

Revista Latinoamericana de Difusión Científica
Volumen 7 – Número 13
Depósito Legal ZU2019000058 - ISSN 2711-0494

Revista Latinoamericana de Difusión Científica



Volumen 7 - Número 13
Julio – Diciembre 2025
Maracaibo – Venezuela

Nanocompuestos de poliolefinas utilizados en la fabricación de películas para aplicaciones agrícolas

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.15833101>

S. Sánchez-Valdés*
J. L. Méndez Hernández **
G. A. Vázquez Constantino***
J.G. Martínez-Colunga****
J. Montañez-Sainz*****
M. L. Morales-Oyervides *****
M. A. Villegas-Méndez *****

RESUMEN

Las películas de poliolefina, especialmente las de polietileno (PE), son insumos agrícolas esenciales debido a su durabilidad y funcionalidad en aplicaciones como el acolchado. Su uso contribuye al manejo eficiente del microclima del suelo, promoviendo la regulación térmica, la conservación hídrica y el control de malezas, lo que resulta en mayores rendimientos de los cultivos y una calidad optimizada de los frutos mediante la mejora en la absorción de nutrientes durante el desarrollo fenológico de las plantas (Anne Ammala et al., 2011). Las películas de poliolefina tradicionales presentan desafíos ambientales significativos debido a su lenta degradación, lo que provoca acumulación de residuos plásticos en el suelo. Aunque las alternativas biodegradables ofrecen soluciones sostenibles, todavía enfrentan limitaciones relacionadas con costos de producción, la resistencia mecánica bajo condiciones agrícolas exigentes y su viabilidad económica para aplicaciones a gran escala (Huang G. et al., 1994). Los avances en materiales biodegradables han llevado al desarrollo de películas basadas en poli (butilen adipato-co-tereftalato) (PBAT), que ofrecen propiedades equivalentes a las poliolefinas convencionales con la ventaja de ser degradables en condiciones naturales. La implementación efectiva de estas tecnologías dependerá de la capacidad de integrar avances técnicos con soluciones económicas que garanticen su adopción generalizada en los sistemas (Anne Ammala et al., 2011).

PALABRAS CLAVE: Poliolefinas, Biodegradables, Acolchados agrícola, Tecnología.

*Centro de Investigación en Química Aplicada, Blvd. Ing. Enrique Reyna H. 140, Col. San José de los Cerritos, Saltillo, Coahuila, México. E-mail: saul@ciqa.mx

** Centro de Investigación en Química Aplicada, México.

*** Centro de Investigación en Química Aplicada, México.

**** Centro de Investigación en Química Aplicada, México.

***** Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Coahuila, Saltillo, Coahuila, México.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7025-1337>

***** Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Coahuila, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0270-8382>. E-mail: lourdesmorales@uadec.edu.mx

***** Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Coahuila, México.

Recibido: 24/03/2025

Aceptado: 14/05/2025

Polyolefin Nanocomposites used in the Manufacture of Films for Agricultural Applications

ABSTRACT

Polyolefin films, especially polyethylene (PE) films, are essential agricultural inputs due to their durability and functionality in applications such as mulching. Their use contributes to the efficient management of soil microclimate, promoting thermal regulation, water conservation and weed control, resulting in higher crop yields and optimized fruit quality by improving nutrient uptake during plant phenological development (Ammala et al., 2011). Traditional polyolefin films present significant environmental challenges due to their slow biodegradation, which causes accumulation of plastic residues in the soil, affecting water permeability, nutrient transfer and thermal balance, deteriorating soil. Although biodegradable alternatives offer sustainable solutions, they still face limitations related to production costs, mechanical strength under demanding agricultural conditions and their economic viability for large-scale applications (Huang G. et al., 1994). Advances in biodegradable materials have led to the development of films based on poly(butylene adipate-co-terephthalate) (PBAT), which offer properties equivalent to conventional polyolefins with the advantage of being degradable under natural conditions. The effective implementation of these technologies will depend on the ability to integrate technical advances with economic solutions that guarantee their widespread adoption in systems (Ammala et al., 2011).

KEYWORDS: Polyolefins, Biodegradable, Agricultural Mulching, Technology.

