

# **EVALUACIÓN DE LA POLINIZACIÓN EN INVERNADERO BAJO PLÁSTICO CONVENCIONAL Y ANTIPLAGA**

JUAN CARLOS VÁZQUEZ GARRIDO  
JUAN CARLOS LÓPEZ HERNÁNDEZ

«Las Palmerillas» de Cajamar

MANUEL ÁNGEL GÓMEZ ROMERO  
Syngenta Bioline

MARÍA JOSÉ ORTUÑO IZQUIERDO  
AgroBio S.L.

## **RESUMEN**

Este trabajo es fruto de la colaboración entre la Asociación de Productos Hortofrutícolas de Almería-Federación Andaluza de Empresas Cooperativas Agrarias (COEXPHAL-FAECA), AgroBio S.L, Syngenta Bioline y la Estación Experimental «Las Palmerillas» de CAJAMAR.

El objetivo fundamental que se planteó en este estudio realizado durante la campaña 2000-2001 en la provincia de Almería fue determinar el efecto de un plástico antiplagas (fotoseléctivo) sobre la polinización en un cultivo de tomate.

Los resultados obtenidos muestran que el plástico antiplagas reduce la actividad del abejorro (*Bombus terrestris*).

## **INTRODUCCIÓN**

El sistema hortícola almeriense ha experimentado un enorme desarrollo, y se plantea nuevos objetivos que permitan ayudar a solventar la problemática actual a nivel de plagas y enfermedades, siendo uno de los principales prioridades optimizar el empleo de fitosanitarios para disminuir al máximo los niveles de residuos de nuestras hortalizas.

Los nuevos plásticos antiplagas («fotoselectivos») ofrecen la posibilidad de luchar contra las plagas, especialmente contra *Bemisia tabaci* (mosca blanca). La absorción de la franja UV del espectro solar, provoca una bajada en la actividad de la mosca y consecuentemente sobre la dispersión de los virus. Sin embargo, estos plásticos también pueden frenar seriamente la actividad de los abejorros y las abejas, que precisamente necesitan esta luz UV para su orientación.

A partir de una propuesta surgida de las reuniones realizadas con los técnicos de campo de COEXPHAL-FAECA, surgió el interés por realizar un ensayo con plásticos Antiplagas, estudiando la evolución de la polinización en tomate con abejorro bajo cubierta Antiplagas y Convencional, manejados además con Control Integrado (IPM).

## MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en dos invernaderos de arco tipo multitúnel de 28 m × 22,5 m, compuesto cada uno por tres módulos de 7,5 m × 28 m, con eje longitudinal en dirección Este – Oeste, con una altura en banda de 3 m y 4,5 m en cumbre. De estructura metálica, con tubos de acero galvanizado; con ventanas laterales Norte-Sur y cenitales en todos los módulos protegidas por malla de 10 × 16 hilos/cm<sup>2</sup>. Las ventanas están automatizadas regidas por un controlador de clima. Los tratamientos fueron dos:

**T1: Plástico Antiplagas.**

**T2: Plástico Convencional.**

TRATAMIENTO	MATERIALES DE CERRAMIENTO		
	TIPO DE PLÁSTICO	CARACTERÍSTICAS	FECHA DE COLOCACIÓN
T1	ANTIPLAGAS	Duración: 3 campañas; Espesor: 800 galgas; Termicidad: 12%; Transmisión luminosa: 86%	18/08/00
T2	CONVENCIONAL Tricapa incoloro (TRIPLAST Inc.)	Duración: 3 campañas; Espesor: 800 galgas; Termicidad: 12%; Transmisión luminosa: 86%	18/08/00

El cultivo fue de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cv Daniela. La siembra en semillero se realizó el 10 de agosto de 2000, y se trasplantó el 13 de septiembre de 2000, finalizando el cultivo el 05 de junio de 2001. El marco de plantación del cultivo fue de 0,6 m entre líneas pareadas, y 0,65 m entre plantas, existiendo 2 m entre cada dos líneas pareadas, lo que determinó una densidad de plantación de 1,54 plantas/m<sup>2</sup>.

