



TecnoLógicas

ISSN: 0123-7799

ISSN: 2256-5337

Instituto Tecnológico Metropolitano - ITM

Torres-Gallo, Ramiro; Chávez-Salazar, Andrés; Castellanos-Galeano, Francisco Javier
Patentes relacionadas con el uso de almidones de fuentes no convencionales para
microencapsulación y desarrollo de productos en industria alimentaria y farmacéutica: una revisión
TecnoLógicas, vol. 26, núm. 57, e301, 2023, Mayo-Agosto
Instituto Tecnológico Metropolitano - ITM

DOI: <https://doi.org/10.22430/22565337.2569>

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=344276660013>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en [redalyc.org](https://www.redalyc.org)



Sistema de Información Científica Redalyc
Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso
abierto

Recibido: 10 noviembre 2022
Aceptado: 08 mayo 2023
Disponible: 30 mayo 2023

©Instituto Tecnológico Metropolitano
Este trabajo está licenciado bajo
una Licencia Internacional
Creative Commons Atribución
(CC BY-NC-SA)



Patentes relacionadas con el uso de almidones de fuentes no convencionales para microencapsulación y desarrollo de productos en industria alimentaria y farmacéutica: una revisión

Patents Related to the Use of Starches from Unconventional Sources for Microencapsulation and Product Development in the Food and Pharmaceutical Industries: A Review

  Ramiro Torres-Gallo ¹;

 Andrés Chávez-Salazar ²;

 Francisco Javier Castellanos-Galeano ³

¹ Universidad del Atlántico, Barranquilla-Colombia,
ramirotorres@mail.uniatlantico.edu.co

Universidad de Caldas, Manizales-Colombia,
ramiro.torres33534@ucaldas.edu.co

² Universidad de Caldas, Manizales-Colombia,
andres.chavez@ucaldas.edu.co

³ Universidad de Caldas, Manizales-Colombia,
francisco.castellanos@ucaldas.edu.co

Cómo citar / How to cite

R. Torres-Gallo, A. Chávez-Salazar, F. J. Castellanos-Galeano, "Patentes relacionadas con el uso de almidones de fuentes no convencionales para microencapsulación y desarrollo de productos en industria alimentaria y farmacéutica. Una revisión," *Tecnológicas*, vol. 26, nro. 57, e2569, 2023. <https://doi.org/10.22430/22565337.2569>

Resumen

La alta demanda de los almidones comerciales obtenidos de cereales, tubérculos y algunas leguminosas en la industria alimentaria y no alimentaria, plantea la necesidad de buscar nuevas fuentes de almidones. El presente trabajo se centró en analizar las patentes publicadas relacionadas con la utilización de almidones extraídos de fuentes no convencionales en los procesos de microencapsulación y desarrollo de nuevos productos en la agroindustria. Se realizó la búsqueda de patentes a través de Google Patents®, Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (WIPO®, por sus siglas en inglés, Lens® y PatentInspiration® versión libre. Se encontraron un máximo de 119 documentos publicados, particularmente Google Patents®. El análisis evidenció un incremento significativo (50 %) en el período 2015 a 2022, mostrando la importancia e interés en la exploración, invención y protección de la propiedad intelectual, de los métodos y tecnologías que utilizan almidones no convencionales para mejorar las propiedades funcionales en el desarrollo de nuevos productos como alimentos funcionales y fármacos, así como material pared de microencapsulados de compuestos bioactivos, aceites esenciales, probióticos y en matrices alimentarias, destacándose el interés en patentar métodos y procesos de modificación, con procesos más prácticos y eficientes en términos de funcionalidad, tiempos de preparación, costos, versatilidad y reducción de efluentes. Sin embargo, la fuente de almidón más utilizada sigue siendo la convencional que, por su alta demanda, plantea la necesidad de potenciar la exploración de invenciones que permitan el desarrollo tecnológico operacional y económico de almidones no convencionales necesarios en la industria farmacéutica y de alimentos.

Palabras clave

Alimentos funcionales, almidones reticulados, compuestos bioactivos, propiedades funcionales, secado por aspersión.

Abstract

The high demand for commercial starches obtained from cereals, tubers and some legumes in the food and non-food industry, raises the need to search for new sources of starches. The present work focused on analyzing published patents related to the use of starches extracted from non-conventional sources in microencapsulation processes and development of new products in agroindustry. Patents were searched through Google Patents®, World Intellectual Property Organization (WIPO®, Lens® and PatentInspiration® free version. A maximum of 119 published documents were found, particularly Google Patents®. The analysis evidenced a significant increase (50%) in the period 2015 to 2022, showing the importance and interest in the exploration, invention and intellectual property protection, of methods and technologies that use unconventional starches to improve functional properties in the development of new products such as functional foods and pharmaceuticals, as well as microencapsulated wall material of bioactive compounds, essential oils, probiotics and in food matrices, highlighting the interest in patenting methods and modification processes, with more practical and efficient processes in terms of functionality, preparation times, costs, versatility and reduction of effluents. However, the most used starch sources continue to be the conventional one, which, due to its high demand, raises the need to promote the exploration of inventions that allow the technological, operational and economic development of non-conventional starches needed in the pharmaceutical and food industry.

Keywords

Functional foods, cross-linked starches, bioactive compounds, functional properties, spray drying.

1. INTRODUCCIÓN

La alta demanda de los almidones comerciales (almidones convencionales, obtenidos de maíz, trigo, arroz, papa y yuca), que dominan los mercados actuales, con altas incidencias en los costes y la sostenibilidad medioambiental, en toda la cadena de producción y distribución agroindustrial [1], ha despertado un creciente interés en la investigación de almidones de fuentes no convencionales (almidones no comerciales, como por ejemplo los provenientes de frutas) los cuales están además relacionado con la producción sostenible, el uso de subproductos, su disponibilidad regional, la importancia cultural y social de las fuentes de almidón, así como las posibles ventajas tecnológicas sobre los almidones comerciales [2].

Las frutas y verduras en países de ingresos medios, particularmente en Latinoamérica, presentan unas pérdidas estimadas, solo en procesamiento, empaque y almacenamiento, del 35 % [3]. En Colombia el desperdicio de frutas y vegetales en 2016 fue de 6,1 millones de t (62 % de pérdidas y desperdicio de la producción anual), de los cuales el 72 % de éstas corresponde a pérdidas en las etapas de producción, postcosecha, almacenamiento y procesamiento industrial [4]. Agregarles valor a las frutas y verduras permitiría el desarrollo de la cadena hortofrutícola, así como contribuir en disminuir el impacto ambiental ocasionado por sus desperdicios y desechos.

En los últimos años, algunos estudios de almidón no convencionales extraídos de pulpas de ñame [5], ahuyama [6], plátano [7], [8], frutas [9] y semillas de frutas [10]–[12] han sido aislados y estudiados por sus propiedades estructurales y fisicoquímicas. Adicionalmente se han reportado estudios de evolución de almidones no convencionales como material pared en microencapsulación de matrices alimentarias, con el fin de buscar alternativas que permitan proteger compuestos sensibles a condiciones adversas del entorno o procesamiento (como pH, luz, temperatura, oxígeno, humedad, entre otros), como, almidones modificados de yuca [13], Achira [14] y almidones nativos de taro [15], entre otros. Estos estudios han informado que las relaciones estructura-función-aplicación de los almidones no convencionales son información crítica para el desarrollo de productos en la industria alimentaria, farmacéutica, textil y química donde son requeridos [16]–[18]. Sin embargo, esta relación depende de la metodología empleada en la extracción y modificación, la fuente botánica, la especie, e incluso el estado de madurez donde son extraídos, por lo que cada almidón tiene características y propiedades únicas [19], [20]. Esto plantea la necesidad de conocer el estado y evolución de las metodologías, técnicas, y tecnologías que puedan potenciar la utilización de almidones no convencionales como material pared en aplicaciones tecnológicas como la microencapsulación de compuestos bioactivos, sabores, colores entre otros, y como ingredientes en el desarrollo de nuevos productos con propiedades novedosas en la agroindustria, como alternativa para suplir la alta demanda de almidones comerciales.

Tener una visión panorámica de la actividad inventiva, respecto al uso de los almidones extraídos de fuentes no convencionales y su aplicación en desarrollo de nuevos productos a lo largo de los años y su vigencia, permite demostrar la gran importancia e interés de la comunidad científica e industrial, en el uso de los almidones no convencionales en procesos de microencapsulado y desarrollo de nuevos productos, por esto se hace necesario obtener una información detallada, a partir de la búsqueda de patentes en bases de datos especializadas, que permitan conocer y monitorear, el volumen de la actividad de investigación, hacia dónde se encaminan los métodos y técnicas, el desarrollo tecnológico y las operaciones económicas, entre otros factores, de la aplicación de los almidones extraídos de fuentes no convencionales en el desarrollo de nuevos productos. El objetivo de la presente revisión es presentar un análisis de las patentes publicadas en relación con la utilización de almidones extraídos de fuentes no convencionales en técnicas de microencapsulación, y en

desarrollo de nuevos productos en la agroindustria para ilustrar la lógica detrás de las crecientes innovaciones composicionales y tecnológicas sobre la utilización estos almidones.

2. METODOLOGÍA

Se realizó la búsqueda de patentes en el sistema de búsqueda de patentes, teniendo como objetivo de búsqueda: Definir la tendencia del comportamiento de la innovación en el campo de los almidones extraídos de fuentes no convencionales, desde el punto de vista de los procedimientos desarrollados para su obtención, utilización como material de recubrimiento en proceso de microencapsulación de compuesto biológicamente activos y su uso como ingredientes en matrices alimentarias, para formulaciones de nuevos productos. Con base en este objetivo de búsqueda se seleccionaron palabras claves para la posterior construcción de la cadena de búsqueda utilizando los conectores OR y AND. Las palabras utilizadas en construcción de cadena de búsqueda de patentes en el idioma inglés fueron “Non conventional starches”, “Starch fruit”, “starch”, Microencapsulation”, “Microcapsule” y “food matrix”.

Se utilizó como fuente de información las plataformas de búsqueda de patentes multinacionales de acceso libre Google Patents®, Lens® y Patentscope®. Adicionalmente se consultó la plataforma de búsqueda Patent inspiration® versión libre. La búsqueda se enmarcó en el período 2002 a 2022, para los idiomas inglés, portugués y español.

Se introdujo la cadena de búsqueda: (“Non conventional starches” OR “fruits Starch” OR Starch) AND (Microencapsulation OR Microcapsule) AND “food matrix”, la cual se construyó utilizando el operador booleano OR para las palabras claves sinónimas y el operador booleano AND para asociar las palabras claves relacionadas con los temas específicos de la revisión. La búsqueda se filtró sólo a patentes por una familia (dado que una patente puede ser protegida en diferentes países o territorios y aparece el número de veces donde se haya protegido), buscando solo patentes publicadas. De los resultados derivados de la aplicación de la cadena y criterios de búsqueda, se construyó una base de datos, utilizando la información organizada en las plataformas de búsqueda, y se sintetizó la información a través de tablas y gráficos, con los cuales se realizó el análisis de la evolución y comportamiento de los métodos, técnicas y tecnología de las patentes publicadas, según clasificación corporativa de patentes, países, tecnología, área temática, universidades y temática central.