Introducción

Las películas agrícolas, en particular las fabricadas con polietileno (PE) y polipropileno (PP) representan un mercado interesante para la industria de películas plásticas. Los productos fabricados a partir de poliolefinas (plásticos), ha generado un aumento significativamente en las últimas décadas, debido a su bajo costo de producción, buenas propiedades mecánicas, peso ligero y durabilidad. Los cuales se les ha atribuido diferentes usos, envases, películas vegetales, en el área agrícola, cubierta de invernaderos, acolchados, tuberías para riego. Estos permiten un mejor control de los microclimas en invernaderos, control de malezas en acolchados, además de atribuir en un uso eficiente de los recursos aportan un alto rendimiento en la producción. Esto ha tenido un impacto negativo, el uso excesivo ha generado problemas de eliminación al final de la vida útil de estos productos.

1. Películas de poliolefinas para aplicaciones agrícolas

1.1. Tipos de poliolefinas y nanopartículas

Las poliolefinas son polímeros formados a partir de alquenos (hidrocarburos insaturados que disponen de moléculas con al menos un enlace doble carbono-carbono) tales como el etileno, propileno, buteno, isopreno, y penteno, o bien de copolímeros y modificaciones derivadas. Las poliolefinas son el grupo más numeroso de termoplásticos, siendo los más importantes el polietileno y el polipropileno, debido principalmente a sus propiedades como tenacidad, elongación, facilidad de procesamiento, bajo peso y bajo costo, entre otras.

La película para uso agrícola incluye al menos una capa de polietileno de alta densidad (HDPE) y al menos una capa de un segundo material poliolefínico, tal como polietileno de baja densidad (LDPE), polietileno de densidad media (MDPE) o polietileno lineal de baja densidad (LLDPE) (Zinnia M. et al.,2022).

El HDPE, que suele utilizarse por su resistencia y durabilidad, es una opción habitual para películas agrícolas.

El LDPE, conocido por su flexibilidad, es eficaz para crear películas de mantillo que preservan la humedad del suelo.

PELBD, este copolímero mejora las propiedades de dispersión de la luz, lo que lo hace adecuado para distintas condiciones de luz solar (Subrahmaniyan K.,2012).

1.2. Usos de las poliolefinas en la agricultura

El uso de poliolefinas, especialmente el polietileno, en aplicaciones agrícolas ha experimentado un crecimiento significativo en las últimas décadas debido a sus numerosas ventajas. Las poliolefinas se utilizan principalmente en forma de películas plásticas como cubiertas para los cultivos, lo que se conoce como "plasticultura". Este enfoque protege a las plantas de condiciones climáticas adversas, aumenta la temperatura del suelo y mejora la calidad del rendimiento de los cultivos. Además, el uso de poliolefinas ayuda a conservar la humedad del suelo y reduce la proliferación de malezas.

Uno de los usos más comunes de las poliolefinas en la agricultura es en forma de acolchados plásticos. Los acolchados de polietileno son altamente valorados por su durabilidad, resistencia química y facilidad de manejo. Estas características han llevado a su adopción generalizada en la producción de cultivos como el maíz, el algodón y el

S. Sánchez-Valdés et al // Nanocompuestos de poliolefinas utilizados en la fabricación... 109-116
arroz, donde han demostrado ser eficaces para superar el estrés abiótico. El polietileno también es económico y puede ser reciclado, lo que lo convierte en una opción atractiva para los agricultores (Subrahmaniyan, 2012).



Figura 1. Película agrícola a base de PBAT100% biodegradable.

1.3. Nanocompuestos en películas

La nanotecnología ha contribuido a la resolución de algunos inconvenientes de los cultivos protegidos al crear nuevos aditivos como las nanopartículas o nanocompuestos, los cuales al ser mezclados en la matriz polimérica le confieren a las películas plásticas mejores propiedades mecánicas y radiométricas. Actualmente el empleo de NP's de óxido de zinc, de titanio y de silicio, nanotubos de carbono y nanoarcillas son los principales aditivos nanométricos utilizados en la extrusión de películas plásticas (Rodríguez C, J. A., 2016).

1.4. Nanocompuestos en película para invernadero

En el trabajo de experimentación de Arellano (2010) se evaluó el efecto de tres diferentes concentraciones de nanopartículas de óxido de zinc (0.025%, 0.05% y 0.1%) en ocho películas para invernadero en donde se estableció el cultivo de calabacita (*Cucurbita pepo spp.*). Posteriormente se eligieron las cinco películas con mejor respuesta óptica para probar su efecto en dos periodos de producción del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum L.*). Dos de las películas seleccionadas contenían una concentración de nanopartículas de óxido de zinc de 0.1%, con esta concentración las películas mostraron una transmisión de la radiación fotosintética activa (PAR) superior al

80%, la transmisión de la radiación UV en ambas películas fue menor del 20%.

