

C0r0n@ 2 Inspect

Revisión y análisis de los artículos científicos relativos a las técnicas y métodos experimentales empleados en las vacunas contra el c0r0n@v|rus, evidencias, daños, hipótesis, opiniones y retos.

martes, 10 de agosto de 2021

Envases alimentarios con óxido de grafeno. Patentes y estudios

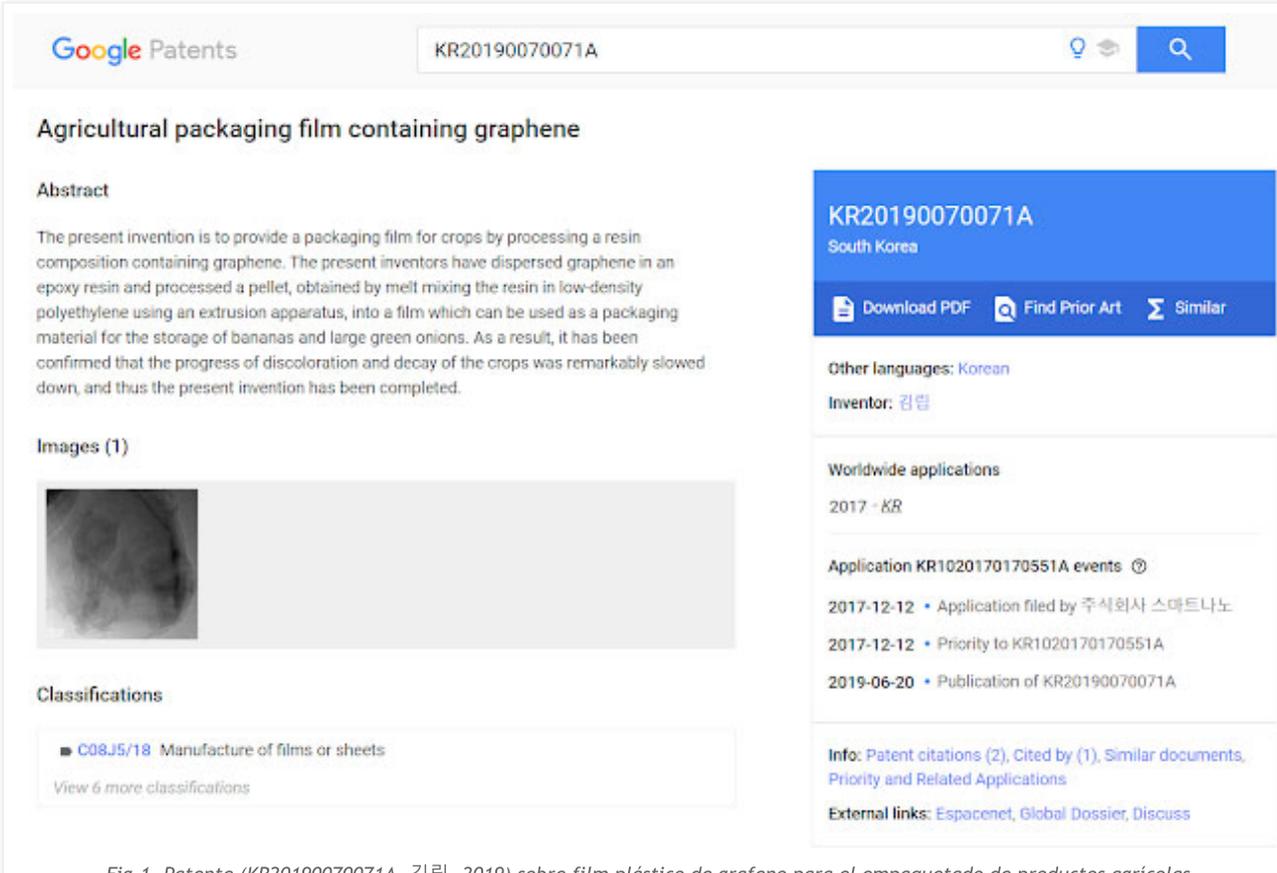
Referencia

KR20190070071A. 김립. (2019). [Patente KR20190070071A]. Película de embalaje agrícola que contiene grafeno = Agricultural packaging film containing graphene. <https://patents.google.com/patent/KR20190070071A/en>

Introducción

1. Continuando con la investigación del grafeno "G" y el óxido de grafeno "GO" en fertilizantes y productos fitosanitarios (véase [parte1](#) y [2](#)), se ha encontrado una patente, que dada su naturaleza puede aportar información relevante para esclarecer otros medios de intoxicación. Se trata de la patente (KR20190070071A. 김립. 2019) que define el método de producción y uso de un film para el empaquetado de los alimentos.

Hechos



The screenshot shows the Google Patents interface for patent KR20190070071A. The title is 'Agricultural packaging film containing graphene'. The abstract describes an invention for a packaging film for crops, made by processing a resin composition containing graphene. The inventor is 김립 (Kim Ryeop). The patent was filed in 2017 and published in 2019. The classification is C08J5/18, 'Manufacture of films or sheets'. The page also shows a list of worldwide applications and application events.

Google Patents KR20190070071A

Agricultural packaging film containing graphene

Abstract

The present invention is to provide a packaging film for crops by processing a resin composition containing graphene. The present inventors have dispersed graphene in an epoxy resin and processed a pellet, obtained by melt mixing the resin in low-density polyethylene using an extrusion apparatus, into a film which can be used as a packaging material for the storage of bananas and large green onions. As a result, it has been confirmed that the progress of discoloration and decay of the crops was remarkably slowed down, and thus the present invention has been completed.

Images (1)

Classifications

- C08J5/18 Manufacture of films or sheets

[View 6 more classifications](#)

Other languages: Korean

Inventor: 김립

Worldwide applications

2017 - KR

Application KR1020170170551A events

2017-12-12 • Application filed by 주식회사 스마트나노

2017-12-12 • Priority to KR1020170170551A

2019-06-20 • Publication of KR20190070071A

Info: Patent citations (2), Cited by (1), Similar documents, Priority and Related Applications

External links: Espacenet, Global Dossier, Discuss

Fig. 1. Patente (KR20190070071A. 김립. 2019) sobre film plástico de grafeno para el empaquetado de productos agrícolas