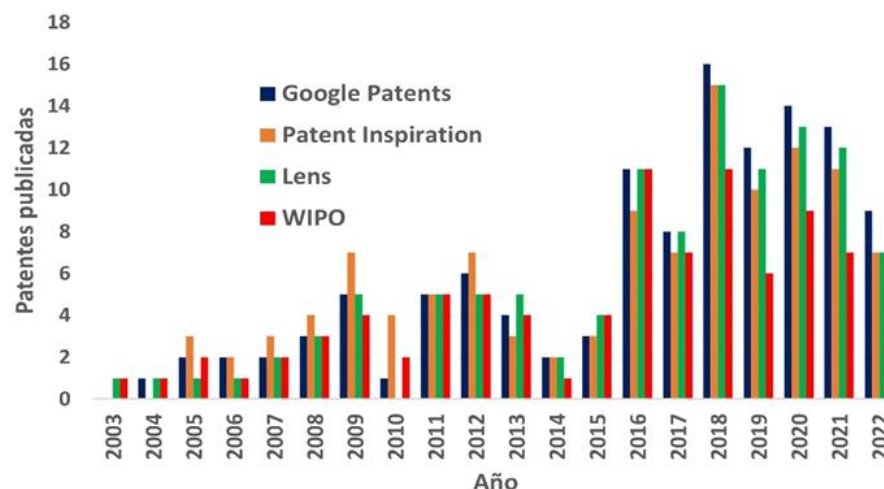


Figura 1. Distribución por períodos de tiempo del número de patentes publicadas, relacionadas con microencapsulación y uso de almidones no convencionales en matrices alimenticias. Fuente: elaboración propia.

3. ANÁLISIS DE RESULTADOS DE BÚSQUEDA

A partir de la estrategia de búsqueda, relacionadas con la utilización de almidones como recubrimiento de microencapsulados en matrices alimentarias y como ingredientes en la preparación de nuevos productos, para el período consultado (2002-2022) se obtuvieron un máximo de 119 patentes publicadas en la plataforma de búsqueda Google Patents®, de los cuales el 50 % están concedidas. En la plataforma de búsqueda Patent Inspiration® se obtuvieron 114 patentes publicadas (41 % concedidas), en Lens® se obtuvieron 112 patentes publicadas (47 % concedidas), y en Patentscope® se obtuvieron 88 patentes publicadas (esta plataforma solo se pudo evidenciar patentes publicadas). La dinámica de la publicación de patentes, así como la concesión de éstas en las plataformas de patentes consultadas tienen un comportamiento similar en el período de tiempo consultado (Figura. 1). El número de patentes publicadas muestra un comportamiento fluctuante en el período comprendido entre 2002 a 2015, presentándose las mayores publicaciones en los años 2009 y 2012 con un promedio de 5 y 6 patentes publicadas respectivamente, entre las plataformas de patentes consultadas, lo cual puede indicar poco interés de la comunidad científica y empresarial en la temática en ese periodo de tiempo. Sin embargo, otra posibilidad puede ser debido al proceso y protocolos para la concesión de las patentes, que en algunos casos demanda tiempos importantes, dependiendo del auge de la tecnología y el número de solicitudes de patentes relacionadas, entre otros. Lamentablemente no se pudo realizar la trazabilidad de tiempo entre solicitud y concesión de la patente, dado que la primera no es reportada en los documentos.

En el período 2015 a 2018, se presentó un incremento significativo, pasando de 4 a 14 patentes publicadas (con un incremento promedio para el período del 71 %). Esto muestra la importancia e interés que ha despertado en los últimos años en la exploración, invención y protección de propiedad intelectual, de métodos y tecnologías que utilizan almidones como recubrimiento de microencapsulados en matrices alimentarias destacándose la microencapsulación de compuestos bioactivos, aceites esenciales, probióticos [21]–[26]. También se han reportado la utilización de almidones como ingredientes en la preparación y desarrollo de nuevos productos, como alimentos con propiedades funcionales, harinas, y especias [27]–[30], entre otros. Sin embargo, en el período 2018-2022, se presentó un decrecimiento promedio de 57 %, lo cual pudo estar relacionado con la disminución de trámites asociado a la emergencia sanitaria y economía generada por la pandemia derivada del SARS-CoV-2. Aunque de forma general, a pesar de la mayor contracción económica de las últimas décadas, las solicitudes de derechos de propiedad intelectual, que es un sólido indicador de la innovación, han mostrado una notable capacidad de resistencia durante la pandemia, según el informe de los indicadores mundiales de propiedad intelectual de la OMPI [31]. El interés por la investigación en estas áreas de conocimiento, utilizando almidones extraídos de fuentes no convencionales como nuevas fuentes de almidón con propiedades novedosas y únicas, que puedan reemplazar a los tradicionales ingredientes en la industria alimentaria y no alimentaria, lo cual puede potenciar su utilización y comercialización en el sector agroindustrial donde son requeridos.

3.1 Patentes publicadas según la clasificación corporativa de patentes (CPC)

Los registros de patentes publicadas según la clasificación corporativa de patentes (CPC), se muestran en la Figura 2 y en la Tabla A1 (anexo). El 38 % de las patentes están clasificadas como A23V: "Alimentos, alimentos o bebidas no alcohólicas" básicamente relacionada con mejorar las propiedades funcionales como viscosidad, textura, capacidad de absorción de

agua, capacidad emulsificante, como ingrediente de barrera contra la absorción de aceite, agente para enmascarar sabor y olor, agentes para extender de vida útil y recubrimientos de sabor entre otros, en matrices alimentarias. En esta área se registran patentes donde se utilizan almidones no convencionales (que desarrollan alta viscosidad a concentración muy baja) como espesante de productos alimenticios sopas, salsas, postres, aderezos, productos horneados y salsa, además para alimentos de animales [32], [33]. Aunque el almidón nativo se ha utilizado como un buen estabilizador y regulador de textura en los sistemas alimentarios. Sin embargo, su fuerte hidrofobicidad suele deteriorar sus propiedades mecánicas y su estabilidad, presentando algunas limitantes en la industria alimentaria y no alimentaria como: baja solubilidad, baja estabilidad a la congelación-descongelación, baja resistencia al cizallamiento, resistencia térmica, descomposición durante el procesamiento, deficiente hidrólisis enzimática, la alta sinéresis, la alta tendencia a la retrogradación y la alta digestibilidad [34], [35]. Por esta razón, una gran mayoría de las patentes hacen referencia a aplicaciones de almidones modificados. Los autores de [36] y [37] patentaron la utilización de almidón modificado como agentes espesantes en preparación de salsas, emulsiones cárnicas, sopas, aliños, salsas para mojar, productos lácteos, tales como yogurt cuchareable y batido; leche entera, desnatada, agria; suero de mantequilla y de leche; kéfir, crema, mousse, gelatina, pudin, margarinas, mermelada, helado y productos de panadería entre otros.

Por otra parte, los almidones alimentarios modificados, reticulados y estabilizados, se usan ampliamente para texturizar los alimentos. La estabilización imparte estabilidad de congelación y descongelación a un almidón, mientras que la reticulación imparte tolerancia al proceso. Los almidones tolerantes al proceso pueden resistir la descomposición en fragmentos más pequeños y pueden resistir la disolución cuando se procesan.

Tal comportamiento puede permitir que el almidón espese un alimento sin causar gelificación, cohesión o fibrosidad no deseadas. En este sentido, [38] patentaron el desarrollo de almidones pregelatinizados que tienen alta tolerancia en procesamiento de alimentos como en la preparación de sopa, salsa, aderezo, relleno, crema, yogurt entre otros. Por su parte [27], patentaron la utilización de almidón modificado gelatinizado como extensores cárnicos para un producto cárnico tipo hamburguesa.



Figura 2. Distribución de patentes totales y publicadas por clasificación corporativa de patentes (CPC), relacionadas con microencapsulación y uso de almidones no convencionales en matrices alimenticias

Fuente: elaboración propia.

Los autores de [28] patentaron almidones modificados como adyuvante y saborizante para mejorar las características sensoriales de bebidas, mientras que [29] patentaron su uso como aditivo en productos lácteos y [39] como emulsionante en preparación de alimentos.

También se han registro patentes del uso de almidones no convencionales modificados (almidones OSA) con baja viscosidad para glasear alimentos [40], así como para rebozar productos alimenticios como carnes, de res, aves, pescados, entre otros [41], para productos de confitería, y productos alimenticios precocinados [42] Se ha patentado el uso de almidones hidrofóbicos (OSA), de fuentes no convencionales, que actúan como una barrera para la absorción de aceite en alimentos fritos [43]–[45] y sustituto de grasa entre un 25 % p/p a 35 % p/p [30].

El 21 % de las patentes están clasificadas como “A23L: "Modificación cualidades nutritivas de los alimentos, tratamiento físico, conservación y productos alimenticios en general”, relacionada con la utilización de almidones no convencionales en formulación en matrices alimentarias para el desarrollo de productos como suplemento alimenticio y sustituto para desarrollo de alimentos libres de alérgenos o gluten. Los autores de [46] y [47] patentaron la utilización de almidones para desarrollar fórmulas libres de alérgenos o libres de lácteos y el uso de estas en productos alimenticios específicamente en fórmulas infantiles.

En esta área también se ha patentado la utilización de almidones resistentes reticulados, para mejorar las propiedades funcionales de los alimentos. Por ejemplo, [48] patentaron la utilización de almidones reticulados en preparación de productos horneados sin gluten, [49] los utilizaron para elaborar un suplemento probiótico preferentemente a personas en edad pediátrica y [50] para la preparación de un producto comestible para el control o regulación del nivel de glucemia entre otros, lo cual demuestra el amplio espectro de la utilización de almidones reticulados lo que representa una gran proyección de nuevos productos para la industria de alimentos. Sin embargo, la preparación de estos almidones se realiza en condiciones húmedas, lo cual implica un alto consumo de agua, de energía (si la reacción se realiza a una temperatura elevada, y durante el secado del producto reticulado) y el exceso de reactivos, lo cual conduce a un producto con una alta cantidad de impurezas o requiere un procedimiento de purificación.

Para subsanar estas deficiencias, los autores de [51] patentaron la preparación de almidones reticulados en condiciones semisecas a una temperatura por debajo de 75°C, y en el que el contenido de humedad durante la reacción de reticulación sea del 1 %- 25 % en peso (en base seca), por encima del contenido de humedad en equilibrio del almidón. La alternativa propuesta es más atractiva económicamente que los procesos conocidos, debido al bajo consumo de energía (temperatura de reacción relativamente baja y bajo contenido de agua), tiempo de procesado corto, bajo consumo de materias primas (agua, reactivos) y la pequeña cantidad de residuo.

El 19 % de las patentes (Figura 2) están clasificadas como A61K: "Preparaciones para fines médicos, dentales o de tocador" básicamente compuesta por patentes relacionadas la producción de probióticos y microencapsulación de compuestos bioactivos de grupo formado por nutraceuticos, vitaminas, suplementos, minerales, enzimas, probióticos, broncodilatadores, esteroides anabólicos, analgésicos, proteínas, péptidos, anticuerpos, vacunas, anestésicos, fármacos para proteger la vista entre otros. En esta área se registran patentes donde se utiliza el almidón de alto contenido de amilosa (provenientes de frutas y tubérculos) nativos y modificados en diferentes usos para la preparación de productos farmacéuticos como estabilizante de fármacos [52], desintegrante en forma granular intacta [53], agente de reticulación para inhibir o controlar la liberación de medicamentos [54] y microencapsulantes para producir micropartículas que proporcionan propiedades de enmascaramiento del sabor y olor, permitiendo la liberación controlada y mejoren la

estabilidad del fármaco, producto nutracéutico, un probiótico entre otros, producir probióticos con alta biodisponibilidad [55]–[57]. Y aunque se han propuesto sistemas que se han desarrollado como matrices para la liberación de medicamentos como cloruro de polivinilo, acetato de polivinilo, ésteres de polivinilo, silicona entre otros [58]. Las patentes reportadas resaltan que los almidones proporcionan una composición de liberación controlada que puede suministrar una variedad de medicamentos, (hidrofílicos o hidrofóbicos), de manera uniforme y estable. Además, de proporcionar propiedades funcionales como dureza apropiada y resistencia a ser desmenuzada, compatibilidad con los ingredientes activos contenidos en la pastilla, fácil de sintetizar, biodegradable y no tóxica al suministrar el medicamento.

