no se alcanzan temperaturas tan altas en su interior como en los tunelillos. La cubierta debe retirarse cuando comienza la floración, para que las abejas puedan acceder a las flores y se produzca una buena fecundación.

2.5.8.6. BLANQUEO DEL INVERNADERO.

A partir del mes de mayo se procede al sombreado del invernadero mediante el blanqueo de la cubierta plástica del invernadero con “blanco de España”. La dosificación del blanco es en función del tipo de invernadero en cuanto a superficie, forma, de la vejez del plástico, así como del sombrero que se quiera conseguir, oscila entre los 5-25 g·l⁻¹ realizando un gasto de 1000 l·ha⁻¹ (Camacho, 1999).

2.5.8.7. MARCOS DE PLANTACION.

El marco de plantación en sandía injertada en Almería es de 2x2 o 4x1 metros, lo que da una densidad de plantación de 25000 plantas·ha⁻¹. Con estos marcos de han obtenido resultados productivos de 10-14 kg·m⁻². Es preferible el marco 4x1, ya que de este modo se aprovechan mejor el agua y los fertilizantes, nos permite anular más ramales portagoteros y por tanto se produce un descanso de cierta parte del suelo. No influye para nada en la ocupación de toda la superficie del suelo por la planta. Además, en caso de utilización de materiales de semiforzado (plástico, manta térmica) permite reducir la cantidad necesaria a la mitad.

2.5.8.8. FISIOLOGIA DE LA MADURACION DEL FRUTO.

La maduración del fruto es un fenómeno complejo, que tiene lugar una vez se ha alcanzado el tamaño máximo de éste. Consiste fundamentalmente en cambios bioquímicos cuyo resultado es la transformación del fruto de color verde brillante, con carne dura de color blanco, sin sabor y olor, en frutos de color verde apagado, carne coloreada, blanda y sabor dulce.

Los cambios que se producen son:

- Reblandecimiento: fundamentalmente se debe al paso de la protopectina, insoluble, que cubre las paredes celulares a pectinas más o menos solubles, por acción de dos enzimas: la protopectinasa y la pectasa. Este proceso depende de la temperatura y del contenido de oxígeno del aire que rodea a los frutos.

- Endulzamiento: desaparece el almidón presente en el fruto verde y se transforma en azúcares solubles, junto a la producción de azúcares “dulces” se produce la desaparición de sustancias tales como ácidos orgánicos y taninos, responsables de sabores agrios y/o ásperos de los frutos verdes. Este proceso depende de la temperatura, del contenido de oxígeno y del etileno.
- Aromatización: se debe a la formación de alcoholes libres, o esterificados con ácidos orgánicos, se producen a consecuencia del depósito de las pectinas gelificadas sobre las paredes celulares: estos depósitos dificultan el intercambio gaseoso del interior de las células, con lo que se producen reacciones parcialmente anaeróbicas, que tienen como resultado formación de dichos alcoholes.
- Coloración: paso del color verde típico de los frutos no maduros a su color característico, se debe a la desaparición de la clorofila y a la aparición de pigmentos nuevos, tales como el caroteno o la xantofila. Este proceso depende de la luz, del contenido de oxígeno y de la temperatura (valor medio y salto térmico) (Cerdá y Camacho, 1997).

2.5.8.9. RECOLECCION.

El corte de fruto de sandía lo hacen especialistas en esta labor. Síntomas externos que indiquen que el fruto está para cosecharlo son:

- a) Cuando el zarcillo que hay en el pedúnculo del fruto está completamente seco o la primera hoja situada por encima del fruto está marchita.
- b) Dando “capirotazos” con los dedos, si el sonido que produce es “sordo”.
- c) Cuando se oprime entre las manos, se oye un sonido claro como si se resquebrajase interiormente.
- d) Rayando la corteza (piel) con las uñas se aprecia una separación fácil de la misma.
- e) Si la “cama” del fruto está amarilla marfil.
- f) Cuando haya desaparecido la capa cerosa (pruína) que hay sobre la piel del fruto.
- g) El fruto ha perdido un 35-40% de su peso máximo. (Reche, 1994).

(López et al, 1996) señalan el respecto que se debe mirar el color amarillo brillante de la parte del fruto en contacto con el suelo, que el zarcillo que hay junto al pedúnculo se haya secado, que al golpear el fruto se produzca un característico sonido apagado.

Los rendimientos oscilan bastante, en función de las múltiples variables que influyen en la producción. Como término medio se puede decir que se sitúan entre 6-10 kg·m⁻² (Camacho, 1998).

3. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN DEL ENSAYO.

El ensayo se realizó durante la campaña 2010 en la finca experimental “Fundación UAL-ANECOOP” situada en el paraje “Los Goterones” perteneciente al municipio de Retamar, ubicada en la parcela 281 del polígono 24 de la provincia de Almería, con localización geográfica 36° 50′ 41.00″ latitud norte y 2° 13′ 4.32″ latitud oeste (Figura 3.1.).



Figura 3.1. Situación de la finca experimental “Fundación UAL-ANECOOP”. EP.



Figura 3.2. Panorámica general de la finca experimental “Fundación UAL-ANECOOP”. EP.

La finca posee una superficie de 11 hectáreas, de las que actualmente sólo se están utilizando para uso agrícola 8 de ellas. Los invernaderos allí instalados tienen distintos tipos de estructuras y, concretamente, este ensayo se desarrolló en tres módulos de tipo “multitúnel” con ventilación automatizada lateral y cenital, identificados como U9, U11 y U12, localizados donde indica la *Figura 3.3*. Los invernaderos tienen una superficie de 985 m² para U9 y U11, y 715 m² para el U12, contándose con una superficie total de estudio de 2.685 m².

3.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS INVERNADEROS.

3.2.1. ORIENTACION.

La orientación que presentan los invernaderos es Este-Oeste, mientras que las líneas de cultivo presentan una orientación Norte-Sur.



Figura 3.3. Plano de la finca experimental "Fundación UAL-ANECOOP". EP.

Para facilitar los tratamientos fitosanitarios se han dejado los pasillos principales e interiores del invernadero libres, no colocando alambres del emparillado que crucen dichos pasillos.

3.2.2. ESTRUCTURA.

El ensayo se ha llevado a cabo en tres invernaderos tipo “multitúnel” de nueva construcción, con techumbre curvada simétrica, de 3 arcos de 8 m para los invernaderos U9 y U11 y de 2 arcos de 9 m para el invernadero U12. Las dimensiones son de 45 m de largo y 24 m de ancho tanto para el invernadero U9 como para el U11, mientras que el U12 tiene 45 m de largo y 18 m de ancho.



Figura 3.4. Detalle de los invernaderos tipo “multitúnel” utilizados en el ensayo. EP.

El arco de cada túnel posee una altura cenital de 5,7 m y una altura en canal de 4,5 m, se consigue así una estructura alta que proporciona una mayor inercia ambiental al recinto (temperatura, humedad y composición del aire), las variaciones son más suaves y es posible disponer cómodamente de elementos auxiliares como dobles cubiertas o pantallas.

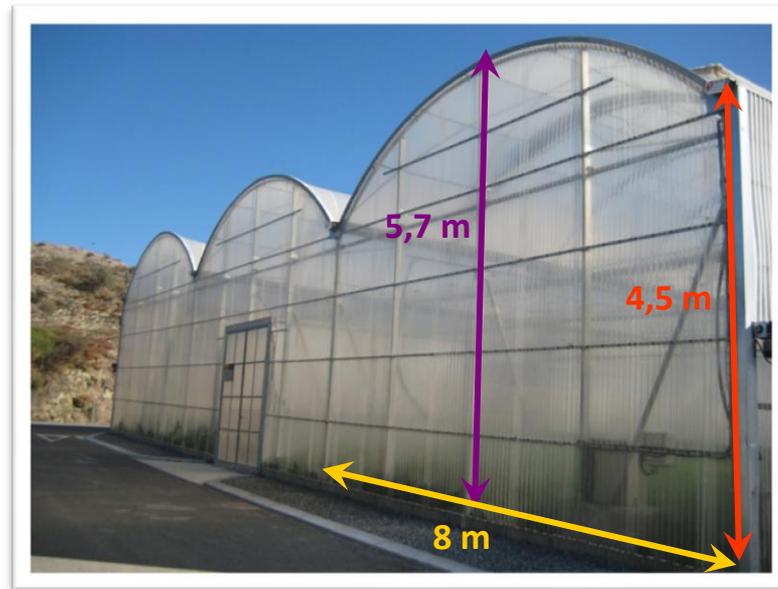


Figura 3.5. Croquis de las dimensiones estructurales de los invernaderos. EP.

Los invernaderos están equipados con sistemas automatizados de: riego, control climático, nebulización y pantallas térmicas; el sistema cuenta también con una caja de medición que contiene sensores de temperatura, humedad y de CO₂.

Se cuenta también con un equipo adicional para caracterización del microclima interior: Dataloggers HOB0 Pro v2 para temperatura y humedad relativa, con rango de operación -40 °C a 70 °C y 0 a 100% respectivamente.

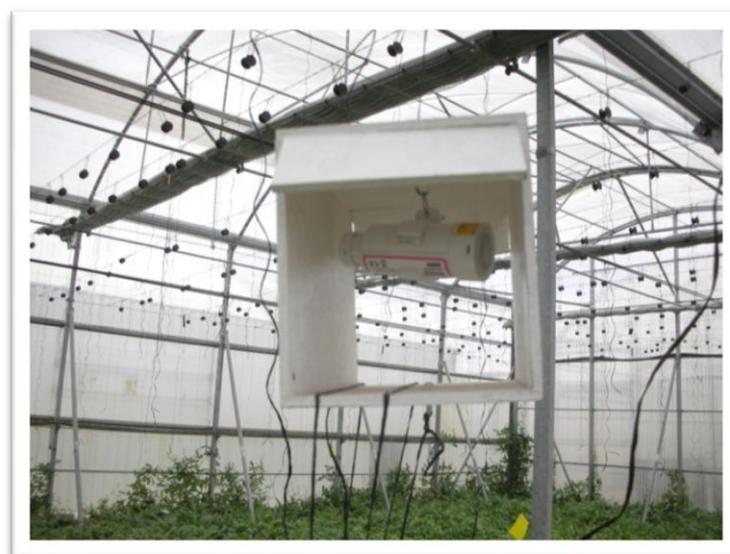


Figura 3.6. Detalle de un sensor de temperatura y humedad relativa en el interior de un invernadero (Hobo). EP.

La cubierta es de polipropileno térmico tricapa de 800 galgas, incoloro, estabilizado con hals, con una alta difusión de luz, lo que limita el efecto de sombra de los cultivos. Este plástico se colocó en marzo de 2006, por lo que es su último año de implantación. Tiene tres años de vida. Las bandas laterales están cubiertas con lámina acanalada de metacrilato de poliuretano de 2 mm de espesor.

Los invernaderos utilizados para este estudio, se han dividido por la mitad con una cortina de plástico transparente de las mismas características que la cubierta, con la finalidad de alterar lo menos posible el microclima interior.

En el lado Este de los tres invernaderos se colocaron, en las aberturas de ventilación lateral y cenital, mallas de 10x20 como testigo. En el lado Oeste se colocaron las mallas de prueba: 10x20 en el invernadero U9, 13x30 en el invernadero U11 y 10x20 en el invernadero U12 tanto en aberturas laterales como cenitales, para constituir un diseño experimental de tres tratamientos con un testigo.

Poseen canaletas de chapa galvanizada que van apoyadas sobre los ganchos galvanizados de los amagados, recogiendo el agua de la cubierta en esta zona y conduciéndola hasta el exterior del invernadero, evitando así problemas de excesos de humedad dentro del invernadero, perjudiciales para el desarrollo de las plantas.



Figura 3.7. Detalle de las canaletas de recogida de aguas de lluvia. EP.

3.2.3. VENTILACION.

La finalidad de la ventilación como renovadora del aire del invernadero es tanto para disminuir la temperatura ambiente, equiparándola a la externa, como actuar de la misma forma con la humedad del recinto.

El invernadero dispone de ventilación pasiva, contando con ventilación lateral y cenital.



Figura 3.8. Detalle de la ventilación lateral y cenital del invernadero U9. EP.

La ventilación lateral consta de unas bandas laterales de 1,8x40 m en el lado sur del invernadero U9, ya que en el lado norte presenta un sistema de ventilación evaporativa. Los invernaderos U11 y U12 presentan dos bandas laterales de ventilación de 1,3x40 m tanto en el lado norte como en el sur.

La ventilación cenital consta de 3 ventanas con dimensiones de 0,9x40 m, en cada uno de los invernaderos U9 y U11; el invernadero U12 tiene 2 ventanas de las mismas dimensiones.

La apertura y cierre de las ventanas cenitales está regulada a través de un automatismo en función de los siguientes parámetros:

- Velocidad y dirección del viento.
- Temperatura y humedad relativa en el interior del invernadero.



Figura3.9. Detalle de la puerta de doble cierre instalada en los invernaderos. EP.

A la hermeticidad de la estructura anteriormente descrita, se le unen dos sistemas de dobles puertas, a través de las cuales se accede al invernadero. Este mecanismo también es un sistema pasivo en cuanto a la entrada de insectos desde el exterior.

3.2.4. SUELO.

El suelo original sobre el que se construyeron los invernaderos U9, U11 y U12, está desarrollado sobre una marga salina de la que hereda sus propiedades. Dichas características salinas, asociadas a unas pésimas condiciones físicas lo hacían poco apto para el cultivo. Por ello, se procedió a realizar una enmienda constituida por tres fases: en la primera, el suelo original fue labrado con subsolador y despedregado. En la segunda fase, sobre su superficie se añadió arena con un espesor aproximado de 15 cm y se mezcló con el suelo original mediante labranza a 30 cm de profundidad. En la tercera fase, sobre el resultado del proceso anterior se depositaron nuevamente 10 cm de arena y 5 cm de estiércol de cabra, y se procedió a una nueva mezcla a 30 cm de profundidad. Con ello, el suelo de cultivo resultante quedó constituido por tres horizontes: el más orgánico y de granulometría más gruesa en superficie (H1), un horizonte intermedio mezcla de arena y suelo original (H2) y, por último el suelo original parcialmente modificado por laboreo y despedregado (H3). Las características más importantes de dichos horizontes se indican en la *Tabla 6*.

Tabla 3.1. Características edafológicas del suelo de los invernaderos U9, U11 y U12

| Propiedades Físicoquímicas | Horizonte (H1) | Horizonte (H2) | Horizonte (H3) |
|-----------------------------|----------------|----------------|----------------|
| pH | 9,14 | 9,06 | 8,54 |
| CE ($dS\ m^{-1}$) | 14,03 | 3,75 | 27,10 |
| CO (% p/p) | 1,84 | 0,07 | 0,15 |
| N _{tot} (%) | 0,22 | 0,02 | 0,03 |
| CO ₃ (% p/p) | 31,18 | 32,08 | 18,52 |
| CIC (cmol ⁺ /kg) | 6,10 | 1,62 | 4,79 |
| H33 kPa (% p/p) | 8,19 | 3,66 | 22,08 |
| H 1500 kPa (% p/p) | 6,41 | 2,44 | 11,95 |
| Arena (% p/p) | 86,83 | 88,283 | 36,71 |
| Limo grueso (% p/p) | 1,72 | 1,35 | 15,22 |
| Limo fino (% p/p) | 4,78 | 4,67 | 26,33 |
| Arcilla (% p/p) | 6,68 | 5,69 | 21,74 |
| Textura | Arenosa-Franca | Arenosa | Franca |

Valores analíticos de algunas propiedades que determinan el estado inicial de fertilidad del suelo de los invernaderos U9, U11 y U12 de la Finca Experimental de la UAL: **pH**: Acidez. **CE**: Conductividad Eléctrica. **CO**: Carbono Orgánico Total. **Ntot**: Nitrógeno Total. **CO₃**: Carbonato Cálcico Equivalente. **CIC**: Capacidad de Intercambio Catiónico. **H33 kPa**: Humedad Gravimétrica en Capacidad de Campo. **H1500 kPa**: Humedad Gravimétrica en Punto de Marchitez permanente. Los límites de tamaño de las fracciones granulométricas (Textura) son los utilizados por el índice taxonómico de suelos de **USDA** (United State Departament of Agriculture).

El análisis de suelo realizado el 22 de enero de 2009, proporciona información sobre las características estructurales del suelo y sobre las propiedades físico-químicas del mismo, datos fundamentales sobre los que apoyarse para llevar a cabo un adecuado manejo del cultivo.

3.3. SISTEMA DE RIEGO.

El sistema de riego que presenta la finca experimental “Fundación UAL-ANECOOP” consta de los siguientes elementos:

3.3.1. BALSAS.

La finca posee dos balsas de riego de 5000 m³ de capacidad cada una, y cubiertas de polietileno negro.



Figura 3.10. Detalle de las balsas en las que se almacena el agua de riego. EP.

Balsa 1: Almacena agua procedente de la depuradora de Almería, gestionada por la “Comunidad de Regantes de Cuatro Vegas” cuya conductividad eléctrica (CE) oscila entre $1,8-2,3 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$.

Balsa 2: Contiene agua de lluvia procedente de las canaletas de recogida pluvial existentes en los invernaderos de la finca, ya que las condiciones hídricas de la zona son muy difíciles y se intenta maximizar los recursos. La conductividad eléctrica presenta unos valores en torno a $0,3-0,6 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$.

Para impulsar el agua de las balsas se han instalado dos bombas centrífugas multicelulares (una bomba por balsa). El sistema permite mezclar el agua según los requerimientos del cultivo, en función de una CE de consigna. El agua es conducida hasta el cabezal de riego, pasando antes a través de unos filtros de anillas.

3.3.2. CABEZAL DE RIEGO.

3.3.2.1. SISTEMAS DE IMPULSION.

Básicamente consta de una bomba centrífuga de impulsión de 3 CV de potencia y una válvula reguladora de presión.

3.3.2.2. SISTEMA DE FERTIRRIGACION.

Existen diferentes elementos:

- Un tanque de mezcla de fertilizante.
- Cinco tanques de solución madre de 1000 l de capacidad cada uno.
- Un tanque de microelementos de 500 l de capacidad.
- Cinco bombas inyectoras de fertilizante.
- Cinco electroválvulas.
- Un ordenador de control.

El sistema consta de dos sensores de pH y dos de CE. Los sensores están situados aguas abajo de la bomba centrífuga que impulsa el torrente de agua hacia el invernadero, para controlar que los parámetros de pH y CE se ajusten a los valores de consigna. La instalación posee dos sistemas de seguridad que permiten detectar algún error en el circuito. El programador de riego controla las diferencias que se puedan dar entre las medidas de los sensores y da la alarma cuando éstas superan el medio punto. Por otra parte, el programador también controla las diferencias que existen entre los valores que se miden en las sondas y los valores de control. En este sentido, diferencias de más de medio punto, hacen parar al sistema.



Figura 3.11. Detalle del cabezal de riego. EP.

3.3.2.3. SISTEMA DE FILTRADO.

Se han instalado cuatro filtros de mallas, los cuales retienen las posibles impurezas que puedan existir en la solución fertilizante.

3.3.3. RED DE DISTRIBUCION.

El sistema de distribución comienza con una tubería de impulsión que se extiende desde el cabezal de riego hasta la posición del invernadero. Existe una electroválvula madre con la que se controla el paso de agua desde el sistema de fertirriego hasta los ramales de riego.

