

## Poliestireno expandido: un estudio bibliométrico para comparar sus avances e investigaciones en los idiomas español e inglés

Dra. Ofelia Andrea Valdés-Rodríguez<sup>1</sup>

**Resumen:** Este trabajo presenta un análisis bibliométrico comparativo entre los idiomas inglés y español sobre las patentes e investigaciones con poliestireno expandido (conocido en México como unicel) y su estado actual en relación con aspectos de medio ambiente y salud, con el objetivo de conocer el nivel de acceso al conocimiento que se tiene sobre el tema dependiendo del idioma. Se encontró que el número de patentes registradas en español solo alcanza el 39% del total de las que existen en inglés, mientras que el número de investigaciones escritas en español solo representa el 13% del total en inglés. Entre los temas más destacados en español predominan los usos del unicel, pero no nuevos desarrollos con el material, mientras que en inglés predominan investigaciones sobre nuevos productos aplicados en todas las industrias. Sobre el medio ambiente y salud, en español solo se cuenta con el 2% y el 7%, respectivamente del total de las investigaciones que existen en inglés. Por lo que, los investigadores que requieran información actualizada y muy especializada sobre el unicel y sus implicaciones y la consulten en español, podrán acceder a solamente cerca del 10% de toda la información disponible sobre el tema en idioma inglés.

**Palabras clave:** unicel, investigaciones, idioma inglés, idioma español.

### *Expandable polystyrene: a bibliometric study comparing its advances and research in both Spanish and English languages*

**Abstract:** This paper presents a comparative bibliometric analysis between English and Spanish languages over patents and research about expandable polystyrene (known in Mexico as “unicel”) and its current state in health and environmental aspects in order to learn about the subject depending on the used language. It was found that the number of patents registered in Spanish only reaches 39% of the total of those that exist in English, while the number of investigations written in Spanish only represents 13% of the total in English. The current uses of polystyrene are among the most predominant topics in Spanish, however new developments are scarce, while in English, research over new products applied in all industries predominate. On environmental and health issues, in Spanish there is only 2% of the existing research in English, while, on health issues, there is only 7%. Therefore, Spanish-speaking researchers requiring updated and highly specialized information on expandable polystyrene and its implications will only be able to access about 10% of all the available information on the subject.

**Keywords:** foam, research, English language, Spanish language.

### Introducción

El poliestireno expandido, mejor conocido como unicel, es un material liviano que deriva de un polímero del estireno obtenido del petróleo y que no es degradable (ANAPE, 2020). La historia del unicel inicia con el descubrimiento del polietileno en la década de 1930 (Demirors, 2011), lo que derivó en diferentes tipos de éste, entre ellos el poliestireno expandible o expandido (EPS, por sus siglas en inglés de *expandable polystyrene*) que se inventó en 1949 (Raps et al., 2015) y que actualmente tiene múltiples aplicaciones en diferentes industrias en donde se utiliza para empaquetar materiales y equipos, transportar y proteger alimentos y como aislante térmico, entre otras. Actualmente, se prevé que su producción anual total se eleve a 10,066.1 kilo-toneladas para el año 2023 (MarketsandMarkets, 2018).

Las características que lo hacen tan conveniente son su costo reducido, su baja conductividad térmica, su peso muy ligero; muy poca absorción de agua, lo que previene la humedad; y su resistencia al sonido, lo cual le permite ser usado también como aislante del ruido (Raps et al., 2015; MarketsandMarkets, 2018).

No obstante, su excesivo uso debe ser motivo de atención, ya que no es degradable (ANAPE, 2020), lo cual implica que si se desecha puede permanecer por siglos en cualquier sitio de disposición final. Sin embargo, dadas las proyecciones sobre el incremento de la producción de unicel a nivel global, es preponderante conocer la evolución de sus aplicaciones y cuáles son las tendencias futuras para este material, así como la diferencia entre producción de conocimiento en el idioma inglés y el español, con un enfoque final sobre los posibles riesgos que su uso excesivo puede tener en el ambiente y la salud humana.

