



La goma de tara (*Caesalpinia spinosa*): Un polisacárido con gran potencial en la industria alimentaria y farmacéutica

Tara gum (*Caesalpinia spinosa*): A polysaccharide with great potential in the food and pharmaceutical industry

Joselin Paucarchuco-Soto¹

¹ Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma. Ciudad Universitaria, Carretera La Florida, Cochayoc km 2, Huancucro N° 2092 Acobamba, Tarma, Perú.

* Autor correspondiente: 71083073@unaat.edu.pe (J. Paucarchuco-Soto).

ORCID de los autores

J. Paucarchuco-Soto: <https://orcid.org/0000-0002-1424-1249>

RESUMEN

En lugar de materiales sintéticos o derivados del petróleo, la investigación actual en las industrias alimentaria y farmacéutica se ha centrado en el desarrollo de materiales biodegradables y sostenibles, debido a su baja toxicidad y biocompatibilidad. En ese contexto, la goma de tara que es un polisacárido natural soluble en agua y con grupos hidroxilos fácilmente modificables se está utilizando ampliamente en el desarrollo de fármacos y como aditivo de grado alimenticio para la formulación de geles, películas y recubrimientos comestibles. En la presente revisión sistemática, se analiza la información disponible en las bases de datos Scopus, Scielo y Science Direct, siguiendo la directriz PRISMA. Los resultados del análisis bibliométrico, mostraron que los polisacáridos de la goma de tara se pueden aplicar en el envasado de alimentos sensibles al pH y en la formulación de fármacos con propiedades biocompatibles. La naturaleza no tóxica y las propiedades reológicas pseudoplásticas, así como el comportamiento sinérgico de la goma de tara con otros polisacáridos hacen que este aditivo se pueda aplicar en diversos campos industriales como la alimentaria, cosmética, textil y farmacéutica. Varios estudios que modifican las propiedades de la goma de tara sugieren que este polisacárido puede aplicarse como estabilizador, espesante y biocontrolador del deterioro en los alimentos.

Palabras clave: goma de tara; polisacárido; biodegradable; bioactividades; biocompatibilidad.

ABSTRACT

Instead of synthetic or petroleum-derived materials, current research in the food and pharmaceutical industries has focused on the development of biodegradable and sustainable materials, due to their low toxicity and biocompatibility. In this context, tara gum, a natural water-soluble polysaccharide with easily modifiable hydroxyl groups, is being widely used in drug development and as a food-grade additive for the formulation of edible gels, films and coatings. This systematic review analyses the information available in the Scopus, Scielo and Science Direct databases, following the PRISMA guideline. The results of the bibliometric analysis showed that tara gum polysaccharides can be applied in the packaging of pH-sensitive foods and in the formulation of drugs with biocompatible properties. The non-toxic nature and pseudoplastic rheological properties, as well as the synergistic behavior of tara gum with other polysaccharides make this additive applicable in various industrial fields such as food, cosmetics, textiles and pharmaceuticals. Several studies that modify the properties of tara gum suggest that this polysaccharide can be applied as a stabilizer, thickener, and biocontroller of deterioration in food.

Keywords: tara gum; polysaccharide; biodegradability; bioactivities; biocompatibility.

Recibido: 17-04-2025.

Aceptado: 09-06-2025.



Esta obra está publicada bajo la licencia [CC BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

INTRODUCCIÓN

El uso excesivo de plásticos sintéticos en diversas industrias ha resultado en una grave carga de contaminación ambiental debido a su no biodegradabilidad (Ma & Wang, 2016). Por ello, la biodegradabilidad y la renovabilidad son consideraciones importantes para el uso respetuoso de los polímeros con el medio ambiente. En la actualidad, la biodegradabilidad, la disponibilidad y la biocompatibilidad de los polímeros de origen natural han atraído la atención de la comunidad científica en varios campos de investigación (Mukherjee et al., 2023; Pushpamalar et al., 2016). Estos materiales de embalaje ecológicos basados en polisacáridos naturales han contribuido entre 5% y 10% (aproximadamente 50 mil t) al mercado de plásticos en Europa (Mohammadi et al., 2011; Siracusa et al., 2008).

En particular, los polisacáridos se han empleado en diversos campos, incluida la formulación de fármacos (Damiri et al., 2023), la eliminación de colorantes y metales pesados tóxicos (Sahdev et al., 2022; Sudirgo et al., 2023) y envases de alimentos

(Qi et al., 2023; Raj et al., 2021). Sin embargo, las solubilidades limitadas y la corta vida útil de los polisacáridos restringen su uso en diversas aplicaciones (Raj et al., 2020; Zhu et al., 2019). Para resolver este problema, se han empleado varias modificaciones selectivas de grupos funcionales de sus cadenas principales poliméricas para alterar sus propiedades fisicoquímicas y adaptar sus bioactividades (da Silva et al., 2024; Shen et al., 2018).

En ese contexto, la goma de tara surge como alternativa sostenible para la industria debido a que es un polisacárido soluble en agua y con buenas propiedades reológicas pseudoplásticas. Este aditivo se obtiene moliendo el endospermo de las semillas del árbol de tara (*Caesalpinia spinosa*) (Figura 1), el cual contiene un polisacárido llamado galactomanano. Este polisacárido se utiliza ampliamente en la producción comercial de recubrimientos y películas comestibles debido a su biodegradabilidad y comestibilidad (Antoniou et al., 2014).

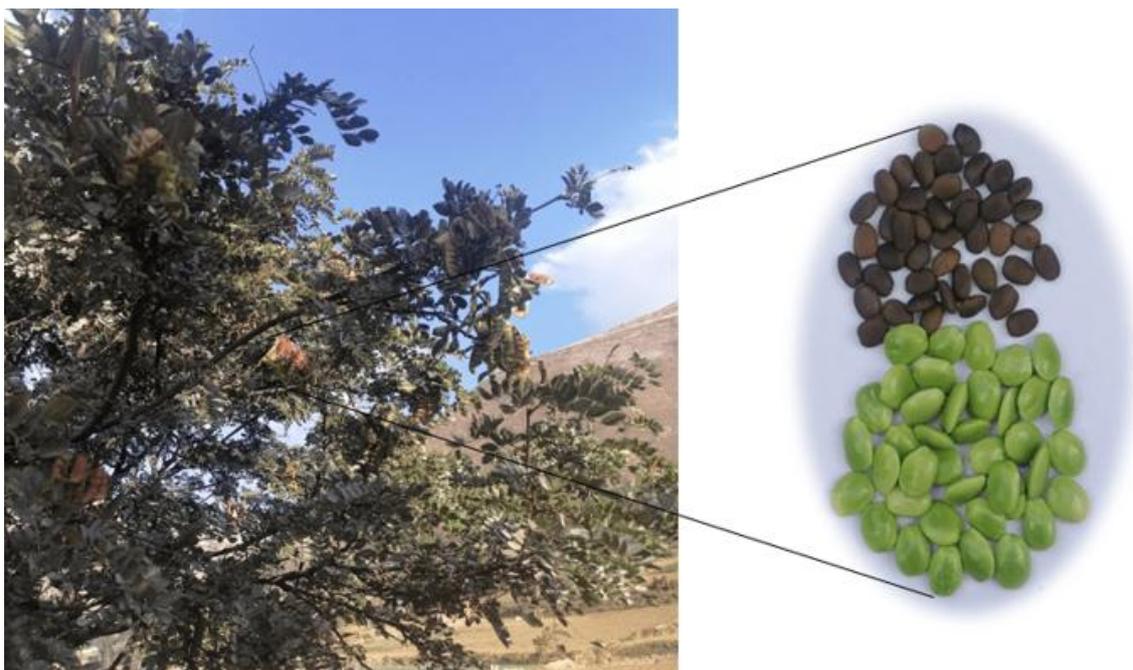


Figura 1. Árbol y semillas de tara (*Caesalpinia spinosa*).

