

El yogurt y la papaya transgénica resistente a virus, una revisión bibliográfica

Yogurt and virus-resistant transgenic papaya: a literature review

Roger Alberto Rabelo-Florez¹

1. Especialista en Educación Superior a Distancia; Magister en Biotecnología Alimentaria de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD; Docente UNAD de la ECISA.

ORCID: [no reportado en el documento original](#)

Correo: [no reportado en el documento original](#)

Resumen

Objetivo: Revisar la documentación bibliográfica relacionada con el yogurt y la papaya transgénica resistente a virus.

Método: Se realizó una revisión bibliográfica de documentación científica sobre el yogurt y la papaya transgénica resistente a virus, considerando antecedentes de mercado, desarrollos de producto y estudios sobre resistencia al virus de la mancha anular de la papaya (PRSV).

Resultados: La revisión identificó estudios sobre el efecto de la temperatura de fermentación y la concentración de cultivo en el crecimiento de bacterias ácido lácticas y en las propiedades de la fermentación de leche de vaca y cabra. También se encontraron investigaciones sobre poblaciones transgénicas de papaya resistentes al PRSV, incluidas plantas “Sunrise Solo” con el gen de la cubierta proteica PRSV-P.

Conclusión: Las investigaciones sobre yogurt muestran una tendencia al mejoramiento de las características organolépticas y a la innovación del producto. En papaya transgénica predominan las modificaciones orientadas a la resistencia a virus y los estudios de detección; el histórico de publicaciones sobre yogurt presenta crecimiento, mientras que el de papaya transgénica muestra una tendencia decreciente.

Palabras clave: Yogurt; papaya transgénica; bacterias ácido lácticas; virus

Abstract

Objective: To review the bibliographic documentation related to yogurt and virus-resistant transgenic papaya.

Method: A literature review was conducted on scientific documentation concerning yogurt and virus-resistant transgenic papaya, including market background, product developments, and studies on resistance to papaya ringspot virus (PRSV).

Results: The review identified studies on the effects of fermentation temperature and culture concentration on lactic acid bacteria growth and on the properties of cow and goat milk fermentation. Research on transgenic papaya populations resistant to PRSV was also identified, including “Sunrise Solo” plants carrying the PRSV-P coat protein gene.

Conclusion: Research on yogurt shows a trend toward improved organoleptic characteristics and product innovation. In transgenic papaya, modifications aimed at virus resistance and detection studies predominate; publication output on yogurt is increasing, whereas the publication trend on transgenic papaya is decreasing.

Keywords: Yogurt; transgenic papaya; lactic acid bacteria; virus

Introducción

El yogurt es un producto popular que puede mejorar la dieta y la salud de muchos consumidores (Bullock & Gruen, 2023). Debido a la composición del producto de bajo contenido de grasa, alto contenido de proteínas, bacterias del ácido láctico (LAB), prebióticos y bajo nivel de dulzura, se puede considerar como un centro de ingredientes

funcionales que los consumidores pueden disfrutar para alcanzar sus objetivos basados en la nutrición (Hui & Özgül Evranuz, 2016).

La papaya es atacada por el virus de la mancha anular de la papaya (PRSV), el cual es un virus vegetal patógeno del género Potyvirus que representa una amenaza para las plantas de papaya que se encuentran en las regiones tropicales y subtropicales; la papaya infectada con PRSV presenta síntomas como clorosis foliar, mosaico y manchas anulares en la fruta, lo que provoca una marcada reducción en las cosechas de papaya (Gonsalves, 2004). Hasta la fecha, el enfoque más efectivo para prevenir y controlar el PRSV es cultivar cultivares de papaya transgénica resistentes al PRSV (Takabatake et al., 2023).

Analizar la información relacionada con el mercado del alimento funcional y el alimento transgénico propuestos para la evaluación del proyecto

La Unión Europea para el año 2015 procesó exactamente 151,1 millones de toneladas de leche, de las cuales 36% (queso), 30% (mantequilla), 13% (grasa), 11% (leche de consumo directa), 4% (yogur), 3% (leche en polvo), 3% (otros productos); el 57% de los franceses consumen yogur una vez al día, en cambio el 6,5% de los chinos consumen yogur una vez al día; en cambio en la República Eslovaca consumen un total de leche procesada de 163 kg por persona cada año, en cambio en los países desarrollados consumen 300 kg kg por persona cada año (Košiřiarová et al., 2017). En cambio en Francia se calcula que cada persona consume alrededor de 45 litros de yogur cada año (Carrión Pomachagua & Vicente Susaya, 2023).