---

<sup>1</sup> La Dra. Ofelia Andrea Valdés Rodríguez, es Profesora de Colegio de Veracruz, Xalapa, Veracruz, México, [dra.valdes.colver@gmail.com](mailto:dra.valdes.colver@gmail.com) (autor correspondiente)

Por ello, el objetivo de esta investigación consistió en documentar la evolución de las investigaciones donde se ha aplicado uncel, los países que lideran las investigaciones y las tendencias de éstas en los idiomas inglés y español, con un enfoque final sobre sus posibles implicaciones contaminantes y la salud.

## Desarrollo

### Metodología

Para conocer la evolución de las investigaciones sobre el uncel y sus aplicaciones, se consultó la base de datos de Google Patents<sup>MR</sup>; por otro lado, para conocer acerca de las publicaciones se utilizó la plataforma de datos de Dimensions<sup>MR</sup> (DSRS, 2020); ello se debe que ambas son de acceso abierto y, en el caso de Dimensions, porque contiene más de ocho millones de bases de datos con publicaciones actualizadas hasta el 2020.

Las palabras que se utilizaron fueron las dadas a este material técnicamente en idioma español “poliestireno expandido” e inglés “*expandable polystyrene*”. El estado del arte acerca de las investigaciones relacionadas con el medio ambiente y la salud humana se indagó bajo las palabras “*expandable polystyrene AND environment*” y “*expandable polystyrene AND health*” para el idioma inglés y “poliestireno expandido AND medio ambiente” y “poliestireno expandido AND salud” para el idioma español. Las búsquedas se realizaron por separado en cada idioma.

Con el propósito de analizar las bases de datos obtenidas por cada búsqueda, se utilizó el programa Excel para determinar las frecuencias de patentes y publicaciones por año, así como el país origen y las áreas del conocimiento; por otro lado, se usó el software de acceso libre VOSviewer 1.6.12<sup>MR</sup> para identificar las relaciones entre la producción por país y sus citas, así como los términos con mayores frecuencias en las patentes e investigaciones mediante un análisis de palabras.

## Análisis y Resultados

### Evolución de las patentes

La primera patente para producir tubos de poliestireno se publicó en 1936 por la compañía Siemens, mientras que en 1941 el uncel se registró como un polímero esponjoso y para 1950 se patentó el método de producción del *expanded plastic* (plástico expandido), todo esto en Estados Unidos, país que sigue siendo líder en el tema. En español, la primera patente para producir uncel se registró hasta 1964, es decir, 28 años más tarde. Cabe destacar que el número de patentes sobre uncel ha crecido exponencialmente a partir de 1990 en ambos idiomas, con más de 138 mil patentes en el idioma inglés y poco más de 9,700 en el español al concluir el 2020.

En un inicio, las patentes se enfocaron en los métodos de producción del uncel, pero desde la década de 1950 ya se patentaron aplicaciones para la industria eléctrica y la de los accesorios plásticos, lo cual dio inicio a los empaquetados para la industria alimentaria y los aislantes a partir de 1960, fecha en la cual también en español se registraron aplicaciones para la industria de la construcción y de los juguetes (Figura 1).

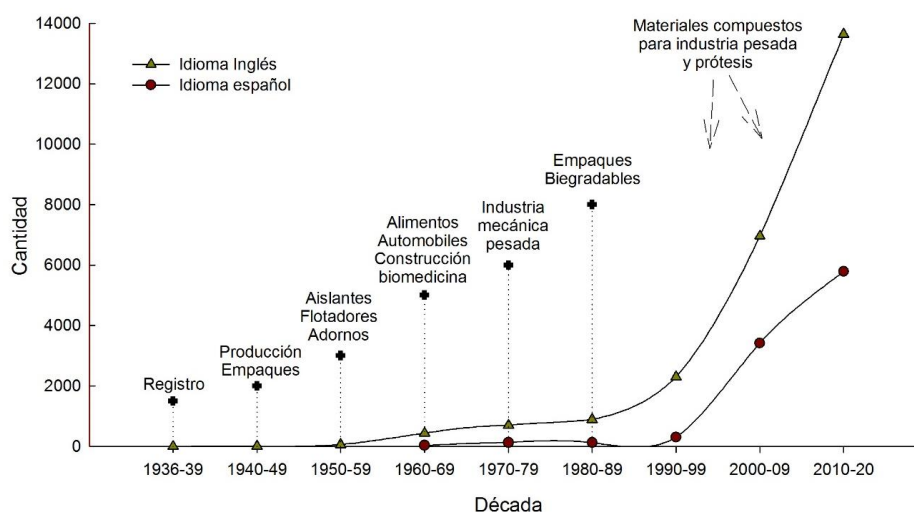


Figura 1. Registro histórico de patentes sobre uncel en idioma inglés y español y sus aplicaciones más destacadas desde su inicio hasta el 2020. Las líneas verticales punteadas indican los productos más relevantes registrados durante la década.

