

# UNIVERSIDAD DE ALMERÍA

Escuela Superior de Ingeniería



INGENIERÍA TÉCNICA AGRÍCOLA  
ESPECIALIDAD HORTOFRUTICULTURA Y JARDINERÍA

**“ EVALUACIÓN DE NUEVAS MALLAS PROTECTORAS SOBRE LA  
DINÁMICA POBLACIONAL DE INSECTOS PERJUDICIALES EN EL  
CULTIVO DE CALABACÍN BAJO PLÁSTICO”.**

Alumno:

**M<sup>a</sup> Ángeles Moreno Teruel**

Director:

**Diego Luis Valera Martínez**

Almería, Octubre 2011

Quiero expresar mi agradecimiento a Diego, Fernando, Natalio y en especial agradecerle a Patricia su ayuda, su tiempo y su dedicación porque sin ellos no habría sido posible realizar este trabajo.

Quiero dar las gracias a Sergio, a toda mi familia, a mis amigos y en especial a mis padres por todo su apoyo en este trabajo y a lo largo de toda mi vida.

# ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL.....	I
ÍNDICE DE FIGURAS.....	III
ÍNDICE DE TABLAS .....	V
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	VII
1. INTRODUCCIÓN, JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS.....	1
1.1. Introducción y Justificación.....	2
1.2. Objetivos.....	11
2. ANTECEDENTES .....	12
2.1. Mallas anti-insectos .....	13
2.2. Factores climáticos que afectan al rendimiento .....	17
2.2.1. Temperatura .....	18
2.2.2. Humedad del aire .....	18
2.2.3. Radiación solar.....	19
2.2.4. Anhídrido carbónico.....	19
2.3. Influencia de las mallas en la ventilación.....	20
2.4. El cultivo del calabacín.....	22
2.4.1. Situación taxonómica.....	22
2.4.2. Origen.....	22
2.4.3. Morfología.....	23
2.4.4. Requerimientos edafoclimáticos .....	28

3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	30
3.1. Ubicación del ensayo .....	31
3.2. Características de los invernaderos.....	32
3.2.1. Orientación.....	32
3.2.2. Estructura .....	33
3.2.3. Ventilación .....	36
3.2.4. Suelo.....	38
3.3. Sistema de riego.....	39
3.3.1. Balsas .....	39
3.3.2. Cabezal de riego.....	40
3.3.3. Red de distribución.....	42
3.4. Material vegetal .....	42
3.5. Técnicas de cultivo .....	43
3.5.1. Ciclo de cultivo .....	43
3.5.2. Siembra.....	44
3.5.3. Marco de plantación.....	44
3.5.4. Tutorado .....	45
3.5.5. Deshojado.....	46
3.5.6. Riego .....	47
3.5.7. Fertirrigación.....	49
3.5.8. Cuajado del Fruto.....	50
3.5.9. Introducción de Insectos Auxiliares.....	51
3.5.10. Tratamientos Fitosanitarios.....	52
3.5.11. Fisiopatías.....	58
3.6. Mallas anti-insectos .....	60

3.7. Diseño experimental.....	60
3.7.1. Caracterización del ensayo.....	60
3.7.2. Superficie de aberturas de ventilación por invernadero .....	62
3.7.3. Superficie de las parcelas elementales de experimentación.....	63
3.7.4. Muestreo de insectos plaga .....	64
3.7.5. Análisis estadístico.....	67
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	68
4.1 Población de mosca blanca en sectores interiores .....	69
4.2. Población de trips en sectores interiores.....	71
4.3. Población de mosca blanca en sectores exteriores .....	73
4.4. Población de trips en sectores exteriores.....	75
4.5. Comparación de mosca blanca entre sectores exteriores e interiores.....	76
4.6. Comparación de trips entre sectores exteriores e interiores .....	78
4.7.Evolución de la población de mosca blanca y de trips a lo largo del estudio.....	83
5. CONCLUSIONES .....	89
6. BIBLIOGRAFÍA.....	91
7. APÉNDICES.....	98

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Detalle del cultivo de calabacín cv. Canella. Elaboración Propia (en adelante EP) .....	23
Figura 2. Detalle de la estructura vegetativa de la planta de calabacín cv. Canella. EP. ....	24
Figura 3. Detalle de la hoja del calabacín cv. Canella. EP .....	25
Figura 4. Detalle de flor de calabacín cv. Canella. EP .....	26
Figura 5. Detalle del fruto de calabacín cv. Canella. EP .....	27
Figura 6. Detalle del sensor de temperatura y humedad relativa instalado en el invernadero en el que se desarrolló el ensayo. EP .....	28
Figura 7. Panorámica general de la finca experimental “FUNDACIÓN UAL-ANECOOP”.EP.....	31
Figura 8. Croquis de la finca y detalle de la orientación de los invernaderos U9, U11 y U12. Localización y distribución de los invernaderos en la finca experimental “FUNDACIÓN UAL-ANECOOP” .....	32
Figura 9. Detalle de los invernaderos tipo “multitúnel” usados en el ensayo. EP. ....	33
Figura 10. Detalle de un sensor de temperatura y humedad relativa en el interior de un invernadero (Hobo). EP .....	34
Figura 11. Detalle de las canaletas de recogida de aguas de lluvia. EP .....	35
Figura 12. Detalle de la ventilación lateral y cenital del invernadero U9. EP .....	36
Figura 13. Detalle de la puerta de doble cierre instalada en los invernaderos. EP.....	37
Figura 14. Detalle de las balsas en las que se almacena el agua de riego. EP. ....	39
Figura 15. Detalle del cabezal de riego. EP .....	41
Figura 16. Detalle del cultivo de calabacín cv. Canella. EP.....	42
Figura 17. Croquis del marco de plantación realizado en el ensayo. EP.....	44
Figura 18. Detalle del sistema de tutorado “gancho y descuelgue” de calabacín cv. Canella. EP .....	45

Figura 19. Detalle del deshojado de calabacín cv. Canella EP .....	46
Figura 20. Aplicación de fitohormonas sobre cultivo de calabacín cv. Canella. EP. ....	50
Figura 21. Detalle del envase que contenía a <i>Lysiphlebus testaceipes</i> . ....	51
Figura 22. Detalle de la hoja joven de calabacín cv. Canella afectado por mosca blanca. EP .....	52
Figura 23. Detalle de flor de calabacín afectado por <i>Frankliniella occidentalis</i> .....	53
Figura 24. Detalle de la flor de calabacín afectada por <i>Botrytis cinerea</i> .....	54
Figura 25. Detalle del cultivo de calabacín afectado por <i>E. cichoracearum</i> y <i>S. fuliginea</i> .EP. ....	55
Figura 26. Detalle de fruto de calabacín “chupado” .....	58
Figura 27. Detalle de fruto de calabacín torcido. ....	58
Figura 28. Detalle de fruto de calabacín “anieblado” .....	59
Figura 29. Esquema de la distribución de los tratamientos y de las mallas anti-insectos en cada uno de los tres invernaderos del ensayo. EP .....	61
Figura 30. Detalle de las trampas cromatópicas adhesivas amarillas y azules .....	64
Figura 31. Lupa de 2,25X de ampliación con lámpara de 22 wátios para el conteo de insectos. EP .....	64
Figura 32. Detalle de la ubicación de las trampas cromatópicas en el interior el invernadero .....	65
Figura 33. Detalle de la colocación de trampas cromatópicas en las aberturas de ventilación del exterior de los invernaderos . EP .....	65

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Evolución de las exportaciones por producto( Toneladas) .....	6
Tabla 2. Evolución de las exportaciones por producto. Miles de euros .....	7
Tabla 3. Exportaciones de calabacín de nuestros principales competidores .....	8
Tabla 4. Importaciones y exportaciones de frutas y hortalizas en la campaña 2009/2010.....	9
Tabla 5. Características edafológicas del suelo de los invernaderos U9, U11 y U 12 .....	38
Tabla 6. Ciclos de los cultivos de calabacín.....	43
Tabla 7. Plan de riego llevado a cabo durante el ensayo en los invernaderos U9, y U11.EP.....	47
Tabla 8. Plan de riego llevado a cabo durante el ensayo en el invernadero U12. EP .....	48
Tabla 9. Distribución de nutrientes en los diferentes tanques de fertirrigación.EP .....	49
Tabla 10. Plan de tratamientos fitosanitarios.EP.....	57
Tabla 11. Características geométricas de las mallas ensayadas .....	60
Tabla 12. Superficie de aberturas de ventilación de los tres invernaderos. EP.....	62
Tabla 13.Superficie de las parcelas elementales de experimentación por tratamiento y el porcentaje respecto a la superficie de cada invernadero.EP .....	63
Tabla 14. Número de trampas adhesivas cromatrópicas por tratamiento para el muestreo de insectos en el interior y exterior de los invernaderos U9, U11 y U12 .....	66



## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Variaciones porcentuales en precio y cantidad de los principales productos hortícolas con respecto a la campaña 2009/2010 .....	3
Gráfico 2. Evolución de los precios medios de las principales hortalizas .....	4
Gráfico 3. Tendencia del consumo de frutas y hortalizas frescas en kilogramos .....	4
Gráfico 4. Tendencia del consumo de frutas y hortalizas frescas en euros totales .....	5
Gráfico 5. Tendencia del consumo de frutas y hortalizas frescas en euros por kilogramo .....	5
Gráfico 6. Concentración de las importaciones y exportaciones de calabacín .....	10
Gráfico 7. Evolución de la población de mosca blanca a lo largo del ensayo .....	69
Gráfico 8. Evolución de la población de trips a lo largo del ensayo .....	70
Gráfico 9. Población de mosca blanca en sectores interiores .....	71
Gráfico 10. Población de trips en sectores interiores .....	73
Gráfico 11. Población de mosca blanca en sectores exteriores .....	75
Gráfico 12. Población de trips en sectores exteriores.....	76
Gráfico 13. Comparación de la población de mosca blanca entre la parte exterior e interior del sector Oeste del invernadero U11.....	78
Gráfico 14. Comparación de la población de mosca blanca entre la parte exterior e interior del sector Este del invernadero U11 .....	79
Gráfico 15. Comparación de la población de mosca blanca entre la parte exterior e interior del sector Oeste del invernadero U12.....	80
Gráfico 16. Comparación de la población de mosca blanca entre la parte exterior e interior del sector Este del invernadero U12.....	81
Gráfico 17. Comparación de la población de trips entre la parte exterior e interior del sector Oeste del invernadero U11 .....	83

Gráfico 18. Comparación de la población de trips blanca entre la parte exterior e interior del sector Este del invernadero U11 .....	84
Gráfico 19. Comparación de la población de trips entre la parte exterior e interior del sector Oeste del invernadero U12 .....	85
Gráfico 20. Comparación de la población de trips entre la parte exterior e interior del sector Este del invernadero U12 .....	86

# **1. INTRODUCCIÓN, JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS**

## **1. INTRODUCCIÓN, JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS**

### **1.1 INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN**

A mediados de los ochenta se empezaron a utilizar mallas de materiales plásticos en las aperturas 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.

La utilización de mallas densas presenta un obstáculo para el agricultor, se trata de las enfermedades derivadas de la excesiva humedad, ya que la renovación del aire es limitada. Un dato importante es que la superficie de ventilación puede llegar a verse reducida en hasta un 60% con las mallas más densas, con lo cual su funcionalidad para la adecuada renovación de aire puede necesitar umbrales de viento exterior superiores.

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 aperturas, inyectando agua desde el interior del invernadero hacia el exterior, para limpiarlas sin ensuciar el cultivo (Díaz Pérez *et al.* 2003).

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).

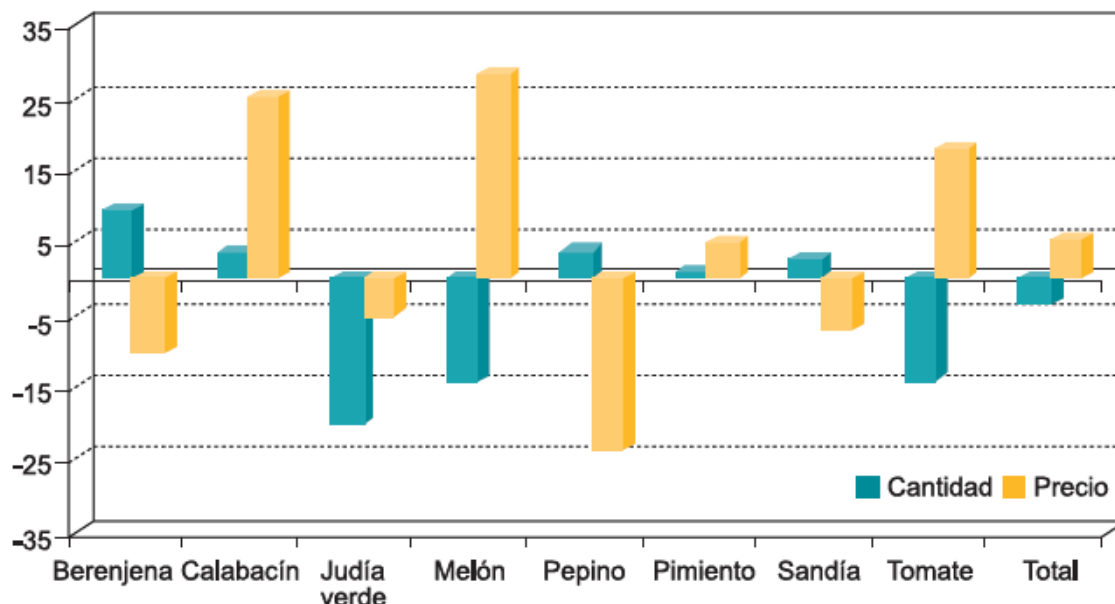
Ya en la década de los sesenta se cultivaba el calabacín en los enarenados al aire libre en la provincia de Almería, aunque su presencia era casi testimonial con respecto a otros cultivos. La producción era bastante estable (80-100 ha), sufriendo muy pocas variaciones en el periodo que va desde el año 1967 al 1976. A partir de 1977 experimentó un progresivo aumento hasta el año 1986, pasando a cultivarse de 500 ha en 1977 a casi 1000 ha en 1986; consecuencia, principalmente, de la intensificación de este cultivo en invernadero. Fue en 1987 cuando casi se duplica la producción de este cultivo con respecto al anterior, alcanzándose una superficie de cultivo de 1800 ha. Ello fue debido a los altos rendimientos obtenidos (65000 kg·ha<sup>-1</sup> de media), así como los excelentes precios alcanzados (Delgado, 1999).

## Evaluación de nuevas mallas protectoras sobre la dinámica poblacional insectos perjudiciales en el cultivo de calabacín bajo plástico.

La superficie dedicada al cultivo de frutas y hortalizas en la provincia de Almería ha aumentado en un 1,14% durante la campaña 2008/2009. Este dato hace referencia al total cultivado tanto de forma intensiva bajo abrigo, como al aire libre. Por otro lado, la superficie invernada está estabilizada en torno a las 26.500 hectáreas. Se da la circunstancia de que 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.

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 y presentando un aumento en producción del 3,5%. 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.

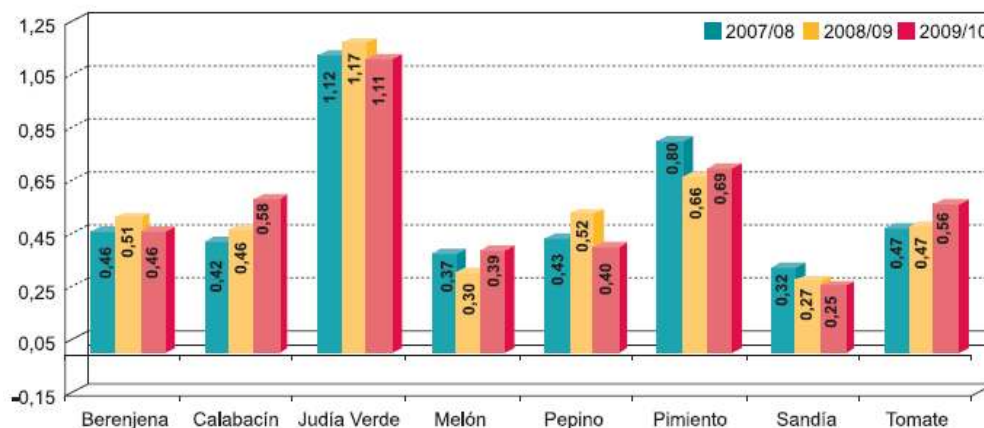
Durante esta campaña, el precio medio de las principales frutas y hortalizas cultivadas bajo plástico ha aumentado en un 5,45% con respecto al periodo anterior. Este incremento ha quedado plasmado en un aumento del valor de la producción de dicho grupo del 1,5%, y de la producción total del 2,34%.



*Gráfico 1: Variaciones porcentuales en precio y cantidad de los principales productos hortícolas con respecto a la campaña 2009/2010. (Fuente: Empresa de comercialización, CAP, SOIVRE y DGA.)*

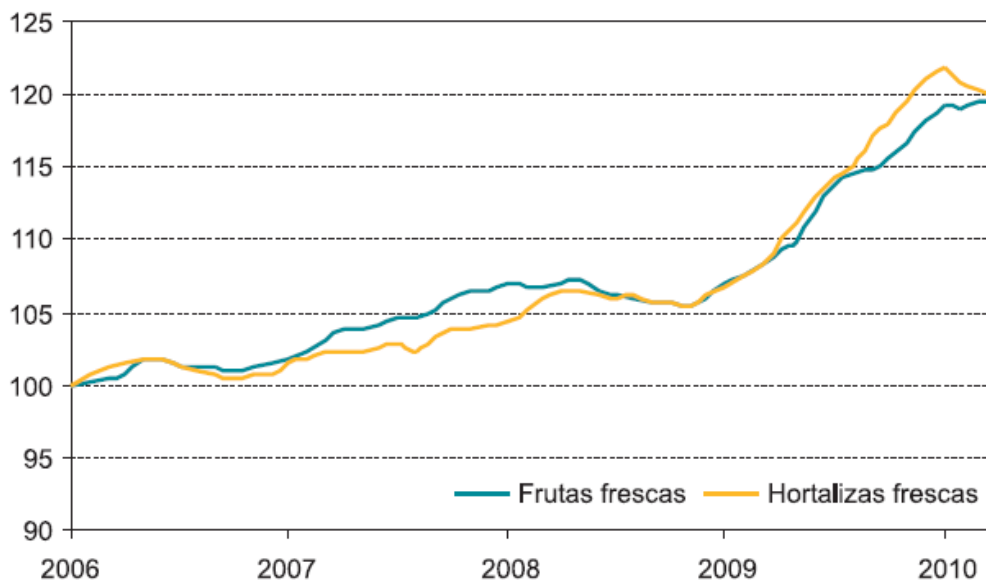
## Evaluación de nuevas mallas protectoras sobre la dinámica poblacional insectos perjudiciales en el cultivo de calabacín bajo plástico.