Las demás categorías con menor grado de participación se registraron patentes que estuvieron relacionadas con la utilización de almidones modificados para productos de higiene personal, cosméticos y empaques entre otros. Por ejemplo, los autores de [59] patentaron almidones modificados con OSA. con grado de sustitución entre 0,2 % y 0,5 % con propiedades espumantes, para producción de champú, champú sin sulfato, acondicionador y mascarilla para el cabello, gel de baño, limpiador para la piel entre otros. Los autores de [60] utilizaron almidones hidrosoluble y gelificable para preparar una composición cosmética hidratante de la piel. Por su parte, los autores de [61] utilizaron almidones hidrofóbicos modificado por eterificación, esterificación o amidación como agente de resistencia en seco para fabricación de papel y [62] utilizó almidones para la preparación de productos farmacéuticos, nutracéuticos y agroquímicos.

3.2 Patentes expedidas por países

La Figura 3a muestra la distribución de patentes publicadas según el país donde se solicitó el registro de la patente. Se puede observar que Estados Unidos es el principal país con mayor generación de patentes, con 29 patentes publicadas en promedio (24 % de participación), lo que posiciona a Estados Unidos como potencia en el desarrollo y proyección intelectual de los métodos y tecnología relacionada específicamente con la microencapsulación y la utilización de almidones en el desarrollo de nuevos productos en la industria de alimentos y farmacéutica. El Tratado de Cooperación en materia de Patentes (PCT, siglas en inglés) registra un total de 27 patentes en promedio (con una participación de 23 %), seguido de la China (con 15 %), la Oficina Europea de Patentes (OEP) con una participación de 9 % y Brasil con una participación de 8 %.

Aunque la oficina de patentes de Estados Unidos fue la que mayor publicaciones tubo a nivel mundial, se hace notoria la alta participación del Tratado de Cooperación en materia de Patentes (PCT), probablemente debido a que es un sistema centralizado de concesión de patentes de forma simultánea a todos sus 156 países miembros. Por otra parte, la alta participación de China refleja los rápidos avances en áreas como la educación, infraestructura, manufactura de alta tecnología, publicación académica, patentes, y aplicaciones comerciales, y proyectándose en algunas áreas y por ciertas medidas, un líder mundial.

También hay que destacar que la Oficina Europea de Patentes (OEP), que es la encargada de gestionar y conceder las patentes de manera abierta y centralizada, de los 38 estados miembros de la Organización Europea de Patentes, lo que le permite tener una mayor participación en publicación de patentes por encima de países como Brasil y Japón.

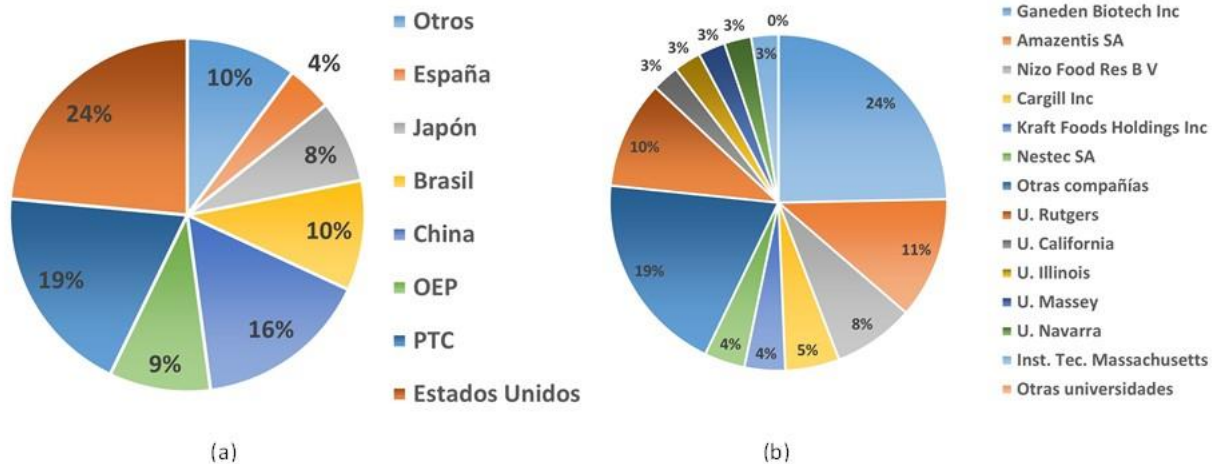


Figura 3. Distribución del número de patentes expedidas por países (a) y compañías y universidades (b) relacionadas con microencapsulación y uso de almidones no convencionales en matrices alimenticias
Fuente: elaboración propia.

En particular, Estados Unidos lidera el desarrollo de nuevos productos, métodos y desarrollo tecnológico relacionado con procesos de microencapsulación mediante secado por aspersión, utilizando almidones nativos y modificados como material pared, debido a sus bajas viscosidades con alto contenido de sólidos y fuerte solubilidad. Este liderazgo es impulsado por la presencia de compañías importantes, incluidos Johnson & Johnson, Pfizer y Merck & Co. y participa en el desarrollo de nuevos sistemas de administración de fármacos, lo que tiene un gran impacto en el impulso de la demanda de microencapsulación, así como el creciente uso en la industria de alimentos y bebidas para sabores, fragancias, colorantes y fabricación de alimentos funcionales [63], por lo cual se debe tener como referente para futuras investigaciones sobre el tema. Es de destacar la participación de China (18 patentes publicadas en promedio) y en América del sur a Brasil (10 patentes publicadas en promedio), específicamente con las patentes relacionadas con la microencapsulación de compuestos bioactivos y desarrollo de probióticos. Sin embargo, los países latinoamericanos no evidencian publicación de patentes en estas temáticas.

Según la distribución de patentes publicadas por compañías y universidades (Figura 3b) se puede observar que la mayoría de las patentes están publicadas por compañías con un 74 %, siendo la compañía Ganeden Biotech Inc. la que tiene la mayor cantidad de publicaciones de patentes, con una participación de 23,3 %, seguida de Amazentis SA con 11 % y Nizo Food Res B V con 7 %. Las universidades participan con un 26 % de las patentes publicadas, siendo la universidad de Rutgers de Nueva Jersey la que mayor participación tiene entre las universidades, seguida del Instituto Tecnológico de Massachusetts, la Universidad de California, Illinois, en los Estados Unidos, Universidad Massey en nueva Zelanda y Universidad de Navarra en España. La poca participación de las universidades en la publicación de patentes demuestra el bajo interés de las universidades en este tipo protección de la propiedad intelectual y las invenciones tecnológicas, procesos y metodologías desarrolladas producto de las investigaciones que se realizan, prefieren protegerlos, desde el punto de vista de derechos de autor, a través de las publicaciones en revistas indexadas.

Hay que resaltar que la universidad de Rutgers cuenta con más de 300 centros e institutos de investigación que son la red más grande de laboratorios e instalaciones de investigación en Nueva Jersey. Tiene convenios de investigación con más de 1000 industrias, empresarios, pequeñas empresas, del sector público y organizaciones sin fines de lucro para desarrollar

nuevas ideas y productos con impacto local y global. Tiene más de 1197 patentes activas y 167 premios de investigación. En el área se destaca el Centro de Innovación Alimentaria y el EcoComplex, incubadora de industrias verdes, y cuenta con un grupo de investigadores como los doctores Peggy Brennan-Tonetta Qingrong Huan, Julie Elmer, Zuri Masud, Chi-Tang y Stephen Baughman entre otros, con trabajos relacionados con el desarrollo de productos, pruebas y validación de procesos, selección y especificación de ingredientes y empaques y análisis nutricional [64]. Por su parte el Massachusetts Institute of Technology Community Repository cuenta con más de 60 centros y laboratorios coordinado por el MIT Lincoln Laboratoryll a través del cual mantiene una relación activa de investigación con la industria y una amplia gama de colaboraciones globales [65].

3.3 Patentes publicadas por tecnología

En los registros de patentes publicadas según la distribución por tecnologías (Figura 4a) se puede observar que la mayoría de las patentes a nivel mundial se encuentran relacionadas con la tecnología de química de los alimentos (con una participación del 40 % de patentes), lo cual está en gran medida relacionado con el desarrollo de productos alimentarios y con procesos de encapsulación de probióticos y de compuestos bioactivos, colorantes, aromas y sabores.

En segundo lugar, están las patentes publicadas en la tecnología de productos farmacéuticos con una participación del 38 % de las patentes publicadas, seguido en menor proporción de biotecnología con 9 % y la tecnología en ingeniería química con una participación del 5 %. En la mayoría de las patentes se describe el procesamiento o procedimiento, y en menor proporción se describen o patentan los equipos necesarios para realizar dichos procedimientos o desarrollos tecnológicos de los productos.

La mayor cantidad de información consultada está relacionada con la tecnología y el procesamiento de alimentos con propiedades funcionales mejoradas y tecnología de procesos de microencapsulación de compuestos bioactivos con una participación promedio de 23 % y 14 % respectivamente (Figura 4b).

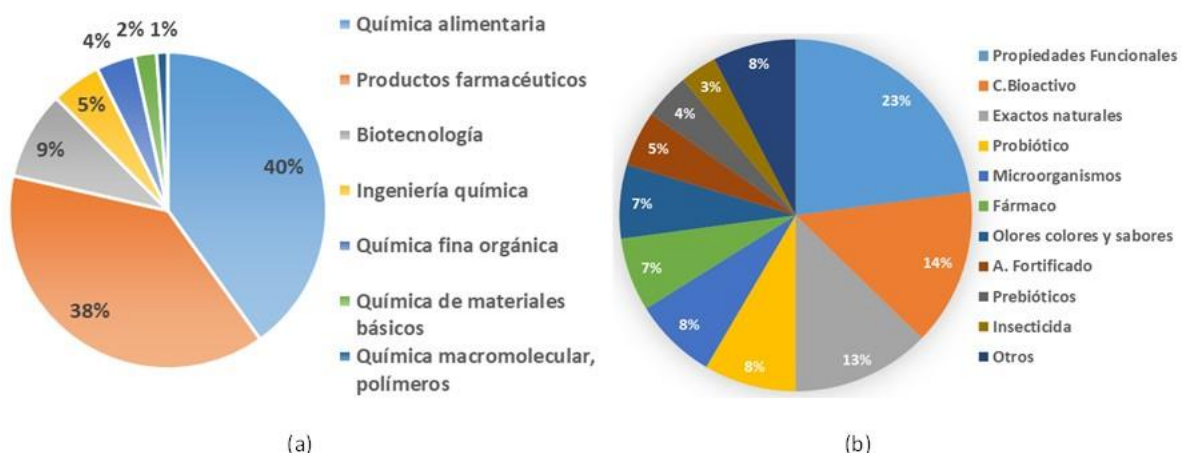


Figura 4. Distribución de número de patentes publicadas por tecnología (a) y por área temática (b) relacionadas con microencapsulación y uso de almidones no convencionales en matrices alimenticias
Fuente: elaboración propia.

De las patentes consultadas el 13 % hace referencia a la encapsulación de extractos naturales de frutas y hortalizas [66]–[72]; el 8 % están relacionadas con desarrollo de alimentos probióticos y encapsulación de microorganismos [21]–[24], [55]–[57], [73] y el 7 % están relacionadas con microencapsulación de olores, colores, sabores de frutas [25], [26], [74], [75] y fármacos [52]–[54], [58] (Figura 4b). En menor participación se publicaron patentes relacionadas con diferentes temas como elaboración de alimentos fortificados, reducción de astringencia en alimentos, producto de control de plagas, composición cosmética con extractos naturales, alimenticios para peces y mascotas, microorganismos para desarrollo de productos lácteos, edulcorantes, empaques, entre otros.