Fuente: elaboración propia con datos de Google Patents (2020).



### Países líderes en patentes sobre unicef

El país con mayor número de patentes es Estados Unidos con más de 9,400, seguido de Japón con más de 5,000 y China con más de 3,800, por arriba de la Unión Europea (UE) la cual cuenta con más de 2,500, en las que se incluyen las declaradas para la UE más sus estados miembros. En este sentido, se considera que el país que inició el desarrollo de la tecnología del unicef sigue siendo el líder en la innovación de sus productos con un evidente rezago en los países de habla hispana, aunque México destaca como la nación con mayor cantidad de patentes en Latinoamérica.

### Evolución de las publicaciones

Las primeras publicaciones sobre el unicef se registraron en idioma inglés en 1948, y trataban acerca de las propiedades mecánicas de éste; en español se publicó a partir de 1970, con el propósito de documentar aplicaciones como empaques de frutas; sin embargo, desde esta década, en inglés ya se proponían aplicaciones industriales en prácticamente todas las áreas del conocimiento y para la década de 1980 y 1990 se encontraban reportes sobre materiales compuestos a partir de carbono y silicio, además de reportes acerca de los efectos contaminantes de este material (Figura 3). No obstante, se publicaron menos de 100 artículos por año hasta el 2000, año en el cual se superó dicha cantidad y se llegó al número máximo en 2013, mientras que en español esto ocurrió hasta tres años después.

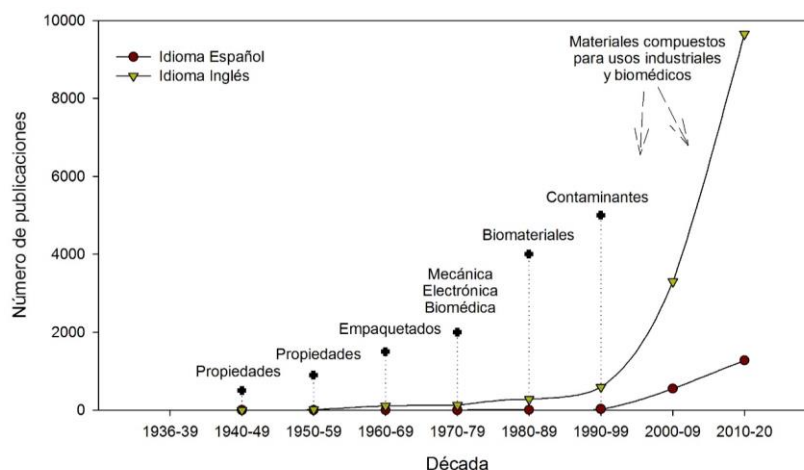


Figura 3. Tendencia histórica de las publicaciones sobre poliestireno expandido y *expandable polystyrene* del 2000 a la fecha. Las líneas verticales punteadas indican los temas más relevantes registrados durante la década. Fuente: elaboración propia con datos de Dimensions (DSRS, 2020).

### Áreas del conocimiento

Las áreas con mayor número de publicaciones en ambos idiomas son las de ingeniería, química y medicina, con más del 89% en estos rubros y con un porcentaje promedio de casi 2,000 veces más publicaciones en inglés que en español. En aspectos relacionados con la sustentabilidad, destacan los rubros de energía limpia y acción climática con más del 80% sobre estos temas y con 1,100 veces más publicaciones en inglés que en español. Aquí el tema más preponderante es la producción eficiente y con menor gasto energético de este material.

### Países líderes en publicaciones sobre el unicef

China registra el mayor número de publicaciones en inglés, mientras que en español el líder es Brasil (Figura 4), aunque el idioma de Brasil no es español sino el portugués. Estos resultados se deben a que los brasileños publicaron en revistas latinoamericanas, las cuales utilizaron ambos idiomas en el título de los trabajos. Por ello, puede decirse que Brasil es líder en producción de investigaciones acerca del unicef en Iberoamérica.