Las características físico mecánicas de resistencia al impacto, resistencia a la tensión y porcentaje de elongación de las cinco películas seleccionadas están dentro de los límites requeridos por la norma mexicana NMX-E-114-CNCP-2006 y de la norma española UNE-EN-12206, mientras que las pruebas de envejecimiento acelerado dictaminaron para estas películas una vida útil mínima de dos años. Durante el periodo otoño-invierno las plantas de calabacita cultivadas en las películas con una concentración de 0.1% de nanopartículas de óxido de zinc fueron las que mejor respuesta mostraron en los parámetros fisiológicos (diámetro de tallos, peso de tallos, área y peso foliares). En el periodo primavera verano, las películas con 0.1% de nanopartículas de óxido de zinc tuvieron buen efecto en los parámetros fisiológicos del cultivo de pimiento lo que se vio reflejado en el rendimiento (Figura 2).

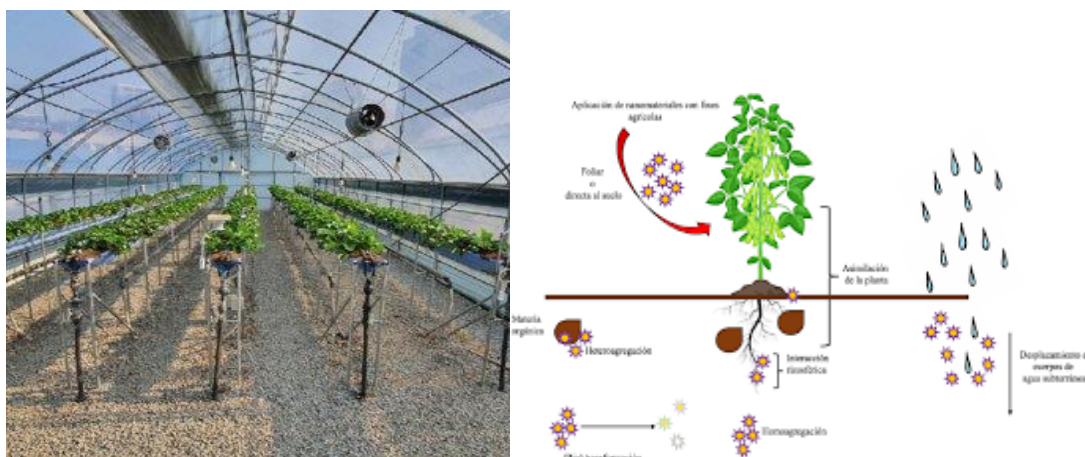


Figura 2. Nanocompuestos base poliolefina para película de invernadero y y Procesos que intervienen en la movilización de nanomateriales

1.5. Nanocompuestos en película para acolchado

Como una alternativa para disminuir el uso de plaguicidas y optimizar los procesos de producción, en el Centro de Investigación en Química Aplicada se ha desarrollado un método de preparación de nanopartículas (NPs) poliméricas cargadas con diferentes tipos de aceites esenciales y esencias sintéticas. Los polímeros constituyentes de las NPs se encuentran el poliestireno (PS), el poli (metacrilato de metilo) (PMMA) y un copolímero de metacrilato de metilo-co-ácido metacrílico o

S. Sánchez-Valdés et al // Nanocompuestos de poliolefinas utilizados en la fabricación... 109-116 P(MMA-co-MAA). Entre los aceites y esencias cargados en las NPs destacan los de lavanda, canela, jazmín, eucalipto y citronela. Las aplicaciones fueron realizadas en películas para acolchado. Los resultados mostrados indican que es factible el desarrollo de películas para acolchado conteniendo NP cargadas con aceites esenciales o esencias para repeler insectos en cultivos agrícolas diversos (Figura 3) (Saade; et al, 2021).



