



Detalles sobre la publicación, incluyendo instrucciones para autores e información para los usuarios en: <http://espacialidades.cua.uam.mx>

Marco Aurelio Jaso Sánchez (Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Cuajimalpa, México), Yennely Eloísa Goycochea Pineda (Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Cuajimalpa, México).

Hacia un análisis espacial de la innovación en bioplásticos.
pp. 80-102

Fecha de publicación en línea: octubre 2020

DOI: www.doi.org/10.24275/uam/cua/dcsh/esp/2020v10n1/jaso

© Marco Aurelio Jaso Sánchez, Yennely Eloísa Goycochea Pineda (2020). Publicado en *Espacialidades*. Todos los derechos reservados. Permisos y comentarios, por favor escribir al correo electrónico: revista.espacialidades@correo.cua.uam.mx

ESPACIALIDADES. Revista de temas contemporáneos sobre lugares, política y cultura Volumen 10, Núm. 01, enero-junio de 2020, es una publicación semestral de la Universidad Autónoma Metropolitana, a través de la Unidad Cuajimalpa, División de Ciencias Sociales y Humanidades, Departamento de Ciencias Sociales, editada en la Ciudad de México, México. Con dirección en [Av. Vasco de Quiroga 4871, Cuajimalpa, Lomas de Santa Fe,](#)

[CP: 05300, Ciudad de México, México.](#) Página electrónica de la revista: <http://espacialidades.cua.uam.mx/> y dirección electrónica: revista.espacialidades@correo.cua.uam.mx. Editora en jefe: Dra. Fernanda Vázquez Vela. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo del Título número 04-2018-072414222300-203, ISSN: 2007-560X, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número: María Fernanda Flores Torres (Dendrita Publicidad S. A. de C. V.), [Temístocles núm. 79, int. 3, Colonia Polanco IV Sección, Alcaldía Miguel Hidalgo, C.P. 11550, Ciudad de México;](#) Fecha de última modificación: octubre del 2020. Tamaño de archivo 432 KB.

Espacialidades. Revista de temas contemporáneos sobre lugares, política y cultura tiene como propósito constituirse en un foro de discusión académica que aborda la compleja, contradictoria y multicausal relación entre el espacio y la vida social. *Espacialidades* se inscribe en el debate académico internacional sobre el giro espacial en las ciencias sociales e invita al análisis de diversas prácticas sociales y formas de organización y acción política desde una perspectiva multidisciplinaria que ponga énfasis en las diferentes escalas territoriales. Los textos publicados incorporan métodos y problemas tratados desde la sociología, la ciencia política, la economía, los estudios urbanos, la geografía, los estudios culturales, la antropología, la literatura, el psicoanálisis y el feminismo, entre otros.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del comité editorial.

Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Cuajimalpa.

Directorio

RECTOR GENERAL: Dr. Eduardo Abel Peñalosa Castro

SECRETARIO GENERAL: Dr. José Antonio De los Reyes Heredia

Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Cuajimalpa

RECTOR: Dr. Rodolfo René Suárez Molinar

SECRETARIO DE UNIDAD: Dr. Álvaro Julio Peláez Cedrés

División de Ciencias Sociales y Humanidades

DIRECTOR: Dr. Roger Mario Barbosa Cruz

JEFE DE DEPARTAMENTO: Dr. Gabriel Pérez Pérez

Revista Espacialidades

DIRECTORA: Dra. Fernanda Vázquez Vela

ASISTENTE EDITORIAL: Mtra. Maricruz Gómez López, Mtra. Evelyn Guadalupe Cazares Jiménez

ADMINISTRACIÓN DEL SITIO WEB: Orlando Hernández Hernández

EDICIÓN TEXTUAL Y CORRECCIÓN DE ESTILO: Mtro. Hugo Espinoza Rubio

FOTOGRAFÍA DE LA PORTADA: © 2020 John Simitopoulos en Unsplash @john_simitopoulos, <https://unsplash.com/photos/ES2wTd6wztQ>

COMITÉ EDITORIAL: Dra. Montserrat Crespi-Valbona (Universitat de Barcelona, España), Dra. Verónica Crossa (El Colegio de México, México), Dra. Marta Domínguez Pérez (Universidad Complutense de Madrid, España), Dr. Marco Aurelio Jaso Sánchez (Universidad Autónoma Metropolitana-Cuajimalpa, México), Dra. Graciela Martínez-Zalce (Universidad Nacional Autónoma de México, México), Dr. Alejandro Mercado (Universidad Nacional Autónoma de México, México), Dr. Jorge Montejano Escamilla (Centro de Investigación en Geografía y Geomática "Ing. Jorge L. Tamayo", México), Dra. Analiese Marie Richard (Universidad Autónoma Metropolitana-Cuajimalpa, México), Dra. Rocío Rosales Ortega (Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, México), Dr. Vicente Ugalde (El Colegio de México, México).

COMITÉ CIENTÍFICO: Dr. Tito Alegría (Colegio de la Frontera Norte), Dra. Miriam Alfie (Universidad Autónoma Metropolitana-Cuajimalpa), Dr. Mario Casanueva (Universidad Autónoma Metropolitana-Cuajimalpa), Dra. Claudia Cavallin (Universidad Simón Bolívar, Venezuela), Dr. Humberto Cavallin (Universidad de Puerto Rico), Dra. Flavia Freidenberg (Universidad de Salamanca, España), Dra. Clara Irazábal (Columbia University, Estados Unidos), Dr. Jorge Lanzaro (Universidad de la República, Uruguay), Dr. Jacques Lévy (École Polytechnique Fédérale de Lausanne, Francia), Scott Mainwaring (University of Notre Dame, Estados Unidos), Miguel Marinas Herrera (Universidad Complutense, España), Edward Soja † (University of California, Estados Unidos), Michael Storper (London School of Economics, Reino Unido).

Hacia un análisis espacial de la innovación en bioplásticos

Towards a Spatial Analysis of Innovation in Bioplastics

MARCO AURELIO JASO SÁNCHEZ*
YENNELY ELOÍSA GOYCOCHEA PINEDA**

Resumen

La perspectiva multinivel ha mostrado su utilidad para estudiar procesos históricos de innovación a nivel global; sin embargo, críticos y proponentes coinciden en la necesidad de expandir su base conceptual y empírica para explicar transiciones sustentables vigentes y sus contextos locales. En el marco de esa agenda, este artículo explora el desarrollo tecnológico y económico de los bioplásticos en la actualidad, identificando las capacidades de investigación y de patentamiento a nivel internacional y empresarial. La investigación indaga sobre el papel que cumplen las empresas consolidadas y emergentes en la transición hacia los plásticos sustentables. Bajo este enfoque, la investigación entiende a las empresas como un concepto articulador entre la escala local y global, así como entre los niveles de análisis micro y macro en los regímenes sociotécnicos. A partir de un estudio bibliométrico y patentométrico (1991-2018), se explora la evolución y correspondencias entre las capacidades de investigación y producción a nivel internacional, identificando empresas consolidadas y emergentes. De esta muestra, se elige una empresa emblemática del sector para ilustrar alianzas estratégicas con empresas u organizaciones internas o externas al régimen.

En el marco de la perspectiva multinivel y su desarrollo metodológico, este trabajo demuestra la viabilidad del análisis de empresas y escalas espaciales para explicar las transiciones hacia la sustentabilidad. Mientras que para el sector de los bioplásticos sustentables, el artículo revela cómo empresas consolidadas y emergentes, externas al régimen, han desarrollado estrategias de cooperación, logrando adaptarse a las presiones de transformación a las que está sometida la industria del plástico.

Palabras clave: Perspectiva Multinivel; Transiciones Sustentables; Bioplásticos; Innovación; Relaciones Local-Global.

Abstract

The Multi-level Perspective has become an useful approach to study historical processes of innovation at the global level; however, critics and proponents agree on the need to expand its conceptual and empirical basis to explain current transitions to sustainability and their local contexts. Within this framework's agenda, the article explores the technological and economic development of current bioplastics, identifying researching and patenting capabilities at the international and business levels. The research investigates the role that incumbent and emerging companies play in the transition towards sustainable plastics. Our approach consists in assuming companies as a bridging concept between local and global scales, as well as between the micro and macro level analysis in socio-technical regimes. A bibliometric and patentometric study (1991-2018), has been conducted in order to investigate the match between research and production capacities and their evolution at an international level. Resultantly, the article has managed to identify consolidated and emerging companies.

** Profesor-investigador del Departamento de Estudios Institucionales, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Cuajimalpa. C.e.: <marco_jaso@yahoo.com>.

** Estudiante del Doctorado en Ciencias Sociales, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco. C.e.: <elogoyco@yahoo.com.mx>.

From this sample, Total SA, an emblematic company in the sector, has been chosen to illustrate strategic alliances with companies or organizations either internal or external to the regime.

Regarding the development of the Multilevel Perspective's methodological framework, the article demonstrates the feasibility of conducting company and spatial analysis to explain sustainability transitions. While in relation to the sustainable bioplastics sector, the article reveals how consolidated and emerging companies, external to the regime, have developed cooperation strategies, managing to adapt themselves to the transforming pressures to which the plastics industry is compelled.

Keywords: Multilevel Perspective; Sustainable Transitions; Bioplastics; Innovation; Local-Global Relationships.

Fecha de recepción: 15 de marzo de 2019

Fecha de aceptación: 3 de mayo de 2020

Introducción

La preocupación por la contaminación con plásticos y el agotamiento del petróleo han incentivado la búsqueda de nuevas materias primas con propiedades biodegradables. Particularmente, químicos y biotecnólogos han retomado la investigación de material biológico para la fabricación de nuevos plásticos, con las mismas propiedades que los plásticos tradicionales; sin embargo, han logrado modificar convenientemente las condiciones para su biodegradabilidad.

La introducción al mercado de esta alternativa tecnológica no ha estado exenta de controversia, pues la definición comúnmente aceptada de bioplástico incluye productos biobasados, independientemente de su biodegradabilidad. En esta circunstancia, las campañas a favor de su introducción como producto sustentable son rebatidas por quienes recuerdan ambas posibilidades. Por su impacto positivo en el medio ambiente y la no dependencia de combustibles fósiles, este artículo estudia los plásticos que son simultáneamente biobasados y biodegradables (Endres y Siebert-Raths, 2011: 5).

La investigación y desarrollo (I+D) en este sector ha propiciado la innovación radical de los bioplásticos biodegradables. Su penetración en la industria aún es incipiente, se estima que a nivel global el volumen de bioplásticos en el mercado del plástico representa el 2 por ciento (Chinthapalli *et al.*, 2019: 3), con una tasa de crecimiento media anual esperada del 17 por ciento entre 2017 y 2021 (Technavio, 2017). Sin embargo, la respuesta de investigadores, empresarios, grupos ambientalistas y los responsables de la toma de decisiones, ante factores como la contaminación de los océanos y la variabilidad de los precios del petróleo, comenzaron a estimular el desarrollo de diversos nichos innovativos, con potencial para iniciar un cambio de régimen tecnológico, en el marco de una transición sustentable de largo plazo.

