

# Influencia del envejecimiento del polietileno sobre la transmisión de radiación fotosintéticamente activa (PAR) hacia el interior de un invernadero parabólico

Martinez, S.; A. Carbone, M. Garbi, J. Somoza, M.C. Grimaldi y C. Cerisola ex aequo

## RESUMEN

Los polietilenos usados como cubierta de invernaderos presentan una transmisión de la radiación solar de onda corta que supera el 90 %, la que disminuye con el tiempo, por alteraciones del material o acumulación de partículas sobre su superficie. Este trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto de la antigüedad del polietileno sobre la transmisión de radiación fotosintéticamente activa (PAR) hacia el interior de la estructura. El ensayo se realizó en un invernadero parabólico, ubicado en la Estación Experimental Julio Hirschhorn, de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad Nacional de La Plata (34° 58'S, 57° 54'W). La estructura está formada por tres naves cubiertas con polietileno de 200 µm colocados en agosto 2008 (Nave 1), agosto 2009 (Nave 2) y agosto 2010 (Nave 3). La PAR en cada una de las naves y en el exterior se midió en tres fechas: 24/02/2012, 23/03/2012 y 23/04/2012, utilizando una barra LI-COR 191. Los registros recopilados por fecha se analizaron estadísticamente por la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis. En las tres fechas, la PAR en el exterior fue más elevada, con diferencias estadísticamente significativas en dos de las determinaciones, cuando los polietilenos presentaban más tiempo de uso. En la primera fecha, correspondiente al verano, no se observaron diferencias significativas en el nivel de radiación transmitida por los distintos polietilenos, con una transmitancia de alrededor del 60 %. En las observaciones posteriores, a medida que se avanzaba hacia el otoño, las diferencias entre polietilenos comenzaron a hacerse más significativas.

**Palabras clave:** transmisividad, invernáculo, plástico.

Martinez, S.; A. Carbone, M. Garbi, J. Somoza, M.C. Grimaldi and C. Cerisola, 2016. Influence of polyethylene ageing on the transmission of photosynthetically active radiation (PAR) into a parabolic greenhouse. RADA VII: 83-86

## SUMMARY

Polyethylenes used as greenhouse covering have a short wave solar radiation transmission exceeding 90%, which decreases over time, by changes of the material or particles collected on its surface. The aim of this work was to evaluate the effect of the age of polyethylene on the transmission of photosynthetically active radiation (PAR) into the structure. The essay was carried out in Julio

Hirschhorn Experimental Station of the Faculty of Agricultural and Forestry Sciences National University of La Plata (34° 58'S, 57° 54'W). The greenhouse consists of three naves covered with 200  $\mu\text{m}$  polyethylene placed in August 2010, August 2009 and August 2008. PAR in each of the naves and outside was measured at three dates: 02/24/2012, 03/23/2012 and 04/23/2012, using a LI-COR 191 bar. Data compiled by date were analyzed statistically by the nonparametric Kruskal-Wallis test. On the three dates, outside PAR was higher, with statically differences in two determinations, when polyethylenes were more aged. On first date, corresponding to summer, no significant differences were observed in the level of radiation transmitted by the different polyethylenes, with a transmittance of about 60%. In subsequent observations, as it advanced towards the fall, the differences between polyethylenes started to become more significant.

**Key words:** transmissivity, greenhouse, plastic.

S. Martinez, M. Garbi, J. Somoza y M.C. Grimaldi: *Climatología y Fenología Agrícolas. A. Carbone: Fisiología Vegetal. C. Cerisola: Manejo y Conservación de suelos: Universidad Nacional de La Plata. Calles 60 y 119 (1900) La Plata, Buenos Aires. Correspondencia a: smarti@agro.unlp.edu.ar*

## Introducción

El cultivo en invernadero es una práctica tradicional en el ámbito productivo del Cinturón Hortícola de La Plata para la producción de hortalizas y flores de corte. En la actualidad, el sector hortícola es el que presenta mayor nivel de utilización de cultivos protegidos. En el partido de La Plata, la generalización de esta técnica en las explotaciones hortícolas se inició en la década del 80, con naves de 6 a 6,50 m formando módulos de 3 ó 4 invernáculos con un largo variable de 40 a 90 m. Las estructuras predominantes eran de madera blanda y polietileno de 100 a 150  $\mu\text{m}$  de espesor (Benencia *et al.*, 1997).