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.



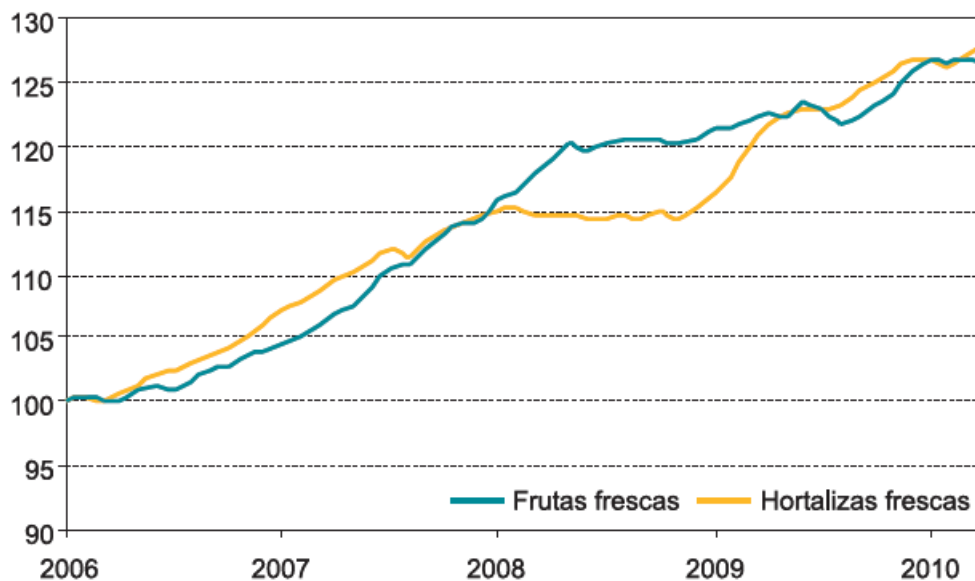
**Gráfico 2. Evolución de los precios medios de las principales hortalizas. En euros.**  
(Fuente: Empresas comercializadoras.)

El consumo de frutas y hortalizas frescas en España ha venido creciendo de forma importante en los últimos años, particularmente a lo largo de todo 2009.

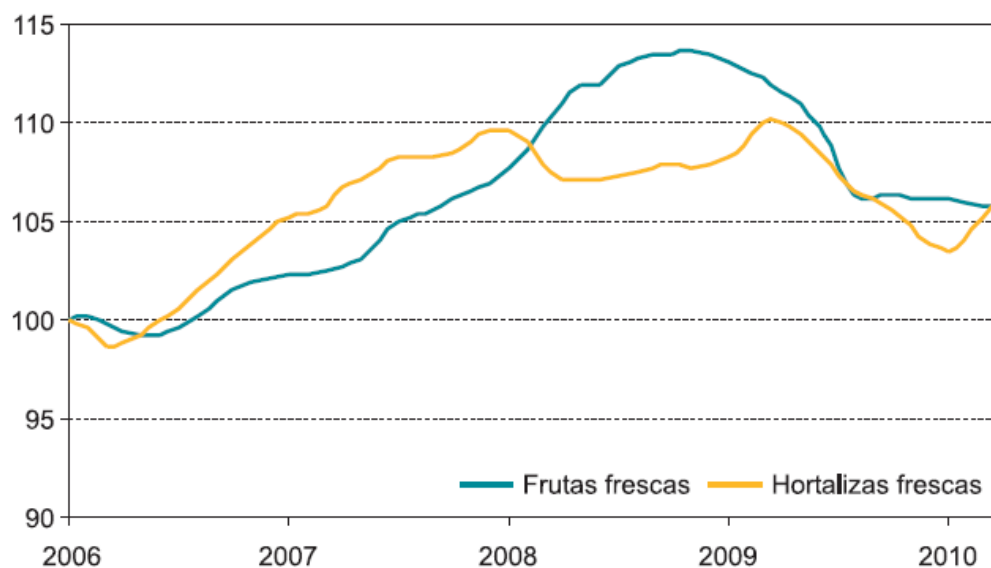


**Gráfica 3. Tendencia del consumo de frutas y hortalizas frescas (media móvil de 12 meses), en kilos. Índice de enero de 2006=100.** (Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Panel de Consumo Alimentario del MMAMRM.)

Evaluación de nuevas mallas protectoras sobre la dinámica poblacional insectos perjudiciales en el cultivo de calabacín bajo plástico.



**Gráfico 4.** Tendencia en el consumo de frutas y hortalizas frescas (media móvil de 12 meses), en euros totales. Índice enero de 2006=100 (Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Panel de Consumo Alimentario del MMAMRM.)



**Gráfico 5.** Tendencia en el consumo de frutas y hortalizas frescas (media móvil de 12 meses), en euros por kilo. Índice enero de 2006=100 (Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Panel de Consumo Alimentario del MMAMRM.)

## Evaluación de nuevas mallas protectoras sobre la dinámica poblacional insectos perjudiciales en el cultivo de calabacín bajo plástico.

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.

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.

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
<b>Total</b>	<b>1.633.833</b>	<b>1.591.848</b>	<b>1.628.255</b>	<b>2,3</b>

*Tabla 1. Evolución de las exportaciones por productos. Toneladas. (Fuente: Dirección General de Aduanas.)*



Evaluación de nuevas mallas protectoras sobre la dinámica poblacional insectos perjudiciales en el cultivo de calabacín bajo plástico.

Producto	2007/08	2008/09	2009/10	% var 09/10
Berenjena	73.533	73.295,33	74.660	1,9
Calabacín	131.417	139.517,18	179.389	28,6
Col china	2.729	1.964,53	1.092	-44,4
Judía verde	15.159	11.815,75	12.691	7,4
Lechuga	55.849	60.693,83	77.621	27,9
Melón	66.564	56.518,43	58.486	3,5
Pepino	208.415	234.997,62	210.535	-10,4
Pimiento	341.567	394.939,29*	354.379	-10,3
Sandía	60.725	64.024,72	62.291	-2,7
Tomate	393.955	392.630,63	416.430	6,1
Otros	66.469	75.543,38	78.964	4,5
<b>Total</b>	<b>1.416.382</b>	<b>1.505.941</b>	<b>1.526.539</b>	<b>1,4</b>

*Tabla 2. Evolución de las exportaciones por productos. Miles de euros.*

*\*Estimación a partir de datos publicados por la Dirección General de Aduanas, modificándose el valor de los envíos a Alemania, Irlanda y Portugal, ya que se han considerado como erratas. (Fuente: Dirección General de Aduanas.)*

La distribución del volumen comercializado a países foráneos ha sido similar a la de otras campañas agrícolas. Los principales destinatarios del mismo fueron los países de la UE-15, que recibieron en este periodo el 89,2% del total exportado, en línea con lo que viene siendo habitual.

Al analizar los datos, se observa que la mayoría de los envíos de producto se siguen realizando a Alemania, que ha representado el 27,5% del total. Las cantidades vendidas a este país han aumentado durante esta campaña para los principales productos cultivados en la provincia, salvo para tomate, lechuga y judía.

En cuanto a países no comunitarios, la nación a la que se envían mayores cantidades es Suiza. Durante esta campaña las exportaciones a este país han mermado en un 8,7%, tras el aumento experimentado en el periodo anterior. El siguiente país al que más producto se ha enviado ha sido Rusia, con 7.533 toneladas, estando la venta de frutas y hortalizas a dicho destino en recesión desde hace tres campañas. El resto de países terceros han presentado una tendencia positiva, que se ha materializado en un aumento del total de este grupo del 12,2%.

## Evaluación de nuevas mallas protectoras sobre la dinámica poblacional insectos perjudiciales en el cultivo de calabacín bajo plástico.

En este apartado se analizan las importaciones de frutas y hortalizas realizadas por la UE-27, con objeto de conocer qué países son los que comercializan sus productos a la Unión durante época en que lo hace Almería, y en qué cantidad. Esto permite localizar los principales competidores de la provincia para los cultivos considerados durante la campaña agrícola.

	Miles de euros			Tm		
	08/09	09/10	% var.	08/09	09/10	% var.
Alemania	7.350	8.360,89	13,76	6.991	6.703	-4,13
Bélgica	4.218	3.695,42	-12,40	4.671	4.474	-4,22
España	179.430	218.559,09	21,81	198.801	202.850	2,04
Francia	18.095	15.433,47	-14,71	15.825	12.811	-19,04
Holanda	25.310	26.282,02	3,84	19.725	19.401	-1,65
<b>Italia</b>	<b>18.250</b>	<b>24.780,11</b>	<b>35,78</b>	<b>15.200</b>	<b>20.257</b>	<b>33,27</b>
Otros INTRA UE-27	4.076	3.426,81	-15,94	4.313	3.728	-13,58
TOTAL INTRA UE-27	256.729	300.537,80	17,06	265.526	270.224	1,77
Marruecos	47.228	36.530,28	-22,65	44.311	35.732	-19,36
Turquía	7.066	6.839,11	-3,22	8.856	8.969	1,28
Otros EXTRA UE-27	1.217	1.480,38	21,60	871	1.242	42,58
TOTAL EXTRA UE-27	55.511	44.849,77	-19,21	54.037	45.943	-14,98

**Tabla 3. Exportaciones de calabacín de nuestros principales competidores. (Fuente: Eurostat.)**

Con respecto al calabacín, España es nuevamente el principal suministrador a Europa, con 202.850 toneladas. Durante esta campaña, ha mantenido el dominio del mercado europeo desde septiembre hasta junio con cuotas superiores al 50% del volumen total importado por la Unión Europea, y habiendo incrementado sus envíos en un 2,04%. La producción de este producto es muy dinámica y depende en gran medida de la economía y de la coyuntura de los mercados. Actualmente, en el caso español se está aumentando su cultivo por razones económicas pero parece que la demanda lo está absorbiendo bien. En los últimos años, España, Marruecos y Turquía se han comportado como los proveedores más activos.

Marruecos es el siguiente país en importancia y el primero de los países no comunitarios, con 35.732 toneladas. Se retrasa en el mercado de la Unión un par de meses respecto a Almería, de forma que concentra sus envíos entre noviembre y marzo con cuotas de mercado que han representado entre el 10 y el 20% del total, frente al 50-60% que supusieron las exportaciones españolas.

## Evaluación de nuevas mallas protectoras sobre la dinámica poblacional insectos perjudiciales en el cultivo de calabacín bajo plástico.

Italia y Holanda ocupan el tercer y cuarto puesto con entradas en el mercado similares y más o menos constantes. Francia se sitúa en el quinto puesto con una cuota del 4% y una presencia más corta en el mercado, de noviembre a abril. Italia y Francia comercializan sus productos principalmente en sus mercados más cercanos, como Alemania o Reino Unido.

En general, las cotizaciones de este producto en las exportaciones de los países comunitarios han aumentado con respecto a la campaña anterior, provocando un incremento en el valor de las mismas, mayor que el que ha presentado en volumen. Los países no comunitarios, sin embargo, han presentado descensos en ambos registros.

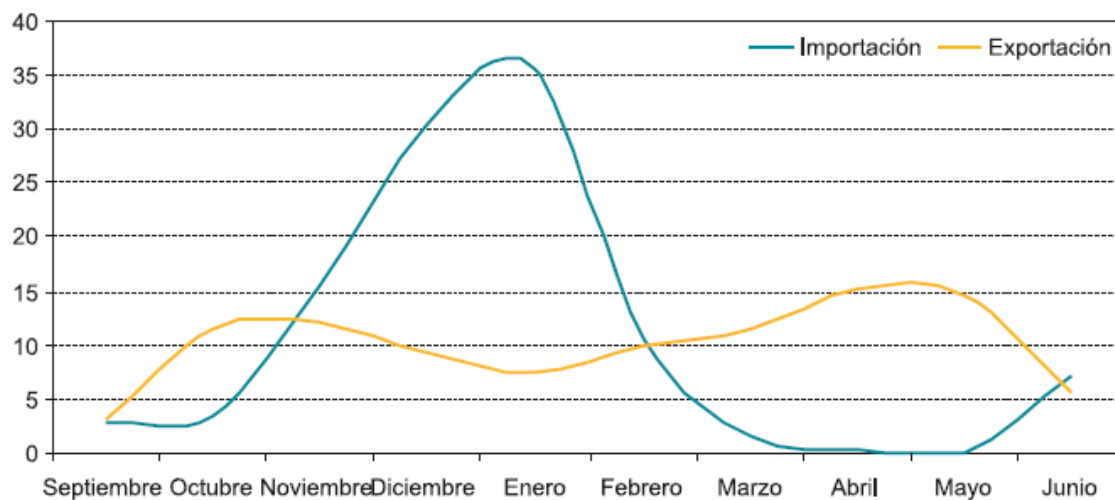
El volumen de las importaciones almerienses se ha reducido en un 2,8 %, pasando de 46.164 toneladas en la campaña 2008/09 a 44.883 en la actual.

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 4. Importaciones y exportaciones de frutas y hortalizas en la campaña 2009/2010. En toneladas. (Fuente: Dirección General de Aduanas.)**

La exportación de calabacín se ha mantenido prácticamente constante durante todo el periodo, con ligeros aumentos en otoño y primavera. Las importaciones, por el contrario, se han comportado de forma irregular, concentrando sus volúmenes entre noviembre y mediados de marzo. Por lo que, una vez más, se ha dado la complementariedad de producto local con producto de otros orígenes, con objeto de mantener una cuota de mercado más estable.

Evaluación de nuevas mallas protectoras sobre la dinámica poblacional insectos perjudiciales en el cultivo de calabacín bajo plástico.



**Gráfico 6. Concentración de las importaciones y exportaciones de calabacín. En porcentaje.**  
(Fuente: Dirección General de Aduanas.)

## 1.2 OBJETIVOS

El objetivo fundamental de nuestro ensayo es evaluar distintos tipos de mallas anti-insectos analizando su comportamiento en la dinámica poblacional de insectos perjudiciales (mosca blanca y trips) en un cultivo de calabacín (*Cucurbita pepo* cv. Canella) bajo plástico.

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.

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. ANTECEDENTES**

### **2.1. MALLAS ANTI-INSECTOS**

En la historia más reciente del campo almeriense, se empezó a utilizar mallas anti-insectos con unas dimensiones de 10x16 hilos/cm<sup>2</sup> 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 apoyaron 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 10x20 hilos/cm<sup>2</sup>, 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.

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.

## Evaluación de nuevas mallas protectoras sobre la dinámica poblacional insectos perjudiciales en el cultivo de calabacín bajo plástico.

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 CO<sub>2</sub> 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.

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 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.



## Evaluación de nuevas mallas protectoras sobre la dinámica poblacional insectos perjudiciales en el cultivo de calabacín bajo plástico.

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 neegrilla, 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.

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.

## Evaluación de nuevas mallas protectoras sobre la dinámica poblacional insectos perjudiciales en el cultivo de calabacín bajo plástico.

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 cultivos 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).

## Evaluación de nuevas mallas protectoras sobre la dinámica poblacional insectos perjudiciales en el cultivo de calabacín bajo plástico.

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); (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.

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 e 10x20 hilos cm<sup>-2</sup>, 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 que se den los primeros lineamientos tendientes a la definición de los criterios normativos que deberá constituir 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.

## 2.2. 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 Gálvez, J., 1994).

## Evaluación de nuevas mallas protectoras sobre la dinámica poblacional insectos perjudiciales en el cultivo de calabacín bajo plástico.

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 Oviedo, F., 1994).

### 2.2.1. 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 CO<sub>2</sub> y del O<sub>2</sub>, 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.

En condiciones mediterráneas, las temperaturas diurnas de 21 a 27 °C (según radiación) y nocturnas de 12 a 15 °C, se han considerado las más adecuadas (Brun y Lagier, 1984); en estas condiciones resulta más grave, especialmente en primavera, la elevada temperatura e insuficiente ventilación en los invernaderos (Montero *et. al.*, 1985).

Según Serrano (1996), la temperatura media mensual, ideal para obtener una buena producción en este cultivo, debe estar comprometida entre 16-27 °C. Con temperaturas elevadas y alta humedad relativa, si las plantas están en floración se dificulta bastante la fecundación.

### 2.2.2. 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 Steekekenburng, 1986). Se consideran óptimos valores del 70 al 80% (Winspear *et. al.*, 1970). Recientes estudios demuestran que valores elevados de humedad reducen la cosecha en calabacín (Bakker, 1990).

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).

### 2.2.3. Radiación 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, CO<sub>2</sub>, 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”.

### 2.2.4. Anhídrido carbónico

En invernadero, especialmente si las condiciones de ventilación no son óptimas, la reducción del contenido de CO<sub>2</sub> es importante (Lorenzo *et. al.*, 1990). La concentración de CO<sub>2</sub> 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 C<sub>3</sub>.

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).

## Evaluación de nuevas mallas protectoras sobre la dinámica poblacional insectos perjudiciales en el cultivo de calabacín bajo plástico.

Puesto que la magnitud de la fuente o elementos de la fotosíntesis depende principalmente de la radiación solar y la concentración de CO<sub>2</sub> y la magnitud del sumidero depende principalmente de la temperatura, se hace necesario encontrar un equilibrio apropiado entre las tres (Kening y Kramer, 2003).

### 2.3 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  $1 m \cdot s^{-1}$  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%.

## Evaluación de nuevas mallas protectoras sobre la dinámica poblacional insectos perjudiciales en el cultivo de calabacín bajo plástico.

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 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 CO<sub>2</sub> provocado por las plantas al realizar la fotosíntesis.

El nivel normal de CO<sub>2</sub> 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.

## Evaluación de nuevas mallas protectoras sobre la dinámica poblacional insectos perjudiciales en el cultivo de calabacín bajo plástico.