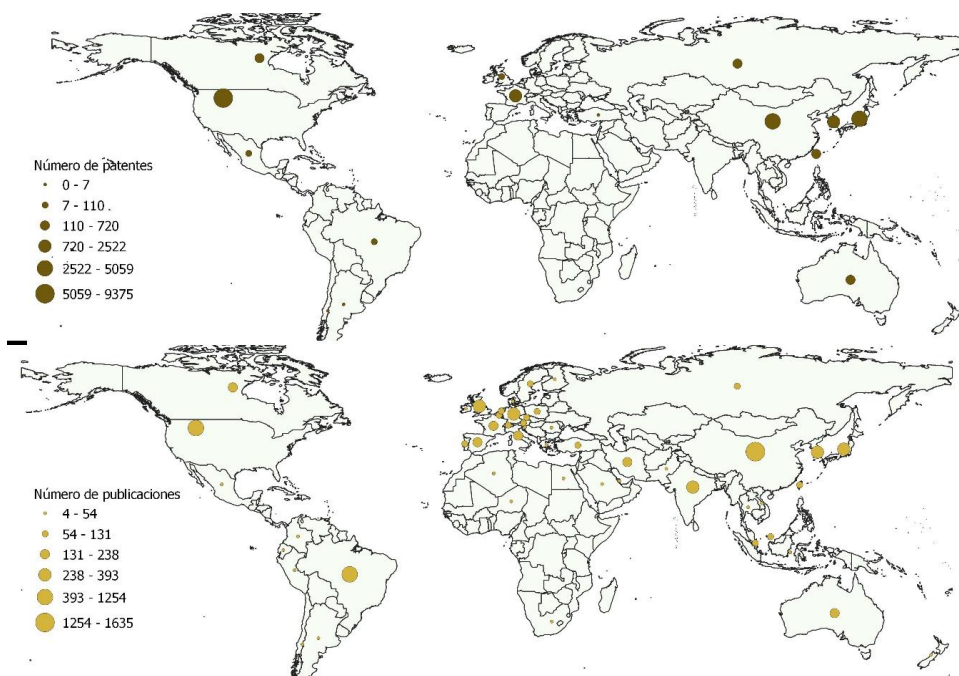


Figura 4. Producción de patentes y publicaciones por país sobre unicel. Fuente: elaboración propia con datos de Dimensions (DSRS, 2020).

A nivel mundial, los investigadores chinos lideran el conocimiento (Figura 5), ya que entre los 10 autores más citados se encuentran tres de origen chino, quienes, en suma, acumulan más de 3,650 citas; son seguidos por los estadounidenses, que aunque tienen 30% menos investigaciones que los chinos, son mucho más citados en promedio, lo cual se relaciona con el hecho de que ellos fueron los primeros en publicar sobre el tema. En contraste, en español los tres autores brasileños más productivos alcanzan juntos únicamente el 13% del total de citas de los chinos.