3.4 Patentes publicadas según tema central

Respecto a la temática central (Figura 5) el mayor número de patentes publicadas hacen referencia a los métodos de preparación y producción de productos de la agroindustria con una participación porcentual de 66 % y 20 %, respectivamente. En este sentido, se registraron patentes en temas relacionados con la utilización de almidones para mejorar propiedades funcionales de alimentos como mejora viscosidad, densidad, floración del chocolate, aumento de la untabilidad de la grasa, recubrimiento para confitería, elaboración de alimentos para mascotas y de productos cosmético entre otros. Por ejemplo [76] patentaron un proceso para preparar almidón pregelatinizado de cualquier fuente nativa, con un tratamiento con vapor sobrecalentado, la cual es tecnología emergente y relativamente desconocida, en una cámara de reacción de un reactor o en un secador por aspersión, obteniendo almidón con funcionalidades nuevas y superiores (mayor desarrollo de viscosidad instantánea y dispersabilidad) a las de los almidones pregelatinizados convencionales, adecuados para preparación de salsas, sopas, pudines, aderezos, cremas para panadería y bebidas. En esta patente se describen también las condiciones de diseño de los equipos empleados en el proceso. También se registraron patentes utilizando almidones no convencionales como espesante [32], [33], [36], [37] estabilizantes [38], emulsionante [39].

Respecto a métodos de producción, preparación y tecnología de microencapsulación se registraron patentes apuntaron a mejorar las características microencapsulantes de los almidones, y los procesos de encapsulados y microencapsulados, para el desarrollo de alimentos funcionales, probióticos o suplemento nutricional, fármacos y protección de agentes aromatizantes y aceites esenciales.

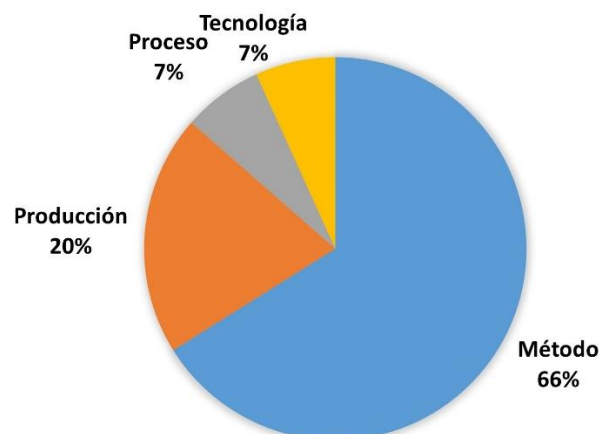


Figura 5. Distribución de número de patentes publicadas por temática central (a) relacionadas con microencapsulación y uso de almidones no convencionales en matrices alimenticias. Fuente: elaboración propia.

En particular para mejorar las características microencapsulantes de los almidones se registran varios métodos y procesos de modificación. Los autores de [77] patentaron composiciones de encapsulación con goma arábica, goma de alerce, gelatina hidrolizada y carbohidratos de bajo peso molecular para formar microcápsulas estables a temperatura ambiente de aceite saborizante. Sin embargo, la disponibilidad y alta funcionalidad de agentes microencapsulantes efectivos para su aplicación en alimentos es relativamente limitada. Los autores de [78] patentaron composiciones de almidón modificado con anhídrido n-octenil succínico, mono y disacáridos, un emulsificante alimenticio y carbohidratos plastificantes de bajo peso molecular, para producir encapsulados con una temperatura de transición vítrea (T_g) mayor a 40°C. Sin embargo, la carga del encapsulado es generalmente limitada a un 10 % (p/p). Por su parte, [79] patentaron composiciones con maltodextrina y jarabe de maíz para de encapsulación de colorantes y saborizantes. Sin embargo, están sujetos a aquellos con limitada volatilidad y un nivel de humedad total en el producto menor a 11 % (p/p) y dado que muchos compuestos tienen altas presiones de vapor a temperatura ambiente y no son fácilmente encapsulados.

Los autores de [75] presentaron como alternativa para suplir deficiencias de los materiales pared convencionales en procesos de encapsulación de sabores, aromas, compuesto bioactivos y similares, el desarrollo ésteres de almidones no utilizados convencionalmente, patentando los procesos de preparación de almidones fosfatados, acetilados y succinatados mediante hidrólisis ácida, modificación química y extrusión termoplástica. Los autores consideran el proceso como práctico y eficiente en términos de funcionalidad, tiempos de preparación, costos, versatilidad y reducción de efluentes.

Por su parte Los autores de [80] patentaron un método de modificación de almidón con un ácido mineral, un peróxido y un agente oxidante en reactor tubular con eje giratorio y una o varias de palas, para disminuir viscosidad de almidones como material pared, obteniendo un almidón de baja viscosidad y alta solubilidad o almidón de baja solubilidad y viscosidad.

La técnica más utilizada relacionada con patentes de procesos de microencapsulación fue el secado por aspersión con una participación de 50 %, seguido de la coacervación con 15% y con menor proporción, encapsulación de liposomas, secado por liofilización y extrusión.

Por ejemplo, se registraron patentes relacionadas con la microencapsulación mediante secado por aspersión de partículas de liberación controlada de ingredientes activos hidrofóbicos, para productos alimenticios, suplementos nutricionales, y productos para uso de cuidado personal (champú, acondicionador para el cabello, acondicionador, desodorante entre otros) [81]; métodos de encapsulación de uno o más microorganismos probióticos en un encapsulante protector para prolongar la vida útil del probiótico [22]; microencapsulación de enterocina en suero de leche para conservación de alimentos por su actividad antimicrobiana [82]; microencapsulado de hierro de alta biodisponibilidad [57]; microcápsulas de fragancias híbridas de liberación controlada para la higiene personal y cuidado bucal [83], entre otras, mostrando la diversidad de productos desarrollados empleado esta técnica.

Se registraron patentes donde se utilizan almidones para microencapsular materiales biológicamente activos beneficiosos para la salud, como flavonoides, ácidos fenólicos, terpenoides, antioxidantes usados comúnmente en la industria alimentaria, minerales, oligoelementos, que participan en procesos redox in vivo como el selenio, zinc y magnesio, mediante un proceso de secado por aspersión, donde los almidones influyeron de forma favorable en la liberación controlada de los compuestos activos y la protección contra el oxígeno y/o luz y/o temperatura a los compuestos microencapsulados. Por ejemplo, [21] patentaron la utilizaron almidones hidrofóbicos en la microencapsulación para la mejora de la estabilidad y el almacenamiento de ingredientes biológicamente activos. Los autores de [22] y [23] patentaron la utilización de almidones modificados microfluidización para mejorar

la eficacia en la microencapsulación de microorganismos probióticos. Los autores de [73] utilizaron almidones hidrofóbicos o combinado con otros polímeros para microencapsular compuestos bioactivos de propóleo rojo, en secador por aspersión, para uso farmacéutico como coadyuvante para combatir infecciones y procesos inflamatorios de origen bacteriano. Por su parte [24] patentaron la utilización de almidón modificado en la microencapsulación de antioxidante (ácido ascórbico, palmitato de ascorbilo, tocoferoles mixtos, tocoferoles sintéticos, ascorbato de sodio, lecitina y romero).

Los almidones modificados OSA se encuentran dentro de las modificaciones químicas más patentadas y utilizadas para microencapsulación de compuestos bioactivos por su carácter anfifílico. Se registran patentes de utilizan almidón OSA de baja viscosidad para la microencapsulación mediante secado por aspersión de vitamina E y aceite de algas [84]; para microencapsular aceite grasos esenciales de perilla en polvo con importantes funciones de nutrición y cuidado de la salud siendo una alternativa para superar deficiencia en la estabilidad de la microcápsulas y olor de pescado, por su delicada fragancia [74] y microencapsular e ácidos grasos poliinsaturados con buena estabilidad a la oxidación por coacervación compleja [85]. También se han patentado la utilización de almidón OSA y almidón poroso para la microencapsulación de betacarotenos mediante secado por aspersión mejorando la estabilidad y bioaccesibilidad [25] y para microencapsular esencias como la de mostaza, mejorando la estabilidad y fragancia, útiles en productos para hornear [26].

Se resalta que se registró una patente de producción de nanopartículas microencapsuladas para productos farmacéuticos, cosméticos y alimentarios, caracterizando como encapsulante goma xantana, goma arábica, carragenina e hidratos de carbono seleccionados (almidón nativo de maíz, papa, harina de quinua, trigo, almidones modificados, por acetilación del almidón de maíz, yuca, patata). Sin embargo, aunque en las reivindicaciones (Claims) se especifican las aplicaciones de almidones no convencionales, en los ejemplos de microencapsulación expuestos en las patentes se utilizan almidones comerciales. Esta nueva tecnología presenta una oportunidad de desarrollo de nuevos productos funcionales y nutraceuticos utilizando almidones de nuevas fuentes botánicas, con propiedades encapsulantes que permitan el desarrollo de alimentos funcionales y probióticos con mejor biodisponibilidad y cinética de liberación de sus compuestos bioactivos, así como el desarrollo de nuevos productos con propiedades funcionales que permitan contribuir a la diversificación de nuevos productos con propiedades particulares.

4. CONCLUSIONES

En los últimos años hay un marcado interés en la exploración, invención y protección de propiedad intelectual, de métodos y tecnologías que utilizan almidones como recubrimiento de microencapsulados en matrices alimentarias y como ingredientes en la preparación de nuevos productos, a pesar de la mayor contracción económica de las últimas décadas acentuada por la emergencia sanitaria y economía, generada por la pandemia derivada del SARS-CoV-2, mostrando una notable capacidad de resistencia por la investigación y desarrollo tecnológico en estas áreas de conocimiento.

El mayor número de patentes registradas, según clasificación corporativa de patentes (CPC), donde se sugiere la utilizaron almidones no convencionales, estuvo relacionada con la “composiciones de alimentos e ingredientes alimentarios” apuntando a mejorar las propiedades funcionales como viscosidad, textura, capacidad de absorción de agua, capacidad emulsificante, como ingrediente de barrera contra la absorción de aceite, agente para enmascarar sabor y olor, agentes para extender la vida útil y recubrimientos de sabor entre

otros, siendo los almidones modificados los más utilizados en el desarrollo de productos dado la limitada aplicación de los almidones nativos básicamente por su fuerte hidrofobicidad que suele deteriorar sus propiedades mecánicas y su estabilidad. Los almidones alimentarios modificados más utilizado, registrados en las patentes de esta clasificación, son los reticulados y estabilizados, usados ampliamente para texturizar los alimentos, dándole mayor estabilidad al producto e impartiendo una mayor tolerancia al proceso, usándose como extensores cárnicos, adyuvante y saborizante y como emulsionante en preparación de alimentos, entre otros. Los almidones OSA también son utilizados para para glasear, rebozar alimento, como sustitutos de grasa y barrera de absorción en alimentos fritos.

Las patentes clasificadas en “modificaciones de cualidades nutritivas de los alimentos”, apuntaron al desarrollo de productos como suplemento alimenticio y alimentos libres de alérgenos o gluten, probióticos y productos para control y regulación de glicemia, entre otros, utilizando almidones reticulados, para los cuales, se destaca una nuevo desarrollo tecnológico de modificación en condiciones semiseca a temperaturas por debajo de 75 °C como alternativa más atractiva económicamente que los procesos tradicionales de modificación en condiciones húmedas, dado que estos representa alto consumo de agua, de energía, exceso de reactivos y necesidad de etapa de purificación.

Los “preparados medicinales con principios activos” se relacionaron con el uso de almidones como estabilizante de fármacos, en la producción de probióticos y microencapsulación de compuestos bioactivos para la liberación controlada.