METODOLOGÍA

Estrategia de búsqueda

La información para el desarrollo del estudio se recopiló en octubre del año 2024 bajo las directrices de la declaración PRISMA, el cual asegura una correcta revisión sistemática. En tabla 1 se visualiza la ecuación de búsqueda utilizada en la revisión sistemática, siendo las bases de datos consultadas Scopus, Science Direct y Scielo.

Selección y extracción de información

La ecuación de búsqueda permitió recopilar información de 42 artículos científicos, los cuales contribuyeron a la fundamentación teórica. En la Figura 2 se detalla el proceso de selección de los artículos, mediante un diagrama de flujo.

Tabla 1
Ecuación de búsqueda

Base de datos digitales	Keywords	Nº de artículos
Scopus Science Direct SciELO	TITLE-ABS-KEY (Caesalpinia spinosa) TITLE-ABS-KEY (tara AND gum) TITLE-ABS-KEY (polysaccharide AND applications) TITLE-ABS-KEY (galactomannan AND biodegradability) TITLE-ABS-KEY (renewability AND biocompatibility) TITLE-ABS-KEY (food AND pharmaceutical)	166

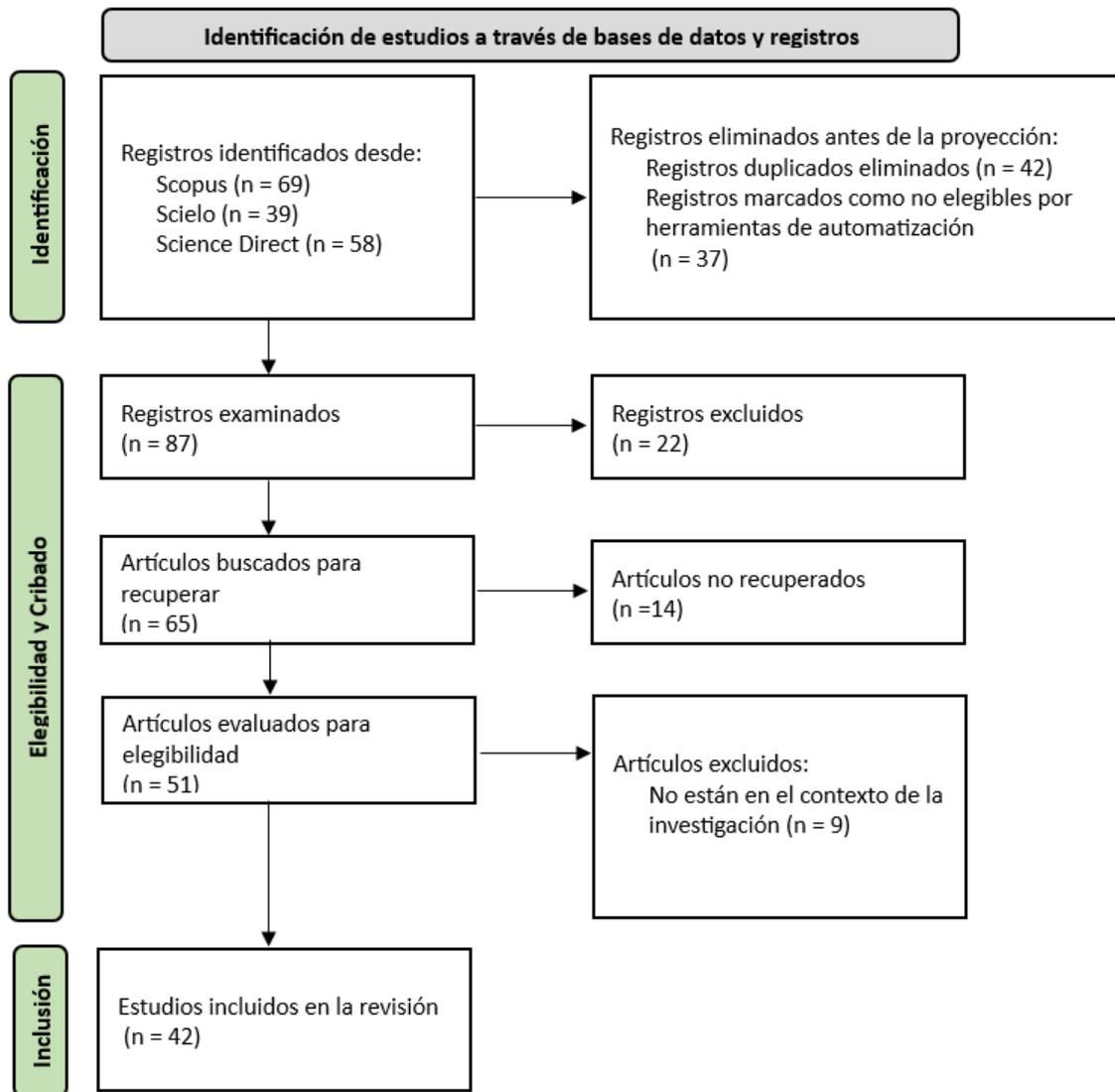


Figura 2. Proceso de selección de artículos empleando la metodología PRISMA

Análisis de co-ocurrencia de las palabras claves

El software VOSviewer permitió identificar de manera automática las palabras clave más usadas en los 42 estudios incluidos mediante la visualización de nodos. Los nodos más grandes

representan mayor frecuencia de las palabras, mientras que los vínculos entre ellos reflejan la fuerza de relación; una línea más gruesa indica un vínculo más fuerte entre las palabras.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis cualitativo y extracción de datos

Las palabras claves empleadas en la búsqueda de información permitieron encontrar un total de 166

documentos. Una vez identificadas todas las publicaciones, se realizó una preselección considerando el tema de aplicaciones de la goma de

Las películas comestibles de goma de tara presentan una buena resistencia al agua y una baja permeabilidad al vapor (Ma et al., 2016). Además, se han investigado las propiedades antibacterianas, fisicoquímicas y de barrera térmica de las películas de goma de tara comestibles incorporadas con nanopartículas de quitosano (Antoniou et al., 2014). La goma de tara también se ha utilizado en aplicaciones farmacológicas, incluida la liberación controlada de vitamina D-3 y como mucoadhesivo (Sabale et al., 2017; Santos et al., 2021). La goma de tara se utiliza ampliamente en diversas formulaciones como estabilizador, coadyuvante de formulación y espesante. Desde el punto de vista de la toxicidad, la goma de tara se considera segura porque los estudios de alimentación en varios animales no han demostrado efectos adversos significativos a un nivel dietético del 5% (Mukherjee et al., 2023). Además, el comité científico de la alimentación de la Unión Europea y el comité mixto

FAO/OMS de expertos en aditivos alimentarios llevaron a cabo una reevaluación de la seguridad de la goma de tara como aditivo alimentario, concluyendo que este aditivo es seguro para la aplicación alimentaria (Mortensen et al., 2017).