En España el consumo de yogur por cada persona anual es de 25 kilogramos, en cuanto al mercado de latino americano, se estima que cada persona en Argentina consume cada año 14 kilos de yogur, en el mercado chileno es de 11 kilos, en el mercado mexicano es de 8 kilos, en cambio en Colombia el consumo de yogur per cápita es solo de 4 kilogramos (Tabares Murillo & Daza Alzate, 2018).

En cuanto a la papaya (*Carica papaya*), está en la tercera posición más consumida del mundo y una de las principales económicamente; los principales cultivadores en América son México, Brasil y Guatemala (Valencia Sandoval et al., 2017). Se comercializa aproximadamente de 60 países (Mirafuentes Hernández & Santamaría Basulto, 2014), siendo los principales productores en el mundo: India, Brasil, Indonesia, Nigeria, México, Etiopía y Guatemala, cuya producción entre 2001 y 2015 varió aproximadamente de 1.058.162 toneladas por año; la demanda mundial se concentra en los Estados Unidos, cuyos proveedores principales son México, Guatemala y Brasil (Valencia Sandoval et al., 2017).

El cultivo de papaya en Colombia no ha sido relevante frente al mercado internacional donde México, Malasia y Brasil son los mayores exportadores de esta fruta, sin embargo el primer puesto en producción de papaya en Colombia es Valle del Cauca con un tercio de la producción total de papaya en Colombia, luego le sigue Cesar con el 15.9% de participación (Manzano Cleves & Arévalo Benítez, 2018).

Realizar el estado del arte y tendencias de ciencia y tecnología del alimento funcional y el alimento transgénico propuestos para la evaluación del proyecto

En el 2019 evaluaron el efecto de la temperatura de fermentación y la concentración de cultivo en el crecimiento de bacterias ácido lácticas, las propiedades físicas y químicas de la fermentación de leche de vaca y cabra (Aldaw Ibrahim et al., 2019). Ese mismo año, determinaron el efecto de la adición de diferentes proporciones de mermelada de naranja sobre las propiedades fisicoquímicas, reológicas y sensoriales del yogur que se produce utilizando leche entera bovina (Al-Bedrani et al., 2019).

Luego en el año 2020, desarrollaron un yogur alto en proteínas con cultivo *Lactobacillus helveticus*, el cual evaluó el efecto del contenido de proteína, la adición de *Lactobacillus helveticus* LH-B02 y el tiempo de almacenamiento (Giacometti Cavalheiro et al., 2020). También en ese año, utilizaron datos de 2 grandes estudios prospectivos de cohortes, el Estudio de Salud de Enfermeras y el Estudio de Seguimiento de Profesionales de la Salud, para examinar el papel del consumo de yogur en la incidencia y mortalidad del cáncer colorrectal (Michels et al., 2020).

Para el año 2021, prepararon microesferas de hidrogel de alginato de sodio (SA)/pectina (PE) utilizando el método de extrusión para encapsular *Lactobacillus bulgaricus* y utilizarlo en el yogur (Hu et al., 2021). En otro estudio, evaluaron el impacto de la adición del Grano Gastado de Cervecería - BSG en la producción de yogur y su calidad (Naibaho et al., 2021).

Ya en el año 2022, desarrollaron una nueva formulación de yogur fermentado con proteína de soja y cáñamo (SHY) y evaluaron los efectos de la concentración de proteína de cáñamo en las propiedades fisicoquímicas y de sabor de los yogures (Xu et al., 2022). Ese mismo año, examinaron la asociación entre los suplementos de probióticos, prebióticos o yogur y el riesgo de Enfermedad Renal Crónica - ERC utilizando los datos de Encuesta Nacional de Examen de Salud y Nutrición - NHANES (Liu et al., 2022).

Más reciente, produjeron y caracterizaron un nuevo yogur simbiótico funcional fabricado con residuos vegetales (extracto de orujo de zanahoria), *Lactobacillus plantarum* y perlas a base de goma de semilla de *Alyssum homolocarpum* (AHSG) y alginato de sodio (SA) mediante la técnica de extrusión (Sharifi et al., 2023). En otro estudio, prepararon un tipo de yogur batido sin grasa a partir de polvo de patata hidrolizada enzimáticamente (EHPP) y leche en polvo desnatada (SMP) sin cambiar su calidad y aceptación del consumidor (Ahmad et al., 2023).

En cuanto a la papaya, investigaron aislamientos del Virus Anular de la Mancha Anular de la Papaya - PRSV de Guangdong y Hainan durante 2012–2016, para explicar la pérdida de resistencia a la papaya transgénica desde la perspectiva de los virus y se comparó la diversidad genética y la estructura genética de la población de estos aislamientos para aclarar el mecanismo subyacente a la evolución del virus y la genética de la población (Wu et al., 2018).

El siguiente año, presentaron una detección rápida de muestra a respuesta de papayas modificada genéticamente, con amplificación isotérmica mediada por bucle (LAMP) y una plataforma de microfluidos integrada, portátil y compacta que utiliza microfluidic lab-on-a-disc (LOAD) (Loo et al., 2019).

El año siguiente, investigaron y secuenciaron aislamientos del virus del mosaico de distorsión de la hoja de la papaya - PLDMV, recolectados de las provincias de Guangdong y Hainan del sur de China entre 2012 y 2019, analizaron más a fondo la estructura genética molecular de PLDMV en términos de diversidad genética, recombinación, filogenia, presión de selección y detección de evolución neutra (Mo et al., 2020).

Luego en el 2021, evaluaron la resistencia de poblaciones transgénicas de papaya (PTPs) al virus de la mancha anular de la papaya.-P (PRSV-P), produjeron plantas transgénicas de papaya 'Sunrise Solo' con el gen de la cubierta proteica PRSV-P, y lo inocularon mecánicamente PRSV en plantas en condiciones de invernadero (Meissner Filho et al., 2021).

Recientemente, desarrollaron un método de detección de cribado mediado por amplificación isotérmica mediada por bucle (LAMP), para papaya modificada genéticamente (GM) dirigido al promotor 35S (P35S) del virus del mosaico de la coliflor (Takabatake et al., 2023).

Revisar los antecedentes del alimento funcional y el alimento transgénico propuestos para la evaluación del proyecto.

El yogur es obtenida por la fermentación de la leche, los primeros registros de la elaboración de yogur se remontan al Medio Oriente, la primera fermentación láctica que se produjo por el transporte de la leche cruda obtenida del ganado ovino y bovino en bolsas de piel de cabra, por las altas temperaturas de la región, se creó un ambiente apropiado para el crecimiento y multiplicación de las bacterias ácido lácticas, ocasionando la fermentación de la leche hasta crear una consistencia semisólida (Parra, 2012).

Actualmente el yogur es un producto lácteo que se fabrica a partir de la fermentación de la leche pasteurizada, utilizando microorganismos que generan la disminución del pH y en consecuencia la presencia de ácido láctico, facilitando una textura tipo gel causada por la coagulación de las proteínas de la leche por acción de las bacterias ácido-lácticas (BAL) (Vinderola & Rivas, 2020).

Existen diferentes tipos de yogur, fabricados en todo el mundo y se clasifican según el metodología de producción, forma de tratamientos, cantidad de grasa (Acaro, 2023), se puede localizar yogur descremado, rápidamente descremado, no descremado y elevado en grasa, diversidad de textura, y por el sabor se los puede encontrar de fruta, fortificados, endulzados, con probióticos y finalmente con nuevos cultivos (Guzmán Martínez, 2020).

En cuanto a la papaya, el inicio del cultivo de la papaya se ubica en las tierras inferiores de América Tropical, exactamente en Mesoamérica, zona que incluye desde sureste de México hasta Costa Rica; fue relacionada por primera vez en 1525 por el historiador Fernández de Oviedo (Jiménez, 2002).

La mayor diversidad de papaya, se encuentra en la zona de Yucatán-San Ignacio-Peter-Río Motagua en Centroamérica, donde permanece la mayor variedad en la población silvestre que en la doméstica (Paull & Duarte, 2011). En cuanto a los inicios de la papaya transgénica, en 1978 encontraron tolerancia en un grupo de plantas de papaya de Florida y otras provenientes de Colombia (Conover, 1978).

Luego en 1980, la protección cruzada fue una práctica extensiva en Taiwán y de forma limitada en Hawái; en ambos países, se usó la misma cepa del Virus de la Mancha Anular de la Papaya - VMAP atenuada, esta cepa originó síntomas leves en la papaya, brindando protección cruzada contra cepas severas de VMAP en Hawái (Sanchez, 2017). Luego, lograron obtener papayas resistentes al virus de la mancha anular por ingeniería genética (Fitch et al., 1992).