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.

### 2.4 EL CULTIVO DEL CALABACÍN

#### 2.4.1. Situación taxonómica.

Su nombre científico es *Cucurbita pepo* L. Comprende dos variedades botánicas, “variedad condesa u oblonga” y “variedad ovífera”, siendo a la primera a la que pertenecen los calabacines. La variedad ovífera se emplea como planta ornamental.

La taxonomía generalmente aceptada es:

- **Familia:** Cucurbitaceae
- **Subclase:** Metaclamídeas
- **Clase:** Dicotiledóneas
- **Subtipo:** Angiospermas
- **Tipo:** Fanerógamas o Espermafitas
- **Especie:** *Cucurbita Pepo*
- **Subespecie:** *Pepo*

#### 2.4.2. Origen.

El origen del calabacín (*Cucurbita pepo*) aún está por determinar, aunque se barajan dos lugares de procedencia. Por una parte los historiadores lo centran en Asia, ya que su nombre aparece entre las hortalizas citadas por egipcios y existen pruebas de que también eran conocidos por los romanos, (www.infoagro.com, 2003). La otra zona donde se sitúa a esta especie es en el suroeste del continente americano. Su introducción en Europa data de principios del siglo XVI (Reche, 1997).



### **2.4.3. Morfología.**

#### **2.4.3.1. Planta**

El calabacín es una planta anual, de crecimiento indeterminado y vegetación compacta (Camacho, 2002).



*Figura 1. Detalle del cultivo de calabacín cv. Canella. Elaboración Propia (en adelante EP)*

#### **2.4.3.2. Raíz**

El calabacín presenta una raíz axonomorfa, alcanzando ésta un gran desarrollo en relación con las raíces secundarias, las cuales se extienden superficialmente. Pueden aparecer raíces adventicias en los entrenudos de los tallos cuando se ponen en contacto con tierra húmeda (Reche, 1997).

Evaluación de nuevas mallas protectoras sobre la dinámica poblacional insectos perjudiciales en el cultivo de calabacín bajo plástico.

### **2.4.3.3. Tallo**

El tallo es principal con atrofia de brotaciones secundarias y tiene un crecimiento en forma sinuosa (Camacho, 2002), no erecto, alcanzando gran desarrollo: hasta un metro de longitud. Es áspero al tacto, cilíndrico, de superficie pelosa, grueso, consistente, con entrenudos cortos de donde parten hojas, flores, frutos y numerosos zarcillos a 10-20 cm de longitud, delgados y que nacen junto al pedúnculo del fruto (Reche, 1997).



*Figura 2. Detalle de la estructura vegetativa de la planta de calabacín cv. Canella. EP*

#### 2.4.3.4. Hojas

El calabacín tiene grandes hojas, sostenidas por fuertes y alargados pecíolos. Estos parten directamente del tallo, alternándose en forma helicoidal. El limbo de la hoja es grande pudiendo llegar hasta 50 cm. Tiene el haz suave al tacto “glabra” y el envés muy áspero y recubierto de pelos cortos y puntiagudos. El borde de las hojas es dentado con lóbulos pronunciados, presentando profundas entalladuras pero sin llegar al nervio medial, y palmeada por presentar cinco grandes segmentos.



Figura 3. Detalle de la hoja del calabacín cv. Canella. EP

El pecíolo es largo, de hasta 60 cm de longitud, hueco, consistente, con pelos rígidos en la superficie y áspero al tacto, de cortas y finas vellosidades y pequeñas espinas distribuidas a lo largo del mismo.

Las hojas pueden ser verdes claras u oscuras, dependiendo de la variedad, y a veces presentan pequeñas manchas blanquecinas como consecuencia de la existencia de genes que determinan una dominancia sobre el color verde uniforme de la hoja. (Reche, 1997).

#### 2.4.3.5. Flores

Las flores del calabacín son grandes, solitarias, vistosas, axilares, de color amarillo y acampanadas. La planta de calabacín es monoica, por lo que se dan simultáneamente flores masculinas y femeninas. En la flor femenina falta el pedúnculo largo característico de la flor masculina, ya que ésta se une directamente al tallo por un reducido, corto y grueso pedúnculo de sección pentagonal o hexagonal pero irregular (Delgado, 1999).



**Figura 4. Detalle de la flor del calabacín cv. Canella. EP**

Con temperaturas bajas y días cortos se propicia la formación de flores femeninas, mientras que con temperaturas altas y gran luminosidad son las flores masculinas las que se ven favorecidas en su formación. La polinización puede ser entomófila (abejas principalmente) o polinización cruzada. (Reche, 1997).

#### 2.4.3.6 Fruto

Es una baya grande con pericarpio fuerte una vez maduro, placenta carnosa procedente de un ovario ínfero (Camacho, 2002). Los frutos nacen de las axilas de las hojas, estando unidos a un pedúnculo grueso y corto. Se recolectan cuando aproximadamente se encuentra a la mitad de su desarrollo y antes de que se endurezcan (Reche, 1997).

El fruto maduro contiene numerosas semillas, no siendo comercial por su epicarpio duro y por su gran volumen.



**Figura 5. Detalle del fruto del calabacín cv. Canella. EP**

## 2.5. Requerimientos edafoclimáticos

### 2.5.1. Temperatura

#### Siembra

La temperatura óptima del suelo en esta etapa ha de situarse entre los 20-25 °C. Con esta temperatura, las semillas pueden germinar en el transcurso de 2-5 días. Temperaturas del suelo superiores a 40 °C, o por debajo de los 15 °C pueden afectar a la germinación (Delgado, 1999).

#### Desarrollo vegetativo

La temperatura óptima para el desarrollo vegetativo está entre los 25 y 35 °C (Ruíz, 2001). Por encima de 35 °C, se produce una gran transpiración, ocasionando daño a las plantas por deshidratación, mientras que temperaturas por debajo de 10 °C afectan al crecimiento de la planta y pueden provocar deformaciones en el fruto (Reche, 1997).



Figura 6. Detalle del sensor de temperatura, humedad y radiación instalado en el invernadero en el que se desarrolló el ensayo. EP

#### Floración

Para la floración se requieren idealmente unos 20 °C por la noche y alrededor de 25 °C durante el día (Ruíz, 2001). Por debajo de 10 °C se produce caída de flores y deformación de frutos (Reche, 1997).

### **2.5.2. Humedad**

El calabacín es exigente en humedad relativa del aire (Ruíz, 2001). Los valores óptimos para el cultivo del calabacín en invernadero están entre el 65% y el 80%. Igualmente es exigente en humedad del suelo, necesaria para el desarrollo de la gran masa foliar de la planta y para la formación del fruto, cuyo contenido de agua se sitúa próximo al 95%.

Con exceso de humedad ambiental, hay posibilidad de que se dé un aumento de enfermedades y una deficiente fecundación, mientras que si la humedad es deficiente, puede producirse deshidratación de los tejidos, menor desarrollo vegetativo, caída de flores y disminución en la producción y retraso en el crecimiento (Reche, 1997).

### **2.5.3. Luminosidad**

Es una planta de día neutro (Camacho, 2002). Para el calabacín no tiene excesiva repercusión la duración del día, no existiendo, en general, problemas de floración, por lo que el cultivo en invernadero puede realizarse en cualquier época (Reche, 1997).

### **2.5.4. Suelo**

El calabacín es medianamente tolerante a la salinidad del suelo y a la del agua de riego. Se adapta igualmente a terrenos con valores de pH entre 5 y 7, pero prefiere suelos algo ácidos, con valores medios entre 5,6-6,8 (Reche, 1997). Los suelos alcalinos pueden provocar algunos síntomas de carencias (Ruiz, 2001).

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**



### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. UBICACIÓN DEL ENSAYO**

El ensayo se realizó durante la campaña 2010-2011 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 7. Panorámica general de la finca experimental “Fundación UAL-ANECOOP”.*

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 7*. Los invernaderos tienen una superficie de 985 m<sup>2</sup> para U9 y U11, y 715 m<sup>2</sup> para el U12, contándose con una superficie total de estudio de 2.685 m<sup>2</sup>.

Evaluación de nuevas mallas protectoras sobre la dinámica poblacional de insectos perjudiciales en el cultivo de calabacín bajo plástico.

### 3.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS INVERNADEROS

#### 3.2.1. Orientación

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



**Figura 8.** Croquis de la finca y detalle de la orientación de los invernaderos U9, U11 y U12. Localización y distribución de los invernaderos en la finca experimental “Fundación UAL-ANECOOP”

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

Evaluación de nuevas mallas protectoras sobre la dinámica poblacional de insectos perjudiciales en el cultivo de calabacín bajo plástico.

### 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 9. 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.

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 CO<sub>2</sub>.

## Evaluación de nuevas mallas protectoras sobre la dinámica poblacional de insectos perjudiciales en el cultivo de calabacín bajo plástico.

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

Colocamos 3 sensores por sector distribuidos uniformemente.



**Figura 10. 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 Halls, con una alta difusión de luz, lo que limita el efecto de sombra de los cultivos.

En el lado Este de los tres invernaderos se colocaron, en las aberturas de ventilación lateral y cenital, mallas de 10x20 hilos/cm<sup>2</sup> como testigo. En el lado Oeste se colocaron las mallas de prueba: 10x20 hilos/cm<sup>2</sup> (calandrada) en el invernadero U9, 13x30hilos/cm<sup>2</sup> en el invernadero U11 y 10x20 hilos/cm<sup>2</sup> (fotoselectiva) en el invernadero U12 tanto en aberturas laterales como cenitales, para constituir un diseño experimental de tres tratamientos con un testigo.

## Evaluación de nuevas mallas protectoras sobre la dinámica poblacional de insectos perjudiciales en el cultivo de calabacín bajo plástico.

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 11. Detalle de las canaletas de recogida de aguas de lluvia. EP*

### 3.2.3. Ventilación

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 12. 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.

## Evaluación de nuevas mallas protectoras sobre la dinámica poblacional de insectos perjudiciales en el cultivo de calabacín bajo plástico.

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.



**Figura 13. 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 5*.

**Tabla 5. Características edafológicas del suelo de los invernaderos U9, U11 y U12**

Propiedades Fisicoquímicas	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 <sub>tot</sub> (%)	0,22	0,02	0,03
CO <sub>3</sub> (% p/p)	31,18	32,08	18,52
CIC (cmol <sup>+</sup> /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. **N<sub>tot</sub>**: Nitrógeno Total. **CO<sub>3</sub>**: 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 Department of Agriculture).



Evaluación de nuevas mallas protectoras sobre la dinámica poblacional de insectos perjudiciales en el cultivo de calabacín bajo plástico.

### 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 m<sup>3</sup> de capacidad cada una, y cubiertas de polietileno negro.



*Figura 14. Detalle de las balsas en las que se almacena el agua de riego. EP*

## Evaluación de nuevas mallas protectoras sobre la dinámica poblacional de insectos perjudiciales en el cultivo de calabacín bajo plástico.

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  $1,8-2,3 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$  y de la depuradora de Carboneras, gestionada por la “Comunidad de Regantes C.Níjar” (CUCN) cuya conductividad eléctrica (CE) oscila entre  $0,8-3,0 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$

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. Sistema de impulsión.**

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 fertirrigación.**

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.

## Evaluación de nuevas mallas protectoras sobre la dinámica poblacional de insectos perjudiciales en el cultivo de calabacín bajo plástico.

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 15. Detalle del cabezal de riego. EP*

Evaluación de nuevas mallas protectoras sobre la dinámica poblacional de insectos perjudiciales en el cultivo de calabacín bajo plástico.

### 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.

### 3.3.2.4 Red de distribución

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 portagoteros 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 realizar este ensayo, se ha utilizado la especie *Cucurbita pepo* L. cv. Canella en invernadero.



**Figura 16.** Detalle del cultivo de calabacín cv. Canella. EP

### 3.5. TÉCNICAS DE CULTIVO

#### 3.5.1. Ciclo de cultivo.

El calabacín, por lo general, se cultiva en ciclo corto; bien sea en otoño o en primavera. Es una de las hortalizas que presentan mayor variabilidad en las fechas de siembra. Atendiendo al año agrícola, pueden distinguirse los siguientes ciclos de cultivo:

**Extra-temprano:** La siembra se realiza durante el mes de septiembre (zona mediterránea), principalmente en Almería, e iniciando la recolección en octubre hasta final de diciembre.

**Temprano:** Se siembra entre octubre y noviembre, realizándose la recolección desde final de noviembre hasta mediados de febrero.

**Semi-tardío:** La siembra es en febrero y la recolección desde marzo a junio.

**Tardío:** Se siembra a principios de abril y se inicia la recolección en junio (Reche, 1997).

	EXTRATEMPRANO	TEMPRANO	SEMITARDÍO	TARDÍO
<b>Septiembre</b>	Siembra			
<b>Octubre</b>	Recolección	Siembra		
<b>Noviembre</b>				
<b>Diciembre</b>		Recolección		
<b>Enero</b>				
<b>Febrero</b>			Siembra	
<b>Marzo</b>			Recolección	
<b>Abril</b>				Siembra
<b>Mayo</b>				
<b>Junio</b>				Recolección
<b>Julio</b>				

Tabla 6. Ciclos de cultivo del calabacín.

La siembra directa en nuestro ensayo se realizó el 25 de agosto de 2010 y la toma de datos comenzó el 23 de septiembre de 2010, extendiéndose hasta el 5 de enero de 2011, por lo que el ciclo de cultivo llevado a cabo se engloba en el de tipo extra-temprano.

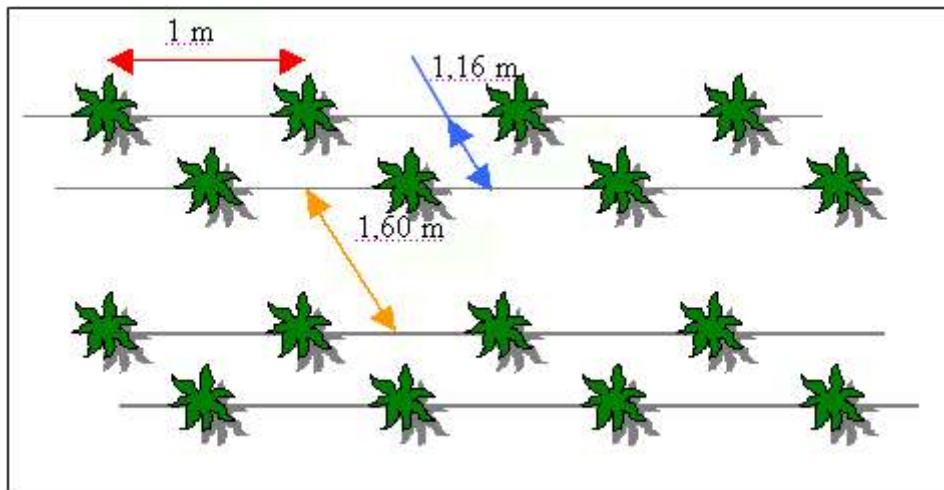
### 3.5.2. Siembra

En el ensayo llevado a cabo, la siembra se efectuó el 25 de agosto del año 2010.

Ésta se realizó de forma manual y directamente sobre el terreno. En primer lugar se hizo un pequeño hoyo en el suelo procurando llegar hasta la capa de materia orgánica (estiércol). Posteriormente, se depositó la semilla de calabacín sobre el terreno, se comprimió ligeramente con los dedos contra la tierra y se recubrió con una fina capa de arena. Por último, se dio un riego sin abono con el fin de inducir la germinación de las semillas.

### 3.5.3. Marco de plantación

El marco de siembra fue de líneas paralelas, separadas 1,16 m entre sí y con pasillos de 1,60 m, con 1 m entre plantas, resultando una densidad de plantación de  $0,72 \text{ plantas} \cdot \text{m}^{-2}$ , que es ligeramente superior a la densidad ofrecida por los marcos de plantación más habituales en la zona, que son  $2 \times 0,5$ ;  $1 \times 1$  y  $1,5 \times 0,75$  (Camacho, 2003).



*Figura 17. Croquis del marco de plantación utilizado en el ensayo. EP*

### 3.5.4. Tutorado

El objetivo de esta labor cultural, es ofrecer una mayor aireación a la planta, lo cual es imprescindible para evitar, en lo posible, la aparición y desarrollo de enfermedades, muy frecuentes en el calabacín debido a su gran superficie foliar. También permite una mayor incidencia y homogeneidad luminosa, mejorando así tanto la asimilación fotosintética, como la distribución del color en el fruto.



**Figura 18.** Detalle del sistema de tutorado “gancho y descuelgue” de calabacín cv. Canella. EP

El sistema de tutorado empleado en el ensayo fue de “gancho y descuelgue”; este consiste en colocar en el emparrillado del invernadero unas perchas con una rafia de polipropileno enrollado alrededor de un carrete para ir dejándolo caer, sujetando la planta a la rafia por la base del tallo mediante unos clips de polietileno blanco y guiándola conforme va creciendo. Debido a su porte medio, se utiliza un sistema de ganchos que permite que la estructura del calabacín se mantenga erguida, recibiendo el máximo de luminosidad, por lo que incide en una mejora de la calidad del fruto y en un incremento de la producción.

## Evaluación de nuevas mallas protectoras sobre la dinámica poblacional de insectos perjudiciales en el cultivo de calabacín bajo plástico.

Este sistema al permitir alargar el ciclo de cultivo debe cumplir una serie de condiciones:

- Resistencia a la carga generada por la planta.
- Facilidad para el desplazamiento e inmovilidad del sistema planta-gancho hasta el siguiente descuelgue.
- Que abarque suficiente rafia para todo el ciclo, aproximadamente de entre 9 y 10 m.
- Durabilidad a través del mantenimiento de sus propiedades físicas de resistencia a lo largo del tiempo.
- Economía, dado que los precios de mercado marcan diferencias entre modelos de hasta 400% (Fernández-Rodríguez, 1999).

### 3.5.5. Deshojado

Se ha efectuado el deshojado en las zonas basales de la planta, con el fin de aumentar la aireación, controlar en cierta medida la aparición de enfermedades fúngicas en períodos invernales y disminuir la absorción de nutrientes por unas hojas que ya estaban demasiado castigadas para realizar la fotosíntesis, siendo inútiles para el engorde del fruto. Además, esta labor mejora las condiciones lumínicas de la planta de calabacín, aumentando su capacidad fotosintética.