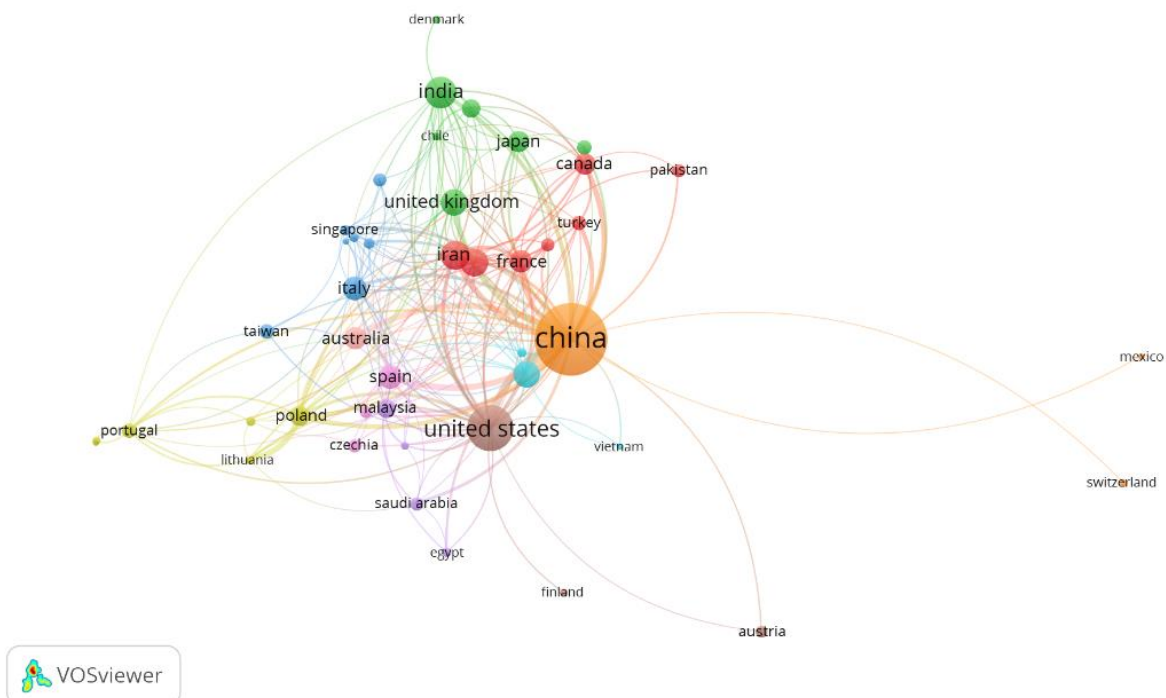


Figura 5. Países de origen de los autores con mayor número de citas sobre *expandable polystyrene* y sus relaciones entre ellos. Fuente: elaboración propia con datos de Dimensions (DSRS, 2020).

### *Las aplicaciones más frecuentes del unigel*

En las publicaciones en español y portugués, el unigel predomina como un material utilizado en diseños experimentales, ello, debido a que se trata de un material de amplia utilización en el área agrícola. Por otro lado, en el idioma inglés existe una mayor diversificación de aplicaciones, las cuales se encuentran distribuidas en tres ejes principales: 1) la mecánica de materiales compuestos con sus pruebas y propiedades; 2) las aplicaciones industriales de este polímero; y 3) las aplicaciones biológicas por su amplio uso en experimentos y en dispositivos ortopédicos novedosos.

En general, se puede considerar que mientras en inglés se publica más sobre nuevos desarrollos y aplicaciones para el material, en español se documentan sus usos como contenedor, el unigel juega un papel meramente utilitario y no es el objeto de las investigaciones. Por tal motivo, si se desea conocer la frontera de la ciencia sobre los desarrollos con el unigel, es necesario consultar artículos en inglés, ya que en español no se obtendrá dicha información.

### *Investigaciones con enfoque ambiental*

En las publicaciones sobre medio ambiente la búsqueda en idioma inglés permitió localizar 11,560 a partir de 1948, mientras que en español se encontraron 1,153 a partir de 1970, lo que representa el 10% de la información disponible en inglés y un retraso de 22 años.

Las investigaciones más recientes sobre los impactos del unigel consideran la necesidad de analizar el ciclo de vida de estos productos, dado que los empaques de este material contribuyen enormemente al incremento de la contaminación de la tierra y del agua en el planeta, especialmente, debido al uso excesivo de vasos, platos y empaques protectores que se manejan en las cadenas comerciales y en los establecimientos dedicados a la venta de alimentos y al transporte (Fresán et al., 2019; Noel y Kew, 2020; Scalenghe, 2018). De acuerdo con Martínez López (2013), una tonelada de unigel tiene un volumen 200 m<sup>3</sup>, lo cual representa un grave problema para su confinamiento cuando se desecha. En México, por ejemplo, la industria del plástico manifestó que en el 2018 el consumo de poliestireno fue de 125,000 toneladas anuales, de las cuales solo se recuperó el 1 % para su reutilización (Plasco, 2018). Actualmente, la pandemia del COVID-19 ha ocasionado que el consumo de desechables elaborados a partir de unigel se duplique debido a que se prioriza la cuestión sanitaria sobre la ambiental (Noel y Kew, 2020), ello implica un grave retroceso en cuanto a los planes de los gobiernos nacionales y estatales para prohibir su uso. Al respecto, se localizaron 148 patentes en inglés y 64 en español para fabricar materiales similares al unigel, pero con la característica de ser biodegradables, ello a partir de 1989 en el idioma inglés y desde 1993 en español; no obstante, dichos productos aún no compiten contra el unigel derivado del petróleo, que es relativamente mucho más barato.