Se destaca que Estado Unidos está a la vanguardia de los desarrollos tecnológicos en el uso de almidones convencionales relacionados en procesos de microencapsulación, impulsado por el desarrollo de nuevos sistemas de administración de fármacos y creciente uso en la industria de alimentos y bebidas para sabores, fragancias, colorantes y fabricación de alimentos funcionales, presentándose en los últimos años un notable desarrollo e interés en la solicitud de patentes la oficina de patentes del Tratado de Cooperación en materia de Patentes y países como China y Brasil, en Suramérica, presentan un notable desarrollo e interés en la solicitud de patentes en esta temática,

Lo cual evidencia el creciente interés de solicitudes de propiedad intelectual relacionadas con la utilización de almidones en los desarrollos tecnológicos de productos donde son requeridos. Sin embargo, no se encontraron publicaciones de patentes en países latinoamericanos, en la temática de estudio, lo cual puede ser una oportunidad para mejorar e impulsar el desarrollo tecnológico en esta área del conocimiento. Las compañías del sector farmacéutico y alimentos son las que mayor número de patentes tiene publicadas en esta temática, y se evidenció poca participación de las universidades en solicitudes de patentes relacionadas con la innovación tecnológica de procesos productivos en la industria alimentaria y farmacéutica.

La estructura tecnológica que se desarrolla en el campo de los microencapsulados va dirigida fundamentalmente a encapsular compuestos bioactivos y probióticos, siendo la técnica más utilizada el secado por aspersión, lo que reivindica el uso de esta técnica en el desarrollo de productos nutracéuticos y alimentos funcionales, siendo los almidones modificados químicamente por OSA los que se encuentran dentro de los desarrollos más patentados y utilizados para la microencapsulación de compuestos bioactivos por su carácter anfifílico.

Se han patentado varios métodos y procesos de modificación para mejorar las características microencapsulantes de los almidones que apuntan a hacer los procesos más prácticos y eficientes en términos de funcionalidad, tiempos de preparación, costos, versatilidad y reducción de efluentes. Sin embargo, este es un campo aún comienza en su exploración para almidones de matrices no convencionales.

5. AGRADECIMIENTOS

Al Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación (FCTI), del Sistema General de Regalías (SGR), por la beca de formación doctoral otorgada al primer autor, a través de la convocatoria del Plan Bienal de Convocatorias 2019 Corte 2. Proyecto marco BPIN 2019000100035 “Formación de capital humano de alto nivel” Universidad de Caldas – Nacional.

Los autores expresan sus agradecimientos a la Universidad de Caldas y a la Universidad del Atlántico.

CONFLICTOS DE INTERÉS

Los autores declaramos no tener conflictos de interés de tipo financiero, profesional o personal.

CONTRIBUCIONES DE LOS AUTORES

Tanto la concepción como la redacción y análisis de la información fue realizada de manera conjunta por todos los autores, en un proceso colaborativo.

6. REFERENCIAS

- [1] F. Zhu, “Underutilized and unconventional starches: Why should we care?,” *Trends Food Sci Technol*, vol. 100, pp. 363–373, Jun. 2020. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.04.018>
- [2] B. L. Tagliapietra, M. H. F. Felisberto, E. A. Sanches, P. H. Campelo, and M. T. P. S. Clerici, “Non-conventional starch sources,” *Curr Opin Food Sci*, vol. 39, pp. 93–102, Jun. 2021. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2020.11.011>
- [3] Food and Agriculture Organization, “Global Food Losses and Food Waste,” 2011. <https://www.fao.org/3/mb060e/mb060e.pdf>
- [4] Departamento Nacional de Planeación, “Pérdida y desperdicio de alimentos en Colombia,” 2016. https://sinergia.dnp.gov.co/Documentos%20de%20Interes/Perdida_y_Desperdicio_de_Alimentos_en_colombia.pdf
- [5] A. F. K. Minakawa, P. C. S. Faria-Tischer, and S. Mali, “Simple ultrasound method to obtain starch micro- and nanoparticles from cassava, corn and yam starches,” *Food Chem*, vol. 283, pp. 11–18, Jun. 2019. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.01.015>
- [6] T. Yuan, F. Ye, T. Chen, M. Li, and G. Zhao, “Structural characteristics and physicochemical properties of starches from winter squash (*Cucurbita maxima* Duch.) and pumpkin (*Cucurbita moschata* Duch. ex Poir.),” *Food Hydrocoll*, vol. 122, p. 107115, Jan. 2022. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2021.107115>
- [7] S. K. Paramasivam *et al.*, “Exploring differences in the physicochemical, functional, structural, and pasting properties of banana starches from dessert, cooking, and plantain cultivars (*Musa* spp.),” *Int J Biol Macromol*, vol. 191, pp. 1056–1067, Nov. 2021. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2021.09.172>
- [8] S. Ramírez-Centeno *et al.*, “Modification of banana starch (*Musa paradisiaca* L.) with polyethylene terephthalate: Virgin and bottle waste,” *Carbohydr Res*, vol. 508, p. 108401, Oct. 2021. <https://doi.org/10.1016/j.carres.2021.108401>
- [9] S. Punia Bangar, M. Kumar, W. Scott Whiteside, M. Tomar, and J. F. Kennedy, “Litchi (*Litchi chinensis*) seed starch: Structure, properties, and applications - A review,” *Carbohydrate Polymer Technologies and Applications*, vol. 2, p. 100080, Dec. 2021. <https://doi.org/10.1016/j.carpta.2021.100080>
- [10] S. Ferreira *et al.*, “Physicochemical, morphological and antioxidant properties of spray-dried mango kernel starch,” *J Agric Food Res*, vol. 1, p. 100012, Dec. 2019. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2019.100012>
- [11] M. Kaur, S. Punia, K. S. Sandhu, and J. Ahmed, “Impact of high pressure processing on the rheological, thermal and morphological characteristics of mango kernel starch,” *Int J Biol Macromol*, vol. 140, pp. 149–155, Nov. 2019. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.08.132>

- [12] K. Guo, L. Lin, X. Fan, L. Zhang, and C. Wei, "Comparison of structural and functional properties of starches from five fruit kernels," *Food Chem*, vol. 257, pp. 75–82, Aug. 2018. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.03.004>
- [13] M. M. Cruz-Benítez, C. A. Gómez-Aldapa, J. Castro-Rosas, E. Hernández-Hernández, E. Gómez-Hernández, and H. A. Fonseca-Florido, "Effect of amylose content and chemical modification of cassava starch on the microencapsulation of *Lactobacillus pentosus*," *LWT*, vol. 105, pp. 110–117, May 2019. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.01.069>
- [14] C. A. Gómez-Aldapa *et al.*, "A modified Achira (*Canna indica* L.) starch as a wall material for the encapsulation of *Hibiscus sabdariffa* extract using spray drying," *Food Research International*, vol. 119, pp. 547–553, May 2019. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.10.031>
- [15] M. C. Cortez-Trejo, A. Wall-Medrano, M. Gaytán-Martínez, and S. Mendoza, "Microencapsulation of pomegranate seed oil using a succinylated taro starch: Characterization and bioaccessibility study," *Food Biosci*, vol. 41, p. 100929, Jun. 2021. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2021.100929>
- [16] J. D. Hoyos-Leyva, L. A. Bello-Pérez, J. Alvarez-Ramirez, and H. S. Garcia, "Microencapsulation using starch as wall material: A review," *Food Reviews International*, vol. 34, no. 2, pp. 148–161, Jan. 2017. <https://doi.org/10.1080/87559129.2016.1261298>
- [17] L. A. Bello-Pérez, F. J. García-Suárez, G. Méndez-Montealvo, J. R. O. Do Nascimento, F. M. Lajolo, and B. R. Cordenunsi, "Isolation and characterization of starch from seeds of *Araucaria brasiliensis*: A novel starch for application in food industry," *Starch*, vol. 58, no. 6, pp. 283–291, Jun. 2006. <https://doi.org/10.1002/star.200500455>
- [18] T. Jiang, Q. Duan, J. Zhu, H. Liu, and L. Yu, "Starch-based biodegradable materials: Challenges and opportunities," *Advanced Industrial and Engineering Polymer Research*, vol. 3, no. 1, pp. 8–18, Jan. 2020. <https://doi.org/10.1016/j.aiepr.2019.11.003>
- [19] D. Li and F. Zhu, "Starch structure in developing kiwifruit," *Int J Biol Macromol*, vol. 120, Part A, pp. 1306–1314, Dec. 2018. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.08.128>
- [20] D. Li and F. Zhu, "Physicochemical properties of kiwifruit starch," *Food Chem*, vol. 220, pp. 129–136, Apr. 2017. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.09.192>
- [21] M. Sierra, B. Sierra, M. Moser, and V. Casaña, "Proceso de multi-microencapsulación continuo para la mejora de la estabilidad y almacenamiento de ingredientes biológicamente activos," Spain, ES2235642B2, Mar. 01, 2006. <https://patents.google.com/patent/ES2235642B2/es?q=ES2235642B2>
- [22] R. Crittenden, L. Sanguansri, and M. A. Augustin, "Probiotic storage and dispensing," Oficina Europea de Patentes, EP1667696B1, Nov. 18, 2015. <https://patents.google.com/patent/EP1667696B1/de?q=EP1667696B1>
- [23] B. Klotz and M. Quintanilla, "Probiotic microcapsule," United States, US20210113629A1, Apr. 22, 2021. <https://patents.google.com/patent/US20210113629A1/en?q=US20210113629A1>
- [24] X. Xinde, Z. Di, Z. Lihua, and S. Bin, "Preparation method of high-stability microcapsule dry powder/particles containing fat-soluble nutrients with more double bonds," China, CN108430461B, Oct. 29, 2021. <https://patents.google.com/patent/CN108430461B/en?q=CN108430461B>
- [25] C. Xin, H. Jinyin, and Y. Zeng, "Microcapsules-beta and carotene powder and preparation method thereof," China, CN105747216A, Jul. 13, 2016. <https://patents.google.com/patent/CN105747216A/en?q=CN105747216A>
- [26] W. Yanping, "Microcapsule mustard essence and preparation method thereof," China, CN104921047B, May 03, 2017. <https://patents.google.com/patent/CN104921047B/en?q=CN104921047B>
- [27] E. Viniegra, H. Hernandez, J. Gaitan, and O. Vázquez, "Productos carnicos tipo hamburguesa.," Mexico, MX337879B, Feb. 09, 2016. <https://patents.google.com/patent/MX337879B/es?q=MX337879B>
- [28] J. Stephen, R. Mellican, B. Hitchcock, K. Parshall, and N. Shields, "Beverage thickener system, beverage and method," United States, US20060141127A1, Jun. 29, 2006. <https://patents.google.com/patent/US20060141127A1/en?q=US+2006%2F0141127+A1>
- [29] J. Klemaszewski, "Almidon modificado con anhídrido n- octenil succinico (nosa) como un aditivo en productos lacteos," Argentina, AR070959A1, May. 19, 2010. <https://patents.google.com/patent/AR070959A1/es?q=AR070959A1>
- [30] F. Sarneel, J. Antoon, and J. Jonckers, "Sustituto de grasas bajo en calorías.," Spain, ES2339055T3, May 14, 2010. <https://patents.google.com/patent/ES2339055T3/es?q=ES2339055T3>
- [31] World Intellectual Property Organization, *World Intellectual Property Indicators 2013*. http://www.wipo.int/export/sites/www/freepublications/en/intproperty/941/wipo_pub_941_2013.pdf
- [32] S. Jérôme, B. Wolfgang, V. Coppin, E. Delepine, and P. Kesteloot, "A new generation of starchy products," European Patent Office, EP1758939B1, Oct. 12, 2016. <https://patents.google.com/patent/EP1758939B1/de?q=EP1758939B1>
- [33] D. Bertrand, "Almidones pregelatinizados dispersables instantaneamente para uso en productos alimenticios.," Mexico, MXPA05013049A, Sep. 04, 2006.