Para no interferir en las propiedades ópticas de los plásticos, no se encalaron los invernaderos. Los posibles excesos de temperatura que pudieran ocurrir durante la últi-

ma fase del cultivo (finales de primavera), se paliaron dejando dos tallos por planta a partir de febrero, para aumentar la transpiración del cultivo.

Se realizaron las siguientes determinaciones:

#### **a) Análisis espectral de los plásticos empleados**

La elevada absorción en la franja UV, y particularmente a partir de los 350 nm es una característica que muestran los plásticos antiplagas. Para verificar esta situación se realizaron espectros de transmisividad a los distintos materiales.

#### **b) Evolución de la polinización**

Para seguir la evolución de la polinización, personal técnico de AgroBio visitó semanalmente los dos invernaderos y contaron todas las flores abiertas de cada una de las 20 plantas (15 fijas + 5 al azar) seleccionadas por invernadero, anotando las que tenían marca de «*Bombus terrestris*» diferenciando: Flores maduras o Flores inmaduras (recién abiertas).

Con estos datos se evaluó: Porcentaje de polinización sobre flores maduras, Porcentaje de polinización sobre flores inmaduras y Porcentaje de polinización sobre el total de flores.

#### **c) Clima en los invernaderos**

Para ver el posible efecto del plástico sobre el clima del invernadero, mediante un controlador de clima, se realizaron las siguientes medidas con un aspirómetro ventilado con sondas Pt-100, se midió temperatura seca y húmeda:

- En invernadero: Temperatura de aire y humedad relativa.
- En el exterior: Temperatura de aire, humedad relativa, radiación solar, velocidad y dirección del viento.

#### **d) Control de producción**

Se consideran 4 repeticiones por tratamiento y cada repetición estaba formada por una línea pareada con 20 plantas por línea, lo que supuso una superficie de 13 m<sup>2</sup> de parcela experimental.

El análisis de la producción se realizó atendiendo a la Norma de Calidad para Tomates (REGLAMENTO CE 717/2001); en cada recolección se separó el destrío de la producción comercial y, a su vez, ésta en categorías, anotando en cada grupo el número de frutos.

La primera recolección se efectuó el día 2 de enero de 2001 (111 ddt) y la última el día 5 de junio (265 ddt) realizándose un total de 24 recolecciones. Ciclo de Cultivo: del 0 al 265 ddt (del 13 de Septiembre del 2000 al 5 de Junio de 2001).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### A) Análisis espectral de los plásticos empleados

La banda UV es la máxima responsable de la fotodegradación de los plásticos agrícolas. En los últimos años se están empleando plásticos que reducen la transmisividad de la radiación, opacos al ultravioleta, denominados Antiplagas (antibotrytis, antivirus o anti-insectos), que ralentizan o disminuyen el desarrollo de plagas (fotorreceptores) o enfermedades (hongos fotosensibles).

Se tomaron muestras de los plásticos a primeros de febrero de 2001 para realizar las mediciones de los espectros siguientes:

- Plástico Antiplagas nuevo.
- Plástico Antiplagas después de 6 meses de exposición a los rayos solares (de agosto de 2000 a febrero de 2001).
- Plástico Convencional después de 6 meses de exposición a los rayos solares (de agosto de 2000 a febrero de 2001).