Adicionalmente, se ha encontrado que se está promoviendo la adición de unigel a la preparación de sustratos para crecer plantas en macetas, debido a que no modifica el pH del sustrato y tiene propiedades similares a la perlita (Garret, 2019), por lo que al ser un material muy económico y generalmente desechado después de un único uso, se convierte en una opción redituable para quienes se dedican a la jardinería y a los invernaderos; ello podría brindar una alternativa para su reciclaje y la disminución de la presencia de este residuo en los tiraderos.

### *Investigaciones sobre aspectos de salud*

Sobre salud y unigel se encontraron 6,147 investigaciones en idioma inglés a partir de 1956 y 180 en español a partir de 1991, lo que representa el 3% del total disponible en inglés y un retraso de 35 años. El país con más publicaciones en inglés es Estados Unidos, seguido de China; en español el primer lugar lo tiene Colombia, seguido de Argentina, Brasil y España con igual número de publicaciones.

El problema del unigel reside en su acumulación en suelos y aguas y en la posible absorción de micro partículas de este material, que puede ser letal para organismos pequeños y seres humanos que lo ingieran o que se encuentren constantemente expuestos a través de la respiración, por ejemplo, quienes laboran en donde se lleva a cabo su producción (Scalenghe, 2018; Koelmans et al., 2019; Sunderland et al., 2019).

## **Conclusiones**

El análisis documental sobre la evolución y aplicaciones del unigel muestra que éste es un material relativamente nuevo, si se considera que su descubrimiento fue posterior a 1945; no obstante, desde que se registró, sus aplicaciones se han diversificado constantemente con un incremento exponencial en el número de patentes desde 1990. El país líder en patentes es Estados Unidos, mientras que en las publicaciones dominan los chinos.

El idioma preferente para registrar patentes y publicaciones es el inglés, con miles de veces más patentes y publicaciones que en español. En español, la mayor cantidad de patentes la tiene España y Brasil es líder en publicaciones; del mismo modo, México destaca en Latinoamérica al poseer el mayor número de patentes.

En el idioma español predominan las publicaciones en las cuales el unigel es únicamente un material con el que se realizan experimentos, mientras que en inglés las publicaciones tratan al unigel como la pieza central para desarrollar

otras aplicaciones, entre las que destacan los usos biomédicos. Por lo que se considera que las fronteras del conocimiento en investigación sobre unicelel se documentan mayormente en inglés, mientras que en español existe un considerable rezago.

### Limitaciones

La enorme cantidad de nuevas patentes e investigaciones que se publican diariamente sobre el unicelel supera con mucho cualquier análisis que pueda redactarse. Por lo que, la mayor limitación en este trabajo se relaciona con las fechas en las que se realizaron las consultas y la dificultad para mantener datos actuales.

### Recomendaciones

Sobre aspectos ambientales y de salud, aún se requiere un mayor número de investigaciones que consideren los peligros de la contaminación causada por el exceso acumulativo de este material y que propongan alternativas biodegradables de bajo precio, ya que éstas son muy pocas en relación con otras tendencias; por tal motivo, ésta es un área de oportunidad que aún debe desarrollarse sobre todo en los tiempos actuales que han obligado a hacer uso excesivo de dicho material.

