

INFLUENCIA DE LOS PLÁSTICOS ANTIPLAGAS SOBRE LOS POLINIZADORES NATURALES DE LOS CULTIVOS HORTÍCOLAS EN INVERNADERO

CORPUS PÉREZ MARTÍNEZ
JUAN CARLOS LÓPEZ HERNÁNDEZ
JUAN CARLOS GÁZQUEZ GARRIDO
DAVID MECA ABAD

Estación Experimental de la Fundación Cajamar «Las Palmerillas» (Almería)

ANTONIO MARÍN TRUJILLO
MARÍA SOLEDAD BERMÚDEZ UYARRA

Repsol YPF, Asistencia Técnica y Desarrollo de Poliolefinas, Móstoles (Madrid)

ALEJO SOLER RODRÍGUEZ
Departamento I+D Agrobío, S.L. (Almería)

RESUMEN

Los plásticos antiplagas bloquean parte de la radiación ultravioleta, por lo que pueden alterar la actividad de los insectos polinizadores empleados en invernadero, ya que interfieren su visión y su orientación.

El objetivo de este trabajo fue evaluar la actividad polinizadora de las abejas (*Apis mellifera*) y de los abejorros (*Bombus terrestris*) bajo cuatro materiales de cubierta de invernadero: testigo y tres antiplagas con diferente absorción en radiación ultravioleta.

Los resultados muestran que para el abejorro, en un cultivo de tomate, la actividad y la producción no se vieron afectados para ninguno de los plásticos ensayados. Sin embargo, para la abeja con cultivo de melón y sandía, reducciones en radiación UV provocaron menor actividad polinizadora, afectando a la producción sólo en el caso del plástico con máxima absorción UV (100%).

Palabras clave: Radiación ultravioleta, *Bombus terrestris*, *Apis mellifera*.

MATERIAL Y MÉTODOS

El trabajo se llevó a cabo en la Estación Experimental de la Fundación Cajamar, en el término municipal de El Ejido, en Almería. Se realizaron dos ensayos durante las

campañas 2004/05, 2005/06, 2006/07: uno en tres invernaderos tipo parral y otro en dos invernaderos multitúnel.

Ensayo 1

Se realizó en tres invernaderos tipo parral con cubierta asimétrica (tipo INACRAL), con estructura de tubos galvanizados y alambre, con una superficie total de 432 m² cada uno, y con un pasillo central de 2 m que los dividía en dos parcelas, Norte y Sur (384 m² de superficie útil). Los invernaderos estaban orientados Este-Oeste, con una altura de 2,9 m en las bandas laterales y de 4,2 m en cumbre. Cada invernadero contaba con ventilación lateral (Norte-Sur) y cenital (capilla del Norte) automatizadas y cubiertas de malla anti-insectos 20 x 10 hilos/cm², con un grosor de hilo de 0,27 mm. Se cultivó en suelo enarenado y el riego fue por goteo, con goteros de 3 l/h⁻¹.

Para evaluar la influencia de los plásticos antiplagas sobre los polinizadores naturales de los cultivos hortícolas en invernadero (*Bombus terrestris* y *Apis mellifera*), se dispusieron tres tratamientos, uno en cada invernadero: A1: Antiplagas 1 (10% Transmisividad UV); T: Testigo (65% Transmisividad UV); A2: Antiplagas 2 (23% Transmisividad UV). El material de cerramiento se instaló el 31/01/05.

Los polinizadores utilizados en los cultivos de tomate fueron abejorros (*Bombus terrestris*) colocándose las colmenas en el centro norte de cada tratamiento, con la salida orientada hacia el sur. La actividad de los polinizadores naturales en tomate se determinó cuantificando el porcentaje de flores picadas por los abejorros.