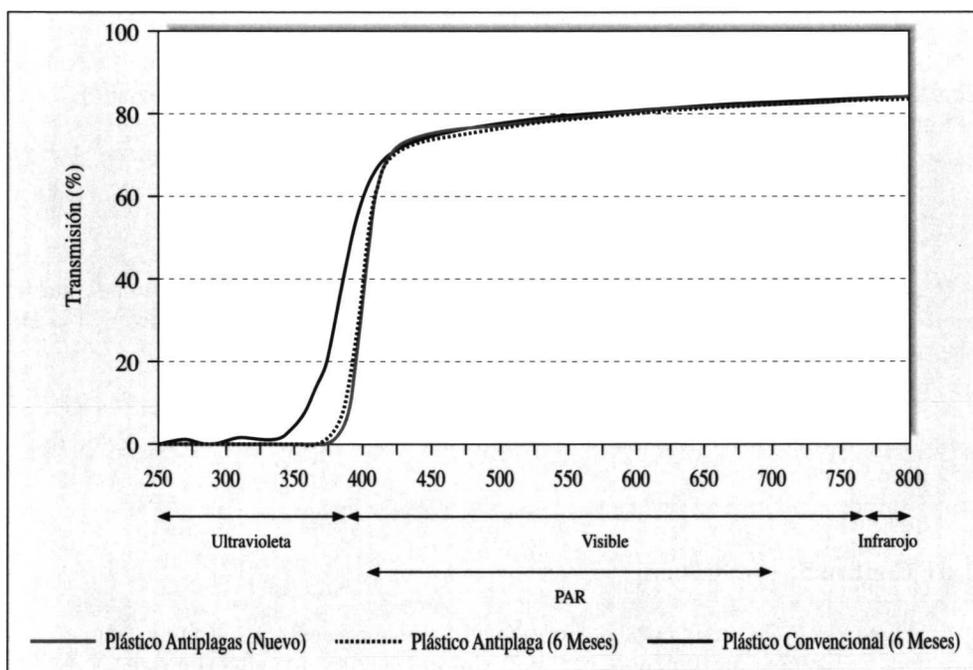


Figura n.º 1

#### ESPECTROS ENTRE 250 Y 800 NM DE TRES PLÁSTICOS: ANTIPLAGAS NUEVO, ANTIPLAGAS (6 MESES) Y CONVENCIONAL (6 MESES)

En el gráfico anterior se aprecia claramente como el plástico antiplagas filtra la luz UV, en mayor proporción que el convencional, manteniéndose el efecto después de 6 meses de exposición.

Cuadro 1

PORCENTAJE DE TRANSMISIÓN POR FRANJAS

ZONA ESPECTRAL	ANTIPLAGAS (nuevo)	ANTIPLAGAS (6 meses)	CONVENCIONAL (6 meses)
300-350 <sup>1</sup> .....	0,02%	0,09%	2,01%
300-380 <sup>2</sup> .....	0,30%	0,77%	7,63%
400-700 <sup>3</sup> .....	77,13%	76,89%	78,10%

<sup>1</sup> Zona donde habitualmente se controlan los plásticos antiplagas. <sup>2</sup> Región ultravioleta. <sup>3</sup> PAR (Radiación fotosintética activa). Estas son las transmisiones medidas con espectrómetro, los resultados, en general son siempre inferiores a los que se obtienen con el apartado que mide la TGLV (transmisión global de luz visible en la zona PAR) según la norma, es decir, los datos que vienen en las hojas técnicas de los compuestos. De todas formas, si que sirven para comparar entre ellos.

B) Datos climáticos

El clima en invernadero (Figuras 4 y 5), fue semejante en todos los tratamientos. Las temperaturas más altas se registraron al inicio del cultivo al igual que las humedades relativas más bajas tanto por la fecha de plantación como por el estado del cultivo (plantas pequeñas con escaso aporte de humedad al ambiente).

Las temperaturas mínimas absolutas se registraron durante la semana 2, siendo estas de 3,8 °C (T1) y 3,9 °C (T2), mientras que las máximas absolutas fueron de 37,6 °C (T1, semana 37) y 39,1 °C (T2 semana 38).

La humedad relativa mínima absoluta del 25% se alcanzó, como es lógico en la etapa inicial del cultivo, semana 38.

