



Medidas físicas para el control de *Bemisia tabaci*

Juan Carlos Gázquez Garrido

Coordinador de Innovación y Transferencia de la Fundación Cajamar

















Escuela Politécnica Superior y Facultad de Ciencias Experimentales
UNIVERSIDAD DE ALMERÍA



**LABORATORIO PARA EL CONTROL DE
CALIDAD Y EVALUACIÓN DE LOS AGROTEXTILES**



CRIADO & LOPEZ

PROTECCIÓN PARA SU CULTIVO

¿QUÉ MALLA DEBO INSTALAR?

DEPENDE

ES IMPORTANTE DEFINIR LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS MALLAS PARA :

- SABER SI LIMITAN LAS PLAGAS
- CONOCER EL EFECTO SOBRE LA VENTILACIÓN
(diseño de la superficie necesaria de ventanas)
- UNIFORMIDAD
- DURABILIDAD
(mantener sus propiedades durante la vida útil)

¿Qué criterios debemos seguir para seleccionar la malla a colocar en nuestro invernadero?



**Malla
Más
Eficiente**



Mínima reducción de la ventilación

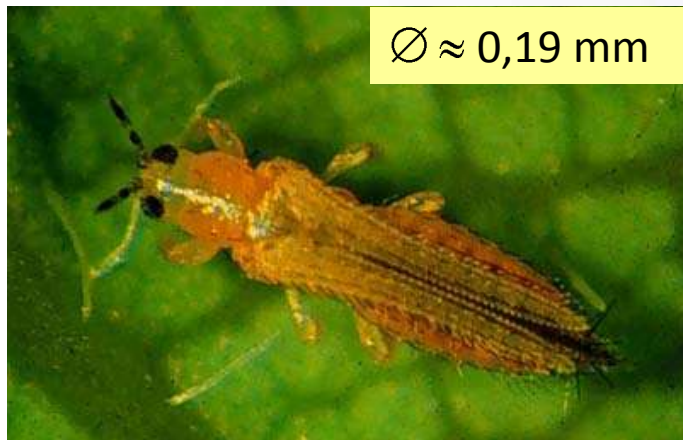


Máxima exclusión de plagas

**MAYOR POROSIDAD
(Hilos más finos)**

Tamaño máximo del hueco para impedir el paso de diferentes plagas:

$\varnothing \approx 0,19$ mm



Frankliniella occidentalis

$\varnothing \approx 0,24$ mm



Bemisia tabaci

$\varnothing \approx 2$ mm



Tuta absoluta

Exclusión de insectos

Insectos vectores de virus:

- *Frankliniella occidentalis*



Tamaño de hueco para exclusión:

Ø < 0,19 mm

- *Bemisia tabaci*



Tamaño de hueco para exclusión:

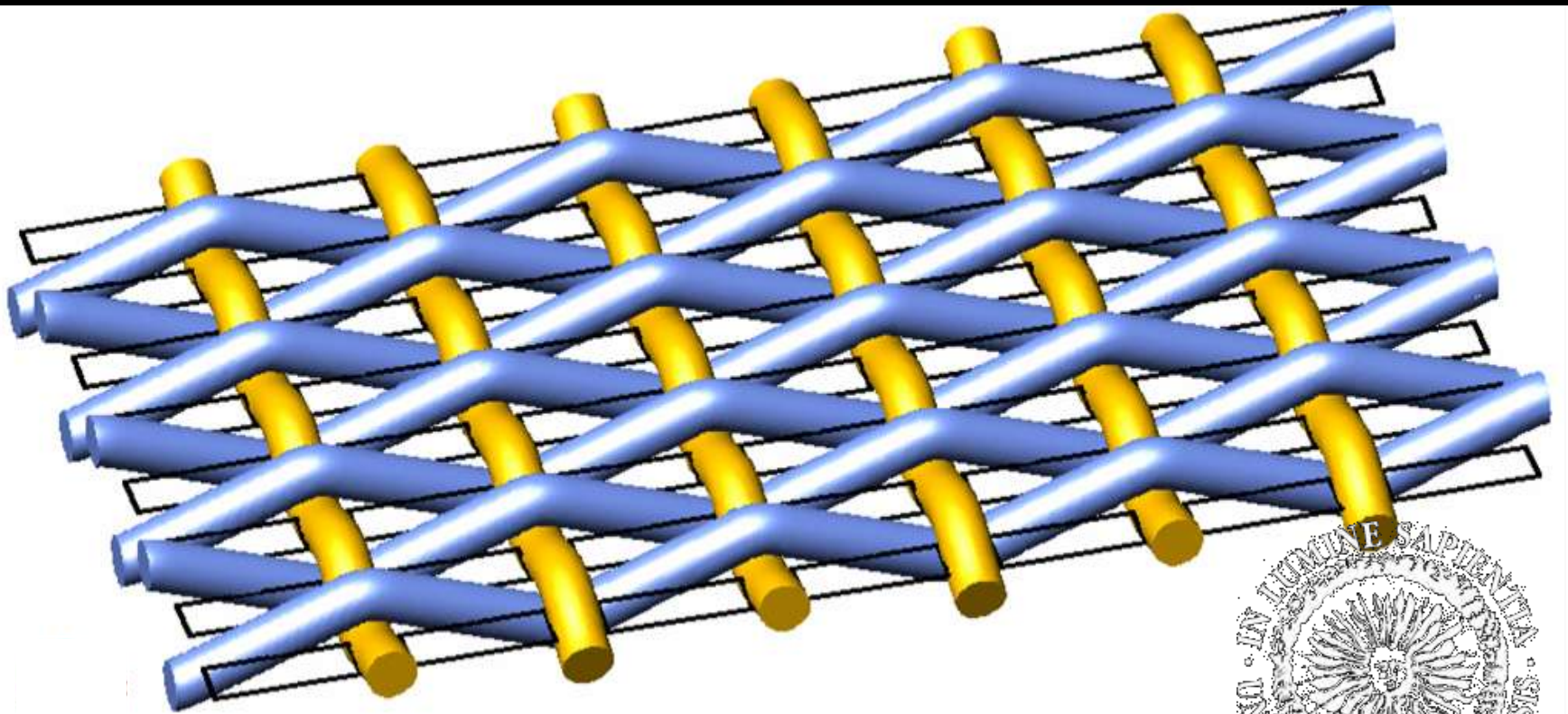
Ø < 0,24 mm

Informe sobre caracterización de mallas anti-insecto



© European Whitefly Studies Network 2002



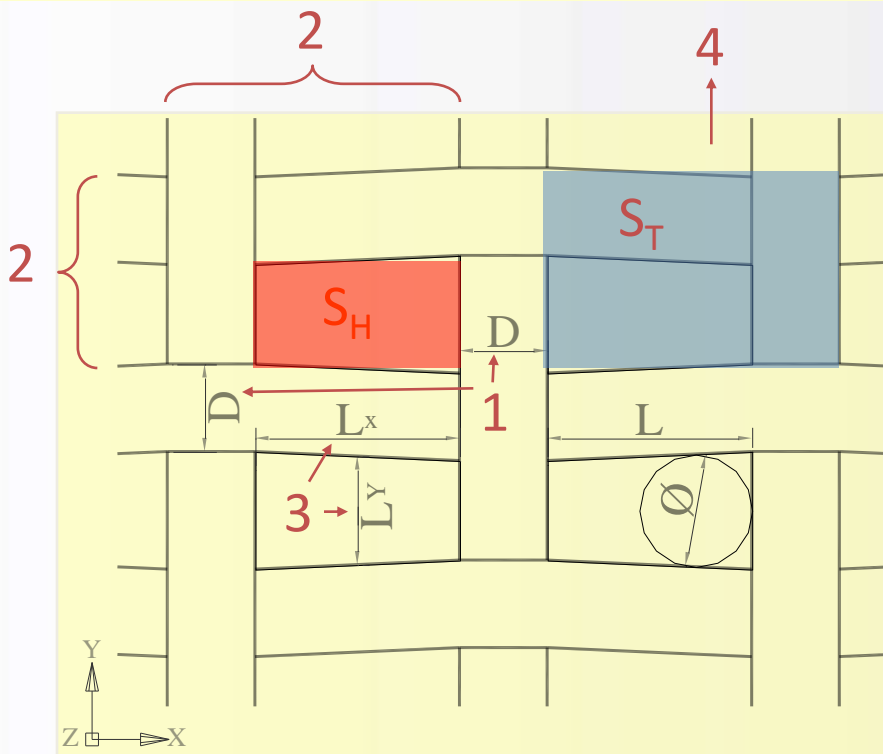




Laboratorio para el control de calidad y evaluación de los agrotexiles



Caracterización geométrica



En los ejes X e Y:

- 1 Diámetro (mm): D
- 2 Número de hilos: N_x, N_y
- 3 Tamaño del hueco (mm):

$$L_x = \frac{10}{N_x} - D \quad L_y = \frac{10}{N_y} - D$$

- 4 Porosidad ($m^2 m^{-2}$):

$$\varepsilon = \frac{S_H}{S_T} = \frac{L_x L_y}{(L_x + D)(L_y + D)}$$

Cabrera y col., 2006



International Symposium on Greenhouse Cooling:
methods, technologies and plant response.

Mallas: características a definir

- **Dimensión del hueco (2D, 3D) y la relación con el tamaño de los insectos plaga**
- **Diámetro del hilo**
- **Número de hilos por centímetro cuadrado**, (ejemplo: 20x 10 hilos/cm²)
- **Resistencia al flujo de aire: tasa de ventilación** (relación entre el área de hueco y el área total)
- **Homogeneidad de orificios.**
- **Propiedades ópticas:**
 - Transmisividad espectral – (Sombreo)
 - Reflexión espectral
- **Acumulación de polvo**
- **Propiedades mecánicas:** Resistencia UV: 5 años, 3 años, durabilidad, retracción, etc...