En virtud de la relevancia de las transiciones tecnológicas hacia la sustentabilidad en una dimensión global, este artículo indaga qué países y empresas concentran las actividades de investigación y de producción. En otras palabras, se desea investigar la relación entre la generación del conocimiento base para el desarrollo de bioplásticos y la capacidad de ciertos países y empresas, para cristalizarlo en oportunidades de mercado. Con la identificación de las empresas que investigan o adoptan estas tecnologías, se documentan agentes locales o globales para analizar las relaciones entre recursos y capacidades con el contexto global.

Para avanzar en esta agenda de investigación conviene explorar, primero, la dimensión internacional de la generación de investigación básica y aplicada alrededor de biopolímeros específicos y, posteriormente, analizar la capacidad de ciertos países y empresas para constituir capacidades productivas a través de patentes. Esta indagación es factible de profundizar si tipificamos la clase de empresa patentadora, en función de su posicionamiento en el mercado. Dependiendo de su papel como empresas consolidadas o emergentes, es posible elaborar hipótesis en relación con los factores que las motivan para incursionar en estas nuevas tecnologías y mercados.

Esta investigación utiliza las teorías y conceptos de los estudios sobre las transiciones tecnológicas sustentables (TTS), las cuales se enfocan en los procesos que permitirían a innovaciones disruptivas, con impactos positivos en el medio ambiente, reemplazar eventualmente amplios sistemas socioproductivos (Kemp *et al.*, 2001). Estos sistemas son

configuraciones que presentan un alto nivel de estructuración, y sus procesos de estabilización y cambio han sido estudiados por el enfoque de la perspectiva multinivel —en lo sucesivo MLP (Multi-Level Perspective), por sus siglas en inglés—. Este enfoque ha demostrado su utilidad para abordar el proceso de cambio de amplios sistemas tecnológicos a nivel global y en el largo plazo. El modelo se desglosa en tres niveles: el régimen sociotécnico, los nichos innovativos y el paisaje. Este último integra elementos externos, de carácter más permanente, que influyen en la conducta de los agentes en los dos niveles restantes. Algunos críticos señalaron la dificultad del modelo para observar las dimensiones espaciales, así como para operacionalizar la investigación de las transiciones vigentes. En respuesta a estos señalamientos, los proponentes de la MLP han argumentado que, si bien el modelo en su desarrollo inicial ha puesto énfasis en los procesos históricos agregados a nivel macro, sus fundamentos de teoría institucional permiten complementarlo con una perspectiva micro que logra observar el papel de actores locales en procesos de corto y mediano plazo (Geels, 2011).

Esta investigación intenta contribuir a la agenda anterior, se suma a los esfuerzos por documentar cómo distintos contextos locales presentan dinámicas de transición diferente y cómo se establecen relaciones en distintas escalas, que van de las interacciones locales a las translocales. Para contribuir a un eje de investigación colectivo como el anterior, se exploran primero las dinámicas de investigación a nivel global y se observa si se corresponden o no con las dinámicas de patentamiento. Como un resultado de este primer análisis, se identifican las principales empresas patentadoras, para usarlas como una primera unidad de análisis, infiriendo su nivel de involucramiento y compromiso con el régimen establecido. Esto abre camino para que en investigaciones futuras se analicen las relaciones de colaboración entre los inventores patentadores y las organizaciones que fomentan su innovación, identificando su ubicación en escalas geográficas.

Este trabajo se enfocará en bolsas y botellas, por ser productos de consumo masivo que han sido objeto de las principales críticas como fuentes de contaminación ambiental. Las dos principales biomoléculas investigadas como alternativas para sustituir tanto el polietileno (PE) convencional de las bolsas, como el tereftalato de polietileno (PET) de las botellas son el ácido poliláctico (PLA) y el polihidroxicanoato (PHA), por lo cual son objeto de estudio de la exploración bibliométrica y patentométrica. Al cabo de esta exploración, elegimos una empresa emblemática para ilustrar las relaciones entre actores locales y globales.

Contaminación por plásticos y la alternativa de los bioplásticos

Aquí se ofrecen algunos breves apuntes económicos y ambientales que permiten comprender los cuestionamientos al paradigma dominante de los plásticos elaborados a partir de combustibles fósiles, así como una síntesis de los argumentos que enarbolan los promotores de los bioplásticos sustentables.

La producción de plásticos, bolsas y botellas

Entre finales de la segunda guerra mundial, época en que eclosiona la producción de plástico convencional y la actualidad, la tasa de crecimiento media anual de resinas y fibras plásticas ha sido de 8.4 por ciento, situando la producción mundial en el orden de las 380 millones de toneladas (Geyer *et al.*, 2017). De esta producción se ha calculado que históricamente alrededor del 9 por ciento ha sido reciclado, mientras que el 12 por ciento se ha incinerado, y casi el 80 por ciento se ha acumulado en rellenos sanitarios o dispersado en el medio ambiente (Thielen, 2014: 4). En la actualidad, para la rama de empaque (objeto de estudio de este artículo) se calcula que solamente el 28 por ciento se recicla, mientras que el 40 por ciento tiene como destino los rellenos sanitarios, en tanto que el 32 por ciento se escapa al ambiente (WEF, 2016: 12). Se puntualizan a continuación algunos elementos clave del desarrollo histórico y económico de las bolsas y botellas.

La bolsa de plástico convencional nació en la empresa sueca Celloplast AB, que fue la primera en patentar la bolsa de polietileno de una sola pieza en 1960; su variante con agarraderas de 1965 fue conocida como “bolsa de camiseta”. Mobil Oil, el principal productor de su materia prima, adquirió la propiedad intelectual y se encargó de impulsarla de manera

determinante a nivel mundial durante los setenta (Laskow, 2014; Freinkel, 2011). De esta manera, el mercado mundial de bolsas de plástico asciende en la actualidad a las noventa mil toneladas (TMR, 2019).

Por otro lado, la empresa Calico Printers Association de Inglaterra fue la primera en patentar el PET en 1941, y sus aplicaciones para la elaboración de botellas tuvieron lugar a partir de 1947. La primera botella de PET fue patentada en 1973 por Nathaniel Wyeth, ingeniero de DuPont, quien presentó un producto translúcido, más ligero y resistente, con menos permeabilidad a la humedad y los gases (Wyeth, 1973). Se realizaron mejoras en el proceso productivo en 1977 en Estados Unidos, los cuales permitieron la masificación del producto a partir de esa fecha.

Solamente en Estados Unidos se producen alrededor de 72,000 millones de botellas por año (Freinkel, 2011); así, el mercado mundial de botellas de PET alcanzó un volumen de 17.5 millones de toneladas en 2018. Sin embargo, la localización de la producción se encuentra muy diversificada a nivel internacional con Norteamérica y Europa como regiones líderes que están enfrentando una creciente competencia de Asia.

La contaminación por plásticos, bolsas y botellas

Desde que en los años sesenta se comenzó a documentar la polución en los océanos, diversos estudios han revelado que entre el 75 y el 95 por ciento de la contaminación de las costas y mares es originada por plásticos (Bergman *et al.*, 2015; Litterbase, 2019). En costas del Pacífico se encontró que más del 75 por ciento de la basura estaba compuesta por “bolsas, envolturas y piezas duras y blandas de plástico” (Thiel *et al.*, 2013: 310); mientras que en los mares de Europa se ha documentado que hasta el 90 por ciento de la basura consiste en desechos plásticos (Pham *et al.*, 2014: 10). Más recientemente, por inspección aérea se han identificado cinco grandes acumulaciones de plástico en giros oceánicos: dos en el Océano Atlántico, dos en el Pacífico y una más en el Índico (Moore *et al.*, 2001). Sin embargo, su proliferación va más allá de la contaminación visible en la costa y la superficie. Inclusive, se ha encontrado plástico a distintos niveles de profundidad e incrustado en los casquetes polares. En años recientes, biólogos marinos han alertado sobre la contaminación por micro y nanoplásticos, que aunque escapan de nuestra vista, tienen un alto impacto en los ecosistemas por aglutinar otras sustancias tóxicas e incorporarse en las cadenas alimenticias de la fauna marina, incluyendo los pescados y mariscos de consumo humano (Bergmann *et al.*, 2015).

De acuerdo con datos de Ocean Conservancy, las bolsas y botellas se encuentran en el segundo y quinto lugar de los artículos que componen la basura costera, respectivamente, en una lista encabezada por los filtros de cigarrillos (Andrady, 2015: 59). El polietileno con el que se elabora la mayor parte de las bolsas tiende a ser menos denso que el agua del mar, ocasionando su flotabilidad y acumulación en la superficie; en tanto que el PET es más denso y tiende a precipitarse a zonas más profundas o al sedimento marino. De acuerdo con estimaciones de Jambeck *et al.* (2015: 770), difundidas por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA, 2017), más de ocho millones de toneladas de plástico terminan en el océano cada año. En este contexto emerge la investigación y desarrollo comercial de los plásticos biobasados y biodegradables que se presenta a continuación.

La tecnología de bioplásticos, PLA y PHA

El desarrollo de polímeros basados en materias primas renovables por la industria química se vio interrumpido por la expansión de la petroquímica durante el siglo xx, particularmente por la reconversión de tecnologías militares a la industria civil. Eventualmente, la biotecnología agrícola facilitó su reintroducción al mercado a principios de los noventa, cristalizando veinte años de I+D, dando inicio a la primera generación de bioplásticos. Estos primeros nichos permanecieron como mercados embrionarios, debido a su todavía insuficiente desempeño técnico y falta de desarrollo institucional de sus mercados.

Cambios regulatorios a mediados de la década del dos mil facilitaron el fortalecimiento de la I+D y la expansión de los primeros nichos, dando lugar a una segunda generación de bioplásticos, cuya degradabilidad era una de las propiedades más atractivas para los mercados de agricultura, jardinería y empaque. A finales de esa década, seis biopolímeros habían

trascendido las plantas piloto, 3 ya se manufacturaban a escala comercial (entre ellos el ácido poliláctico) y otros 4 habían alcanzado una difusión industrial masiva.

Alrededor del 2010, un entorno de política pública y regulatorio más favorable incentivó la investigación para encontrar diversas fuentes de materias primas renovables, así como nuevas aplicaciones en mercados más desarrollados, como el de prendas de vestir, automotriz y electrónica, entre otros (Thielen, 2014: 38). Las metas de desempeño técnico se reorientaron de la degradabilidad a la resistencia y a la optimización de procesos, con lo cual se comienza a caracterizar la tercera generación de bioplásticos (Endres y Siebert-Raths, 2011: 22).