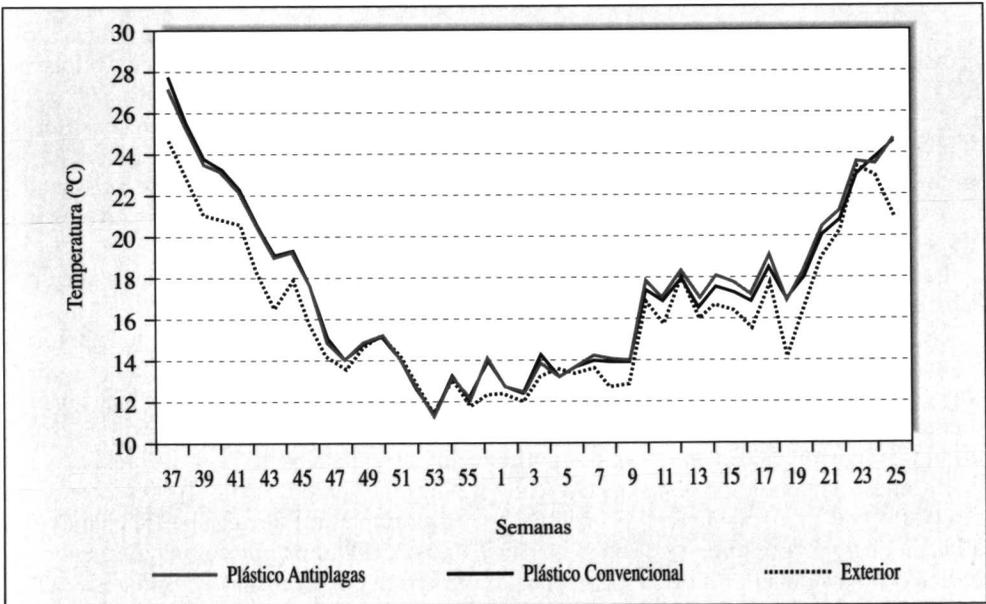


Figura n.º 2

TEMPERATURA SEMANAL POR TRATAMIENTOS

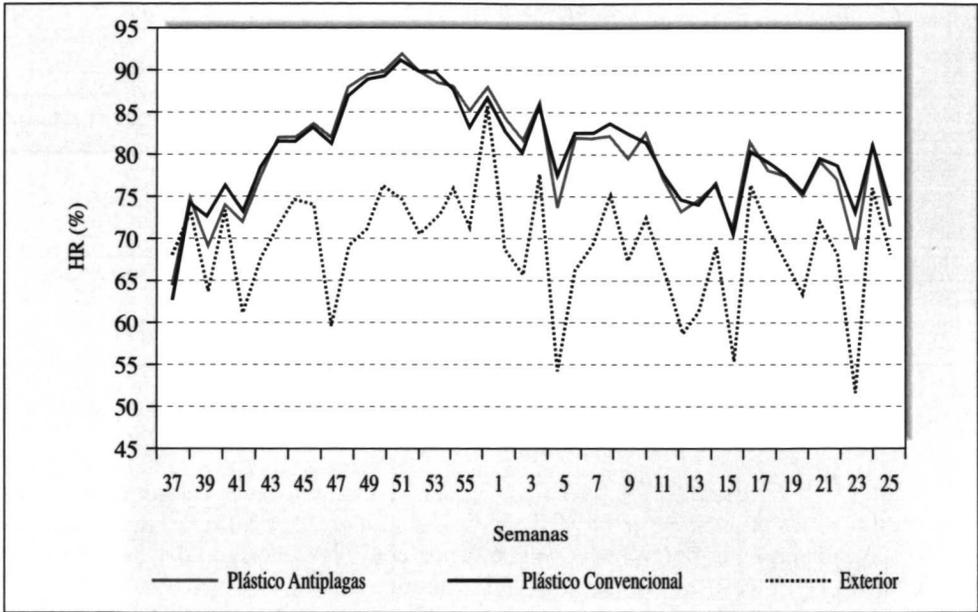


Figura n.º 3

### HUMEDAD RELATIVA MEDIA SEMANAL POR TRATAMIENTOS

#### C) Análisis de la polinización

Se observa (Figura 2) que mientras que en T2 (Plástico Convencional) la presión de polinización se encontró dentro de los parámetros normales (> 80%), en T1 (Plástico Antiplagas) fue necesaria una mayor introducción de colmenas para acercarse a esos valores.

La evolución de la polinización ha sido determinante a la hora de establecer diferencias en la producción entre los diferentes tratamientos objeto del ensayo. Se ha determinado los Porcentajes de flores polinizadas, tanto las flores totales (inmaduras + maduras), como las maduras e inmaduras, encontrando en todos los casos que los niveles más altos de polinización se han dado en T2. (Cuadro 2).