En los últimos años, la goma de tara ha sido uno de los polisacáridos más estudiados para el desarrollo de materiales de envasado de alimentos (Tabla 2), donde se utiliza principalmente como espesante y estabilizador. Algunos estudios han demostrado que la permeabilidad al vapor de agua y la solubilidad en agua de las películas de tara se pueden reducir en un 22,7% y un 74,4%, respectivamente, cuando se dispersan nanopartículas de quitosano en las películas (Antoniou et al., 2014). Por lo tanto, las películas de goma de tara con nanoportadores de quitosano comestibles incorporados son una mejor alternativa que el quitosano simple para la industria del envasado de alimentos (Mandal et al., 2024) (Figura 4).

Tabla 2

Películas y recubrimientos comestibles a base de goma de tara

Composición	Tipo de producto	Aplicación	Efectos	Referencias
Goma de tara-ácido oleico	Película comestible	Envases de biopolímeros	Se mejoró la hidrofobicidad	(Ma, Hu, Wang, et al., 2016)
Goma de tara/alcohol polivinílico incorporado con curcumina	Película de matriz mezclada	Monitoreo del deterioro de los mariscos	Disminución de las propiedades de barrera de oxígeno, aumento de la humectabilidad de la superficie	(Ma, Du, & Wang, 2017)
Goma de tara incorporada con celulosa y extracto de cáscara de uva	Película de detección visual de pH	Monitoreo del deterioro de la leche	Cambio de color de rojo (pH bajo) a ligeramente verde (pH alto)	(Ma & Wang, 2016)
Goma de tara incorporada con quitosano a granel y nanopartículas de quitosano	Película comestible	Funcionalidad alimentaria mejorada	Solubilidad en agua y permeabilidad al vapor	(Antoniou et al., 2014)
Goma de tara/alcohol polivinílico	Mezcla de películas	Industria del embalaje en película	Disminución de la permeabilidad al oxígeno y al vapor de agua	(Ma, Du, Yang, et al., 2017)
Goma de tara/alcohol polivinílico, curcumina y glicerol	Mezcla de películas	Protección de los alimentos grasos	Aumento del efecto antioxidante	(Ma, Ren, & Wang, 2017)
Goma de tara con κ -carragenina o goma xantana	Geles	Agente gelificante en industrias alimentarias	Máxima resistencia del gel en la proporción y temperaturas de mezcla	(Wu et al., 2018)
Pectina metoxilada-goma de tara y elagitanino	Película comestible	Industrias alimentarias	Importante resistencia al agua y características mecánicas; efectos antioxidantes y antimicrobianos	(Y. Chen et al., 2020)
Goma de tara-celulosa	Película nanocompuesta	Envasado de alimentos	Resistencia a la tracción y módulo elástico mejorados	(Ma et al., 2016)
Goma de tara con manosa/galactosa	Películas flexibles	Envasado de alimentos	Alto módulo elástico y resistencia a la tracción	(Liu et al., 2020)
Goma de tara con curcumina	Mezcla de películas	Protección a corto plazo de los alimentos contra la oxidación	Actividades contra <i>E. coli</i> y <i>S. aureus</i>	(Ma et al., 2018)
Cáscara de <i>Vitis amurensis</i> , goma de tara/matriz de celulosa	Película inteligente	Monitoreo del deterioro del pescado	El color cambió de rosa (pH 3) a verde amarillento (pH 7)	(Ma, Ren, Gu, et al., 2017)

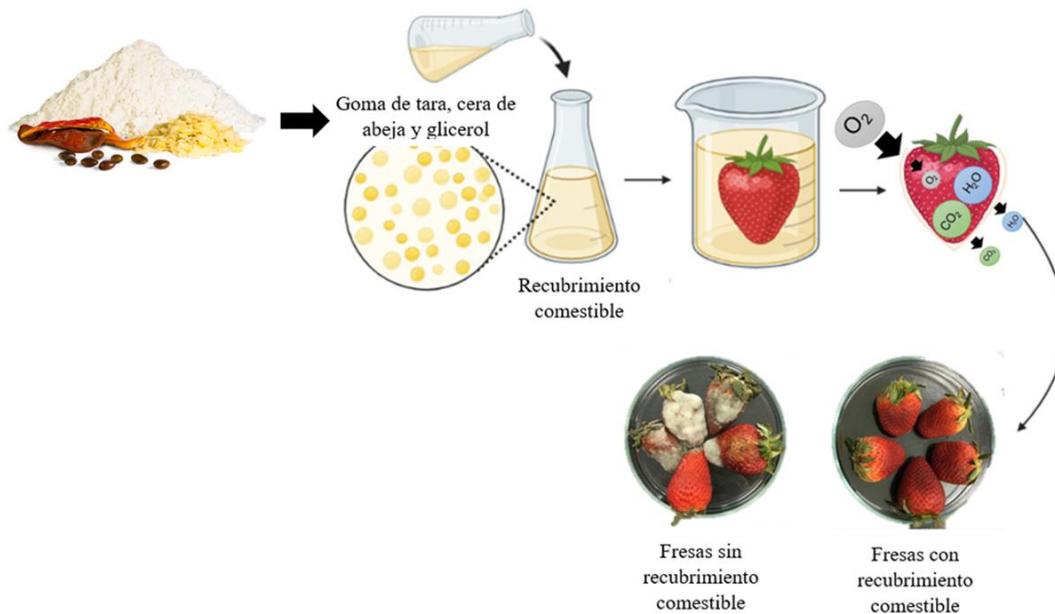


Figura 4. Formulación de recubrimiento comestible a base de goma de tara.