**Figura 19. Detalle del deshojado de calabacín cv. Canella. EP**



Evaluación de nuevas mallas protectoras sobre la dinámica poblacional de insectos perjudiciales en el cultivo de calabacín bajo plástico.

### 3.5.6. Riego

El sistema de riego fue con goteros autocompensantes y antidrenantes de 3 l·h<sup>-1</sup>, cuyo marco fue de 1x0,5 m, es decir, existen 2 goteros·m<sup>-2</sup>.

#### 3.5.6.1. Plan de riego

Los requerimientos hídricos de las plantas varían a lo largo del ciclo de cultivo, según diferentes causas como el estado vegetativo de la planta, la temperatura en el interior del invernadero, la humedad del ambiente, etc. En las *Tablas 7 y 8* se pueden observar las distintas fases del riego según las necesidades hídricas del cultivo:

Mes	Semana	s.d.s	Volumen (metros cúbicos)	Minutos de riego
<b>Septiembre</b>	13-19	2	1,700	4
	20-25	3	1,975	22
	27-30	4	1,200	30
<b>Octubre</b>	1-3	5	1,800	30
	4-10	6	2,000	30
	11-17	7	2,175	30
	18-24	8	1,850	30
	25-31	9	1,825	30
<b>Noviembre</b>	1-7	10	1,650	30
	8-14	11	3,250	30
	15-21	12	2,925	30
	22-28	13	2,550	30
	29-30	14	2,700	30
<b>Diciembre</b>	1-5	15	0,05	16,55
	6-12	16	0	20,44
	13-19	17	1,833	30
	20-26	18	2,567	30
	27-31	19	2,067	30
<b>Enero</b>	3-9	20	1,900	30

**Tabla 7.** Plan de riego llevado a cabo durante el ensayo en los invernaderos U9 y U11.

Evaluación de nuevas mallas protectoras sobre la dinámica poblacional de insectos perjudiciales en el cultivo de calabacín bajo plástico.

<b>Mes</b>	<b>Semana</b>	<b>s.d.s</b>	<b>Volumen ( metros cúbicos)</b>	<b>Minutos de riego</b>
<b>Septiembre</b>	10-12	2	0,200	4
	13-19	3	1,170	22
	20-26	4	1,550	30
	27-30	5	1,600	30
<b>Octubre</b>	1-3	6	1,550	30
	4-10	7	1,525	30
	11-17	8	1,575	30
	18-24	9	1,600	30
	25-31	10	2,775	37
<b>Noviembre</b>	1-7	11	1,650	30
	8-14	12	1,625	30
	15-21	13	2,975	30
	22-28	14	1,700	30
	29-30	15	0,500	10
<b>Diciembre</b>	1-5	16	1,600	30
	6-12	17	2,125	30
	13-19	18	1,625	30
	20-26	19	1,600	30
	27-31	20	1,630	30
<b>Enero</b>	1-3	21	1,650	30

*Tabla 8. Plan de riego llevado a cabo durante el ensayo en el invernadero U12.*

### 3.5.6.2. Análisis de agua.

El agua utilizada para el riego del cultivo procede, casi en su totalidad, de la depuradora de Almería, que depura el agua mediante ozonización. Periódicamente se realizan análisis de la misma, con el fin de conocer las características esenciales que permitan mantener un buen manejo del cultivo.

### 3.5.7. Fertirrigación.

Con la fertirrigación se aplica tanto agua como fertilizantes al cultivo. Este método se ha extendido por la mayor parte del sector agrícola y, si se utiliza junto con el riego localizado, es un sistema muy eficaz para suministrar el agua y los nutrientes que necesitan las plantas optimizando los recursos y, por lo tanto, maximizando el rendimiento.

El sistema de fertirriego presenta cuatro tanques entre los que se reparten los fertilizantes que proporcionan los nutrientes básicos (N, P, K), el ácido y los microelementos.

TANQUES	INV. U9	INV. U 11	INV. U12
<b>A</b>	Sulfato potásico 100 Kg por metro cúbico	Sulfato potásico 100 Kg por metro cúbico	Nitrato potásico 100 kg por metro cúbico.
<b>B</b>	Nitrato potásico 100 kg por metro cúbico.	Nitrato potásico 100 kg por metro cúbico	Nitrato potásico 100 kg por metro cúbico
<b>C</b>	Nitrato potásico 100 kg por metro cúbico	Nitrato potásico 100 kg por metro cúbico	Sulfato potásico 100 kg por metro cúbico.
<b>D</b>	Ácido fosfórico 70 Kg por metro cúbico	Ácido fosfórico 70 Kg por metro cúbico	Ácido fosfórico 70 Kg por metro cúbico

**Tabla 9.** Distribución de nutrientes en los diferentes tanques de fertirrigación. EP

### 3.5.8. Cuajado del fruto

El calabacín presenta un deficiente cuajado de los frutos, entre otras causas, por la no coincidencia en el desarrollo y apertura de las flores masculinas y femeninas, por ello depende de otros métodos para conseguir la polinización de sus flores.

Para el cuajado del fruto, se ha recurrido a la utilización de fitohormonas. En el ensayo se utilizó una combinación muy extendida en la zona de las fitohormonas ANA + ANA-Amida en proporción 0,45% de ANA y 1,20% de ANA-Amida a una concentración de 0,8 g de producto comercial por litro de agua.

En este ensayo, el método que se utilizó para la aplicación de fitohormonas sobre el cultivo, fue la pulverización mediante mochila de tratamientos, directamente en el cogollo de la planta de forma uniforme, procurando que llegase a la totalidad del cogollo, por lo que, en este caso, la absorción por parte de la planta fue vía foliar.

La aplicación de este producto sobre el cultivo de calabacín cv. Canella comenzó el 5 de octubre del 2010, repitiéndose cada 3 o 4 días hasta el fin del ensayo.



*Figura 20.. Aplicación de fitohormonas sobre cultivo de calabacín cv. Canella.*

### 3.5.9. Introducción de insectos auxiliares

#### *Lysiphlebus testaceipes*

Himenóptero de la familia Aphidiidae. Endoparásitoide estricto de áfidos de los géneros *Aphis*, *Brachycaudus*, *Myzus*, *Toxoptera*, etc. Puede ser utilizado en el control de diversas especies de pulgones tanto en invernadero como al aire libre. Ejerce un eficaz control sobre *Aphis gossypii*.

Su ciclo biológico pasa por los estadios de huevo, larva, prepupa, pupa y adulto.

Esta especie se reproduce por partenogénesis facultativa: los huevos fecundados producen hembras diploides mientras que los no fecundados dan origen a machos aploides. El apareamiento tiene lugar poco después de la emergencia de los adultos. La puesta la inicia la hembra poco después de la cópula: busca, haciendo uso de las antenas, una larva de pulgón, y con un rápido movimiento del abdomen sitúa un solo huevo en el interior del pulgón. El huevo eclosiona en el interior del pulgón y las larvas de I, II y III edad se alimentan de la hemolinfa del hospedante el cual permanece vivo y puede, incluso, reproducirse. La larva de IV edad se alimenta directamente de los órganos internos del hospedante provocándole la muerte.

Antes de entrar en el estadio de prepupa hace un orificio en la zona central del abdomen del hospedante, a través del cual se fija el sustrato mediante una seda. El tegumento del áfido se endurece y cambia de color adquiriendo una tonalidad marrón claro, la larva teje un capullo en el que pasará los estadios de prepupa y pupa y del que emergerá el imago; los restos del pulgón junto con su contenido reciben el nombre de momia. Los adultos abandonan la momia realizando un agujero en la zona apical.

La duración del periodo larvario disminuye al aumentar la temperatura; así para 12 °C es de unos 35 días, mientras que a 24 °C no sobrepasa los 13 días; a 21 °C es de 14-16 días. La longevidad de los adultos está influenciada por numerosos factores: temperatura, humedad relativa, hospedante, etc. (Vademécum, 2005)



Figura 21. Detalle del envase que contenía a *Lysiphlebus testaceipes*.

### 3.5.10. Tratamientos fitosanitarios

La finca experimental en la que se sitúan los invernaderos es de reciente explotación y, además, no existen zonas de cultivos intensivos a su alrededor, por lo que la presión que podrían ejercer plagas y enfermedades sobre los cultivos es menor.

Puesto que la virulencia de estas plagas y enfermedades resultó relativamente suave, el número de aplicaciones de tratamientos fitosanitarios destinados al control de los patógenos a lo largo del ciclo de cultivo, fue escaso.

De esta forma, los compuestos utilizados principalmente son los que se dirigen al control de hongos, como son la botrytis, muy presente durante todo el cultivo y el oidio; por otra parte están las algas marinas que se utilizan para intentar suavizar el estrés que pueda generarse por la aplicación de ciertos productos y para suministrar nutrientes básicos en las etapas críticas del cultivo; y, en último lugar, aquellos compuestos utilizados para la polinización artificial de las flores cuando las abejas no desarrollan correctamente su labor, como es el caso del cultivo de calabacín (*Tabla 10*).

Aunque con baja incidencia, aparecieron diversos ataques de mosca blanca (*Bemisia tabaci*), trips (*Frankliniella occidentalis*), “ceniza” u oidio de las cucurbitáceas (*Erysiphe cichoracearum* y *Sphaerotheca fuliginea*) y botrytis (*Botrytis cinerea*). A continuación se detallan algunas características de estas plagas y enfermedades:

#### Mosca blanca

Hay dos especies que parasitan al calabacín, *Trialeurodes vaporariorum* y *Bemisia tabaci*; pudiéndolas diferenciar a simple vista entre ellas por su tamaño (*Bemisia Tabaci* es más pequeña) y por la forma de las alas. Tanto una como otra son vectores de diversas virosis.



**Figura 22.** Detalle de hoja joven de calabacín cv. Canella afectado por mosca blanca.

## Evaluación de nuevas mallas protectoras sobre la dinámica poblacional de insectos perjudiciales en el cultivo de calabacín bajo plástico.

Los adultos y larvas se alimentan del tejido celular ocasionando más o menos daño dependiendo, fundamentalmente, del estado fenológico de la planta y el grado de infestación existente. Las larvas segregan sustancias azucaradas sobre las que suelen desarrollarse diversos hongos (negrilla), manchando hojas y frutos, quedando éstos depreciados para su comercialización.

La incidencia de este insecto sobre nuestro cultivo de calabacín ha sido mínima, no existiendo daños notables en éste.

### *Trips*

*Frankliniella occidentalis* es una especie que produce muchos daños en hortícolas. Los adultos y larvas se alimentan a partir de picaduras con las que inyectan su saliva, la cual, posteriormente, succionan mezclada con los jugos celulares. Estas picaduras pueden afectar a cualquier órgano aéreo de la planta, aunque esta especie se siente atraída, preferentemente, por las flores, hojas jóvenes y ápice de la planta.



**Figura 23.** Detalle de flor de calabacín cv. Canella afectado por *Frankliniella occidentalis*.

El pecíolo y envés de las hojas presentan manchas de color plateado, las flores, manchas de color blanquecino y los frutos, pequeñas picaduras por las cuales suelen exudar savia. Este insecto se ha concentrado casi exclusivamente en las flores del calabacín, aunque no ha ocasionado daño alguno al desarrollo normal de los frutos.

Evaluación de nuevas mallas protectoras sobre la dinámica poblacional de insectos perjudiciales en el cultivo de calabacín bajo plástico.

***Botrytis***

Es producida por el hongo *Botrytis cinerea*. Las lesiones se producen principalmente en el extremo de los frutos (flores), a veces llegan al pedúnculo del mismo así como a las hojas y tallos.

Produce una pudrición recubierta por el micelio del hongo de color grisáceo. Su desarrollo se ve favorecido con humedad relativa entorno al 80% y temperaturas entre 20-25 °C. El hongo permanece en el suelo y cuando las condiciones son óptimas se desarrolla fácilmente, penetrando a través de los cortes, heridas de poda, etc.



***Figura 24. Detalle de flor de calabacín infestado por Botrytis cinerea.***

De los problemas más importantes durante el ciclo de cultivo se encuentra botrytis en flores y frutos. Esta enfermedad comienza en las flores de los calabacines y, una vez que los frutos comienzan a desarrollarse, el micelio del hongo se va introduciendo en ellos, llegando a depreciarlos o, incluso, invalidarlos para la venta.



Evaluación de nuevas mallas protectoras sobre la dinámica poblacional de insectos perjudiciales en el cultivo de calabacín bajo plástico.

**“Ceniza” u oidio de las cucurbitáceas**

La enfermedad es producida por los hongos *Erysiphe cichoracearum* y *Sphaerotheca fuliginea*. Los síntomas que se observan son manchas pulverulentas de color blanco en la superficie de las hojas (haz y envés) que van cubriendo todo el aparato vegetativo llegando a invadir la hoja entera, también afecta a tallos y peciolo e incluso a frutos en ataques muy fuertes. Las hojas y tallos atacados se vuelven de color amarillento y se secan.

Las malas hierbas y otros cultivos de cucurbitáceas, así como restos de cultivos serían las fuentes de inóculo y el viento es el encargado de transportar las esporas y dispersar la enfermedad. Las temperaturas se sitúan en un margen de 10-35 °C, con el óptimo alrededor de 26 °C. La humedad relativa óptima es del 70%.



**Figura 25. Detalle de un cultivo de calabacín afectado por *E. cichoracearum* y *S. fuliginea*. EP**

Esta enfermedad se controló durante todo el ciclo.

Evaluación de nuevas mallas protectoras sobre la dinámica poblacional de insectos perjudiciales en el cultivo de calabacín bajo plástico.

**TRATAMIENTOS APLICADOS DURANTE EL CULTIVO**

Fecha	d.d.s.	Producto comercial	Materia activa	Modo de aplicación
13/09/2010	19	Spintor	Spinosad 48% p/v	40 cc en 200 litros de caldo
15/09/2010	21	Probelte	Dicofol 3% + Tetradifon 1% p/p	10 kg en espolvoreo
17/09/2010	23	Vydate	Oxamilo 10% p/v	2 litros en riego
22/09/2010	28	Probelte	Dicofol 3% + Tetradifon 1% p/p	12 kg en espolvoreo
25/09/2010	31	Vydate	Oxamilo 10% p/v	1,5 litros en riego
01/10/2010	37	Probelte	Dicofol 3% + Tetradifon 1% p/p	12 Kg en espolvoreo
05/10/2010	41	Hormoprin	ANA 0,45%+ANA AMIDA 1,2 % wp	70 g en 100 litros de caldo (mochila)
11/10/2010	47	Hormoprin  Ibermarc 2000	ANA 0,45%+ANA AMIDA 1,2 % wp	120 g 200cc En 100 litros de caldo (mochila)
15/10/2010	51	Hormoprin  Ibermarc 2000  Iprodiona 50 flow	ANA 0,45%+ANA AMIDA 1,2 % wp  Iprodiona 50%	120 g 200cc 75cc En 100 litros de caldo (mochila)
21/10/2010	57	Hormoprin  Ibermarc 2000	ANA 0,45%+ANA AMIDA 1,2 % wp	120 g 200cc En 100 litros de caldo (mochila)
22/10/2010	59	Domark  Plenum	Tetraconazol 10%  Pimetrocina 50%	250cc 200g En 500 litros de caldo
26/10/2010	61	Hormoprin  Ibermarc 2000  Iprodiona 50 flow	ANA 0,45%+ANA AMIDA 1,2 % wp  Iprodiona 50%	120 g 200cc 70cc En 100 litros de caldo (mochila)
30/10/2010	65	Hormoprin  Ibermarc 2000	ANA 0,45%+ANA AMIDA 1,2 % wp	100 g 200cc En 100 litros de caldo (mochila)
04/11/2010	70	Hormoprin  Ibermarc 2000	ANA 0,45%+ANA AMIDA 1,2 % wp	100 g 250cc En 100 litros de caldo (mochila)
09/11/2010	75	Archi radicular Hormoprin  Ibermarc 2000 Iprodiona 50 flow	ANA 0,45%+ANA AMIDA 1,2 % wp  Iprodiona 50%	3,5 litros en riego  120 g 200cc 100cc En 50 litros de caldo (mochila)
		Hormoprin	ANA 0,45%+ANA	110 g

Evaluación de nuevas mallas protectoras sobre la dinámica poblacional de insectos perjudiciales en el cultivo de calabacín bajo plástico.

15/11/2010	81	Ibermarc 2000 Iprodiona 50 flow	AMIDA 1,2 % wp Iprodiona 50%	200cc 100cc En 100 litros de caldo (mochila)
19/11/2010	85	Hormoprin Ibermarc 2000 Iprodiona 50 flow	ANA 0,45%+ANA AMIDA 1,2 % wp Iprodiona 50%	110 g 200cc 100cc En 100 litros de caldo (mochila)
26/11/2010	91	Archi radicular Caddi Pepite Teppeki	Ciproconazol 10% Flonicamida	3,5 litros en riego 90 g en 400 litros 45 g en 400 litros
30/11/2010	95	Hormoprin Ibermarc 2000 Iprodiona 50 flow	ANA 0,45%+ANA AMIDA 1,2 % wp Iprodiona 50%	150 g 200cc 100cc En 50 litros de caldo (mochila)
09/12/2010	104	Hormoprin Ibermarc 2000 Iprodiona 50 flow	ANA 0,45%+ANA AMIDA 1,2 % wp Iprodiona 50%	110 g 200cc 100cc En 110 litros de caldo (mochila)
15/12/2010	109	Hormoprin Ibermarc 2000 Iprodiona 50 flow	ANA 0,45%+ANA AMIDA 1,2 % wp Iprodiona 50%	105 g 200cc 100cc En 100 litros de caldo (mochila)
20/12/2010	114	K. atomic Wister	Tebuconazol 25%	800 cc en 450 litros 450 cc en 450 litros
22/12/2010	116	Hormoprin Ibermarc 2000 Iprodiona 50 flow	ANA 0,45%+ANA AMIDA 1,2 % wp Iprodiona 50%	105 g 200cc 100cc En 100 litros de caldo (mochila)
27/12/2010	121	Hormoprin Ibermarc 2000 Iprodiona 50 flow	ANA 0,45%+ANA AMIDA 1,2 % wp Iprodiona 50%	105 g 200cc 100cc En 100 litros de caldo (mochila)
03/01/2011	126	Hormoprin Ibermarc 2000	ANA 0,45%+ANA AMIDA 1,2 % wp	105 g 200cc En 100 litros de caldo (mochila)

**Tabla 10. Plan de tratamientos fitosanitarios aplicados durante el ensayo.EP**

Evaluación de nuevas mallas protectoras sobre la dinámica poblacional de insectos perjudiciales en el cultivo de calabacín bajo plástico.