Lograron la primera papaya resistente al VMAP “Tai-nong2” con resistencia a través del gen de la replicasa, utilizando un vector de *Agrobacterium tumefaciens* (Chen et al., 2001). En Tailandia, la líneas transgénicas obtenidas de papaya “Khaknuan” evidenciaron excelente resistencia al VMAP (de 97% a 100%) y con producción de frutos 70 veces más altos que la papaya no transgénica (Sakuanrungrasirikul et al., 2005).

Identificar las necesidades y factores críticos del mercado del alimento funcional y el alimento transgénico propuestos para la evaluación del proyecto.

Dentro de las necesidades y factores críticos del mercado del yogur, se encuentra, los costos de producción primaria, esto es debido a la administración de praderas, la acomodación de los productores y la dirección del sistema productivo, esto repercute en los costos de producción por litro de leche, cerca de un 40% corresponde a alimentación del ganado; también el crecimiento de la masa ganadera lechera, el número de vacas lecheras a descendido en algunos países; para poder seguir produciendo yogur es necesario aumentar las vacas lecheras; otros de los factores críticos es el capital humano, acceso al mercado externo, articulación horizontal y vertical de la cadena productiva láctea, institucionalidad pública para la exportación de lácteos, costo de producción industrial, consumo del mercado interno y el financiamiento (Weinstein et al., 2009).

En cuanto a la Papaya, para garantizar la permanencia en el comercio exterior, es menester tener una variedad de destinos de exportación que le faciliten aprovechar los tratados comerciales con otras naciones, así como otras alternativas que le aumenten valor agregado y no entregarlo como un simple commodity (Valencia Sandoval et al., 2017). Por otro lado, el problema de la agricultura ha permanecido, por diferentes causas; deterioro del estado de las vías no facilita sacar la fruta de la papaya al sector urbano; también carencia de centros de secamiento, bodegaje y enfriamiento de productos como la papaya, para tener un manejo de inventarios que reduzca los picos de oferta y regularice los precios (Manzano Cleves & Arévalo Benítez, 2018).

Revisar la dinámica de las Publicaciones del alimento funcional y el alimento transgénico propuestos para la evaluación del proyecto, por ejemplo: artículos extraídos de PubMed, Scopus – Elsevier.

Se realizó una búsqueda de documentos científicos del área, mediante una investigación de los documentos científicos registrados en Web of Science y Scopus, según los criterios de búsqueda en la tabla 1.

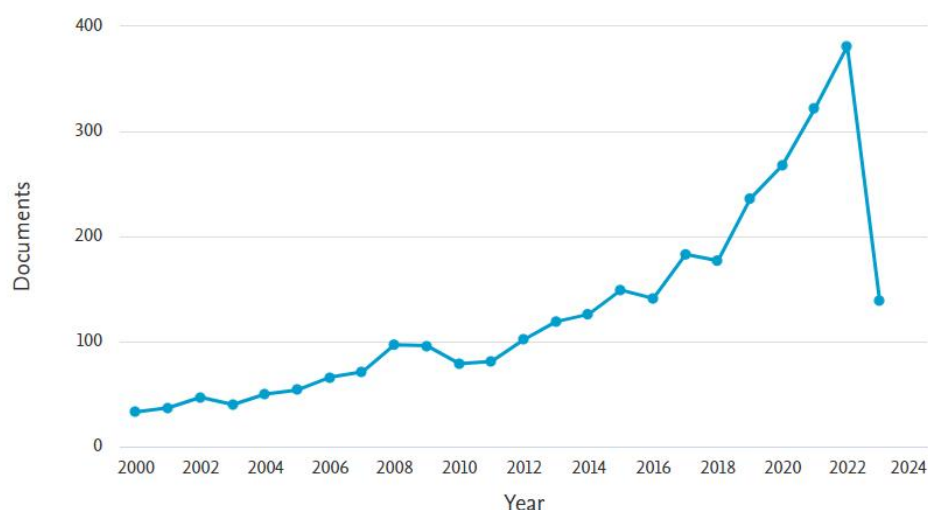
Tabla 1. Criterios de búsqueda para el Yogur

Bases de Datos	Scopus	Web of Science
Periodo de Consulta	2000 - 2023	
Fecha de Consulta	28/05/2023	
Criterios de Búsqueda	Título	
Tipo de Revista	Todas	
Tipo de artículo	Artículo original	
Términos de Búsqueda	(("yogurt" or "probiotic yogurt" or "synbiotic yogurt"))	
Resultados	3094	2317

Luego, se descargó el histórico de publicaciones en Scopus y Web of Science, como se muestra en la figura 1 y figura 2 respectivamente.