El diseño, la orientación y los materiales plásticos utilizados inciden en las condiciones climáticas disponibles para los diferentes cultivos (Castilla, 2005). En un estudio realizado sobre seis tipos de estructuras durante seis campañas de cultivo en el mes de enero en La Plata, se observó un patrón similar en el régimen térmico interno de todas las coberturas analizadas, con valores de temperaturas medias que oscilaron entre 25,6 y 30°C y medias máximas entre 33 y 42,8°C, registros significativamente superiores a las temperaturas externas; sin modificaciones en las temperaturas mínimas respecto a las exteriores (Garbi *et al.*, 2002). Una situación equivalente se registró en una evaluación realizada durante enero de 2007 por Grimaldi *et al.* (2007), quienes compararon la marcha térmica en un invernadero parabólico y otro tipo capilla, sin observar diferencias significativas entre ellos, aunque los valores de temperaturas medias máximas superaron los 41°C durante 19 días en el invernadero tipo capilla, y los 40,5°C durante 20 días en el

parabólico. Las condiciones térmicas registradas en los estudios mencionados ponen de manifiesto que en el interior de las coberturas más comunes en la zona en estudio pueden generarse condiciones que limitarían los procesos de crecimiento y desarrollo de los cultivos más frecuentemente realizados, si se consideran los valores térmicos más significativos para las especies cultivadas, como las temperaturas máximas, mínimas y óptimas diurna y nocturna (Tesi, 1974).

Otro elemento meteorológico de relevancia es la radiación solar incidente, cuya transmisión a través de la cubierta influye tanto en el balance energético del invernadero como en la actividad fotosintética del cultivo. La luz que incide sobre el techo del invernadero es reflejada, absorbida y transmitida; siendo el flujo lumínico luminoso transmitido, dispersado por el material hacia el interior del invernadero, permitiendo de esta manera una distribución más uniforme (Orden *et al.*, 1997), advirtiendo que la reflexión de la radiación solar sobre el material es mínima. El material de la cobertura produce una reducción en la intensidad de la radiación y una modificación en su distribución espectral en el invernadero (Goldberg *et al.*, 1996). Esta reducción depende principalmente del material utilizado en la cobertura, y en los materiales utilizados en la estructura. Por ello, es necesario que el material plástico favorezca la entrada de la radiación fotosintéticamente activa (PAR) y el infrarrojo cercano y que limite, en horas nocturnas, la pérdida de radiación de onda larga, o sea la energía térmica acumulada durante el día; utilizándose aditivos que mejoran las cualidades mecánicas y ópticas de los polietilenos (Díaz *et al.*, 2001).

Los materiales que se utilizan como cubierta en

los invernaderos transmiten hacia el interior más del 90 % de la radiación solar recibida (0,2  $\mu\text{m}$  a 4  $\mu\text{m}$ ), porcentaje que puede disminuir por la modificación de las propiedades ópticas de los materiales, la acumulación de partículas de polvo sobre la superficie a través del tiempo (Morelli *et al.*, 2011) y la exposición a las condiciones ambientales características del lugar y a las prácticas culturales del cultivo (Alpi & Tognioni, 1991). Sin embargo, el factor predominante en la degradación de los materiales plásticos es la radiación UV (<0,35  $\mu\text{m}$ ) (Nijskenst *et al.*, 1993).

Este trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto del envejecimiento del polietileno sobre la transmisión de la radiación fotosintéticamente activa (PAR) hacia el interior de un invernadero parabólico.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en un invernadero metálico parabólico de 24 m x 40 m, ubicado en la Estación Experimental Julio Hirschhorn perteneciente a la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad Nacional de La Plata (34° 58' S, 57° 54' W). La estructura está formada por tres naves cubiertas con polietileno de 200  $\mu\text{m}$  (Agrinplex®) colocados en diferentes momentos: Agosto/2008, Agosto/2009 y Agosto/2010. A fines del verano y comienzos del otoño de 2012 se realizaron determinaciones de radiación fotosintéticamente activa (PAR) en cada una de las naves y en el exterior del invernadero, en las siguientes fechas: 24/02/2012, 23/03/2012 y 23/04/2012, en las que los días fueron diáfanos. Se tomaron cuatro lecturas por medición a las 12 horas de cada día (medio día). Se utilizó una barra LI-COR 191 de 1 m de longitud, colocada 1,50 m del suelo. Los registros recopilados por fecha fueron analizados estadísticamente por la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las tres fechas de observación, la radiación en el exterior fue más elevada que en el interior de la cobertura, observándose en dos de las tres determinaciones que las diferencias fueron estadísticamente significativas cuando los polietilenos presentaban más tiempo de uso, con una disminución importante en la nave con polietileno colocado en el año 2008 (Tabla 1). En la fecha 24/02/2012, correspondiente al verano, no se observaron diferencias significativas en el porcentaje de radiación transmitida por los distintos polietilenos, con una transmitancia de alrededor del 60% en los tres casos. En las observaciones de las fechas posteriores, hacia el otoño, las diferencias entre polietilenos resultaron ser más significativas (Tabla 1), en coincidencia con lo observado por Goldberg *et al.* (1996).

Esta respuesta podría relacionarse a la mayor inclinación con que llegan los rayos solares al Hemisferio Sur en la época otoñal, pues dejan de incidir perpendicularmente sobre el Trópico de Capricornio luego del solsticio de verano.