La duración media de las colmenas fue de 3 a 4 semanas en el T1, mientras que en el T2 ha sido casi 7 semanas.

De las observaciones realizadas en los invernaderos se desprende que a los abejorros les cuesta adaptarse a las condiciones de luminosidad del plástico antiplagas (T1), y es tras 4 ó 5 días desde la introducción de la colmena, cuando empiezan a trabajar normalmente, y siempre algo por debajo de los niveles de los otros dos tratamientos, pero sobre umbrales más que suficientes para la polinización completa de todas las flores.

En nuestras condiciones de ensayo, cada tratamiento tuvo de unos 1000 tallos al inicio y 2000 tallos en primavera. En condiciones de campo normales, superficies mayores a las de ensayo, se estima que son necesarios unos 2500 tallos por colmena, lo cual nos indica que las tendencias observadas en este ensayo pueden ser más acusadas en explotaciones comerciales.

Sería pues aconsejable, adelantar varios días la introducción de la colmena bajo este tipo de plásticos (antiplagas) para evitar el posible aborto de flores.

Cuadro 2

%POLINIZACIÓN DURANTE EL CICLO DE CULTIVO

TRATAMIENTO	% FLORES TOTALES	% FLORES MADURAS	% FLORES INMADURAS
T1: Plástico Antiplagas .....	63,7	80,6	30,8
T2: Plástico Convencional .....	78,2	92,0	47,1

Cuadro 3

INTRODUCCIÓN DE COLMENAS POR TRATAMIENTOS

FECHA	T1: PLÁSTICO ANTIPLAGAS	T2: PLÁSTICO CONVENCIONAL
23-10-00 .....	1	1
22-11-00 .....	1	
30-11-00 .....	1	1
30-12-00 .....	1	
09-01-01 .....	1 (Cerrada 1 semana)	
19-01-01 .....	1	1
08-02-01 .....	1	
12-03-01 .....	1	1
20-03-01 .....	1	
23-03-01 .....	1	

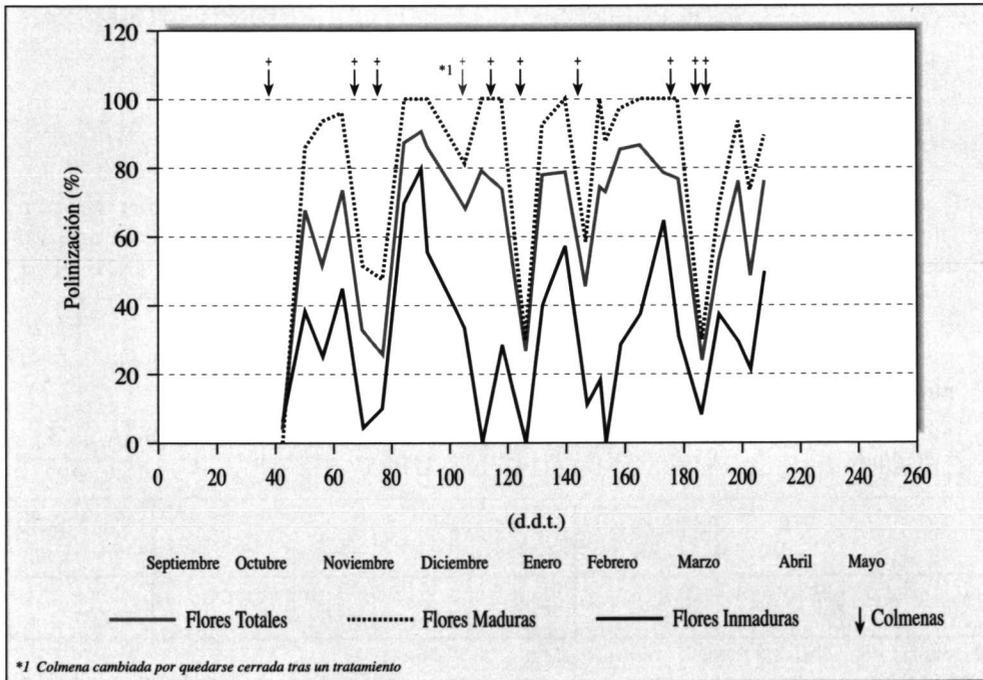


Figura n.º 4

EVOLUCIÓN DEL % DE POLINIZACIÓN E INTRODUCCIÓN DE COLMENAS T1 (PLÁSTICO ANTIPLAGAS)