### 3.5.11. Fisiopatías

Las fisiopatías que se observaron durante el ensayo fueron las siguientes:

#### *Frutos “chupados”*

Son frutos que no se desarrollan uniformemente y se quedan “chupados”, generalmente por la extremidad apical, aunque por la otra extremidad el desarrollo es normal. Este problema se debe normalmente a cambios bruscos de temperatura y/o humedad; falta de agua en el suelo; estrés hídrico o por tratamientos fitosanitarios.



*Figura 26. Detalle de fruto de calabacín “chupados”*

#### *Frutos torcidos*

Existen ocasiones en las que el fruto del calabacín se dobla por el centro del mismo, esto es debido a un mal cuajado de los mismos.



*Figura 27. Detalle de fruto de calabacín torcido*

Evaluación de nuevas mallas protectoras sobre la dinámica poblacional de insectos perjudiciales en el cultivo de calabacín bajo plástico.

***Frutos “anieblados”***

Son frutos que paralizan su desarrollo en un estado muy joven y que al final son abortados. Las causas que pueden producir este problema son: agotamiento de la planta, falta de vigor vegetativo y también debido a tratamientos fitosanitarios.



***Figura 28. Detalle de fruto de calabacín “anieblado”.***

### 3.6. MALLAS ANTI-INSECTOS

Las mallas anti-insectos seleccionadas para este estudio fueron aquellas que comercialmente son las más demandadas por los productores del sector agrario, cuyas características geométricas han sido obtenidas mediante un ensayo en el laboratorio, y se exponen en la siguiente tabla.

Código	Densidad (fabricante)	Densidad (hilos/cm <sup>2</sup> )	$\alpha$ (%)	L <sub>px</sub> ( $\mu$ m)	L <sub>py</sub> ( $\mu$ m)	D <sub>hx</sub> ( $\mu$ m)	D <sub>hy</sub> ( $\mu$ m)	D <sub>i</sub> ( $\mu$ m)	S <sub>p</sub> (mm <sup>2</sup> )
<b>Malla 0</b>	10x20	9,9x19,7	0,335	233,7	734,0	276,4	273,4	236,6	0,171
<b>Malla 1</b>	10x20	10,0x20,1	0,325	225,4	724,8	277,1	273,0	229,5	0,163
<b>Malla 2</b>	13x30	13,1x30,5	0,390	164,6	593,3	168,6	163,1	167,4	0,098
<b>Malla 3</b>	10x20	9,2x20,7	0,375	234,9	838,7	245,8	248,0	238,7	0,197

**Tabla 11.** Características geométricas de las mallas ensayadas: porosidad  $\alpha$ , luz de los poros L<sub>px</sub> x L<sub>py</sub>, grosor de hilos D<sub>hx</sub> x D<sub>hy</sub>, diámetro de la circunferencia inscrita D<sub>i</sub> y área del poro S<sub>p</sub>.

Algunas de estas mallas han sido tratadas con procesos característicos, como es el caso de la Malla 1 que es calandrada, y la Malla 3 que es fotoselectiva.

### 3.7. DISEÑO EXPERIMENTAL

#### 3.7.1. Caracterización 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 calabacín cv. Canella, cultivado en invernadero durante la campaña 2010/2011. Para ello se realizó un ensayo de bloques al azar constituido por los tratamientos: T0 correspondiente a la malla testigo y T1, T2 y T3 para los diferentes tipos de mallas.

Los tres invernaderos donde se realizó el trabajo experimental están divididos por la mitad con una pared divisoria que está provista de una puerta para un mejor acceso de una parte a otra del invernadero, la finalidad es alterar lo menos posible el microclima de los invernaderos. En el lado Este de los tres invernaderos se colocaron, en las aperturas de ventilación laterales y cenitales, la Malla 0 como testigo o control y del lado Oeste se colocaron las mallas de prueba. En el invernadero U9 se puso la Malla 1 (10x20 hilos/cm<sup>2</sup> calandrada), en el invernadero U11 la Malla 2 (13x30hilos/cm<sup>2</sup>) y en el invernadero U12 la Malla 3 (10x20 hilos/cm<sup>2</sup> fotoselectiva)

Evaluación de nuevas mallas protectoras sobre la dinámica poblacional de insectos perjudiciales en el cultivo de calabacín bajo plástico.

Para el análisis de datos de muestreos de insectos cada uno de los invernaderos se dividió en 4 sectores (NO, SO, NE, SE). En cada sector se seleccionaron tres pasillos al azar, que sirvieron para llevar el seguimiento del cultivo.

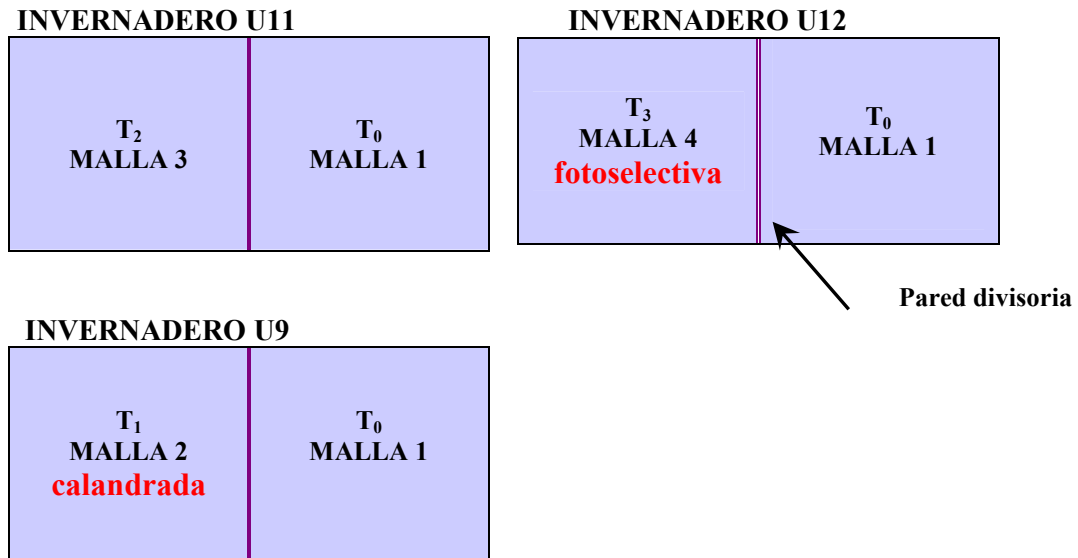


Figura 29.. Esquema de la distribución de los tratamientos y de las mallas anti-insectos en cada uno de los tres invernaderos del ensayo.

La superficie con que se cuenta para este estudio es de 2685 m<sup>2</sup> distribuida del siguiente modo: 985 m<sup>2</sup> para los invernaderos U9 y U11, y 715 m<sup>2</sup> para el invernadero U12; se tiene por tanto una superficie con malla control de 10x20 hilos/cm<sup>2</sup> de un total de 1342,5 m<sup>2</sup> para los tres invernaderos y para la malla de prueba calandrada del invernadero U9 de 492,5 m<sup>2</sup> e igual para el invernadero U11 con malla de prueba de 13x30 hilos·cm<sup>2</sup>, y para la malla fotoselectiva del invernadero U12 se tienen 357,5 m<sup>2</sup>.

### 3.7.2. Superficie de aberturas de ventilación por invernadero

La superficie de las aberturas de ventilación cenital y lateral de cada invernadero es de: 194 m<sup>2</sup>, 212 m<sup>2</sup> y 176 m<sup>2</sup>, para los invernaderos U9, U11 y U12 respectivamente, *Tabla 15*, 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 las cantidades totales dividido entre dos.

SUPERFICIE DE ABERTURAS DE VENTILACION (m <sup>2</sup> )								
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

*Tabla 12.* Superficie de aberturas de ventilación de los tres invernaderos.



### 3.7.3. Superficie de las parcelas elementales de experimentación

En cada tratamiento se delinearon cuatro parcelas elementales e experimentación con dimensiones de 22x2,5m y superficie de 55 m<sup>2</sup>, que contiene dos líneas de cultivo pareadas con 44 goteros por línea, para igual número de plantas, para cada uno de los invernaderos U9, U11. Para el invernadero U12, las dimensiones son de 16x2,5 m y superficie de 40 m<sup>2</sup>, y contienen dos líneas de cultivo pareadas con 32 goteros por línea. La Tabla 16 muestra las superficies de las 6 parcelas elementales de experimentación, la superficie por tratamiento y el porcentaje, respecto a la superficie de cada invernadero.

Superficie de Parcelas Elementales en m <sup>2</sup>								
INV	TRAT	Nº de Parcelas Elementales por Tratamiento				Sup. Total x Trat. m <sup>2</sup>	Sup. Total x Inv. m <sup>2</sup>	% de Sup. x Inv.
		NO	SO	NE	SE			
U9	T <sub>1</sub>	55	55			110	985	22,34
	T <sub>0</sub>			55	55	110		
U11	T <sub>2</sub>	55	55			110	985	22,34
	T <sub>0</sub>			55	55	110		
U12	T <sub>3</sub>	40	40			80	715	22,38
	T <sub>0</sub>			40	40	80		

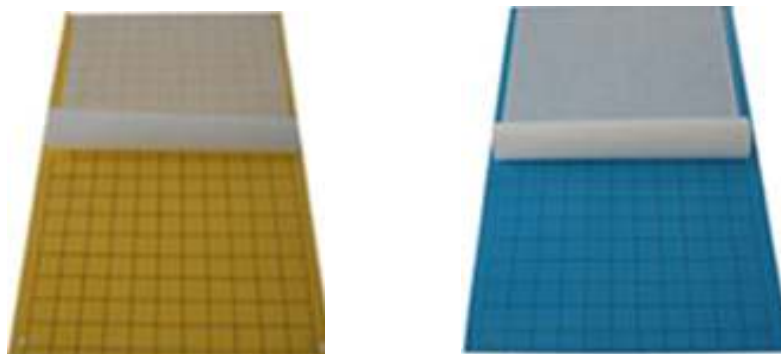
**Tabla 13.** Superficie de las parcelas elementales de experimentación por tratamiento y el porcentaje respecto a la superficie de cada invernadero.

Evaluación de nuevas mallas protectoras sobre la dinámica poblacional de insectos perjudiciales en el cultivo de calabacín bajo plástico.

### 3.7.4. Muestreo de insectos plaga

Las poblaciones de insectos plaga a evaluar, por su importancia desde el punto de vista económico como vectores de enfermedades, fueron: Mosca blanca del tabaco (*Bemisia tabaci*) y Trips (*Frankliniella occidentalis*).

Para la valoración de las poblaciones de insectos plaga en los cuatro tratamientos del experimento, en el interior de los invernaderos, el muestreo de insectos se realizó con trampas cromatópicas adhesivas, amarillas y azules, de 20x25 cm.



**Figura 30. Detalle de trampas cromatópicas adhesivas amarillas y azules.EP**

El conteo de insectos adheridos a las trampas se realizó en laboratorio con la ayuda de una lámpara con lupa de 22 Watios y 5 dioptrías (ampliación de 2,25X).



**Figura 31. Lupa de 2,25X de ampliación con lámpara de 22 watios para el conteo de insectos.EP**

Evaluación de nuevas mallas protectoras sobre la dinámica poblacional de insectos perjudiciales en el cultivo de calabacín bajo plástico.

Con el muestreo de trampas cromatrópicas adhesivas se pretende tener información de la magnitud de las poblaciones de insectos en el interior de los invernaderos; para ello se colocaron 6 trampas por cada sector, 3 amarillas y 3 azules, colocándose un total de 72 trampas en el interior de los invernaderos y 16 trampas repartidas por sectores en las aberturas de ventilación en el exterior de los invernaderos U11 y U12.



**Figura 32. Destalle de la ubicación de las trampas cromatrópicas en el interior del invernadero. EP**



**Figura 33. Detalle de la colocación de trampas cromatrópicas en las aberturas de ventilación del exterior de los invernaderos. EP**

Evaluación de nuevas mallas protectoras sobre la dinámica poblacional de insectos perjudiciales en el cultivo de calabacín bajo plástico.

Las trampas de color azul se utilizan principalmente para trips, por lo que se colocaron bastante cerca de la planta ya que estos insectos vuelan muy poco; y las amarillas para la mosca blanca.

Las trampas se fueron cambiando cada 15 días aproximadamente, envolviéndolas en un film transparente para facilitar su transporte hasta el laboratorio y su lectura, para la cual se utilizó la lámpara con lupa de la *Figura 31*.

TRATAMIENTO	TRAMPAS CROMATRÓPICAS (20x25 cm)		TOTAL
	Amarillas	Azules	
<b>Invernadero U9</b>			
T1=Malla 10X20 C	6	6	12
T0=Malla 10X20 T	6	6	12
<b>Invernadero U11</b>			
T2=Malla 13X30	8	8	16
T0=Malla 10X20 T	8	8	16
<b>Invernadero U12</b>			
T3=Malla 10X20 F	8	8	16
T0=Malla 10X20 T	8	8	16

**Tabla 14.** Número de trampas adhesivas cromatrópicas por tratamiento para el muestreo de insectos en el interior y exterior de los invernaderos U9, U11 y U12.

### **3.7.5. Análisis estadístico**

Todos los datos se sometieron a análisis de la varianza ( $p < 0,05$ ) y al test de mínimas diferencias significativas con la ayuda del paquete estadístico STATGRAPHICS Plus 5.0 para Windows.

#### **3.7.5.1. Análisis de la varianza**

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

#### **3.7.5.2. Contrastes de rango múltiple**

El método usado para discriminar entre las medias, es el de las menores diferencias significativas de Fisher (LSD). En las tablas obtenidas se aplican comparaciones múltiples para determinar que medias son significativamente diferentes de otras. El cálculo de los valores medios para cada nivel (o grupo de niveles) se ha realizado en función de la pertenencia de cada nivel a un grupo homogéneo o a la intersección entre varios grupos.

## **4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

## **4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

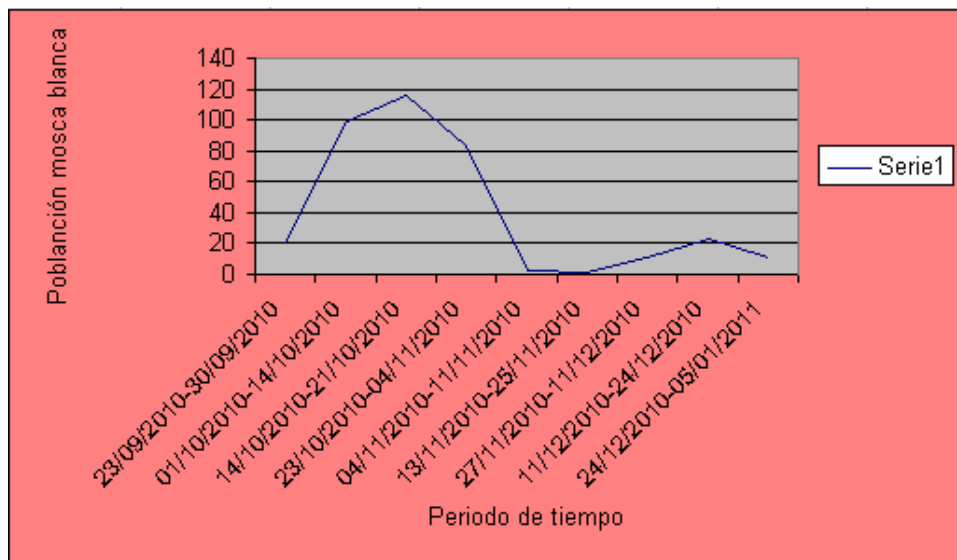
En este apartado se presentan los resultados obtenidos en los ensayos de campo, relativos al efecto que tuvieron las mallas como barrera de protección, al paso de los dos principales insectos plaga (mosca blanca y trips).

Como se ha comentado en apartados anteriores, cada uno de los tres invernaderos se dividió en dos mitades iguales mediante una pared 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.

### **4.1 EVOLUCIÓN EN LA POBLACIÓN DE MOSCA BLANCA Y TRIPS A LO LARGO DEL ESTUDIO.**

Para empezar analizaremos la evolución en la población de mosca blanca y de trips a lo largo del tiempo empleado en nuestro estudio.

#### **Población de mosca blanca**



*Gráfico 7. Evolución de mosca blanca a lo largo del ensayo.*

Podemos observar que al principio de nuestro ensayo la población de mosca blanca tuvo un crecimiento progresivo hasta aproximadamente finales del mes de Noviembre donde comenzó a descender de forma muy acusada posiblemente por el descenso de las temperaturas, siendo prácticamente nula la población de este insecto plaga en los meses de Noviembre, Diciembre y Enero.