1. La patente coreana presenta un film plástico compuesto por grafeno que, según los autores, ayuda a reducir la degradación de los productos. Esto se explica de la siguiente forma *"El objetivo de la presente invención es proporcionar una película de envasado para cultivos procesando una composición de resina que contiene grafeno. Los autores han dispersado grafeno en una resina epoxi y han procesado una pastilla, obtenida mezclando en estado fundido la resina en polietileno de baja densidad utilizando un aparato de extrusión, en una película que se puede utilizar como material de envasado para el almacenamiento de productos agrícolas"*. Los autores atribuyen al grafeno propiedades para alargar la vida útil de los alimentos, sin embargo no mencionan las consecuencias para la salud de las personas, dado que se trata de una sustancia tóxica y perjudicial, tal como se viene [recogiendo en este blog](#).
2. Según explican los autores *"La composición de la película de envasado es una función especial en sí misma y tiene el efecto de prevenir el desarrollo de decoloración y descomposición de cultivos como verduras y frutas durante la distribución y el almacenamiento... existe una demanda de una tecnología que pueda preservar la calidad del cultivo durante mucho tiempo"*. Esto es posible por que el film de grafeno que envuelve el alimento reduce la entrada y salida de oxígeno, lo que previene su pudrición durante más tiempo.
3. A continuación, la patente aporta un detalle muy interesante *"Es una práctica común incorporar varios aditivos en la resina matriz para la expresión de estas funciones. Los ejemplos del aditivo incluyen conservantes, nanomateriales, materiales emisores de rayos infrarrojos lejanos y similares"*. En concreto la referencia a los materiales emisores de rayos infrarrojos lejanos, denominado en inglés "far-infrared-ray FIR". Si bien la patente no explica la utilidad de esta característica, al indagar en esta propiedad, se encuentra que la presencia de un agente radiante FIR, aumenta la actividad antimicrobiana, para mejorar la higiene y vida útil de los alimentos, véase (Lee, J.Y.; Kim, C.H.; Jung, H.G.; Shin, T.G.; Seo, J.M.; Lee, Y.R. 2008). Esto también es corroborado por (Eom, S.H.; Park, H.J.; Seo, D.W.; Kim, W.W.; Cho, D.H. 2009 | Leung, T.K.; Huang, P.J.; Chen, Y.C.; Lee, C.M. 2011). Esto es corroborado en la patente de la siguiente forma *"La presente invención proporciona una película para empaquetar cultivos reduciendo la salida de oxígeno a través de una película y formando un material compuesto con una resina capaz de emitir rayos infrarrojos lejanos, para minimizar así la disminución de la transparencia del sustrato"*

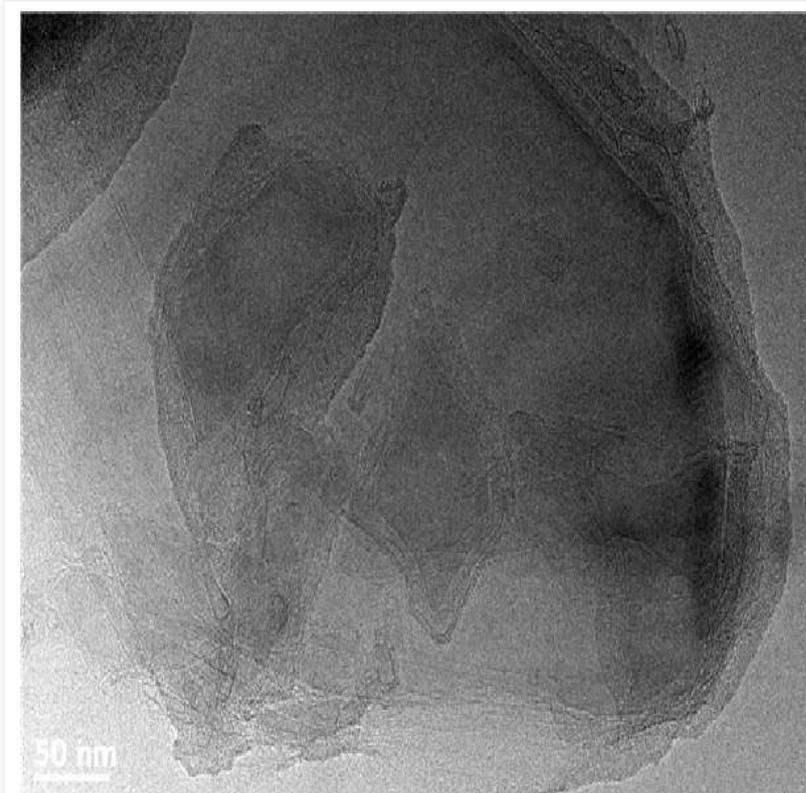


Fig.2. Muestra de grafeno en el film plástico de la patente (KR20190070071A. 김립. 2019)

4. En las pruebas realizadas por los autores de la patente se destaca la siguiente conclusión *"Como resultado, se confirmó que la decoloración y la descomposición de los cultivos empaquetados con la película que contiene grafeno se retrasaron notablemente en comparación con la película de control que no contenía grafeno... Las muestras de plátano empaquetadas con una película de control sin grafeno mostraron una decoloración significativa y deterioro de la piel después de 14 días a temperatura ambiente, pero en el caso de las películas que contienen grafeno, la decoloración fue parcial"*. Si bien la patente fue solicitada en 2017 y

publicada en 2019, en el año 2018 apareció una noticia relacionada con este avance, con el título "Tienda coreana presenta un empaque de banana genio para evitar frutas demasiado maduras", véase (Barr, S. 2018).



Fig.3. Plátanos que probablemente fueron empaquetados con film de grafeno (Barr, S. 2018)

Si bien el asunto de los plátanos podría ser anecdótico, esto no es baladí dado que existen investigaciones que involucran al "óxido de grafeno con el chitosan" como método conservante, lo cual, guarda relación con la finalidad de los medios de empaquetado. Conviene aclarar que el "chitosan" o "quitosano" es un compuesto polisacárido compuesto, empleado en el contexto agrícola para combatir plagas, enfermedades de los cultivos, combatir infecciones de hongos, entre otros propósitos. En el contexto biomédico se emplea por sus propiedades antisépticas (incluso combinado con grafeno u óxido de grafeno como en los casos aquí citados), para la desinfección y cicatrización de heridas (Choudhary, P.; Ramalingam, B.; Das, S.K. 2020). En el contexto de los envases alimentarios, se emplea como superficie de envasado por su actividad antimicrobiana (Grande, C.D.; Mangadla, J.; Fan, J.; De Leon, A.; Delgado-Ospina, J.; Rojas, J.G.; Advincula, R. 2017), así como en hidrogeles (Konwar, A.; Kalita, S.; Kotoky, J.; Chowdhury, D. 2016). Volviendo a las pruebas con plátanos, destaca la investigación de (Wang, H.; Qian, J.; Ding, F. 2018) en la que trabajan en el desarrollo de envoltorios plásticos biodegradables a base de quitosano y óxido de grafeno, afirmando que "en comparación con el quitosano prístino, las películas de quitosano / óxido de grafeno basadas en reticulación química tienen la capacidad mecánica mejorada y la propiedad de barrera al oxígeno. También se podrían agregar pilas de óxido de grafeno y grafito expandido al quitosano para formar películas. La selectividad y la seguridad demostraron su potencial como películas antimicrobianas para el almacenamiento de alimentos".



Fig.4. Prueba comparativa de bananos con y sin recubrimiento de película con barrera de oxígeno (Wang, H.; Qian, J.; Ding, F. 2018)