En un estudio realizado por Ligarda-Samanez et al., (2022), se utilizaron matrices de goma de tara y almidón de papa nativo para encapsular eritrocitos extraídos de la sangre de *Cavia porcellus*. Se obtuvo un alto contenido de hierro cuando los eritrocitos de *C. porcellus* se secaron por aspersión a 140 °C, y la matriz resultante exhibió una alta biodisponibilidad y un alto porcentaje de liberación de hierro (88,45%–94,71%) durante los experimentos *in vitro*. De manera similar, se encapsuló una gran cantidad (20% p/v) de hierro de los eritrocitos de sangre porcina utilizando una mezcla optimizada de goma de tara y almidón de papa nativo (5%, 10% y 20% p/v) como material de recubrimiento (Ligarda-Samanez et al., 2022; Soto et al., 2023). Estos estudios sugieren que una formulación de matriz que contiene goma de tara podría utilizarse como ingrediente en la fortificación de productos alimenticios para combatir la anemia por deficiencia de hierro en varios países en desarrollo.

Por otra parte, se prepararon nuevas películas de envasado utilizando mezclas compuestas de almidón de arroz, goma de tara y pectina. Las películas producidas mostraron propiedades competitivas con respecto a la elongación, la permeabilidad al vapor de agua y la solubilidad, la tensión de tracción y mostraron una estructura uniforme y adecuada para envasar productos alimenticios (Quequezana et al., 2023; Yeomans & Boakes, 2016).

En otro trabajo, los fitoquímicos reactivos de la goma de tara y las aguas residuales del molino de aceitunas se conjugaron mediante métodos de conjugación polimérica y se utilizaron para producir pudín enriquecido con antioxidantes (Spizzirri et al., 2022). La toxicidad *in vitro* contra fibroblastos 3T3 y células Caco-2 confirmó que los polímeros eran seguros en concentraciones dietéticas. Los conjugados poliméricos preparados exhibieron una gama considerable de propiedades antioxidantes cuando se usaron como agentes

espesantes para preparar pudines a base de puré de pera. La alta consistencia y las propiedades antioxidantes de las películas durante 28 días se confirmaron en alimentos a base de leche, lo que sugiere que el material polimérico conjugado es una fuente atractiva de alimentos funcionales (Huamaní-Meléndez et al., 2021; Spizzirri et al., 2022).

Aplicaciones farmacéuticas de la goma de tara

Los polisacáridos naturales se han utilizado y desarrollado ampliamente para aplicaciones en fármacos debido a su biocompatibilidad, rentabilidad, seguridad, biodegradabilidad y presencia de grupos activos fácilmente modificables (Chi et al., 2018). Sin embargo, las desventajas de utilizar polisacáridos naturales incluyen propiedades reológicas deficientes y susceptibilidad al crecimiento microbiano. Para abordar estos problemas, se han realizado varias modificaciones sintéticas, como el injerto y la reticulación (Abd et al., 2012), sistemas de redes intraperitoneales (Santos et al., 2019), aminación y sulfonación (Qin et al., 2020). En particular, la goma de tara se utiliza ampliamente en la industria farmacéutica debido a sus favorables propiedades emulsionantes y espesantes. Los materiales poliméricos de goma de tara modificados han mostrado un potencial notable en el diseño de sistemas de administración de fármacos con biocompatibilidad y estabilidad mejoradas (Fierro et al., 2024).

En una investigación desarrollada por Chi et al., (2018), se evaluó la actividad antibacteriana de los materiales modificados con goma de tara contra *S. aureus* y *E. coli*. En ese estudio, el polisacárido de goma de tara injertado exhibió un anillo bacteriostático de 2,4 cm para ambas bacterias. Curiosamente, se demostró que la actividad antibacteriana del material polimérico modificado aumentaba con la adición de AgNO_3 (Askari et al., 2024).

En otro estudio, se analizó la liberación controlada de vitamina D-3 a partir de un complejo de goma carboximetil tara-lactoferrina (Dai et al., 2023; Santos et al., 2021). La condición óptima para la formación del complejo coacervado entre la goma de tara modificada y la lactoferrina fue pH 4,0. Luego, se demostró que la eficiencia de atrapamiento del fármaco era más alta cuando la concentración total de biopolímero era del 1 %, y la relación núcleo-pared era 1:3, lo que sugiere que esta cantidad de biopolímero era adecuada para encapsular la vitamina D-3. Sin embargo, una relación de biopolímero de 1:1 exhibió una eficiencia de atrapamiento menor, lo que indica una cantidad insuficiente de biopolímero para la encapsulación. Luego se estimó la liberación de vitamina D-3 en el intestino, con una bioaccesibilidad del 35%. Por lo tanto, el complejo biopolimérico sintetizado es adecuado para controlar la lipofiliencia y la estabilidad de compuestos bioactivos lipofílicos como la vitamina D-3. Por otro lado, se informó sobre nanopartículas de oro biogénicas que utilizan goma de tara con quercetina como estabilizador, y una investigación adicional reveló los potentes efectos antiagregantes e inhibidores de la fibrilación contra la lisozima amiloidogénica de clara de huevo de gallina. Las actividades antirradicales y la citocompatibilidad con las células de fibroblastos L929 de ratón respaldaron firmemente que las nanopartículas estabilizadas con goma de tara están bien dispersas y son altamente estables a temperatura ambiente. Por lo tanto, estos hallazgos propusieron el uso de estas nanopartículas para el plegamiento incorrecto o la desagregación de proteínas debido a sus propiedades antiamiloidogénicas (Chen et al., 2021; Dursun & Yalcin, 2021; Eze et al., 2023).

La goma de tara también se ha utilizado para preparar un hidrogel superabsorbente semi-IPN con poliuretano-7, y se investigaron sus propiedades antibacterianas (Shen et al., 2018). En este estudio, se injertó goma de tara con ácido acrílico, seguido de la adición de poliuretano-7 en presencia de KPS y MBA. El hidrogel preparado mostró una relación de hinchamiento considerable de 712 g/g, y se demostró que su actividad biológica contra *S. aureus* y *E. coli* aumentaba con el aumento del contenido de poliuretano-7. En particular, el efecto inhibitorio fue más fuerte contra *S. aureus* que contra *E. coli* debido a la capa de lipopolisacárido más gruesa de *E. coli* en comparación con *S. aureus* (Moscoso-Moscoso et al., 2024; Shen et al., 2018). Por lo tanto, el hidrogel antibacteriano preparado en su forma original es una alternativa potencial a los compuestos que se utilizan actualmente en cosmética y en situaciones de salud pública. En otro informe (Eze et al., 2022), prepararon un nanocompuesto híbrido de nanoesferas de plata fenólicas de goma de tara y arroz. Los autores revelaron que la formulación preparada es biocompatible con L929 de ratón y eritrocitos de rata. Además, mejoró la barrera de luz y las propiedades antioxidantes y antitiroxina. También, la formulación preparada mostró tremendas

actividades antibacterianas contra *S. aureus* y *S. epidermidis* a una concentración de MIC de 12,5 µg/mL (Eze et al., 2022; Pérez-Córdoba et al., 2024).