La zona invernada se divide en cuatro sectores de riego independientes, los cuales se controlan mediante electroválvulas. La tubería principal que une la válvula madre con el invernadero es de PVC y tiene un diámetro exterior de 60 mm. Las tuberías portarramales y portagotosos son de PE y tienen un diámetro exterior de 32 y 12 mm, respectivamente. Los emisores utilizados son autocompensantes, antidrenantes y tienen un caudal nominal de $3 \text{ l}\cdot\text{h}^{-1}$.

3.4. MATERIAL VEGETAL.

Para la realización del ensayo se ha utilizado la especie *Citrullus lanatus* cv. Fenway injertada. Es una variedad comercializada por la empresa Monsanto y el patrón sobre el que se injerto la variedad es Cucurbita máxima x Cucurbita moschata.

La sandía Fenway se trata de una variedad triploide de planta muy vigorosa y productiva. Frutos redondos, uniformes y con un peso medio de 4-5 kg. La piel externa es oscura. La carne es de color roja, destacando por su sabor, textura y alto contenido en azúcar. Se trata de una variedad bien adaptada a las condiciones de invernadero y aire libre.



Figura 3.12. Detalle del aspecto exterior e interior del cv. Fenway.

Como superpolinizador se ha utilizado una sandía diploide SP4.

3.5. TÉCNICAS DE CULTIVO.

3.5.1. CICLO DEL CULTIVO.

El cultivo se ha desarrollado según un ciclo corto de primavera a lo largo de un periodo de Abril a Junio de 2010 realizándose la recogida de los frutos en una sola cosecha.

| ABRIL | MAYO | JUNIO |
|-------|------|-------|
| 1. | | 2. |

1. 8 de Abril de 2010: Trasplante de la plántula procedente del semillero.
2. 23 de Junio de 2010: Recogida de los frutos.

3.5.2. TRASPLANTE.

El material vegetal necesario para el experimento requería una germinación y nascencia previas a la realización del injerto para luego realizar un posterior trasplante, estas labores se realizaron en las instalaciones de uno de los semilleros de la empresa Jarico.

La labor cultural del trasplante se realizó en una sola jornada, aunque antes se habían realizado los trabajos oportunos de acondicionamiento del suelo y la distribución de las gomas de riego de forma que quedaran próximas a las líneas de cultivo.

Se trabajo con un marco de plantación de 3 m entre cada línea de cultivo y de 1 m entre plantas, dando como resultado una densidad de plantación de 0.33 plantas/m² que son unas 3333 plantas/ha.

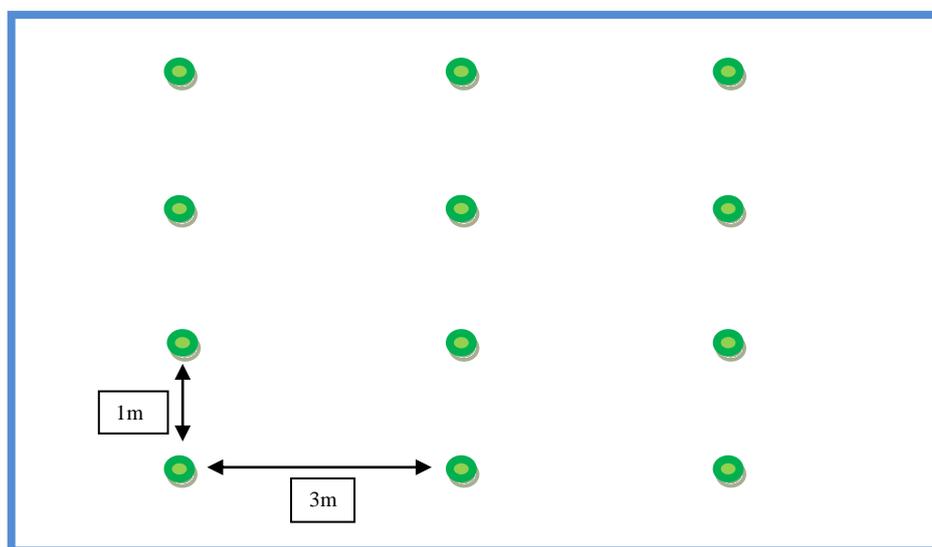


Figura 3.13. Croquis del marco de plantación. 3m x 1m. EP.

En total, el ensayo constaba de 673 plantas en total entre todas las divisiones parcelarias que se realizaron.

3.5.3. CUAJADO DEL FRUTO.

Para la polinización se emplearon colmenas de abejas (*Apis mellifera*) ya que en la actualidad es la forma más segura y eficaz para una correcta polinización de la sandía.

Las colmenas se colocaron el 13 de Mayo de 2010 y fueron recogidas el 31 de Mayo de 2010. Polibiol fue la empresa especializada suministradora de las colmenas. Se

ubicaron en el pasillo del invernadero, al lado de la pared que divide al invernadero en dos mitades, manteniendo la puerta abierta.

3.5.4. PODAS Y ESCARDAS.

No se realizó la labor de poda en este cultivo de sandía, siendo ésta una práctica optativa en función del marco de plantación.

La presencia de malas hierbas ha sido escasa durante el ciclo de cultivo del ensayo por lo que no fue necesaria la realización de esta labor en sí.

Las demás labores de cultivo realizadas en los invernaderos fueron las propias de los cultivos de sandía bajo plástico.

3.5.5. RECOLECCIÓN.

La recolección de los frutos se realizó en un solo corte el día 23 de Junio de 2010, cuando habían transcurrido 77 días desde la realización del trasplante, siguiendo las siguientes pautas:

- Corte del fruto a primera hora de la mañana.
- Selección al azar de los frutos que serían analizados posteriormente.
- Retirada del resto de la producción.



Figura 3.14. Imagen de los operarios durante la recolección. EP.

3.6. DISEÑO EXPERIMENTAL.

3.6.1. CARACTERIZACION DEL ENSAYO.

El ensayo llevado a cabo trata de evaluar el efecto de los distintos tipos de mallas en la producción y calidad de un cultivo de sandía *Citrullus Lanatus* cv. Fenway injertada, cultivado en invernadero durante la campaña 2010.

Para la realización del ensayo se dividió cada invernadero en dos mitades (Este-Oeste) mediante una cortina de plástico transparente de las mismas características que el de la cubierta, con la finalidad de delimitar los cuatro tratamientos en que quedó constituido el experimento y alterar lo menos posible el microclima interior de los invernaderos. Esta cortina tiene una puerta que permite el paso de una mitad del invernadero a otra, pero que durante el ensayo permanecerá cerrada para conseguir tener las zonas de estudio diferenciadas.

El lado Este es común para los tres invernaderos, en ambos se colocaron en las aperturas de ventilación, laterales y cenitales, la malla de los tratamientos testigo (T_0) denominada Malla 1 mientras que en el lado Oeste se colocaron mallas de prueba para los diferentes tratamientos (T_1); Malla 2 en el invernadero U9, Malla 3 el invernadero U11 y la Malla 4 en el invernadero U12.

Para el análisis de datos los invernaderos se dividieron en 4 sectores (NO, SO, NE, SE) para el caso de los U9 y U11 y (O1, O2, E1, E2) para el U12 debido a la diferencia en la distribución en los invernaderos, el U12 no consta de pasillo central.

Cada sector de cada invernadero consta de un número de plantas y superficie diferentes.

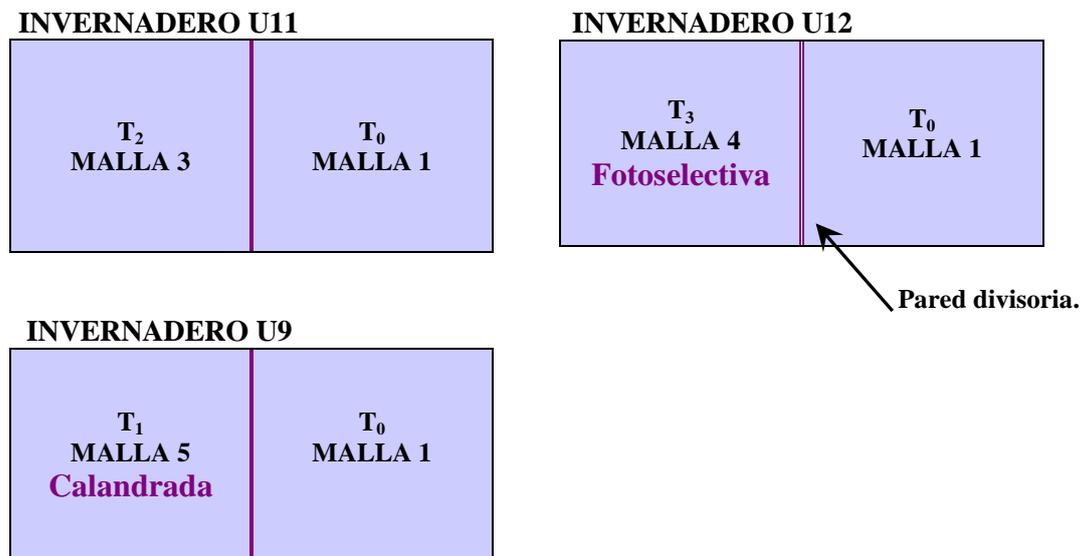


Figura 3.15. Esquema de la distribución de los tratamientos y de las mallas anti-insectos en cada uno de los tres invernaderos del ensayo.

La superficie con que se cuenta para este estudio es de 2685 m² distribuida del siguiente modo: 985 m² para los invernaderos U9 y U11, y 715 m² para el invernadero U12; se tiene por tanto una superficie con malla control de 10x20 hilos/cm² de un total de 1342,5 m² para los tres invernaderos y para la malla 5 de prueba calandrada del invernadero U9 de 492,5 m² e igual para el invernadero U11 con la malla 3 de prueba de 13x30 hilos·cm², y para la malla 4 fotoselectiva del invernadero U12 se tienen 357,5 m².

3.6.2. MALLAS ANTI-INSECTOS.

Las mayas utilizadas para el ensayo fueron cuatro (Tabla 3.2.) La malla 1 es la que obliga la normativa andaluza a emplear, por lo tanto ésta fue la malla testigo. Se comparó esta malla con tres nuevos materiales. Estos tres nuevos materiales se seleccionaron entre los que mejor comportamiento geométrico, mecánico y aerodinámico mostraron en laboratorio (Valera *et al.*, 2005). Las características geométricas han sido obtenidas mediante un ensayo en el laboratorio, y se exponen en la siguiente tabla.

Algunas de estas mallas han sido tratadas con procesos característicos, como es el caso de la Malla 2, la cual es calandrada, y la Malla 4 que es fotoselectiva.

Tabla 3.2. Características geométricas de las mallas ensayadas: porosidad α , luz de los poros $L_{px} \times L_{py}$, grosor de hilos $D_{hx} \times D_{hy}$, diámetro de la circunferencia inscrita D_i y área del poro S_p .

| Código | Densidad (fabricante) | Densidad (hilos/cm ²) | α (%) | L_{px} (μ m) | L_{py} (μ m) | D_{hx} (μ m) | D_{hy} (μ m) | D_i (μ m) | S_p (mm ²) |
|---------|-----------------------|-----------------------------------|--------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|------------------|--------------------------|
| Malla 1 | 10x20 | 9,9x19,7 | 33,5 | 233,7 | 734,0 | 276,4 | 273,4 | 236,6 | 0,171 |
| Malla 2 | 10x20 | 10,0x20,1 | 32,5 | 225,4 | 724,8 | 277,1 | 273,0 | 229,5 | 0,163 |
| Malla 3 | 13x30 | 13,1x30,5 | 39,0 | 164,6 | 593,3 | 168,6 | 163,1 | 167,4 | 0,098 |
| Malla 4 | 10x20 | 9,2x20,7 | 37,5 | 234,9 | 838,7 | 245,8 | 248,0 | 238,7 | 0,197 |

3.6.3. SUPERFICIE DE ABERTURAS DE VENTILACION POR INVERNADERO.

La superficie de las aberturas de ventilación cenital y lateral de cada invernadero es de: 194, 212 y 176 m², para los invernaderos U9, U11 y U12 respectivamente, (Tabla 3.3.). Se incluye en este cálculo la superficie de ventilación del semiarco de elevación de las aberturas de ventilación cenital lateral a ambos lados (Este y Oeste) de cada invernadero. La superficie de las aberturas de ventilación por tratamiento son la cantidad totales dividido entre dos.

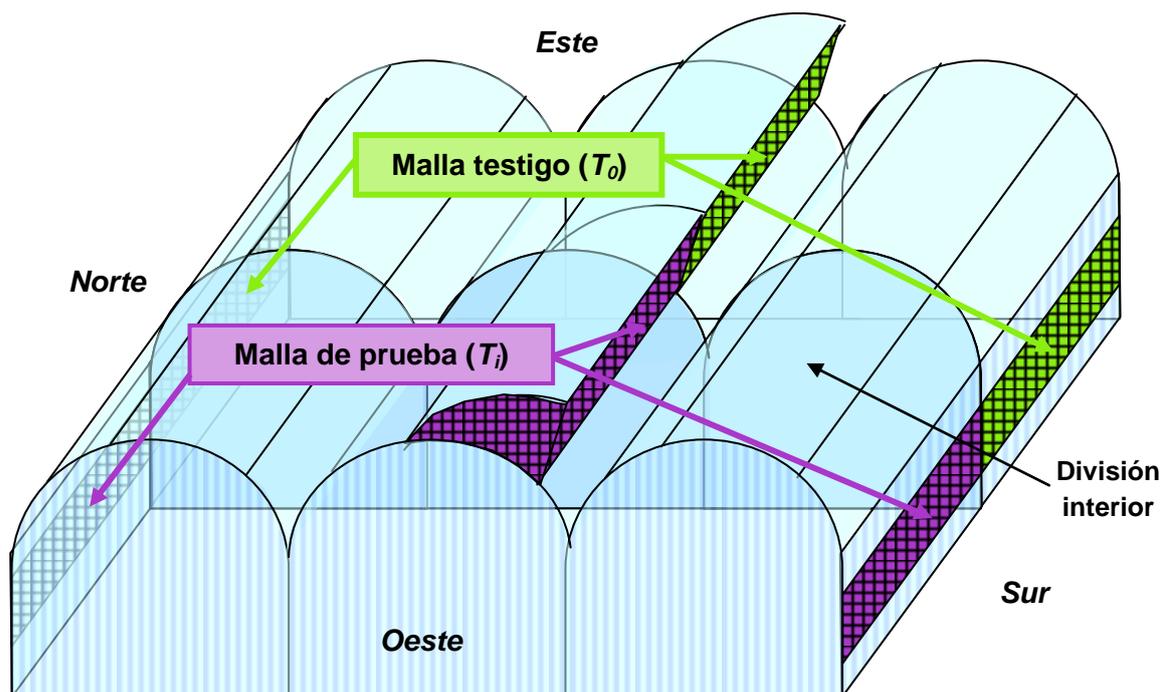


Figura 3.16. Esquema de los invernaderos experimentales con la malla testigo (T_0) en el lado Este y la malla de prueba (T_i) en el lado Oeste.

Tabla 3.3. Superficie de aberturas de ventilación de los tres invernaderos.

| SUPERFICIE DE ABERTURAS DE VENTILACION (m ²) | | | | | | | | |
|--|--------|---------|-------|---------|-------|-----------------|-------|--------|
| INV. | SECTOR | Lateral | | Cenital | | Cenital lateral | | TOTAL |
| | | Norte | Sur | Norte | Sur | Este | Oeste | |
| U9 | NO | | | 17,75 | | | 1,80 | 19,55 |
| | SO | | 37,60 | | 31,50 | | 3,60 | 72,70 |
| | NE | | | 20,25 | | 1,80 | | 22,05 |
| | SE | | 48,40 | | 40,50 | 3,60 | | 92,50 |
| | Total | | 86,00 | 38,00 | 72,00 | 5,40 | 5,40 | 206,80 |
| U11 | NO | 22,75 | | 31,50 | | | 3,60 | 57,85 |
| | SO | | 22,75 | | 17,75 | | 1,80 | 42,30 |
| | NE | 29,25 | | 40,50 | | 3,60 | | 73,35 |
| | SE | | 29,25 | | 20,25 | 1,80 | | 51,30 |
| | Total | 52,00 | 52,00 | 72,00 | 38,00 | 5,40 | 5,40 | 224,80 |
| U12 | NO | 22,75 | | 15,75 | | | 1,80 | 40,30 |
| | SO | | 22,75 | | 15,75 | | 1,80 | 40,30 |
| | NE | 29,25 | | 20,25 | | 1,80 | | 51,80 |
| | SE | | 29,25 | | 20,25 | 1,80 | | 51,80 |
| | Total | 52,00 | 52,00 | 36,00 | 36,00 | 3,60 | 3,60 | 184,20 |

3.6.4. SUPERFICIE DE LAS PARCELAS ELEMENTALES DE EXPERIMENTACION.

En cada tratamiento se delimitaron cuatro parcelas elementales de experimentación con diferentes dimensiones debido a que los tres invernaderos no tenían la misma superficie. La figura 3.16. muestra las superficies de las 12 parcelas elementales de experimentación y la superficie total y cultivable de cada invernadero.

Invernadero U9. Superficie: 1080 m². 985 m² cultivables.

| | | |
|---------------------------------------|---------|---------------------------------------|
| U9 NO 218,75 m ² | CORTINA | U9 NE 273,75 m ² |
| PASILLO | | PASILLO |
| U9 SO 218,75 m ² | | U9 SE 273,75 m ² |

Invernadero U11. Superficie: 1080 m². 985 m² cultivables.

| | | |
|--|---------|--|
| U11 NO 218,75 m ² | CORTINA | U11 NE 273,75 m ² |
| PASILLO | | PASILLO |
| U11 SO 218,75 m ² | | U11 SE 273,75 m ² |

Invernadero U12. Superficie: 810 m². 715 m² cultivables.

| PASILLO | | CORTINA | PASILLO | |
|--|--|---------|--|--|
| U12 1 158,75 m ² | U12 2 158,75 m ² | | U12 3 198,75 m ² | U12 4 198,75 m ² |

Figura 3.17. Esquema de distribución y superficie de cada división del estudio en cada invernadero.

3.6.5. TOMA DE DATOS.

La toma de datos se realizó el 23 de Junio de 2010. Para la toma de datos correspondientes a los parámetros de producción y calidad, realizada inmediatamente tras la recolección, se seleccionaron, en primer lugar, 10 frutos al azar de cada parcela elemental, con los cuales se trabajó. Se dispusieron en el pasillo central del invernadero, junto a sus correspondientes líneas de cultivo y, bien in situ, o bien en el laboratorio de la finca experimental, se realizó la toma de datos.

Los parámetros de producción y componentes del rendimiento sometidos a estudio son los que siguen:

Parámetros de producción:

- Producción total (kg).
- Producción total media · m⁻² (kg · m⁻²).

Componentes del rendimiento:

- Peso medio de los frutos (kg).
- Número de frutos · m⁻².
- Número de frutos · planta.

Para poder evaluar los parámetros indicados, de los 10 frutos seleccionados por parcela, se midió el peso con una báscula EKS electrónica de sensibilidad 100 g y capacidad máxima de 40 kg. El peso medio del fruto, y demás componentes del rendimiento como el número de frutos · m⁻² y el número de frutos · planta⁻¹, no han sido evaluados en campo, si fue trabajo de campo el conteo del número total de frutos cosechados por parcela elemental para poder obtener estos tres parámetros.