En el cultivo de melón, la polinización se realizó con abejas (*Apis mellifera*). Debido a las dimensiones del invernadero utilizado durante la primera parte del ensayo (432 m²), se introdujo una colmena pequeña de abejas, con un único núcleo tipo perfección que contenía unas 2.000 obreras, para poder así permitir extrapolar mejor los resultados obtenidos a un invernadero comercial. La actividad de las abejas se determinó contabilizando el número de abejas que entraban y salían de cada colmena ya que no dejan marcas visibles sobre las flores que visitan.

La programación del material vegetal utilizado para el ensayo se resume en la siguiente tabla:

Campaña	Ciclo de cultivo	Cultivo	Cultivar	Trasplante	Final	Densidad (pl/m ²)
04/05	Primavera	Melón	Siglo	04/02/05	26/05/05	1,33
05/06	Otoño	Tomate	Carson	09/09/05	02/03/06	1,33
05/06	Primavera	Melón	Siglo	06/03/06	13/06/06	1,33
06/07	Otoño	Tomate	Pitena	17/08/06	06/02/07	1,33
06/07	Primavera	Melón	Valverde	13/02/07	31/05/07	1,33

Ensayo 2

Durante la campaña 2006/07 y 2007/08, se realizó un segundo ensayo en dos invernaderos análogos, tipo multitúnel, con cubierta asimétrica, de 2.400 m² cada uno, orientados este-oeste, con ventilación lateral (Norte y Sur) y cenital y cubiertas con malla

antiinsectos de 20 x 10 hilos/cm², con un grosor de hilo de 0,27 mm. Se cultivó en sustrato y el riego fue por goteo, con goteros autocompensantes de 3 l/h⁻¹.

El 30/08/06 se instaló el cerramiento plástico (plástico tricapa incoloro difuso y plástico con una absorción 100% de la radiación ultravioleta). Hay que significar que una absorción del 100% de UV no se realiza en los plásticos comerciales; sin embargo, se vio el interés de evaluar este material para determinar el comportamiento de los polinizadores ante esta situación.

El material vegetal utilizado para el ensayo se resume en la siguiente tabla:

Campaña	Ciclo de cultivo	Cultivo	Cultivar	Trasplante	Final	Densidad (pl/m ²)
06/07	Otoño	Tomate	Pitenza	07/09/06	14/02/07	2,41
06/07	Primavera	Sandía mini	Master	05/03/07	29/05/07	0,40
07/08	Otoño	Melón	Merak	22/08/07	16/11/07	0,80

Los polinizadores utilizados en los cultivos de tomate fueron abejorros (*Bombus terrestris*) colocándose las colmenas en el centro norte de cada tratamiento, con la salida orientada hacia el sur. La actividad de los polinizadores naturales en tomate se determinó cuantificando el porcentaje de flores picadas por los abejorros.

En los cultivos de melón y sandía, la polinización se realizó con abejas (*Apis mellifera*). La colmena se colocó en el lado norte del invernadero, con la salida orientada hacia el sur. En este segundo ensayo (invernaderos multitúnel de 2.400 m²), se utilizó por cada tratamiento una colmena de triple núcleo con 8.000 obreras. La actividad de las abejas se determinó contabilizando el número de abejas que entraban y salían de cada colmena, ya que no dejan marcas visibles sobre las flores que visitan.

Se determinó producción total, comercial, y no comercial, número de frutos comerciales y peso medio de los frutos comerciales, atendiendo a las normas de calidad para melón tipo galia [(SOIVRE (OM 29/6/84; BCE 5/7/84)], melón piel de sapo [(SOIVRE (CE 1093/1997), modificado por el reglamento CE 16157/2001)], tomate [SOIVRE (CE 717/200)] y sandía [(Reglamento CE 1093/97, modificado por Reglamento CE 1615/2001)].

Los datos se sometieron al análisis de la varianza (Test ANOVA), aplicados a un diseño unifactorial, para determinar la posible existencia de diferencias estadísticamente significativas entre los dos tratamientos estudiados. Para ello se utilizó el programa estadístico Statgraphics Plus 5.1 (Manugistics Inc., EE.UU.).