### Población de trips

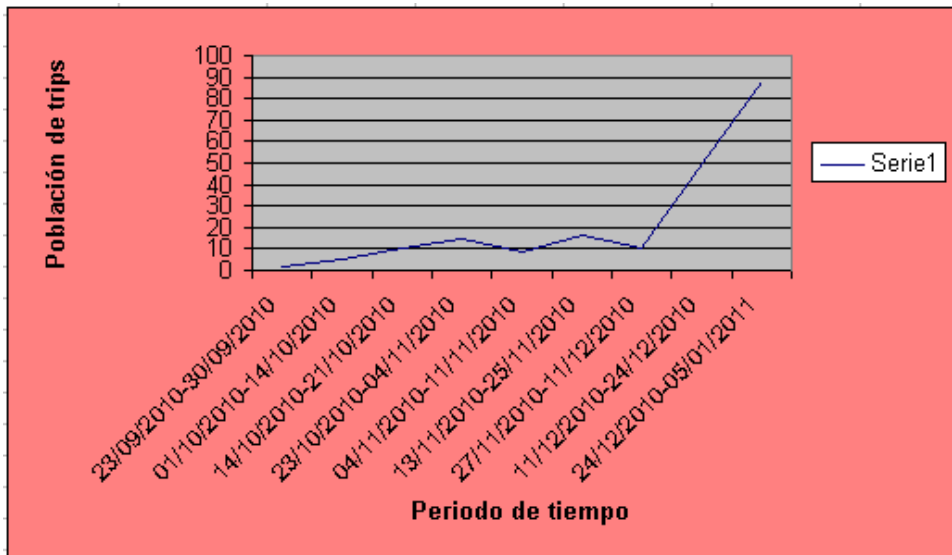


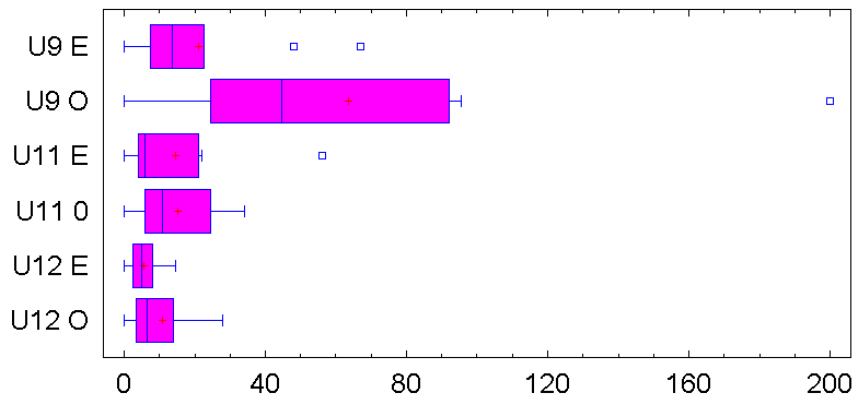
Gráfico 8. Evolución de trips a lo largo del ensayo.

Al contrario de lo que sucedía con la población de mosca blanca, la población de trips al inicio de nuestro estudio no fue muy elevada aunque si podemos decir que fue creciente a lo largo e los meses de Octubre y Noviembre, pero fue en el mes de Diciembre cuando realmente se produjo un crecimiento muy pronunciado.



#### **4.2 POBLACIÓN DE MOSCA BLANCA EN SECTORES INTERIORES**

A continuación analizaré la población de mosca blanca en el interior comparando los sectores Este y Oeste de los tres invernaderos llevados a ensayo:



**Gráfico 9. Población de mosca blanca en sectores interiores.**

En esta gráfica se muestra notablemente la diferencia entre los tres invernaderos y entre los tres sectores, la población de mosca blanca en el invernadero U9 O es muy superior a la población de mosca blanca que hay en el sector Oeste de los otros dos invernaderos.

Entre los sectores Este de los invernaderos U9 y U11 no hay una gran variación ya que los datos son muy similares pero si existe una diferencia significativa entre estos y el sector Este del invernadero U12.

Aunque en la gráfica anterior ya ha quedado claro que las diferencias son notables entre sectores e invernaderos en la población de mosca blanca en el interior de estos, a continuación vamos a analizar nuestros datos sometiéndolos a un estudio de contraste de rango múltiple para comprobar realmente la magnitud de dichas diferencias.

## CONTRASTE DE RANGO MÚLTIPLE

Método: 95,0 porcentaje LSD			
	Frec.	Media	Grupos homogéneos
U12 E	9	5,72222	X
U12 O	9	10,8333	X
U11 E	9	14,6667	X
U11 O	9	15,2778	X
U9 E	9	21,2222	X
U9 O	9	63,4444	X

Contraste	Diferencias	+/- Límites
U9 E - U9 O	*-42,2222	26,8942
U9 E - U11 E	6,55556	26,8942
U9 E - U11 O	5,94444	26,8942
U9 E - U12 E	15,5	26,8942
U9 E - U12 O	10,3889	26,8942
U9 O - U11 E	*48,7778	26,8942
U9 O - U11 O	*48,1667	26,8942
U9 O - U12 E	*57,7222	26,8942
U9 O - U12 O	*52,6111	26,8942
U11 E - U11 O	-0,611111	26,8942
U11 E - U12 E	8,94444	26,8942
U11 E - U12 O	3,83333	26,8942
U11 O - U12 E	9,55556	26,8942
U11 O - U12 O	4,44444	26,8942
U12 E - U12 O	-5,11111	26,8942

\* indica una diferencia significativa.

Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar las medias que son significativamente diferentes unas de otras. El asterisco que se encuentra al lado de los 5 pares, indica que éstos muestran diferencias estadísticamente significativas a un nivel de confianza 95,0%. En la parte superior, 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.

Después de someter a estudio nuestros datos podemos afirmar que hay diferencias estadísticamente significativas entre el invernadero U9 Este donde se encuentra la malla testigo de 10x20 hilos/cm<sup>2</sup> y el invernadero U9 Oeste donde hay una malla de 10x20 hilos/cm<sup>2</sup> calandrada.

También encontramos diferencias estadísticamente significativas entre el sector Oeste del invernadero U9 donde esta la malla de 10x 20 hilos/cm<sup>2</sup> calandrada y el sector Este del invernadero U11 donde hay colocada la malla testigo.

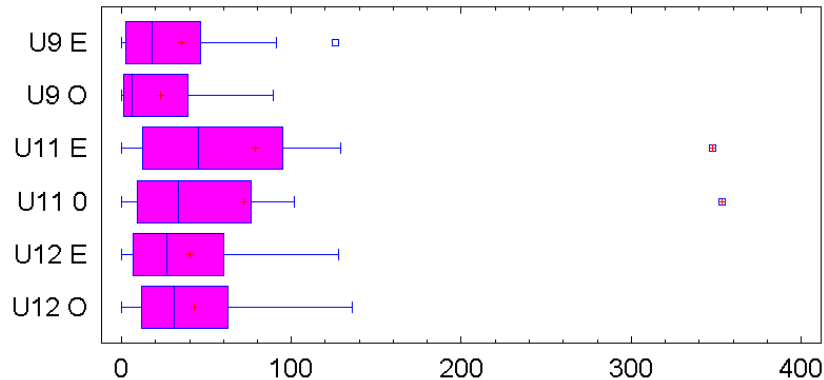
En todas las comparaciones llevadas a cabo, siempre aparecen en el sector Oeste del invernadero U9, donde está ubicada una malla testigo, diferencias significativas con el resto de sectores Oeste de los otros dos invernaderos. Esto ocurre a pesar de que, en todos los sectores de la parte Oeste está colocada la misma malla usada como testigo.

## Evaluación de nuevas mallas protectoras sobre la dinámica poblacional de insectos perjudiciales en el cultivo de calabacín bajo plástico.

Todas estas diferencias podrían estar fundadas en la ubicación de nuestro invernadero pudiendo ser más fácil el acceso de mosca blanca por este lugar.

### **4.3 POBLACIÓN DE TRIPS EN SECTORES INTERIORES**

En el siguiente gráfico compararemos la población de trips en el interior de nuestros invernaderos viendo si existen diferencias entre los sectores y por lo tanto entre las mallas llevadas a estudio.



*Gráfico 10. Población de trips en sectores interiores.*

A simple vista podemos observar que entró mayor cantidad de trips en el invernadero U11 tanto en el sector Este como en el sector Oeste mientras que en los invernaderos U12 y U9 la cantidad de trips que entró fue similar en ambos sectores.

De todos modos mediante un contraste de rango múltiple determinaremos si las diferencias encontradas en la gráfica anterior son estadísticamente significativas.

Evaluación de nuevas mallas protectoras sobre la dinámica poblacional de insectos perjudiciales en el cultivo de calabacín bajo plástico.

**CONTRASTE DE RANGO MÚLTIPLE**

Método: 95,0 porcentaje LSD			
	Frec.	Media	Grupos homogéneos
U9 0	9	23,2222	X
U9 E	9	35,1111	X
U12 E	9	40,3333	X
U12 0	9	42,5556	X
U11 0	9	72,0	X
U11 E	9	79,0556	X

Contraste	Diferencias	+/- Límites
U9 E - U9 0	11,8889	67,9837
U9 E - U11 E	-43,9444	67,9837
U9 E - U11 0	-36,8889	67,9837
U9 E - U12 E	-5,22222	67,9837
U9 E - U12 0	-7,44444	67,9837
U9 0 - U11 E	-55,8333	67,9837
U9 0 - U11 0	-48,7778	67,9837
U9 0 - U12 E	-17,1111	67,9837
U9 0 - U12 0	-19,3333	67,9837
U11 E - U11 0	7,05556	67,9837
U11 E - U12 E	38,7222	67,9837
U11 E - U12 0	36,5	67,9837
U11 0 - U12 E	31,6667	67,9837
U11 0 - U12 0	29,4444	67,9837
U12 E - U12 0	-2,22222	67,9837

\* indica una diferencia significativa.

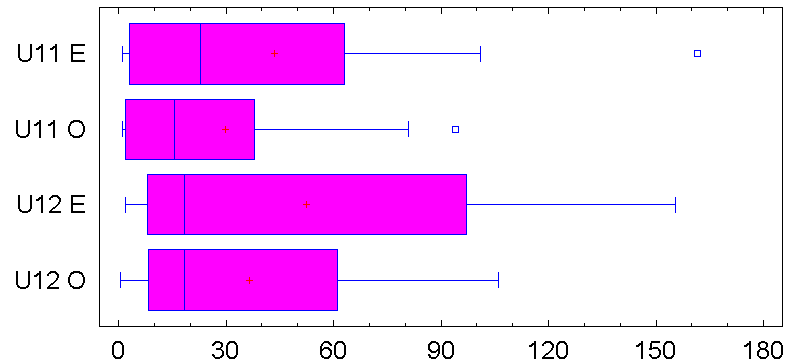
La mitad inferior de la salida muestra la diferencia estimada entre cada par de medias. No hay diferencias estadísticamente significativas entre ningún par de medias a un nivel de confianza 95,0%. En la parte superior de la página, se identifica un grupo homogéneo según la alineación del signo X en la columna. Dentro de cada columna, los niveles que tienen signo X forman un grupo de medias entre las cuales no hay diferencias estadísticamente significativas.

Aunque después de observar el gráfico 8 pensábamos que encontraríamos variaciones, según los datos anteriores podemos observar que no hay ninguna diferencia significativa entre invernaderos y sectores en la población interior de trips.

No existe diferencia entre la malla testigo usada en el sector Este de los tres invernaderos y las mallas de prueba usadas en el sector Oeste de los mismos, siendo una malla calandrande de 10x20 hilos/cm<sup>2</sup> en el invernadero U9, una malla de 13x30 hilos/cm<sup>2</sup> en el U11 y una malla fotoselectiva de 10x20 hilos/cm<sup>2</sup> en el U12.

#### **4.4 POBLACIÓN DE MOSCA BLANCA EN SECTORES EXTERIORES**

Lo siguiente que haremos será comparar la población de mosca blanca en el exterior de nuestros invernaderos:



*Gráfico 11. Población de mosca blanca en sectores exteriores.*

Según podemos observar en el gráfico la población de mosca blanca en el sector Este de ambos invernaderos es mayor que la población en el sector Oeste, siendo notablemente superior en el sector Este del invernadero U12.

#### **CONTRASTE DE RANGO MÚLTIPLE**

Método: 95,0 porcentaje LSD			
	Frec.	Media	Grupos homogéneos
U11 O	9	29,7222	X
U12 O	9	36,5	X
U11 E	9	43,6667	X
U12 E	9	52,5	X

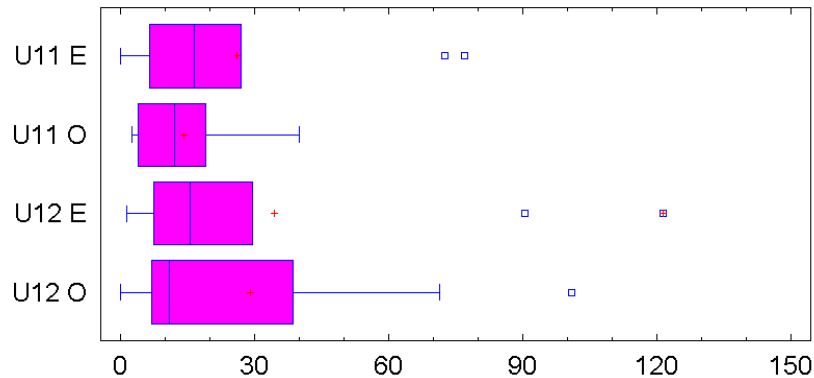
Contraste	Diferencias	+/- Límites
U11 E - U11 O	13,9444	47,0801
U11 E - U12 E	-8,83333	47,0801
U11 E - U12 O	7,16667	47,0801
U11 O - U12 E	-22,7778	47,0801
U11 O - U12 O	-6,77778	47,0801
U12 E - U12 O	16,0	47,0801

\* indica una diferencia significativa.

Según lo comentado anteriormente pensábamos que encontraríamos diferencias estadísticamente significativas entre el sector Este del invernadero U12 y los demás sectores, pero una vez llevado a cabo el contraste de rango múltiple no se ha encontrado ninguna a un nivel de confianza 95,0%.

#### **4.5 POBLACIÓN DE TRIPS EN SECTORES EXTERIORES**

Igual que hemos comparado la población de mosca blanca en el exterior de nuestros invernaderos haremos lo mismo con la población de trips.



*Gráfico 12. Población de trips en sectores exteriores.*

En esta gráfica a simple vista no hay diferencias muy notables entre los sectores Este de nuestros invernaderos donde está nuestra malla testigo, pero en la parte Oeste del invernadero U12 la población de trips es mayor que en el invernadero U11 pero no demasiado.

Aunque viendo la gráfica 10 parece que no existirá ninguna diferencia estadísticamente significativa someteremos nuestros datos a un estudio de contraste de rango múltiple.

#### **CONTRASTE DE RANGO MÚLTIPLE**

Método: 95,0 porcentaje LSD			
	Frec.	Media	Grupos homogéneos
U11 O	9	14,2778	X
U11 E	9	25,9444	X
U12 O	9	29,1111	X
U12 E	9	34,3333	X

Contraste	Diferencias	+/- Límites
U11 E - U11 O	11,6667	30,3616
U11 E - U12 E	-8,3889	30,3616
U11 E - U12 O	-3,1667	30,3616
U11 O - U12 E	-20,0556	30,3616
U11 O - U12 O	-14,8333	30,3616
U12 E - U12 O	5,2222	30,3616

\* indica una diferencia significativa.

## Evaluación de nuevas mallas protectoras sobre la dinámica poblacional de insectos perjudiciales en el cultivo de calabacín bajo plástico.

Como esperábamos, una vez analizados nuestros datos observamos que efectivamente no hay diferencias estadísticamente significativas en el exterior de los invernaderos llevados a ensayo.

Según los resultados obtenidos no existen diferencias significativas entre invernaderos ni entre sectores en la población de mosca blanca y de trips independientemente de las mallas de prueba, de las características de cada invernadero y de la ubicación de los mismos.

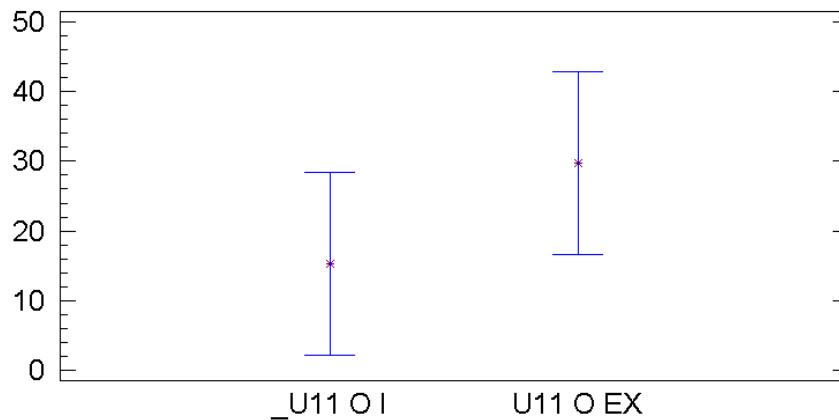
No hemos podido estudiar la diferencia entre la población de mosca blanca y de trips el invernadero U9 y los otros dos ya que en el exterior de dicho invernadero no pudimos colocar trampas cromatrópicas ya que en el lado Norte está provisto de un sistema de ventilación evaporativa.

#### 4.6 COMPARACIÓN DE MOSCA BLANCA ENTRE SECTORES EXTERIORES E INTERIORES

En este apartado estudiaremos la cantidad de mosca blanca comparando los sectores exteriores con los interiores de cada invernadero.

Comenzaremos estudiando las diferencias entre el sector Oeste del invernadero U11.

##### **U11 O**



*Gráfico 13. Comparación de población de mosca blanca entre la parte exterior e interior del sector Oeste del invernadero U11*

Aparentemente hay una notable diferencia entre la parte exterior y la interior en el sector Oeste del invernadero U11.

#### **CONTRASTE DE RANGO MÚLTIPLE**

Método: 95,0 porcentaje LSD			
	Frec.	Media	Grupos homogéneos
_U11 O I	9	15,2778	X
U11 O EX	9	29,7222	X
Contraste		Diferencias	+/- Límites
_U11 O I - U11 O EX		-14,4444	26,2529

\* indica una diferencia significativa.

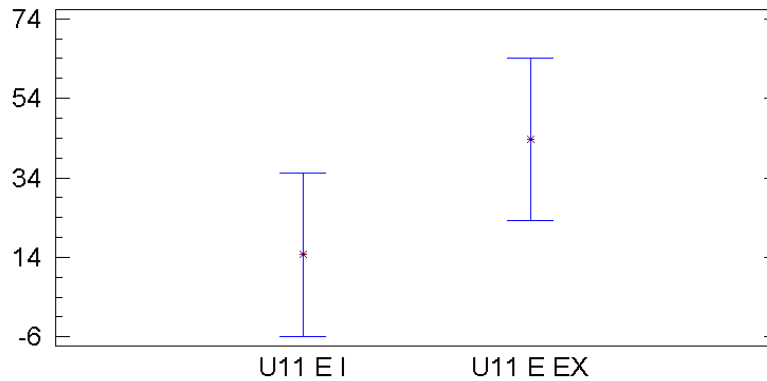
Observando la gráfica anterior esperábamos encontrar diferencias estadísticamente significativas entre el interior y el exterior del sector Oeste del invernadero U11 pero después de someterlos a un estudio de contraste de rango múltiple no se han obtenido diferencias entre ningún par de medias a un nivel de confianza 95,0%.