ENSAYOS DE LABORATORIO

Eficacia de las mallas de 20*10 hilos frente
al paso de *Bemisia tabaci*

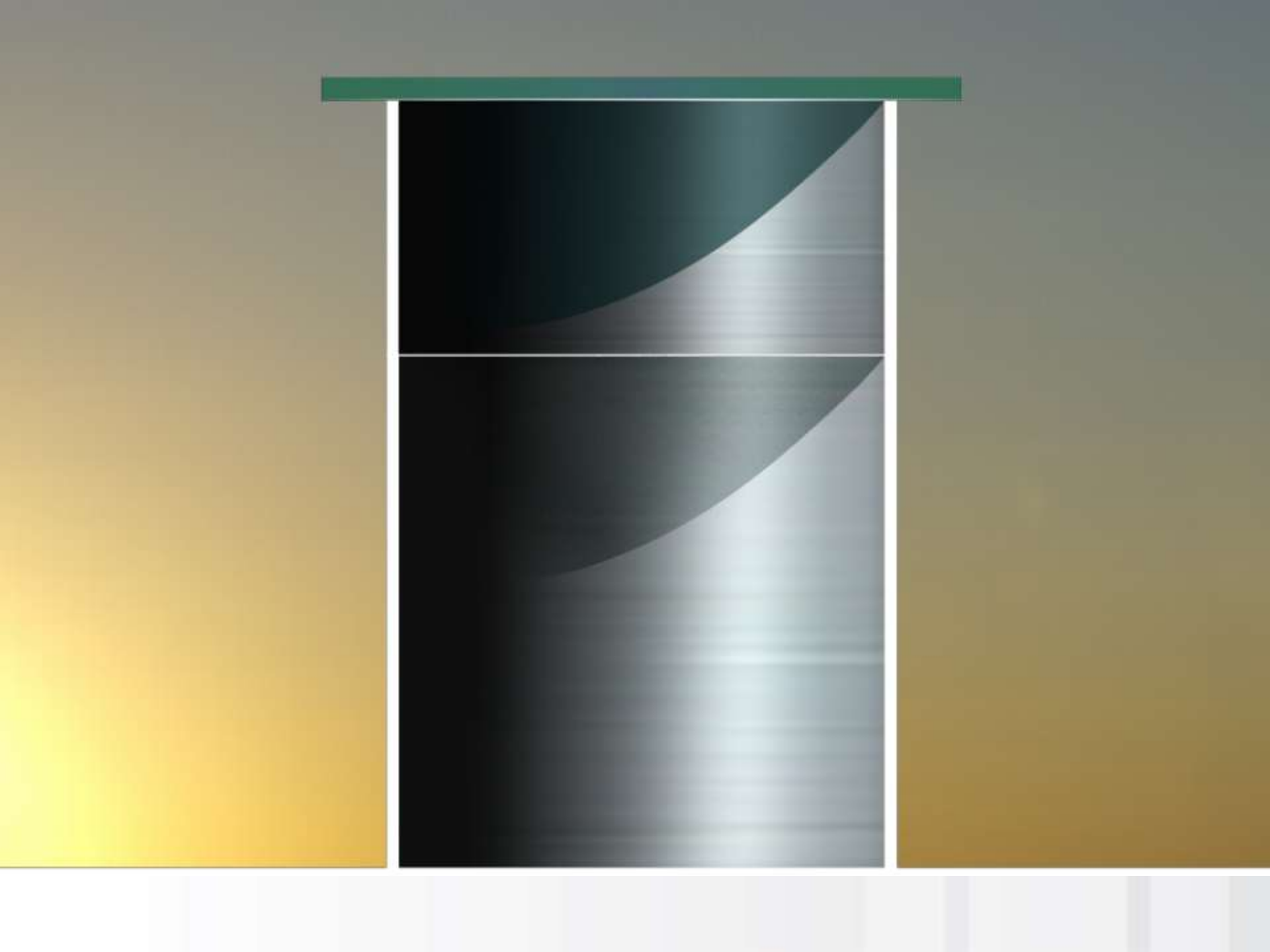


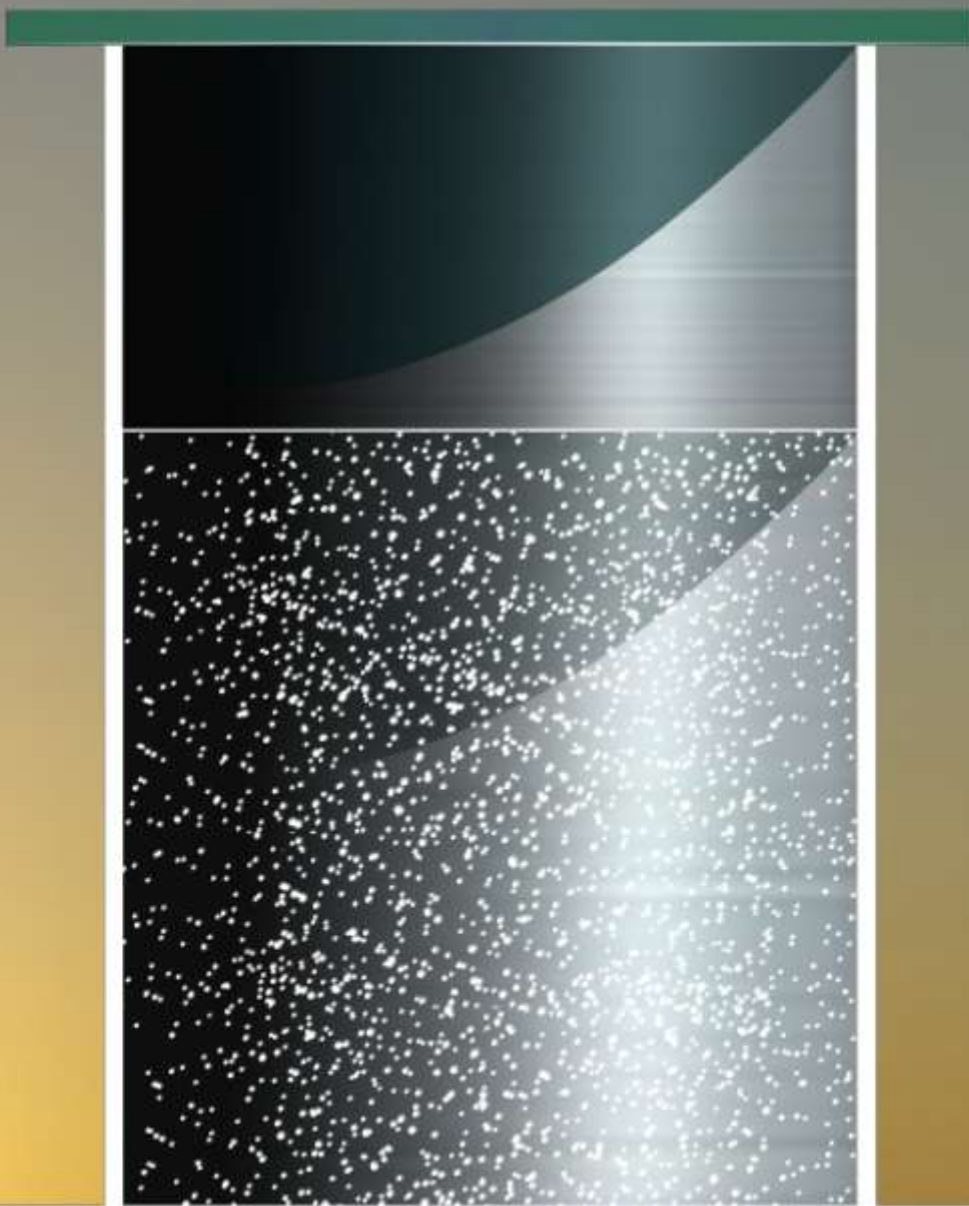




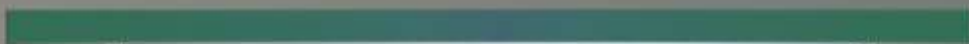






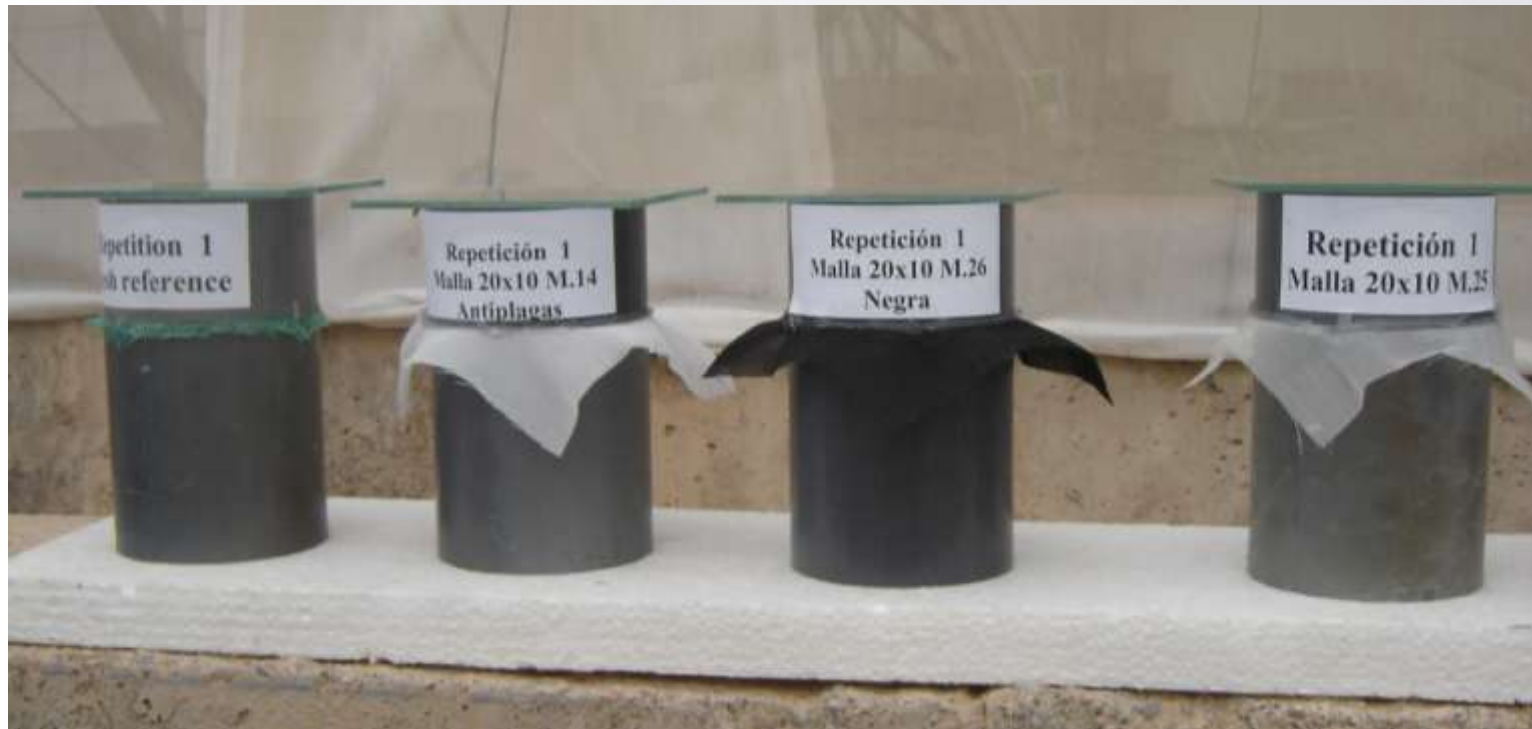








Material y métodos





Resultados

Eficacia de mallas contra *Bemisia tabaci*

Malla	Número de hilos por cm ²	Longitud X (mm)	Longitud Y (mm)	% <i>Bemisia</i> que pasa por la malla		
				% Medio en 5 pruebas	Máx.	Mín.
Optinet (Polisack)	20,7x10,6	0,18	0,65	0,4	1,3	0
Negra (Plas Textil)	19,8x10,4	0,19	0,65	0,1	0,2	0
Blanca 10x20 (Polisack)	20,4x9,7	0,22	0,76	6,6	11,6	2,6
Bionet (Meteor)	20,7x9,2	0,22	0,82	1,8	3,7	0,7
Testigo (verde)	5,8x5,3	1,33	1,52	100		



Resultados

Tamaño de hueco para exclusión de *Bemisia tabaci*:

El 100% $\varnothing < 0,24 \text{ mm}$

Las mallas de 10x20 hilos analizadas **NO TE ASEGURAN** un control total de Bemisia

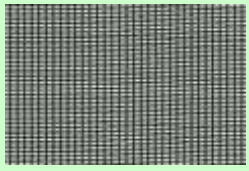
Las mallas tienen que ser bien definidas:

- Tamaño del hueco
- Diámetro del hilo
- Homogeneidad

¿QUE PASA EN LA REALIDAD?