RESULTADOS

La actividad de los polinizadores naturales (*Bombus terrestris*) en tomate, bajo plásticos antiplagas con diferente transmisividad a la radiación ultravioleta (0%, 10%, 23% y 65%) fue semejante entre los tratamientos. El porcentaje de polinización osciló entre el 73% y 100%, siendo menor al inicio y final del periodo de conteo (figuras 1 y 2).

En las tablas 2, 4 y 6 se muestran los rendimientos comerciales de los cultivos de tomate (cultivares *Carson* y *Pitenza*), bajo diferentes plásticos antiplagas (Antiplagas, Antiplagas 1, Antiplagas 2 y testigo), durante las campañas 2005/06 y 2006/07. En la campaña 2005/06 (ciclo de otoño), la producción comercial de tomate fue similar entre los tratamientos, superando los 10 kg/m². El número de frutos comerciales por planta fue

de 35 y el peso medio del fruto comercial osciló entre 224 g/fruto⁻¹ y 246 g/fruto⁻¹. El análisis estadístico no mostró diferencias significativas a nivel de producción, pero sí en el número de frutos comerciales por planta, siendo el tratamiento testigo el que alcanzó los valores más altos, pero con menor peso medio comercial (tabla 2).

En la campaña 06/07 (ciclo de otoño), la producción comercial superó los 8,5 kg/m². No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en producción, sólo en el peso medio del ramo comercial (tabla 4).

Al comparar un plástico antiplagas con máxima absorción a la radiación ultravioleta con un plástico testigo durante la campaña 2006/07 (ciclo de otoño) se observó que la producción comercial alcanzada por el plástico antiplagas fue similar que la del testigo (6,7 kg/m² y 6,9 kg/m², respectivamente), no mostrando diferencias estadísticamente significativas entre los dos tratamientos (tabla 6).

La actividad de los polinizadores naturales (*Apis mellifera*) en melón y sandía mini fue menor en los tratamientos antiplagas, ya que se contabilizaron menos abejas que entraban y salían de la colmena (figuras 3 y 4).

Cuando el ensayo se realizó con plásticos con mayor transmisividad a la radiación ultravioleta, la producción no se vio afectada, destacando durante las campañas 04/05 y 05/06 el tratamiento antiplagas 2, con 6,3 kg/m² y 4,2 kg/m² en producción comercial respectivamente. El análisis estadístico no mostró diferencias estadísticamente significativas a nivel de producción, número de frutos comerciales y peso medio del fruto comercial.

Cuando las reducciones de la radiación ultravioleta fueron máximas (100%), las producciones en el tratamiento antiplagas fueron menores. Así, en la campaña 06/07, el tratamiento antiplagas alcanzó una producción comercial de 3,2 kg/m² frente a 4,8 kg/m² del tratamiento testigo, mostrando diferencias estadísticamente significativas (tabla 7). En la campaña 07/08, el tratamiento con mayor producción comercial fue el testigo con 3,2 kg/m², mientras el antiplagas alcanzó 2,8 kg/m² (tabla 8).

CONCLUSIONES

Con el abejorro (*Bombus terrestris*) como polinizador, la producción no se vio afectada, por lo que reducciones de radiación ultravioleta no provocaron una menor actividad polinizadora.

Con la abeja (*Apis mellifera*) como polinizadora, reducciones en radiación ultravioleta provocaron menor actividad polinizadora, no afectando a la producción, excepto en el caso de absorciones máximas, que alcanzaron reducciones del 24% en producción.

Tabla 1. Rendimiento comercial para un cultivo de melón en el ciclo de primavera, bajo plásticos antiplagas con una transmisividad a la radiación ultravioleta del 10%, 23% y 65% (antiplagas 1, antiplagas 2 y testigo). Campaña 2004/05

Tratamientos	Producción total (kg/m ²)	Producción comercial (kg/m ²)	Producción no comercial (kg/m ²)	Nº frutos comerciales (fr/pl ⁻¹)	Peso medio fruto comercial (kg/fr ⁻¹)
Antiplagas 1	5,6 a	5,3 a	0,3 a	4,0 a	1,0 a
Testigo	6,5 a	6,3 a	0,2 a	4,2 a	1,1 a
Antiplagas 2	6,4 a	6,3 a	0,1 a	4,3 a	1,1 a

Test de Mínima Diferencia Significativa, LSD. Valores seguidos con la misma letra no son significativamente diferentes al nivel de significación del 5%.