Parámetros de calidad e instrumentos empleados para su medida:

Para evaluar la calidad, se seleccionaron 3 frutos por parcela elemental, en este caso, no al azar, sino que se tomaron los 3 primeros frutos de los 10 escogidos anteriormente, y de los que solamente se midió el peso. Se trabajó, por tanto, con un total de 6 frutos por tratamiento, que se abrieron para su inspección interna. En ellos se midieron los parámetros que se describen a continuación, excepto el coeficiente de forma.

- Perímetro longitudinal y transversal (cm) con ayuda de una cinta métrica convencional.
- Tamaño de la cicatriz pistilar (mm) con un calibre.



Figura 3.18. Detalle de la toma de datos realizada de forma directa durante el ensayo.

Para la medida de los parámetros que se describen a continuación se corto en primer lugar el fruto transversalmente para pasar después a su inspección interna y toma de medidas y parámetros.

3.6.6. PARAMETROS SOMETIDOS A ESTUDIO.

3.6.6.1. PRODUCCION TOTAL.

Se ha calculado la producción total para las plantas consideradas en cada parcela, realizando una media con las tomas de los diez frutos pesados con una balanza EKS electrónica de sensibilidad 100 g y capacidad máxima de 40 kg.

3.6.6.2. PRODUCCION COMERCIAL.

La producción comercial se ha obtenido de forma indirecta, mediante el análisis de los datos correspondientes a la producción total.

3.6.6.3. COMPONENTES DEL RENDIMIENTO.

Se han tomado 10 frutos elegidos al azar, por cada sector.

Los parámetros que se han estudiado para estos frutos son:

- El peso medio del fruto, para lo cual se ha utilizado una balanza EKS electrónica de sensibilidad 100 g y capacidad máxima de 40 kg.
- Perímetros ecuatorial y polar del fruto con una cinta métrica de 5 frutos.
- Diámetro de la cicatriz pistilar con un calibre de 5 frutos.
- Espesor de la corteza con un calibre de 3 frutos.
- El número de frutos por metro cuadrado, datos que se han obtenido de forma indirecta a partir de los valores de producción comercial y peso medio del fruto comercial.



Figura 3.19. Detalle de la toma de datos realizada en el laboratorio. EP.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. EFECTO DE LAS MALLAS EN EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL CULTIVO.

En este apartado se presentan los resultados obtenidos en los ensayos de campo, relativos al efecto que tuvieron las mallas de protección en la producción y calidad del cultivo objeto de estudio.

Como se ha comentado en apartados anteriores, cada uno de los tres invernaderos se dividió en dos mitades iguales mediante una cortina divisoria, correspondiendo siempre la mitad Este con la malla “testigo” y la mitad Oeste con la malla de “prueba”. Por lo tanto, se ha comparado el lado Este con el Oeste para cada uno de los invernaderos.

En general, no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre las distintas mallas analizadas, debido, posiblemente, a que sus valores de porosidad eran similares y al hecho de que los parámetros climáticos se mantuvieron dentro del rango de crecimiento óptimo del cultivo, si ha habido diferencias significativas en la producción de del sector NE del U11, mucho menor a la parte NO y mucho menor a la media.

Tabla 4.1. Datos de densidad y porosidad por malla y tratamiento y superficie de cada una de las parcelas.

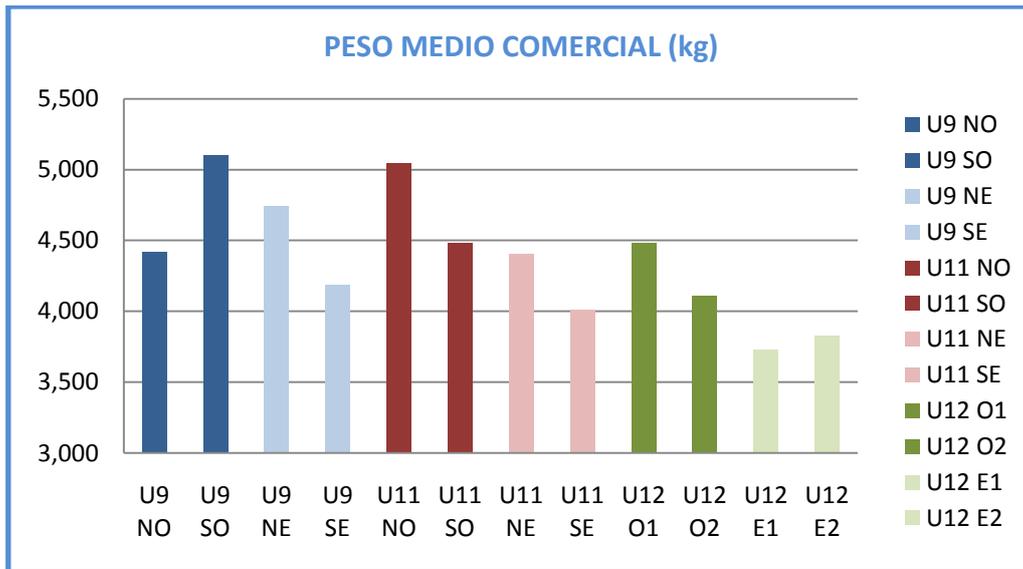
| INVERNADERO | TRATAMIENTO | N° MALLA | DENSIDAD (hilos / cm ²) | POROSIDAD (%) | SUPERFICIE (m ²) |
|-------------|-------------|----------|--|------------------|---------------------------------|
| U9 NO | T1 | Malla 2 | 10x20 | 32,5 | 218,75 |
| U9 SO | | | | | 218,75 |
| U9 NE | T0 | Malla 1 | 10x20 | 33,5 | 273,75 |
| U9 SE | | | | | 273,75 |
| U11 NO | T2 | Malla 3 | 13x30 | 39,0 | 218,75 |
| U11 SO | | | | | 218,75 |
| U11 NE | T0 | Malla 1 | 10x20 | 33,5 | 273,75 |
| U11 SE | | | | | 273,75 |
| U12 O1 | T3 | Malla 4 | 10x20 | 37,5 | 158,75 |
| U12 O2 | | | | | 158,75 |
| U12 E1 | T0 | Malla 1 | 10x20 | 33,5 | 198,75 |
| U12 E2 | | | | | 198,75 |

Tabla 4.2. Parámetros de rendimiento obtenidos en los tres invernaderos en cada una de las parcelas experimentales.

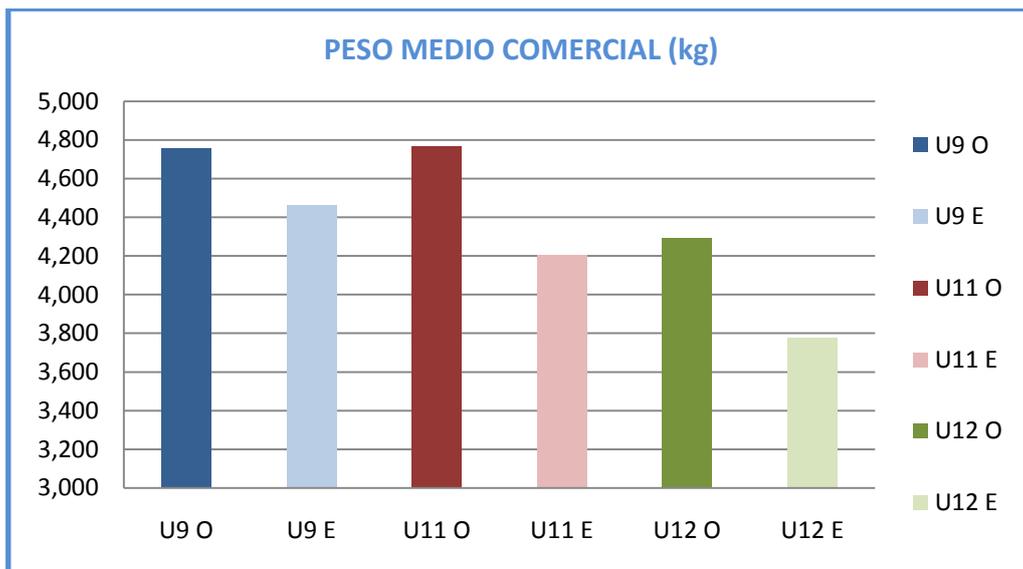
| INVERNADERO | PESO MEDIO DESIERIO (kg) | PESO MEDIO COMERCIAL (kg) | PRODUCCION TOTAL (kg) | P. T. MEDIA ² (kg/m ²) | PRODUCCION MEDIA ² PLANTA ¹ (kg/planta) | Nº FRUTOS ² /M ² (frutos/m ²) | Nº FRUTOS ² /PLANTA ¹ (frutos/planta) | % FRUTOS COMERCIALES | % FRUTOS DE DESIERIO |
|-------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------|---|---|---|---|----------------------|----------------------|
| U9 NO | 2.761 | 4.416 | 971.520 | 4.441 | 17.664 | 1.006 | 4.000 | 72.8% | 27.2% |
| U9 SO | 2.441 | 5.102 | 979.584 | 4.478 | 17.811 | 0.878 | 3.490 | 75.3% | 24.7% |
| U9 NE | 2.949 | 4.740 | 1.028.580 | 3.757 | 15.584 | 0.793 | 3.288 | 58.0% | 42.0% |
| U9 SE | 2.355 | 4.184 | 1.180.760 | 5.092 | 17.890 | 0.968 | 4.015 | 70.3% | 29.7% |
| U11 NO | 2.223 | 5.048 | 888.448 | 4.060 | 16.154 | 0.806 | 3.200 | 73.3% | 26.7% |
| U11 SO | 1.941 | 4.483 | 838.321 | 3.832 | 15.242 | 0.855 | 3.400 | 79.6% | 20.4% |
| U11 NE | 1.793 | 4.403 | 405.076 | 1.480 | 6.137 | 0.336 | 1.394 | 38.2% | 61.8% |
| U11 SE | 1.997 | 4.008 | 1.010.016 | 3.690 | 15.304 | 0.920 | 3.818 | 62.0% | 38.0% |
| U12 O1 | 2.618 | 4.478 | 604.530 | 3.808 | 14.394 | 0.850 | 3.214 | 51.5% | 48.5% |
| U12 O2 | 2.496 | 4.110 | 526.080 | 3.314 | 11.691 | 0.806 | 2.840 | 56.8% | 43.2% |
| U12 E1 | 2.010 | 3.726 | 331.614 | 1.668 | 5.527 | 0.448 | 1.480 | 35.0% | 65.0% |
| U12 E2 | 2.301 | 3.826 | 730.957 | 3.678 | 17.404 | 0.961 | 4.550 | 54.1% | 45.9% |
| PRO MEDIO | 2.324 | 4.377 | 791.291 | 3.608 | 14.234 | 0.802 | 3.224 | 60.6% | 39.4% |

Tabla 4.3. Parámetros de calidad obtenidos en los tres invernaderos en cada una de las parcelas experimentales.

| INVERNADERO | PERIMETRO ECUATORIAL MEDIO (cm) | PERIMETRO POLAR MEDIO (cm) | DIAMETRO MEDIO CICATRIZ PESTILAR (cm) | ESPESOR MEDIO DE LA CORTEZA (cm) | CONSISTENCIA DE LA PULPA (kg/cm ²) | ACIDEZ (pH) | CONTENIDO EN SOLIDOS SOLUBLES (°brix) |
|-----------------|---------------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|--|-------------|---------------------------------------|
| U9 NO | 63,5 | 65,8 | 1,5 | 1,67 | 1,64 | 5,38 | 12,8 |
| U9 SO | 68,1 | 71,3 | 1,7 | 1,13 | 1,22 | 5,47 | 13,0 |
| U9 NE | 66,3 | 69,2 | 1,3 | 1,70 | 1,24 | 5,42 | 12,7 |
| U9 SE | 64,0 | 65,8 | 1,4 | 0,48 | 1,30 | 5,54 | 11,7 |
| U11 NO | 65,8 | 69,3 | 1,5 | 1,17 | 1,17 | 5,46 | 11,8 |
| U11 SO | 58,6 | 58,9 | 1,1 | 1,50 | 1,10 | 5,35 | 12,6 |
| U11 NE | 64,0 | 65,4 | 1,4 | 1,27 | 1,30 | 5,54 | 11,7 |
| U11 SE | 60,9 | 62,7 | 1,6 | 1,05 | 1,78 | 5,41 | 11,3 |
| U12 O1 | 65,3 | 66,3 | 1,7 | 1,20 | 1,63 | 5,41 | 11,4 |
| U12 O2 | 63,5 | 67,1 | 1,5 | 1,05 | 1,40 | 5,57 | 12,8 |
| U12 E1 | 62,9 | 62,4 | 1,6 | 1,07 | 1,43 | 5,35 | 12,1 |
| U12 E2 | 63,0 | 63,1 | 1,8 | 1,10 | 1,43 | 5,25 | 10,6 |
| PROMEDIO | 63,8 | 65,6 | 1,5 | 1,20 | 1,39 | 5,43 | 12,0 |



Gráfica 4.1. Peso medio comercial medio en cada una de las parcelas experimentales.



Gráfica 4.2. Peso medio comercial medio en cada uno de los tratamientos.

Las Gráficas 4.1. y 4.2. muestran los pesos medios comerciales de los frutos de cada sector y cada tratamiento, fijándonos en los pesos de los tratamientos prueba y testigo no existen diferencias, como se puede observar en el análisis múltiple de rangos (Tabla 4.4.), con el cual aplicamos un procedimiento de comparación múltiple para determinar las medias que son significativamente diferentes unas de otras. La mitad inferior de la salida muestra la diferencia estimada entre cada par de medias. El asterisco que se encuentra al lado de uno de los pares, indica que éste muestra diferencia estadísticamente significativa a un nivel de confianza 95,0%. En la parte superior de la página, se identifican 2 grupos homogéneos según la alineación del signo X en la

columna. Dentro de cada columna, los niveles que tienen signo X forman un grupo de medias entre las cuales no hay diferencias estadísticamente significativas.

Tabla 4.4. Análisis múltiple de rangos de los Pesos Comerciales de los tratamientos testigo y los tratamientos de prueba de cada invernadero.

Método: 95,0 porcentaje LSD

| | Frec. | Media | Grupos homogéneos |
|-----------|-------|-------|-------------------|
| Peso U9 E | 20 | 4,478 | X |
| Peso U9 O | 20 | 4,759 | X |

| Contraste | Diferencias | +/- Límites |
|-----------------------|-------------|-------------|
| Peso U9 O - Peso U9 E | 0,281 | 0,60729 |

| | Frec. | Media | Grupos homogéneos |
|------------|-------|--------|-------------------|
| Peso U11 E | 20 | 4,21 | X |
| Peso U11 O | 20 | 4,7655 | X |

| Contraste | Diferencias | +/- Límites |
|-------------------------|-------------|-------------|
| Peso U11 O - Peso U11 E | 0,5555 | 0,596265 |

Impacto de nuevos tipos de mallas de protección anti-insectos sobre el rendimiento y calidad de un cultivo en invernadero de *Citrullus Lanatus* cv. Fenway.

| | Frec. | Media | Grupos homogéneos |
|-------------------------|-------|--------|-------------------------|
| Peso U12 E | 20 | 3,7765 | X |
| Peso U12 O | 20 | 4,294 | X |
| Contraste | | | Diferencias +/- Límites |
| Peso U12 O - Peso U12 E | | | 0,5175 0,531761 |

Tabla 4.5. Análisis múltiple de rangos de los Pesos Comerciales de los tratamientos de prueba entre los tres invernaderos.

Método: 95,0 porcentaje LSD

| | Frec. | Media | Grupos homogéneos |
|-------------------------|-------|--------|-------------------------|
| Peso U12 O | 20 | 4,294 | X |
| Peso U9 O | 20 | 4,759 | X |
| Peso U11 O | 20 | 4,7655 | X |
| Contraste | | | Diferencias +/- Límites |
| Peso U9 O - Peso U11 O | | | -0,0065 0,62817 |
| Peso U9 O - Peso U12 O | | | 0,465 0,62817 |
| Peso U11 O - Peso U12 O | | | 0,4715 0,62817 |

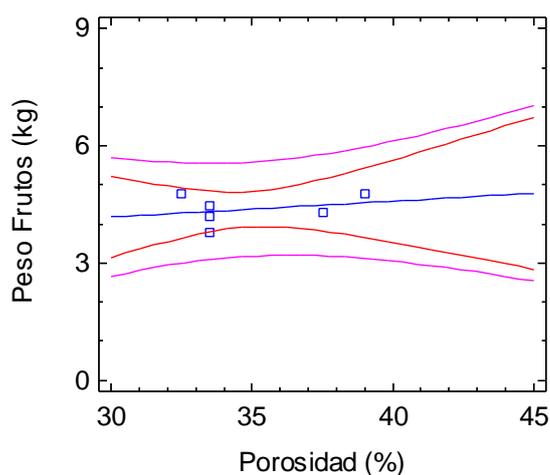
En cambio si comparamos los tratamientos testigo de los tres invernaderos vemos que existe una diferencia significativa entre el tratamiento U9 E y el U12 E (Tabla 4.6.), ambos testigos, esto puede ser debido a que la parte Este del invernadero U12 es la que queda más expuesta al viento, comparando los tres tratamientos de prueba no encontramos diferencias estadísticamente significativas entre sí.

Tabla 4.6. Análisis múltiple de rangos de los Pesos Comerciales de los tratamientos testigo entre los tres invernaderos.

| | Frec. | Media | Grupos homogéneos |
|------------|-------|--------|-------------------|
| Peso U12 E | 20 | 3,7765 | X |
| Peso U11 E | 20 | 4,21 | XX |
| Peso U9 E | 20 | 4,478 | X |

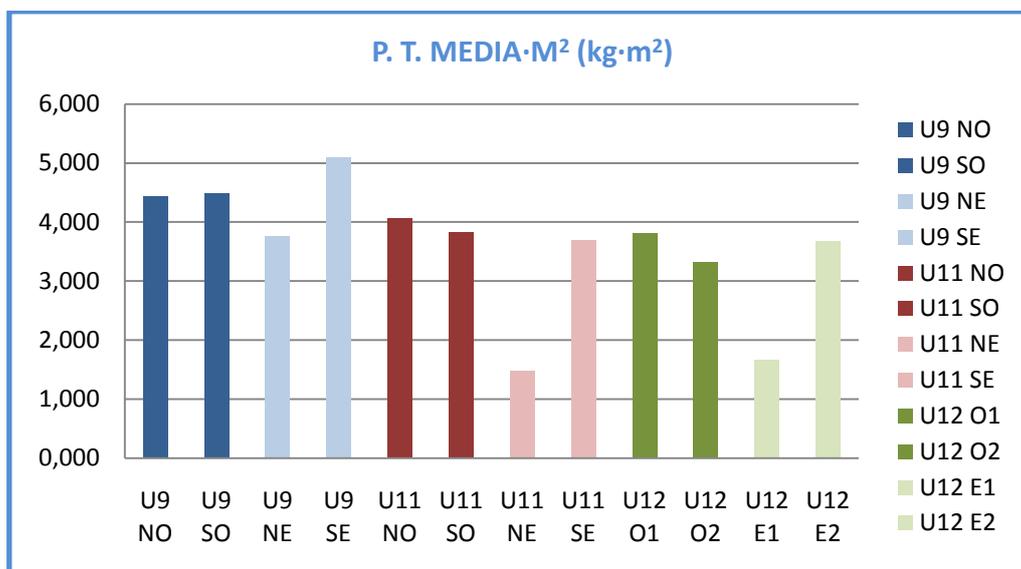
| Contraste | Diferencias | +/- Límites |
|-------------------------|-------------|-------------|
| Peso U9 E - Peso U11 E | 0,268 | 0,512189 |
| Peso U9 E - Peso U12 E | *0,7015 | 0,512189 |
| Peso U11 E - Peso U12 E | 0,4335 | 0,512189 |

Para el análisis del peso de los frutos también se realizó una regresión estadística simple entre el conjunto de datos integrado por las porosidades de las mallas de protección contra los conjuntos de datos de los pesos de los frutos en kg (Gráfico 4.3.).