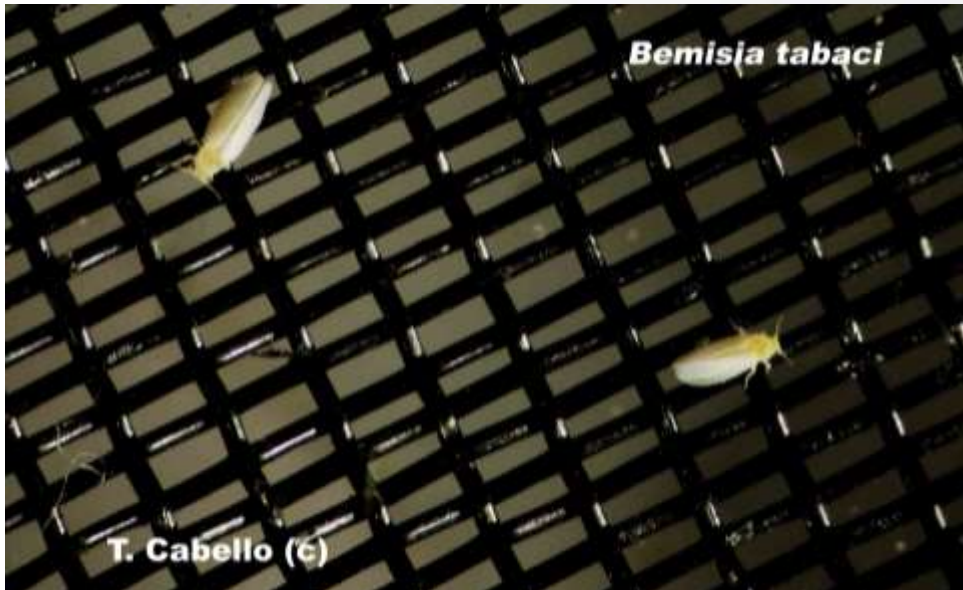
La eficacia de las mallas 'anti-insectos'
barrera física y el efecto óptico

- ❑ La barrera física depende del grosor y del número de hilos en función del tamaño del insecto plaga
- ❑ El efecto óptico depende del filtro del espectro (color) de la malla

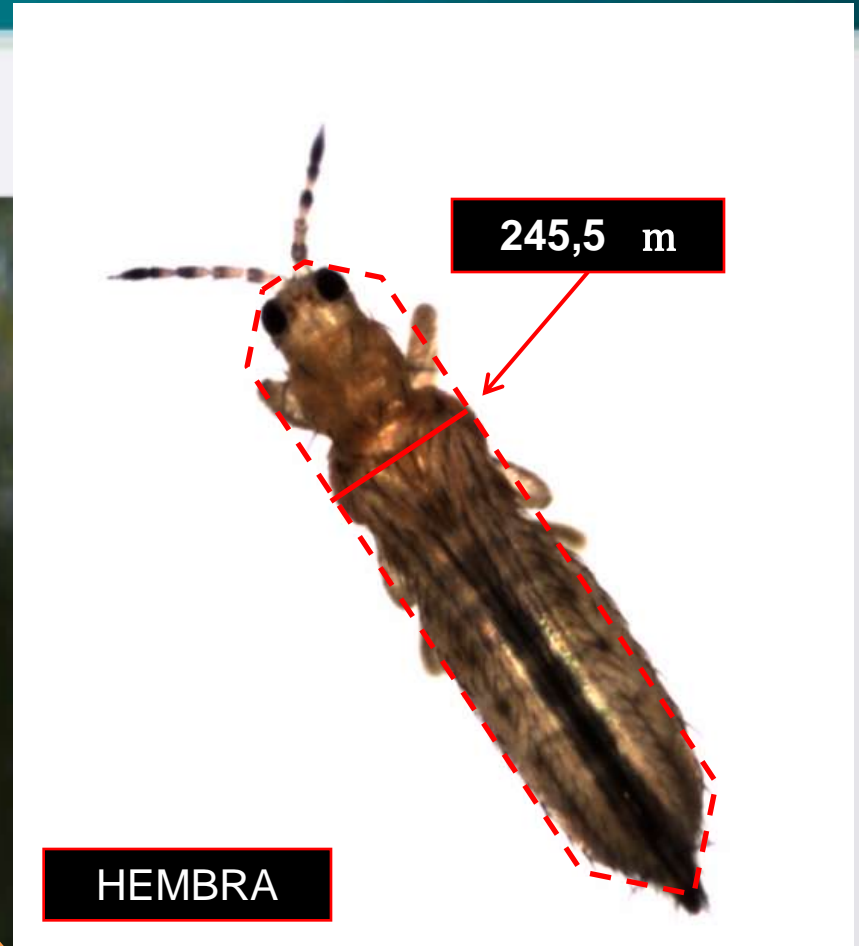
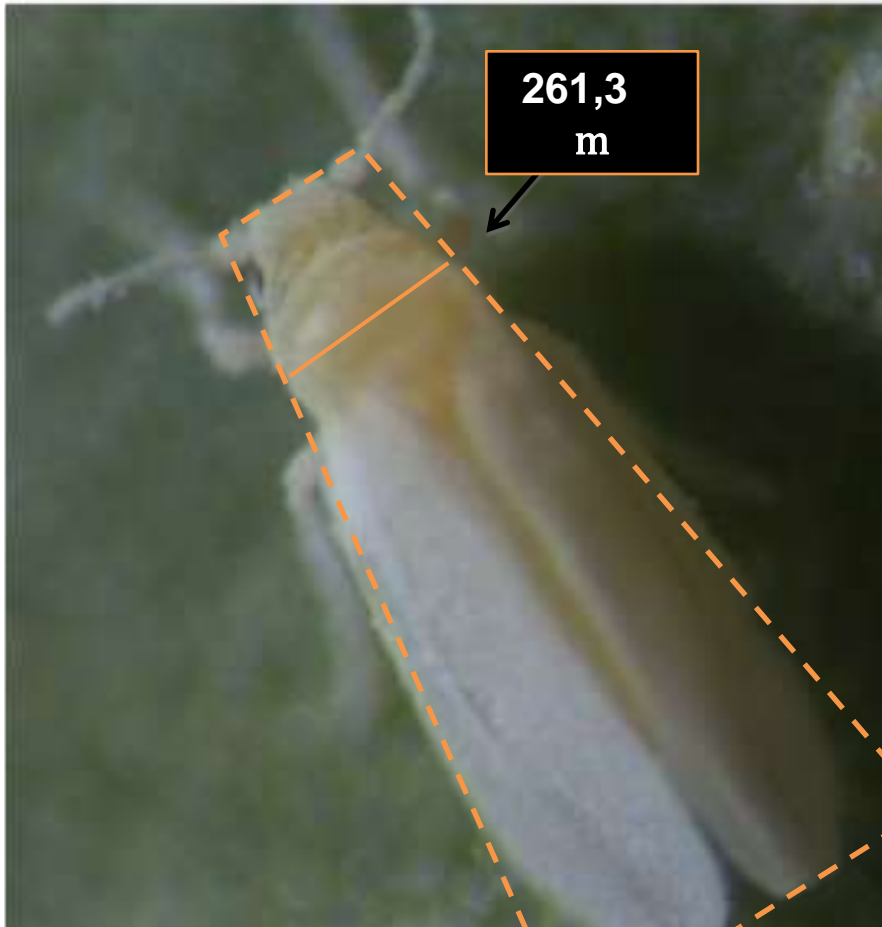


La barrera física depende del grosor y del número de hilos

- ❑ Para Moscas blancas son viables las barreras físicas
- ❑ Para el Trips es más difícil la barrera física debido a su pequeño tamaño

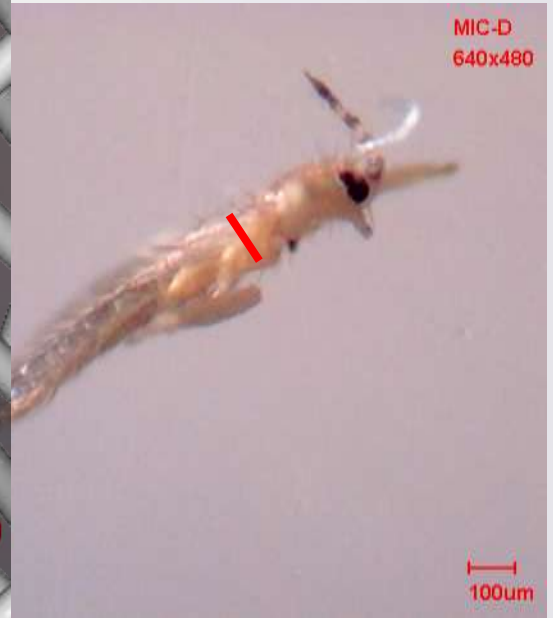
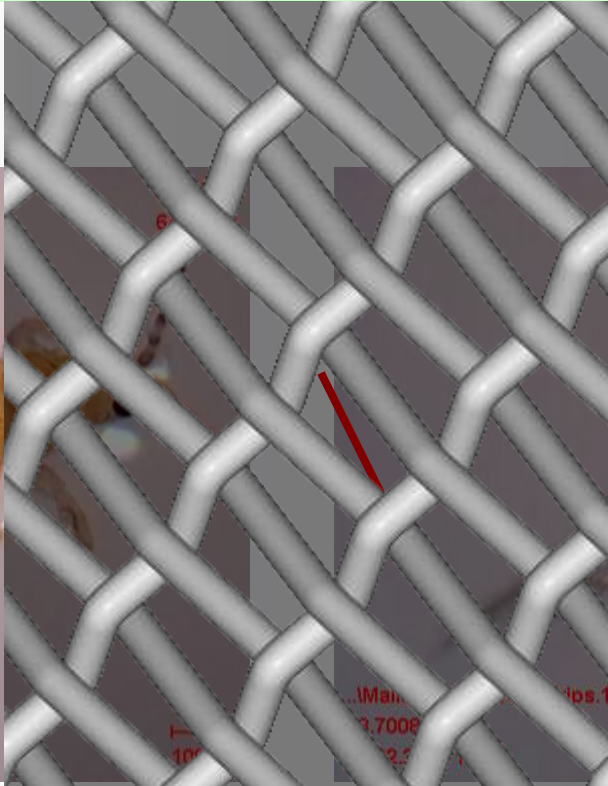


¿Que especie elegir?