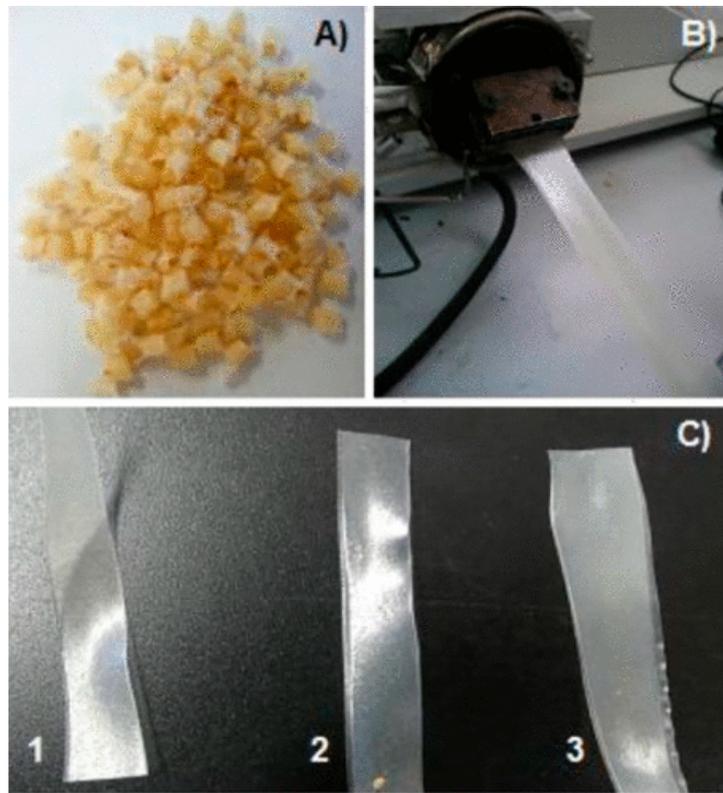


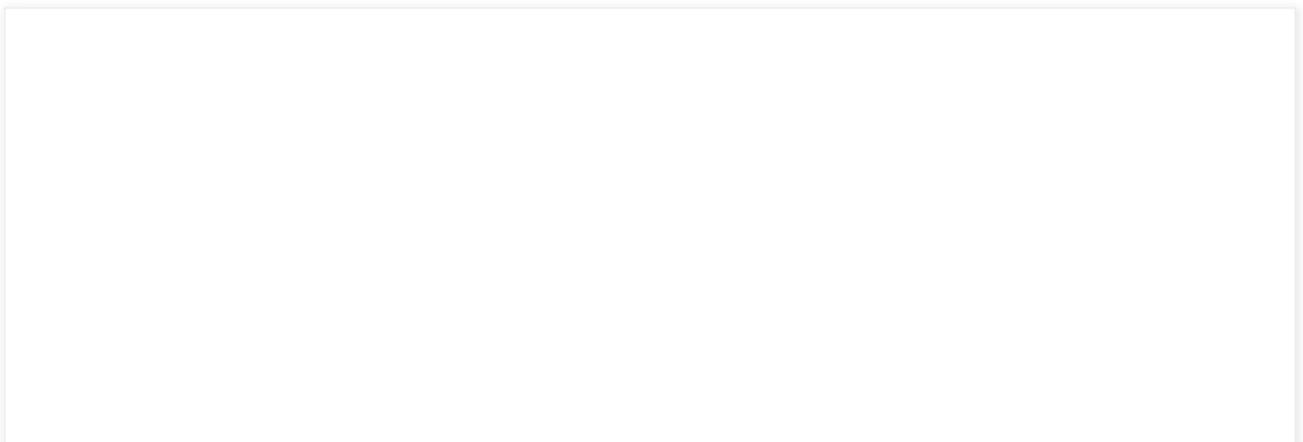
Fig.5. Gránulos de quitosano compuesto y máquina de extrusión para crear el film de empaquetado (Wang, H.; Qian, J.; Ding, F. 2018)

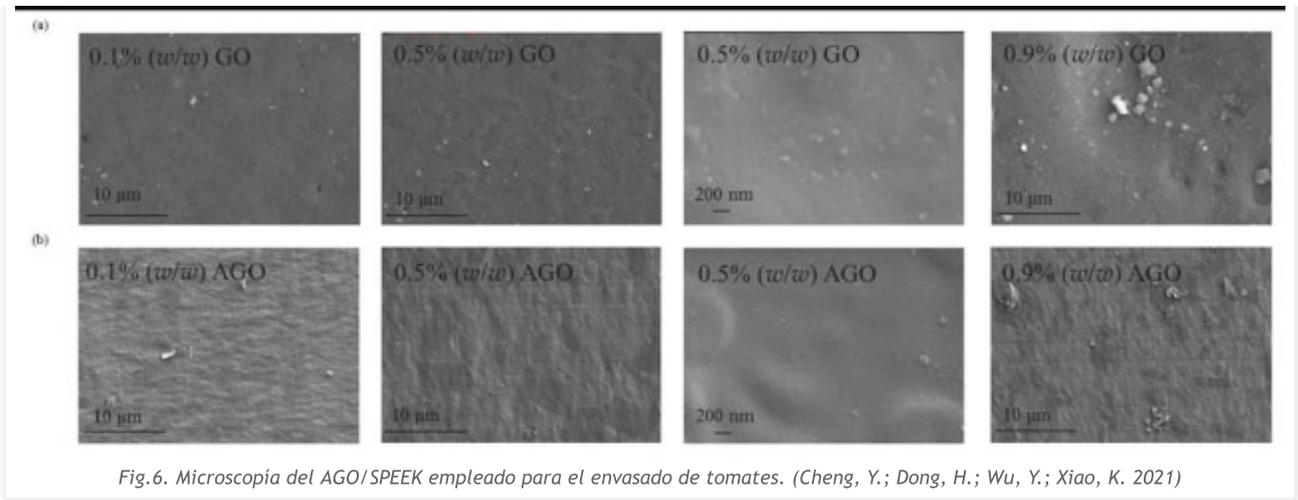
Otra afirmación relevante del experimento es la relativa al nivel de pH del compuesto, y la ionización del quitosano "el quitosano estaba altamente ionizado por el contraíón poli (ácido acrílico) y podía atraer más óxido de grafeno a la película a granel. Las películas multicapa demostraron tener las propiedades combinacionales de los componentes y demostraron que su inhibición de *E.Coli* (*Escherichia Coli*) y su actividad antioxidante aumentaban con el aumento del número de bicapas". En esta explicación queda patente la relación existente entre la ionización y el óxido de grafeno. Otros autores también coinciden en el empleo del óxido de grafeno en los productos y procesos de envasado, véase (Venkateshaiah, A.; Cheong, J.Y.; Habel, C.; Wactawek, S.; Lederer, T.; Cernik, M.; Agarwal, S. 2019 | Li, F.; Yu, H.Y.; Wang, Y.Y.; Zhou, Y.; Zhang, H.; Yao, J.M.; Tam, K.C. 2019).

5. Para terminar el análisis de la patente referida en la entrada (KR20190070071A. 김립. 2019), merece la pena reseñar el apartado de reclamaciones, en donde se indica que el grafeno utilizado en el film tiene un espesor medio de 1 a 20 capas atómicas. El resto de compuestos son resina de polietileno, polipropileno, tereftalato de polietileno y el grafeno ya mencionado.