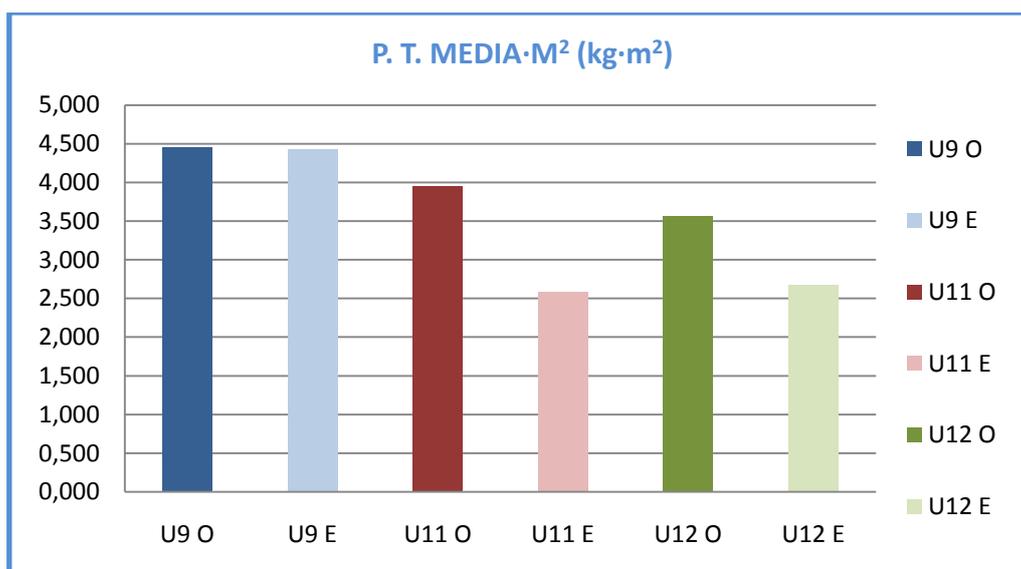


Gráfica 4.3. Regresión estadística entre los conjuntos de datos de las variables, porosidad de las mallas y el peso de los frutos (kg).

No se obtuvieron relaciones estadísticamente significativas. En la regresión el p-valor es superior al 90%, lo que indica que no hubo efecto estadísticamente significativo de la porosidad sobre el rendimiento.



Gráfica 4.4. Producción total media por metro cuadrado en cada una de las parcelas experimentales.

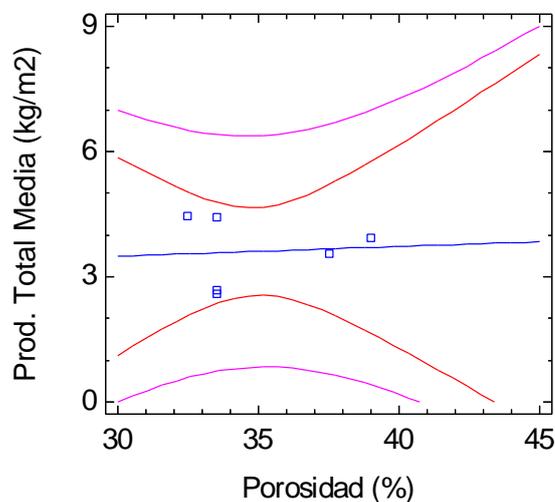


Gráfica 4.5. Producción total media por metro cuadrado en cada uno de los tratamientos.

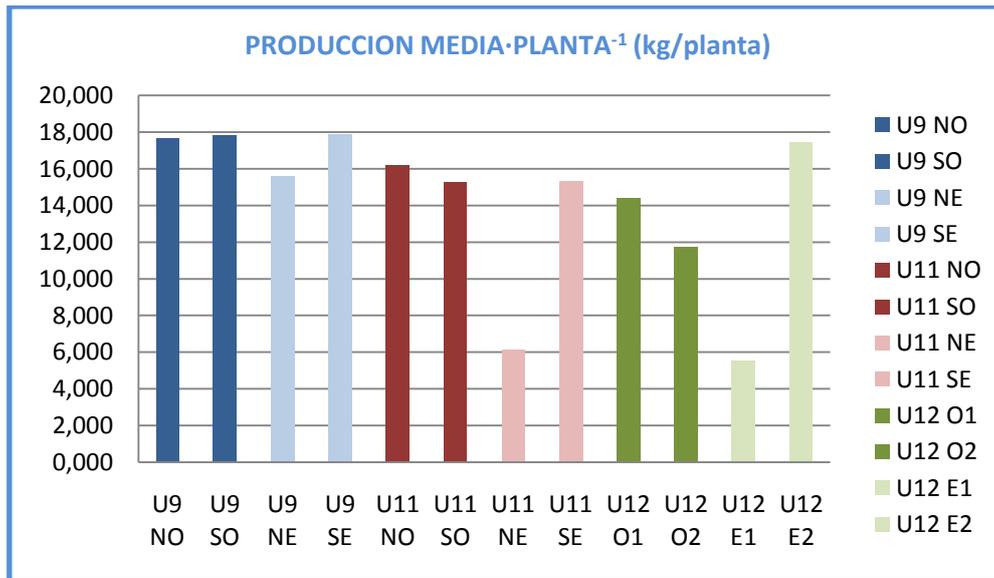
En cuanto a la producción, podemos apreciar en las gráficas 4.4. y 4.7. que la producción media por metro cuadrado y por planta ha sido muy similar en todas las parcelas exceptuando dos bajadas en los sectores NE y E1 de los invernaderos U11 y U12 respectivamente, lo cual no tiene explicación aparente, existe una gran cantidad de frutos de destrío en ambos sectores, como veremos más adelante en la gráfica 4.11., un 61,8% en U11NE y 65,0% en U12E1. Si nos fijamos en las gráficas 4.5. y 4.8. por tratamiento podemos ver que las producciones de los tratamientos con mallas testigo han sido ligeramente inferiores a los tratamientos de prueba en cada invernadero, tal vez debido a la gran cantidad de fruta de destrío en ambos sectores.

Para el análisis de la producción también se realizaron las regresiones estadísticas simples entre el conjunto de datos integrado por las porosidades de las mallas de protección contra los conjuntos de datos de la producción total media por metro cuadrado en kilogramos por metro cuadrado (Gráfica 4.6.).

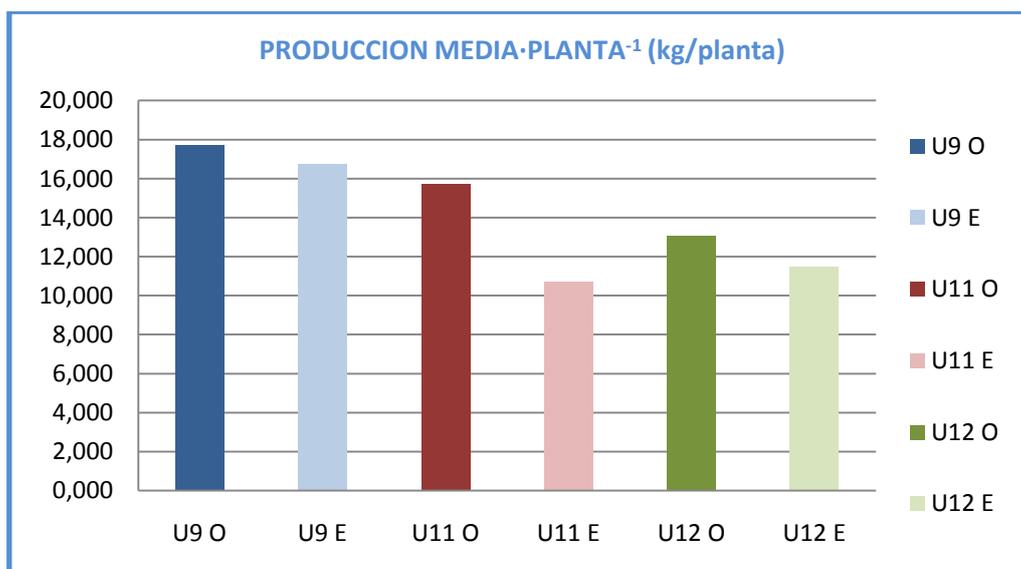
No se obtuvieron relaciones estadísticamente significativas, el p-valor es superior al 90%, lo que indica que no hubo efecto estadísticamente significativo de la porosidad sobre la producción.



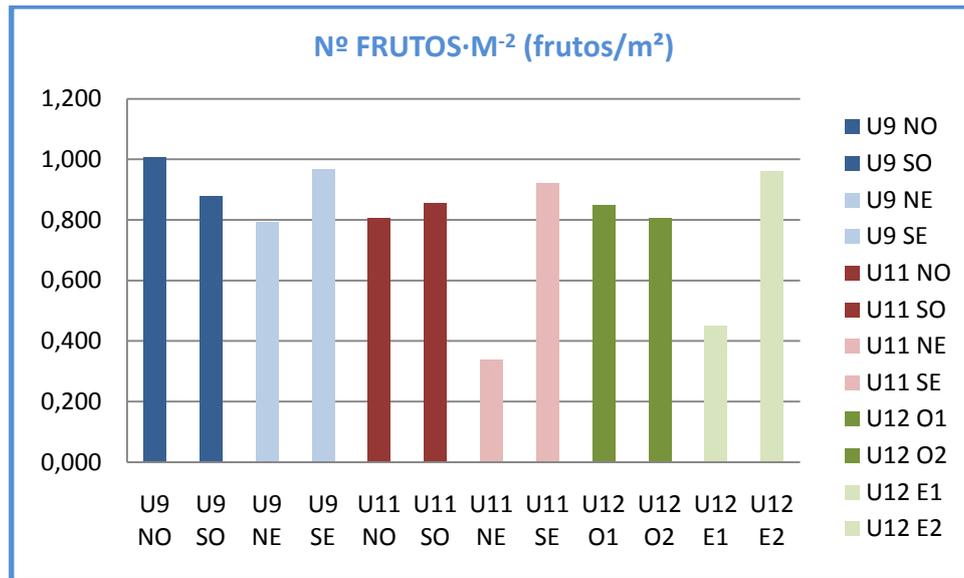
Gráfica 4.6. Regresión estadística entre los conjuntos de datos de las variables, porosidad de las mallas y la producción total media ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$).



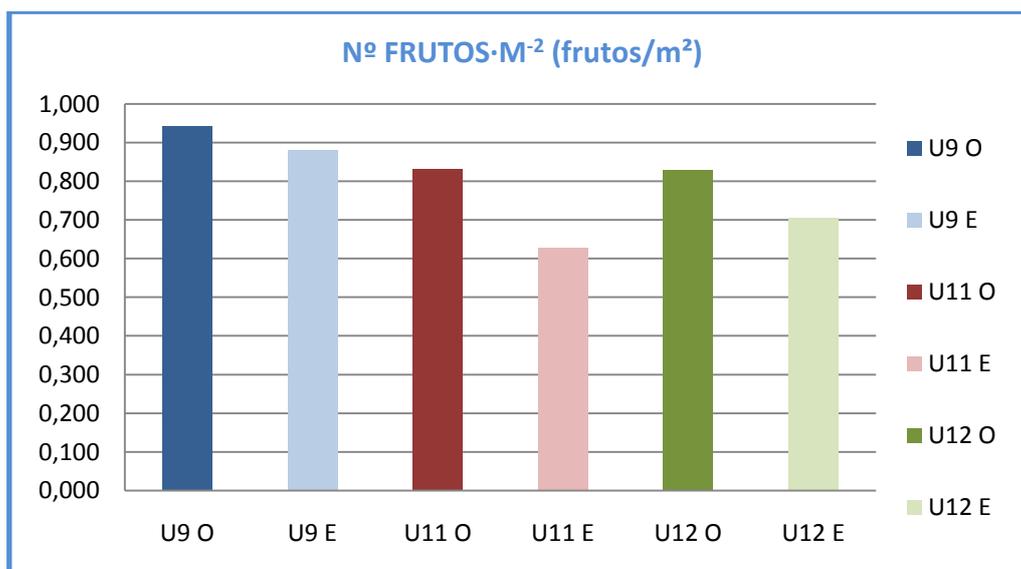
Gráfica 4.7. Producción media por planta en cada una de las parcelas experimentales.



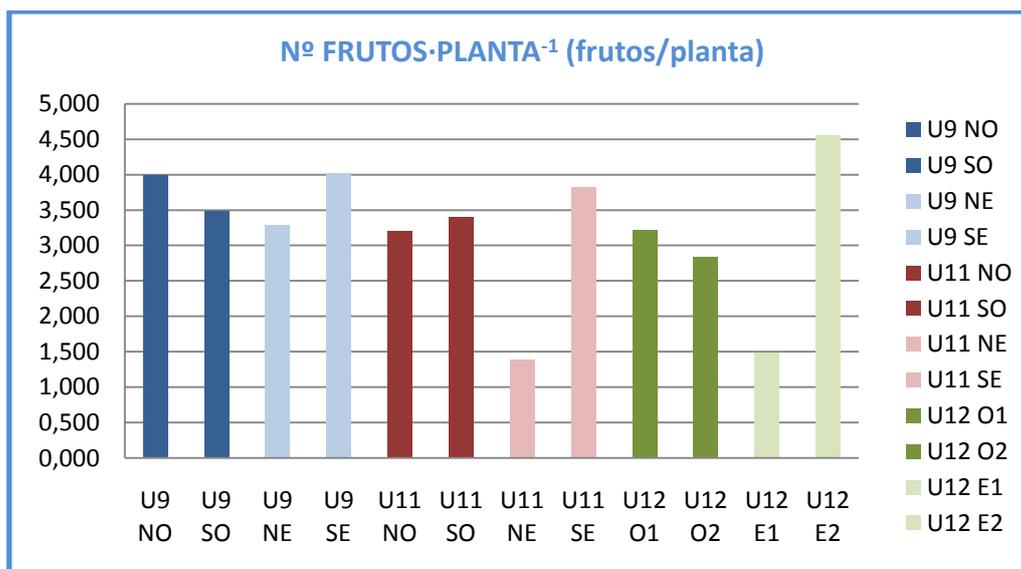
Gráfica 4.8. Producción media por planta en cada uno de los tratamientos.



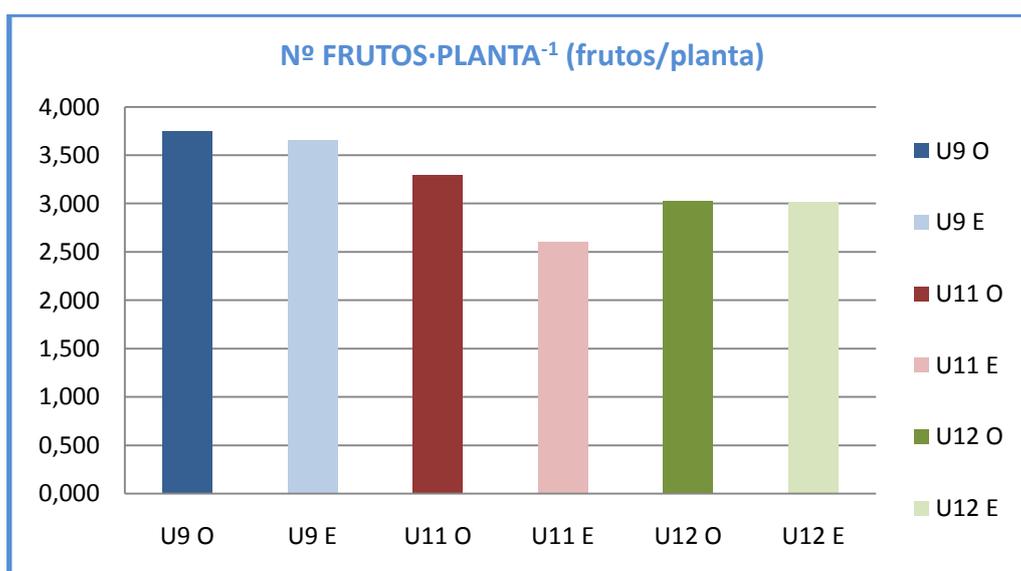
Gráfica 4.9. Número de frutos por metro en cada una de las parcelas experimentales.



Gráfica 4.10. Número de frutos por metro en cada uno de los tratamientos.

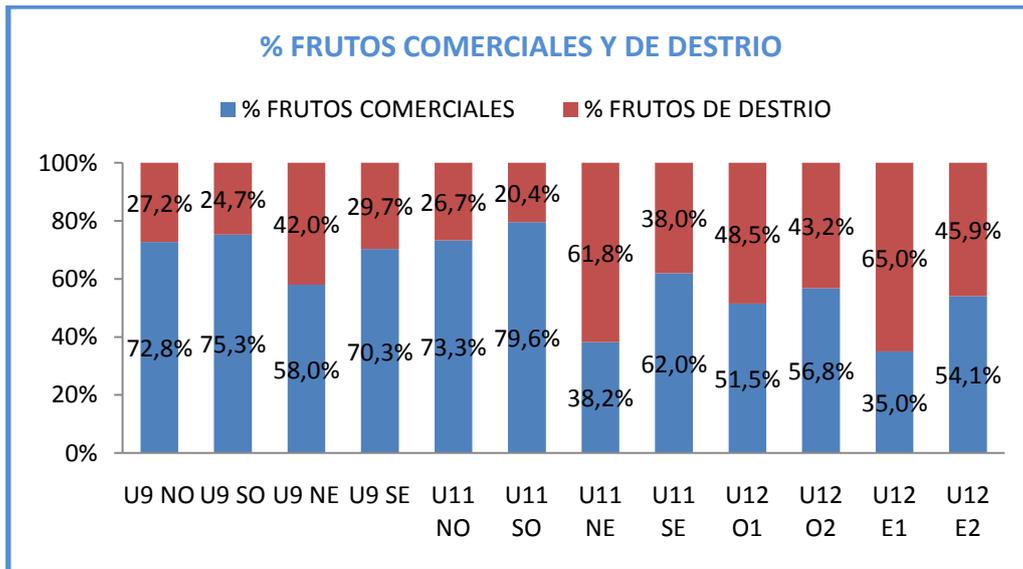


Gráfica 4.11. Número de frutos por planta en cada una de las parcelas experimentales.