Evaluación de nuevas mallas protectoras sobre la dinámica poblacional de insectos perjudiciales en el cultivo de calabacín bajo plástico.

En el siguiente gráfico analizaremos la población de mosca blanca en el sector Este del invernadero U11 comparando la parte interior con la parte exterior.

**U11 E**



*Gráfico 14. Comparación de población de mosca blanca entre la parte exterior e interior del sector Este del invernadero U11.*

Según nuestra gráfica, como es normal la cantidad de mosca blanca en el exterior es notablemente superior a la cantidad de mosca blanca en el interior, pero para cerciorarnos de que es así, analizaremos nuestros datos mediante un contraste de rango múltiple.

**CONTRASTE DE RANGO MÚLTIPLE**

Método: 95,0 porcentaje LSD			
	Frec.	Media	Grupos homogéneos
U11 E I	9	14,6667	X
U11 E EX	9	43,6667	X
Contraste			Diferencias +/- Límites
U11 E I - U11 E EX			-29,0 41,0135

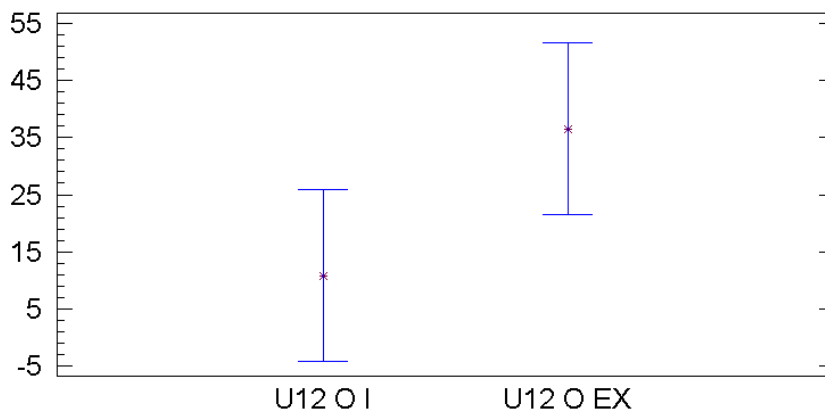
\* indica una diferencia significativa.

Nosotros esperábamos encontrar diferencias estadísticamente significativas entre el exterior y el interior del sector Este del invernadero U11, pero como podemos observar en los resultados del contraste de rango múltiple no existe ninguna a un nivel del confianza 95,0%.

## Evaluación de nuevas mallas protectoras sobre la dinámica poblacional de insectos perjudiciales en el cultivo de calabacín bajo plástico.

El siguiente estudio se llevará a cabo en el sector Oeste del invernadero U12 analizando la población de mosca blanca en el exterior y en el interior, en las aberturas de ventilación de este sector se encuentra una malla de prueba de 10x20 hilos/cm<sup>2</sup> fotoselectiva.

### U12 O



*Gráfico 15. Comparación de población de mosca blanca entre la parte exterior e interior del sector Oeste del invernadero U12.*

Como es de esperar en el exterior hay mayor cantidad de mosca blanca que en el interior, pero no obstante aplicaremos un contraste de rango múltiple para ver si los datos obtenidos de este sector son estadísticamente significativos.

### CONTRASTE DE RANGO MÚLTIPLE

-----+-----			
Método: 95,0 porcentaje LSD			
	Frec.	Media	Grupos homogéneos
U12 O I	9	10,8333	X
U12 O EX	9	36,5	X
-----			
Contraste	Diferencias		+/- Límites
U12 O I - U12 O EX	-25,6667		30,127
-----			

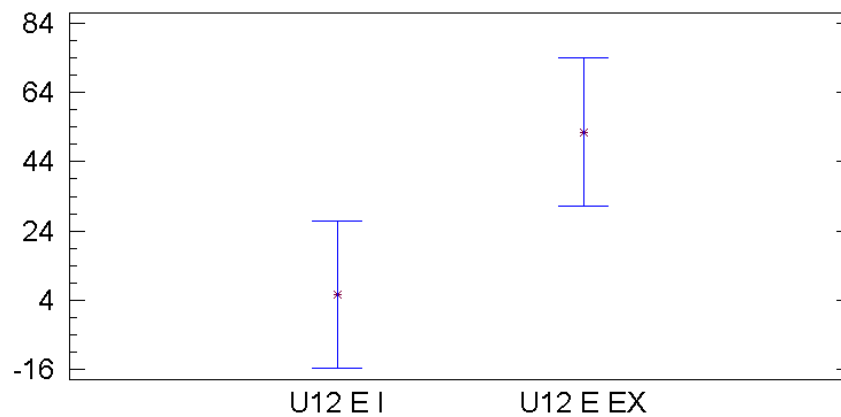
\* indica una diferencia significativa.

Aunque hay una variación de 25,6667 entre el sector exterior y el interior no encontramos ninguna diferencia estadísticamente significativa a un nivel de confianza del 95,0%.

## Evaluación de nuevas mallas protectoras sobre la dinámica poblacional de insectos perjudiciales en el cultivo de calabacín bajo plástico.

Para finalizar este apartado analizaremos la cantidad de mosca blanca en el sector Este del invernadero U12 donde colocamos la malla testigo, comparando la parte interior con la parte exterior.

### U12 E



*Gráfico 16. Comparación de población de mosca blanca entre la parte exterior e interior del sector Este del invernadero U12.*

Aparentemente como cabe esperar la población de mosca blanca en el exterior es notablemente superior, pero como he venido haciendo hasta ahora analizaremos los datos obtenidos de este sector con un contraste de rango múltiple para conocer la magnitud de estas diferencias.

## CONTRASTE DE RANGO MÚLTIPLE

Método: 95,0 porcentaje LSD			
	Frec.	Media	Grupos homogéneos
U12 E I	9	5,72222	X
U12 E EX	9	52,5	X
Contraste			Diferencias +/- Límites
U12 E I - U12 E EX			*-46,7778 42,5976

\* indica una diferencia significativa.

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, 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.

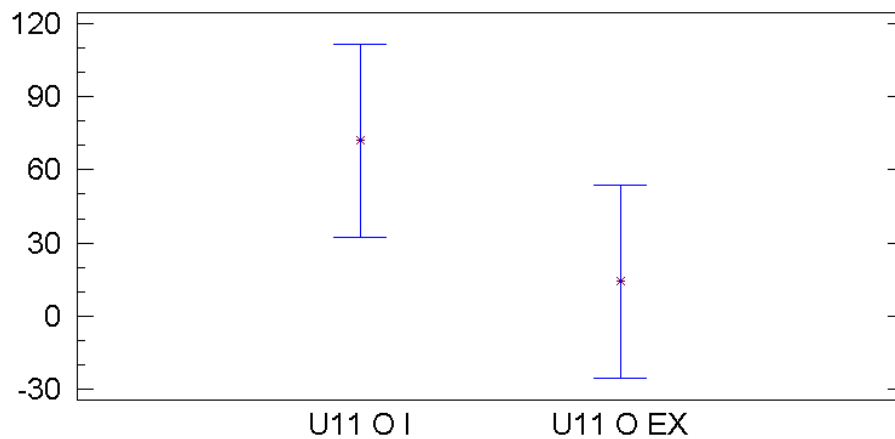
Según los datos obtenidos hay diferencias estadísticamente significativas en la parte Este el invernadero U12 donde la población de mosca blanca es claramente superior en la parte exterior. En este sector es donde se encuentra la malla testigo de 10x20 hilos/cm<sup>2</sup>, esta diferencia podría ser debida a la ubicación del propio invernadero ya que a su alrededor no hay más invernaderos y la población de mosca blanca podría ser mayor.

#### **4.7 COMPARACIÓN DE LA POBLACIÓN DE TRIPS ENTRE SECTORES EXTERIORES E INTERIORES**

Como hemos hecho anteriormente con la población de mosca blanca haremos ahora con la población trips, comparando los sectores exteriores e interiores de cada invernadero de nuestro ensayo.

Comenzaremos analizando el sector Oeste del invernadero U11 donde colocamos una malla de prueba de 13x30 hilos/cm<sup>2</sup>.

##### **U11 O**



*Gráfico 17. Comparación de población de trips entre la parte exterior e interior del sector Oeste del invernadero U11.*

Como podemos ver en el gráfico la población de trips en el interior es notablemente superior que en el exterior, usando de nuevo el contraste de rango múltiple valoraremos si las diferencias encontradas son estadísticamente significativas.

Evaluación de nuevas mallas protectoras sobre la dinámica poblacional de insectos perjudiciales en el cultivo de calabacín bajo plástico.

## CONTRASTE DE RANGO MÚLTIPLE

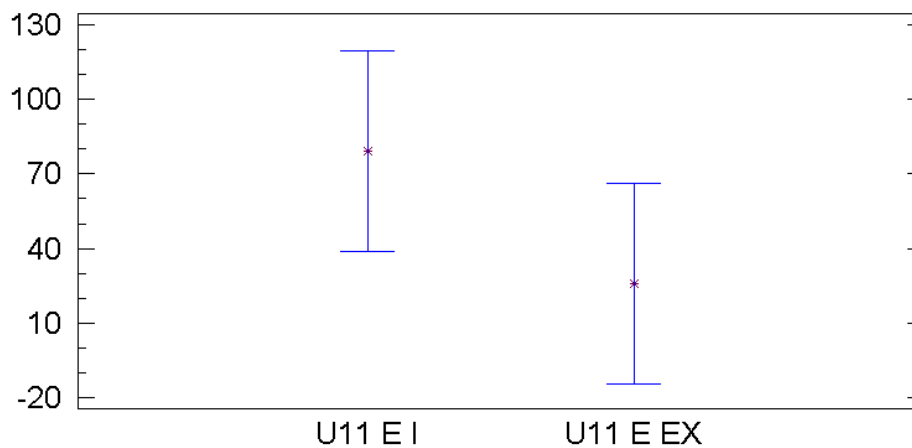
Método: 95,0 porcentaje LSD			
	Frec.	Media	Grupos homogéneos
U11 0 EX	9	14,2778	X
U11 0 I	9	72,0	X
Contraste		Diferencias	+/- Límites
U11 0 I - U11 0 EX		57,7222	79,0123

\* indica una diferencia significativa.

Aunque encontrando una variación de 57,722 diferencias entre la parte exterior y la parte interior según los resultados obtenidos en el contraste de rango múltiple no son estadísticamente significativas a un nivel de confianza del 95,0%.

El siguiente sector que analizaremos será el Este del invernadero U11 comparando la población de trips en el exterior y en el interior, en este sector colocamos la malla usada como testigo que es de 10x20 hilos/cm<sup>2</sup>.

### U11 E



*Gráfico 18. Comparación de población de trips entre la parte exterior e interior del sector Este del invernadero U11.*

Igual que en el sector Oeste de este invernadero la población de trips en el interior es notablemente superior que en el exterior, analizaremos los datos mediante un contraste de rango múltiple para ver si las diferencias son estadísticamente significativas.

## CONTRASTE DE RANGO MÚLTIPLE

Método: 95,0 porcentaje LSD			
	Frec.	Media	Grupos homogéneos
U11 E EX	9	25,9444	X
U11 E I	9	79,0556	X
Contraste			Diferencias +/- Límites
U11 E I - U11 E EX			53,1111 80,2217

\* indica una diferencia significativa.

Una vez obtenidos los resultados del contraste de rango múltiple observamos que aunque el sector exterior difiere del interior notablemente las diferencias encontradas no son estadísticamente significativas entre ningún par de medias a un nivel de confianza 95,0%.

Ahora analizaremos el invernadero U12 comenzando por la parte Oeste donde tenemos una malla de prueba de 10x20 hilos/cm<sup>2</sup> fotoselectiva, comparando la población de trips en el exterior con la del interior.

### U12 O

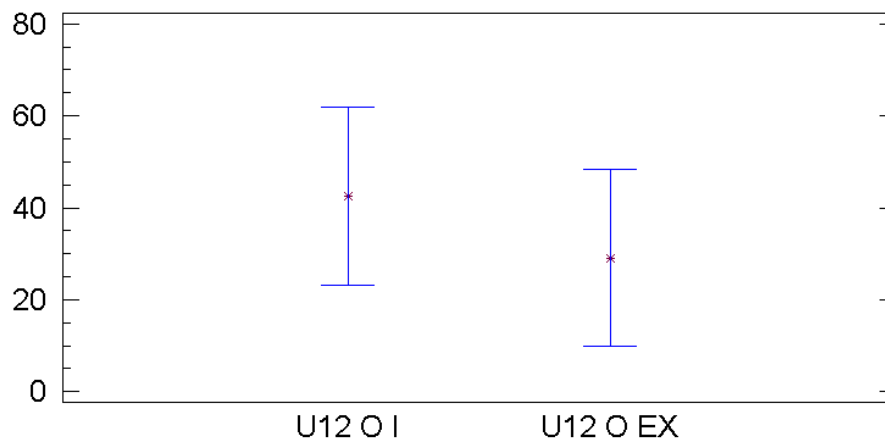


Gráfico 19. Comparación de población de trips entre la parte exterior e interior del sector Oeste del invernadero U12.

De nuevo volvemos a encontrarnos con que la población de trips en el interior es mayor que en el exterior aunque con menos diferencias que en el invernadero U11, de todos modos aplicaremos un contraste de rango múltiple.

Evaluación de nuevas mallas protectoras sobre la dinámica poblacional de insectos perjudiciales en el cultivo de calabacín bajo plástico.

## CONTRASTE DE RANGO MÚLTIPLE

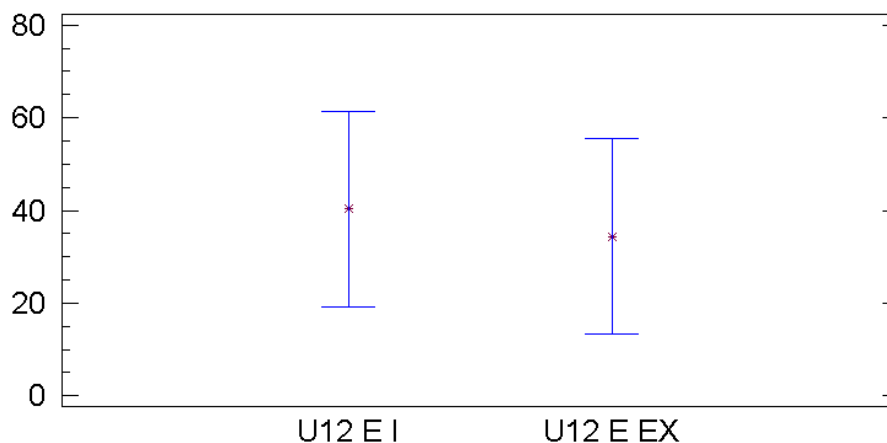
Método: 95,0 porcentaje LSD			
	Frec.	Media	Grupos homogéneos
U12 0 EX	9	29,1111	X
U12 0 I	9	42,5556	X
Contraste			Diferencias +/- Límites
U12 0 I - U12 0 EX			13,4444 38,5357

\* indica una diferencia significativa.

Como era de esperar, después de obtener los resultados del contraste de rango múltiple no se han encontrado diferencias estadísticamente significativas entre ningún par de medias a un nivel de confianza 95,0%.

Para terminar este apartado compararemos la población de trips en el exterior y en el interior en el invernadero U12 en el sector Este donde colocamos la malla usada como testigo de 10x20 hilos/cm<sup>2</sup>.

### U12 E



*Gráfico 20. Comparación de población de trips entre la parte exterior e interior del sector Este del invernadero U12.*

Según nos muestra la gráfica en este sector las diferencias no son muy notables, aunque como hemos hecho en todos los análisis anteriores aplicaremos un contraste de rango múltiple para determinar si las diferencias son o no significativas entre los datos obtenidos.



Evaluación de nuevas mallas protectoras sobre la dinámica poblacional de insectos perjudiciales en el cultivo de calabacín bajo plástico.

### CONTRASTE DE RANGO MÚLTIPLE

Método: 95,0 porcentaje LSD			
	Frec.	Media	Grupos homogéneos
U12 E EX	9	34,3333	X
U12 E I	9	40,3333	X
Contraste			Diferencias +/- Límites
U12 E I - U12 E EX			6,0 42,1231

\* indica una diferencia significativa.

Igual que en los demás sectores las diferencias encontradas en este no son estadísticamente significativas a un nivel de confianza 95,0%.

Según los resultados obtenidos no hay diferencias significativas entre el interior y el exterior de nuestros dos invernaderos en sus diferentes sectores. La causa de este resultado podría ser porque tanto la malla testigo como las mallas llevadas a estudio no son suficientes para impedir el paso del trips. Estos insectos plaga son muy pequeños y además poseen una gran flexibilidad especialmente en el abdomen, todas estas características morfológicas les confieren atributos biológicos que hacen difícil su control y además normalmente se ocultan en partes de las plantas en las que no son accesibles los insecticidas.

## Evaluación de nuevas mallas protectoras sobre la dinámica poblacional de insectos perjudiciales en el cultivo de calabacín bajo plástico.

A continuación recordaremos algunos incisos que están incluidos en el apartado de Antecedentes para ver si están o no en concordancia con los resultados obtenidos en nuestro trabajo.

Según los resultados analizados, vemos como la población de mosca blanca es inferior en el interior del invernadero con respecto al exterior del mismo, pero en todos los casos una parte de ella consigue entrar, de acuerdo con Cabrera *et al.*, 2006 y Berlinger *et al.*, 2002, “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”.

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.

Por todo lo anteriormente comentado sobre *Frankiniella occidentalis* podemos entender mejor los datos obtenidos y sobre todo entender que la población de trips en el interior sea mayor que en el exterior, ya que las mallas no frenan su entrada y para este insecto plaga es muy fácil ocultarse en cualquier parte de la planta.

Los resultados obtenidos a lo largo de nuestro trabajo nos hacen darnos cuenta, que al igual que estudiaron Cabrera en el 2006 y Berlinger en 2002 ahora durante este estudio las mallas no han funcionado como esperábamos. Como barrera para el paso de Mosca blanca se han encontrado tendencias positivas, pero las mallas no han podido evitar la entrada de Trips debido posiblemente a su morfología y a su flexibilidad.