Se desarrolló un sistema de doble emulsión para la administración de hierro con el fin de mejorar la bioaccesibilidad del hierro tanto en bebés como en adultos (Barbosa & Garcia-Rojas, 2022). Aquí, el hierro se encapsuló en una emulsión doble de agua en aceite (W/O/W) con polirricinoleato de poliglicerol como agente emulsionante y goma de tara y sacarosa como agentes espesantes y osmóticos activos, respectivamente. La formulación se optimizó y un sistema que contenía 12% de proteína de suero, 2% de sacarosa y 0,8% de goma de tara mostró una alta eficiencia de encapsulación de 96,95 ± 1,0 %, junto con una buena estabilidad hasta por 7 días. Además, *in vitro*, las simulaciones gastrointestinales indicaron una alta bioaccesibilidad, con valores de liberación de hierro de 49,54 ± 5,50 % y 39,71 ± 2,33 % para adultos y bebés, respectivamente. Por lo tanto, el sistema de doble emulsión preparado tal como está es una alternativa potencial para su uso en formulaciones líquidas fortificadas con hierro (Barbosa & Garcia-Rojas, 2022; Ibieta et al., 2023).

En otro informe, se realizó un estudio comparativo entre la goma arábica y la goma de tara con complejos de proteína de guisante y goma tragacanto para la liberación controlada de α -tocoferol (Raj & Dash, 2022). Los complejos preparados en su forma original mostraron un comportamiento gastroprotector interesante en los medios de digestión simulados. Además, la formación de microcápsulas del complejo mostró una liberación de α -tocoferol dependiente del pH, lo que demuestra la idoneidad de este sistema para la administración de fármacos dependiente del pH (Raj & Dash, 2022; Vicariotto et al., 2014).

Las características mucoadhesivas y de liberación controlada de la pulpa de yaca, la flor de caléndula y las semillas de tara en formulaciones a base de goma de tara han sido informadas por (Sabale et al., 2017). Un estudio preliminar sobre la cinética de liberación del fármaco mostró que los comprimidos que contenían mucílago natural y goma poseían una liberación prolongada del fármaco en comparación con el carbopol y el methocel. Los comprimidos mucoadhesivos optimizados (19,85 mg de pulpa de yaca, 19,52 mg de flor de caléndula y 15,0 mg de semillas de tara) exhibieron una liberación del fármaco del 53,58 ± 0,04 % durante 8 h. Para la formulación con flor de caléndula, un aumento en la cantidad de semilla de tara de 15 a 30 mg proporcionó un aumento en la fuerza mucoadhesiva de 42,71 ± 0,49 g a 42,98 ± 0,09. Además, la formulación optimizada exhibió una disolución similar a la de la formulación comercializada, mientras que los comprimidos preparados tal como estaban exhibieron una mejor biodisponibilidad absoluta *in vivo* (71,26 %). Por lo tanto, el complejo de semilla de tara que contiene pulpa de yaca y flor de caléndula es un material adecuado para la administración controlada de fármacos por vía bucal (Del Piano et al., 2014; Drago et al., 2014; Sabale et al., 2017).

CONCLUSIONES

Las investigaciones realizadas a los polisacáridos de goma de tara, demuestran que este aditivo es un biopolímero importante para el envasado de alimentos y la formulación de productos farmacéuticos. Como biopolímero de origen vegetal, la goma de tara, entre otros polisacáridos, se puede ampliar fácilmente a nivel industrial. Además, su fácil modificación química y sus características únicas, que incluyen biocompatibilidad, biodegradabilidad, ausencia de color y olor y no carcinogenicidad, la convierten en un biopolisacárido deseable para aplicaciones de envasado y conservación de alimentos.

La goma de tara se puede utilizar para fabricar películas comestibles para productos alimenticios, debido a su estructura química y compatibilidad con otros polisacáridos. Las películas con goma de tara incorporada son útiles para controlar el deterioro de los productos lácteos y del pescado debido a su sensibilidad al pH. Además, las aplicaciones de formulación de fármacos que utilizan matrices ancladas con goma de tara, por

ejemplo, para la incorporación de vitaminas y hierro, han demostrado propiedades de liberación sostenida mejoradas a varios valores de pH. Por lo tanto, las características de fácil modificación química de la goma de tara han inspirado a la comunidad científica a extender sus aplicaciones a una amplia gama de campos dentro de las industrias alimentaria y farmacéutica.