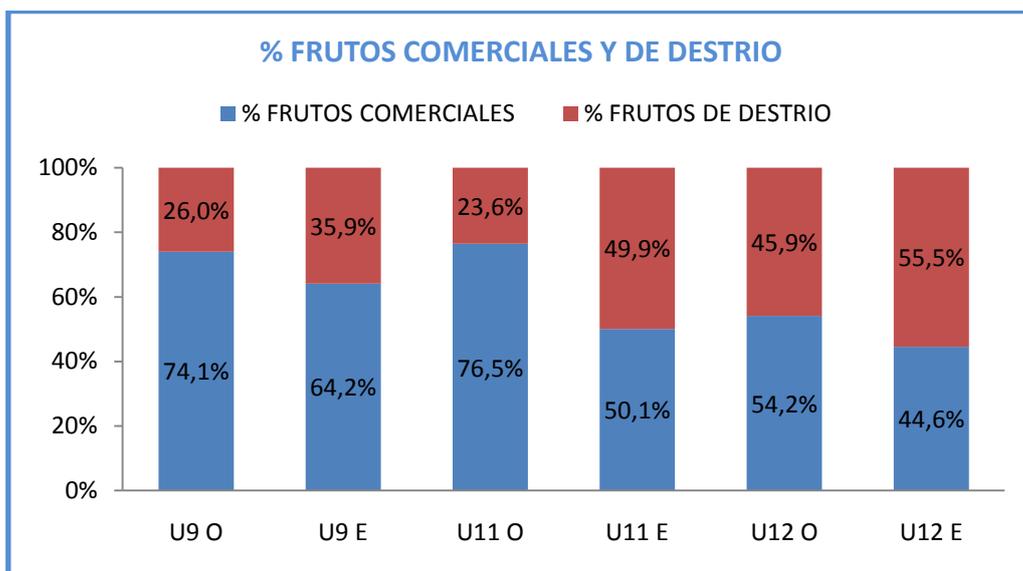


Gráfica 4.12. Número de frutos por planta en cada uno de los tratamientos.

Como podemos observar en el conjunto de gráficas de producciones por planta y número de frutos por metro y por planta (Gráficas 4.7., 4.8., 4.9., 4.10., 4.11., 4.12.) tanto por parcela como por tratamiento, todas ellas siguen la misma línea y tendencia que la producción media por metro cuadrado (Gráficas 4.4. y 4.5.) analizadas anteriormente.



Gráfica 4.13. Porcentaje de frutos comerciales frente al porcentaje de frutos de destrío en cada una de las parcelas experimentales.



Gráfica 4.14. Porcentaje de frutos comerciales frente al porcentaje de frutos de destrío en cada uno de los tratamientos.

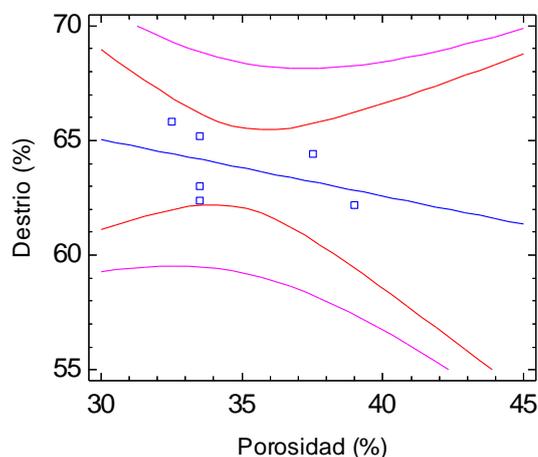
En cuanto a la cantidad de fruta que se ha desechado, la mayor parte de ella fue debido a que no llegó a desarrollar por completo y también a que había un porcentaje considerable de frutos rajados.

Existen varios sectores (gráfica 4.13.) en los que el número de frutos de destrío casi igualan o incluso superan al número de frutos aptos para comercializar, tenemos la parte U11E y en especial la NE con un alto porcentaje de destrío, las dos divisiones del U12 y en especial el sector E1, el que tiene menor número de frutos perdidos es el invernadero U9, aunque el sector NE muestra un alto porcentaje también.

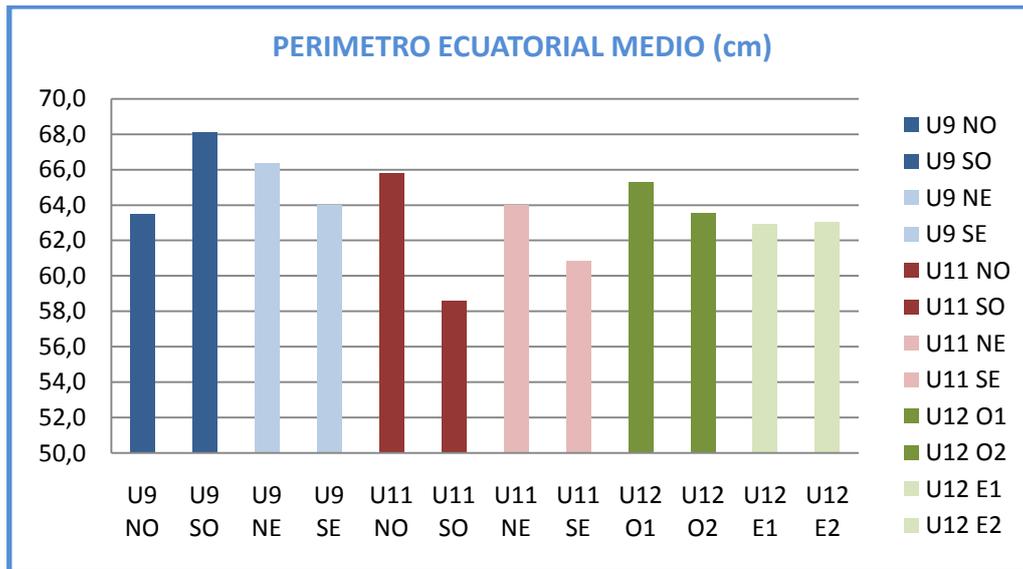
Podemos apreciar en los tres invernaderos que en los tratamientos testigo ha habido más destrío que en los de prueba.

Para el análisis del destrío también se realizaron las regresiones estadísticas simples entre el conjunto de datos integrado por las porosidades de las mallas de protección contra los conjuntos de datos de los frutos de destrío en cada parcela (Gráfica 4.15.).

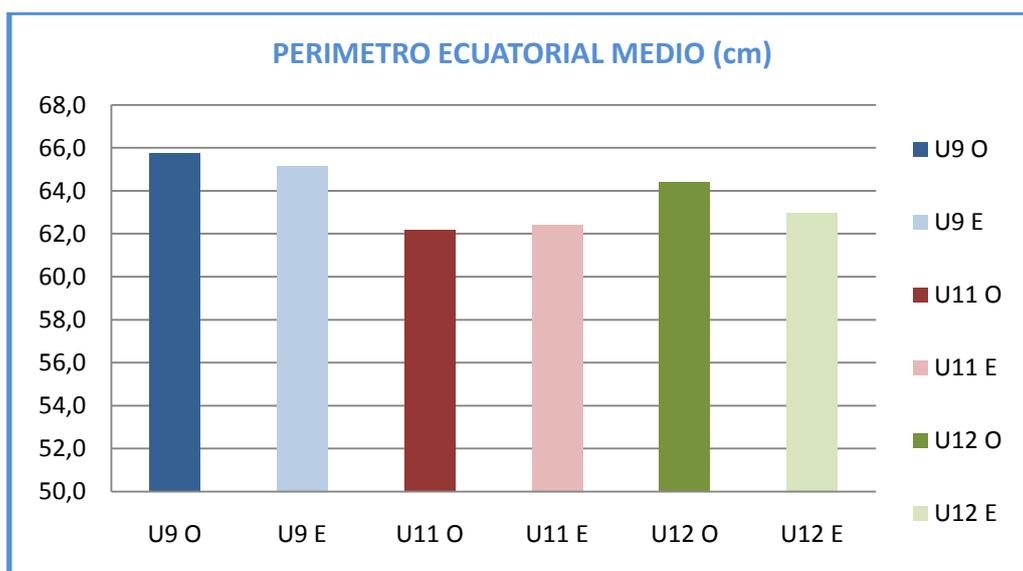
No se obtuvieron relaciones estadísticamente significativas, el p-valor es superior al 90%, lo que indica que no hubo efecto estadísticamente significativo de la porosidad sobre la producción.



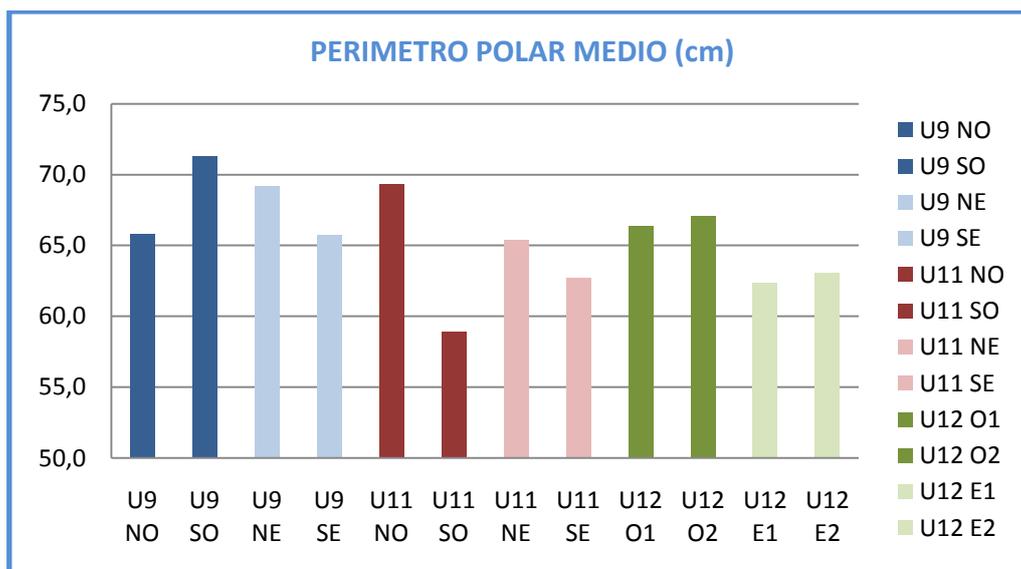
Gráfica 4.15. Regresión estadística entre los conjuntos de datos de las variables, porosidad de las mallas y el tanto por ciento de frutos de destrío.



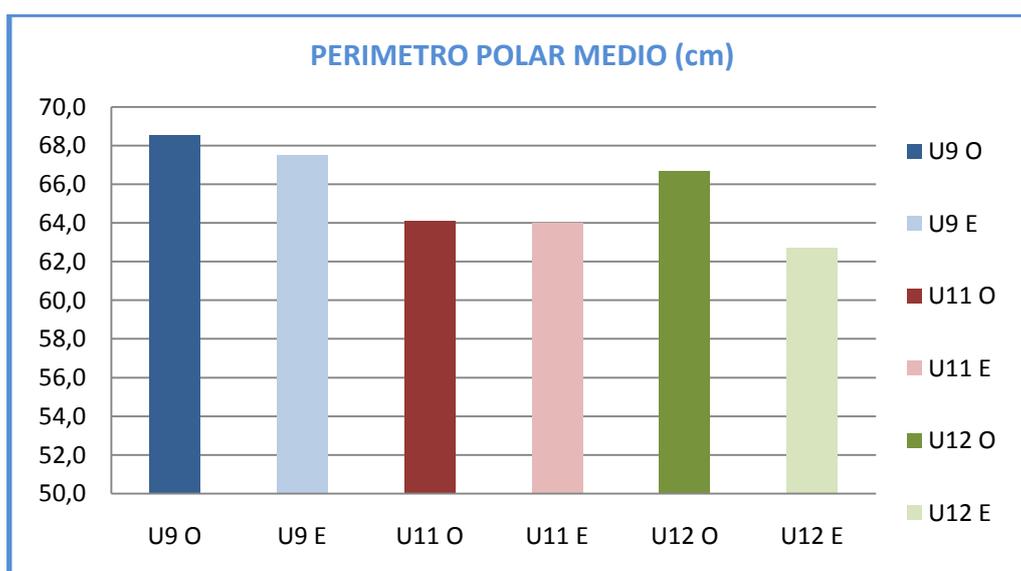
Gráfica 4.13. Perímetro ecuatorial medio de los frutos en cada una de las parcelas experimentales.



Gráfica 4.14. Perímetro ecuatorial medio de los frutos en cada una de los tratamientos.

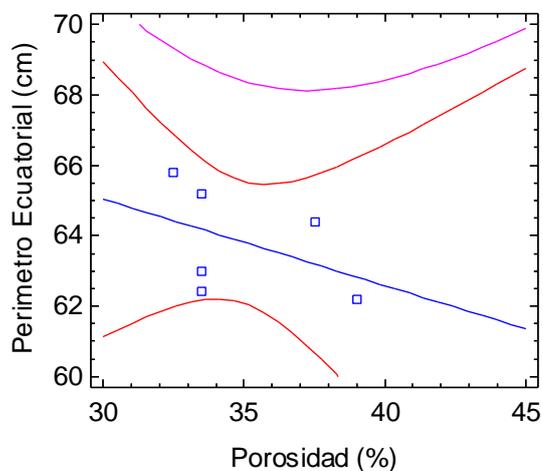


Gráfica 4.15. Perímetro polar medio de los frutos en cada una de las parcelas experimentales.

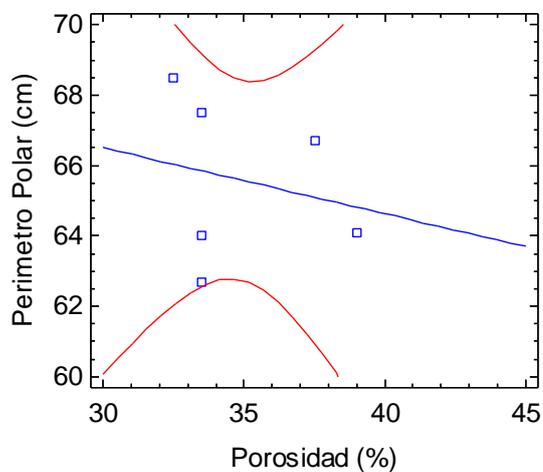


Gráfica 4.16. Perímetro polar medio de los frutos en cada uno de los tratamientos.

Observando los perímetros ecuatoriales y polares de las graficas 4.13. a la 4.16. vemos que el perímetro de los frutos es bastante similar, ligeramente más pequeños los frutos de la parte Este del U12 y más aun del sector U11SO, el cual también muestra una notable diferencia con el sector U11NO de igual tratamiento, en general el perímetro es similar en todos, no se aprecian diferencias significativas.

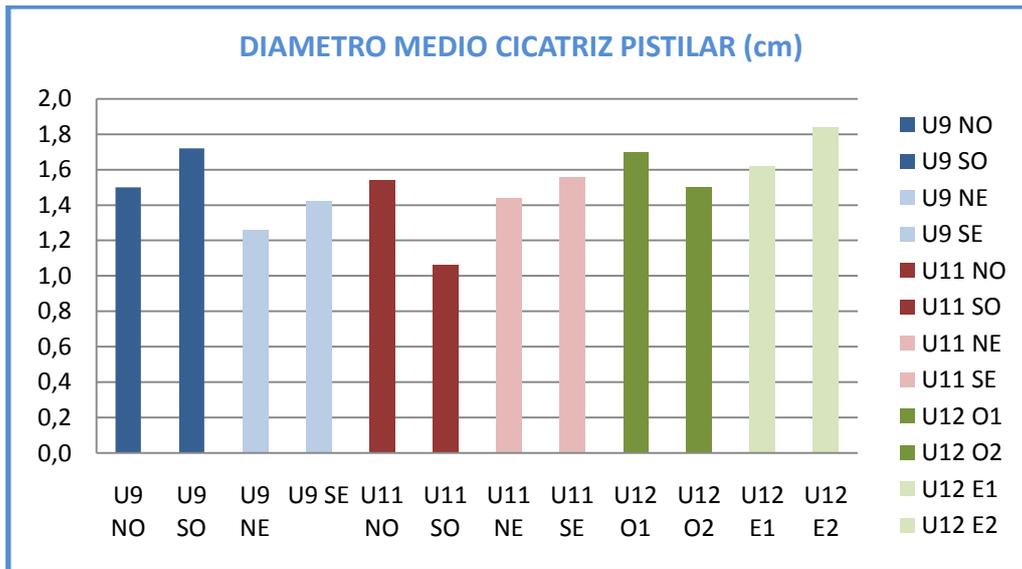


Gráfica 4.17. Regresión estadística entre los conjuntos de datos de las variables, porosidad de las mallas y el perímetro ecuatorial de los frutos.

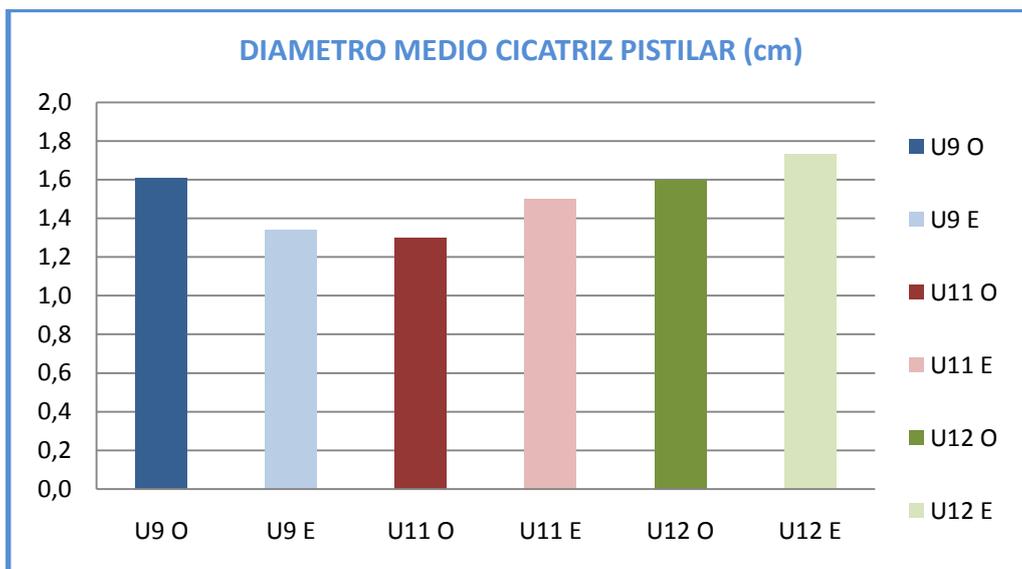


Gráfica 4.18. Regresión estadística entre los conjuntos de datos de las variables, porosidad de las mallas y el perímetro polar de los frutos.

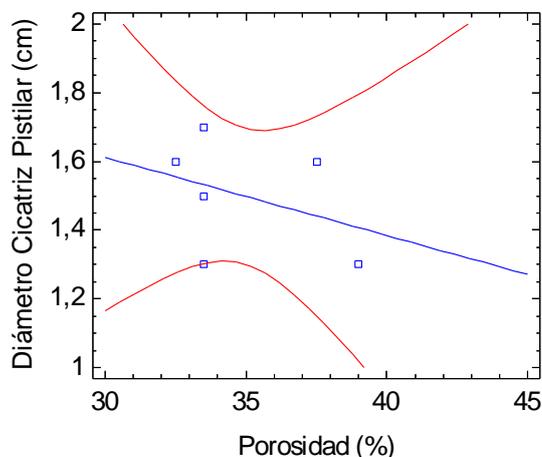
Se realizaron las regresiones estadísticas simples entre el conjunto de datos integrado por las porosidades de las mallas de protección contra los conjuntos de datos de los perímetros de los frutos (Gráficas 4.17. y 4.18.) y no se obtuvieron relaciones estadísticamente significativas.



Gráfica 4.19. Diámetro medio de la cicatriz pistilar de los frutos en cada una de las parcelas experimentales.