FIGURA 3. Película de plástico de acolchado agrícola. Película de acolchado perforada para el control de malezas

1.6. Problemas del uso de las poliolefinas

El uso de polietileno no está exento de desafíos. La eliminación y la disposición de las películas plásticas usadas son una preocupación ambiental significativa, ya que pueden persistir en el suelo durante largos períodos y contribuir a la contaminación (Halley et al. 2001). En respuesta a este problema, se han desarrollado acolchados fotodegradables y biodegradables que buscan minimizar el impacto ambiental. Estos nuevos materiales están diseñados para descomponerse en el suelo mediante actividad microbiana, convirtiéndose en dióxido de carbono y agua (Grigat et al. 1998).

Conclusión

Las películas fabricadas de poliolefinas, han contribuido en la agricultura, al mejorar el manejo de microclimas, la eficiencia hídrica y el control de malezas, aumentando así los rendimientos y la calidad de producción. Sin embargo, su acumulación de residuos plásticos plantea retos ambientales significativos. Los

S. Sánchez-Valdés et al // Nanocompuestos de poliolefinas utilizados en la fabricación... 109-116

materiales biodegradables, como los basados en PBAT y nanocompuestos, emergen como alternativas viables al combinar propiedades mecánicas comparables con menor impacto ambiental. La integración de aditivos como nanopartículas de óxido de zinc mejora aún más su funcionalidad en condiciones ambientales extremas. Es de suma importancia evaluar su desempeño en sistemas agrícolas diversos, dando como prioridad la sostenibilidad y la viabilidad económica.

Referencias

Arellano G., M.A. (2010). Evaluación agronómica de películas para invernadero formuladas con nanopartículas de óxido de zinc. 106. Tesis, <https://ciqa.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1025/232/1/Crispin%20Gonzalez.pdf>

Anne Ammalaa, Stuart Batemana, Katherine Deana, Eustathios Petinakis a, Parveen Sangwana, Susan Wonga, Qiang Yuana, Long Yua, Colin Patrick b, K.H. Leong (2011). An overview of degradable and biodegradable polyolefins. *Progress in Polymer Science* Volume 36, Issue 8, August 2011, Pages 1015-1049 <https://doi.org/10.1016/j.progpolymsci.2010.12.002>

Anonymous. Olefin polymer molding compositions showing accelerated degradation under the action of light. 1974. Pat BE816647, assigned to BASF.

Grigat E, Kock R, Timmermann R (1998). Thermoplastic and biodegradable polymers of cellulose. *Polym Degrad Stab* 59(1-3): 223-226

Halley P, Rutgers R, Coombs S, Kettels J, Gralton J, Christie G, Jenkins M, Beh H, Griffin K, Jayasekara R, Lonergan G (2001). Developing biodegradable mulch films from starch-based polymers. *Starch* 53:362–367, [https://doi.org/10.1002/1521-379X\(200108\)53:8<362::AID-STAR362>3.0.CO;2-J](https://doi.org/10.1002/1521-379X(200108)53:8<362::AID-STAR362>3.0.CO;2-J)

Huang G, Wang W, Tang S. (1994). Controllably graded polyolefin plastics containing amidoalkyl ferrocene. Pat CN1090300, assigned to, Shanghai Organic Chemistry Institute; 1994.

Kalennikov EA, Yuran VS, Mardykina LM. (1978). Photodegradable polyethylene composition. Pat SU626101, assigned to Beloruss Kirov Technical Institute.

Subrahmaniyan Kasirajan & Mathieu Ngouajio (2012). Polyethylene and biodegradable mulches for agricultural applications. *A Review, Agronomy for Sustainable Development* 2012 Volume 32, pages 501–529. <https://link.springer.com/article/10.1007/s13593-011-0068-3>

Zinnia Mansoor, Fidelity Tchuenbou-Magaia, Marek Kowalczyk, Grazyna Adamus, Georgina Manning, Mattia Parati, Iza Radecka, and Habib Khan (2022). Polymers Use as Mulch Films in Agriculture. *Polymers* 2022, 14 (23), 5062; <https://doi.org/10.3390/polym14235062>

Conflicto de interés

Los autores de este manuscrito declaran no tener ningún conflicto de interés.

Copyright

La Revista Latinoamericana de Difusión Científica declara que reconoce los derechos de los autores de los trabajos originales que en ella se publican; dichos trabajos son propiedad intelectual de sus autores. Los autores preservan sus derechos de autoría y comparten sin propósitos comerciales, según la licencia adoptada por la revista.

Licencia CreativeCommons

Esta obra está bajo una Licencia CreativeCommons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional