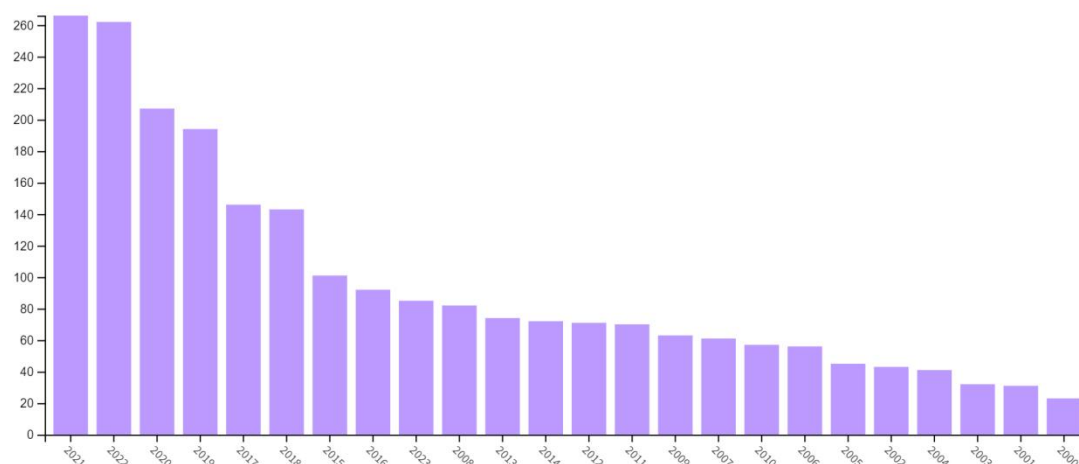
Figura 1. Histórico de publicaciones (Scopus) tema del Yogur.

Documents by year



Nota: Scopus, (2023)

Figura 2. Histórico de publicaciones (Web of Science) tema del Yogur.



Nota: Web of Science, (2023)

En la figura 1, se logra observar el número de producciones científicas en Scopus, que se han publicado sobre el tema del yogur, entre los años 2000 y 2023. En total se registraron 3094 documentos científicos en Scopus. Con base en los resultados arrojados, se logró evidenciar que la temática ha tenido un aumento significativo a través de los años, se resalta que en el 2022 se publicaron 381 artículos. Estos registros evidencian el aumento del interés de la comunidad académica y científica en los últimos 10 años en este campo del conocimiento. En la figura 2, se logra evidenciar que el número de producciones científicas en WoS también va en aumento, sin embargo el número de producciones es menor que Scopus. Se resalta que en el 2022 se publicaron 262 artículos.

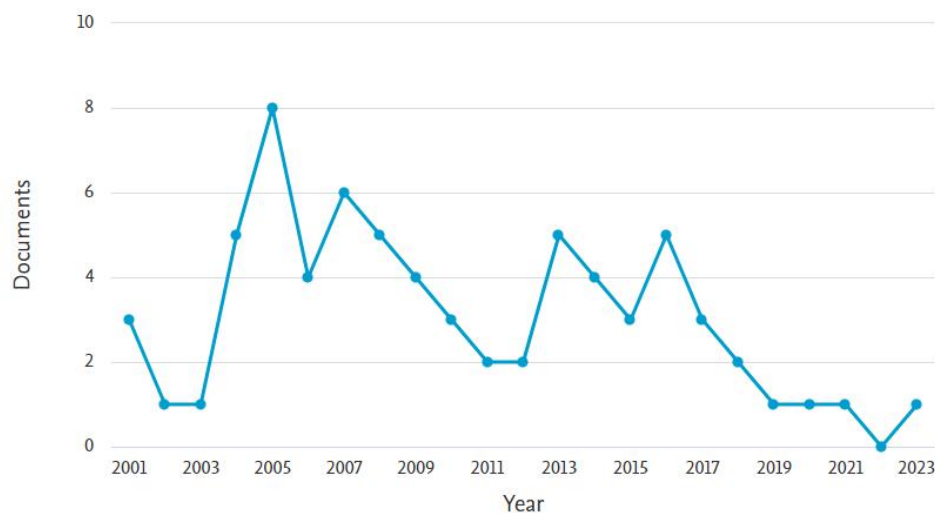
Tabla 2. Criterios de búsqueda para el Papaya transgénica resistente a virus.