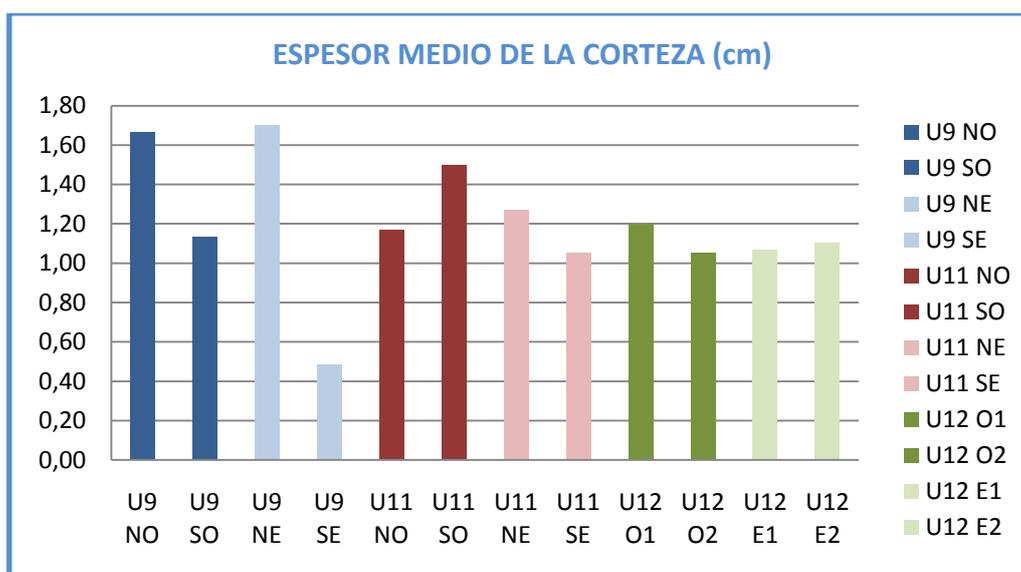


Gráfica 4.20. Diámetro medio de la cicatriz pistilar de los frutos en cada uno de los tratamientos.

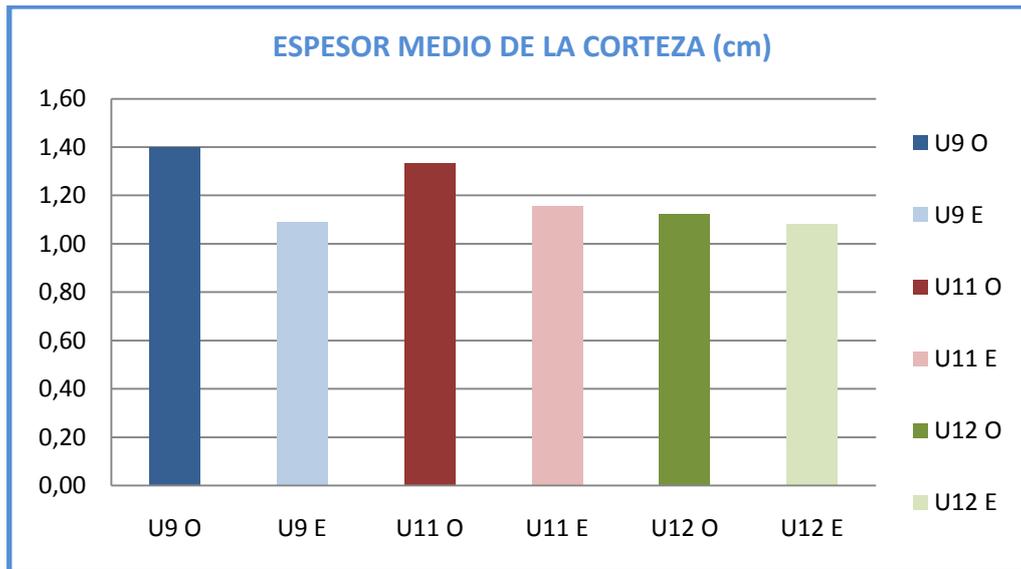


Gráfica 4.21. Regresión estadística entre los conjuntos de datos de las variables, porosidad de las mallas y el diámetro de la cicatriz pistilar.

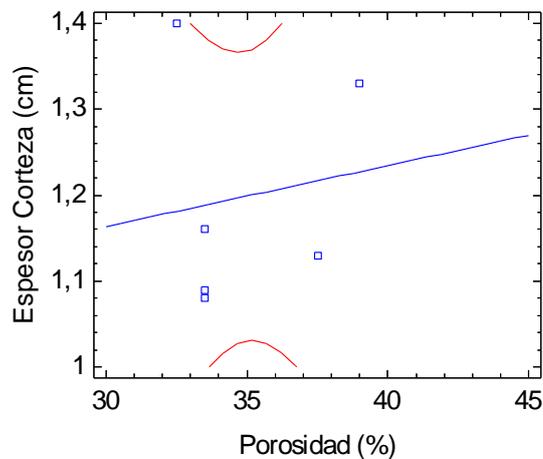
Se realizaron las regresiones estadísticas simples entre el conjunto de datos integrado por las porosidades de las mallas de protección contra los conjuntos de datos de los diámetros de la cicatriz pistilar (Gráfica 4.21) y no se obtuvieron relaciones estadísticamente significativas.



Gráfica 4.22. Espesor medio de la corteza de los frutos en cada una de las parcelas experimentales.

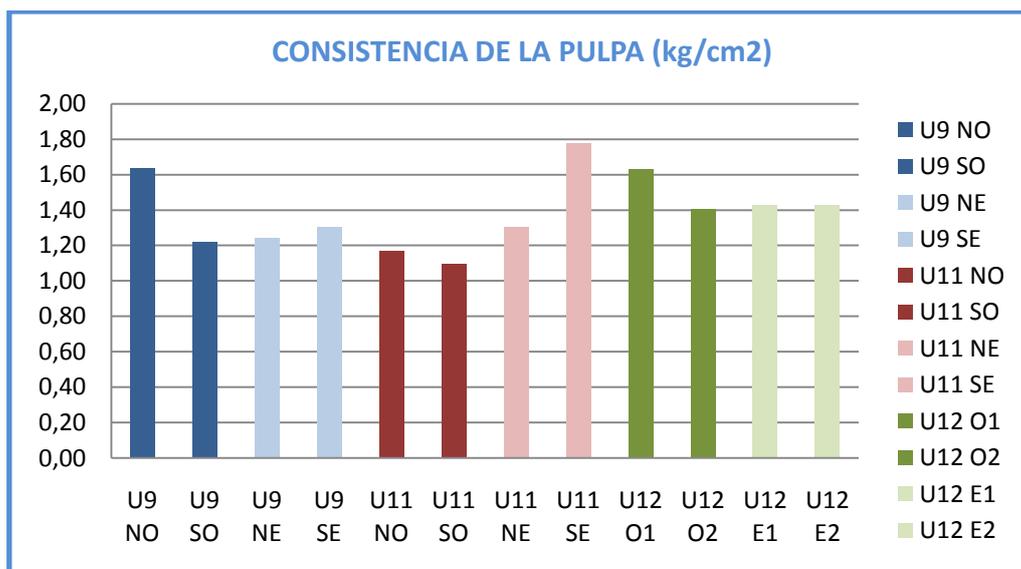


Gráfica 4.23. Esesor medio de la corteza de los frutos en cada uno de los tratamientos.

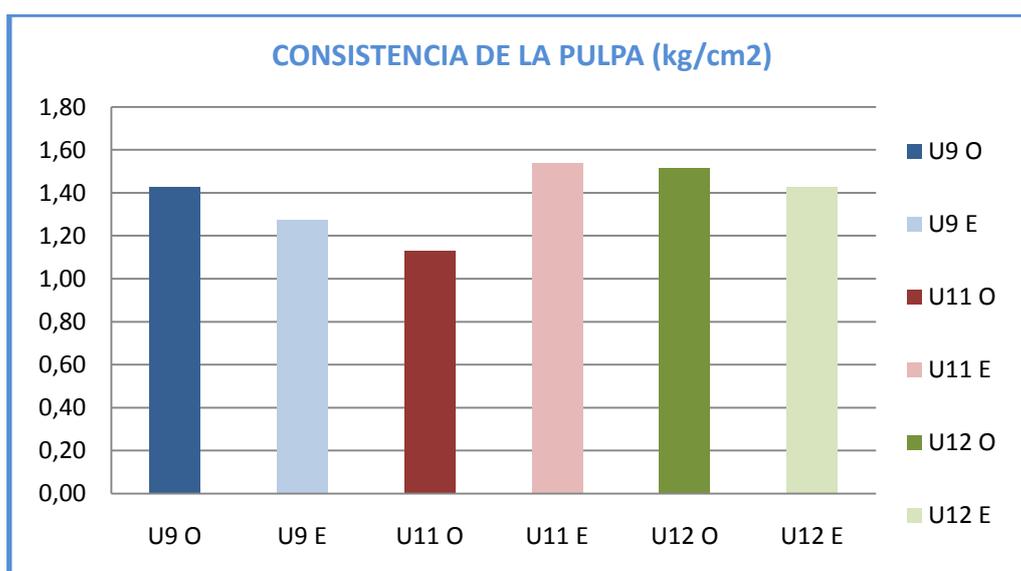


Gráfica 4.24. Regresión estadística entre los conjuntos de datos de las variables, porosidad de las mallas y el espesor de la corteza.

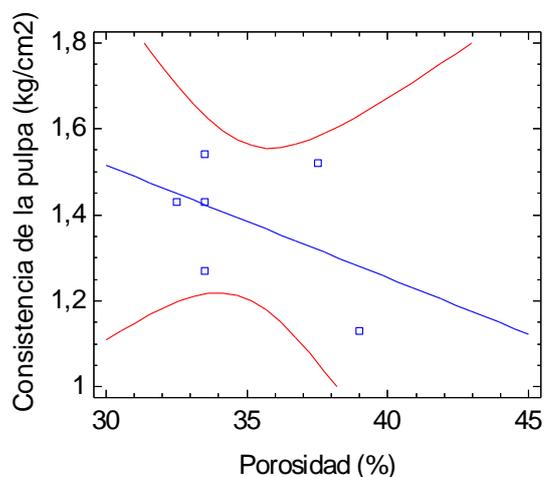
Se realizaron las regresiones estadísticas simples entre el conjunto de datos integrado por las porosidades de las mallas de protección contra los conjuntos de datos del espesor de la corteza (Gráfica 4.24) y no se obtuvieron relaciones estadísticamente significativas.



Gráfica 4.25. Consistencia de la pulpa de los frutos en cada una de las parcelas experimentales.

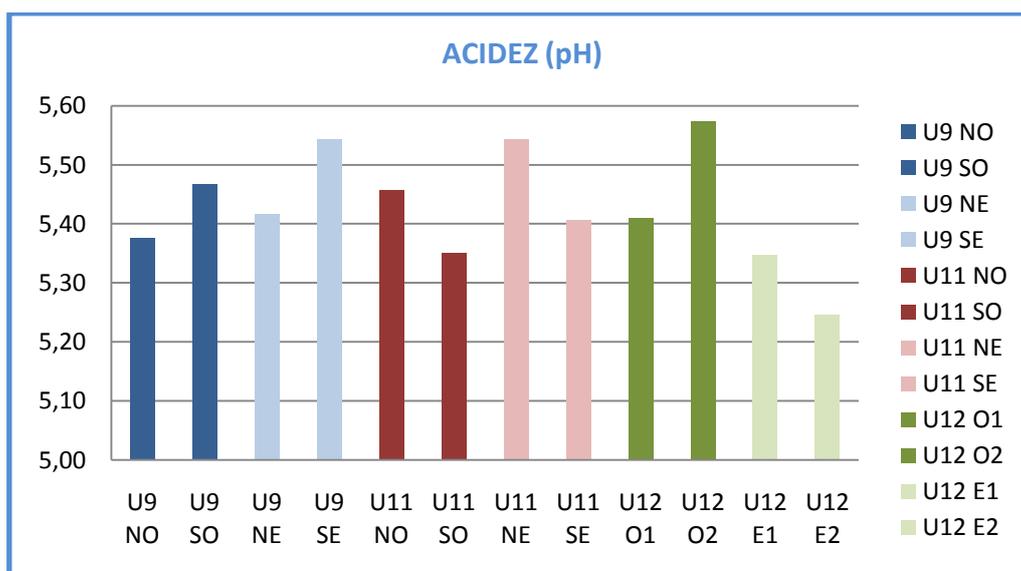


Gráfica 4.26. Consistencia de la pulpa de los frutos en cada una de las parcelas experimentales.

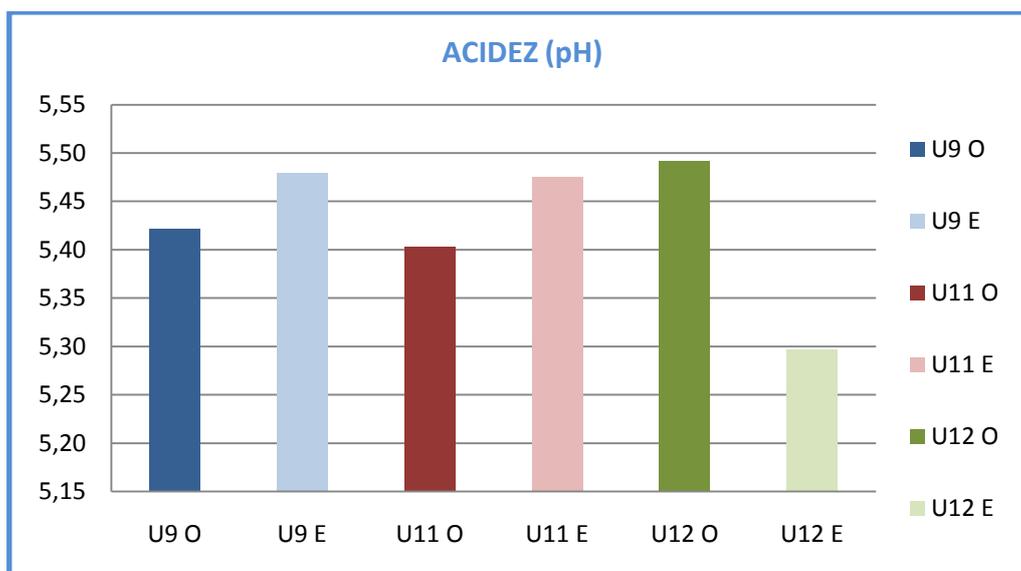


Gráfica 4.27. Regresión estadística entre los conjuntos de datos de las variables, porosidad de las mallas y consistencia de la pulpa.

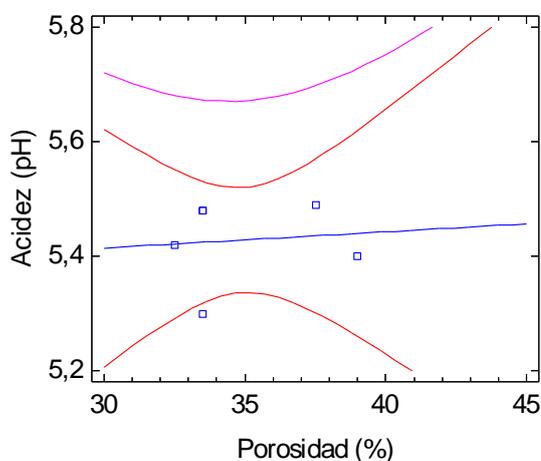
Se realizaron las regresiones estadísticas simples entre el conjunto de datos integrado por las porosidades de las mallas de protección contra los conjuntos de datos de la consistencia de la pulpa (Gráfica 4.27) y no se obtuvieron relaciones estadísticamente significativas.



Gráfica 4.28. Acidez de los frutos en cada una de las parcelas experimentales.

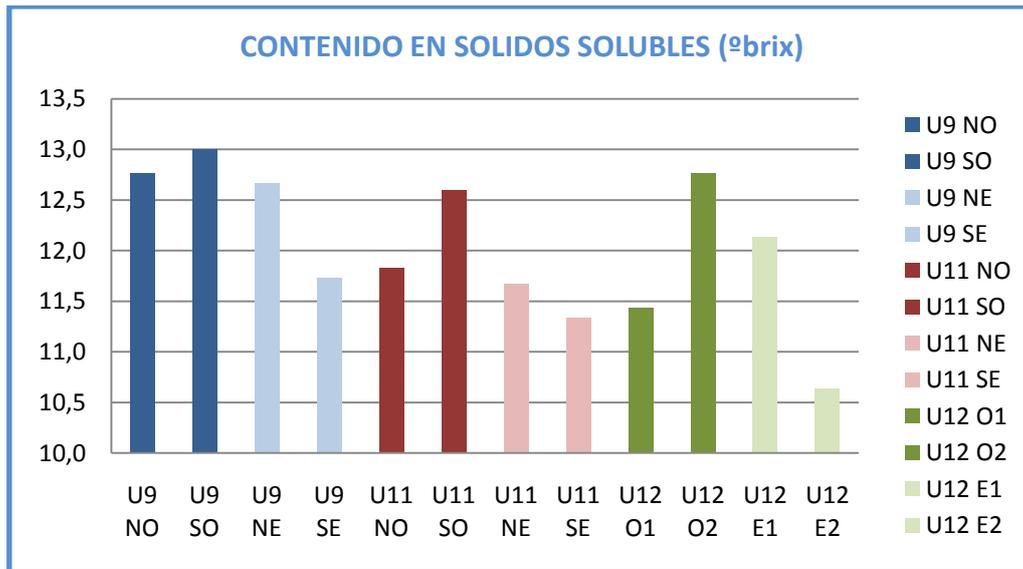


Gráfica 4.29. Acidez de los frutos en cada una de las parcelas experimentales.

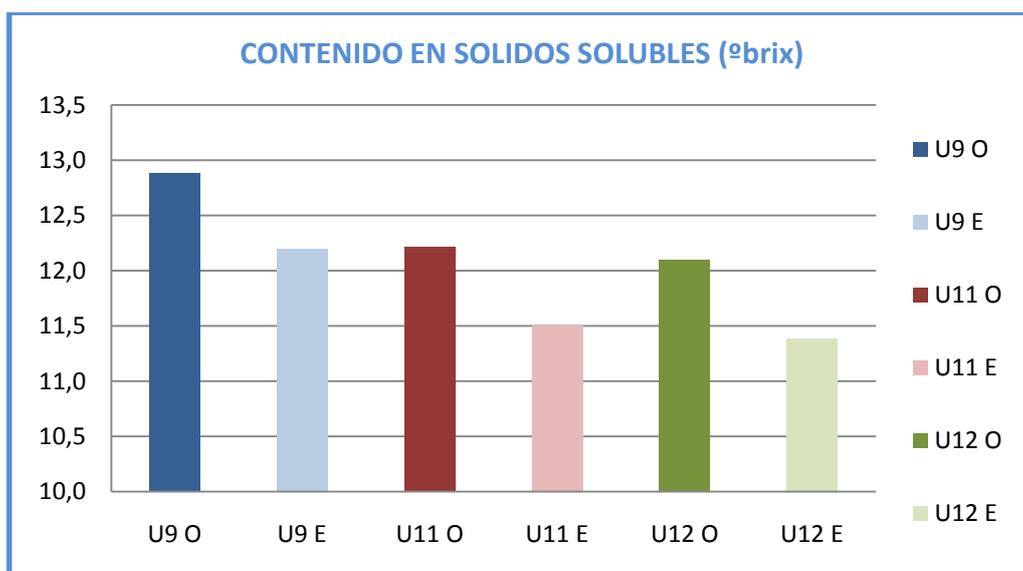


Gráfica 4.30. Regresión estadística entre los conjuntos de datos de las variables, porosidad de las mallas y acidez.