El diámetro de exclusión : $\varnothing < 0,19$ mm



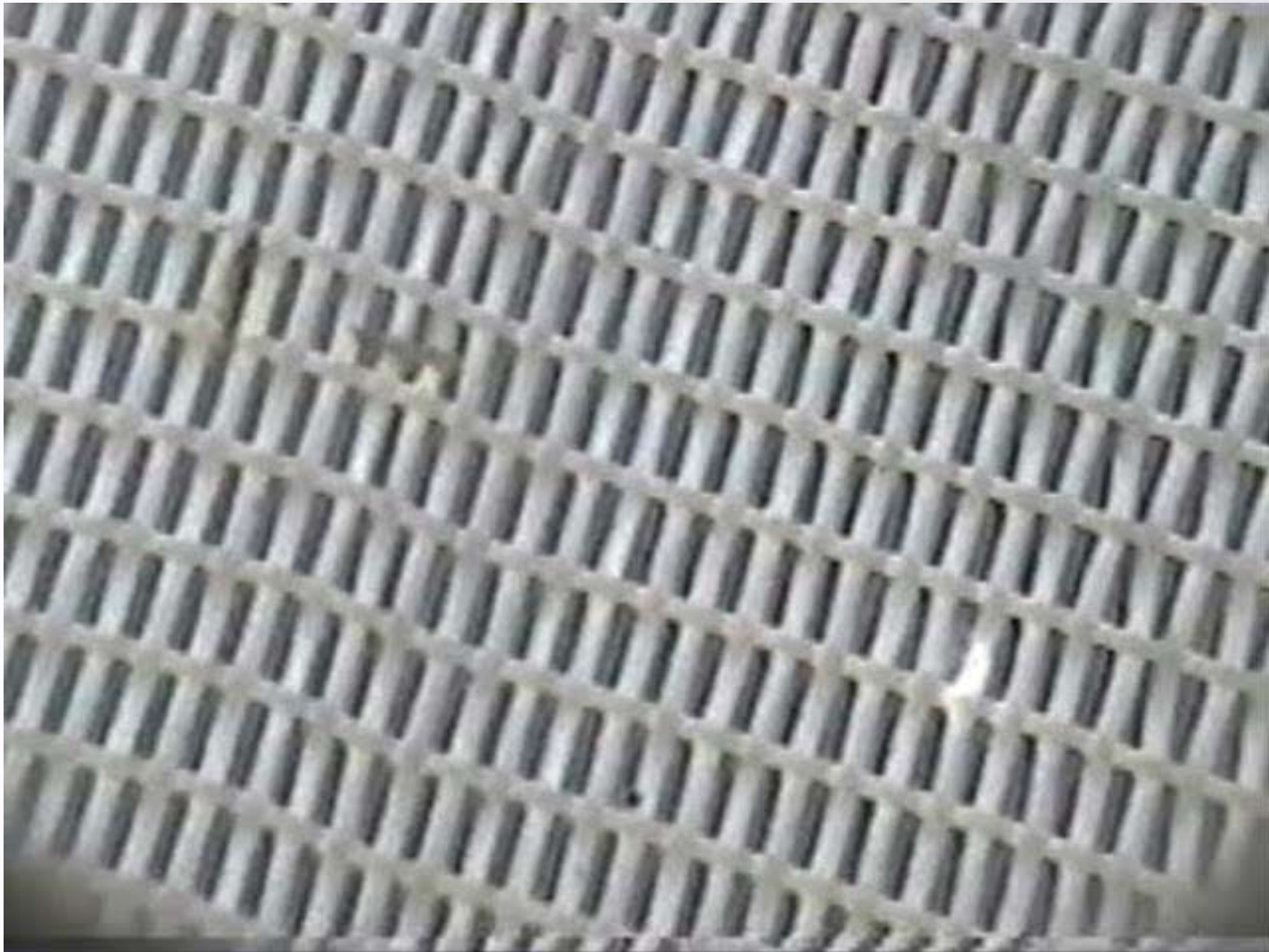
En planta: 0,25 mm

De perfil: 0,15 mm



Malla 28x13 cm-1

LX 0.55 ± 0.04 (mm)
LY 0.16 ± 0.03 (mm)





Malla 30x21 cm⁻¹

LX 0.31 ± 0.06 (mm)

LY 0.12 ± 0.02 (mm)



- ❑ Para seleccionar una malla es necesario conocer la Dimensión del hueco (2D, 3D) y su relación con el tamaño de los insectos plaga.**
- ❑ Para Moscas blancas son viables las barreras físicas (tamaño de hueco $\varnothing < 0,24$ mm), para ello se debe utilizar una malla de densidad de hilos mínima de 20x10.**

❑ Es posible utilizar mallas más eficientes, es decir, de mayor porosidad y con una mayor exclusión de insectos, utilizando mallas con más número de hilos pero de menor diámetro (0,19 mm).

❑ Actualmente se están desarrollando mallas de:

-10 x 22

-11 x 22

-12 x 24

-14 x 27

-13 x 31

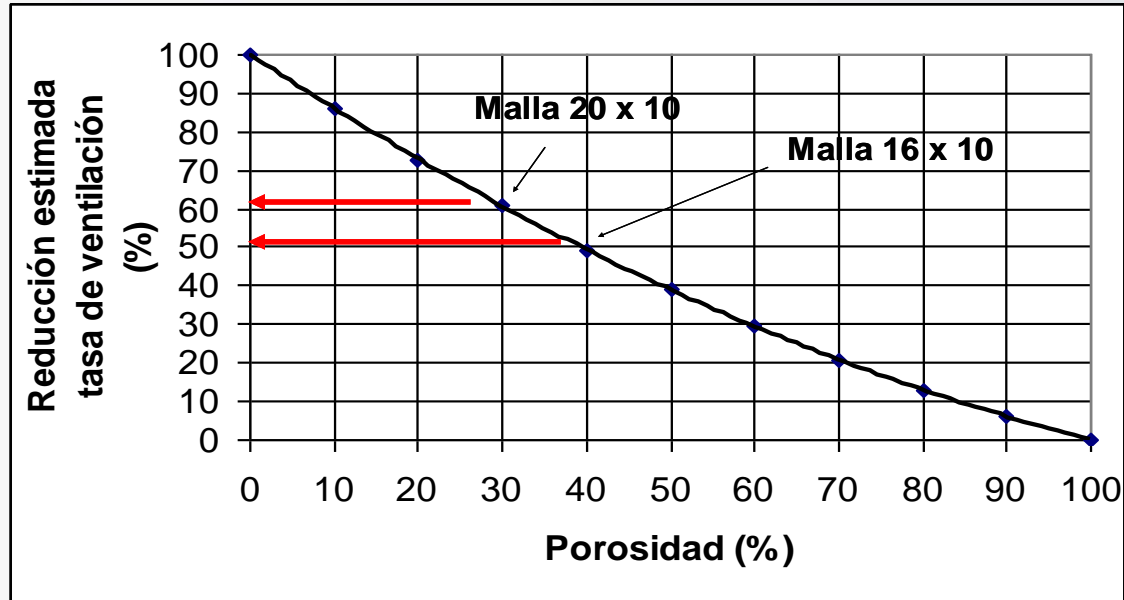
-15 x 30

EFECTO DE LAS MALLAS SOBRE LA VENTILACIÓN

Pérez- Parra y col., 2004

$$Q_{sc} / Q = \varepsilon (2 - \varepsilon)$$

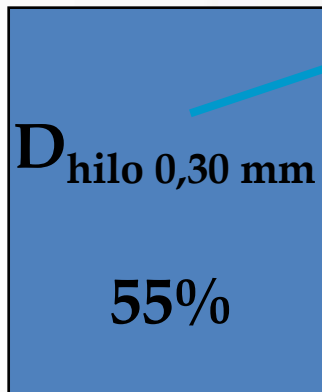
$$R = 100 \varepsilon^2 - 200 \varepsilon + 100$$