### Referencias

- ANAPE, (Asociación Nacional del poliestireno expandido). (2020). *Poliestireno Expandido*. [En línea]. Disponible en: <http://www.anape.es/index.php?accion=producto> [Consultado 14 diciembre 2020].
- Demirors, M. (2011). The history of polyethylene. En: Strom, T. y Rasmussen, S. C. (Eds). *100+ Years of Plastics*. 1a ed. 1080. Arlinton : American Chemical Society. pp.115–145. [En línea]. Disponible en: doi:10.1021/bk-2011-1080.ch009 [Consultado 14 diciembre 2020].
- DSRS, (Digital Science & Research Solutions). (2020). *Dimensions*. [En línea]. Disponible en: [https://app.dimensions.ai/analytics/publication/author/aggregated?search\\_mode=content&order=times\\_cited](https://app.dimensions.ai/analytics/publication/author/aggregated?search_mode=content&order=times_cited) [Consultado 19 diciembre 2020].
- Fresán, U., Errendal, S., Craig, W. J. y Sabaté, J. (2019). Does the size matter? A comparative analysis of the environmental impact of several packaged foods. *Science of the Total Environment*, 687, Elsevier B. V., pp.369–379. [En línea]. Disponible en: doi:10.1016/j.scitotenv.2019.06.109.
- Koelmans, A. A., Mohamed Nor, N. H., Hermsen, E., Kooi, M., Mintenig, S. M. y De France, J. (2019). Microplastics in freshwaters and drinking water: Critical review and assessment of data quality. *Water Research*, 155, Elsevier Ltd., pp.410–422. [En línea]. Disponible en: doi:10.1016/j.watres.2019.02.054 [Consultado 6 enero 2021].
- MarketsandMarkets. (2018). *Expanded Polystyrene (EPS) Market by Product Type, End-use Industry and Region - 2023*. [En línea]. Disponible en: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/expanded-polystyrene-market-1138.html> [Consultado 14 diciembre 2020].
- Martínez López, C. y Laines Canepa, J. R. (2013). Poliestireno Expandido (EPS) y su problemática ambiental. *Kuxulkab*, 19 (36), pp.63–65. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.19136/kuxulkab.a19n36.339>.
- Noel, A. M. y Kew, J. (2020). Single-Use Plastics Make a Comeback on Pandemic Fears. New York . [En línea]. 30 abril. Disponible en: [https://www.bloomberg.com/news/articles/2020-05-01/single-use-plastics-like-polystyrene-make-a-comeback-in-pandemic?cmpid=socialflow-twitter-business&utm\\_medium=social&utm\\_content=business&utm\\_source=twitter&utm\\_campaign=socialflow-organic](https://www.bloomberg.com/news/articles/2020-05-01/single-use-plastics-like-polystyrene-make-a-comeback-in-pandemic?cmpid=socialflow-twitter-business&utm_medium=social&utm_content=business&utm_source=twitter&utm_campaign=socialflow-organic) [Consultado 14 diciembre 2020].
- Patents, G. (2020). *Expandable polystyrene*. [En línea]. Disponible en: <https://patents.google.com/?q=expandable+polystyrene&language=SPANISH> [Consultado 30 diciembre 2020].
- Plasco, E. I. (2018). *Reciclaje de poliestireno expandido en México*. [En línea]. Disponible en: <https://www.plastico.com/temas/Mexico-construye-una-industria-del-reciclaje-de-EPS+125381?pagina=1> [Consultado 14 diciembre 2020].
- Raps, D., Hossieny, N., Park, C. B. y Altstädt, V. (2015). Past and present developments in polymer bead foams and bead foaming technology. *Polymer*, 56, Elsevier Ltd., pp.5–19. [En línea]. Disponible en: doi:10.1016/j.polymer.2014.10.078.
- Scalenghe, R. (2018). Resource or waste? A perspective of plastics degradation in soil with a focus on end-of-life options. *Heliyon*, 4 (12), Elsevier Ltd. [En línea]. Disponible en: doi:10.1016/j.heliyon.2018.e00941 [Consultado 19 diciembre 2020].
- Sunderland, E. M., Hu, X. C., Dassuncao, C., Tokranov, A. K., Wagner, C. C. y Allen, J. G. (2019). A review of the pathways of human exposure to poly- and perfluoroalkyl substances (PFASs) and present understanding of health effects. *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology*, 29 (2), Nature Publishing Group., pp.131–147. [En línea]. Disponible en: doi:10.1038/s41370-018-0094-1 [Consultado 6 enero 2021].

### Notas Biográficas

La Dra. Valdés-Rodríguez es Doctora en Ecología Tropical por la Universidad Veracruzana y actualmente es profesora investigadora de la Academia de Desarrollo Regional Sustentable de El Colegio de Veracruz, donde colabora con la línea de manejo sustentable de recursos naturales.