Además de la no dependencia de combustibles fósiles, la degradabilidad de los polímeros es una de las características más valoradas por los grupos preocupados por el medio ambiente, dando lugar a una clasificación que los distingue entre aquellos degradables por su exposición a la luz del sol, los que son solubles en agua y los que son biodegradables¹ (Endres, 1994).

Por las características anteriores, tanto empresas establecidas como emergentes han tenido que negociar diversos estándares para certificar sus productos y procesos, y poder ordenar los mercados. Para ello se han desarrollado normas que definen a los productos biobasados, las condiciones específicas de biodegradabilidad y compostaje, así como las pruebas técnicas pertinentes. Si bien las principales normas han sido desarrolladas en Estados Unidos y Europa, países de otras regiones han comenzado a desarrollar normatividad propia.²

La segunda generación de bioplásticos maduró, en gran medida, mediante el desarrollo del ácido poliláctico (PLA), mientras que en la tercera, la familia de polihidroxialcanoatos (PHA), ha tenido un papel muy relevante por su aporte a la diversificación de fuentes de materias primas y la optimización de procesos. La mayor parte del PLA se produce por fermentación de azúcares, almidones y material de desecho, con la participación de bacterias u hongos, o por adición de enzimas que generan ácido láctico. Éste aún requiere de un proceso de síntesis en el laboratorio o planta para generar *lactide* y su posterior polimerización, hasta dar lugar a un producto plástico a base de PLA, el cual puede incorporar mezclas y aditivos. Existe, sin embargo, la posibilidad de que los biopolímeros sean generados de manera directa en el interior de microorganismos, algunos de los cuales realizan la síntesis natural o biosíntesis de poliésteres. Ciertas bacterias almacenan energía en la forma de ácidos hidroxialcanoicos de diversos tipos y la polimerización ocurre dentro de la célula. Estos biopolímeros de interés industrial han sido denominados polihidroxialcanoatos (PHAs) (Endres y Siebert-Raths, 2011: 100). Como se ha observado, el surgimiento de estas alternativas ha sido el resultado de la interacción entre empresas, investigadores y otros grupos sociales que se posicionan respecto de los problemas y oportunidades de su contexto. Cómo se abren paso estas oportunidades en medio de inercias tecnológicas y un régimen consolidado es un tema que se aborda en el siguiente apartado.

Transiciones sustentables y el modelo MLP

Las transiciones sustentables y los aportes del modelo MLP

Las transiciones sociotécnicas cobraron notoriedad internacional hacia el año 2000, a partir de su incorporación en la agenda de política científica, tecnológica y ambiental en Estados Unidos y la Unión Europea (NAP-NRC, 1999; Triebswetter, 1999; Rotmans *et al.*, 2000; Wilson, 2000). Más recientemente, se ha adoptado también el término “investigación de la transición”³

¹ En este último grupo, los bioplásticos pueden descomponerse por su exposición a microorganismos o enzimas, dando como resultado final únicamente biomasa, dióxido de carbono y agua (Albertsson y Huang, 1995). Este proceso se puede desarrollar en ambientes con oxígeno o sin éste, en tierra o en agua dulce o salada, en compostas o bien dentro del organismo de animales.

² Para una revisión detallada del tema, se recomienda consultar el tercer capítulo de Endres y Siebert-Raths sobre el marco regulatorio de los biopolímeros (Endres y Siebert-Raths, 2011).

³ Para una revisión del papel de los actores en la construcción de esta agenda, véase Loorbach *et al.* (2011).

y definido como el “área académica que estudia la innovación de sistemas amplios y las transformaciones societales para el desarrollo sostenible” (Kemp, 2009: 105).

Desde el comienzo de su estudio, las transiciones se definieron como procesos graduales y continuos de cambio, en los que el carácter estructural de una sociedad (o un subsistema) se transforma. Se reconoció que las transiciones no son uniformes ni contienen procesos determinísticos, admitiendo variaciones en la escala del cambio y en los lapsos en los que ocurren. Las transiciones involucran un rango de posibles senderos de cambio, en cuya dirección, escala y velocidad una política puede influir, pero nunca controlar (Kemp *et al.*, 2001: 16).

En el afán por entender y modelar estos amplios procesos de cambio, académicos como Arie Rip, Johan Schot, René Kemp y Frank Geels, principalmente, comenzaron a conjugar dos escalas: una escala multinivel que reconoce elementos macro, meso y micro, con otra escala temporal que subdivide los largos periodos de cambio (de al menos cinco décadas), en cuatro momentos principales: *predesarrollo*, *despegue*, *aceleración* y *estabilización* (Kemp *et al.*, 2001; Geels, 2005).

Esta escala temporal, fue conjugada con otra multinivel que reconocía las interrelaciones de las dimensiones macro, meso y micro, y que dio lugar al enfoque conocido como perspectiva multinivel (MLP). En la dimensión micro, agruparon los nichos *innovativos* compuestos por las pequeñas redes de actores que desarrollan tecnologías radicales y disruptivas. En la dimensión meso, ubicaron al régimen *sociotécnico*, el cual comprende los sistemas materiales, la infraestructura y los inmateriales, así como las instituciones, los mercados, la ciencia, la tecnología y las redes de actores. Esta dimensión central es el corazón del modelo, porque aquí tienen lugar los mecanismos estabilizadores y las oportunidades para el cambio. En la dimensión macro ubicaron al paisaje, con elementos externos a los actores del régimen y los nichos, sobre los cuales difícilmente ejercen influencia. Estos son más estables y sostienen la dinámica del régimen (Kemp, 1994; Rip y Kemp, 1998; Geels, 2002; 2005).

La abundancia de petróleo barato, la preferencia por materiales ligeros, versátiles y desechables, por ejemplo, constituyen elementos del paisaje que respaldaron el desarrollo de los plásticos convencionales; mientras que el agotamiento de combustibles fósiles, la preocupación por la contaminación y el nacimiento de nuevas ideologías de consumo abren ventanas de oportunidad para que actores del régimen presten atención a nichos innovativos, con materiales alternativos basados en recursos renovables y propiedades biodegradables.

Mientras que el modelo resultó útil para explicar transiciones tecnológicas históricas a nivel macro y de largo plazo, algunos académicos criticaron lo que llamaron una “visión funcionalista del cambio”, en la que se desdibujaban las heterogéneas relaciones entre agentes. Algunas críticas relevantes para el objeto de estudio de este artículo son las siguientes.

En palabras de Smith, Stirling y Berkhout (2005: 1492), el modelo es “demasiado descriptivo, estructural y deja espacio para un mayor análisis de la agencia”. Por su parte, Genus y Coles (2008: 1440) se preocuparon por la dificultad para operacionalizar el estudio de transiciones actuales y sistematizar la metodología de la investigación empírica. Haciendo una valoración global, plantearon lo siguiente: “una preocupación fundamental es que los estudios de caso orientados por el MLP no se han conducido de manera sistemática” (Genus y Coles, 2008: 1440). Se ha reconocido, por ejemplo, la necesidad de comparar las dinámicas de cambio en contextos espaciales. En este sentido, también se ha señalado: “El análisis de las transiciones frecuentemente ha puesto poco interés en los lugares donde ésta tiene lugar, así como en las configuraciones geográficas y sus dinámicas de red, en las cuales las transiciones se desenvuelven” (Coenen *et al.*, 2012: 1).

La agenda de investigación del modelo MLP

Para atender tales cuestionamientos y abrir espacio al trabajo conceptual y empírico que amplíe la utilidad del enfoque MLP, sus desarrolladores recordaron que el modelo está fundamentado en una dimensión institucional, la cual reconoce que la estructura que orienta la acción (estabilidad y cambio) es el resultado de interacciones entre individuos y grupos, con visiones e intereses distintos. La dinámica de interacción entre los tres niveles proviene de procesos de institucionalización entre actores, con intereses propios y divergentes, que interpretan, usan y construyen normas de relación y que no sólo restringen, sino que orientan la acción y el cambio. En su desempeño, confrontan, forman alianzas y negocian. Así, el modelo está

abierto desde su origen para una fundamentación a nivel micro, a partir del análisis de la conducta de actores y agentes en contextos locales y de corto plazo (Geels y Schot, 2007; Geels, 2011).

Adicionalmente, con el interés de responder a los cuestionamientos sobre la linealidad del enfoque “de abajo hacia arriba” del modelo y mejorar su capacidad explicativa, Geels y Schot recuperaron investigación empírica de diversos sectores para delinear diferentes dinámicas de transición, en las cuales la interacción entre el paisaje, los regímenes y los nichos puede ocurrir (Geels y Schot, 2007). Como explicaremos más adelante, en esta narrativa del proceso de cambio aparecen más claramente los actores y sus posicionamientos.

Como punto de partida para explicar las diferentes dinámicas, Geels y Schot (2007) se basaron en una tipología que distingue cambios en el *paisaje*, en términos de su frecuencia, amplitud y velocidad, los cuales combinaron una variable dicotómica de intensidad (alto y bajo), para ofrecer cinco tipos de cambio ambiental: regular, hiperturbulencia, shock, disruptivo y avalancha (Suarez y Oliva, 2005). Con base en esa tipología, analizaron el *momento* de la presión que el paisaje ejerce sobre los regímenes y los nichos, y la *naturaleza* de la *competencia* entre los nichos y las tecnologías vigentes (Geels y Schot, 2007).

Respecto del *momento*, los autores se cuestionan: ¿cuál es el nivel de madurez del nicho en términos de su capacidad técnica, económica e institucional para reemplazar la tecnología vigente del régimen? Así, en función del nivel de madurez de las innovaciones, se desprenden distintas posibilidades de interacción entre los actores del régimen y los nichos innovativos. En cuanto a la naturaleza de la competencia, la pregunta relevante es ¿cuál es el tipo de interacción entre los actores del régimen y los impulsores de los nichos innovativos? Si la respuesta es simplemente la colaboración para resolver algunos problemas críticos específicos, la interacción será *simbiótica*; mientras que si la pretensión es reemplazar por completo el sistema tecnológico en su conjunto, la interacción será *competitiva*. Las respuestas a dichas preguntas dieron lugar a una tipología con cuatro principales senderos de transición: *transformación*, *de-alineación* y *re-alineación*, *sustitución* y *reconfiguración*.

Los autores explican que el proceso de transición vía *transformación* ocurre cuando hay una modificación moderada en una dimensión del *paisaje*, y el nivel de madurez del nicho es insuficiente como para ofrecer una alternativa factible y una competencia frontal. Estas características parecen estar presentes en la transición hacia los bioplásticos, dado que en su contexto la disminución de la oferta petrolera no ha sido abrupta y la sensibilización ante los problemas ambientales por contaminación de plástico se ha dado de manera gradual, conforme se documenta sus efectos sobre los ecosistemas y la salud del ser humano. En términos técnicos y económicos, no hay todavía tecnologías plenamente competitivas y sí una multitud de propuestas para la obtención de bioplásticos a partir de distintas fuentes y por diversos mecanismos. Debido a estas características, nos enfocamos en las características de los transiciones vía *transformación*.

En este caso, los actores externos al régimen, como grupos de científicos y académicos, ambientalistas, biotecnólogos y las pequeñas empresas que ensayan alternativas tecnológicas, son importantes para resaltar las limitaciones del régimen actual. Dada la presión social —y en ocasiones política— que enfrentan las empresas establecidas, aunado al reconocimiento de limitaciones materiales y estructurales que enfrenta el sistema de producción vigente, se interesan en reorientar las actividades de investigación y desarrollo.

En un principio, las empresas establecidas iniciaron un proceso de cambio tecnológico incremental, con el propósito de paliar algunas de las principales problemáticas. Las empresas y centros de investigación que aglutinan las redes emergentes en los nichos innovativos consiguen financiamiento para mejorar la factibilidad tecno-económica de sus paquetes tecnológicos, ampliando gradualmente el alcance de mercado de sus nichos y madurando los espacios de aprendizaje técnico y social. En estas condiciones, se abre un espacio de confrontación entre los grupos de apoyo del régimen y el nicho, en el que se debaten aspectos como las causas y gravedad del problema, la eficiencia técnica, la normatividad y los costos y efectos secundarios de las tecnologías alternativas.

Ante el incremento gradual de las presiones del *paisaje* y la mejora en la factibilidad técnica, las empresas establecidas cambian su percepción del problema y aprovechan su capacidad de inversión para ensayar el cambio tecnológico. La reconfiguración de sus alianzas tecnológicas y el manejo de la propiedad intelectual les ayuda a adaptarse a los cambios del

contexto y a conducir el proceso de cambio desde adentro. En suma, la transición vía transformación tiene lugar cuando cambios parciales y graduales en el *paisaje* permiten a las empresas establecidas hacer frente a las presiones, mediante una interacción *simbiótica* con los nichos innovativos, sin transformar la arquitectura básica del régimen.

Algunas líneas de investigación para incorporar a los actores y sus interacciones dentro del análisis —de manera que estas últimas documenten los puentes entre lo local y lo global— se relacionan con los siguientes temas.

El aprovechamiento de recursos y capacidades locales en mercados globales; la diseminación de la investigación y del cambio tecnológico; la internacionalización y homogeneización de la regulación y las políticas. Cualquiera de aquéllas requerirá, en principio, la identificación de las empresas como actores centrales de la transición. Conocer su ubicación dentro del régimen, como actor consolidado o emergente, permite conducir las hipótesis respecto del grado de competencia o simbiosis en la interacción.

Con el propósito de operacionalizar estas líneas de indagación presentamos nuestra estrategia de investigación en el siguiente apartado.

Metodología

La exploración de la investigación internacional se basó en el análisis de literatura académica de la colección principal de Web of Science (WoS), en tanto que la exploración de solicitudes de patentes tomó como base el portal de Google Patents. En ambos casos, el periodo de referencia comprendió de 1991 al 2018, para observar el periodo de despegue y apogeo de los bioplásticos en la comunidad científica y tecnológica.

Para identificar los artículos relacionados con los bioplásticos empleados en las botellas, en el campo tema, la búsqueda se formuló con la siguiente sintaxis: (Polyhydroxyalkanoate\$ or PHA) and (Biobased or Biodegradable or Bioplastic\$); lo cual permitió trabajar con una base de 1,442 artículos. En tanto que para los artículos relacionados con los bioplásticos empleados en las bolsas, en el campo tema, la búsqueda se formuló con la siguiente sintaxis: (“Polylactic acid” or PLA) and (Biobased or Biodegradable or Bioplastic\$); ofreciendo una base de 5,021 artículos para ese periodo.

Por otra parte, la revisión internacional de tendencias de patentamiento fue realizada para los términos “bottle\$” y “bag\$”, respectivamente. En ambos casos vinculándolos mediante el operador “and”, con las clasificaciones Y02A40/961 y Y02W90/12, las cuales identifican explícitamente los contenedores para empaque hechos de bioplásticos. Estos términos fueron complementados con la clasificaciones Y02W90/10 para bioempaques; con la Y02W90/11 para bioempaques fabricados con materias primas renovables, así como con las clasificaciones Y02W90/13 y Y02W90/14, relacionadas con contenedores para empaques biodegradables o compostables, respectivamente.

La base de patentes resultante fue depurada extrayendo, en principio, a los individuos propietarios de patentes, quienes representaron una proporción no significativa. Posteriormente, se revisaron los resúmenes y *claims* (“reivindicaciones”) de la patente para extraer las no relacionadas con nuestra área de estudio. Los nombres de las empresas fueron homogeneizados, conforme a su denominación actual, se investigó la nacionalidad de la empresa, su año de fundación y el giro o actividad específica.

Para tipificar a las empresas de acuerdo a su nivel de compromiso con el régimen sociotécnico vigente, se clasificaron en dos grandes grupos, de acuerdo a su año de fundación, dando como resultado empresas consolidadas o emergentes, dependiendo de si fueron establecidas antes o después del auge de los bioplásticos. El ámbito de mercado de las empresas permitió combinar los niveles nacionales, regionales o globales dentro de una tipología de empresas que combinó la escala de compromiso con la escala espacial.

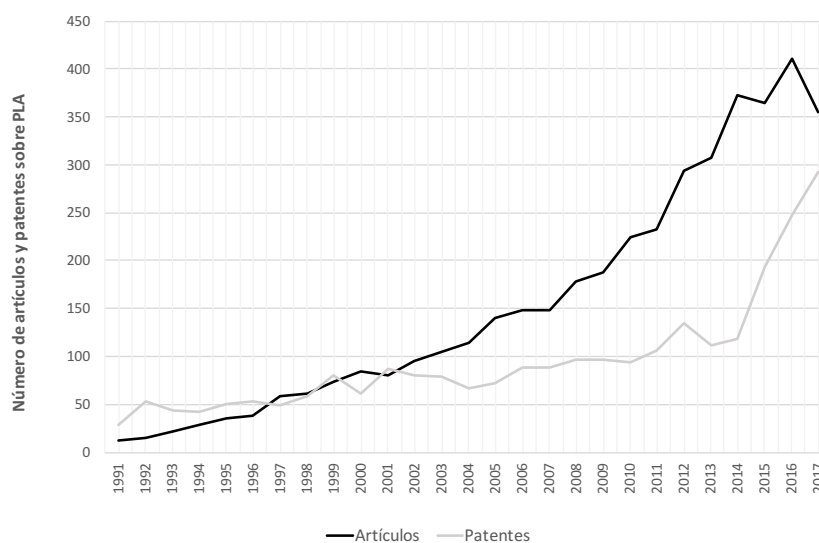
Finalmente, para ilustrar el papel de las empresas como actores sociales, con intereses propios en un régimen, y que funcionen simultáneamente como una unidad de análisis para articular las escalas espaciales y el desarrollo de nichos innovativos, se eligió el caso de la empresa Total, S.A., una de las principales patentadoras cuya vinculación con sus filiales permite ilustrar el uso de recursos locales, nacionales y globales, así como sus impactos en esas mismas dimensiones.

Resultados

Tendencias de publicación y patentamiento de PLA y PHA

A nivel global, las tendencias de publicación y patentamiento observadas en la gráfica 1 comprueban las apreciaciones generales de los analistas industriales (presentadas en el apartado “Contaminación por plásticos y la alternativa de los bioplásticos”), respecto del crecimiento de la I+D en bioplásticos. Sin embargo, encontramos etapas y ritmos de desarrollo particulares. En dicha gráfica observamos que el desarrollo de la I+D de PLA para bolsas también registró un crecimiento constante, aunque la dinámica de publicación y patentamiento presentan matices particulares. Las publicaciones han crecido a un ritmo muy constante desde 1991, con doce artículos, hasta el 2016, con 411 artículos por año, a partir de entonces, se registra una ligera caída a 355 artículos. Por su parte, las patentes mantuvieron un ritmo de crecimiento moderado entre 1991 y 2014, pasando de 29 a 119, y a partir del 2015 registran un despegue abrupto, pues en tan sólo tres años se concedieron 174 patentes nuevas. Los dos fenómenos observados en el caso del PLA y las botellas también se observan en el caso de las bolsas, el crecimiento de las variables en términos absolutos es muy similar, y también registran un punto de cruce entre las patentes y los artículos: hacia 1996, el ritmo de patentamiento anual superaba al de las publicaciones, entre 1997 y 2001 se acompañan con volúmenes muy parecidos, y a partir del 2002 los artículos superan a las patentes. Esto indicaría que el desarrollo estuvo encabezado por las empresas en una primera etapa, cediendo la vanguardia a los laboratorios universitarios, como se observa en la gráfica 1.

Gráfica 1. Tendencias de publicación sobre PLA y solicitudes de patente sobre bolsas biobasadas o biodegradables (1991-2018)



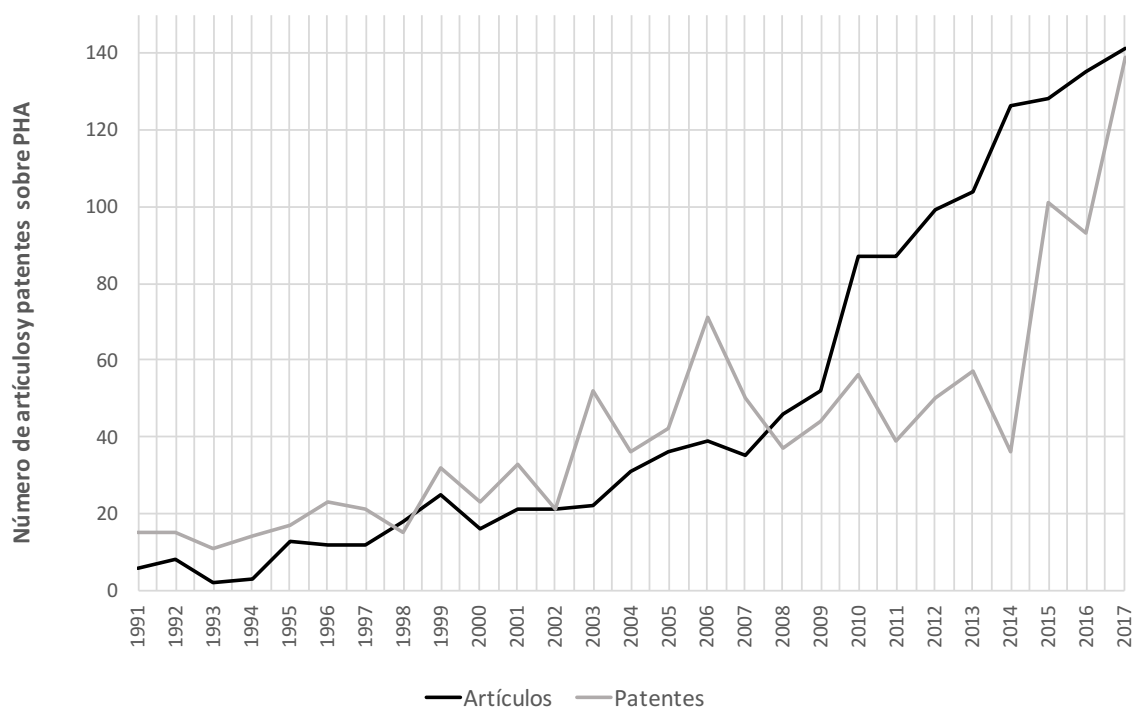
FUENTE: elaboración propia, con datos de WoS y Google Patents.