100%

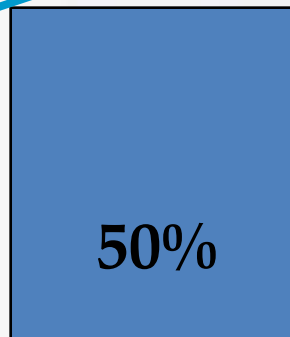
Sin malla

PASO DE AIRE



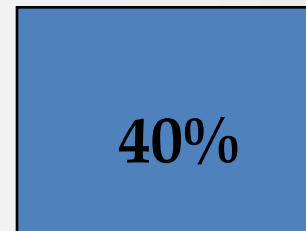
55%

16 x 10



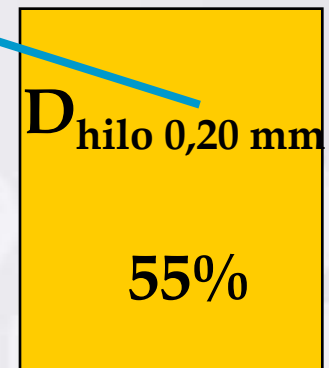
50%

20 x 10



40%

22x11



55%

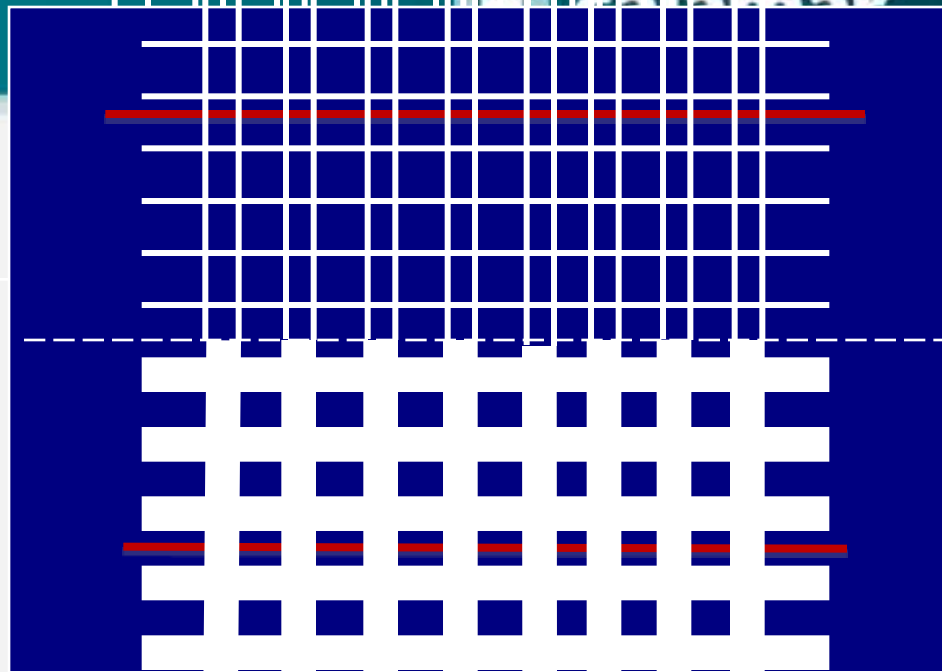
27x14

MALLA TEÓRICA

Hilos más finos 55 %



MAYOR POROSIDAD 35 %



Malla más eficiente

Máxima exclusión a insectos
Mínima reducción de flujo de aire

Exclusión Mosca Blanca

24 x 12 hilos cm^{-1} , hueco = 0.24 mm, R = 33%

Exclusión Trips

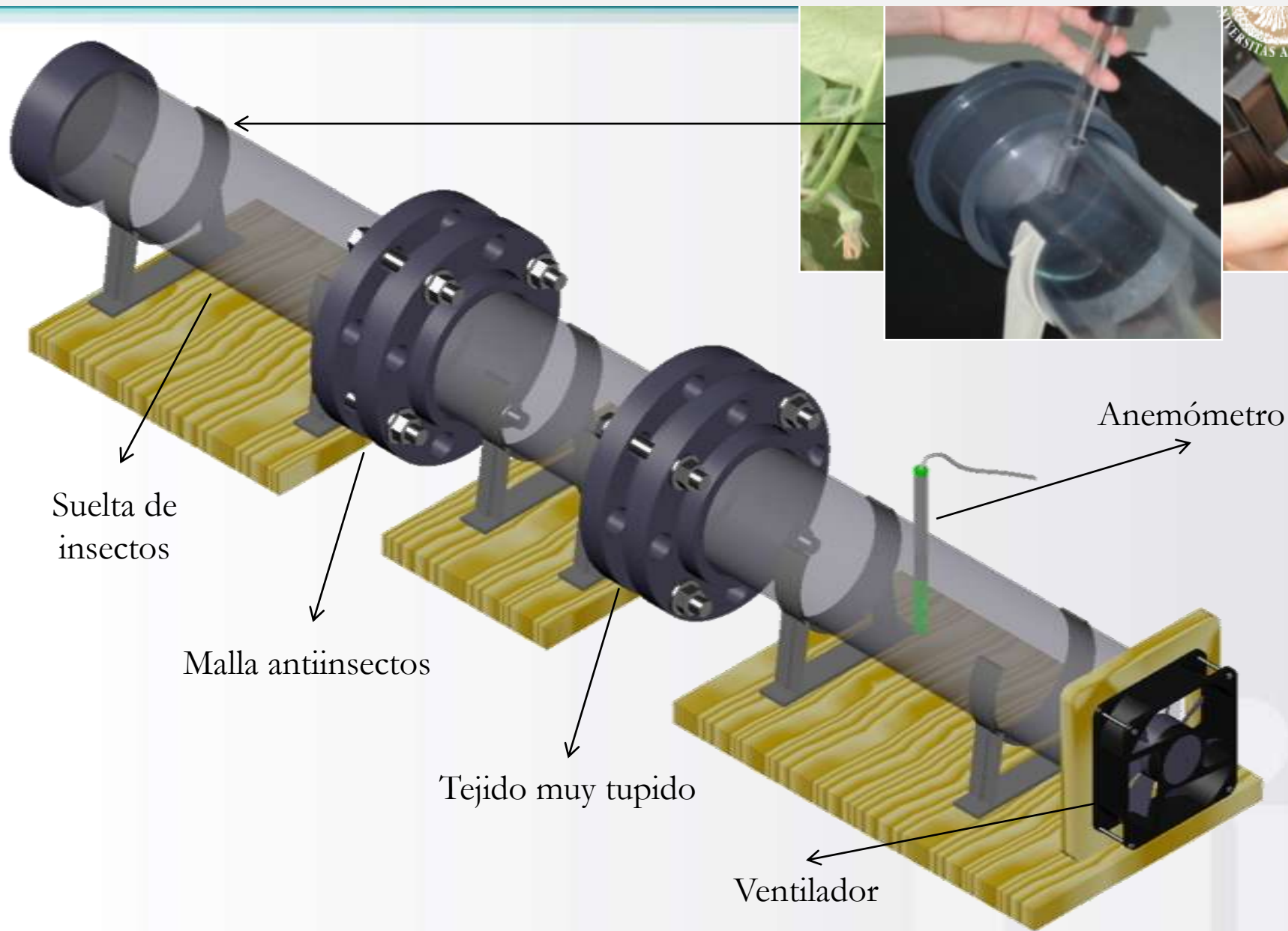
27 x 14 hilos cm^{-1} , hueco = 0.19 mm, R = 41%