Bases de Datos	Scopus	Web of Science
Periodo de Consulta	2000 - 2023	
Fecha de Consulta	28/05/2023	
Criterios de Búsqueda	Título	
Tipo de Revista	Todas	

Tipo de artículo	Artículo original	
Términos de Búsqueda	("Virus resistant papaya" or "transgenic papaya" or "genetically modified papaya")	
Resultados	70	62

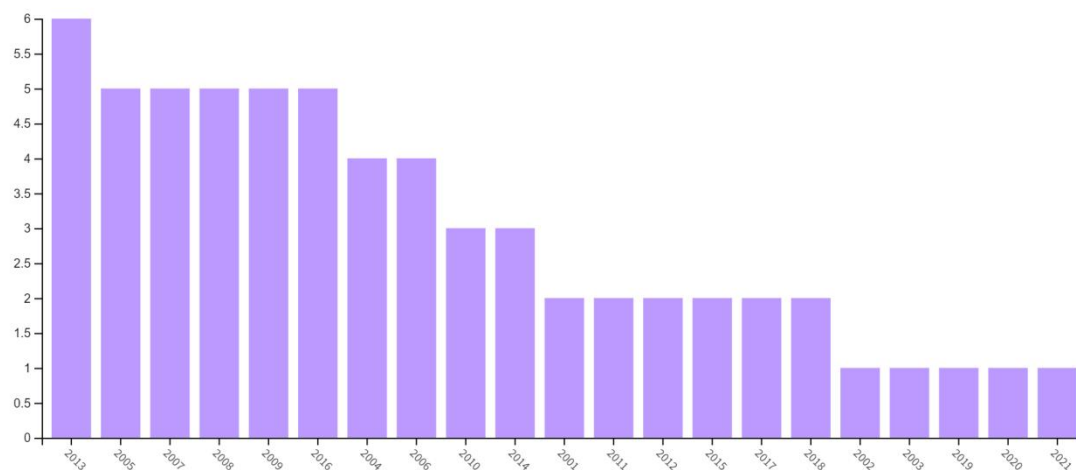
Figura 3. Histórico de publicaciones (Scopus) tema del Papaya transgénica resistente a virus (Scopus).

Documents by year



Nota: Scopus, (2023).

Figura 4. Histórico de publicaciones (WoS) tema del Papaya transgénica resistente a virus (Scopus).



Nota: Web of Science, (2023)

En la figura 3, se logra observar el número de producciones científicas en Scopus, que se han publicado sobre el tema de la papaya transgénica resistente a virus, entre los años 2000 y 2023. En total se registraron 70 documentos científicos en Scopus. Con base en los resultados arrojados, se logró evidenciar que la temática ha tenido un decrecimiento significativo a través de los años, se resalta que en el 2005 se publicaron 8 artículos. En la figura 4, se logra evidenciar que el número de producciones científicas en WoS también va en decrecimiento, con un total de 62 artículos, sin embargo el número de producciones es menor que Scopus. Se resalta que en el 2013 se publicaron 6 artículos.

Revisar la dinámica de las patentes del alimento funcional y el alimento transgénico propuestos para la evaluación del proyecto.

Patentes para el tema de Yogurt

Bases de Datos	Scopus
Periodo de Consulta	2000 - 2023
Fecha de Consulta	28/05/2023
Términos de Búsqueda	("yogurt" or "probiotic yogurt" or "synbiotic yogurt")
PATENTES	51797

Nota: Scopus, (2023)

Patentes para el tema de Papaya transgénica resistente a virus

Bases de Datos	Scopus
Periodo de Consulta	2000 - 2023
Fecha de Consulta	28/05/2023
Términos de Búsqueda	("Virus resistant papaya" or "transgenic papaya" or "genetically modified papaya")
PATENTES	97

Nota: Scopus, (2023)

Conclusiones

Las investigaciones realizadas hasta el momento acerca del yogur, evidencian una tendencia al mejoramiento de las características organolépticas, pero también a la innovación del producto, en el sentido de la variación del tipo de yogur agregando diferentes frutas, así mismo utilizando diferentes tipos de leche, no solo de ganado si no de vegetales u hortalizas.

En cuanto a la papaya transgénica, se evidencia que este fruto ha sufrido altas modificaciones genéticas con el objetivo de evitar el daño por los diferentes virus y esto ha generado que las investigaciones actuales, tienden a la detección de papayas transgénicas no legalizadas por las instituciones gubernamentales. Es necesario prestar atención a las condiciones de infraestructura y agrícola, para poder mejorar la producción tanto del yogur como de la papaya.