En lo referente a la comunicación de resultados de investigación sobre el uso de PHA para la fabricación de botellas, ha transitado por dos etapas: la primera entre 1991 y 2003, cuando se observa un crecimiento suave, dado que el ritmo de publicación pasa de 6 a 23 artículos anuales; mientras que la segunda etapa va de 2004 a 2017, periodo en que es notorio un fuerte despegue, dado que se incrementa de 31 a 141 artículos por año. Las patentes también registraron un crecimiento

significativo de quince a inicios del periodo, a 139 patentes por año a finales del periodo señalado. En este caso, observamos un periodo inicial de crecimiento suave, entre 1991 y 1998, seguido de un periodo intermedio con crecimiento moderado, con ciertos altibajos hasta 2014, y finalmente una etapa de despegue de 2015 a 2017. Llamamos la atención dos fenómenos:

- 1) La coincidencia en el acompañamiento en valores absolutos de ambas variables: inician con seis artículos y quince patentes, y se cierra con 141 artículos y 139 patentes.
- 2) La identificación de una primera etapa, hasta 2007, cuando se producen más patentes por año que artículos; y una siguiente etapa en la que se producen más artículos que patentes.

Gráfica 2. Tendencias de publicación sobre PHA y solicitudes de patente sobre botellas biobasadas o biodegradables (1991-2018)



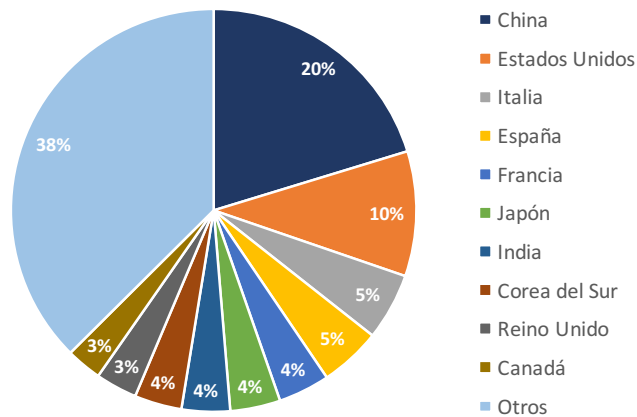
FUENTE: elaboración propia, con datos de WoS y Google Patents.

A continuación se observa qué países son responsables de este dinamismo, y nos preguntaremos si los países donde se encuentran concentradas las capacidades de investigación son los mismos que aquellos donde se concentran las capacidades de patentamiento.

La investigación académica de PLA entre 1991 y 2018 registró un total de 4,714 artículos publicados por investigadores de 76 países; sin embargo, para observar la evolución de la participación relativa de cada país, subdividimos el periodo en tres etapas: 1991-2000, 2001-2010 y 2011-2018. En los primeros años (1991-2000), la participación estaba concentrada en Estados Unidos (30 por ciento) y Japón (10 por ciento), con escasa participación de Francia (7 por ciento) y Reino Unido (6 por ciento); mientras que en el periodo final (2011-2018) se observa la fuerte presencia de China (20 por ciento) y la incorporación de países centro europeos con incipiente biotecnología agrícola, como España (5 por ciento) e Italia con

(5 por ciento), así como de economías emergentes, Corea del Sur (4 por ciento) e India (4 por ciento). De esta manera, entre 2011 y 2018, China y Estados Unidos encabezan la lista de publicaciones con participaciones de 20 y 10 por ciento, respectivamente, seguidos de un grupo de países como Italia, España, Francia, Japón, India, Corea del Sur, Reino Unido y Canadá, cuyas participaciones se encuentran entre el 3 y el 5 por ciento, distribuyéndose el 38 por ciento restante entre 66 países (gráfica 3).

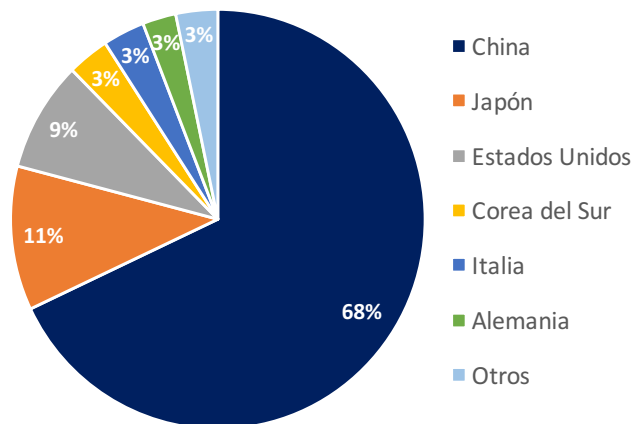
Gráfica 3. Participación porcentual nacional (PPN) en la producción académica sobre PLA biobasado y biodegradable (2011-2018)



FUENTE: elaboración propia, con datos de la colección ampliada de la WoS.

En el análisis de las patentes sobre PLA, nos encontramos con 153 registros directamente relacionados con su empleo en la fabricación de bolsas. En el periodo en su conjunto, se observa la fuerte concentración de China (con el 68 por ciento). Japón y Estados Unidos integran un segundo grupo, con participaciones de 11 y 9 por ciento, respectivamente. En tanto que Corea del Sur, Italia y Alemania integran un tercer grupo, con participaciones de entre 2 y 3 por ciento; repartiendo el 3 por ciento restante entre cinco países (gráfica 4).

Gráfica 4. PPN en el patentamiento sobre bolsas y PLA (2011-2018)

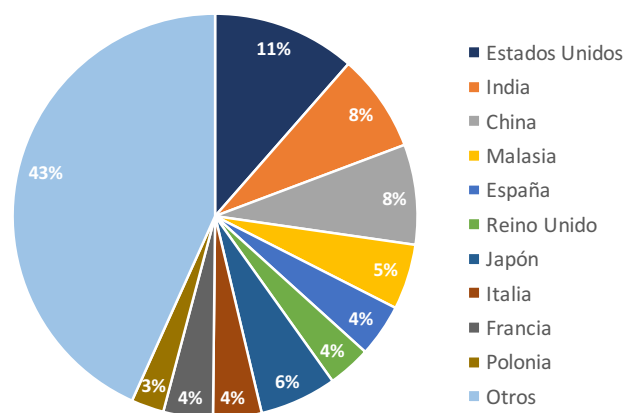


FUENTE: elaboración propia, con datos del Derwent Innovation Index, consultado en la WoS.

NOTA: se excluyeron las áreas de Farmacología y Medicina, así como patentadores individuales, y se analizaron exclusivamente las clases del Manual Derwent (A09-A07, A12-P02).

La investigación académica sobre PHA biodegradable entre 1991 y 2018 registró un total de 1,442 artículos en revistas arbitradas de la WoS, escritos por investigadores de setenta países. Se muestra el siguiente proceso de diversificación geográfica: en los primeros años (1991-2000), las publicaciones estaban más concentradas en países como Estados Unidos (21 por ciento), Japón (11 por ciento) y China (8 por ciento), cediendo paso a las publicaciones de países emergentes. Hacia el final del periodo 2011-2018, se observa la incorporación de India, empatando con China en participaciones (8 por ciento), Malasia (5 por ciento), incluso aparecen Italia (4 por ciento) y Polonia (3 por ciento). Así, entre 2011 y 2018, los diez principales países con publicaciones académicas estuvieron encabezados por Estados Unidos (11 por ciento), India (8 por ciento) y China (8 por ciento), seguidos por Malasia, España, Reino Unido, Japón, Italia, Francia y Polonia, con participaciones entre el 3 y 5 por ciento (gráfica 5).

Gráfica 5. PPN en la producción académica sobre PHA biobasado y biodegradable (2011-2018)



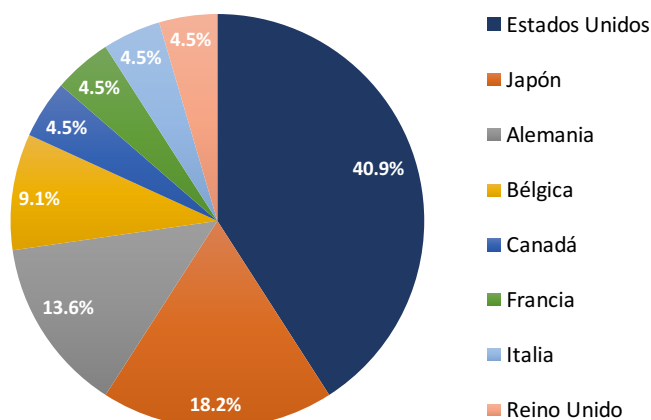
FUENTE: elaboración propia, con datos de la colección ampliada de la WoS.

En la exploración de patentes sobre PHA para botellas biobasadas o biodegradables, encontramos treinta y dos patentes relevantes en el periodo de estudio; sin embargo, diez de éstas estaban más orientadas al campo médico que al de la fabricación de botellas, por lo cual preferimos concentrarnos en una base de veintidós patentes. En este campo, las solicitudes de patente estuvieron encabezadas por empresas estadounidenses, que las concentraron fuertemente con un 41 por ciento, seguidas por empresas de Japón (18 por ciento), Alemania (13 por ciento) y Bélgica (9.1 por ciento); en un siguiente grupo: Canadá, Francia, Italia y Reino Unido tuvieron participaciones minoritarias idénticas de 4.5 por ciento (gráfica 6).

En síntesis, la investigación académica sobre bolsas y botellas biobasadas y biodegradables, a partir de PLA y PHA, ha permitido que el patentamiento que tradicionalmente se encontraba concentrado en Estados Unidos, Alemania y Japón, se reparta ahora entre un número más amplio de participantes, entre los que destaca principalmente China, así como otras economías de menor tamaño, por ejemplo, Corea del Sur, India, Malasia, Italia y España.

Ya que hemos revisado los contextos nacionales, identificamos en una escala micro a las empresas responsables de la dinámica de patentamiento analizada anteriormente. Ello nos permitirá observar si se trata de empresas consolidadas del régimen sociotécnico (descrito en el apartado “Transiciones sustentables y el modelo MLP”), o si se trata de empresas emergentes, débilmente vinculadas con los actores centrales.