Tabla 2. Rendimiento comercial para un cultivo de tomate en el ciclo de otoño, bajo plásticos antiplagas con una transmisividad a la radiación ultravioleta del 10%, 23% y 65% (antiplagas 1, antiplagas 2 y testigo). Campaña 2005/06

Tratamientos	Producción total (kg/m ²)	Producción comercial (kg/m ²)	Producción no comercial (kg/m ²)	Nº frutos comerciales (fr/pl ⁻¹)	Peso medio fruto comercial (g/fr ⁻¹)
Antiplagas 1	10,5 a	10,4 a	0,1 a	34,8 a	224,0 b
Testigo	10,7 a	10,6 a	0,1 a	33,6 b	245,7 a
Antiplagas 2	11,1 a	11,0 a	0,1 a	34,7 a	238,9 ab

Test de Mínima Diferencia Significativa, LSD. Valores seguidos con la misma letra no son significativamente diferentes al nivel de significación del 5%.

Tabla 3. Rendimiento comercial para un cultivo de melón en el ciclo de primavera, bajo plásticos antiplagas con una transmisividad a la radiación ultravioleta del 10%, 23% y 65% (antiplagas 1, antiplagas 2 y testigo). Campaña 2005/06

Tratamientos	Producción total (kg/m ²)	Producción comercial (kg/m ²)	Producción no comercial (kg/m ²)	Nº frutos comerciales (fr/pl ⁻¹)	Peso medio fruto comercial (g/fr ⁻¹)
Antiplagas 1	4,0 a	3,9 a	0,1 a	3,6 a	0,8 a
Testigo	3,1 a	3,0 a	0,1 a	3,0 a	0,8 a
Antiplagas 2	4,3 a	4,2 a	0,1 a	3,8 a	0,8 a

Test de Mínima Diferencia Significativa, LSD. Valores seguidos con la misma letra no son significativamente diferentes al nivel de significación del 5%.

Tabla 4. Rendimiento comercial para un cultivo de tomate en ramo, en el ciclo de otoño, bajo plásticos antiplagas con una transmisividad a la radiación ultravioleta del 10%, 23% y 65% (antiplagas 1, antiplagas 2 y testigo). Campaña 2006/07

Tratamientos	Producción total (kg/m ²)	Producción comercial (kg/m ²)	Producción no comercial (kg/m ²)	Nº ramos comerciales (ramo/pl ⁻¹)	Peso medio ramo comercial (g/ramo ⁻¹)
Antiplagas 1	9,1 a	8,6 a	0,5 a	9,2 a	704,1 a
Testigo	9,6 a	9,1 a	0,5 a	9,3 a	735,1 a
Antiplagas 2	9,0 a	8,5 a	0,5 a	9,5 a	664,4 b

Test de Mínima Diferencia Significativa, LSD. Valores seguidos con la misma letra no son significativamente diferentes al nivel de significación del 5%.

Tabla 5. Rendimiento comercial para un cultivo de melón en el ciclo de primavera, bajo plásticos antiplagas con una transmisividad a la radiación ultravioleta del 10%, 23% y 65% (antiplagas 1, antiplagas 2 y testigo). Campaña 2006/07

Tratamientos	Producción total (kg/m ²)	Producción comercial (kg/m ²)	Producción no comercial (kg/m ²)	Nº frutos comerciales (fr/pl ⁻¹)	Peso medio fruto comercial (kg/fr ⁻¹)
Antiplagas 1	2,9 a	2,7 a	0,2 a	1,8 a	1,7 a
Testigo	3,2 a	3,2 a	0,0 a	1,9 a	1,9 a
Antiplagas 2	2,8 a	2,7 a	0,1 a	1,6 a	1,9 a

Test de Mínima Diferencia Significativa, LSD. Valores seguidos con la misma letra no son significativamente diferentes al nivel de significación del 5%.