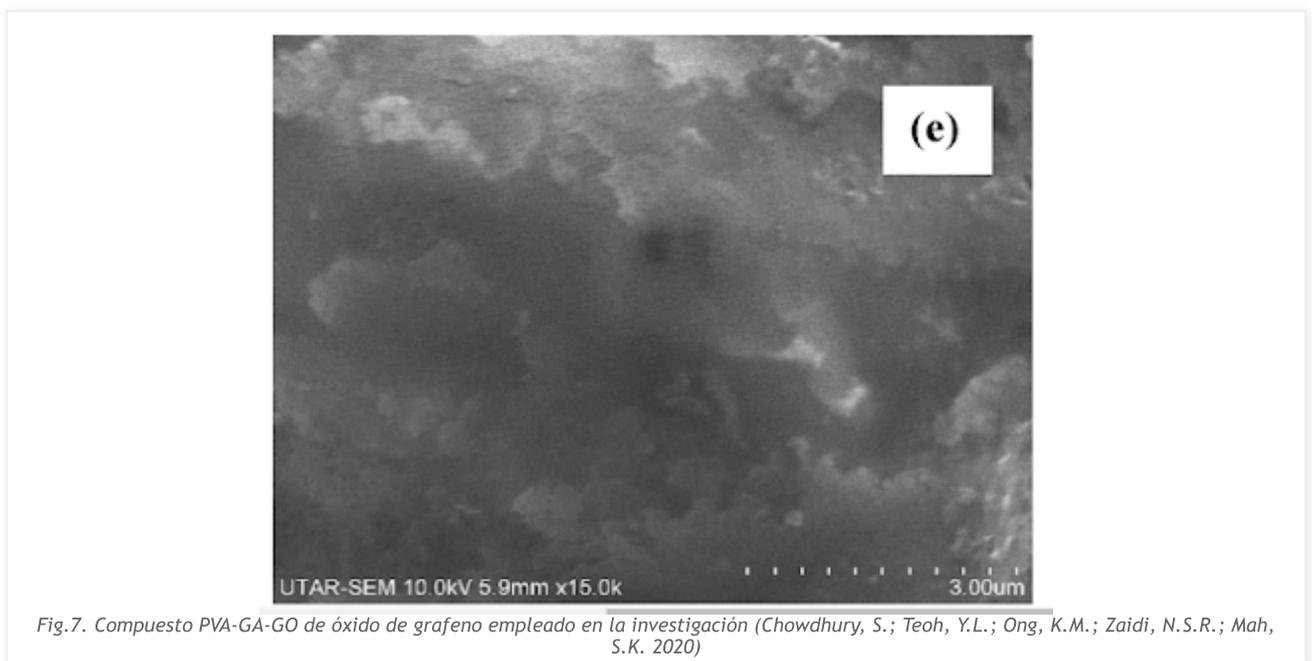
Otros estudios

1. Además de la patente referida en la entrada, se encuentran decenas de investigaciones relacionadas con materiales para el empaquetado de alimentos que utilizan grafeno G o bien óxido de grafeno GO. Un ejemplo reciente es el de (Cheng, Y.; Dong, H.; Wu, Y.; Xiao, K. 2021) que desarrollan un material para el envasado en vacío que contiene óxido de grafeno amidado/poli éter éter cetona sulfonado, también conocido por su acrónimo AGO/SPEEK, orientado al almacenamiento de tomates cherry.