El histórico de publicaciones del yogur está en crecimiento, y su tendencia es al mejoramiento del producto y a la innovación, en cambio el histórico de publicaciones acerca de la papaya transgénica está en decrecimiento, lo anterior es coherente con las patentes registradas en cada tema. Scopus es la base de datos que muestra mayor número de publicaciones.

Referencias

1. Acaro LJB. Efecto del uso de harina de zanahoria blanca (*Arracacia Xanthorrhiza*) y mashua (*Tropaeolum Tuberosum*) en las propiedades fisicoquímicas y sensoriales para la producción de yogur [Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología. Carrera de Alimentos]. 2023. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/37893>
2. Ahmad I, Xiong Z, Hanguo X, Lyu F, Khalid N, Aadil RM, Ahmad A, Walayat N, Mujtaba A, Iqbal A, Hao M, Li Y. Combination of enzymatically hydrolyzed potato powder with skimmed milk powder on the quality improvements of yogurt during refrigeration storage. *Journal of Food Science and Technology*. 2023;60(7):2031-2041. doi: 10.1007/s13197-023-05737-9
3. Al-Bedrani DI, ALKaisy QH, Mohammed ZM. Physicochemical, rheological and sensory properties of yogurt flavored with sweet orange (*citrus sinensis*) marmalade. *IOP Conference Series. Earth and Environmental Science*. 2019;388(1):012052. doi: 10.1088/1755-1315/388/1/012052
4. Aldaw Ibrahim I, Naufalin R, Erminawati, Dwiyantri H. Effect of fermentation temperature and culture concentration on microbial and physicochemical properties of cow and goat milk yogurt. *IOP Conference Series. Earth and Environmental Science*. 2019;406(1):012009.