## **5. CONCLUSIONES**

## **5. CONCLUSIONES**

1. Fundamentalmente por la gran presencia de insectos vectores de virus, en gran parte provocada por la gran concentración de invernaderos, resulta imprescindible el uso de mallas antiinsectos en los invernaderos de Almería.
2. No se han observado diferencias estadísticamente significativas en la eficacia de las 3 mallas estudiadas como barrera frente a mosca blanca y trips. Ninguna de las mallas analizadas ha resultado eficaz para impedir la entrada de trips; no obstante, aunque sin diferencias estadísticamente significativas, sí que se han observado tendencias positivas en algunas mallas con respecto a la protección frente a mosca blanca.
3. Como norma general ninguna de las mallas analizadas en este estudio ha resultado suficiente para el control de insectos, representan un medio de defensa que debe acoplarse de manera integral con otros procedimientos y una adecuada gestión global del agrosistema invernadero.

## **6. BIBLIOGRAFÍA**

## **6. BIBLIOGRAFÍA**

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 2008/2009. Informes y Monografías. Fundación Cajamar. Ed. Cajamar Caja Rural.

Antignus, Y., 2000. Control cultural de virus transmitidos por insectos. En tendencias actuales sobre epidemiología y control de virus en hortalizas. 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 hortalizas. Universidad de Almería, Departamento de Ingeniería Rural.

Bailey, B.J., 1981; The reduction of thermal radiation in glass-houses by thermal screen. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 26: 215-222.

Baille, A., 1995; A simple model for the estimation of greenhouse transmission: influence of structures and internal equipment.

Bakker, J.C. van Holsteijn G.P.A., 1995. Greenhouse construction and equipment: screens. In: *Greenhouse climatic control. An integrated approach*. Bakker, J.C., Bot, G.P.A., Challa, H., Van der Braak (ed) Wageningen Pers: 185-195.

Bolard T., Menses J.F.; Mermier M.; Papadakis G. 1996. The mechanism involved in the natural ventilation of greenhouses. *Agricultural and Forest Meteorology*, 79: 61-77.

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, F., 2003. Técnicas de producción en cultivos protegidos. Editorial Caja Rural Intermediterránea, Cajamar.

Evaluación de nuevas mallas protectoras sobre la dinámica poblacional insectos perjudiciales en el cultivo de calabacín bajo plástico.

Castilla, N., 1986. Tesis doctoral. Contribución al estudio de los cultivos enarenados en Almería. Madrid 195 pp.

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

Cocksull, K.E., 1988. The integration of plant physiology greenhouse climate. *Acta horticulturae* 22: 113-123.

Delgado, J., 1999. El cultivo de calabacín en el Levante de Almería. Técnicas de producción de frutas y hortalizas en los cultivos protegidos. Instituto la Rural.

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 Álvarez, J.R., Pérez Parra J., 1994; Tecnología de invernaderos. Curso superior de especialización.

Díaz Pérez, M., Fernández Rodríguez, E.F., Camacho Ferre, F., Gallardo Villanueva, D., Carmona Medina, J.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: 165-175.

El cultivo del calabacín. Página web <http://www.infoagro.com>. (Consulta el 1 de diciembre de 2009).

Escamirosa, C., 2009. Tesis Doctoral. Análisis del efecto sobre diversos cultivares de nuevos sistemas de protección anti-insectos en invernaderos mediterráneos. Universidad de Almería, Departamento de Producción Vegetal.

Fernández, R.E.J., 2004. Producción Hortícola y Seguridad Alimentaria. Coeditado por: Servicios de Publicaciones de la Universidad de Almería y Ediciones Agrotécnicas, S. L.

Fernández Rodríguez, E.J., Camacho Ferre, F., Díaz Pérez, M. 2000. Influencia de las 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.

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

Evaluación de nuevas mallas protectoras sobre la dinámica poblacional insectos perjudiciales en el cultivo de calabacín bajo plástico.

Hand, D.W., 1988. Effects of atmospheric humidity on greenhouse crops. *Acta Horticulturae*, 229: 143-158.

Hannan, J.J., 1998. The influence of greenhouses on internal climate with 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. *Biosystems Engineering* 93(4): 427-436.

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.

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- Gálvez, J. y Naredo, J. M., 1996. Sistemas de producción e incidencia ambiental del cultivo en suelo enarenado y en sustratos. Fundación Argentaria -Visor Distribuciones.

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.

Marín, J., 2007. *Portagrano 2007/2008: vademécum de variedades hortícolas*.

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

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

Matallana, A., Montero, J.I., 1980. *Los invernaderos y la crisis energética*.

Miguel, A.F., 1998. Airflow through porous screen from theory to practical considerations. *Energy and Buildings*, 28: 63-69.



Evaluación de nuevas mallas protectoras sobre la dinámica poblacional insectos perjudiciales en el cultivo de calabacín bajo plástico.

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. Study of natural ventilation in an Almería-type greenhouse with insecto screens by means of tri-sonic anemometry. *Biosystems Engineering*, 104 (2): 224-242.

Montero, J.I., 1989. Invernaderos. Diseño, construcción y ambientación.

Moreno, V.R., 1994. Coordinador Curso Superior “Sanidad Vegetal en la Horticultura Protegida” Junta de Andalucía Conserjería de Agricultura y Pesca. Capítulos; Captura de datos: 95-106, Análisis de datos: 109-112 y Toma de decisiones: 115-119.

Muñoz, P. Montero, J.L., Anton, A. y Giuffrida F., 1999. Effect of insect-proof screens and roof openings on greenhouse ventilation. *J. Agric. Engng Res.*, 73: 171-178.

Namesny, A., 1999. Post recolección de hortalizas. Vol. 3. Hortalizas de fruto. Ediciones de horticultura. S.L., Reus.

Nuez, F. y Llácer, G., 2001. La horticultura española. Ediciones de horticultura, S. L. Editorial Mundi – Prensa Libros, S. A.

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

Pérez, L. C., 1998. Métodos Estadísticos con STATGRAPHICS Para Windows Técnicas Básicas, Editado por RA-MA Editorial.

Reche, J., 1997. Cultivo de calabacín en invernadero. Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Agrícolas de Almería.

Rosenberg, N.J., Blas, B.L. and Verma, S.B., 1983. Microclimate: the biological environment. John Wiley and Sons, Inc., USA, 494 p.

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.

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.

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.

Evaluación de nuevas mallas protectoras sobre la dinámica poblacional insectos perjudiciales en el cultivo de calabacín bajo plástico.

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

Tanny, J., Cohen, S. and Teitel, M., 2003. Greenhouse microclimate and ventilation: an experimental study, *Biosystems Engineering* 84(3): 331-341.

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

Teitel, M., 2001. The effect of insect-proof screens in roof openings on greenhouse microclimate. *Agricultural and Forest Meteorology* 110 (1): 13-25.

Tognoli, 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.

Van de Voort et al., 1986. Precision agriculture: Convective and ventilation transfers in greenhouses. *Biosystems Engineering*. 83.1.

Vansteekelenburg, N., 1992. Novel approaches to integrated pest and disease-control in glasshouse vegetables in the Netherlands *pesticide science* 36 (4): 359-362.

Van Lenteren, J.C., 2000. A greenhouse without Pesticide: fact or fantasy?. *Crop Protection*, 19: 375-384.

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.

Went, F.W., 1994. Plant growth under controlled conditions. *Ana. J Bot.* 31: 135-15.

Evaluación de nuevas mallas protectoras sobre la dinámica poblacional insectos perjudiciales en el cultivo de calabacín bajo plástico.

Winspear *et. al.*, 1970. Thermal screens for green houses energy effectiveness. Acta Hort. (ISHS) 87: 111-118.

Zabeltitz, C.V., 2002. Greenhouse structures In: Stanhill, G. Enoch, H. Z. Ecosystems of the World 20: Greenhouse Ecosystems. Chapter 2. Elsevier Sciences B. V., The Netherlands. 423 p.

## **7. APÉNDICES**

**APÉNDICE 1.**

**DATOS DE CAMPO. CONTEO DE INSÉCTOS.**

**CONTEO N°: 1**

**PUESTA:**23/09/2010

**RECOGIDA:**30/09/2010

**DDS:**30

**U9**

**INTERIOR**

	SECTOR NO	SECTOR SO	SECTOR NE	SECTOR SE
Mosca blanca	0	0	0	0
Trips	0	0	0	0

**U11**

**INTERIOR**

	SECTOR NO	SECTOR SO	SECTOR NE	SECTOR SE
Mosca blanca	0	0	0	0
Trips	0	0	0	0

**EXTERIOR**

	SECTOR NO	SECTOR SO	SECTOR NE	SECTOR SE
Mosca blanca	12	15	19	27
Trips	3	0	2	3

**U12**

**INTERIOR**

	SECTOR NO	SECTOR SO	SECTOR NE	SECTOR SE
Mosca blanca	0	0	0	0
Trips	0	0	0	0

**EXTERIOR**

	SECTOR NO	SECTOR SO	SECTOR NE	SECTOR SE
Mosca blanca	15	4	71	4
Trips	0	0	3	0

Evaluación de nuevas mallas protectoras sobre la dinámica poblacional insectos perjudiciales en el cultivo de calabacín bajo plástico.

**CONTEO N°: 2**

**PUESTA:**01/10/2010

**RECOGIDA:**14/10/2010

**DDS:**37

**U9**

**INTERIOR**

	SECTOR NO	SECTOR SO	SECTOR NE	SECTOR SE
Mosca blanca	22	27	10	6
Trips	1	1	1	2

**U11**

**INTERIOR**

	SECTOR NO	SECTOR SO	SECTOR NE	SECTOR SE
Mosca blanca	5	7	2	6
Trips	7	11	3	10

**EXTERIOR**

	SECTOR NO	SECTOR SO	SECTOR NE	SECTOR SE
Mosca blanca	22	166	58	144
Trips	5	0	0	0

**U12**

**INTERIOR**

	SECTOR NO	SECTOR SO	SECTOR NE	SECTOR SE
Mosca blanca	6	7	3	7
Trips	12	5	11	3

**EXTERIOR**

	SECTOR NO	SECTOR SO	SECTOR NE	SECTOR SE
Mosca blanca	207	5	188	6
Trips	18	2	11	4

Evaluación de nuevas mallas protectoras sobre la dinámica poblacional insectos perjudiciales en el cultivo de calabacín bajo plástico.

**CONTEO N°: 3**

**PUESTA:**14/10/2010

**RECOGIDA:**21/10/2010

**DDS:** 57

**U9**

**INTERIOR**

	SECTOR NO	SECTOR SO	SECTOR NE	SECTOR SE
Mosca blanca	19	15	6	4
Trips	1	2	2	3

**U11**

**INTERIOR**

	SECTOR NO	SECTOR SO	SECTOR NE	SECTOR SE
Mosca blanca	7	6	3	7
Trips	11	8	10	15

**EXTERIOR**

	SECTOR NO	SECTOR SO	SECTOR NE	SECTOR SE
Mosca blanca	46	116	40	283
Trips	22	5	30	3

**U 12**

**INTERIOR**

	SECTOR NO	SECTOR SO	SECTOR NE	SECTOR SE
Mosca blanca	1	6	1	1
Trips	12	11	7	3

**EXTERIOR**

	SECTOR NO	SECTOR SO	SECTOR NE	SECTOR SE
Mosca blanca	119	13	300	11
Trips	9	1	14	0

Evaluación de nuevas mallas protectoras sobre la dinámica poblacional insectos perjudiciales en el cultivo de calabacín bajo plástico.

**CONTEO N°: 4**

**PUESTA:** 23/10/2010

**RECOGIDA:** 04/11/2010

**DDS:**66

**U9**

**INTERIOR**

	SECTOR NO	SECTOR SO	SECTOR NE	SECTOR SE
Mosca blanca	84	100	26	19
Trips	7	6	17	19

**U11**

**INTERIOR**

	SECTOR NO	SECTOR SO	SECTOR NE	SECTOR SE
Mosca blanca	23	26	19	25
Trips	39	28	58	33

**EXTERIOR**

	SECTOR NO	SECTOR SO	SECTOR NE	SECTOR SE
Mosca blanca	18	58	33	93
Trips	9	9	16	15

**U 12**

**INTERIOR**

	SECTOR NO	SECTOR SO	SECTOR NE	SECTOR SE
Mosca blanca	8	20	7	9
Trips	27	35	50	25

**EXTERIOR**

	SECTOR NO	SECTOR SO	SECTOR NE	SECTOR SE
Mosca blanca	104	93	183	85
Trips	16	6	44	4



Evaluación de nuevas mallas protectoras sobre la dinámica poblacional insectos perjudiciales en el cultivo de calabacín bajo plástico.

**CONTEO N°: 5**

**PUESTA:** 04/11/2010

**RECOGIDA:** 11/11/2010

**DDS:**87

**U9**

**INTERIOR**

	SECTOR NO	SECTOR SO	SECTOR NE	SECTOR SE
Mosca blanca	41	48	15	12
Trips	4	4	12	8

**U11**

**INTERIOR**

	SECTOR NO	SECTOR SO	SECTOR NE	SECTOR SE
Mosca blanca	17	19	12	18
Trips	13	9	18	17

**EXTERIOR**

	SECTOR NO	SECTOR SO	SECTOR NE	SECTOR SE
Mosca blanca	0	2	0	6
Trips	4	4	4	9

**U 12**

**INTERIOR**

	SECTOR NO	SECTOR SO	SECTOR NE	SECTOR SE
Mosca blanca	9	15	6	8
Trips	29	24	16	24

**EXTERIOR**

	SECTOR NO	SECTOR SO	SECTOR NE	SECTOR SE
Mosca blanca	3	0	2	2
Trips	11	3	31	0

Evaluación de nuevas mallas protectoras sobre la dinámica poblacional insectos perjudiciales en el cultivo de calabacín bajo plástico.

**CONTEO N°: 6**

**PUESTA:** 13/11/2010

**RECOGIDA:** 25/11/2010

**DDS:**96

**U9**

**INTERIOR**

	SECTOR NO	SECTOR SO	SECTOR NE	SECTOR SE
Mosca blanca	78	65	24	15
Trips	12	24	24	17

**U11**

**INTERIOR**

	SECTOR NO	SECTOR SO	SECTOR NE	SECTOR SE
Mosca blanca	27	41	19	23
Trips	84	24	76	39

**EXTERIOR**

	SECTOR NO	SECTOR SO	SECTOR NE	SECTOR SE
Mosca blanca	0	3	0	2
Trips	26	12	14	20

**U 12**

**INTERIOR**

	SECTOR NO	SECTOR SO	SECTOR NE	SECTOR SE
Mosca blanca	14	35	9	13
Trips	53	29	25	28

**EXTERIOR**

	SECTOR NO	SECTOR SO	SECTOR NE	SECTOR SE
Mosca blanca	0	1	3	1
Trips	24	8	22	6

Evaluación de nuevas mallas protectoras sobre la dinámica poblacional insectos perjudiciales en el cultivo de calabacín bajo plástico.

**CONTEO N°: 7**

**PUESTA:** 27/11/2010

**RECOGIDA:** 11/12/2010

**DDS:** 110

**U9**

**INTERIOR**

	SECTOR NO	SECTOR SO	SECTOR NE	SECTOR SE
Mosca blanca	284	116	67	29
Trips	72	107	112	140

**U11**

**INTERIOR**

	SECTOR NO	SECTOR SO	SECTOR NE	SECTOR SE
Mosca blanca	36	30	69	43
Trips	412	295	427	269

**EXTERIOR**

	SECTOR NO	SECTOR SO	SECTOR NE	SECTOR SE
Mosca blanca	12	19	11	8
Trips	20	32	38	116

**U 12**

**INTERIOR**

	SECTOR NO	SECTOR SO	SECTOR NE	SECTOR SE
Mosca blanca	26	30	13	16
Trips	133	139	150	105

**EXTERIOR**

	SECTOR NO	SECTOR SO	SECTOR NE	SECTOR SE
Mosca blanca	5	12	13	3
Trips	45	32	38	21

Evaluación de nuevas mallas protectoras sobre la dinámica poblacional insectos perjudiciales en el cultivo de calabacín bajo plástico.

**CONTEO N°: 8**

**PUESTA:** 11/12/2010

**RECOGIDA:** 24/12/2010

**DDS:** 138

**U9**

**INTERIOR**

	SECTOR NO	SECTOR SO	SECTOR NE	SECTOR SE
Mosca blanca	42	10	10	5
Trips	46	32	50	43

**U11**

**INTERIOR**

	SECTOR NO	SECTOR SO	SECTOR NE	SECTOR SE
Mosca blanca	4	5	5	7
Trips	80	73	103	87

**EXTERIOR**

	SECTOR NO	SECTOR SO	SECTOR NE	SECTOR SE
Mosca blanca	24	17	35	21
Trips	13	11	18	36

**U 12**

**INTERIOR**

	SECTOR NO	SECTOR SO	SECTOR NE	SECTOR SE
Mosca blanca	2	5	3	2
Trips	77	48	59	100

**EXTERIOR**

	SECTOR NO	SECTOR SO	SECTOR NE	SECTOR SE
Mosca blanca	16	33	24	13
Trips	67	76	88	93

Evaluación de nuevas mallas protectoras sobre la dinámica poblacional insectos perjudiciales en el cultivo de calabacín bajo plástico.

**CONTEO N°: 9**

**PUESTA:** 24/12/2010

**RECOGIDA:** 05/01/2011

**DDS:** 151

**U9**

**INTERIOR**

	SECTOR NO	SECTOR SO	SECTOR NE	SECTOR SE
Mosca blanca	130	61	99	35
Trips	58	41	109	73

**U11**

**INTERIOR**

	SECTOR NO	SECTOR SO	SECTOR NE	SECTOR SE
Mosca blanca	15	7	4	2
Trips	99	104	187	71

**EXTERIOR**

	SECTOR NO	SECTOR SO	SECTOR NE	SECTOR SE
Mosca blanca	0	4	0	6
Trips	55	25	42	103

**U 12**

**INTERIOR**

	SECTOR NO	SECTOR SO	SECTOR NE	SECTOR SE
Mosca blanca	8	3	3	2
Trips	63	70	56	64

**EXTERIOR**

	SECTOR NO	SECTOR SO	SECTOR NE	SECTOR SE
Mosca blanca	25	12	17	19
Trips	107	95	140	103