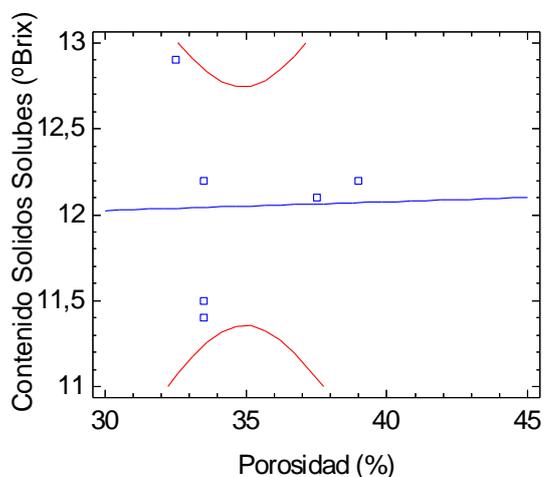
Se realizaron las regresiones estadísticas simples entre el conjunto de datos integrado por las porosidades de las mallas de protección contra los conjuntos de datos del pH (Gráfica 4.30) y no se obtuvieron relaciones estadísticamente significativas.



Gráfica 4.31. Contenido en sólidos solubles de los frutos en cada una de las parcelas experimentales.



Gráfica 4.32. Contenido en sólidos solubles de los frutos en cada uno de los tratamientos.



Gráfica 4.33. Regresión estadística entre los conjuntos de datos de las variables, porosidad de las mallas y contenido de sólidos solubles.

Se realizaron las regresiones estadísticas simples entre el conjunto de datos integrado por las porosidades de las mallas de protección contra los conjuntos de datos del contenido de sólidos solubles (Gráfica 4.33) y no se obtuvieron relaciones estadísticamente significativas.

Aunque en cuanto al contenido de sólidos solubles (gráfica 4.32) podemos apreciar que en los tratamientos testigo el contenido es ligeramente menor que en los tratamientos de prueba.

5. CONCLUSIONES

5. CONCLUSIONES.

1. No se han observado diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos testigo y los de prueba.
2. El efecto que las diferencias de porosidad de las mallas anti-insectos estudiadas producen en el rendimiento y calidad del cultivo estudiado no llega a ser estadísticamente significativo.
3. No se han constatado relaciones simples estadísticamente significativas entre las diferentes mallas y sus porosidades y los diferentes factores que componen tanto el rendimiento del cultivo (peso comercial, producción, frutos comerciales y de destrío) como la calidad de los frutos (perímetros ecuatoriales y polares, diámetro de la cicatriz pistilar, espesor de la corteza, consistencia de la pulpa, acidez y el contenido en sólidos solubles).
4. Se ha podido observar que en los tratamientos testigo la producciones han sido ligeramente inferiores en comparación a los tratamientos de prueba en cada invernadero, del mismo modo, en los tratamientos testigo el numero de frutos de destrío ha sido superior que en los tratamientos de prueba, ambos resultados pueden ser debidos a la incidencia de los vientos en la zona Este de cada invernadero.

6. BIBLIOGRAFÍA

Álvarez A J, Valera D L, Molina F D, Madueño A. 2004. Las mallas anti-insecto en los cultivos forzados en invernadero. *Vida rural*, 189: 28-30.

Álvarez A J, Valera D L, Molina F D. 2005. Efectos de las mallas anti-insectos sobre la ventilación en invernaderos. *Vida Rural*, 219: 44-48.

Análisis de la campaña hortofrutícola de Almería. Campaña 2009/2010. 2010. Fundación Cajamar.

Antignus, Y., 2000. Control cultural de virus transmitidos por insectos. En tendencias actuales sobre epidemiología y control de virus en hortícolas. Ed. F.I.A.P.A. Almería: 81-92.

Arellano, M.A.G., 2004. Tesis Doctoral. Caracterización microclimática del invernadero Almería y análisis de la ventilación forzada como vía de mejora de los parámetros ambientales que optimicen la producción y calidad de diversos cultivos hortícolas. Universidad de Almería, Departamento de Ingeniería Rural.

Berlinger M J. 1986. Host plant resistance to *Bemisia tabaci*. *Agriculture, ecosystems and environment*, 17: 69-82.

Berlinger, M J, Taylor, R A J, Lebiush-Mordechi S, Shalhevet S, Spharim I. 2002. Efficiency of insect exclusion screens for preventing whitefly transmission of tomato yellow leaf curl virus of tomatoes in Israel. *Bulletin of Entomological Research*, 92: 367-373.

Bethke J A, Nuessly G S, Paine T D, Redak R A. 1991. Effect of host insect-host plant associations on selected fitness components of *Encarsia formosa* (Gahan) (hymenoptera: aphelinidae).

Bethke, JA, Paine, T.D. 1991. Screen hole size and barriers for exclusion on insect pest of glasshouse crops. *J. Entomol. Sci.* 26, 169-177.

Cabrera, F.J., López, J.C., Baeza, E.J. y Pérez-Parra, J., 2002. Informe sobre la caracterización de mallas anti-insecto. Almería Agrícola. Boletín informativo N°47, Julio-Agosto, 31 pp.

Cadenas, F., 1999. Técnicas de producción de frutas y hortalizas en los cultivos protegidos. Ed. Caja Rural de Almería.

Camacho Ferre F, Fernández Rodríguez E J. 2000. El cultivo de sandía apirena injertada, bajo invernadero, en el litoral mediterráneo español. Edita: Caja Rural de Almería.

Camacho Ferre F. 2003. Técnicas de producción en cultivos protegidos. Tomo 1. Almería: Caja Rural Intermediterránea, Cajamar.

Castilla, N. 1994. El microclima de los invernaderos de plástico de la costa del sureste español. *Horticultura*, 51: 60-72.

Céspedes López A J, García García M C, Pérez Parra J J, Cuadrado Gómez I M. 2009. Caracterización de la explotación hortícola protegida almeriense.

Demrati, H., Boulard, T., Bekkaoui, A., *et al.*, 2001. Natural ventilation and microclimatic performance of a large-scale banana greenhouse". *Journal of Agricultural Engineering Research* 80 (3): 261-27.

Díaz Pérez M, Camacho Ferre F, Gallardo Villanueva D, Arie K. 2003. Utilización de mallas anti-insectos en invernadero. *Vida rural*, 167: 42-44.

Díaz Pérez M, Gallardo Villanueva D, Carmona Medina J J, Camacho Ferre F, Fernández Rodríguez E J. 2003. Utilización de mallas anti-insectos como protección en invernaderos mediterráneos. Efectos de la densidad de hilos y de la fotoselectividad sobre la difusión del TYLCV (virus de la cuchara) en cultivos de tomate. *Innovaciones tecnológicas en cultivos de invernadero. Ediciones agrotécnicas S.L.* 165-175.

Estudio FAO producción y protección vegetal. 2002. El cultivo protegido en clima mediterráneo.

Fernández J A, Bañón S, González A, López J, Fontecha A, Salmerón A. 2004. Efectos del uso de plásticos fotoselectivos sobre el desarrollo y la productividad del tomate en invernadero. En: *Agricultura*, 2004, 868: 890-893.

Fernández Rodríguez E J, Camacho Ferre F, Díaz Pérez M. 2002b. Influencia de la utilización de mallas de 20x10 hilos cm-1 (50 mesh) fotoselectivas vs no fotoselectivas sobre la incidencia del TYLCV en invernaderos mediterráneos del sudeste español: Primer avance. *Phytoma*, 135: 210-211.

Fernández Rodríguez E J., Camacho Ferre F, Díaz Pérez M., Martínez Asenci E.J. 2002a. efectos de la utilización de mallas de 20x10 hilos cm-1 (50 mesh) sobre los niveles poblacionales de mosca blanca y trips bajo invernadero en cultivo de tomate y sobre la incidencia del TYLCV en el sureste español. *Phytoma*, 135: 206-207.

Fernández Sierra C, Pérez Parra J J. 2004. Caracterización de los invernaderos de la provincia de Almería.

Figuls M, Ticó J. 2003 La utilización de mallas en cultivos hortícolas. Agricultura: Revista agropecuaria, 855: 672-674.

Garzoli K.V., 1989. Energy efficient greenhouses. Acta Horticulturae, 245: 53-62.

Hannan, J.J., 1998. The influence of greenhouses on internal climate whit special reference to Mediterranean regions. Acta Horticulturae 287: 67-71.

Harmanto, Tantau, H.J. and Salokhe, V.M., 2006. Microclimate and Air Exchange Rate in Greenhouse with Different Nets in the Humid Tropic. Biosystems Engineering 94(2): 239-253.

Katsoulas N, Bartzanas T, Boulard T, Mermier M, Kittas C. 2006. Effect of vent openings and insect screens on greenhouse ventilation.

Klose, F. and Tantau, H.J., 2004. Test of insect screens - Measurement and evaluation of the air permeability and light transmission. European Journal of Horticultural Science 69(6): 235-243.

Lacasa A, Contreras J, Torres J, González A, Martínez M C, García F, Benavides A. 1994. Utilización de mallas en el control de *Frankliniella occidentalis* (Pergande) y el virus del bronceado del tomate (TSWV) en el pimiento en invernadero. Boletín Sanidad Vegetal. Plagas, 20: 561-580.

López Gálvez J., 1994. Perspectiva global sobre la agricultura en invernadero. En: tecnología de invernaderos. Curso superior de especialización. Dirección General de Investigación Agraria de la Junta de Andalucía y Fundación para la Investigación Agraria de la Provincia de Almería (FIAPA). Almería: 15-29.

López A, Álvarez A J, Valera D L, Molina F D. Estudio del comportamiento frente al desgarro de las mallas anti-insectos utilizadas en invernadero.ç

Maroto, J.V., 1995. Horticultura herbácea especial. 4º edición. Ed. Mundi-Prensa.

Maroto, J., 2000. Elementos de Horticultura General. Editorial Mundiprensa.

Majdoubi. H., Boulard. T., Hanafi, A., Bekkaoui. A., Fatnassi, H., Demrati, H., Nya, M. and Bouirden, L., 2007. Natural ventilation performance of a large greenhouse equipped with insect screens. Transactions of the Asabe 50(2): 641-650.

Miguel A, Serrano E. 1991. Prevención de virosis mediante cultivo bajo malla. Horticultura, 72: 48-51.

Molina-Aiz, F.D., 1997. Identificación y valoración de los distintos tipos de invernadero de la provincia de Almería. Trabajo profesional Fin de Carrera. Universidad de Córdoba.

Molina-Aiz F D, Valera D L, Peña A A, Gil J A, López A. 2009. A study of natural ventilation in an Almería-type greenhouse with insect screens by means of tri-sonic anemometry.

Navarro J A, Viciano L, Aparicio V, García M M. 2005. Normas de calidad en mallas de utilización agraria. Horticultura internacional, 49: 18-26.

Palomar Oviedo F., 1994. Los invernaderos en la provincia de Almería. Ed. Instituto de Estudios Almerienses.

Pérez J, López J C, Fernández M D. 2002. La agricultura mediterránea en el siglo XXI. Publicación en el número 2 de la colección Mediterráneo económico.

Reche Mármol J. 1994. Cultivo de la sandía en invernadero. Edita: Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Agrícolas de Almería.

Ruiz, T., 1993. Características del riego en cultivos sin suelos: exigencias en aportación y manejo. Cultivos sin suelo. Curso superior de especialización. Ed. Cánovas Díaz. FIAPA, Diputación Provincial de Almería y Junta de Andalucía: 797-808.

Salas, M. C., Urrestarazu, M., 2001. Técnicas de Fertirrigación en cultivos sin suelo. Manuales de la Universidad de Almería, Servicios de Publicaciones de la Universidad de Almería España.

Soni, P., Salokhe, V.M., and Tantau, H. J., 2005. Effect of screen mesh size on vertical temperature distribution in naturally ventilated tropical greenhouses” Biosystems Engineering 92(4): 469-482.

Tanner, W., Beevers, H., 1990. Does transpiration have an essential function in long-distance ion transport in plants?. Plant Cell Environ., 13: 745-750.

Teitel M. 2007. The effect of screened openings on greenhouse microclimate. Agricultural and Forest Meteorology 143 (3-4): 159-175.

Tognoi, F., 2000. Temperature. In: memoria del Curso Internacional de Ingeniería, Manejo y operación de invernaderos para la protección intensiva de hortalizas. Instituto Nacional de Capacitación para la productividad agrícola (INCAPA S.C.) 21-26 de agosto de 2000.

Urrestarazu, G. M., 2004. Tratado de Cultivo sin Suelo, 3ª Edición, Ediciones Mundi-Prensa.

Valera, D. L., 2003. Control Climático de Invernaderos. Servicios de Publicaciones de la Universidad de Almería.

Valera, D. L., Peña, A., Molina, F. D., Álvarez, A. J., López, J. A. y Madueño, A., 2003. Caracterización geométrica y mecánica de diferentes tipos de agro-textiles utilizados en invernaderos. Resúmenes 2º Congreso Nacional de Agroingeniería: 267-268.

Valera, D.L., Álvarez, A.J., Molina, F.D., 2006. Aerodynamic analysis of several insect-proof screens used in greenhouses. Spanish Journal of Agricultural Research 4(4): 273-279.

Valera D L, Álvarez A J, Molina F D. 2006. Equipos y métodos para optimizar las mallas de protección de invernaderos. Vida Rural, 239: 64-67.

Viñuela Sandobal, E., 1998. Resistencia a insecticidas en plagas de cultivos hortícolas en España. En: resistencia a los pesticidas en los cultivos hortícolas. Ed. FIAPA (Almería): 19-29.

7.ANEXOS

7.1. TABLAS DE RECOLECCIÓN.

| TRATAMIENTO: U9 OESTE | | REPECIÓN: NORTE | | FECHA: 23/06/2010 | | | | | | | | |
|-----------------------|-------------------------------|--------------------|--------------------|---------------------------------------|-------|--------------|------------------------------------|------|------|------|-------|------|
| Nº FRUTOS COMERCIAL: | | Nº FRUTOS DESTRIO: | | SUPERFICIE PARCELA (m ²): | | | | | | | | |
| 220 | | 82 | | 218,75 | | | | | | | | |
| | | | | NÚMERO DE PLANTAS | | | | | | | | |
| | | | | 55 | | | | | | | | |
| | DESTRIO Peso Fruto (kg) | COMERCIAL | | CICATRIZ PISILAR (cm) | COLOR | ESPESOR (cm) | CONSISTENCIA (kg/cm ²) | | | pH | °Brix | |
| | | Peso Fruto (kg) | PERIMETRO | | | | 1 | 2 | 3 | | | |
| | | | Ecuatorial (cm) | Polar (cm) | | | | | | | | |
| 1 | 2,37 | 4,74 | 65,0 | 68,7 | 1,4 | 1,1 | 1,0 | 1,58 | 1,34 | 1,78 | 5,29 | 14,0 |
| 2 | 2,46 | 4,75 | 65,2 | 68,3 | 1,6 | 1,1 | 0,7 | 1,53 | 1,78 | 1,27 | 5,45 | 12,8 |
| 3 | 4,10 | 3,38 | 58,7 | 60,3 | 1,4 | 1,3 | 1,2 | 2,03 | 1,27 | 2,15 | 5,39 | 11,5 |
| 4 | 3,37 | 4,51 | 65,0 | 65,8 | 1,6 | | | | | | | |
| 5 | 1,68 | 4,25 | 63,4 | 65,8 | 1,5 | | | | | | | |
| 6 | 2,10 | 4,29 | | | | | | | | | | |
| 7 | 1,81 | 5,65 | | | | | | | | | | |
| 8 | 3,80 | 4,14 | | | | | | | | | | |
| 9 | 3,01 | 3,50 | | | | | | | | | | |
| 10 | 2,91 | 4,95 | | | | | | | | | | |

Color: 0- Sandía blanca. 2- Rosada. 4- Rojo muy intenso.
 1- Rosado clara. 3- Rojo intenso.

| | | | |
|-------------------------|------------------------|---------------------------------------|--------------------|
| TRATAMIENTO: U9 O ES/IE | REPETICIÓN: SUR | | FECHA: 23/06/2010 |
| Nº FRUTOS COMERCIAL: | Nº FRUTOS DESTRIOS: 63 | SUPERFICIE PARCELA (m ²): | NÚMERO DE PLANTAS: |
| 192 | 63 | 218,75 | 55 |

| | DESTRIO Peso Fruto (kg) | COMERCIAL | | PERIMERO | | CICATRIZ PISTILAR (cm) | COLOR | ESPOSOR (cm) | | | CONSISTENCIA (kg/cm ²) | | | pH | °Brix |
|----|-------------------------------|--------------------|--|--------------------|------------|------------------------------|-------|--------------|-----|------|------------------------------------|------|------|------|-------|
| | | Peso Fruto (kg) | | Ecuatorial (cm) | Polar (cm) | | | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | | |
| 1 | 2,43 | 5,58 | | 67,2 | 70,3 | 1,4 | 3 | 1,1 | 1,1 | 1,45 | 1,30 | 1,45 | 5,38 | 14,0 | |
| 2 | 2,36 | 6,89 | | 73,4 | 77,3 | 2,2 | 3 | 1,0 | 1,4 | 1,11 | 1,18 | 1,23 | 5,47 | 13,0 | |
| 3 | 3,09 | 5,31 | | 66,0 | 70,3 | 1,2 | 3 | 1,2 | 1,0 | 1,09 | 1,10 | 1,08 | 5,55 | 12,0 | |
| 4 | 3,42 | 4,29 | | 63,5 | 65,0 | 2,2 | | | | | | | | | |
| 5 | 2,17 | 6,17 | | 70,3 | 73,6 | 1,6 | | | | | | | | | |
| 6 | 1,86 | 4,99 | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | 1,60 | 4,75 | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | 2,33 | 5,22 | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | 3,18 | 3,78 | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | 1,97 | 4,04 | | | | | | | | | | | | | |

| TRATAMIENTO: U9 ESTE | | REPELCIÓN: NORTE | | FECHA: 23/06/2010 | | | | | | | |
|----------------------|-----------------|---------------------|-----------------|---------------------------------------|--------------|-------|------------------------------------|------|------|------|-------|
| Nº FRUTOS COMERCIAL: | | Nº FRUTOS DESTIRIO: | | SUPERFICIE PARCELA (m ²): | | | | | | | |
| 217 | | 157 | | 273,75 | | | | | | | |
| | | | | NÚMERO DE PLANTAS: | | | | | | | |
| | | | | 66 | | | | | | | |
| 1 | Distirio | COMERCIAL | PERIMETRO | | ESPESOR (cm) | COLOR | CONSISTENCIA (kg/cm ³) | | | pH | °Brix |
| | Peso Fruto (kg) | Peso Fruto (kg) | Ecuatorial (cm) | Polar (cm) | | | 1 | 2 | 3 | | |
| 1 | 3.10 | 3.62 | 60.0 | 61.0 | 1.1 | 3 | 1.09 | 1.65 | 1.26 | 5.52 | 15.0 |
| 2 | 2.21 | 4.32 | 65.0 | 67.8 | 1.6 | 3 | 1.24 | 0.85 | 0.88 | 5.56 | 13.0 |
| 3 | 2.38 | 5.20 | 68.0 | 70.3 | 2.5 | 2 | 1.43 | 1.48 | 1.30 | 5.17 | 10.0 |
| 4 | 2.65 | 5.75 | 70.0 | 74.4 | | | | | | | |
| 5 | 3.70 | 5.52 | 68.7 | 72.5 | | | | | | | |
| 6 | 4.12 | 4.89 | | | | | | | | | |
| 7 | 4.18 | 3.41 | | | | | | | | | |
| 8 | 3.25 | 4.32 | | | | | | | | | |
| 9 | 1.67 | 6.76 | | | | | | | | | |
| 10 | 2.23 | 3.61 | | | | | | | | | |