Por ello, se recomienda orientar futuras investigaciones hacia la síntesis de derivados funcionalizados mediante modificaciones químicas con agentes naturales, que potencien sus propiedades antioxidantes y antimicrobianas. Asimismo, se sugiere profundizar en el estudio de sus interacciones con compuestos bioactivos, como flavonoides, péptidos y probióticos, con el fin de mejorar su estabilidad y biodisponibilidad. Finalmente, resulta prometedor explorar su aplicación como agente estructurante en tecnologías emergentes como la impresión 3D, tanto para el desarrollo de alimentos funcionales personalizados como para la fabricación de fármacos de liberación controlada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abd Alla, S. G., Sen, M., & El-Naggar, A. W. M. (2012). Swelling and mechanical properties of superabsorbent hydrogels based on Tara gum/acrylic acid synthesized by gamma radiation. *Carbohydrate Polymers*, 89(2), 478-485. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2012.03.031>
- Antoniou, J., Liu, F., Majeed, H., Qazi, H. J., & Zhong, F. (2014). Physicochemical and thermomechanical characterization of tara gum edible films: Effect of polyols as plasticizers. *Carbohydrate Polymers*, 111, 359-365. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2014.04.005>
- Askari, V. R., Fadaei, M. S., Dabbaghi, M. M., Fadaei, M. R., & Baradaran Rahimi, V. (2024). Ionotropical cross-linked carboxymethylated gums-based systems in drug delivery. *Ionotropic Cross-Linking of Biopolymers: Applications in Drug Delivery*, 245-274. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-96116-5.00022-3>
- Ba, J., Jin, L. Q., & Yao, W. R. (2013). Chemical Structure and Rheological Properties of Tara Polysaccharide Gum. *Advanced Materials Research*, 821-822, 986-989. <https://doi.org/10.4028/WWW.SCIENTIFIC.NET/AMR.821-822.986>
- Barbosa, B. S. T., & Garcia-Rojas, E. E. (2022). Double emulsions as delivery systems for iron: Stability kinetics and improved bioaccessibility in infants and adults. *Current Research in Food Science*, 5, 718-725. <https://doi.org/10.1016/j.crf.2022.04.003>
- Carpentier, J., Conforto, E., Chaigneau, C., Vendeville, J. E., & Maugard, T. (2022). Microencapsulation and controlled release of α -tocopherol by complex coacervation between pea protein and tragacanth gum: A comparative study with arabic and tara gums. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 77, 102951. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2022.102951>
- Chen, X., Sun-Waterhouse, D., Yao, W., Li, X., Zhao, M., & You, L. (2021). Free radical-mediated degradation of polysaccharides: Mechanism of free radical formation and degradation, influence factors and product properties. *Food Chemistry*, 365, 130524. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.130524>
- Chen, Y., Xu, L., Wang, Y., Chen, Z., Zhang, M., & Chen, H. (2020). Characterization and functional properties of a pectin/tara gum based edible film with ellagitannins from the unripe fruits of *Rubus chingii* Hu. *Food Chemistry*, 325, 126964. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126964>
- Chi, M., Liu, C., Shen, J., Dong, Z., Yang, Z., & Wang, L. (2018). Antibacterial Superabsorbent Polymers from Tara Gum Grafted Poly(Acrylic acid) Embedded Silver Particles. *Polymers* 2018, Vol. 10, Page 945, 10(9), 945. <https://doi.org/10.3390/POLYM10090945>
- da Silva Soares, B., Constantino, A. B. T., & Garcia-Rojas, E. E. (2024). Microencapsulation of curcumin by complex coacervation of lactoferrin and carboxymethyl tara gum for incorporation into edible films. *Food Hydrocolloids for Health*, 5, 100178. <https://doi.org/10.1016/j.fhh.2024.100178>
- Dai, L., Wang, T., Liu, Y., Lan, Y., Ji, L., Jiang, J., & Li, P. (2023). Fluorescence probe technique for determining the hydrophobic interactions and critical aggregation concentrations of *Gleditsia microphylla* gum, circular *Gleditsia sinensis* gum, and tara gum. *International Journal of Biological Macromolecules*, 247, 125707. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2023.125707>
- Damiri, F., Rojekar, S., Bachra, Y., Varma, R. S., Andra, S., Balu, S., Pardeshi, C. V., Patel, P. J., Patel, H. M., Paiva-Santos, A. C., Berrada, M., & García, M. C. (2023). Polysaccharide-based nanogels for biomedical applications: A comprehensive review. *Journal of Drug Delivery Science and Technology*, 84, 104447. <https://doi.org/10.1016/j.jddst.2023.104447>
- Del Piano, M., Balzarini, M., Carmagnola, S., Pagliarulo, M., Tari, R., Nicola, S., Deidda, F., & Pane, M. (2014). Assessment of the capability of a gelling complex made of tara gum and the exopolysaccharides produced by the microorganism *Streptococcus thermophilus* ST10 to prospectively restore the gut physiological barrier: A pilot study. *Journal of Clinical Gastroenterology*, 48, S56-S61. <https://doi.org/10.1097/MCG.0000000000000254>
- Desai, S., Prajapati, V., & Chandarana, C. (2022). *Chemistry, Biological Activities, and Uses of Tara Gum*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-76523-1_11-2
- Drago, L., De Vecchi, E., Toscano, M., Vassena, C., Altomare, G., & Pigatto, P. (2014). Treatment of atopic dermatitis eczema with a high concentration of *Lactobacillus salivarius* LS01 associated with an innovative gelling complex a pilot study on adults. *Journal of Clinical Gastroenterology*, 48, S47-S51. <https://doi.org/10.1097/MCG.0000000000000249>
- Dursun Capar, T., & Yalcin, H. (2021). Protein/polysaccharide conjugation via Maillard reactions in an aqueous media: Impact of protein type, reaction time and temperature. *LWT*, 152, 112252. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112252>
- Eze, F. N., Eze, R. C., & Ovatlarnporn, C. (2023). Insights into the remarkable attenuation of hen egg white lysozyme amyloid fibril formation mediated by biogenic gold nanoparticles stabilized by quercetin-functionalized tara gum. *International Journal of Biological Macromolecules*, 232, 123044. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2022.12.263>
- Eze, F. N., Ovatlarnporn, C., Jayeoye, T. J., Nalinbenjapun, S., & Sripetthong, S. (2022). One-pot biofabrication and characterization of Tara gum/Riceberry phenolics-silver nanogel: A cytocompatible and green nanopatform with multifaceted biological applications. *International Journal of Biological Macromolecules*, 206, 521-533. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2022.02.140>