Gráfica 6. PPN en el patentamiento de botellas y PHA (2011-2018)



FUENTE: elaboración propia, con datos del Derwent Innovation Index, consultado en la WoS

NOTA: de una lista de treinta y dos patentes, se extrajeron diez no relacionadas directamente con el uso de PHA para botellas (ocho de China y dos de Estados Unidos). En caso de haberse incluido, Estados Unidos registraría el primer lugar con once patentes y China el segundo, con ocho.

Consolidación de las empresas en el régimen sociotécnico

Se toma en cuenta el despegue industrial de los bioplásticos en los años noventa para clasificar a las principales empresas patentadoras en el subpartado anterior, en consolidadas y emergentes, dependiendo de si fueron establecidas antes o después de esa década. Asimismo, las ordenamos de acuerdo a su capacidad de patentamiento, medida a través del número de patentes en cada segmento de mercado (bolsas de PLA y botellas de PHA). En ambos casos, los desarrollos se han repartido entre un grupo de empresas consolidadas, líderes importantes de mercados globales, acompañadas de un grupo ligeramente mayor de empresas emergentes de aparición muy reciente (cuadro 1).

Cuadro 1. Clasificación de empresas consolidadas y emergentes

Bolsas (PLA)*			Botellas (PHA)		
CONSOLIDADAS					
Empresa	País/año de fundación	Número de patentes	Empresa	País/año de fundación	Número de patentes
Basf SE	Alemania 1875	4	Basf SE	Alemania 1875	2
Showa Denko KK	Japón 1939	3	Fuji Xerox	Japón 1962	3
Toray Industries Inc.	Japón 1926		Total Petrochemicals Research Feluy**	Bélgica 1924	2
Green Chem Co. Ltd.	Corea del Sur 1974	2	Kimberly-Clark World Wide	Estados Unidos 1872	2
			University Queens Kingston	Canadá 1841	1
			Kaneka Corp.	Japón 1949	1
Subtotal de patentes		12	Subtotal de patentes		11

EMERGENTES					
Empresa	País/año de fundación	Número de patentes	Empresa	País/año de fundación	Número de patentes
Anhui Mengniu Color Printing Packing Co.	China 2016	5	Metabolix Inc.	Estados Unidos 1992	3
Bengbu Weiguang Plastic & Rubber Prod Co.	China 2008	5	Virdia Inc/Stora Enso	Estados Unidos 2007	2
Henan Longdu Tianren Biological Material Co Ltd	China 1997	5	Bio-tec Biologische Naturverpackungen	Alemania 1992	1
Suzhou Xinghuo Fengying Environmental	China 2015	5	Bio on Spa	Italia 2007	1
Nonwoven Network Llc	Estados Unidos 2006	4	Worn Again Technologies Ltd	Reino Unido 2005	1
Novamont Spa	Italia 1990	23	3Volve Bioneering LLC	Estados Unidos 2009	1
Markem-Imaje	Estados Unidos 2007	2	Wisys Technology Found (University of Wisconsin)	Estados Unidos 2000	1
C-Stone Llc.	USA 2011	2			
<i>Subtotal de patentes</i>		<i>31</i>	<i>Subtotal de patentes</i>		<i>10</i>

FUENTE: elaboración propia, con base en los sitios web de las organizaciones y directorios comerciales.

* Para bolsas, consideramos empresas que tuvieran más de una patente. En el caso de China, sólo se consideró el grupo de principales patentadoras.

** Total Petrochemicals fue fundada en 1924 y tiene su sede en Francia, mientras que su división de I+D: Total Petrochemicals Research Feluy se fundó en 1997 y tiene su sede en Bélgica.

En el cuadro 1 se observa que, en el caso de las bolsas, la participación de las empresas emergentes en el patentamiento (31) supera notoriamente a las empresas consolidadas (12); mientras que, en el caso de las botellas, la relación entre emergentes (10) y consolidadas (11) es más equilibrada. Entre los posibles factores para explicar el papel aún preponderante de las empresas consolidadas para la sustitución de plásticos convencionales por bioplásticos para las botellas, se considerarían los mercados oligopólicos de la industria de bebidas y las exigencias técnicas y sanitarias, relacionadas con el manejo de bebidas carbonatadas y alimentos. En cambio, la mayor variedad de usos para las bolsas, la mayor diversificación de las cuotas de mercado y las distintas exigencias técnicas relacionadas con su resistencia y biodegradabilidad, nos permiten concebir un mercado más abierto a nuevos participantes.

Los resultados indican que, en ambos productos, las capacidades tecnológicas acumuladas en las empresas pioneras de la industria química y petroquímica, así como su alta capacidad de financiamiento de la I+D, permitió ensayar los primeros paquetes tecnológicos de bioplásticos. Dentro de este grupo de actores consolidados, tenemos empresas pioneras del régimen anterior, establecidas en el siglo XIX, como Kimberly-Clark (1872) de Estados Unidos, o Basf (1875) de Alemania; así como empresas fuertemente impulsadas por el auge de la petroquímica, como Total Petrochemicals (1924) de Bélgica, en Europa, mientras que en Asia se destacan las empresas japonesas como Toray Industries (1926), Showa Denko (1939), Fujii Xerox (1962) y Kaneka (1949).

El acompañamiento de las empresas emergentes tiene una composición geográfica diferente para el caso de las bolsas y de las botellas. Para el nicho de las bolsas, empresas chinas de fundación tan reciente como Anhui Mengniu Color Printing Packing (2016) y Suzhou Xinghuo Fengying Environmental (2015), o relativamente nuevas como las norteamericanas C-Stone (2011) y Markem-Imaje (2007), o bien Novamont (1990) de Italia, ilustran el caso de actores de reciente incorporación que, sin tener capacidades históricas acumuladas, han logrado capitalizar la investigación

biotecnológica, orientándola hacia mercados más focalizados. Para el caso de las botellas, los nuevos actores de Estados Unidos, Reino Unido, Alemania e Italia comienzan a dar indicios de capacidades de patentamiento, dado que la mayoría de aquellas cuentan con una patente, con la excepción de Virdia (ahora denominada Enso), que cuenta con dos patentes, y de Metabolix, que aunque cuenta con tres patentes ha sido reconocido como un actor fuerte en el sector de bioplásticos.

Observamos que para productos de mercados muy concentrados, el papel de empresas globales consolidadas es clave detonar los primeros nichos, mientras que en el caso de los mercados menos concentrados los nuevos actores nacionales cumplen un papel visible y aprovechan nichos más específicos.

Cuadro 2. Tipología espacial de las empresas y posición en el régimen sociotécnico del modelo MLP

Mercados	Consolidadas	Emergentes
Globales	Basf Fuji Xerox Kaneka Kimberly-Clark World Wide Showa Denko Toray Industries Total Petrochemicals	Anhui Mengniu Color Printing Bengbu Weiguang Plastic & Rubber Henan Longdu Tianren Biological Material Markem-Imaje Metabolix Nonwoven Network
Regionales	Green Chem	Bio on Spa Bio-tec Biologische Naturverpackungen Novamont Virdia Inc / Stora Enso Worn Again Technologies
Nacionales		3Volve Bioneer C-Stone
Locales	University Queens Kingston	Wisys Technology Found

FUENTE: elaboración propia, con base en los sitios web de las organizaciones y directorios comerciales.

La I+D empresarial de bioplásticos para el análisis de las relaciones espaciales

La interacción a lo largo del tiempo entre proveedores de materias primas, centros de I+D, generadores de precursores químicos, escaladores industriales y distribuidores de bioplásticos, entre otros, nos permite analizar las relaciones espaciales para el desarrollo y maduración de nichos de bioplásticos. Para ilustrar la responsabilidad de la empresa como puente conceptual que aglutina no sólo relaciones entre actores, sino también escalas espaciales, nos concentramos en las interacciones entre la empresa Total Petrochemicals S.A. (identificada en los cuadros 1 y 2), y sus socios tecnológicos para el desarrollo de bioplásticos.

Esta empresa es parte del grupo francés Total, S.A., cuyas operaciones se remontan a 1924, actualmente ocupa la cuarta posición como productora de petróleo a nivel mundial, tiene presencia en más de 130 países y ha incursionado en diversos sectores industriales, entre estos el de bioenergía y bioplásticos. Para consolidar su capacidad de I+D en bioplásticos, estableció una alianza tecnológica a través de una *joint venture*, que derivó en la creación de Total Corbion PLA en 2016 (Total Corbion, 2016: 1).

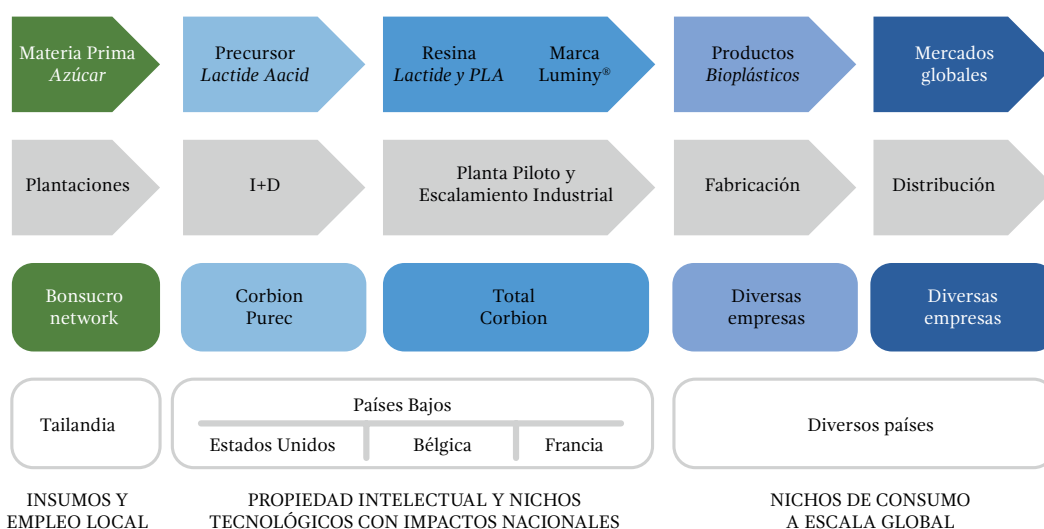
Por su parte, Corbion N.V. es una empresa de Países Bajos, establecida en 1919, con experiencia en el procesamiento de azúcar y sus derivados para la industria alimentaria. A finales de los sesenta, inició la producción de PLA derivado de la fermentación de la caña de azúcar, sobre la base de una alianza con una empresa establecida en Holanda. Ello le permitió penetrar en el mercado estadounidense y otros países, a través de su filial Purac. La materia prima es obtenida de plantaciones

de caña de Tailandia (el segundo exportador de azúcar a nivel mundial) y de remolacha de Europa. Ha establecido plantas en Estados Unidos, Países Bajos y Tailandia (Lovett y de Bie, 2016).