Cabrera y col., 2006

$\varnothing_{\text{hilo}} = 0.19 \text{ mm}$



Laboratorio para el control de calidad y evaluación de los agrot textiles



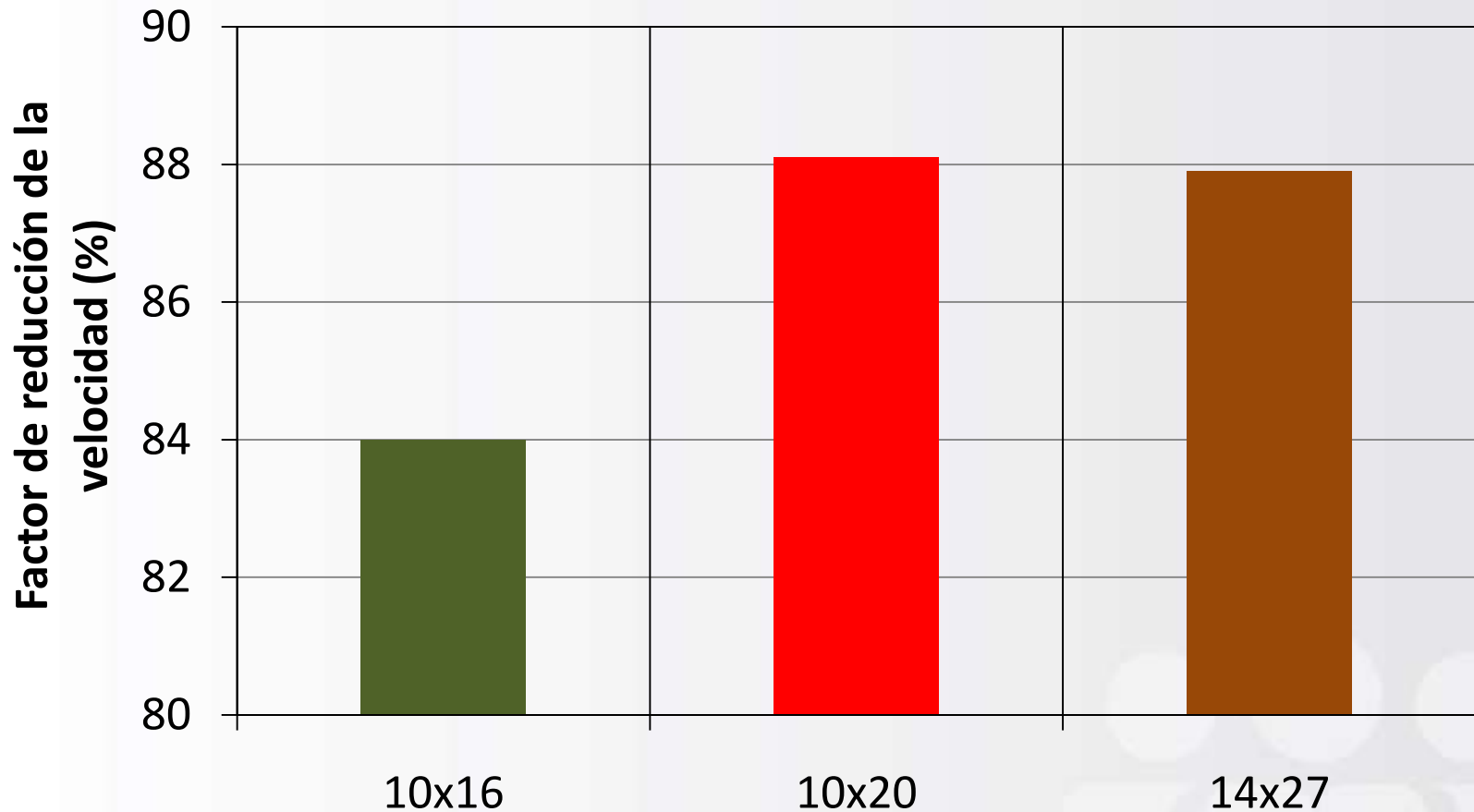


Laboratorio para el control de calidad y evaluación de los agrot textiles

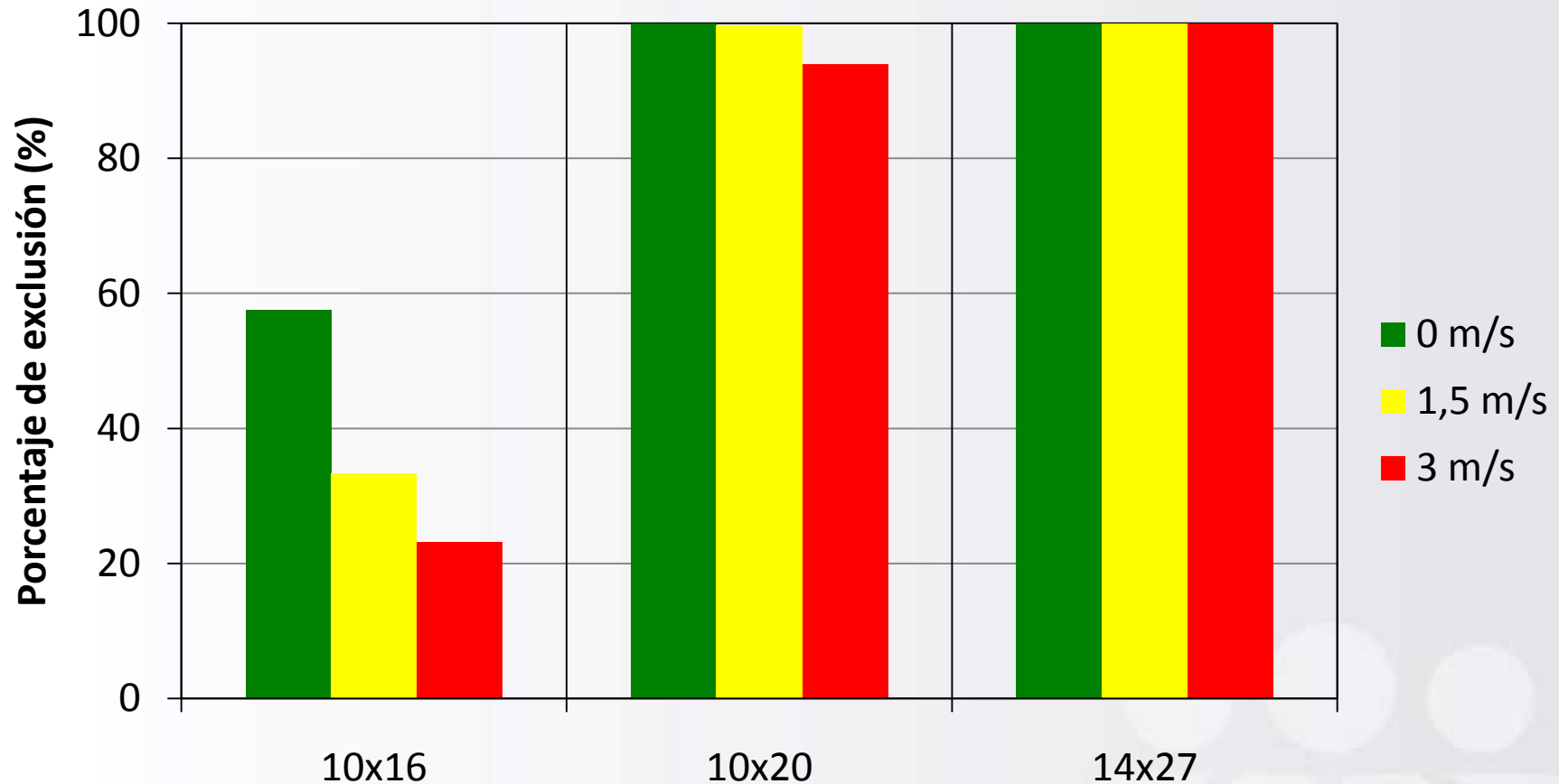
TIPO DE MALLA	10x16	10x20	14x27
DIÁMETRO DEL HILO	0,25	0,25	0,19

- EFICACIA FRENTE A B. Tabaci
- REDUCCIÓN DE LA VELOCIDAD DEL AIRE

Factor de reducción de la velocidad del aire



EFICACIA FRENTE A *B. Tabaci*



Malla antiinsectos 10×22 hilos/cm²

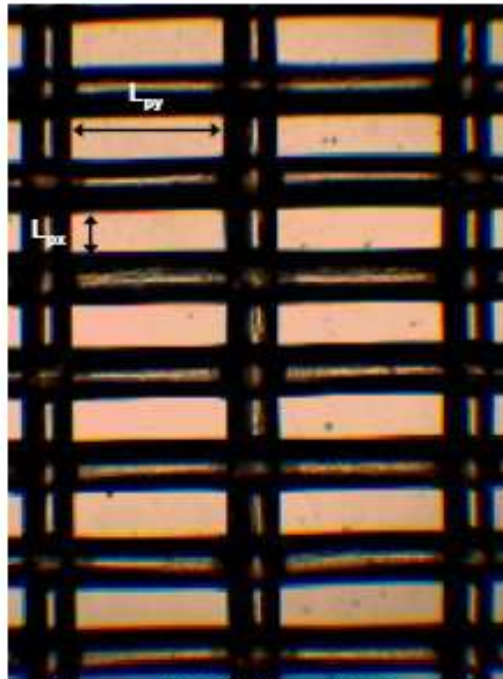


Imagen ampliada obtenida mediante microscopio.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Características geométricas

Densidad (hilos/cm ²):	9,9 × 22,1
Grosor hilo trama D _{tx} :	258,9 μm
Grosor hilo urdimbre D _{ty} :	261,5 μm
Longitud del poro (trama) L _{px} :	190,5 μm
Longitud del poro (urdimbre) L _{py} :	779,2 μm
Porosidad:	31,7 %
Uniformidad dirección trama (CV ; CD):	8,2 %-8,7 %
Uniformidad dirección urdimbre (CV ; CD):	3,8 %-5,2 %
Transmitancia (PAR):	89,5 %
Coef. reducción velocidad del aire R _v :	83,3%
Permeabilidad aire (UNE-EN ISO 9237) R:	1633,7 mm/s
Coeficiente de exclusión a 0 m/s (<i>Bemisia tabaci</i>):	99,5 %
Coeficiente de exclusión a 1,5 m/s (<i>Bemisia tabaci</i>):	98,3 %
Coeficiente de exclusión a 3 m/s (<i>Bemisia tabaci</i>):	97,6 %

En colaboración con



CRIADO & LOPEZ

Las características técnicas de este producto han sido obtenidas mediante ensayos realizados en el Laboratorio para el Control de Calidad y Evaluación de Agrotexiles de la Universidad de Almería.

RECOMENDACIONES

- ✓ Muy eficaz frente a la especie *Bemisia tabaci* tanto en condiciones de calma como a la máxima velocidad ensayada (3 m/s).

Malla antiinsectos 11×22 hilos/cm²

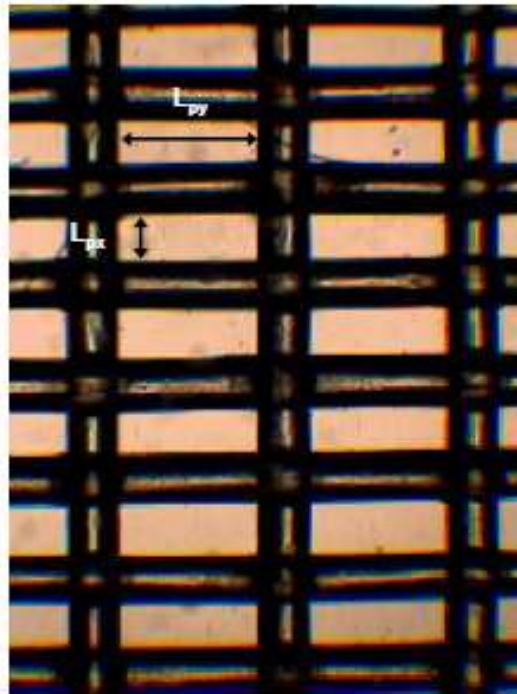


Imagen ampliada obtenida mediante microscopio.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Características geométricas

Densidad (hilos/cm ²):	11,6 × 22,2
Grosor hilo trama D _{tr} :	258,2 μm
Grosor hilo urdimbre D _{ur} :	264,4 μm
Longitud del poro (trama) L _{tr} :	187,0 μm
Longitud del poro (urdimbre) L _{ur} :	600,7 μm
Porosidad:	29,0 %
Uniformidad dirección trama (CV ; CD):	7,5 %-8,9 %
Uniformidad dirección urdimbre (CV ; CD):	5,5 %-7,6 %
Transmitancia (PAR):	87,6 %
Coef. reducción velocidad del aire R _v :	85,6 %
Permeabilidad aire (UNE-EN ISO 9237) R:	1500,9 mm/s
Coeficiente de exclusión a 0 m/s (<i>Bemisia tabaci</i>):	100 %
Coeficiente de exclusión a 1,5 m/s (<i>Bemisia tabaci</i>):	100 %
Coeficiente de exclusión a 3 m/s (<i>Bemisia tabaci</i>):	99,5%

En colaboración con



CRIADO & LOPEZ

Las características técnicas de este producto han sido obtenidas mediante ensayos realizados en el Laboratorio para el Control de Calidad y Evaluación de Agrotexiles de la Universidad de Almería.

RECOMENDACIONES

- ✓ Muy eficaz frente a la especie *Bemisia tabaci* tanto en condiciones de calma como a la máxima velocidad ensayada (3 m/s).

Malla antiinsectos 13×31 hilos/cm²

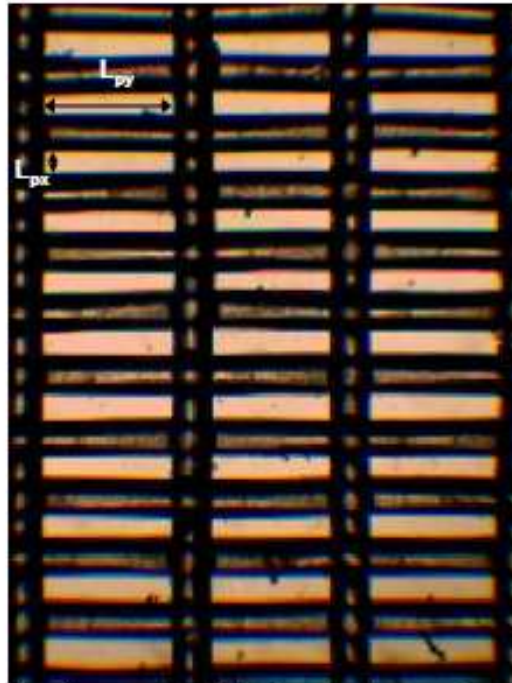


Imagen ampliada obtenida mediante microscopio.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Características geométricas

Densidad (hilos/cm ²):	12,9 × 31,9
Grosor hilo trama D _{tr} :	198,9 μm
Grosor hilo urdimbre D _{ur} :	202,8 μm
Longitud del poro (trama) L _{tr} :	110,4 μm
Longitud del poro (urdimbre) L _{ur} :	578,4 μm
Porosidad:	26,2 %
Uniformidad dirección trama (CV ; CD):	14,7 %-18,8 %
Uniformidad dirección urdimbre (CV ; CD):	5,0 %-7,3 %
Transmitancia (PAR):	89,1 %
Coef. reducción velocidad del aire R _v :	87,2%
Permeabilidad aire (UNE-EN ISO 9237) R:	1520,4 mm/s
Coeficiente de exclusión a 0 m/s (<i>Bemisia tabaci</i>):	100 %
Coeficiente de exclusión a 1,5 m/s (<i>Bemisia tabaci</i>):	100 %
Coeficiente de exclusión a 3 m/s (<i>Bemisia tabaci</i>):	100 %



En colaboración con



Las características técnicas de este producto han sido obtenidas mediante ensayos realizados en el Laboratorio para el Control de Calidad y Evaluación de Agrotexiles de la Universidad de Almería.

