

En la imagen, film extensible utilizado para el ensilaje. Mediante el uso de sistemas mecanizados la estanqueidad y la eliminación del aire resultan mucho más efectivas. Debajo, invernadero con doble cámara de film muy transparente y altamente termoaislante.



Evolución tecnológica

Disponibilidad de láminas en el mercado

Propiedades de los films plásticos agrícolas y principales aplicaciones

Las láminas se dividen según su composición y dentro de cada familia se clasifican según sus características y aditivos empleados en su fabricación. Puesto que las plantas son más receptoras a ciertas longitudes de onda que a otras, es importante conocer las características relativas a la transmisión de luz. Los vege-

tales sitúan la mayor parte de absorción de la radiación solar en las franjas de los colores rojo y azul. En esta línea se han desarrollado nuevos films cargados con aditivos fotoselectivos que pueden influir en la fisiología de las plantas, tan sólo variando la proporción de luz perteneciente a cada color que llega al interior

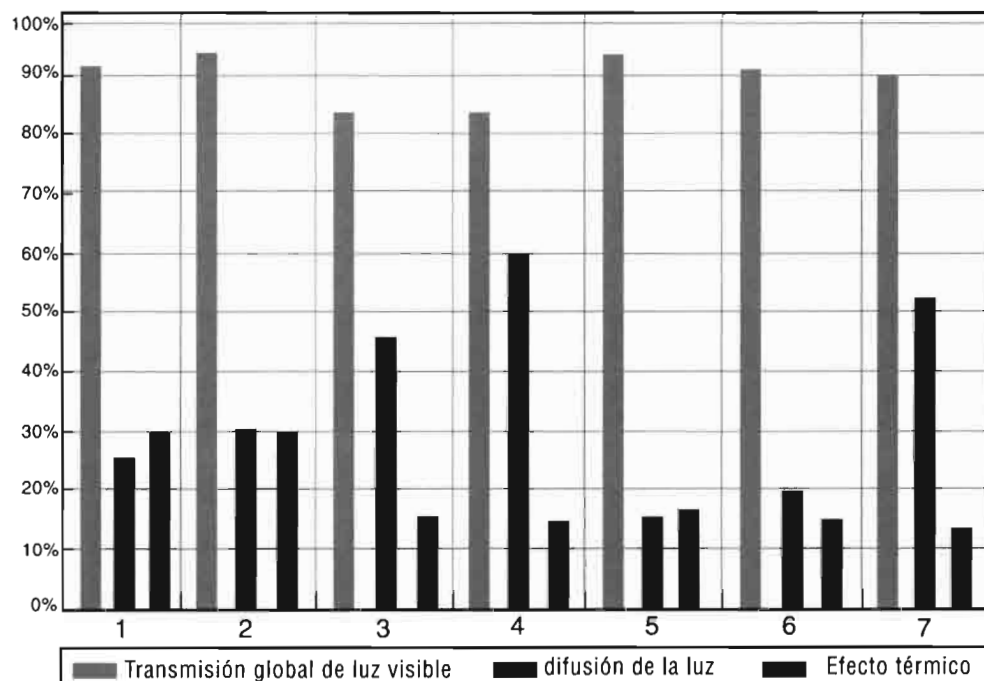
del invernadero. Así una cubierta de color rojo o azul debe aumentar el rendimiento de la plantación, en cambio una cubierta de color verde, al estar situado en una franja del visible que no es absorbida por la fotosíntesis disminuye la productividad. Siguiendo esta línea de trabajo en Israel se están desarrollando desde hace años multitud de láminas fotoselectivas, incluso suministran al mercado films que actúan en la franja de la radiación ultravioleta, y el efecto resultante es una disminución de ataques fúngicos en el cultivo y de algunos insectos.

La luz ultravioleta es lo suficientemente energética como para producir la degradación de los plásticos, así es muy importante conocer las características de durabilidad del film en óptimas condiciones, pues el primer síntoma de la degradación de los plásticos es la disminución de la radiación que llega al cultivo. Puede suceder que el film haya perdido parte de sus características ópticas, pero aún se muestre intacto, de esta forma, teniendo en cuenta que la productividad está íntimamente relacionada con la cantidad de luz que llega al cultivo cabe pensar que una pequeña reducción de la luz disponible causa una considerable caída de la producción. Siguiendo este ejemplo cuando se adquiere el plástico, no tan solo debe pensarse en la duración de la lámina sobre la cubierta, sino en la duración de sus características ópticas, pues muchos films denominados de dos o tres campañas, en condiciones extremas de radiación como puede ser Almería, la degradación de las propiedades ópticas es anterior a la degradación de la lámina.