Total Corbion PLA ha logrado articular sus capacidades de investigación principalmente a través de Purac, que ha sido muy activo en la construcción de alianzas tecnológicas con grandes empresas —BASF SE entre éstas— (Kishna *et al.*, 2016: 11). Ha integrado también los recursos corporativos distribuidos en Países Bajos, Francia, Bélgica y Estados Unidos, principalmente, aprovechando recursos naturales de Tailandia, con su planta en Rayong, Tailandia, con una capacidad productiva de 75,000 toneladas por año de resinas de PLA; esto la convierte en la segunda más grande a nivel mundial (Total Corbion, 2018).

La empresa anunció el inicio de operaciones en diciembre del 2018 y el lanzamiento al mercado internacional de la marca Luminy® y seis tipos de resinas (biobasadas y biodegradables), para cubrir diferentes requerimientos técnicos de diferentes segmentos de mercado, entre otros el de empaque (Jem, 2018). La ubicación geográfica estratégica de la planta en Tailandia para vincular la fuente de materia prima con mercados globales ha sido expresada por sus directivos: “La puesta en marcha de esta planta de última generación establece a Total Corbion PLA como un productor de bioplásticos PLA a escala mundial, idealmente ubicado para servir a mercados en crecimiento de Asia y el Pacífico, a Europa y América” (Total Corbion, 2018: 2).

Esquema 1. Eslabonamientos espaciales de la cadena productiva de Total Corbion



FUENTE: adaptado de Jem (2018: 32).

El esquema 1 muestra que el papel que ha desempeñado Total Corbion PLA como empresa consolidada del régimen del plástico en la maduración de un nicho tecnológico alternativo puede leerse a través del desarrollo tecnológico dentro de su cadena productiva. Su capacidad de coordinación vertical y de enlace de productores locales con centros de I+D de empresas multinacionales, nos permite ubicar las principales escalas espaciales de acción de cada empresa. Total Corbion, a través de la red de agroproductores Bonsucro, articula proveedores locales y condensa la masa crítica de materias primas para una producción industrial de gran escala; mientras que Purac integra capacidades de investigación y corporativas, distribuidas en los países donde el grupo Total Corbion tiene filiales; asimismo financia, escala y respalda líneas de bioplásticos novedosos, construyendo confianza en un mercado emergente. De esta manera, una de las principales empresas del régimen previo ha vuelto permeables las fronteras del régimen, cristalizando la I+D académica en patentes y nichos que han facilitado la adaptación de un régimen cuestionado por sus impactos nocivos en el medio ambiente.

Conclusiones

Hasta el momento, los regímenes sociotécnicos han sido concebidos como espacios de innovación incremental en los periodos de estabilidad, en los que la competencia entre las empresas establecidas es entendida en el marco de la relación precio-desempeño, toda vez que la orientación del cambio está predefinida por la trayectoria tecnológica. Sin embargo, una vez iniciada la transición es relevante preguntarse de qué manera las empresas establecidas se apoyan en los nichos innovativos para competir entre sí, y qué factores explicativos encontramos a partir del posicionamiento espacial de su actividad de I+D y la escala geográfica de sus mercados.

Con el propósito de contribuir al desarrollo del modelo MLP para el estudio de las transiciones sustentables, este artículo se propuso explorar las tendencias tecnológicas y económicas de los bioplásticos en la actualidad, aterrizando el análisis en las principales empresas patentadoras. Fue posible caracterizar a las empresas como actores cuyos intereses las posicionan ante regímenes sujetos a presiones externas del *paisaje* (por ejemplo, el agotamiento de petróleo y contaminación marina), en virtud de las cuales despliegan estrategias tecnológicas y económicas con actores locales y globales, aspecto que ha requerido maduración conceptual y evidencia empírica dentro del propio modelo (apartado “Contaminación por plásticos y la alternativa de los bioplásticos”).

Avanzar en esta agenda requirió responder las siguientes preguntas: ¿las capacidades nacionales de investigación se corresponden con las capacidades de patentamiento? De no ser así, la dispersión de estas capacidades abriría líneas de investigación sobre flujos globales de conocimiento, articulados por diversos actores, entre estos las empresas.

En segundo lugar, fue necesario responder sobre la preponderancia de las empresas consolidadas (vinculadas a la estabilidad del régimen sociotécnico) y de las emergentes, en el desarrollo de nichos tecnológicos alternativos y en la conducción de los procesos de cambio, tal como lo sugiere la modalidad de transformación propuesta por Geels y Schot (2007).

En tercer lugar, fue necesario situar geográficamente alguna de estas empresas, documentando su función en la maduración de un nicho tecnológico específico, observando sus articulaciones con otros actores, a lo largo de una escala espacial que distinguiera al menos los niveles local, nacional y global, y así responder a las críticas de autores como Coenen *et al.* (2012).

En cuanto a la primera pregunta, se encontró que economías emergentes del sureste asiático, preponderantemente China, seguida de la India y Malasia, así como de países europeos como España e Italia, se han abierto espacio en la generación de I+D académica de bioplásticos; sin embargo, no todos ellos han cristalizado la investigación en patentes, a diferencia de Estados Unidos, China, Japón, Corea del Sur, Italia y Reino Unido quienes sí correlacionan ambas actividades.

Con relación a la segunda pregunta y a la identificación de las empresas responsables de esta dinámica de patentamiento,⁴ pudimos corroborar que si bien las empresas alejadas del núcleo del régimen están jugando un rol clave en la generación de alternativas tecnológicas y nichos, aún son las empresas consolidadas quienes tienen la capacidad de introducir las al mercado en función de sus capacidades de financiamiento, gran escala, coordinación vertical y generación de confianza ante la incertidumbre asociada a innovaciones radicales y mercados insuficientemente desarrollados. Estos elementos han sido señalados como relevantes por académicos que han investigado este fenómeno (Rudge, *et al.*, 2005; Theinsathid *et al.*, 2011).

Finalmente, el hallazgo de la empresa consolidada Total S.A., como una articuladora de capacidades biotecnológicas avanzadas con recursos locales y mercados globales de bioplásticos, obliga a reflexionar sobre la capacidad adaptativa de las empresas establecidas del régimen y de su contribución a la maduración de condiciones institucionales favorables para las transiciones. En este caso, las capacidades gerenciales asentadas en Francia, las competencias de investigación en Bélgica, y las capacidades de investigación aplicada, desarrollo y producción de organizaciones locales en Tailandia, requirieron complementarse con capacidades de logísticas y de mercadotecnia de empresas asentadas en los Estados Unidos,

⁴ Como se vio en la sección de resultados, encontramos 15 empresas emergentes, responsables de 41 patentes y 10 empresas consolidadas, titulares de 23 patentes.

para facilitar el acceso a grandes mercados globales y poder alcanzar grandes volúmenes de PLA biobasado y biodegradable a precios competitivos.

En el sector de estudio hemos corroborado la relevancia de los elementos estructurales del *paisaje* para incentivar alternativas tecnológicas; sin embargo, en este sector, dichos cambios no han ocurrido de manera sincronizada y consistente. Por ejemplo, el gradual incremento de la consciencia y normatividad ambiental se conjuga con un mercado petrolero todavía muy dinámico que termina encareciendo y abaratando las tecnologías alternativas de manera cíclica. Estas variables aceleran y desaceleran la inversión y el consecuente aprendizaje en tecnologías alternativas sustentables. Bajo estas condiciones, la capacidad de innovación y competitividad de empresas emergentes, externas al régimen enfrente fuertes obstáculos. La evidencia estudiada comienza a mostrar que su sobrevivencia depende de su capacidad de establecer alianzas con empresas establecidas que se encuentran en mejores condiciones de penetrar mercados altamente institucionalizados, donde la incertidumbre de los mercados con respecto al desempeño técnico es paliada con la reputación de la marca y las certificaciones correspondientes.

De esta manera se observa que las rutas de la transición, como el de la transformación (Geels y Schot, 2007), no son deterministas; son solo hechos estilizados que sirven para generar hipótesis de trabajo. El proceso de transición en un sector específico, en una etapa concreta, puede tener rasgos distintos en función de los ambientes institucionales locales y su relación con el contexto global.

En este sentido cobra relevancia la propuesta de Poole y Van de Ven (1989), reconocida por los proponentes del modelo MLP, con relación a la necesidad de que las teorías que aspiran a explicar macro procesos se desdoblén en un componente local y otro global. Por lo anterior, resulta fundamental continuar la línea de investigación propuesta en este artículo: ensayar metodologías y conceptos que contribuyan al estudio de empresas y organizaciones como actores espacialmente situados, que pueden contribuir a explicar porqué en ciertas etapas de la transición algunos nichos innovativos tienen mayor desarrollo que otros.

Para trascender las limitaciones metodológicas de este estudio y expandir la agenda de investigación en este tema, hay que reconocer que el artículo se enfocó en bolsas y botellas como productos finales, lo cual implicó una ventaja analítica para relacionar los aspectos ambientales y sociales que son relevantes para el Modelo MLP, pero por otra parte acotó la muestra de patentes y con ello a las empresas titulares de la propiedad intelectual. Sería enriquecedor ampliar la base de búsqueda para identificar otras empresas que se están posicionando de manera importante a través de nichos locales con productos más diversificados.

Fuentes

Albertsson, Ann-Christine y Samuel Huang (1995). *Degradable polymers, Recycling and Plastic Waste Management*. Nueva York: Marcel Dekker.

Andrady, Anthony (2005), "Persistence of Plastic Litter in the Oceans", en Melanie Bergmann *et al.*, eds., *Marine Anthropogenic Litter*. Berna: Springer, pp. 57-72.

Bergmann, M. *et al.* (eds.) (2015). *Marine Anthropogenic Litter*. Berna: Springer.

CBS8 (2019). "Plastic Bag Market 2019 Global Share, Growth, Size, Opportunities, Trends, Regional Overview, Leading Company Analysis, And Key Country Forecast to 2025", en <<http://www.cbs8.com/story/40083808/plastic-bag-market-2019-global-share-growth-size-opportunities-trends-regional-overview-leading-company-analysis-and-key-country-forecast-to-2025>>, consultada el 7 de marzo del 2019.

Chinthapalli, R. *et al.* (2019). *Bio-based Building Blocks and Polymers: Global Capacities, Production and Trends 2018-2023* (versión abreviada). Hürt: Nova Institute.