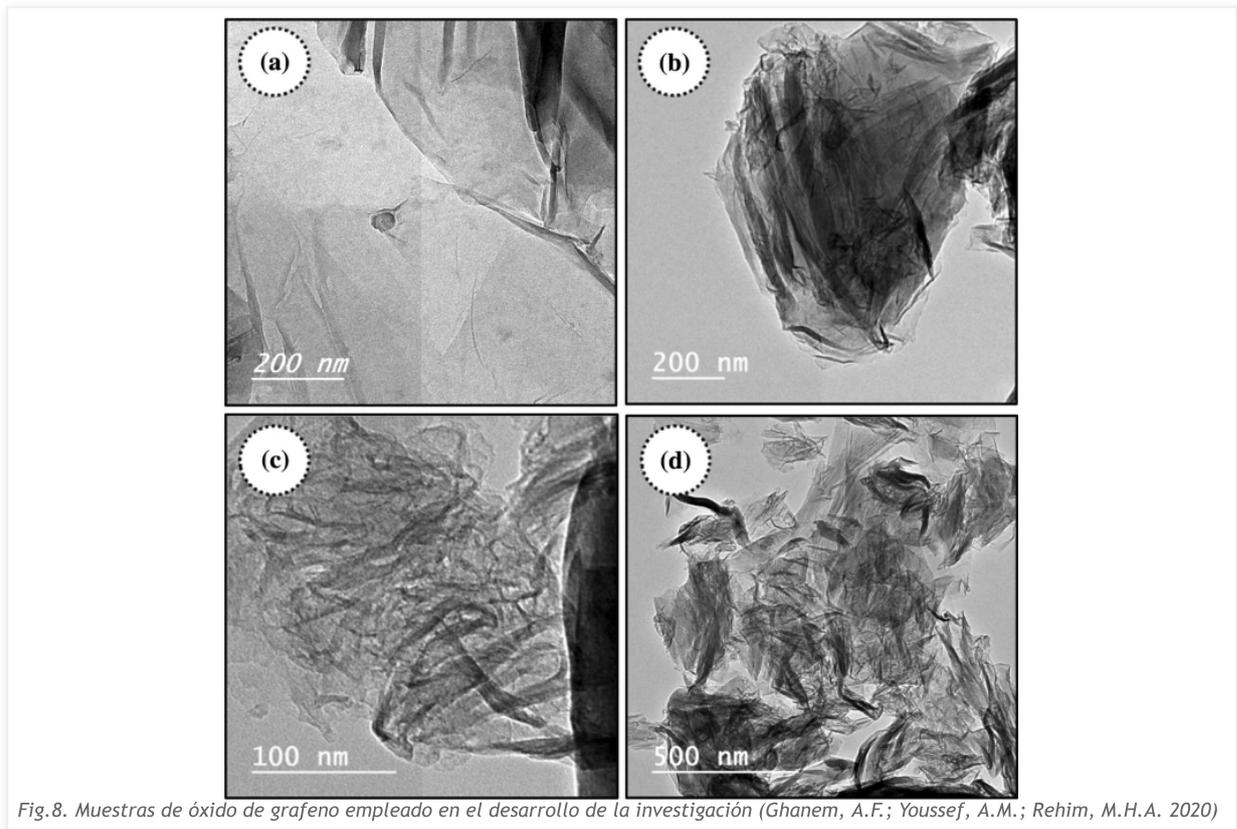




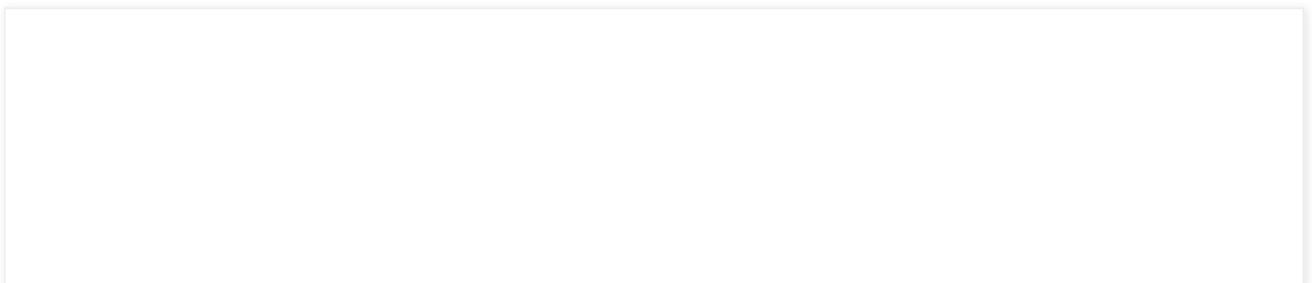
2. Retomando los experimentos de embalaje del plátano, se encuentra el estudio de (Chowdhury, S.; Teoh, Y.L.; Ong, K.M.; Zaidi, N.S.R.; Mah, S.K. 2020) que presenta el desarrollo de películas de poli alcohol vinílico PVA con óxido de grafeno GO. Los autores afirman que *"la película de PVA-GA-GO también demostró poseer citotoxicidad bacteriana al formar una zona de inhibición de 10 mm hacia E. coli, que puede evaluarse por tener una actividad antibacteriana moderada. La citotoxicidad bacteriana de la película PVA-GA-GO se atribuye a la inserción de la nanopláca de GO en la membrana celular. Debido a la forma de los bordes afilados en forma de cuchilla que posee el GO, podría invadir y alterar los fosfolípidos de las membranas de E.Coli (Escherichia Coli), lo que lleva a la formación de cavidades y agujeros a nanoescala"*. Esto resulta interesante, puesto que el óxido de grafeno tiene la particularidad de penetrar y entrar en contacto con las células de la bacteria, depositándose y acumulando; los autores lo confirman de la siguiente forma *"Además, GO posee una mayor densidad de grupo funcional y es físicamente pequeño, por lo que brinda más oportunidades de entrar en contacto e interactuar con las células bacterianas, lo que resulta en la deposición celular. A través del contacto directo, las nanoláminas de grafeno pueden estimular el estrés de la membrana al destruir las membranas celulares y, finalmente, conducir a la muerte celular"*. Si el óxido de grafeno GO es capaz de producir la muerte celular de las bacterias, también podría hacerlo con las células humanas, de hecho esto es afirmado en los trabajos de (Mittal, S.; Kumar, V.; Dhiman, N.; Chauhan, L.K.S.; Pasricha, R.; Pandey, A.K. 2016 | Lim, M.H.; Jeung, I.C.; Jeong, J.; Yoon, S.J.; Lee, S.H.; Park, J.; Min, J.K. 2016 | Gurunathan, S.; Arsalan-Iqbal, M.; Qasim, M.; Park, C.H.; Yoo, H.; Hwang, J.H.; Hong, K. 2019 | Palmieri, V.; Lauriola, M.C.; Ciasca, G.; Conti, C.; De-Spirito, M.; Papi, M. 2017 | Chen, L.; Hu, P.; Zhang, L.; Huang, S.; Luo, L.; Huang, C. 2012 | Seabra, A.B.; Paula, A.J.; de-Lima, R.; Alves, O.L.; Durán, N. 2014) entre otros.



3. El trabajo de (Ghanem, A.F.; Youssef, A.M.; Rehim, M.H.A. 2020) resulta de interés por introducir el óxido de grafeno en los envases de poliestireno. Esto se afirma textualmente de la siguiente forma "el óxido de grafeno hidrófilo (GO), preparado por el método de Hummer, se injertó en la superficie con poli (cloruro de 4-vinilbencilo) hidrófobo, p(VBC), mediante un enfoque de polimerización de radicales in situ. El óxido de grafeno/poli(cloruro de 4-vinilbencilo), GP(VBC), se dispersó luego en la matriz de poliestireno para obtener películas delgadas de nanocompuestos con diferentes proporciones de relleno (5%, 10%, 15%, 20% y 25%) del peso". Esto supone que el óxido de grafeno se aplica a cualquier producto de poliestireno que se encuentre en contacto con alimentos, por ejemplo tarrinas de plástico, tapas termosellables, frascos, foam (espumas plásticas), envases de comida para llevar, en definitiva, envases de plástico alimentarios.



4. La investigación de (Goh, K.; Heising, J.K.; Yuan, Y.; Karahan, H.E.; Wei, L.; Zhai, S.; Chen, Y. 2016) emplea el poli (ácido láctico) PLA junto al óxido de grafeno reducido "rGO", para mejorar las propiedades de envasado y solucionar los problemas de la barrera al vapor de agua y al oxígeno que presentan muchos derivados del petróleo, por ello "Para abordar este problema, diseñamos una película compuesta de PLA-grafeno con arquitectura sándwich, que utiliza un óxido de grafeno reducido (rGO) impermeable como barrera central y películas de PLA comerciales como encapsulación protectora exterior". Los autores alcanzan la conclusión de que "la gran dimensión lateral de rGO y el pequeño espacio entre capas entre las láminas de rGO han creado una vía de difusión extensa y tortuosa, que es hasta 1.450 veces el grosor de la barrera de rGO... la arquitectura intercalada ha dotado a la película compuesta PLA-rGO de una buena procesabilidad, lo que aumenta la manejabilidad de la película y su capacidad para adaptarse. Las simulaciones que utilizan la película de envasado de alimentos compuesta PLA-rGO para aceite comestible y papas fritas también muestran una extensión de al menos ocho veces en la vida útil de estos productos alimenticios sensibles al oxígeno y la humedad". Como se puede apreciar en la figura 9, la barrera de óxido de grafeno actúa como impermeabilizante para el oxígeno contenido dentro de la bolsa o recipiente con el alimento, aumentando la vida útil de los alimentos.



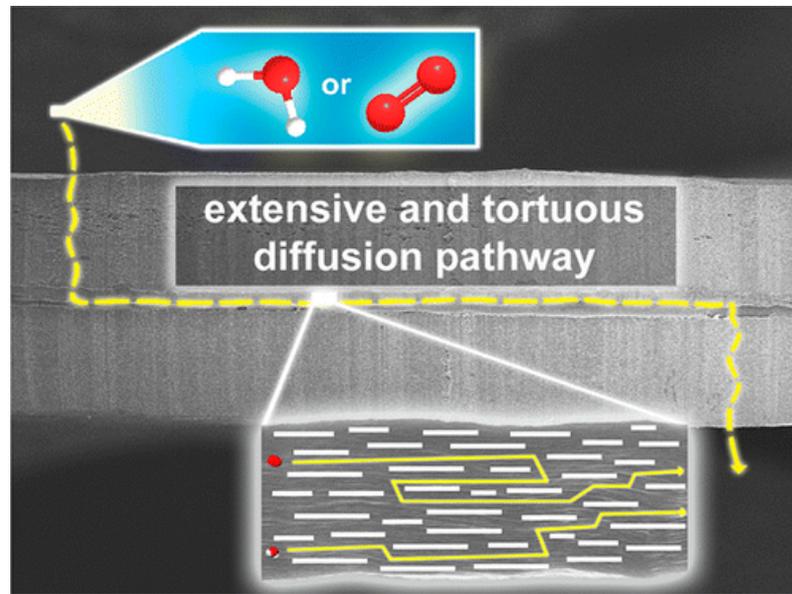


Fig.9. Imagen de sección del film de PLA-rGO desarrollada en la investigación (Goh, K.; Heising, J.K.; Yuan, Y.; Karahan, H.E.; Wei, L.; Zhai, S.; Chen, Y. 2016)

Otros autores (Huang, H.D.; Ren, P.G.; Xu, J.Z.; Xu, L.; Zhong, G.J.; Hsiao, B.S.; Li, Z.M. 2014), también han empleado el mismo enfoque del poli (ácido láctico) PLA, aunque combinadas con nanohojas de óxido de grafeno "GONS". Entre los resultados más destacados "Se obtuvo una gran disminución en los coeficientes de permeabilidad al gas de las películas de PLA, donde los coeficientes de permeabilidad al O₂ y al CO₂ se redujeron respectivamente, en aproximadamente un 45% y 68% con una carga de GONS baja de 1.37% del volumen". La combinación PLA-GONS presenta la particularidad de que puede proteger a los alimentos de la luz ultravioleta, según comentan "la incorporación de GONS podría bloquear eficazmente la transmisión de luz ultravioleta en las películas de nanocompuestos y dotar a la matriz de PLA de una excelente estabilidad térmica", destacando la idoneidad del material para la "fabricación de películas de alta barrera a gran escala en la industria del embalaje".

5. También se ha investigado el desarrollo de materiales biodegradables ambientalmente para el envasado de alimentos (Manikandan, N.A.; Pakshirajan, K.; Pugazhenth, G. 2020). En este trabajo se crea un material de polihidroxibutirato PHB (biopolímero termoplástico semicristalino) y grafeno "G". Al igual que los estudios anteriormente citados, se evalúan las propiedades mecánicas y de barrera para la protección y durabilidad de los alimentos. Curiosamente los autores hacen mención a la citotoxicidad del grafeno afirmando que "El nanocompuesto PHB / Gr-NPs es menos citotóxico y altamente biodegradable por los biomas del suelo", añadiendo que "aumenta cuatro veces la vida útil, después de aplicar una simulación con alimentos sensibles a la humedad y al oxígeno (papas fritas y productos lácteos)".

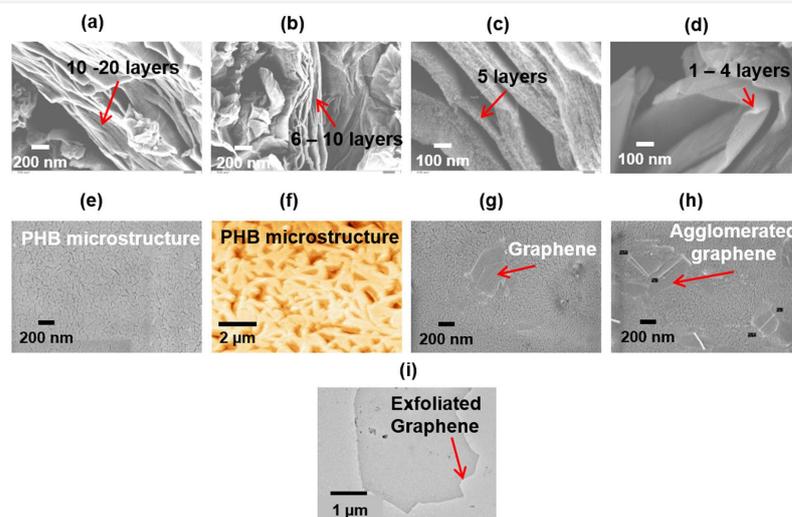


Fig.10. Microscopía del material empleado en la investigación PHB-Gr-NPs de grafeno (Manikandan, N.A.; Pakshirajan, K.; Pugazhenth, G. 2020)

Opiniones

1. Queda demostrado que el grafeno "G", el óxido de grafeno "GO", incluso el óxido de grafeno reducido "rGO", se podrían estar empleando ampliamente en todo tipo de envoltorios alimentarios, en forma de film plástico, para alargar la duración de los alimentos, tal como demuestra la literatura científica (KR20190070071A. 김립. 2019 | Venkateshaiah, A.; Cheong, J.Y.; Habel, C.; Wactawek, S.; Lederer, T.; Cernik, M.; Agarwal, S. 2019 | Li, F.; Yu, H.Y.; Wang, Y.Y.; Zhou, Y.; Zhang, H.; Yao, J.M.; Tam, K.C. 2019 | Cheng, Y.; Dong, H.; Wu, Y.; Xiao, K. 2021 | Chowdhury, S.; Teoh, Y.L.; Ong, K.M.; Zaidi, N.S.R.; Mah, S.K. 2020 | Ghanem, A.F.; Youssef, A.M.; Rehim, M.H.A. 2020 | Goh, K.; Heising, J.K.; Yuan, Y.; Karahan, H.E.; Wei, L.; Zhai, S.; Chen, Y. 2016 | Huang, H.D.; Ren, P.G.; Xu, J.Z.; Xu, L.; Zhong, G.J.; Hsiao, B.S.; Li, Z.M. 2014 | Manikandan, N.A.; Pakshirajan, K.; Pugazhenth, G. 2020 | Yu, J.; Ruengkajorn, K.; Crivoi, D.G.; Chen, C.; Buffet, J.C.; O'Hare, D. 2019 | Terzioglu, P.; Altin, Y.; Kalem, A.; Bedeloglu, A.C. 2020) que además puede ser encontrada con la consulta "["graphene oxide" "food" "film" "packaging"](#)".
2. El grafeno también se podría estar utilizando junto al quitosano (o chitosan), o bien con otros componentes, para elaborar vendas, apósitos y productos para la cicatrización de heridas (Fan, Z.; Liu, B.; Wang, J.; Zhang, S.; Lin, Q.; Gong, P.; Yang, S. 2014 | Lu, B.; Li, T.; Zhao, H.; Li, X.; Gao, C.; Zhang, S.; Xie, E. 2012). También se demuestra el uso del óxido de grafeno en hidrogeles, destinados a la higiene (Konwar, A.; Kalita, S.; Kotoky, J.; Chowdhury, D. 2016 | Papi, M.; Palmieri, V.; Bugli, F.; De Spirito, M.; Sanguinetti, M.; Ciancico, C.; Conti, C. 2016 | Wang, X.; Liu, Z.; Ye, X.; Hu, K.; Zhong, H.; Yuan, X.; Guo, Z. 2015 | Jafari, Z.; Rad, A.S.; Baharfar, R.; Asghari, S.; Esfahani, M.R. 2020 | Cheng, W.; Chen, Y.; Teng, L.; Lu, B.; Ren, L.; Wang, Y. 2018). Todos los productos que se derivan de estas aplicaciones, podrían contener grafeno y afectar a la salud de las personas.
3. Se recomienda el análisis de los film plásticos y envoltorios de los alimentos, a fin de comprobar fehacientemente la presencia de grafeno, a fin de que sean retirados o evitados por los consumidores. Existe la probabilidad de que el grafeno contenido en los envoltorios contamine los alimentos por contacto y deposición, después de su degradación, así como a las personas que los manipulen. Por tanto, se hace fundamental su reconocimiento en laboratorio.
4. De confirmarse la presencia de grafeno en estos materiales para el empaquetado de alimentos, quedaría demostrada una nueva vía de contaminación, así como otra explicación al fenómeno magnético en alimentos. De esta forma, los alimentos podrían adquirir estas propiedades al estar en contacto permanente durante días, así como al más que posible efecto de la ionización sobre el grafeno. Esto también explicaría las propiedades magnéticas de los envases y de las personas que estuvieran en contacto continuado. De hecho, la penetración transdérmica, o lo que es lo mismo la penetración del óxido de grafeno con y sin chitosan a través de la piel, está ampliamente demostrada (Justin, R.; Chen, B. 2014), considerándose un método para el suministro de drogas y fármacos, véase también el caso de administración de "*ondansetrón*" (fármaco para el tratamiento de náuseas y vómitos) en animales (Li, H.; Jia, Y.; Liu, C. 2020). En relación a las propiedades transdérmicas del óxido de grafeno, pueden encontrarse más 100 estudios relacionados que avalan esta afirmación, véase la consulta "["graphene oxide" intitle:"transdermal"](#)".