Las dos propiedades, de las láminas de plástico, de mayor interés para los agricultores son la transmisión de la luz y la termicidad del film.

- La transmisión de luz de un film indica el porcentaje de radiación lumínica que penetra en el invernadero desde el exterior. No sólo interesa este porcentaje, sino que también debe considerarse el porcentaje de di-

Figura 1:
Transmisión global de la luz visible de las láminas para invernadero



1. P.E. normal 720 galgas estabilizado con níquel, 2. P.E. normal 720 galgas estabilizado con HALS, 3. P.E. térmico 800 galgas estabilizado con níquel, 4. P.E. térmico 800 galgas estabilizado con HALS, 5. Copolímero EVA 800 galgas, 6. Tricapa 800 galgas (2 campañas), 7. Tricapa 800 galgas (3 campañas)

fusión de la luz incidente también llamada turbidez.

- La termicidad de un plástico indica la capacidad del film para retener la radiación infrarroja, calor bajo la cubierta. La transmisividad, a su vez es indicadora del porcentaje de radiación susceptible de cruzar la lámina. Cuanto menor es la transmisividad, mayor es la termicidad. Existen dos vías principales para aumentar la termicidad de los films de polietileno: mediante la adición de componentes térmicos, o mediante el uso de los films que contienen un determinado porcentaje de acetato de vinilo, copolímeros EVA. Al aumentar el porcentaje de acetato de vinilo, aumenta la termicidad.

El uso de copolímeros EVA es muy apropiado para climas fríos, pero en climas suaves presentan el grave problema de la flacidez, causada por las altas temperaturas. Así, no acostumbra a recomendarse el uso de un film EVA con un alto contenido en

acetato de vinilo, para la cubierta de invernaderos en la zona de Almería, en cambio es muy apropiado para invernaderos en las regiones del Cantábrico y piases centro europeos. Este problema de flacidez que se plantea con el uso de films de extrusión EVA, lo ha solucionado el uso de films de coextrusión.

Los films tricapa relativamente extendidos como cubiertas de los invernaderos españoles hasta hace poco eran totalmente desconocidos, y en España, tan sólo un transformador disponía de una máquina coextrusora. El resto de suministradores importaban la mercancía. Es descabale que en el periodo aproximado de un año se hayan multiplicado por más de cinco el número de máquinas de coextrusión en el territorio. La tecnología de coextrusión consiste en fabricar film con distintas capas; en la agricultura, lo más frecuente son tres capas.

El uso de aditivos antivaho reduce la tensión superficial del agua que se condensa en el film

por la diferencia térmica entre el interior y el exterior. El resultado del uso de aditivos antivaho es la formación de una fina película continua de agua que fluye por la superficie del film disminuyendo el goteo. La inexistencia de gotas adheridas a la lámina disminuye la dispersión de la luz que se produce por el recorrido de las radiaciones en el interior de una gota que actúa como si fuese una lente óptica. La presencia de la lámina de agua sobre el film disminuye la transmisividad del conjunto de la película de plástico y de agua; de esta manera, aumenta la retención del calor dentro del invernadero o pequeño túnel.

Los films plásticos más utilizados como cubierta de invernadero o de minitúneles son:

- Polietileno de baja densidad, con estabilizantes a la luz U.V. bien del tipo Níquel que le confiere una tonalidad amarillenta, a extinguir, o los estabilizados con derivados de Aminas, los HALS, que le confiere una tonalidad blanca translúcida.

- Polietileno de baja densidad, incoloro -HALS- o amarillo -Níquel- dotado con aditivos térmicos para retener la radiación infrarroja y que le proporcionan una elevada termicidad. Con este film se pueden mitigar los descensos bruscos de temperatura en horas nocturnas, inversión térmica.

- Copolímero EVA, que por su alta transparencia es ideal su utilización en zonas de climas nublados y fríos, donde se requiere la mayor luminosidad posible dentro del invernadero. Al estar fabricado con copolímero EVA, posee una gran resistencia bajo condiciones climáticas rigurosas y tolera mejor ciertos «malos tratos» durante la instalación y uso diario.