Ramírez *et al.* (1995) consideran que un material plástico está envejecido después de su exposición a la radiación solar cuando absorbe más del 50% de la misma, considerándolo no apto para su uso. En las condiciones de ensayo, esta característica se da en las determinaciones de otoño en los polietilenos colocados en 2009 y 2008. Sin embargo, las plantas C3 como el tomate, principal cultivo realizado bajo invernaderos en la Argentina, presenta un requerimiento mínimo diario de 400  $\mu\text{moles}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  para satisfacer un nivel adecuado de saturación del sistema fotosintético (Castilla, 1995), valor ampliamente alcanzado, aún en las condiciones de más baja transmitancia medidas en este trabajo de 415,67  $\mu\text{moles}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  15 (Tabla 1).

**Tabla 1:** Medición de la radiación PAR ( $\mu\text{moles}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ) observada en el exterior y en el interior de cada una de las naves con polietilenos colocados en tres fechas diferentes; Agosto/2008, Agosto/2009 y Agosto/2010 en cada nave

	Fecha de medición		
	24/02/2012	23/03/2012	23/04/2012
Exterior	1795,33 (a)	1356,67 (a)	1164,00 (a)
Agosto 2010	1098,33 (b)	894,67 (a b)	728,67 (a b)
% transmitancia	61%	66%	62%
Agosto 2009	1142,33 (b)	756,67 (b c)	631,33 (b c)
% transmitancia	64%	56%	54%
Agosto 2008 %	1091,33 (b)	576,67 (c)	415,67 (c)
transmitancia	61%	43%	36%

\*Letras diferentes en la columna indican diferencias estadísticamente ( $p \leq 0,05$ ) según la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis.

## CONCLUSIÓN

El envejecimiento de los polietilenos utilizados como cobertura produce una reducción de la radiación fotosintéticamente activa transmitida hacia el interior de los invernaderos, que se acentúa con el aumento de la inclinación con que llegan los rayos solares, a medida que avanza el tiempo hacia el solsticio de invierno.

Los plásticos utilizados para este ensayo permitieron la transmisión de valores admisibles de radiación fotosintéticamente activa para la producción de tomate, incluso en las condiciones más limitantes.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alpi, A. y F. Tognioni, 1991. Cultivo en invernadero. Actual orientación científica y técnica. 3era. edición. Editorial Mundi-Prensa, Madrid, 347 pp.
- Benencia, R.; P. Durand, C. Souza, C. Feito, E. Margiotta y C. Cattaneo, 1997. Área Hortícola Bonaerense. 1era edición. Editorial La Colmena, Buenos Aires, pp. 81-92.
- Castilla, N., 1995. El cultivo de tomate. 1era. Edición. Nuez, F. (Eds.), Editorial Mundi-Prensa, Madrid, 793 pp.
- Castilla, N., 2005. Invernaderos de plástico. Editorial Mundi-prensa, Madrid, 462 pp.
- Díaz, T.; E. Espí, A. Fontecha, J.C. Jiménez, J. López y A. Salmerón, 2001. Los filmes plásticos en la agricultura agrícola. Editorial Mundi-Prensa, Madrid, 320 pp.
- Garbi, M.; M.C. Grimaldi, S. Martínez y A. Carbone, 2002. Influencia de invernaderos sobre la temperatura estival en el cinturón hortícola platense. *Revista Brasileira de Agrometeorología* 10:27 – 31.
- Goldberg, M.; S. Orden, L. Mascarini y E. Sierra, 1996. Transmisión espectral en la banda del PAR de las cubiertas plásticas para invernaderos. *Horticultura Argentina* 15:51-54.
- Grimaldi, M.C.; J. Somoza, S. Martínez, M.E. Strassera, 2007. Marcha de la temperatura del aire en dos invernaderos del cinturón hortícola platense durante el mes de enero de 2007. *Horticultura Argentina* 26: 109.
- Morelli, G.; A. Carbone, M.C. Grimaldi, J. Somoza y S. Martínez, 2011. Efecto de la antigüedad del polietileno sobre la radiación fotosintéticamente activa (PAR) recibida en el interior de un invernadero parabólico en La Plata, Buenos Aires, Argentina. *Horticultura Argentina* 30: 23.
- Nijskenst, J.; J. Deltour, E. Albrecht, J. Gratrud y P. Feuilloey, 1993. Estudio comparativo del envejecimiento de un filme de polietileno en laboratorio y en invernadero. *Plasticulture* 87:11-20.
- Orden, S.; D. De Oto, M. Goldberg y L. Mascarini, 1997. Transmitancia luminosa, espectral y haze de mallas de sombreado para invernaderos. 7° Reunión Argentina y 1ª Latinoamericana de Agrometeorología. Buenos Aires, Argentina. p. 53-54.
- Ramírez, E.; C. Martínez, L. Sánchez y C. Balderas, 1995. Previsión de la duración de la vida útil de los filmes para la cubierta de invernaderos con la ayuda de diversos equipos de envejecimiento artificial acelerado. *Plasticulture* 105:5-12.
- Tesi, R., 1974. Esigenze termiche delle principali specie coltivate in serra. *Encuentro: Le colture protett en ell attuale situazione energética*. p 17.