Tabla 6. Rendimiento comercial para un cultivo de tomate en ramo, en ciclo de otoño, bajo plásticos antiplagas (0% y 35% de transmisividad a la radiación ultravioleta). Campaña 2006/07

Tratamientos	Producción total (kg/m ²)	Producción comercial (kg/m ²)	Producción no comercial (kg/m ²)	Nº ramos comerciales (ramo/pl ⁻¹)	Peso medio ramo comercial (g/ramo ⁻¹)
Testigo	7,4 a	6,9 a	0,5 a	4,7 a	608,6 a
Antiplagas	7,2 a	6,7 a	0,5 a	4,6 a	611,5 a

Test de Mínima Diferencia Significativa, LSD. Valores seguidos con la misma letra no son significativamente diferentes al nivel de significación del 5%.

Tabla 7. Rendimiento comercial para un cultivo de sandía mini, en ciclo de primavera, bajo plásticos antiplagas (0% y 35% de transmisividad a la radiación ultravioleta). Campaña 2006/07

Tratamientos	Producción total (kg/m ²)	Producción comercial (kg/m ²)	Producción no comercial (kg/m ²)	Nº frutos comerciales (fr/pl ⁻¹)	Peso medio fruto comercial (kg/fr ⁻¹)
Testigo	5,02 a	4,85 a	0,17 a	5,48 a	2,21 a
Antiplagas	3,34 b	3,18 b	0,16 a	3,68 b	2,16 a

Test de Mínima Diferencia Significativa, LSD. Valores seguidos con la misma letra no son significativamente diferentes al nivel de significación del 5%.

Tabla 8. Rendimiento comercial para un cultivo de melón en ciclo de otoño, bajo plásticos antiplagas (0% y 35% de transmisividad a la radiación ultravioleta). Campaña 2007/08

Tratamientos	Producción total (kg/m ²)	Producción comercial (kg/m ²)	Producción no comercial (kg/m ²)	Nº frutos comerciales (fr/pl ⁻¹)	Peso medio fruto comercial (kg/fr ⁻¹)
Testigo	3,4 a	3,2 a	0,2 a	3,9 a	1,0 a
Antiplagas	3,0 b	2,8 b	0,2 a	3,1 b	1,2 b

Test de Mínima Diferencia Significativa, LSD. Valores seguidos con la misma letra no son significativamente diferentes al nivel de significación del 5%.

Figura 1. Porcentaje de polinización del cultivo de tomate, bajo plásticos antiplagas con una transmisividad a la radiación ultravioleta del 10%, 23% y 65% (antiplagas 1, antiplagas 2 y testigo)