Bibliografía

1. Barr, S. (2018). Tienda coreana presenta un empaque de banano para evitar que las frutas maduren demasiado = Korean store unveils 'genius' banana packaging to avoid overripe fruit. <https://www.independent.co.uk/life-style/food-and-drink/banana-packaging-ripe-hack-korea-supermarket-e-mart-ssg-plastic-waste-a8485066.html> [Nota: en caso de no acceder a la información debido a redirección, abrir con navegador Tor]
2. Chen, L.; Hu, P.; Zhang, L.; Huang, S.; Luo, L.; Huang, C. (2012). Toxicidad del óxido de grafeno y nanotubos de carbono de paredes múltiples contra células humanas y pez cebra = Toxicity of graphene oxide and multi-walled carbon nanotubes against human cells and zebrafish. *Science China Chemistry*, 55(10), pp. 2209-2216. <https://doi.org/10.1007/s11426-012-4620-z>
3. Cheng, W.; Chen, Y.; Teng, L.; Lu, B.; Ren, L.; Wang, Y. (2018). Hidrogeles coloidales antimicrobianos ensamblados por óxido de grafeno y nanogeles termosensibles para la encapsulación celular = Antimicrobial colloidal hydrogels assembled by graphene oxide and thermo-sensitive nanogels for cell encapsulation. *Journal of colloid and interface science*, 513, pp. 314-323. <https://doi.org/10.1016/j.jcis.2017.11.018>
4. Cheng, Y.; Dong, H.; Wu, Y.; Xiao, K. (2021). Preparación de un envasado en atmósfera modificada de óxido de grafeno amidado / poli éter éter cetona sulfonado (AGO / SPEEK) para el almacenamiento de tomates cherry = Preparation of an Amidated Graphene Oxide/Sulfonated Poly Ether Ether Ketone (AGO/SPEEK) Modified Atmosphere Packaging for the Storage of Cherry Tomatoes. *Foods*, 10(3), 552. <https://doi.org/10.3390/foods10030552>

5. Choudhary, P.; Ramalingam, B.; Das, S.K. (2020). Fabricación de nanocompuesto de grafeno multifuncional reforzado con quitosano como andamios antibacterianos para el control de hemorragias y aplicaciones de curación de heridas = Fabrication of Chitosan-Reinforced Multifunctional Graphene Nanocomposite as Antibacterial Scaffolds for Hemorrhage Control and Wound-Healing Application. *ACS Biomaterials Science & Engineering*, 6(10), pp. 5911-5929. <https://doi.org/10.1021/acsbomaterials.0c00923>
6. Chowdhury, S.; Teoh, Y.L.; Ong, K.M.; Zaidi, N.S.R.; Mah, S.K. (2020). Película de embalaje compuesta reticulada de poli (vinil) alcohol que contiene nanopartículas de oro en la prolongación de la vida útil del plátano = Poly (vinyl) alcohol crosslinked composite packaging film containing gold nanoparticles on shelf life extension of banana. *Food Packaging and Shelf Life*, 24, 100463. <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2020.100463>
7. Eom, S.H.; Park, H.J.; Seo, D.W.; Kim, W.W.; Cho, D.H. (2009). Efectos estimulantes de la radiación de rayos infrarrojos lejanos sobre la liberación de fenólicos antioxidantes en las uvas. *Ciencia de los alimentos y biotecnología*, 18(2), pp. 362-366. <https://www.koreascience.or.kr/article/JAKO200917639069310.page>
8. Konwar, A.; Kalita, S.; Kotoky, J.; Chowdhury, D. (2016). Hidrogel nanocompuesto de óxido de grafeno recubierto de quitosano-óxido de hierro: una biopelícula antimicrobiana robusta y suave = Chitosan-Iron Oxide Coated Graphene Oxide Nanocomposite Hydrogel: A Robust and Soft Antimicrobial Biofilm. *ACS Applied Material Interfaces*, 8(32), pp. 20625-20634. <https://doi.org/10.1021/acsmi.6b07510>
9. KR20190070071A. 김립. (2019). [Patente KR20190070071A]. Película de embalaje agrícola que contiene grafeno = Agricultural packaging film containing graphene. <https://patents.google.com/patent/KR20190070071A/en>
10. Fan, Z.; Liu, B.; Wang, J.; Zhang, S.; Lin, Q.; Gong, P.; Yang, S. (2014). Un nuevo apósito para heridas basado en hidrogel de polímero de Ag/grafeno: elimina eficazmente las bacterias y acelera la cicatrización de heridas. *Materiales funcionales avanzados*, 24 (25), pp. 3933-3943. <https://doi.org/10.1002/adfm.201304202>
11. Ghanem, A.F.; Youssef, A.M.; Rehim, M.H.A. (2020). Óxido de grafeno hidrofóticamente modificado como barrera y agente antibacteriano para envases de poliestireno = Hydrophobically modified graphene oxide as a barrier and antibacterial agent for polystyrene packaging. *Journal of Materials Science*, 55(11), pp. 4685-4700. <https://doi.org/10.1007/s10853-019-04333-7>
12. Goh, K.; Heising, J.K.; Yuan, Y.; Karahan, H.E.; Wei, L.; Zhai, S.; Chen, Y. (2016). Poli (ácido láctico) con arquitectura sándwich - Películas compuestas de grafeno para envasado de alimentos = Sandwich-architected poly (lactic acid)-graphene composite food packaging films. *ACS applied materials & interfaces*, 8(15), pp. 9994-10004. <https://doi.org/10.1021/acsmi.6b02498>
13. Grande, C.D.; Mangadlao, J.; Fan, J.; De Leon, A.; Delgado-Ospina, J.; Rojas, J.G.; Advincula, R. (2017). Chitosan Cross-Linked Graphene Oxide Nanocomposite Films with Antimicrobial Activity for Application in Food Industry. In *Macromolecular symposia*. 374(1), pp. 1600114. <https://doi.org/10.1002/masy.201600114>
14. Gurunathan, S.; Arsalan-Iqbal, M.; Qasim, M.; Park, C.H.; Yoo, H.; Hwang, J.H.; Hong, K. (2019). Evaluación de la toxicidad celular inducida por óxido de grafeno y análisis del transcriptoma en células renales embrionarias humanas = Evaluation of Graphene Oxide Induced Cellular Toxicity and Transcriptome Analysis in Human Embryonic Kidney Cells. *Nanomaterials*, 9(7), 969. <https://doi.org/10.3390/nano9070969>
15. Huang, H.D.; Ren, P.G.; Xu, J.Z.; Xu, L.; Zhong, G.J.; Hsiao, B.S.; Li, Z.M. (2014). Propiedades de barrera mejoradas del poli (ácido láctico) con nano hojas de óxido de grafeno dispersas al azar = Improved barrier properties of poly (lactic acid) with randomly dispersed graphene oxide nanosheets. *Journal of Membrane Science*, 464, pp. 110-118. <https://doi.org/10.1016/j.memsci.2014.04.009>
16. Jafari, Z.; Rad, A.S.; Baharfar, R.; Asghari, S.; Esfahani, M.R. (2020). Síntesis y aplicación de hidrogel de quitosano / tripolifosfato / óxido de grafeno como un nuevo sistema de administración de fármacos para el succinato de sumatriptán = Synthesis and application of chitosan/tripolyphosphate/graphene oxide hydrogel as a new drug delivery system for Sumatriptan Succinate. *Journal of Molecular Liquids*, 315, 113835. <https://doi.org/10.1016/j.molliq.2020.113835>
17. Justin, R.; Chen, B. (2014). Nanocompuestos de óxido de grafeno reducido en quitosano fuertes y conductores para la administración transdérmica de fármacos = Strong and conductive chitosan-reduced graphene oxide nanocomposites for transdermal drug delivery. *Journal of Materials Chemistry B*, 2(24), pp. 3759-3770. <https://doi.org/10.1039/C4TB00390J>
18. Lee, J.Y.; Kim, C.H.; Jung, H.G.; Shin, T.G.; Seo, J.M.; Lee, Y.R. (2008). Emission of far-infrared ray in packaging paper. *Journal of Korea Technical Association of the Pulp and Paper Industry*, 40(5), pp. 47-52. <https://www.koreascience.or.kr/article/JAKO200804748553280.page>
19. Leung, T.K.; Huang, P.J.; Chen, Y.C.; Lee, C.M. (2011). Plataforma de ensayo físico-químico para materiales cerámicos emisores de rayos infrarrojos lejanos (cFIR) a temperatura ambiente = Physical-chemical Test