RECOMENDACIONES

- ✓ Muy eficaz frente a la especie *Bemisia tabaci* tanto en condiciones de calma como a la máxima velocidad ensayada (3 m/s).

Eficacia Mallas

Malla	Densidad (hilos/cm ²)	Coeficiente de exclusión (%)		
		0 m/s	1,5 m/s	3 m/s
10×22	9,6×22,1	99,5	98,3	97,6
11×22	11,6×22,2	100	100	99,5
13×31	12,9×31,9	100	100	100
15×31	-	100	100	100
11×22	-	98,6	92,1	59,2
11×21	-	99,8	93,4	86,5

LIMPIEZA DE LAS MALLAS







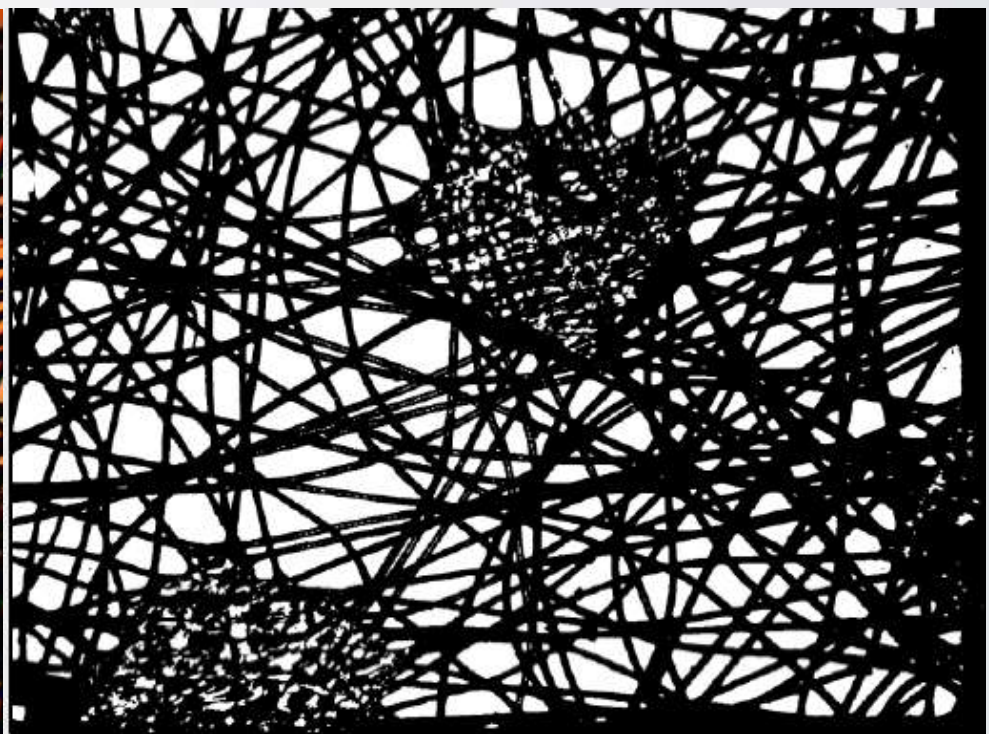
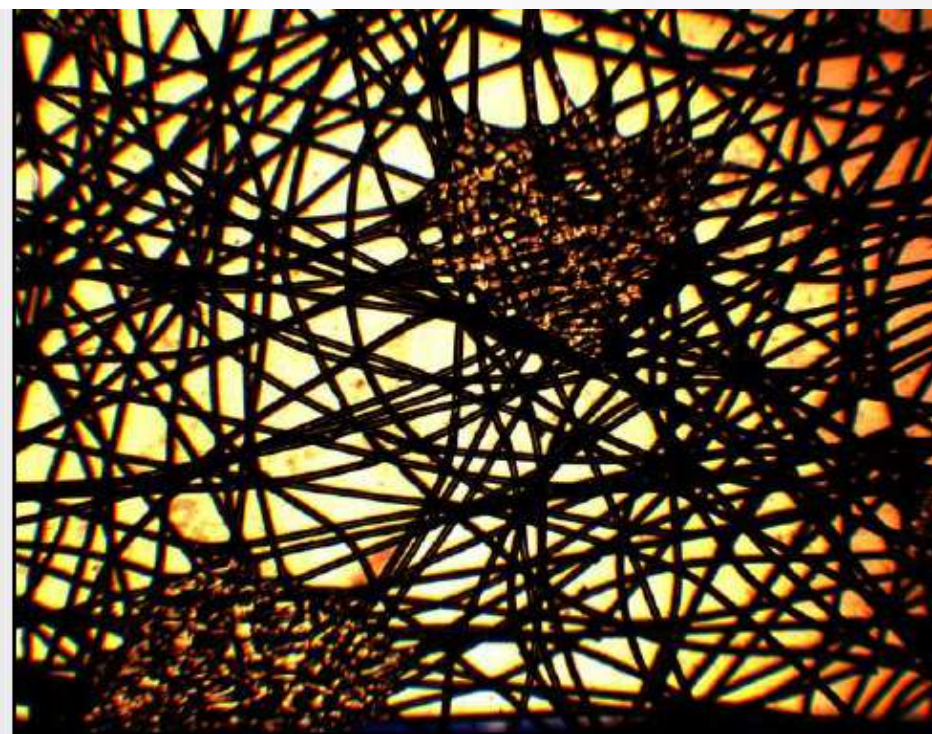
VENTILACIÓN LATERAL

VENTANAS MÁS EFICIENTES



Características Técnicas

Mantas Térmicas



UNIVERSIDAD DE ALMERÍA



Departamento de Ingeniería

en colaboración con



CRIADO & LOPEZ

PROTECCIÓN PARA SU CULTIVO



Coefficiente de exclusión

Orden: Thysanoptera
 Familia: Thripidae
 Especie: *Frankliniella occidentalis*
 Número total de individuos analizados: 358

Tabla 1. Características morfológicas de la especie *Frankliniella occidentalis*.

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS			
Diámetro del tórax (µm) (Bethke y Paine, 1991)		Diámetro tórax medio (µm)	Diámetro abdomen (µm) (Bethke, 1994)
Hembra	Macho		
245,5	184,4	214,9	265,0

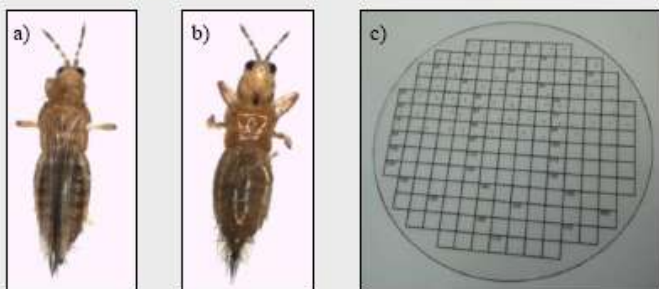


Fig. 8. Vista dorsal a) y ventral b) de *Frankliniella occidentalis* tomada con lupa binocular. Recuento de individuos c).

Velocidad del aire: 0 m s⁻¹
 Temperatura media: 25,8 °C
 Número de muestras: 3
 Coeficiente de exclusión:

Muestra 1 → 66,0%
 Muestra 2 → 52,8%
 Muestra 3 → 23,4%
 Media → 47,4%

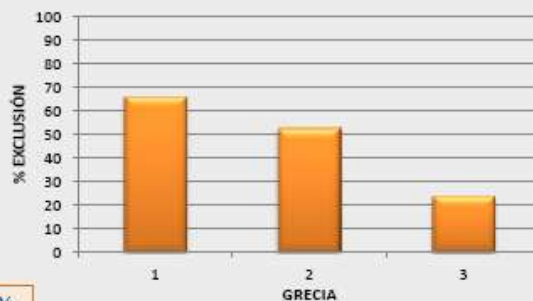


Fig. 9. Coeficiente de exclusión de cada muestra ensayada.

COEFICIENTE DE EXCLUSIÓN: 47,4%

Coefficiente de exclusión

Orden: Homoptera
 Familia: Aleyrodidae
 Especie: *Bemisia tabaci*
 Número total de individuos analizados: 448

Tabla 5. Características morfológicas de la especie *Bemisia tabaci*.

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS		
Diámetro del tórax (µm) (Bethke y Paine, 1991)		Diámetro tórax medio (µm)
Hembra	Macho	
261,3	215,8	238,5

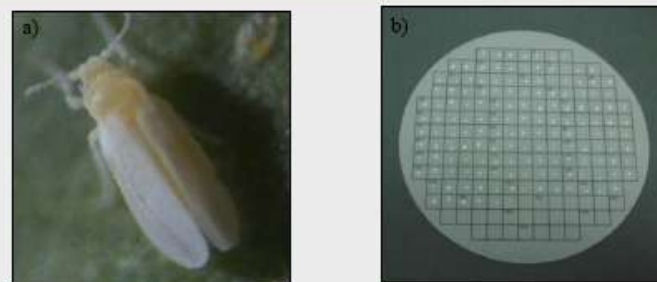


Fig. 22. Vista dorsal a) de *Bemisia tabaci*. Recuento de individuos b).

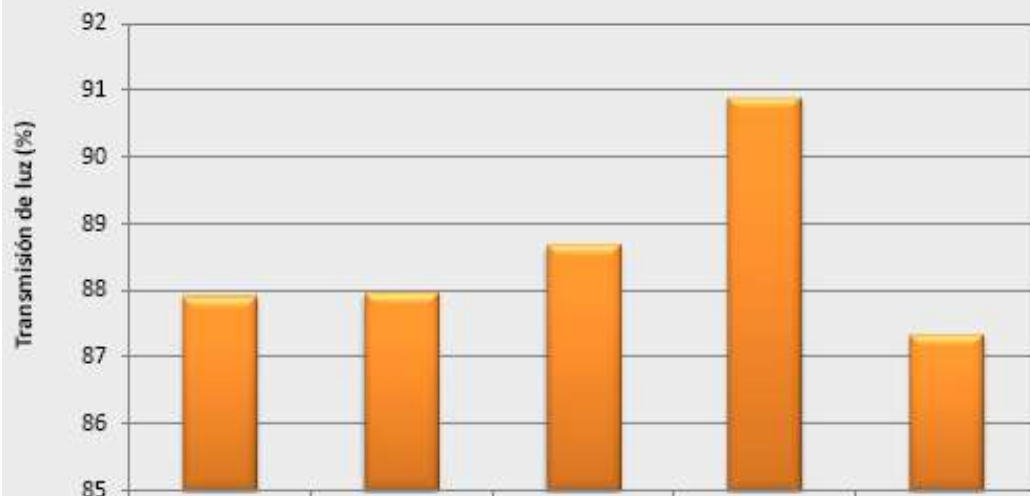
Velocidad del aire: 0 m s⁻¹
 Temperatura media: 25,8 °C
 Número de muestras: 3
 Coeficiente de exclusión:

Muestra 1 → 100%
 Muestra 2 → 98,7%
 Muestra 3 → 100%
 Media → 99,6%



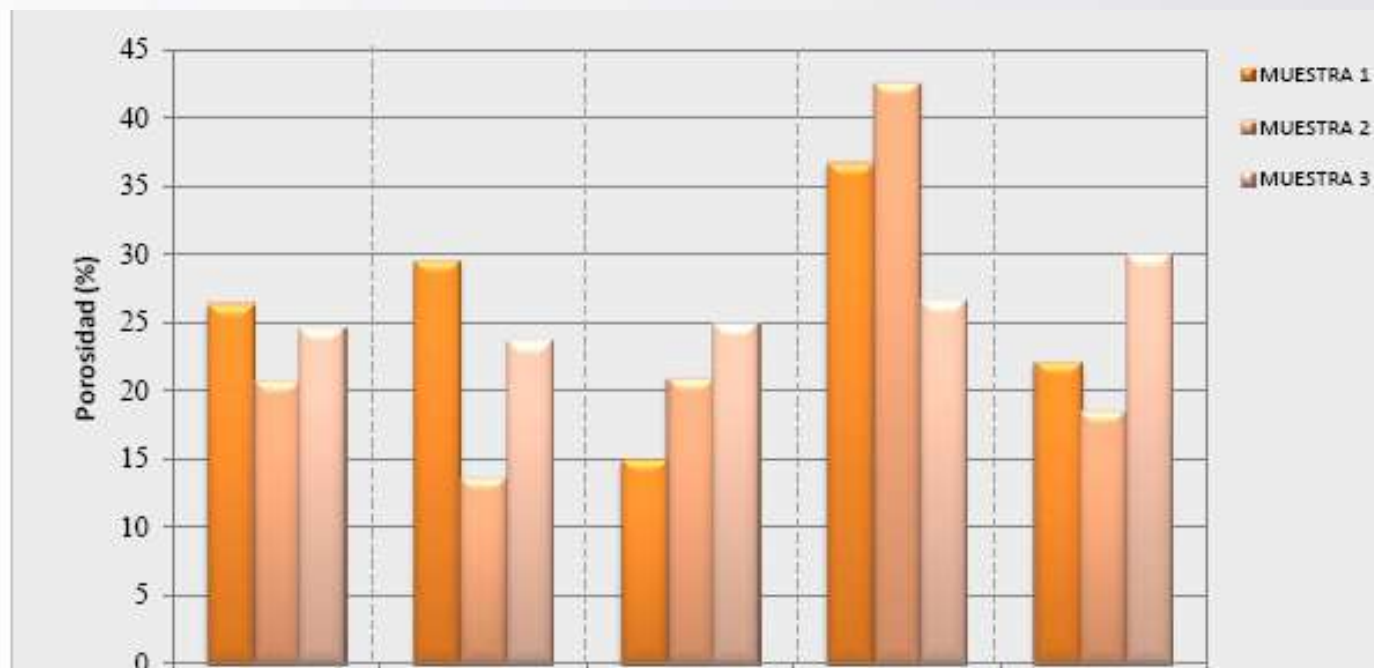
Fig. 23. Coeficiente de exclusión de cada muestra ensayada.

COEFICIENTE DE EXCLUSIÓN: 99,6%

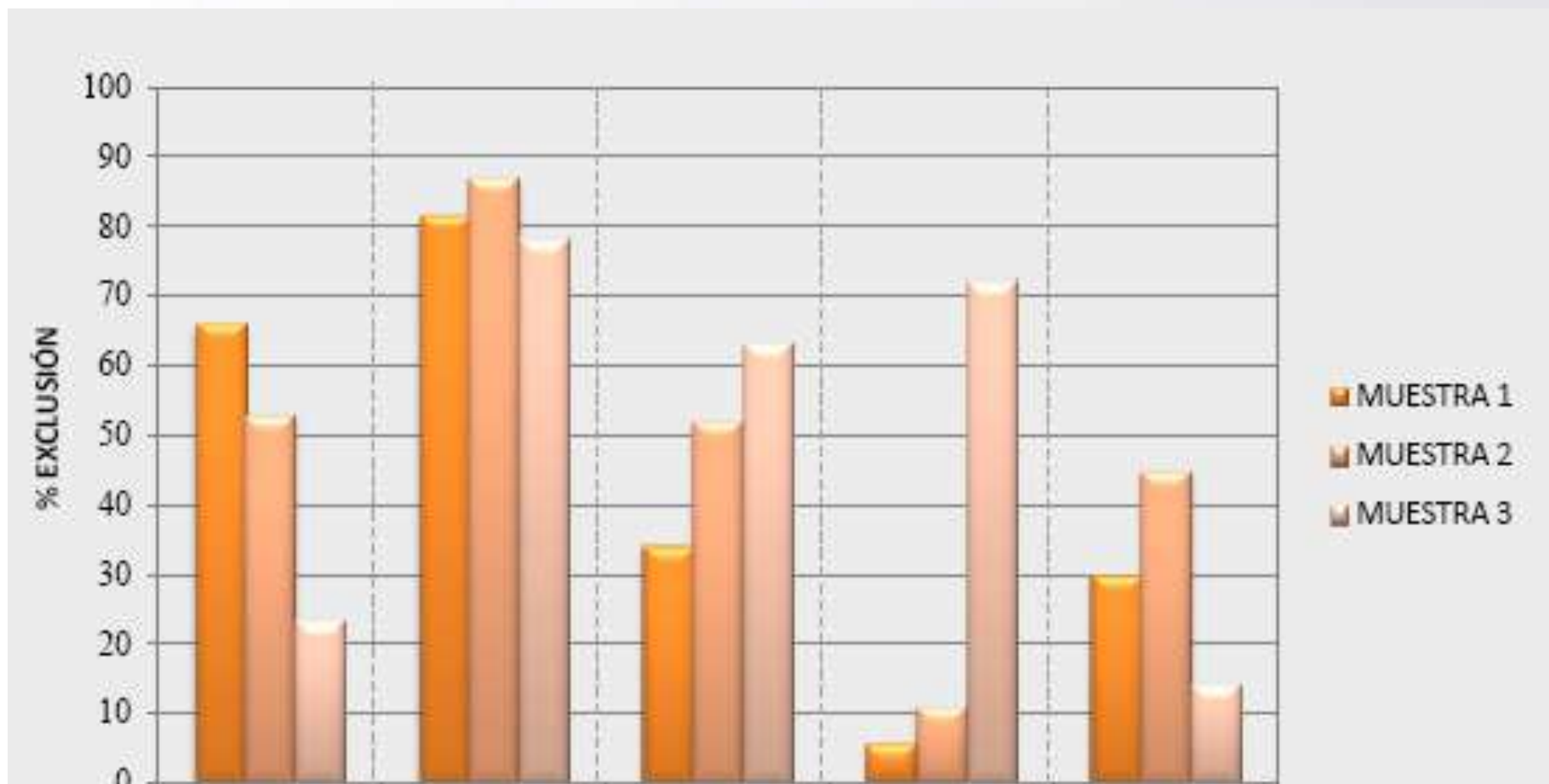


Transmisión de Luz (%)

Porosidad (%)



Porcentaje Exclusión Trips



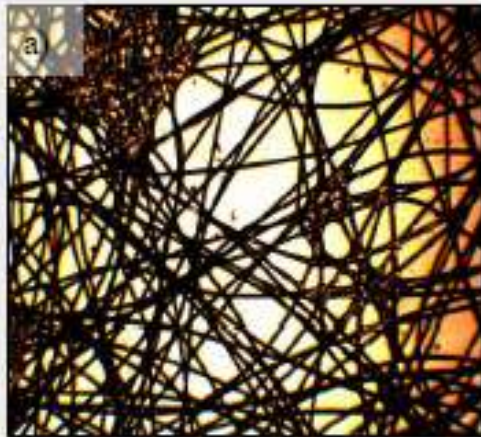
Características Técnicas de 5 tipos de Mantas Térmicas de 17 gramos

Porosidad (%)	23,9	22,2	20,3	35,3	23,5
Transmisión de luz (%)	87,9	87,9	88,7	90,9	87,3
Coef. reduc. velocidad del aire (%)	92,6	92,1	92,7	88,4	91,9
Resistencia al paso del aire	Media-Alta	Alta	Media-Alta	Baja	Media-Baja
Coef. exclusión frente a <i>Frankliniella occidentalis</i> (%)	47,4	82,2	49,7	29,6	29,5
Coef. de exclusión frente a <i>Bemisia tabaci</i> (%)	-	-	-	99,6	-
Uniformidad *	Media-Alta	Alta	Media-Alta	Baja	Media-Baja

* La uniformidad del textil se refiere a las tres muestras analizadas del mismo.

El segundo tipo presenta alta resistencia al paso del aire y baja porosidad, esto le confiere unas adecuadas características térmicas. Además presenta una alta uniformidad y desde el punto de vista de protección es el textil más eficaz frente al trips.

1. Presentan un % de transmisión de luz entre el 87% y el 91%.
2. La porosidad osciló entre un 24% y un 35%.
3. Los ensayos de los túneles de viento han demostrado que el valor medio del coeficiente de reducción del aire es del 88,4%.
4. Existe una gran variabilidad en cuanto a la eficacia frente al trips debido a la baja uniformidad de las mantas térmicas, oscilando los coeficientes de exclusión frente al trips ente un 29% y un 82%. Por lo que el uso de manta térmica no garantiza la protección frente al trips.
5. En cambio, la eficacia frente a mosca blanca es muy elevada, situándose los coeficientes de exclusión frente a mosca blanca superiores al 99%.



- Los resultados obtenidos muestran que las mallas con densidades de 11×22 hilos/cm², 13×31 hilos/cm², 15×31 hilos/cm² son 100% eficaces frente a la especie *Bemisia tabaci* tanto en condiciones de calma como a la máxima velocidad ensayada.
- La malla 10×22 hilos/cm², también, se ha mostrado muy eficaz frente a la mosca blanca en los ensayos realizados. Si bien esta malla sufre una moderada pérdida de eficacia al aumentar la velocidad hasta 3 m/s, aunque hay que destacar que durante estos ensayos la mayoría de los insectos que lograron atravesar el textil eran machos, que son de menor tamaño que las hembras.
- Finalmente, los resultados obtenidos por los dos tipos de malla 11×22 hilos/cm² son muy reveladores, una malla es muy eficaz y la otra no. Por lo que se recomienda pedir la ficha de características de cada malla al fabricante, para asegurarnos si dichas mallas garantizan la protección de los cultivos frente a *Bemisia tabaci*.



Muchas Gracias

juancarlosgazquez@fundacioncajamar.com