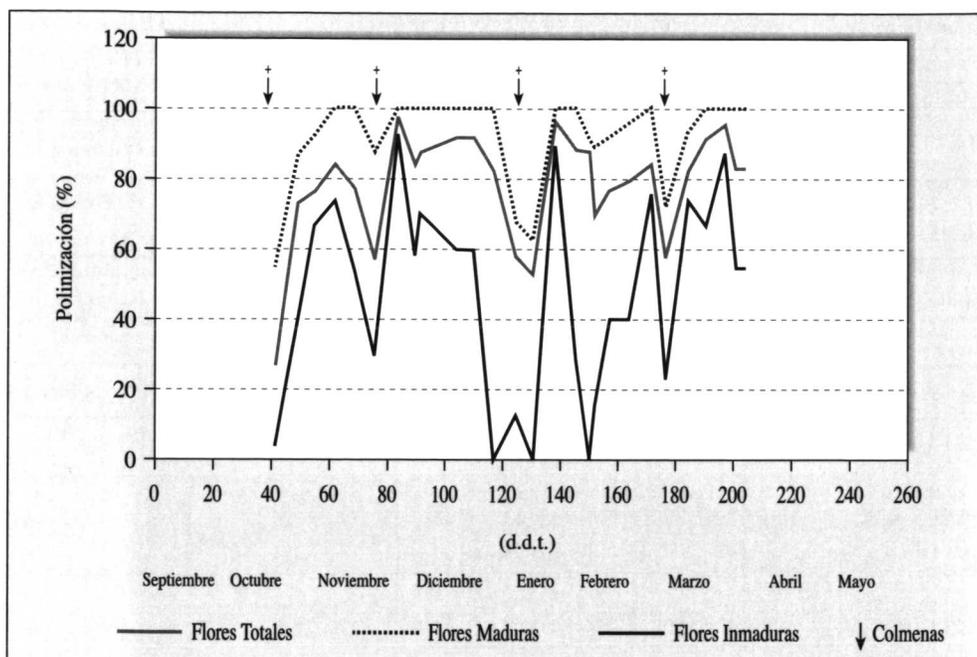


Figura n.º 5

EVOLUCIÓN DEL % DE POLINIZACIÓN E INTRODUCCIÓN DE COLMENAS T2 (PLÁSTICOS CONVENCIONAL)

D) Análisis de la producción

La evolución de la producción comercial (Figura 6) en los dos tratamientos a lo largo del ciclo de cultivo es similar para los tratamientos hasta el día 205 después del trasplante, después de este día es cuando el T2 muestra diferencias de producción respecto al T1.

Cuadro 4

PRODUCCIÓN TOTAL, COMERCIAL, NO COMERCIAL, DE CATEGORÍA I, DE CATEGORÍA II (G.M<sup>-2</sup>) Y PESO MEDIO DEL FRUTO COMERCIAL (G) DE TOMATE

CULTIVARES	P. TOTAL		P. COMERCIAL		P. NO COMERCIAL		CATEG. I		CATEG. II		PESO MEDIO FRUTO*1	
T1 .....	22.377,8	b	20.261,2	b	2.116,6	a	12.691,4	b	7.569,8	b	119,3	a
T2 .....	25.531,5	a	23.466,7	a	2.064,9	a	14.786,5	a	8.680,1	a	118,3	a

T1: Plástico Anti plagas. T2: Plástico Convencional.

Ciclo de cultivo: 265 días

d.d.t.: días después del trasplante.

del 13 de septiembre de 2001 al 5 de junio de 2001

\*1Peso medio fruto comercial (P.M.F. Comercial)

Nota: Test de rangos múltiples de Mínimas Diferencias Significativas (LSD), números seguidos de distinta letra denotan diferencias significativas (nivel 5%). Cada número es media de cuatro repeticiones.