- Platform for Room Temperature, Far-infrared Ray Emitting Ceramic Materials (cFIR). *Journal of the Chinese Chemical Society*, 58(5), pp. 653-658. <https://doi.org/10.1002/jccs.201190101>
20. Li, F.; Yu, H.Y.; Wang, Y.Y.; Zhou, Y.; Zhang, H.; Yao, J.M.; Tam, K.C. (2019). Nanocompuestos naturales biodegradables de poli (3-hidroxi butirato-co-3-hidroxi valerato) con nanocristales multifuncionales de celulosa / híbridos de óxido de grafeno para el envasado de alimentos de alto rendimiento = Natural biodegradable poly (3-hydroxybutyrate-co-3-hydroxyvalerate) nanocomposites with multifunctional cellulose nanocrystals/graphene oxide hybrids for high-performance food packaging. *Journal of agricultural and food chemistry*, 67(39), pp. 10954-10967. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.9b03110>
 21. Li, H.; Jia, Y.; Liu, C. (2020). Pluronic® F127 hidrogel de óxido de grafeno reducido estabilizado para la administración transdérmica de ondansetrón: estudios ex vivo y en animales = Pluronic® F127 stabilized reduced graphene oxide hydrogel for transdermal delivery of ondansetron: Ex vivo and animal studies. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 195, 111259. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2020.111259>
 22. Lim, M.H.; Jeung, I.C.; Jeong, J.; Yoon, S.J.; Lee, S.H.; Park, J.; Min, J.K. (2016). El óxido de grafeno induce la muerte celular apoptótica en las células endoteliales activando la autofagia mediante la fosforilación dependiente de calcio de las quinasas c-Jun N-terminales = Graphene oxide induces apoptotic cell death in endothelial cells by activating autophagy via calcium-dependent phosphorylation of c-Jun N-terminal kinases. *Acta biomaterialia*, 46, pp. 191-203. <https://doi.org/10.1016/j.actbio.2016.09.018>
 23. Lu, B.; Li, T.; Zhao, H.; Li, X.; Gao, C.; Zhang, S.; Xie, E. (2012). Materiales compuestos a base de grafeno beneficiosos para la cicatrización de heridas = Graphene-based composite materials beneficial to wound healing. *Nanoscale*, 4(9), pp. 2978-2982. <https://doi.org/10.1039/C2NR11958G>
 24. Manikandan, N.A.; Pakshirajan, K.; Pugazhenthii, G. (2020). Preparación y caracterización de nanocompuestos de grafeno a base de polihidroxibutirato (PHB) microbiano altamente biodegradable y ambientalmente seguros para posibles aplicaciones de envasado de alimentos = Preparation and characterization of environmentally safe and highly biodegradable microbial polyhydroxybutyrate (PHB) based graphene nanocomposites for potential food packaging applications. *International journal of biological macromolecules*, 154, pp. 866-877. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.03.084>
 25. Mittal, S.; Kumar, V.; Dhiman, N.; Chauhan, L.K.S.; Pasricha, R.; Pandey, A.K. (2016). Propiedades físico-químicas basadas en la toxicidad diferencial del óxido de grafeno / óxido de grafeno reducido en células pulmonares humanas mediada por estrés oxidativo. *Scientific reports*, 6(1), pp. 1-16. <https://doi.org/10.1038/srep39548>
 26. Palmieri, V.; Lauriola, M.C.; Ciasca, G.; Conti, C.; De-Spirito, M.; Papi, M. (2017). El óxido de grafeno tiene efectos contradictorios contra patógenos humanos = The graphene oxide contradictory effects against human pathogens. *Nanotechnology*, 28(15), 152001. <https://doi.org/10.1088/1361-6528/aa6150>
 27. Papi, M.; Palmieri, V.; Bugli, F.; De Spirito, M.; Sanguinetti, M.; Ciancico, C.; Conti, C. (2016). Capa antimicrobiana biomimética mediante hidrogel de agar óxido de grafeno = Biomimetic antimicrobial cloak by graphene-oxide agar hydrogel. *Scientific reports*, 6(1), pp. 1-7. <https://doi.org/10.1038/s41598-016-0010-7>
 28. Seabra, A.B.; Paula, A.J.; de-Lima, R.; Alves, O.L.; Durán, N. (2014). Nanotoxicidad del grafeno y el óxido de grafeno = Nanotoxicity of Graphene and Graphene Oxide. *Chemical research in toxicology*, 27(2), pp. 159-168. <https://doi.org/10.1021/tx400385x>
 29. Terzioglu, P.; Altin, Y.; Kalem tas, A.; Bedeloglu, A.C. (2020). Biopelículas nanocompuestas de quitosano decoradas con óxido de grafeno y óxido de zinc para aplicaciones de embalaje = Graphene oxide and zinc oxide decorated chitosan nanocomposite biofilms for packaging applications. *Journal of Polymer Engineering*, 40(2), pp. 152-157. <http://doi.org/10.1515/polyeng-2019-0240>
 30. Venkateshaiah, A.; Cheong, J.Y.; Habel, C.; Wactlawek, S.; Lederer, T.; Cernik, M.; Agarwal, S. (2019). Películas de nanocompuestos de goma de árbol y óxido de grafeno como barreras de gas = Tree gum-graphene oxide nanocomposite films as gas barriers. *ACS Applied Nano Materials*, 3(1), pp. 633-640. <https://doi.org/10.1021/acsanm.9b02166>
 31. Wang, H.; Qian, J.; Ding, F. (2018). Películas emergentes a base de quitosano para aplicaciones de envasado de alimentos = Emerging chitosan-based films for food packaging applications. *Journal of agricultural and food chemistry*, 66(2), pp. 395-413. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.7b04528>
 32. Wang, X.; Liu, Z.; Ye, X.; Hu, K.; Zhong, H.; Yuan, X.; Guo, Z. (2015). Un método sencillo en un solo recipiente para dos tipos de hidrogeles a base de óxido de grafeno con propiedades antimicrobianas de amplio espectro. *Revista de ingeniería química*, 260, pp. 331-337. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2014.08.102>
 33. Yu, J.; Ruengkajorn, K.; Crivoi, D.G.; Chen, C.; Buffet, J.C.; O'Hare, D. (2019). Recubrimiento de alta barrera a los gases que utiliza dispersiones de nano hojas no tóxicas para películas de envasado de alimentos flexibles

= High gas barrier coating using non-toxic nanosheet dispersions for flexible food packaging film. Nature communications, 10(1), pp. 1-8. <https://doi.org/10.1038/s41467-019-10362-2>