- Coenen, L., P. Benneworth y B. Truffer (2012). "Toward a Spatial Perspective on Sustainability Transitions". Lund: Lund University, Circle Working Paper no. 2010/08.
- Derwent Innovation Index (2020). Derwent Innovation Index on Web of Science, en > <https://clarivate.com/webofsciencegroup/solutions/webofscience-derwent-innovation-index/>>, consultada el 1 de marzo de 2019.
- Endres, Hans-Josef (1994). "Herstellung und Eigenschaften biologisch auf- und abbaubarer Werkstoffe auf Basis von Polysacchariden". Bochum: Fakultat Maschinenbau, dissertation Ruhr-Universität Bochum.
- Endres, Hans-Josef y Andrea Siebert-Raths (2011). *Engineering Biopolymers: Markets, Manufacturing Properties and Applications*. Múnich: Hanser.
- Euromonitor Internacional (2017). "PET Bottles in Food and Beverages: The Global Winning Pack Type", en <<https://www.euromonitor.com/pet-bottles-in-food-and-beverages-the-global-winning-pack-type/report>>, consultada el 7 de marzo del 2019.
- Freinkel, Susan (2011). *Plastic: A Toxic Love Story*. Boston: Houghton Mifflin Harcourt.
- Geels, Frank (2011). "The Multi-Level Perspective on Sustainability Transitions: Responses to Seven Criticisms", *Environmental Innovation and Societal Transitions*, vol. 1: 24-40.
- Geels, Frank (2005). "The Dynamics of Transitions in Socio-Technical Systems: A Multi-Level Analysis of The Transition Pathway from Horse-Drawn Carriages to Automobiles (1860-1930)", *Technology Analysis & Strategic Management*, vol. 17: 445-476.
- Geels, Frank (2002). "Technological Transitions as Evolutionary Reconfiguration Processes: A Multi-level Perspective and a Case-study", *Research Policy*, vol. 31: 1257-1274.
- Geels, Frank y Johan Schot (2007). "Typology of Sociotechnical Transition Pathways", *Research Policy*, vol. 36: 399-417.
- Genus, Audley y Anne-Marie Coles (2008). "Rethinking the Multi-level Perspective of Technological Transitions", *Research Policy*, vol. 37: 1436-1445.
- Geyer, Roland, Jenna R. Jambeck y Kara Lavender Law (2017). "Production, Use, and Fate of all Plastics ever Made", *Science Advances*, vol. 3: 1-5.
- Jambeck, Jenna, Roland Geyer, Chris Wilcox, Theodore R. Siegler, Miriam Perryman, Anthony Andrady, Ramani Narayan y Kara Lavender Law (2015). "Plastic Waste Inputs from Land into Ocean", *Science*, vol. 347, núm. 6223: 768-771.
- Jem, Jim K. (2018) "Bio-Plastics: Beating Global Warming and Plastics Pollution Crises". Bangkok: ponencia presentada en "UN-ESCAP Science Day", 12 de noviembre.
- Kemp, René (2009). "Eco-Innovations and Transitions", *Economics and Policy Energy and the Environment*, vol.1, núm. 52: 103-124.

- Kemp, René (1994). "Technology and the Transition to Environmental Sustainability. The Problem of Technological Regime Shifts", *Futures*, vol. 26, núm. 10: 1023-1046.
- Kemp, R., M. van Asselt, y J. Rotmans(2001). "More Evolution than Revolution: Transition Management in Public Policy", *Foresight*, vol. 3, no. 1: 15-31.
- Kishna, Maikel *et al.* (2016). "The Role of Alliances in Creating Legitimacy of Sustainable Technologies: A Case Study on the Field of Bioplastics", *Journal of Cleaner Production*, vol. 155, núm. 2: 7-16.
- Laskow, Sarah (2014). "How the Plastic Bag became so Popular. It Took Years of Industry Advocacy before the Cellophane Sack, Invented in the 1960s, Caught on", *The Atlantic*, en <<https://www.theatlantic.com/technology/archive/2014/10/how-the-plastic-bag-became-so-popular/381065/>>, consultada el 18 de febrero de 2019.
- Litterbase (2019). *Distribution of Litter Types in Different Realms* (916 Publications). Bremerhaven: Alfred-Wegener Institut, AWI-Litterbase, en <https://litterbase.awi.de/litter_graph>, consultada el 18 de febrero de 2019.
- Loorbach, D., Niki Frantzeskaki y Wil Thissen (2011). "A Transition Research Perspective on Governance for Sustainability", en C. Jaeger *et al.*, eds., *European Research on Sustainable Development*. Berlín: Springer, pp. 73-98.
- Lovett, Julia y François de Bie (2016). *Sustainable Sourcing of Feedstocks for Bioplastics: Clarifying Sustainability Aspects around Feedstock Use for the Production of Bioplastics*. Ámsterdam: Corbio Group Netherlands B.V.
- Moore, Charles, S.L. Moore, M. Kleecaster y S.B. Weisberg (2001). "A Comparison of Plastic and Plankton in the North Pacific Central Gyre", *Marine Pollution Bulletin*, vol. 42: 1297-1300.
- National Academy Press/National Research Council (NAP-NRC) (1999). *Our Common Journey: A Transition Towards Sustainability*. Washington, D.C.: NAP-NRC.
- Pham, C.K., E. Ramirez-Llodra, C.H.S. Alt, T. Amaro, M. Bergmann, M. Canals *et al.* (2014). "Marine Litter Distribution and Density in European Seas, from the Shelves to Deep Basins", *PloS ONE*, vol. 9, núm. 4: e95839.
- Plastics Europe (2017). *Plastics – The Facts 2017: An Analysis of European Plastics Production, Demanda and Waste Data*. Bruselas: Plastics Europe.
- PNUMA (2017). "An Stimated 8 Million Tons of Plastic Waste Enter the World's Oceans Each Year", en <<http://web.unep.org/>>, consultada el 7 de marzo de 2019.
- Poole, Marshall y Andrew Van de Ven (1989). "Towards a General Theory of Innovation Process", en Andrew Van de Ven *et al.*, eds., *Research on the Management of Innovation: The Minesota Studies*. Nueva York: Harper and Row, pp. 637-662.
- Research and Markets (R&M) (2019). "Global PET Bottle Market Report 2019: Industry Trends, Share, Size, Growth, Opportunity and Forecasts 2011-2018 & 2019-2024", *Research and Markets*, 7 de marzo, en <<https://globenewswire.com/news-release/2019/02/26/1742189/0/en/Global-PET-Bottle-Market-Report-2019-Industry-Trends-Share-Size-Growth-Opportunity-and-Forecasts-2011-2018-2019-2024.html>>, consultada el 11 de marzo de 2019.

- Rip, Arie y René Kemp (1998). "Technical Change", en Steve Rayner y Elizabeth Malone, eds., *Human Choice and Climate Change*, vol. 2. Columbus: Batelle Press, pp. 327-399.
- Rotmans, Jan, René Kemp, Frank W. Geels et al. (2000). "Transities and Transitiemanagement. De casus van een emissiearme energievoorziening" ("Transitions and Transition Management. The Case of a Clean Energy System). Reporte final del estudio *Transitions and Transition Management*, Maastricht: ICIS/MERIT, 4th National Environmental Policy Plan (NMP-4) of the Netherlands, octubre.
- Rudge, T., J.E. Hobbs y W.A. Kerr (2005). "Infant Industries Accessing Global Markets: Strategic Risks and Potential Trade Barriers in Bioplastics", *Innovative Marketing*, vol. 1, núm. 2: 22-32.
- Smith, A., A. Stirling y F. Berkhout (2005). "The Governance of Sustainable Socio-Technical Transitions", *Research Policy*, vol. 34: 1491-1510.
- Statista (2019). "Global PET Bottle Production 2004-2021", en <<https://www.statista.com/statistics/723191/production-of-polyethylene-terephthalate-bottles-worldwide/>>, consultada el 7 de marzo del 2019.
- Suarez, Fernando y Rogelio Oliva (2005). "Environmental Change and Organizational Transformation", *Industrial and Corporate Change*, vol. 14, núm. 6: 1017-1041.
- Technavio (2017). *Global Biopolymers Market 2017-2021*. Londres: Infinity Research, en <https://www.technavio.com/report/global-plastics-polymers-and-elastomers-global-biopolymers-market-2017-2021#utm_source=T5&utm_campaign=Media&utm_medium=BW>, consultada el 11 de marzo de 2019.
- Theinsathid, P., A. Chandrachai, S. Suwannathep et al. (2011). "Lead Users and Early Adopters of Bioplastics: A Market-Led Approach to Innovative Food Packaging Films", *Journal of Biobased Materials and Bioenergy*, vol. 5: 17-29.
- Thiel, Martin, I.A. Hinojosa, L. Miranda et al. (2013). "Anthropogenic Marine Debris in the Coastal Environment: A Multi-Year Comparison Between Coastal Waters and Local Shores", *Marine Pollution Bulletin*, vol. 71: 307-316.
- Thielen, Michael (2014). *Bioplastics*. Gülzow: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) (Agency for Natural Resources).
- Thulin, Sten (1965). "Bag with Handle of Weldable Plastic Material", US Patent 3180557A. United States Patent and Trademark Office, USPTO (registrada en abril).
- Transparency Market Research (TMR) (2019). "Plastic Packaging (Rigid Plastic Packaging and Flexible Plastic Packaging) Market for Food and Beverages, Industrial, Household Products, Personal Care, Medical and Other Applications - Global Industry Analysis, Size, Share, Growth, Trends and Forecast 2014-2020", en <<https://globenewswire.com/news-release/2015/01/30/701571/10117864/en/Plastic-Packaging-Market-is-Expected-to-Reach-US-370-25-Bn-by-2020-Transparency-Market-Research.html>>, consultada el 7 de marzo de 2019.
- Total Corbion (2018). "Total Corbion PLA Starts-up its 75,000 Tons per Year Bioplastic Plant", *Boletín de prensa*, 3 de diciembre, en <[**especialidades**
Revista de temas contemporáneos sobre lugares, política y cultura](https://www.total-corbion.com/news/total-corbion-pla-starts-up-its-75-000-tons-per-year-bioplastics-plant/?q=)

Total Corbion (2016). "Total and Corbion Form a Joint Venture in Bioplastics", *Boletín de prensa Total y Corbion*, París/Ámsterdam: 16 de noviembre, en <<https://www.corbion.com/media/press-releases?newsId=2057215>>, consultada el 8 de marzo de 2019.

Triebswetter, Ursula (1999). "The Transition to Sustainability: The Politics of Agenda 21 in Europe", *Sustainable Development*, vol. 7, núm. 3: 163-164.

World Economic Forum (WEF) (2016). *The New Plastics Economy. Rethinking the Future of Plastics*. Ginebra: WEF.

Wilson, Geoffrey (2000). "The Transition to Sustainability: The Politics of Agenda 21 in Europe", *Journal of Rural Studies*, vol. 16, núm. 1: 138-140.

Wyeth, Nathaniel (1973). "Biaxially Oriented Poly(ethylene Terephthalate) Bottle", US Patent 3733309. United States Patent and Trademark Office, USPTO (registrada en mayo).