- Fierro, O., Siano, F., Bianco, M., Vasca, E., & Picariello, G. (2024). Comprehensive molecular level characterization of protein- and polyphenol-rich tara (*Caesalpinia spinosa*) seed germ flour suggests novel hypothesis about possible accidental hazards. *Food Research International*, 181, 114119. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2024.114119>
- Ghosh, T., Borkotoky, S. S., & Katiyar, V. (2019). Green Composites Based on Aliphatic and Aromatic Polyester: Opportunities and Application. *Materials Horizons: From Nature to Nanomaterials*, 249-275. https://doi.org/10.1007/978-981-32-9804-0_12
- Ghosh, T., & Katiyar, V. (2021). Edible Food Packaging: An Introduction. *Materials Horizons: From Nature to Nanomaterials*, 1-23. https://doi.org/10.1007/978-981-33-6169-0_1
- Göksel Saraç, M. (2023). Extraction, structural properties, and applications of tara gum. *Natural Gums: Extraction, Properties, and Applications*, 453-473. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-99468-2.00016-4>
- Huamani-Meléndez, V. J., Mauro, M. A., & Darros-Barbosa, R. (2021). Physicochemical and rheological properties of aqueous Tara gum solutions. *Food Hydrocolloids*, 111, 106195. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2020.106195>
- Ibieta, G., Bustos, A. S., Ortiz-Sempértegui, J., Linares-Pastén, J. A., & Peñarrieta, J. M. (2023). Molecular characterization of a galactomannan extracted from Tara (*Caesalpinia spinosa*) seeds. *Scientific Reports*, 13(1), 1-11. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-49149-3>
- Karaki, N., Aljawish, A., Humeau, C., Muniglia, L., & Jasniewski, J. (2016). Enzymatic modification of polysaccharides: Mechanisms, properties, and potential applications: A review. *Enzyme and Microbial Technology*, 90, 1-18. <https://doi.org/10.1016/j.enzmictec.2016.04.004>
- Li, S., Xiong, Q., Lai, X., Li, X., Wan, M., Zhang, J., Yan, Y., Cao, M., Lu, L., Guan, J., Zhang, D., & Lin, Y. (2016). Molecular Modification of Polysaccharides and Resulting Bioactivities. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 15(2), 237-250. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12161>
- Ligarda-Samanez, C. A., Moscoso-Moscoso, E., Choque-Quispe, D., Palomino-Rincón, H., Martínez-Huamán, E. L., Huamán-Carrión, M. L., Peralta-Guevara, D. E., Aroni-Huamán, J., Arévalo-Quijano, J. C., Palomino-Rincón, W., Cruz, G. D. la, Ramos-Pacheco, B. S., Muñoz-Saenz, J. C., & Muñoz-Melgarejo, M. (2022). Microencapsulation of Erythrocytes Extracted from *Cavia porcellus* Blood in Matrices of Tara Gum and Native Potato Starch. *Foods*, 11(14), 2107. <https://doi.org/10.3390/foods11142107>
- Liu, F., Chang, W., Chen, M., Xu, F., Ma, J., & Zhong, F. (2020). Film-forming properties of guar gum, tara gum and locust bean gum. *Food Hydrocolloids*, 98, 105007. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2019.03.028>
- Ma, Q., Cao, L., Liang, T., Li, J., Lucia, L. A., & Wang, L. (2018). Active Tara Gum/PVA Blend Films with Curcumin-Loaded CTAC Brush-TEMPO-Oxidized Cellulose Nanocrystals. *ACS Sustainable Chemistry and Engineering*, 6(7), 8926-8934. <https://doi.org/10.1021/acsuschemeng.8b01281>
- Ma, Q., Du, L., & Wang, L. (2017). Tara gum/polyvinyl alcohol-based colorimetric NH₃ indicator films incorporating curcumin for intelligent packaging. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 244, 759-766. <https://doi.org/10.1016/j.snb.2017.01.035>
- Ma, Q., Du, L., Yang, Y., & Wang, L. (2017). Rheology of film-forming solutions and physical properties of tara gum film reinforced with polyvinyl alcohol (PVA). *Food Hydrocolloids*, 63, 677-684. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2016.10.009>
- Ma, Q., Hu, D., Wang, H., & Wang, L. (2016). Tara gum edible film incorporated with oleic acid. *Food Hydrocolloids*, 56, 127-133. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2015.11.033>
- Ma, Q., Hu, D., & Wang, L. (2016). Preparation and physical properties of tara gum film reinforced with cellulose nanocrystals. *International Journal of Biological Macromolecules*, 86, 606-612. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2016.01.104>
- Ma, Q., Ren, Y., Gu, Z., & Wang, L. (2017). Developing an intelligent film containing *Vitis amurensis* husk extracts: The effects of pH value of the film-forming solution. *Journal of Cleaner Production*, 166, 851-859. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.08.099>
- Ma, Q., Ren, Y., & Wang, L. (2017). Investigation of antioxidant activity and release kinetics of curcumin from tara gum/ polyvinyl alcohol active film. *Food Hydrocolloids*, 70, 286-292. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2017.04.018>
- Ma, Q., & Wang, L. (2016). Preparation of a visual pH-sensing film based on tara gum incorporating cellulose and extracts from grape skins. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 235, 401-407. <https://doi.org/10.1016/j.snb.2016.05.107>
- Mandal, S., Chi, H., Moss, R. E., Dhital, P., Babatunde, E. O., Gurav, R., & Hwang, S. (2024). Seed gum-based polysaccharides hydrogels for sustainable agriculture: A review. *International Journal of Biological Macromolecules*, 263, 130339. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2024.130339>
- Martinelli, A., Giannini, L., & Branduardi, P. (2021). Enzymatic Modification of Cellulose To Unlock Its Exploitation in Advanced Materials. *ChemBioChem*, 22(6), 974-981. <https://doi.org/10.1002/CBIC.202000643>
- Mohammadi Nafchi, A., Cheng, L. H., & Karim, A. A. (2011). Effects of plasticizers on thermal properties and heat sealability of sago starch films. *Food Hydrocolloids*, 25(1), 56-60. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2010.05.005>
- Mortensen, A., Aguilar, F., Crebelli, R., Di Domenico, A., Frutos, M. J., Galtier, P., Gott, D., Gundert-Remy, U., Lambré, C., Leblanc, J., Lindtner, O., Moldeus, P., Mosesso, P., Oskarsson, A., Parent-Massin, D., Stankovic, I., Waalkens-Berendsen, I., Woutersen, R. A., Wright, M., ... Dusemund, B. (2017). Re-evaluation of tara gum (E 417) as a food additive. *EFSA Journal*, 15(6). <https://doi.org/10.2903/J.EFSA.2017.4863>
- Moscoso-Moscoso, E., Ligarda-Samanez, C. A., Choque-Quispe, D., Huamán-Carrión, M. L., Arévalo-Quijano, J. C., De la Cruz, G., Luciano-Alipio, R., Calsina Ponce, W. C., Sucari-León, R., Quispe-Quezada, U. R., & Calderón Huamán, D. F. (2024). Preliminary Assessment of Tara Gum as a Wall Material: Physicochemical, Structural, Thermal, and Rheological Analyses of Different Drying Methods. *Polymers*, 16, 838. <https://doi.org/10.3390/POLYM16060838>
- Mukherjee, K., Dutta, P., Badwaik, H. R., Saha, A., Das, A., & Giri, T. K. (2023). Food industry applications of Tara gum and its modified forms. *Food Hydrocolloids for Health*, 3, 100107. <https://doi.org/10.1016/j.fhh.2022.100107>
- Mukherjee, K., Roy, S., & Giri, T. K. (2023). Effect of intragranular/extragranular tara gum on sustained gastrointestinal drug delivery from semi-IPN hydrogel matrices. *International Journal of Biological Macromolecules*, 253, 127176. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2023.127176>
- Nisar, S., Pandit, A. H., Nadeem, M., Pandit, A. H., Rizvi, M. M. A., & Rattan, S. (2021). γ -Radiation induced L-glutamic acid grafted highly porous, pH-responsive chitosan hydrogel beads: A smart and biocompatible vehicle for controlled anti-cancer drug delivery. *International Journal of Biological Macromolecules*, 182, 37-50. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2021.03.134>
- Pérez-Córdoba, L. J., Galecio-Rojas, M., Peña-Carrasco, F., Ibarz, A., Velez-moro-Sánchez, C., & Martínez-Tapia, P. (2024). Effect of ultraviolet-irradiation on the physicochemical and disintegrability properties of nanocomposite tunta starch:tara gum films reinforced with starch nanocrystals. *Polymer-Plastics Technology and Materials*, 63(3), 299-311. <https://doi.org/10.1080/25740881.2023.2285828>
- Priyadarsini, M., & Biswal, T. (2021). Green synthesis, swelling behaviour and orthopaedic application of polysaccharide based hydrogel. *Indian Journal of Chemical Technology (IJCT)*, 27(6), 515-520. <https://doi.org/10.56042/IJCTV27I6.27763>
- Pushpamalar, J., Veeramachineni, A. K., Owh, C., & Loh, X. J. (2016). Biodegradable Polysaccharides for Controlled Drug Delivery. *ChemPlusChem*, 81(6), 504-514. <https://doi.org/10.1002/PLUJ.201600112>
- Qi, X., Zhang, Y., Yu, H., & Xie, J. (2023). Research on the Properties of Polysaccharides, Starch, Protein, Pectin, and Fibre in Food Processing. *Foods*, 12(2), 249. <https://doi.org/10.3390/foods12020249>
- Qin, X., Li, R., Zhu, S., Hu, J., Zeng, X., Zhang, X., Xu, H., Kong, W., Liang, J., Zhang, H., Zhang, J., & Wang, J. (2020). A comparative study of sulfated tara gum: RSM optimization and structural characterization. *International Journal of Biological Macromolecules*, 150, 189-199. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.02.031>
- Quequezana Bedregal, M., Medrano de Jara, E., Palza Cordero, H., & Miranda Zanardi, L. (2023). Development and characterization of novel packaging films from composite mixtures of rice-starch, tara gum and pectin. *Journal of Food Science and Technology*, 60(3), 1153-1162. <https://doi.org/10.1007/S13197-023-05669-4/METRICS>
- Raj, G. V. S. B., & Dash, K. K. (2022). Microencapsulation of Dragon Fruit Peel Extract by Freeze-Drying Using Hydrocolloids: Optimization by Hybrid Artificial Neural Network and Genetic Algorithm. *Food and Bioprocess Technology*, 15(9), 2035-2049. <https://doi.org/10.1007/S11947-022-02867-4/METRICS>
- Raj, V., Lee, J. H., Shim, J. J., & Lee, J. (2021). Recent findings and future directions of grafted gum karaya polysaccharides and their various applications: A review. *Carbohydrate Polymers*, 258, 117687. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2021.117687>
- Raj, V., Shim, J. J., & Lee, J. (2020). Grafting modification of okra mucilage: Recent findings, applications, and future directions. *Carbohydrate Polymers*, 246, 116653. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2020.116653>
- Ramos, F., & Hernández, I. (2020). Synergic Effects on the Viscosity of Sodium Carboxymethylcellulose in Mixtures with Xanthan, Guar