Se ha analizado estadísticamente la producción, la producción Total máxima la obtiene T2 con 25,5 kg/m<sup>2</sup> presentando diferencias con respecto al T1. A nivel de producción comercial sucede lo mismo, T2 con 23,4 kg/m<sup>2</sup> alcanza el valor más elevado frente a los 20,2 kg/m<sup>2</sup> obtenidos por T1, estas diferencias pueden deberse en parte al factor polinización, debido a que los % de polinización han sido más bajos en el T1 (Plástico Antiplagas).

En cuanto al destrío no se han encontrado diferencias entre tratamientos, alcanzándose al final del cultivo las producciones no comerciales más elevadas debido principalmente a los problemas en la coloración de los frutos (invernaderos no encalados). Además se ha analizado también la producción por categorías y el peso medio del fruto comercial para diferentes periodos, los resultados quedan recogidos en el Cuadro 3.

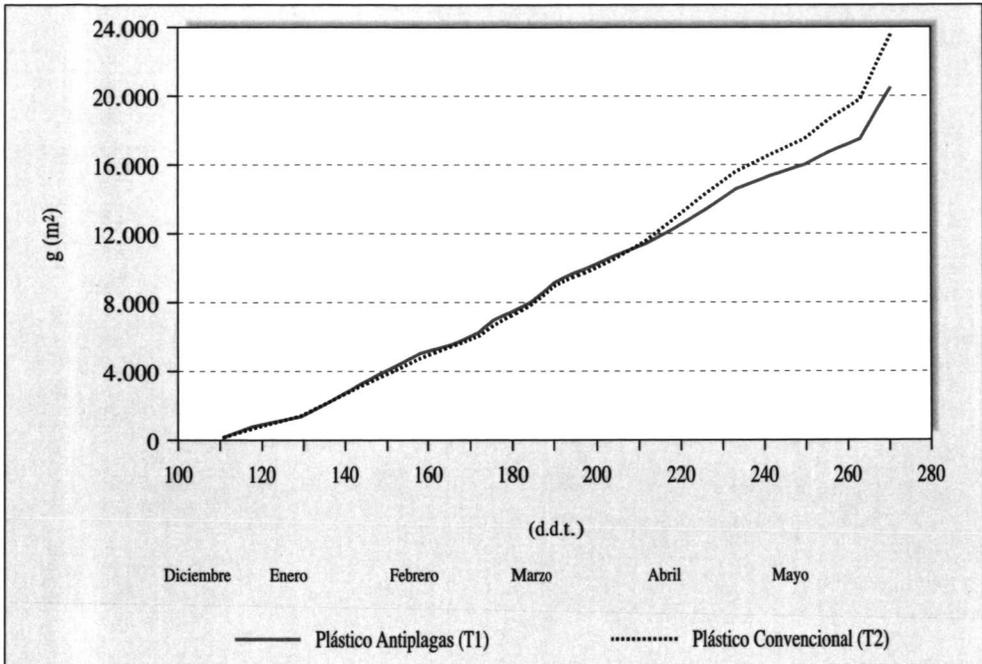


Figura n.º 6

### PRODUCCIÓN COMERCIAL ACUMULADA

### CONCLUSIONES

En las condiciones en las que se ha desarrollado el presente ensayo se pueden extraer las siguientes conclusiones:

El Plástico Antiplagas empleado filtra la luz UV y mantiene su efecto después de 6 meses.

La Temperatura y Humedad Relativa de los invernaderos no se ha visto afectada por el tipo de cubierta empleada.

Se ha observado una influencia negativa del Plástico Antiplaga sobre los polinizadores (*Bombus Terrestris*), por lo que se recomienda: aumentar el nº de colmenas/ha y adelantar las reposiciones (cada 3-4 semanas) para permitir la adaptación previa de los abejorros. El T2 (Plástico Convencional) ha sido el que ha presentado las mayores tasas productivas, mostrando diferencias estadísticas con respecto al T1 (Plástico Antiplagas). Puede ser debido al efecto negativo sobre la polinización del Plástico Antiplagas.