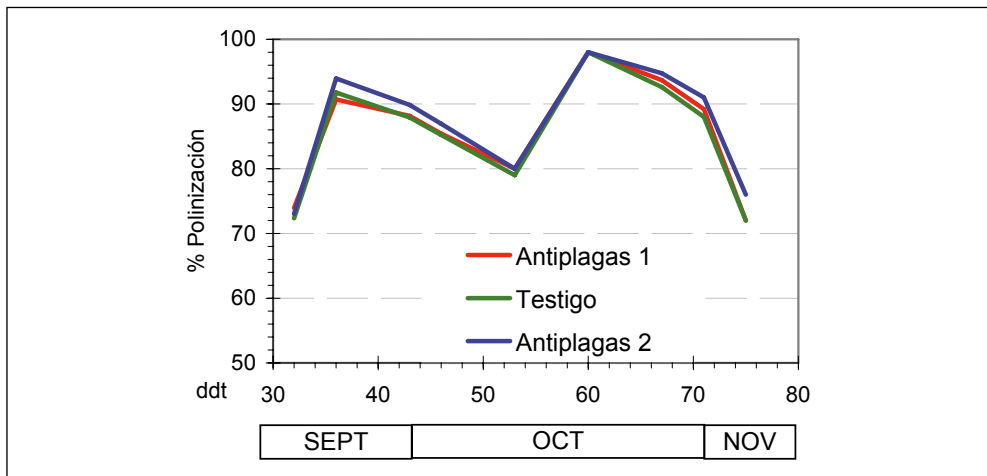


Figura 2. Porcentaje de polinización del cultivo de tomate, bajo plásticos antiplagas con una transmisividad a la radiación ultravioleta del 0% y 35% (antiplagas y testigo)

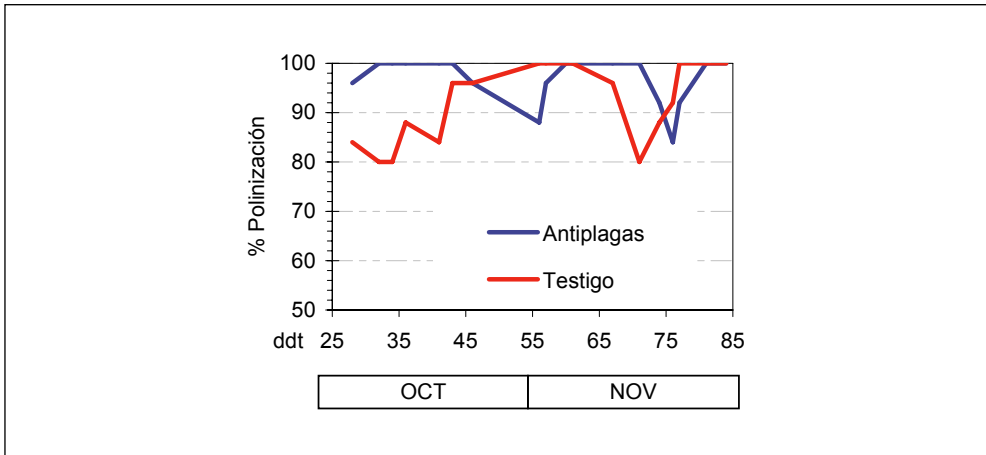


Figura 3. Seguimiento de la actividad de las abejas bajo plásticos antiplagas con una transmisividad a la radiación ultravioleta del 10%, 23% y 65% (antiplagas 1, antiplagas 2 y testigo)

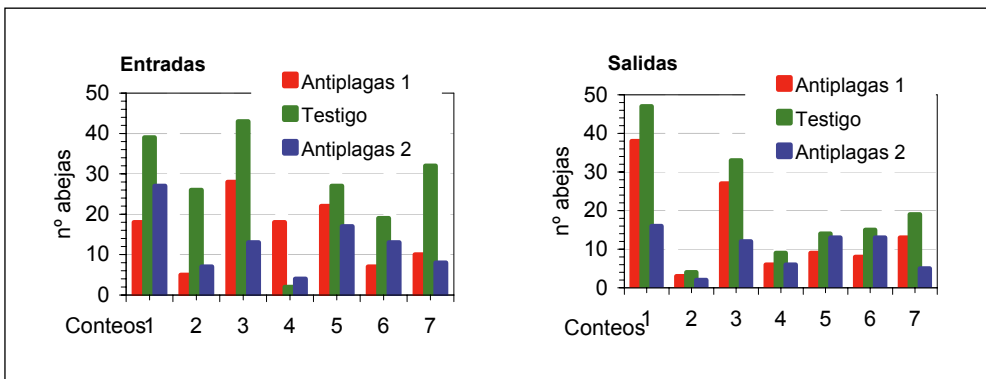


Figura 4. Seguimiento de la actividad de las abejas bajo plásticos antiplagas con una transmisividad a la radiación ultravioleta del 0% y 35% (antiplagas y testigo)