| TRATAMIENTO: U9ESTE | | REPETICIÓN: SUR | | | | FECHA: 23/06/2010 | | | | | | | | | |
|----------------------|--------------------------------|---------------------------------|--|---------------------------------------|------|-----------------------------|-------|--------------|-----|------|------------------------------------|------|------|------|-------|
| Nº FRUTOS COMERCIAL: | | Nº FRUTOS DESTIRIO: | | SUPERFICIE PARCELA (m ²): | | NÚMERO DE PLANTAS: | | | | | | | | | |
| 265 | | 112 | | 273,75 | | 66 | | | | | | | | | |
| | DESTIRIO Peso Fruto (kg) | COMERCIAL Peso Fruto (kg) | | PERIMETRO | | CICATRIZ PISILAR (cm) | COLOR | ESPESOR (cm) | | | CONSISTENCIA (kg/cm ³) | | | pH | °Brix |
| | | Ecuatorial (cm) | | Polar (cm) | | | | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | | |
| 1 | 3.10 | 4.06 | | 61,5 | 64,0 | 1,4 | 3 | 0,7 | 0,5 | 1,57 | 0,99 | 0,95 | 5,59 | 11,0 | |
| 2 | 2.15 | 3.96 | | 62,0 | 64,0 | 1,1 | 3 | 0,4 | 0,4 | 1,21 | 1,88 | 1,15 | 5,52 | 11,2 | |
| 3 | 2.35 | 4.79 | | 65,0 | 68,2 | 1,6 | 3 | 0,4 | 0,5 | 1,71 | 0,81 | 1,45 | 5,52 | 13,0 | |
| 4 | 2.15 | 3.18 | | 62,0 | 61,0 | 1,6 | | | | | | | | | |
| 5 | 3.70 | 5.68 | | 69,5 | 71,6 | 1,4 | | | | | | | | | |
| 6 | 2.56 | 5.54 | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | 1.45 | 2.99 | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | 2.26 | 3.56 | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | 1.28 | 4.51 | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | 2.55 | 3.89 | | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | |
|------------------------|--|---------------------|--|---------------------------------------|--|
| TRATAMIENTO: U11 OESTE | | REPELICIÓN: NORTE | | FECHA: 23/06/2010 | |
| Nº FRUTOS COMERCIAL: | | Nº FRUTOS DESTIRIO: | | SUPERFICIE PARCELA (m ²): | |
| 176 | | 64 | | 21,8,75 | |
| | | | | NÚMERO DE PLANTAS: | |
| | | | | 55 | |

| | DESTIRIO Peso Fruto (kg) | COMERCIAL Peso Fruto (kg) | PERIMETRO | | CICATRIZ PISILAR (cm) | COLOR | ESPESOR (cm) | | | CONSISTENCIA (kg/cm ³) | | | pH | °Brix |
|----|--------------------------------|---------------------------------|--------------------|------------|-----------------------------|-------|--------------|-----|------|------------------------------------|------|------|------|-------|
| | | | Ecuatorial (cm) | Polar (cm) | | | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | | |
| 1 | 2.14 | 6.47 | 72.0 | 75.0 | 1.6 | 3 | 1.1 | 1.2 | 1.09 | 0.99 | 0.94 | 5.45 | 12.5 | |
| 2 | 2.13 | 5.53 | 69.0 | 71.0 | 1.4 | 3 | 1.0 | 1.2 | 1.12 | 1.16 | 1.23 | 5.57 | 10.0 | |
| 3 | 2.68 | 2.78 | 57.3 | 56.8 | 1.3 | 3 | 1.1 | 1.4 | 1.37 | 1.03 | 1.60 | 5.35 | 13.0 | |
| 4 | 2.56 | 5.92 | 70.0 | 74.3 | 1.8 | | | | | | | | | |
| 5 | 2.07 | 5.00 | 60.6 | 69.5 | 1.6 | | | | | | | | | |
| 6 | 2.28 | 6.51 | | | | | | | | | | | | |
| 7 | 2.11 | 4.95 | | | | | | | | | | | | |
| 8 | 2.05 | 4.47 | | | | | | | | | | | | |
| 9 | 2.23 | 3.83 | | | | | | | | | | | | |
| 10 | 1.98 | 5.02 | | | | | | | | | | | | |

| TRATAMIENTO: U11 OESTE | | REPETICIÓN: SUR | | FECHA: 23/06/2010 | | | | | | | | |
|------------------------|-----------|---------------------|------------|---------------------------------------|-------|--------------|------------------------------------|------|------|------|-------|------|
| Nº FRUTOS COMERCIAL: | | Nº FRUTOS DESTIRIO: | | SUPERFICIE PARCELA (m ²): | | | | | | | | |
| 187 | | 48 | | 218,75 | | | | | | | | |
| | | | | NÚMERO DE PLANTAS: | | | | | | | | |
| | | | | 55 | | | | | | | | |
| DESTIRIO | COMERCIAL | PERIMETRO | | CICATRIZ PISTILAR (cm) | COLOR | ESPESOR (cm) | CONSISTENCIA (kg/cm ³) | | | pH | °Brix | |
| | | Ecuatorial (cm) | Polar (cm) | | | | 1 | 2 | 3 | | | |
| 1 | 2.27 | 4.23 | 60,5 | 60,6 | 1,0 | 2 | 1,4 | 1,31 | 1,20 | 1,31 | 5,28 | 11,5 |
| 2 | 2.29 | 2.93 | 50,7 | 50,8 | 1,0 | 3 | 1,0 | 1,09 | 1,46 | 0,96 | 5,45 | 12,3 |
| 3 | 3.07 | 4.52 | 60,5 | 60,5 | 1,0 | 2 | 2,1 | 0,96 | 0,81 | 0,76 | 5,32 | 14,0 |
| 4 | 2.17 | 5.31 | 61,2 | 62,1 | 1,2 | | | | | | | |
| 5 | 1.10 | 4.83 | 59,9 | 60,4 | 1,1 | | | | | | | |
| 6 | 1.58 | 3.75 | | | | | | | | | | |
| 7 | 1.22 | 2.89 | | | | | | | | | | |
| 8 | 1.63 | 4.50 | | | | | | | | | | |
| 9 | 2.10 | 5.63 | | | | | | | | | | |
| 10 | 1.98 | 6.24 | | | | | | | | | | |

| TRATAMIENTO: U11 ESTE | | REPETICIÓN: NORTE | | FECHA: 23/06/2010 | | | | | | | | | |
|-----------------------|-----------------|---------------------|--|---------------------------------------|-------|-----------------|------------|-----|------------------------------------|------|------|------|-------|
| Nº FRUTOS COMERCIAL: | | Nº FRUTOS DESTIRIO: | | SUPERFICIE PARCELA (m ²): | | | | | | | | | |
| 92 | | 149 | | 273,75 | | | | | | | | | |
| | | | | NÚMERO DE PLANTAS: | | | | | | | | | |
| | | | | 66 | | | | | | | | | |
| DESTIRIO | Peso Fruto (kg) | COMERCIAL | | CICATRIZ PISTILAR (cm) | COLOR | ESPESOR (cm) | | | CONSISTENCIA (kg/cm ³) | | | pH | °Brix |
| | | Peso Fruto (kg) | | | | Ecuatorial (cm) | Polar (cm) | 1 | 2 | 3 | 1 | | |
| 1 | 1.70 | 3.99 | | 63,8 | 64,2 | 1,1 | 1,3 | 1,1 | 1,18 | 1,20 | 1,22 | 5,46 | 12,0 |
| 2 | 2.51 | 4.97 | | 67,5 | 69,8 | 1,2 | 1,6 | 1,2 | 1,28 | 1,07 | 1,69 | 5,67 | 13,0 |
| 3 | 1.60 | 3.72 | | 62,0 | 63,9 | 1,9 | 1,2 | 1,2 | 1,62 | 1,03 | 1,44 | 5,50 | 10,0 |
| 4 | 1.34 | 3.80 | | 62,4 | 63,6 | 1,3 | | | | | | | |
| 5 | 2.24 | 4.25 | | 64,2 | 65,3 | 1,7 | | | | | | | |
| 6 | 1.53 | 4.45 | | | | | | | | | | | |
| 7 | 1.31 | 4.43 | | | | | | | | | | | |
| 8 | 1.52 | 4.81 | | | | | | | | | | | |
| 9 | 2.08 | 4.73 | | | | | | | | | | | |
| 10 | 2.10 | 4.97 | | | | | | | | | | | |

| | | | | | |
|-----------------------|-----|---------------------|--------|---------------------------------------|----|
| TRATAMIENTO: U11 ESTE | | REPETICIÓN: SUR | | FECHA: 23/06/2010 | |
| Nº FRUTOS COMERCIAL: | 155 | Nº FRUTOS DESTIRIO: | 273,75 | SUPERFICIE PARCELA (m ²): | 66 |
| 252 | | | | | |

| | DESTIRIO Peso Fruto (kg) | COMERCIAL Peso Fruto (kg) | PERIMETRO | | CICATRIZ PISTILAR (cm) | COLOR | ESPESOR (cm) | | CONSISTENCIA (kg/cm ³) | | | pH | °Brix |
|----|--------------------------------|---------------------------------|--------------------|---------------|------------------------------|-------|--------------|-----|------------------------------------|------|------|------|-------|
| | | | Ecuatorial (cm) | Polar (cm) | | | 1 | 2 | 3 | | | | |
| 1 | 2.80 | 3.50 | 62,0 | 62,0 | 1,8 | 3 | 1,1 | 0,9 | 2,13 | 1,96 | 1,54 | 5,40 | 11,0 |
| 2 | 1.11 | 3.76 | 62,0 | 65,0 | 1,7 | 3 | 1,0 | 1,1 | 1,70 | 1,56 | 1,38 | 5,36 | 12,0 |
| 3 | 1.84 | 2.80 | 56,2 | 57,5 | 1,2 | 3 | 1,1 | 1,1 | 2,01 | 1,93 | 1,80 | 5,46 | 11,0 |
| 4 | 2.28 | 3.84 | 62,1 | 65,2 | 1,8 | | | | | | | | |
| 5 | 2.37 | 3.73 | 62,0 | 63,7 | 1,3 | | | | | | | | |
| 6 | 1.73 | 4.99 | | | | | | | | | | | |
| 7 | 1.20 | 3.84 | | | | | | | | | | | |
| 8 | 2.51 | 3.81 | | | | | | | | | | | |
| 9 | 2.23 | 5.68 | | | | | | | | | | | |
| 10 | 1.90 | 4.13 | | | | | | | | | | | |

| TRATAMIENTO: U12 OESTE | | REPETICIÓN: 1 | | FECHA: 23/06/2010 | | | | | | | | |
|------------------------|-----------------|---------------------|--|---------------------------------------|-------|--------------|-----|------|------|-------|------|------|
| Nº FRUTOS COMERCIAL: | | Nº FRUTOS DESTIRIO: | | SUPERFICIE PARCELA (m ²): | | | | | | | | |
| 135 | | 127 | | 158,75 | | | | | | | | |
| | | | | NÚMERO DE PLANTAS: | | | | | | | | |
| | | | | 42 | | | | | | | | |
| DESTIRIO | Peso Fruto (kg) | COMERCIAL | | CICATRIZ PISTILAR (cm) | COLOR | ESPESOR (cm) | | | pH | °Brix | | |
| | | Peso Fruto (kg) | | | | 1 | 2 | 3 | | | | |
| 1 | 3,62 | 3,75 | | 1,9 | 2 | 1,3 | 1,2 | 1,46 | 1,78 | 1,93 | 5,18 | 11,0 |
| | 2,58 | 4,57 | | 1,5 | 3 | 1,2 | 1,1 | 1,40 | 1,70 | 1,52 | 5,54 | 11,3 |
| 3 | 2,56 | 3,43 | | 1,5 | 3 | 1,1 | 1,3 | 1,56 | 1,69 | 1,62 | 5,51 | 12,0 |
| | 2,48 | 3,45 | | 1,4 | | | | | | | | |
| 5 | 3,10 | 6,91 | | 2,2 | | | | | | | | |
| | 2,50 | 5,92 | | | | | | | | | | |
| 7 | 2,41 | 4,93 | | | | | | | | | | |
| | 2,32 | 3,65 | | | | | | | | | | |
| 9 | 2,63 | 4,19 | | | | | | | | | | |
| | 1,98 | 3,98 | | | | | | | | | | |

| TRATAMIENTO: U12 OESTE | | REPETICIÓN: 2 | | FECHA: 23/06/2010 | | | | | | | | | |
|------------------------|-----------------|---------------------|------------|---------------------------------------|-------|--------------|-----|-----|------|-------|-----------|------------------------------------|------|
| Nº FRUTOS COMERCIAL: | | Nº FRUTOS DESTIRIO: | | SUPERFICIE PARCELA (m ²): | | | | | | | | | |
| 128 | | 97 | | 158,75 | | | | | | | | | |
| | | | | NÚMERO DE PLANTAS: | | | | | | | | | |
| | | | | 45 | | | | | | | | | |
| DESTIRIO | Peso Fruto (kg) | COMERCIAL | | CICATRIZ PISTILAR (cm) | COLOR | ESPESOR (cm) | | | pH | °Brix | | | |
| | | Peso Fruto (kg) | | | | 1 | 2 | 3 | | | | | |
| | | Ecuatorial (cm) | Polar (cm) | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | PERIMETRO | CONSISTENCIA (kg/cm ³) | |
| 1 | 3.08 | 5.22 | 61,9 | 71,8 | 1,2 | 3 | 1,1 | 1,0 | 1,49 | 1,38 | 1,30 | 5,45 | 13,0 |
| 2 | 3.20 | 4.45 | 65,8 | 67,0 | 1,5 | 3 | 1,1 | 1,1 | 1,26 | 1,48 | 1,43 | 5,65 | 12,3 |
| 3 | 2.50 | 4.09 | 63,0 | 65,0 | 1,5 | 3 | 1,1 | 0,9 | 1,41 | 1,35 | 1,53 | 5,62 | 13,0 |
| 4 | 1.40 | 4.57 | 65,5 | 68,0 | 1,5 | | | | | | | | |
| 5 | 1.55 | 3.67 | 61,5 | 63,6 | 1,8 | | | | | | | | |
| 6 | 2.83 | 3.71 | | | | | | | | | | | |
| 7 | 3.27 | 5.03 | | | | | | | | | | | |
| 8 | 2.88 | 3.04 | | | | | | | | | | | |
| 9 | 2.15 | 3.63 | | | | | | | | | | | |
| 10 | 2.10 | 3.69 | | | | | | | | | | | |

| TRATAMIENTO: U12 ESTE | | REPETICIÓN: 1 | | FECHA: 23/06/2010 | | | | | | | | | |
|-----------------------|--------------------------------|---------------------|--|---------------------------------------|-------|--------------------|---------------|------------------------------------|------|------|------|-------|------|
| Nº FRUTOS COMERCIAL: | | Nº FRUTOS DESTIRIO: | | SUPERFICIE PARCELA (m ²): | | | | | | | | | |
| 89 | | 165 | | 198,75 | | | | | | | | | |
| | | | | NÚMERO DE PLANTAS: | | | | | | | | | |
| | | | | 60 | | | | | | | | | |
| | DESTIRIO Peso Fruto (kg) | COMERCIAL | | CICATRIZ PISILAR (cm) | COLOR | ESPESOR (cm) | | CONSISTENCIA (kg/cm ³) | | | pH | °Brix | |
| | | Peso Fruto (kg) | | | | Ecuatorial (cm) | Polar (cm) | 1 | 2 | 3 | | | |
| 1 | 1.23 | 4.31 | | 64.0 | 68.0 | 1.7 | 1.1 | 1.2 | 1.60 | 1.59 | 1.65 | 5.37 | 12.0 |
| 2 | 2.48 | 4.65 | | 65.0 | 69.2 | 2.3 | 1.1 | 1.0 | 1.28 | 1.23 | 1.41 | 5.21 | 11.4 |
| 3 | 2.15 | 4.27 | | 62.5 | 66.4 | 1.6 | 0.9 | 1.1 | 1.43 | 1.23 | 1.45 | 5.46 | 13.0 |
| 4 | 2.24 | 4.08 | | 61.1 | 44.2 | 1.2 | | | | | | | |
| 5 | 2.16 | 4.23 | | 62.0 | 64.0 | 1.3 | | | | | | | |
| 6 | 1.52 | 3.27 | | | | | | | | | | | |
| 7 | 1.81 | 3.06 | | | | | | | | | | | |
| 8 | 2.25 | 2.89 | | | | | | | | | | | |
| 9 | 2.51 | 4.00 | | | | | | | | | | | |
| 10 | 1.75 | 2.50 | | | | | | | | | | | |

| TRATAMIENTO: U12 ESTE | | REPETICIÓN: 2 | | FECHA: 23/06/2010 | | | | | | | | | |
|-----------------------|-----------|---------------------|------------|---------------------------------------|-------|--------------|-----|-----|------------------------------------|------|-------|------|------|
| Nº FRUTOS COMERCIAL: | | Nº FRUTOS DESTIRIO: | | SUPERFICIE PARCELA (m ²): | | | | | | | | | |
| 191 | | 162 | | 198,75 | | | | | | | | | |
| | | | | NÚMERO DE PLANTAS: | | | | | | | | | |
| | | | | 42 | | | | | | | | | |
| DESTIRIO | COMERCIAL | PERIMETRO | | CICATRIZ PISTILAR (cm) | COLOR | ESPESOR (cm) | | | CONSISTENCIA (Kg/cm ³) | pH | °Brix | | |
| | | Ecuatorial (cm) | Polar (cm) | | | 1 | 2 | 3 | | | | | |
| 1 | 2.89 | 5.55 | 71.0 | 67.2 | 2.4 | 3 | 1.2 | 1.2 | 1.33 | 1.21 | 1.17 | 5.24 | 11.0 |
| 2 | 1.95 | 4.38 | 63.0 | 65.7 | 1.7 | 3 | 1.0 | 1.0 | 1.31 | 1.52 | 1.31 | 5.26 | 10.6 |
| 3 | 2.04 | 3.45 | 60.0 | 59.0 | 1.9 | 3 | 1.1 | 1.1 | 1.70 | 1.73 | 1.57 | 5.24 | 10.3 |
| 4 | 2.98 | 3.67 | 61.2 | 61.4 | 1.6 | | | | | | | | |
| 5 | 2.47 | 3.66 | 60.0 | 62.0 | 1.6 | | | | | | | | |
| 6 | 2.25 | 3.75 | | | | | | | | | | | |
| 7 | 2.37 | 2.99 | | | | | | | | | | | |
| 8 | 1.82 | 3.34 | | | | | | | | | | | |
| 9 | 2.11 | 3.59 | | | | | | | | | | | |
| 10 | 2.13 | 3.89 | | | | | | | | | | | |