- <https://patents.google.com/patent/MXPA05013049A/es?q=MXPA05013049A>
- [34] J. Singh, L. Kaur, and O. J. McCarthy, "Factors influencing the physico-chemical, morphological, thermal and rheological properties of some chemically modified starches for food applications-A review," *Food Hydrocoll*, vol. 21, no. 1, pp. 1–22, Jan. 2007. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2006.02.006>
- [35] C. O. Bernardo, J. L. R. Ascheri, and C. W. P. de Carvalho, "Efeito do ultrassom na extração e modificação de amidos," *Ciencia Rural*, vol. 46, no. 4, pp. 739–746, Apr. 2016. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20150156>
- [36] O. Mooser, "Preparacion espesante para alimentos y procedimiento para su produccion.," Spain, ES2269389T3, Apr. 01, 2007. <https://patents.google.com/patent/ES2269389T3/es?q=ES2269389T3>
- [37] J. Pilling, "Composiciones de agentes espesantes que contienen alternano y otro agente espesante," Spain. ES2528390T3, Feb. 09, 2015. <https://patents.google.com/patent/ES2528390T3/es?q=ES2528390T3>
- [38] J. T. Smoot and Y. Zhou, "Pregelatinized Starches having high process tolerance and methods for making and using them," United States, US20200157251A1, May 21, 2020. <https://patents.google.com/patent/US20200157251A1/en?q=US20200157251A1>
- [39] Y. Cheng, L. Chen, S. Peidong, and C. Guangqun, "Method for preparing micro nano starch granules emulsifier and application thereof," China, CN102423659A, Apr. 25, 2012. <https://patents.google.com/patent/CN102423659A/en?q=CN102423659A>
- [40] Y.-C. Shi, C.-W. Chiu, D. Huang, and D. Janik, "Use of converted low-viscosity, high solids starch in foods," United States, US20030099744A1, May 29, 2003. <https://patents.google.com/patent/US20030099744A1/en?q=US20030099744A1>
- [41] F. Sarneel and J. Antoon, "Batter mix containing modified starch," European Patent Office, EP1705995B1, Oct. 10, 2005. <https://patents.google.com/patent/EP1705995B1/de?q=EP1705995B1>
- [42] M. Berckmans, J. Coppin, and S. Debon, "Cold water-swelling, intact, high amylose starch granules," United States, US10743560B2, Feb. 18, 2009. <https://patents.google.com/patent/US10743560B2/en?q=US10743560B2>
- [43] R. Billmers, Y.-C. Shi, and D. Dihel, "Starches for reduced fat in Fried foods systems," United States. US20050042331A1, Feb. 24, 2005. <https://patents.google.com/patent/US20050042331A1/en?q=US20050042331A1>
- [44] H. J. De Vries and P. L. Buwalda, "Method for reducing the oil uptake in fried foodstuffs," WIPO (PCT), WO2007133081A2, Nov. 22, 2007. <https://patents.google.com/patent/WO2007133081A2/en?q=WO2007133081A2>
- [45] Y. Tsuchiya, H. Iesato, and T. Nakajima, "Coating material for fried and/or deep-fried food," United States, US20120258237A1, Oct. 11, 2012. <https://patents.google.com/patent/US20120258237A1/en?q=US20120258237A1>
- [46] P. Van Seeventer, L. Wilhelmus, and J. Steenwelle, "Composiciones en polvo de LCPUFA libres de alergenios o libres de lácteos y uso de las mismas en productos alimenticios y específicamente en formulas infantiles," Spain, ES2475736T3, Jul. 11, 2014. <https://patents.google.com/patent/ES2475736T3/es?q=ES2475736T3>
- [47] V. Coppin, M. Berckmans, and J. Debon, "pregelatinized starch, preparation and use process, baby food, infant formula and two fluid nozzle for use in a spray dried starch," Brazil, BR112012025473B1, May. 05, 2020. <https://patents.google.com/patent/BR112012025473B1/en?q=BR112012025473B1>
- [48] J. Paulus, P. Trzasko, S. Waring, R. Trksak, and D. Dihel, "Modified starches for use in gluten-free baked products," United States, US20050008761A1, Jan. 13, 2005. <https://patents.google.com/patent/US20050008761A1/en>
- [49] G. Mogner, G. P. Strozzi, and L. Mogner "Chocolate flavoured probiotic supplement," China, CN102762107A, Oct. 31, 2012. <https://patents.google.com/patent/CN102762107A/en?q=CN102762107A>
- [50] I. Brown, M. K. Okoniewska, R. L. Billmers, and R. A. Skorge, "Uso de un producto de almidon reticulado o inhibido.," Spain, ES2305958T3, Nov. 01, 2008. <https://patents.google.com/patent/ES2305958T3/es?q=ES2305958T3>
- [51] H. C. Hiemstra, R. P. W. Kesselmans, A. A. M. Maas, and E. Hadderingh, "Reticulacion de almidon.," Spain, ES2266517T3, Mar. 01, 2007. <https://patents.google.com/patent/ES2266517T3/es?q=ES2266517T3>
- [52] S. Veelaert, J. Vanhemelrijck, D. Fonteyn, R. Veesaert, and E. Walhout, "Clean label stabilised starch with improved organoleptic properties," European Patent Office, EP1664126A1, Jun. 07, 2006. <https://patents.google.com/patent/EP1664126A1/en>
- [53] M. Okoniewska, J. Kasica, and E. Weisser, "Rapidly expanding starches with altered crystalline structure," United States, US6846497B2, Jan. 25, 2005. <https://patents.google.com/patent/US6846497B2/en?q=US+6846497+B2>
- [54] S. Gervais, D. Smith, P. Contamin, R. Ouzerourou, and M. L. Ma, "Sustained Drug Release composition," United States, US20160361262A1, Dec. 15, 2016. <https://patents.google.com/patent/US20160361262A1/en?q=US20160361262A1>

- [55] M. Rahmouni, M. Nabil, V. Sant, A. Tafer, and D. Smith, "Micropartículas a base de almidón para la liberación de agentes dispuestos en su interior," Spain, ES2592808T3, Dec. 01, 2016. <https://patents.google.com/patent/ES2592808T3/es?q=ES2592808T3>
- [56] V. Lenaerts, R. Beck, E. Bogaert, F. Chouinard, R. Hopcke, and C. Desevaux, "Almidon con alto contenido en amilosa reticulado para su utilizacion en formulaciones farmaceuticas de liberacion controlada y procedimientos para su preparacion.," Spain, ES2272499T3, May. 01, 2007. <https://patents.google.com/patent/ES2272499T3/es>
- [57] M. Bertoldo, M. Pinheiro, B. Gaigher, M. Caetano Silva, and I. Dutra, "Processo de obtenção de uma micropartícula contendo fepeptídeo de elevada biodisponibilidade, micropartícula e usos da micropartícula," Brazil, BR102018071692A2, Apr. 16, 2019. <https://patents.google.com/patent/BR102018071692A2/en?q=BR102018071692A2>
- [58] H. Guo, J. Chen, D. Su, and P. Ashton, "Bioerodible sustained release drug delivery systems," United States, US10300114B2, May. 28, 2019. <https://patents.google.com/patent/US10300114B2/en?q=US10300114B2>
- [59] S. Biltresse and E. Everaert, "Modified starches for home care and personal care," WIPO (PCT), WO2021050671A1, Mar. 18, 2021. <https://patents.google.com/patent/WO2021050671A1/en?q=WO2021050671A1>
- [60] G. Cassin, "Cosmetic composition including a combination of a gelifiable water-soluble polysaccharide, starch and fillers," WIPO (PCT), WO2013076212A2, May 30, 2013. <https://patents.google.com/patent/WO2013076212A2/en?q=WO2013076212A2>
- [61] T. Wielema, "A process for making paper," Australia, AU2009327706B2, Nov. 1, 2012. <https://patents.google.com/patent/AU2009327706B2/en?q=AU2009327706B2>
- [62] S. Veelaert, "Pregelatinized starches as carrier materials for liquid components," European Patent Office, EP2247624B1, Jul. 8, 2020. <https://patents.google.com/patent/EP2247624B1/de?q=EP2247624B1>
- [63] Grand-View-Research, "Microencapsulation Market Size, Share & Trends Analysis Report," 2023. Mar. 05, 2023. <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/microencapsulation-market>
- [64] The State University of New Jersey, "Research at Rutgers University," *The State University of New Jersey*. <https://www.rutgers.edu/research>.
- [65] Massachusetts Institute of Technology, "Massachusetts Institute of Technology," *Research MIT*. <https://www.mit.edu/research/>.
- [66] T. Rivera, J. Crouse, and P. S. J. Given, "Microencapsulated biochemical citrus substances and their usage in beverages," Russia, RU2479217C1, Apr. 20, 2013. <https://patents.google.com/patent/RU2479217C1/en?q=RU2479217C1>
- [67] T. Rivera, J. Crouse, and P. S. J. Given, "Microencapsulated citrus phytochemicals and application to sports drinks," United States, US20100196549A1, Aug. 05, 2010. <https://patents.google.com/patent/US20100196549A1/en?q=US+2010%2f0196549+A1>
- [68] D. O. Trambitas, F. Sotoodeh, and G. F. Woerlee, "Method for micro-encapsulation of natural ingredients by means of contacting with supercritical gas," WIPO (PCT), WO2020249825A1, Dec. 17, 2020. <https://patents.google.com/patent/WO2020249825A1/en?q=WO2020249825A1>
- [69] M. Harel, "Microencapsulation of bioactive substances and methods of making the same," United States, US9445613B2, Sep. 20, 2016. <https://patents.google.com/patent/US9445613B2/en?q=US+9%2c445%2c613+B2>
- [70] J. Youngbok, "Fruitjuice-contained Micro-capsule coated by algae extract," South Korea, KR200297529Y1, Dec. 11, 2002. <https://patents.google.com/patent/KR200297529Y1/en?q=KR200297529Y1>
- [71] A. Markus, P. Strongin, and C. Linder, "Applications of microencapsulated essential oils," United States, US9717240B2, Aug. 01, 2017. <https://patents.google.com/patent/US9717240B2/en?q=US9717240B2>
- [72] C. Youyu *et al.*, "A kind of microencapsulation Snakegourd Fruit tea powder," China, CN107494850A, Dec. 22, 2017. <https://patents.google.com/patent/CN107494850A/en?q=CN107494850A>
- [73] T. do Nascimento *et al.*, "Red propolis microcapsules, method for producing microcapsules, pharmaceutical compositions containing same, method for producing pharmaceutical compositions and uses thereof," WIPO (PCT), WO2014186851A1, Nov. 27, 2014. <https://patents.google.com/patent/WO2014186851A1/en?q=WO2014186851A1>
- [74] J. Zitao, C. Lin, and L. Rong, "Method for preparing perilla oil powder through microencapsulation," China, CN103054030A, Apr. 24, 2013. <https://patents.google.com/patent/CN103054030A/en?q=CN103054030A>
- [75] F. Martinez and B. Murua, "Esteres de almidon derivatizados y/o convertidos mediante extrusion termoplastica para su aplicacion en microencapsulacion de agentes saborizantes y aplicaciones similares.," Mexico, MX2007012037A, Mar. 30, 2009. <https://patents.google.com/patent/MX2007012037A/es?q=MX2007012037A>
- [76] M. C. F. Berckmans, S. J. J. Debon, A. M. G. Verbiest, and J. R. P. Wallecan, "Process for modifying starches," WIPO (PCT), WO2009013346A1, Jan. 29, 2009.

- <https://patents.google.com/patent/WO2009013346A1/en?q=WO2009013346A1>
- [77] M. Porzio and D. Zasytkin, "Encapsulation compositions and process for preparing the same," United States, US6790453B2, Sep. 14, 2004.
<https://patents.google.com/patent/US6790453B2/en?q=US6790453B2>
- [78] M. A. Porzio and L. M. Popplewell, "Encapsulation compositions," United States, US5603971A, Feb. 18, 1997. <https://patents.google.com/patent/US5603971A/en?q=US5603971A>
- [79] F. Z. Saleeb and V. K. Arora, "Method of preparing glass stabilized material," United States, US5972395A, Oct. 26, 1999. <https://patents.google.com/patent/US5972395A/en?q=US5972395A>
- [80] M. Florent and D. Sahin, "Method for modifying starch or starch derivatives," WIPO (PCT), WO2005047340A1, May 26, 2005.
<https://patents.google.com/patent/WO2005047340A1/en?q=WO2005047340A1>
- [81] J. O. Dihora, and C. R. Multari, "Controlled Release Particles And Methods For Preparation Thereof," European Patent Office, EP3471874B1, Mar. 18, 2020.
<https://patents.google.com/patent/EP3471874B1/de?q=EP3471874B1>
- [82] L. F. Maia, F. V. Leimann, and R. Ramalho, "Processo de microencapsulação de enterocina em soro de leite em pó e produto obtido," Brazil, BR102020019489(A2), Apr. 05, 2022.
https://lp.espacenet.com/publicationDetails/biblio?FT=D&date=20220405&DB=EPODOC&locale=es_LP&CC=BR&NR=102020019489A2&KC=A2&ND=4
- [83] Y. Lei, M. V Imperiale, L. M. Popplewell, F. Pringgosusanto, and R. Gencarelli, "Hybrid fragrance encapsulate formulation and method for using the same," United States, US20220401372A1, Dec. 22, 2022.
<https://patents.google.com/patent/US20220401372A1/en?q=US20220401372A1>
- [84] H. Lixin, D. Peng, Z. Zhiyi, and W. Qiuli, "Microemulsion and microcapsule for embedding vitamin E and algae oil and preparation method thereof," China, CN112998273A, Jun. 22, 2021.
<https://patents.google.com/patent/CN112998273A/en?q=CN112998273A>
- [85] M. Hongyan, D. Yanbing, and S. Qingjie, "Method for preparing polyunsaturated fatty acid microcapsule by using chitosan and short straight chain starch," China, CN110839873A, Feb. 28, 2020.
<https://patents.google.com/patent/CN110839873A/en?q=CN110839873A>
- [86] G. Achterkamp, D. Karl, C. Inoue, R. Kohlus, and M. Kuhn, "Concentrados para preparar un consomé, sopa, salsa, jugo de carne, o para usar como sazónador, comprendiendo el concentrado partículas y gelatina y almidón," Spain, ES2417630T3, Aug. 08, 2013.
<https://patents.google.com/patent/ES2417630T3/es?q=2417630>
- [87] M. Brynolf, M. Samuelsson, and Å. Ståhl, "Metodo para preparar un almidon inhibido.,," Mexico, MX2020001576A, Aug. 31, 2020.
<https://patents.google.com/patent/MX2020001576A/es?q=MX2020001576A>
- [88] C. Kantt, "Composición de crema alimenticia reducida en azúcar usando almidón de arveja natural," Chile, CL2022000536A1, Oct. 07, 2022.
<https://patents.google.com/patent/CL2022000536A1/es?q=CL2022000536A1>
- [89] V. Céline, O. Noble, and F. Bonnaud, "Composiciones que comprenden proteína de suero de leche, almidón nativo y azúcar," Spain, ES2908406T3, Apr. 29, 2022.
<https://patents.google.com/patent/ES2908406T3/es?q=ES2908406T3>
- [90] R. Brandon, Y. Erhan, S. David, and A. William, "Agentes texturizantes a base de almidón para composiciones alimenticias," Spain, ES2872007T3, Nov. 02, 2021.
<https://patents.google.com/patent/ES2872007T3/es?q=ES2872007T3>
- [91] P. Gorecka, C. Barbier, S. Gaddipati, L. Harttung, F. Wilhelm, and E. Sharma, "Una composición con una textura fluida que comprende un almidón gelatinizado y un almidón no gelatinizado para la preparación de productos alimenticios salados tales como caldos, condimentos, aderezos, salsas, salsas espesas, guisos, platos fritos o sopas," Colombia, CO2018002067A2, May. 21, 2018.
[https://patents.google.com/patent/CO2018002067A2/es?q=CO2018002067+\(A2\)](https://patents.google.com/patent/CO2018002067A2/es?q=CO2018002067+(A2))
- [92] Z. M. Salazar, J. Woller, and N. Zwets, "Emulsión de aceite en agua que contiene harina de trigo y almidón físicamente modificado," Spain, ES2785692T3, Oct. 07, 2020.
<https://patents.google.com/patent/ES2785692T3/es?q=ES2785692T3>
- [93] M. Piatko and C. Perks, "Stabiles proteinfreies schlagbares lebensmittelprodukt," European Patent Office, EP2068639A1, Jun. 17, 2009. <https://patents.google.com/patent/EP2068639A1/de?q=EP2068639A1>
- [94] C. Lane, W. Ratnayake, T. Shah, and J. Vaz, "Método de elaboración de almidón aglomerado e inhibido térmicamente," Colombia, CO2017011949A1, May. 31, 2019.
<https://patents.google.com/patent/CO2017011949A1/es?q=+CO2017011949>
- [95] R. Ando, H. Takaguchi, A. Okuda, and M. Takada, "Almidón procesado con grasa y un procedimiento para producir el mismo," Spain, ES2701752T3, Feb. 25, 2019.
<https://patents.google.com/patent/ES2701752T3/es?q=ES2701752T3>

- [96] P. Hume and M. Rose, "Composiciones que contienen almidón acuoso para el recubrimiento de productos alimenticios," Argentina, AR096899A1, Feb. 03, 2016.
<https://patents.google.com/patent/AR096899A1/es?oq=AR096899A1>
- [97] C. Elejalde *et al.*, "Multilayered sugar free mannitol confectionery and methods of making same," United States, US9220284B2, Dic. 29, 2015.
<https://patents.google.com/patent/US9220284B2/en?oq=US9220284B2>
- [98] M. Piatko and C. Perks, "Stable Protein-free whippable food product," United States, US8252358B2, Aug. 28, 2012. <https://www.google.com/patents/US8252358>
- [99] F. Shuai, N. Zhang, X. Wang, J. Zhang, "Coating and extruding method for producing starch softgel capsules," Canada, CA2872052A1, May. 25, 2016.
<https://patents.google.com/patent/CA2872052A1/en?oq=CA2872052A1>
- [100] M. K. H. Essers, J. W. Timmermans, J. M. Jetten, T. M. Slaghek, A. A. C. M. Oudhuis, and R. Nagtegaal, "Hydrothermally Modified Starch," United States, US10316107B2, Jun. 11, 2019.
<https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/originalDocument?FT=D&date=20190611&DB=loc ale=en EP&CC=US&NR=10316107B2&KC=B2&ND=6>
- [101] S. Su, "Method for preparing artificial rice through mangrove fruit starch," China, CN105166628A, Dec. 23, 2015. <https://patents.google.com/patent/CN105166628A/en?oq=CN105166628A>
- [102] W. Xiaojun, C. Yu, Z. Cailing, X. Xiaochi, and L. Yanmin, "Whole cherry fruit starch-based preservative, preparation method thereof and cherry preservation method," China, CN112314699A, Feb. 05, 2021.
<https://patents.google.com/patent/CN112314699A/en?oq=CN112314699A>
- [103] J. R. Woltjes, H. R. Meima, and P. L. Buwalda, "Composición basada en almidón reticulado y almidón despolimerizado, adecuada como sustituto de la gelatina," Spain, ES2383512T3, Jun. 21, 2012.
<https://patents.google.com/patent/ES2383512T3/es?oq=ES2383512T3>
- [104] T. Horigane, M. Yoshimura, and C. Ishikawa, "Flavor enhancer," WIPO (PCT), WO2022009891A1, Jan. 13, 2022. <https://patents.google.com/patent/WO2022009891A1/en?oq=WO2022009891A1>
- [105] X.-Z. Han and T. Hutton, "Inhibited non-pregelatinized granular starches," United States, US20220110354A1, Apr. 14, 2022.
<https://patents.google.com/patent/US20220110354A1/en?oq=US20220110354A1>
- [106] P. Trubiano and D. Boyd, "Tablet containing an enzymatically converted starch derivative encapsulating agent," United States, US6086917A, Jul. 11, 2000.
<https://patents.google.com/patent/US6086917A/en?oq=US6086917A>
- [107] M. Shirakata, M. White, and Kimie Otsuka, "Tea fruit starch, processed food using tea fruit starch, and method for producing tea fruit starch," Japan, JP2021061755A, Apr. 22, 2021.
<https://patents.google.com/patent/JP2021061755A/en?oq=JP2021061755A>
- [108] Z. Tiemei, "Talcum powder prepared from avicennia marina fruit starch," China, CN105997791A, Oct. 12, 2016. <https://patents.google.com/patent/CN105997791A/en?oq=CN105997791A>
- [109] M. Jimenez, B. Lopez, and C. Pere, "Composiciones farmaceuticas que comprenden fumarato de dimetilo," Mexico, MX2020009745A, Oct. 08, 2020.
[https://patents.google.com/patent/MX2020009745A/es?oq=MX2020009745+\(A\)](https://patents.google.com/patent/MX2020009745A/es?oq=MX2020009745+(A))
- [110] K. Obae, I. Ibuki, M. Sunago, J. Takahara, and M. Endo, "Functional starch powder," European Patent Office, EP1645568A4, Jun. 27, 2007.
<https://patents.google.com/patent/EP1645568A4/de?oq=EP1645568A4>
- [111] J. K. Whaley, J. J. Kasica, J. L. Senkeleski, J. W. Foss, and J. R. Heigis, "Hydrocolloid composition for use as a gelling agent viscosifier and stabilizer," United States, US6093439A, Jul. 25, 2000.
<https://patents.google.com/patent/US6093439A/en?oq=US6093439A>
- [112] P. Pibarot, A. Watelain, and P. Reynes, "Pet food and processes of producing the same," Canada, CA2634832A1, Jul. 05, 2007. <https://patents.google.com/patent/CA2634832A1/en?oq=CA2634832A1>
- [113] E. D. Hubbard, R. L. Olson, T. A. Wiesner, T. V Andren, and F. Gute, "Compacted starch hydrolysate product with improved handling characteristics and reduced tendency to become sticky," United States, US6379467B1, Apr. 30, 2002. <https://patents.google.com/patent/US6379467B1/en?oq=US6379467B1>

ANEXO

Tabla A1. Distribución de patentes totales y publicadas por clasificación corporativa de patentes (CPC), relacionadas con microencapsulación y uso de almidones no convencionales en matrices alimenticias

Fuente: elaboración propia.

Nro. de patente	Descripción	Uso de almidones	Ref.
A23V: "Alimentos, alimentos o bebidas no alcohólicas"			
CN105747216A	Microcápsulas de β caroteno en polvo y método de preparación de las mismas	Material encapsulante	[25]
CN104921047B	Microcápsula de esencia de mostaza y método de preparación de la misma	Material encapsulante	[26]
MX337879B	Proceso de elaboración de productos cárnicos tipo hamburguesa	Extensores cárnicos	[27]
US20200157251A1	Almidones pregelatinizados con alta tolerancia al proceso y métodos para su fabricación y uso	Dispersante y estabilizante	[38]
CN102423659A	Método para preparar micro nano gránulos de almidón emulsionante y su aplicación	Emulsionante en alimentos y emulsionante cosmético.	[39]
EP1705995B1	Mezcla para rebozado que contiene almidón modificado	Rebozador en el recubrimiento de alimentos	[41]
WO2007133081A2	Método para reducir la absorción de aceite en alimentos fritos	Ingredientes sustitutos para reducción de absorción de aceite	[44]
ES2475736T3	Composiciones en polvo de LCPUFA libres de alérgenos o libres de lácteos y uso de las mismas en productos alimenticios y específicamente en fórmulas infantiles	Agente emulsionante	[46]
CN102762107A	Suplemento probiótico con sabor a chocolate	Material de recubrimiento	[49]
RU2479217C1	Sustancias bioquímicas cítricas microencapsuladas y su uso en bebidas	Material encapsulante	[66]
US 2010/0196549 A1	Fitoquímicos cítricos microencapsulados y su aplicación en bebidas deportivas	Material encapsulante	[67]
US 9445613 B2	Microencapsulación de sustancias bioactivas y métodos de fabricación de las mismas	Material encapsulante	[69]
KR200297529Y1	Microcápsula de zumo de frutas recubierta de extracto de algas	Material encapsulante	[70]
US6790453B2	Composiciones de encapsulación y proceso de preparación de las mismas	Material encapsulante	[77]
CN110839873A	Método para preparar microcápsulas de ácidos grasos poliinsaturados utilizando quitosano y almidón de cadena corta y recta,	Material encapsulante	[85]
ES2417630T3	Concentrados para preparar un consomé, sopa, salsa, jugo de carne, o para usar como sazónador, comprendiendo el concentrado partículas y gelatina y almidón.	Ingrediente gelificante	[86]
MX2020001576A	Método para preparar un almidón inhibido.	Espesante, estabilizante y gelificante	[87]
CL2022000536A1	Composición de crema alimenticia reducida en azúcar usando almidón de arveja natural	Ingrediente de sustitución	[88]
ES2908406T3	Composiciones que comprenden proteína de suero de leche, almidón nativo y azúcar	Espesante	[89]
ES2872007T3	Agentes texturizantes a base de almidón para composiciones alimenticias	Agente texturizante	[90]
CO2018002067A2	Una composición con una textura fluida que comprende un almidón gelatinizado y un almidón no gelatinizado para la preparación de productos alimenticios salados tales como caldos, condimentos, aderezos, salsas, salsas espesas, guisos, platos fritos o sopas	Ingrediente producto alimenticio	[91]
ES2785692T3	Emulsión de aceite en agua que contiene harina de trigo y almidón físicamente modificado	Estabilizante	[92]
EP2068639A1	Alimento batido estable sin proteínas	Estabilizante	[93]
CO2017011949A1	Método de elaboración de almidón aglomerado e inhibido térmicamente	Espesante	[94]

Nro. de patente	Descripción	Uso de almidones	Ref.
ES2701752T3	Almidón procesado con grasa y un procedimiento para producir el mismo	Agente de recubrimiento	[95]
AR096899A1	Composiciones que contienen almidón acuoso para el recubrimiento de productos alimenticios	Agente de recubrimiento	[96]
US9220284B2	Productos de confitería de manitol sin azúcar multicapa y métodos para fabricarlos.	Agente texturizante	[97]
US20080085353A1	Producto Alimenticio batible, estable y sin proteínas	Estabilizante	[98]
US20150119473A1	Método de recubrimiento y extrusión para producir cápsulas de gelatina blanda de almidón	Material encapsulante	[99]
US10316107B2	Almidón hidrotermalmente modificado	Agente espesante, viscoestabilizante	[100]
CN105166628A	Método para preparar arroz artificial a través de almidón de frutos de mangle.	Ingrediente de preparación	[101]
CN112314699A	Conservante a base de almidón de cerezas enteras, método de preparación del mismo y método de conservación de cerezas.	Ingrediente como conservante	[102]
A23L: "Modificación cualidades nutritivas de los alimentos, tratamiento físico, conservación y productos alimenticios en general"			
ES2235642B2	Proceso de multi-microencapsulación continua para la mejora de la estabilidad y almacenamiento de ingredientes biológicamente activos	Material encapsulante	[21]
US 2006/0141127	Sistema espesante de bebidas, bebida y método	Adyuvante espesante	[28]
EP1758939B1	Una nueva generación de productos amiláceos. Proceso para preparar un almidón granular.	Espesante en alimentos y excipientes en fármacos	[32]
ES2528390T3	Composiciones de agentes espesantes que contienen alternano y otro agente espesantes	Agente espesante	[37]
BR112012025473B1	Almidón pregelatinizado, proceso de preparación y uso, alimentos infantiles, fórmulas infantiles y boquilla de dos fluidos para su uso en un almidón secado por atomización	Espesante en formulaciones de alimentos infantiles	[47]
US20050008761A1	Almidones modificados para su uso en productos horneados sin gluten	Ingrediente de sustitución para productos horneados	[48]
ES2305958T3	Uso de un producto de almidón reticulado o inhibido	Ingrediente en Preparación de alimentos para controlar el nivel de glucemia	[50]
ES2266517T3	Reticulación de almidón	Gelificante, aglutinante, estabilizante	[51]
EP1664126A1	Almidón estabilizado de etiquetado limpio con propiedades organolépticas mejoradas	Espesante aglutinante para alimentos	[52]
US9717240B2	Aplicaciones de los aceites esenciales microencapsulados	Material encapsulante	[71]
US5603971A	Composiciones de encapsulación	Matriz vítrea encapsulante	[78]
US5972395A	Método de preparación de material estabilizado con sustrato vítreo extruido	Sustrato vítreo extruido	[79]
ES2383512T3	Composición basada en almidón reticulado y almidón despolimerizado, adecuada como sustituto de la gelatina.	Agente gelificante.	[103]
WO2022009891A1	Potenciador del sabor	Ingrediente para mejora sabor en alimentos	[104]
US20220110354A1	Almidones granulares no pregelatinizados inhibidos	Ingrediente alimentario en sustitución de un almidón modificado químicamente	[105]
US6086917A	Comprimido que contiene un agente encapsulante derivado del almidón convertido enzimáticamente	Material encapsulante	[106]
JP2021061755A	Almidón de fruta de té, alimentos procesados que utilizan almidón de fruta de té y método para producir almidón de fruta de té	Ingrediente productos horneados	[107]
A61K: "Preparaciones para fines médicos, dentales o de tocador"			
US20210113629A1	Microcápsula probiótica y método de obtención,	Material encapsulante	[23]
CN108430461B	Método de preparación de polvo seco/partículas de microcápsulas de alta estabilidad que contienen nutrientes liposolubles	Material encapsulante	[24]

Nro. de patente	Descripción	Uso de almidones	Ref.
US 6846497 B2	Almidones de expansión rápida con estructura cristalina alterada	Aditivo para agentes farmacéuticamente de liberación controlada	[53]
US20160361262A1	Composición de liberación sostenida de fármacos	Excipiente para agentes farmacéuticamente activos con liberación sostenida	[54]
ES2592808T3	Micropartículas a base de almidón para la liberación de agentes dispuestos en su interior	Material de recubrimiento	[55]
ES2272499T3	Almidón con alto contenido en amilosa reticulado para su utilización en formulaciones farmacéuticas de liberación controlada y procedimientos para su preparación	Excipiente de liberación controlada	[56]
BR102018071692A2	Proceso de obtención de una micropartícula de alta biodisponibilidad, efecto de micropartícula y su uso	Material de recubrimiento	[57]
US 10300114 B2	Sistemas de administración de fármacos de liberación sostenida bioerosionables	Excipiente para agentes farmacéuticamente activos con liberación sostenida	[58]
WO2020249825A1	Método de microencapsulación de ingredientes naturales mediante contacto con gas supercrítico	Material encapsulante	[68]
EP3471874B1	Partículas de liberación controlada y métodos para su preparación	Material encapsulante	[81]
CN112998273A	Microemulsión y microcápsula para incrustar vitamina E y aceite de algas y método de preparación de las mismas	Material encapsulante	[84]
CN105997791A	Talco preparado a partir de almidón de fruta de avicennia marina	Componente de talco para la piel	[108]
A23P: "Conformación o elaboración de productos alimenticios"			
ES2269389T3	Preparación espesante para alimentos y procedimiento para su producción	Espesante para alimentos	[36]
US20030099744A1	Uso de almidón convertido de baja viscosidad y alto contenido en sólidos en alimentos	Glaseado de alimentos	[40]
US10743560B2	Gránulos de almidón con alto contenido en amilosa, intactos, hinchables en agua fría	Ingredientes de confitería y productos precocidos	[42]
US20050042331A1	Almidones para reducir la grasa en sistemas de alimentos fritos	Recubrimiento como barrera para la absorción del medio de fritura	[43]
US20120258237A1	Material de recubrimiento para alimentos fritos y/o fritos	Recubrimiento para alimentos fritos	[45]
CN103054030A	Método para preparar polvo de aceite de perilla mediante microencapsulación	Material encapsulante	[74]
MX2007012037A	Esteres de almidón derivados y/o convertidos mediante extrusión termoplástica para su aplicación en microencapsulación de agentes saborizantes y aplicaciones similares	Material encapsulante	[75]
A61P: "Fármacos para trastornos del metabolismo"			
JP6033998B2	Método de encapsulación de uno o más microorganismos probióticos en un encapsulante protector para prolongar la vida útil del probiótico	Material encapsulante	[22]
WO2014186851A1	Microcápsulas de propóleo rojo, método para producir microcápsulas, composiciones farmacéuticas que las contienen, método para producir composiciones farmacéuticas y usos de las mismas	Material encapsulante	[73]
MX2020009745A	Composiciones farmacéuticas que comprenden fumarato de dimetilo	Diluyente	[109]
ES2272499T3	Almidón con alto contenido en amilosa reticulado para su utilización en formulaciones farmacéuticas de liberación controlada y procedimientos para su preparación	Excipiente de liberación controlada,	[56]
A23C: "Elaboración de productos lácteos"			
AR070959A1	Almidón modificado con anhídrido n- octenil succinico (OSA) como un aditivo en productos lácteos	Aditivo espesante	[29]

Nro. de patente	Descripción	Uso de almidones	Ref.
EP1645568A4	Polvo de almidón funcional	Estabilizador, por su elevada capacidad de retención de agua es usado en productos mantecados-helados	[110]
US6093439A	Composición hidrocoloide para uso como agente gelificante, viscosificante y estabilizador.	Agente gelificante, viscosificante y estabilizador	[111]
A23K: "Factores alimentarios para la alimentación animal"			
EP2247624B1	Almidones pregelatinizados como materiales portadores de componentes líquidos	Material de soporte sólido	[62]
CA2634832A1	Alimento para mascotas y procesos para producir el mismo	Agente texturizante	[112]
US6379467B1	Producto de hidrolizado de almidón compactado con mejores características de manejo y menor tendencia a volverse pegajoso	Desaglomerante	[113]
A61Q: "Preparaciones para el cuidado de la piel"			
WO2021050671A1	Almidones modificados para el cuidado del hogar y el cuidado personal	Sustitución de tensioactivos químicos en productos para el cuidado personal y del hogar	[59]
WO2013076212A2	Composición cosmética que incluye una combinación de un polisacárido soluble en agua gelificable, almidón y cargas	Componente de composición cosmética	[60]
US 2022/0401372 A1	Formulación encapsulada de fragancia híbrida y método para utilizar la misma	Material encapsulante	[83]
A23G: "Cacao; Productos de cacao"			
ES2339055T3	Sustituto de grasas bajo en calorías	Aditivo sustituto de grasa	[30]
MXPA05013049A	Almidones pregelatinizados dispersables instantáneamente para uso en productos alimenticios	Espesante	[33]
C08B: "Polisacáridos; Derivados"			
WO2009013346A1	Proceso para modificar almidones	Espesante de alimentos para bebés y lactantes	[76]
WO2005047340A1	Método para modificar almidón o derivados del almidón	Ingrediente en Industria de alimentos y farmacéutica	[80]
D21H: "Pulpa composiciones; Preparación de la misma"			
AU2009327706B2	Un proceso para fabricar papel	Agente de resistencia	[61]
A01N: "Conservación de alimentos o productos alimenticios"			
BR 102020019489-5 A2	Proceso de microencapsulación de enterocina en suero de leche en polvo y producto obtenido	Material encapsulante	[82]
A23F: "Café; té; sus sustitutos; fabricación, preparación o infusión de los mismos"			
CN107494850A	Un tipo de microencapsulación té de calabaza de serpiente en polvo	Material encapsulante	[72]