- Tricapas: este tipo de films mediante la combinación de los anteriores intentan aprovechar las mejores propiedades de cada uno de ellos. Normalmente la capa externa contiene un bajo contenido en acetato de vinilo, de forma que aporta rigidez y resistencia al rasgado, y está altamente estabilizada frente a los

rayos UV, incrementándose la durabilidad. La capa intermedia suele contener un alto porcentaje de acetato de vinilo, y aporta transparencia, termicidad y flexibilidad al conjunto. La capa interior también contribuye a la rigidez del conjunto y se le suelen añadir aditivos antivaho y estabilizantes frente a pesticidas e insecticidas.

Los films plásticos más utilizados para acolchado suelen ser en base a polietileno lineal de baja densidad y mezclas con polietileno de baja densidad de estructura molecular común. La razón por que se usa el polietileno lineal es básicamente porque permite fabricar films de menor grosor que los que se obtienen usando únicamente polietileno de baja densidad. Los grosores disponibles oscilan normalmente entre los valores de 50 a 200 galgas; y las características variarán en función del color de la lámina.

- los films transparentes aumentan considerablemente la temperatura del suelo durante el



Cultivo de fresón acolchado con plástico azul, que disminuye el riesgo de quemadura de los frutos.

día y protegen el cultivo durante la noche al permitir el paso de las radiaciones caloríficas hacia la atmósfera. El mayor inconveniente de este tipo de film para el uso en acolchado es que favorece el crecimiento de malas hierbas. Estas incluso pueden llegar a levantar y en algunos casos perforar el plástico, de esta manera disminuye la retención de calor bajo la lámina. El uso de films transparentes en lugares con

fuerte radiación solar tiene como finalidad el evitar que el recalentamiento de la lámina pueda quemar los frutos, este efecto es frecuente en fresas y melones, donde el fruto esta en contacto directo con la lámina

- los films opacos impiden el crecimiento de las malas hierbas e inducen altos rendimientos de los cultivos; aunque durante el día el aumento de temperatura

considerablemente el porcentaje de frutos quemados, en contrapartida, no consiguen un aumento de la temperatura del suelo tan considerable como los films transparentes.

Actualmente se fabrican plásticos especialmente pensados para su aplicación en pequeños túneles y como doble cámara en invernaderos. Estos films son altamente transparentes y termo-

Cuadro 1: Características de algunas láminas para acolchado

Tipo de film	Espesor galgas	Transmisión %	Absorción %	Reflexión %
PE b.d. translúcido	55 - 200	85	5	10
PE b.d. negro	55 - 200	1	95	4
Blanco & negro	más de 150	1	31	60
Verde	150	40	45	15
Gris metalizado	más de 150	1	55	45

del suelo es inferior al obtenido con un film transparente, y durante la noche la planta recibe menos radiación térmica proveniente del suelo. Los films negros durante el día acumulan mayor temperatura en la lámina que los translúcidos, que la transmiten al suelo, es por esta razón que en condiciones extremas de radiación el uso de films negros puede quemar algunos frutos que se sitúan directamente sobre la lámina.

- los films de coextrusión blanco/negro impiden el crecimiento de la malas hierbas; inducen altos rendimientos y precocidad de las cosechas y reducen el riesgo de quemaduras en las plantas. El costado blanco suele colocarse en la cara visible del acolchado, de esta forma se consigue una mayor luminosidad en la zona de cultivo.

- films verdes fotoselectivos, permiten el paso de la luz verde y la radiación térmica, de esta forma se impide el crecimiento de las malas hierbas y el suelo alcanza temperaturas similares a las que alcanza con un film transparente.

- films azules opacos, desarrollados especialmente para cultivos de fresa y melón disminuyen el crecimiento de malas hierbas bajo la cubierta y reducen

aislantes, de forma la integral térmica es más homogénea reduciéndose las oscilaciones entre las temperaturas diurnas y nocturnas. En los pequeños túneles el uso de este tipo de films reduce el riesgo de daños causados por el efecto de la inversión térmica, muy frecuente en este tipo de forzado debido al reducido volumen de aire que encierran.

Los plásticos utilizados en ensilaje persiguen la conservación del forraje, evitando el secado y protegiéndolo contra la lluvia y el aire. Estos films tienen que tener una baja permeabilidad al oxígeno y a los gases contaminantes.

Los plásticos utilizados en la aplicación de desinfectantes del suelo como característica principal tienen que ser lo más impermeables posible al paso de los gases que se aplican; de esta forma, aumentamos la eficacia de la acción desinfectante, se evitan riesgos de intoxicaciones para el aplicador, y en el caso de realizar desinfecciones en invernaderos, se reduce el riesgo de ataques químicos a las cubiertas.