- and Tara Gum. *Springer Proceedings in Materials*, 113-117. https://doi.org/10.1007/978-3-030-27701-7_24
- Sabale, V., Paranjape, A., Patel, V., & Sabale, P. (2017). Characterization of natural polymers from jackfruit pulp, calendula flowers and tara seeds as mucoadhesive and controlled release components in buccal tablets. *International Journal of Biological Macromolecules*, 95, 321-330. <https://doi.org/10.1016/j.IJBIOMAC.2016.11.078>
- Sahdev, A. K., Raorane, C. J., Shastri, D., Raj, V., Singh, A., & Kim, S. C. (2022). Update on modified chitosan frameworks and their applications for food, wastewater, toxic heavy metals, dyes treatment and cancer drug delivery. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 10(6), 108656. <https://doi.org/10.1016/j.JECE.2022.108656>
- Santos, M. B., dos Santos, C. H. C., de Carvalho, M. G., de Carvalho, C. W. P., & Garcia-Rojas, E. E. (2019). Physicochemical, thermal and rheological properties of synthesized carboxymethyl tara gum (*Caesalpinia spinosa*). *International Journal of Biological Macromolecules*, 134, 595-603. <https://doi.org/10.1016/j.IJBIOMAC.2019.05.025>
- Santos, M. B., Geraldo de Carvalho, M., & Garcia-Rojas, E. E. (2021). Carboxymethyl tara gum-lactoferrin complex coacervates as carriers for vitamin D3: Encapsulation and controlled release. *Food Hydrocolloids*, 112, 106347. <https://doi.org/10.1016/j.FOODHYD.2020.106347>
- Shen, J., Li, B., Zhan, X., & Wang, L. (2018). A One Pot Method for Preparing an Antibacterial Superabsorbent Hydrogel with a Semi-IPN Structure Based on Tara Gum and Polyquaternium-7. *Polymers* 2018, Vol. 10, Page 696, 10(7), 696. <https://doi.org/10.3390/POLYM10070696>
- Siracusa, V., Rocculi, P., Romani, S., & Rosa, M. D. (2008). Biodegradable polymers for food packaging: a review. *Trends in Food Science & Technology*, 19(12), 634-643. <https://doi.org/10.1016/j.TIFS.2008.07.003>
- Soto, J. P., Santivañez, G. W. Q., Morales, K. R. M., & Victorio, J. P. E. (2023). Effect of edible coating based on potato peel starch (*solanum tuberosa*) Huasahuasina - Tarma on prolonging the shelf life of blackberry (*RUBUS ULMIFOLIUS*). *KANYÚ*, 1(2.Especial), 6-17. <https://doi.org/10.61210/KANYUV1I2.ESPECIAL.46>
- Spizzirri, U. G., Caputo, P., Oliviero Rossi, C., Crupi, P., Muraglia, M., Rago, V., Malivindi, R., Clodoveo, M. L., Restuccia, D., & Aiello, F. (2022). A Tara Gum/Olive Mill Wastewaters Phytochemicals Conjugate as a New Ingredient for the Formulation of an Antioxidant-Enriched Pudding. *Foods*, 11(2), 158. <https://doi.org/10.3390/FOODS11020158/S1>
- Sudirgo, M. M., Surya, R. A., Kristianto, H., Prasetyo, S., & Sugih, A. K. (2023). Application of xanthan gum as coagulant-aid for decolorization of synthetic Congo red wastewater. *Heliyon*, 9(4), e15011. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e15011>
- Urrútia, G., & Bonfill, X. (2010). Declaración PRISMA: una propuesta para mejorar la publicación de revisiones sistemáticas y metaanálisis. *Medicina Clínica*, 135(11), 507-511. <https://doi.org/10.1016/j.MEDCLI.2010.01.015>
- Vicariotto, F., Mogna, L., & Del Piano, M. (2014). Effectiveness of the two microorganisms *Lactobacillus fermentum* LF15 and *Lactobacillus plantarum* LP01, formulated in slow-release vaginal tablets, in women affected by bacterial vaginosis: A pilot study. *Journal of Clinical Gastroenterology*, 48, S106-S112. <https://doi.org/10.1097/MCG.0000000000000226>
- Wu, Y., Ding, W., & He, Q. (2018). The gelation properties of tara gum blended with κ-carrageenan or xanthan. *Food Hydrocolloids*, 77, 764-771. <https://doi.org/10.1016/j.FOODHYD.2017.11.018>
- Wu, Y., Ding, W., Jia, L., & He, Q. (2015). The rheological properties of tara gum (*Caesalpinia spinosa*). *Food Chemistry*, 168, 366-371. <https://doi.org/10.1016/j.FOODCHEM.2014.07.083>
- Yeomans, M. R., & Boakes, S. (2016). That smells filling: Effects of pairings of odours with sweetness and thickness on odour perception and expected satiety. *Food Quality and Preference*, 54, 128-136. <https://doi.org/10.1016/j.FOODQUAL.2016.07.010>
- Zhu, T., Mao, J., Cheng, Y., Liu, H., Lv, L., Ge, M., Li, S., Huang, J., Chen, Z., Li, H., Yang, L., Lai, Y., Huang, J. Y., Li, H. Q., Lai, Y. K., Chen, Z., Yang, L., Zhu, T. X., Cheng, Y., ... Lv, L. (2019). Recent Progress of Polysaccharide-Based Hydrogel Interfaces for Wound Healing and Tissue Engineering. *Advanced Materials Interfaces*, 6(17), 1900761. <https://doi.org/10.1002/ADMI.201900761>