doi: 10.1088/1755-1315/406/1/012009

5. Bullock Y, Gruen I. Effect of strained yogurt on the physico-chemical, texture, and sensory properties of low-fat frozen desserts. *Food Chemistry Advances*. 2023;2(100161):100161. doi: 10.1016/j.focha.2022.100161
6. Carrión Pomachagua PA, Vicente Susaya F. Exportación de yogur de tumbo de Junín endulzado con stevia al mercado de París - Francia [Universidad Científica del Sur]. 2023. doi: 10.21142/tb.2021.2125
7. Chen G, Ye CM, Huang JC, Yu M, Li BJ. Cloning of the papaya ringspot virus (PRSV) replicase gene and generation of PRSV-resistant papayas through the introduction of the PRSV replicase gene. *Plant Cell Reports*. 2001;20(3):272-277. doi: 10.1007/s002990000311
8. Conover RA. Distortion ringspot, a severe virus disease of papaya in Florida. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*. 1978. Disponible en: <https://journals.flvc.org/fshs/article/download/100673/96628>
9. Fitch MMM, Manshardt RM, Gonsalves D, Slightom JL, Sanford JC. Virus resistant papaya plants derived from tissues bombarded with the coat protein gene of papaya ringspot virus. *Nature Biotechnology*. 1992;10(11):1466-1472. doi: 10.1038/nbt1192-1466
10. Giacometti Cavalheiro F, Parra Baptista D, Domingues Galli B, Negrão F, Nogueira Eberlin M, Lúcia Gigante M. High protein yogurt with addition of *Lactobacillus helveticus*: Peptide profile and angiotensin-converting enzyme ACE-inhibitory activity. *Food Chemistry*. 2020;333:127482. doi: 10.1016/j.foodchem.2020.127482
11. Gonsalves D. Transgenic papaya in Hawaii and beyond. 2004. Disponible en: <https://pubag.nal.usda.gov/download/2909/pdf>
12. Guzmán Martínez O. Elaboración de yogurt afianado a partir de una fermentación que emplea como estabilizante un agente gelificante [Tecnológico Nacional de México]. 2020. Disponible en: <https://rinacional.tecnm.mx/jspui/handle/TecNM/3567>
13. Hui YH, Özgül Evranuz E. *Handbook of Animal-Based Fermented Food and Beverage Technology*. CRC Press. 2016.
14. Hu X, Liu C, Zhang H, Hossen MA, Sameen DE, Dai J, Qin W, Liu Y, Li S. In vitro digestion of sodium alginate/pectin co-encapsulated *Lactobacillus bulgaricus* and its application in yogurt bilayer beads. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2021;193(Pt B):1050-1058. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2021.11.076
15. Jiménez DJA. Manual práctico para el cultivo de la papaya hawaina. Universidad EARTH. 2002.
16. Košičiarová I, Nagyová L, Holienčinová M. Consumer behaviour on Slovak yoghurt and fermented milk products market. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*. 2017;65(6):1967-1978. doi: 10.11118/actaun201765061967
17. Liu X, Gao W, Yang J, Mao G, Lu H, Xing W. Association between probiotic, prebiotic, and yogurt consumption and chronic kidney disease: The NHANES 2010-2020. *Frontiers in Nutrition*. 2022;9:1058238. doi: 10.3389/fnut.2022.1058238
18. Loo JFC, But GWC, Kwok HC, Lau PM, Kong SK, Ho HP, Shaw PC. A rapid sample-to-answer analytical detection of genetically modified papaya using loop-mediated isothermal amplification assay on lab-on-a-disc for field use. *Food Chemistry*. 2019;274:822-830. doi: 10.1016/j.foodchem.2018.09.049
19. Manzano Cleves S, Arévalo Benítez JD. Coyuntura de la papaya en Colombia bajo un escenario global adverso [Seminario de profundización en Mercadeo y Negocios Internacionales]. 2018. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12237/912>
20. Meissner Filho PE, Vilarinhos AD, Oliveira VJS, Silva DCS, Santos VS, Dantas JLL. Resistance of transgenic papaya trees to papaya ringspot in Brazil. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*. 56. 2021. doi: 10.1590/s1678-3921.pab2021.v56.01954
21. Michels KB, Willett WC, Vaidya R, Zhang X, Giovannucci E. Yogurt consumption and colorectal cancer incidence and mortality in the Nurses' Health Study and the Health Professionals Follow-Up Study. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 2020;112(6):1566-1575. doi: 10.1093/ajcn/nqaa244
22. Mirafuentes Hernández F, Santamaría Basulto F. MSXJ, híbrido de papaya sin carpeloidía para el sureste de México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*. 2014;5(SPE7):1297-1301. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342014001100001&lng=es&tlng=es
23. Mo C, Wu Z, Xie H, Zhang S, Li H. Genetic diversity analysis of papaya leaf distortion mosaic virus isolates infecting transgenic papaya "Huanong No. 1" in South China. *Ecology and Evolution*. 2020;10(20):11671-11683. doi: 10.1002/ece3.6800
24. Naibaho J, Jonuzi E, Butula N, Figiel A, Yang B, Föste M, Laaksonen O, Kütt ML, Korzeniowska M. Valorisation of brewers' spent grain in different particle size in yogurt production. *E3S Web of Conferences*. 2021;332:01008. doi: 10.1051/e3sconf/202133201008
25. Parra HRA. Importancia terapéutica y estabilizantes-edulcorantes en la tecnología del yogur. Editorial UPTC. 2012. Disponible en: <https://librosaccesoabierto.uptc.edu.co/index.php/editorial-uptc/catalog/book/58>
26. Paull RE, Duarte O. *Tropical Fruits*. CABI. 2011.
27. Sakuanrungrasirikul S, Sarindu N, Prasartsee V, Chaikiatitay S, Siriyan R, Sriwatanakul M, Lekananon P, Kitprasert C, Boonsong P, Kosiyachinda P, Fermin G, Gonsalves D. Update on the development of virus-resistant papaya: Virus-resistant transgenic papaya for people in rural communities of Thailand. *Food and Nutrition Bulletin*. 2005;26(4_suppl3):S307-S311. doi: 10.1177/15648265050264S310
28. Sanchez NLM. Diagnóstico del virus de la marcha anular de la papaya (VMAP) en plantas tolerantes y progenitoras mediante la técnica del PCR en tiempo real (A. G. Mora (ed.)) [Maestro en ciencia y tecnología en la especialidad de biotecnología productiva]. 2017. Disponible en: <http://ciatej.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1023/425>
29. Sharifi Z, Jebelli Javan A, Hesarinejad MA, Parsaeimehr M. Application of carrot waste extract and *Lactobacillus plantarum* in *Alyssum homalocarpum* seed gum-alginate beads to create a functional synbiotic yogurt. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*. 10(1). 2023. doi: 10.1186/s40538-022-00377-1
30. Tabares Murillo WA, Daza Alzate D. Investigación de mercado para conocer la intención de compra de yogures de frutos exóticos del Pacífico Colombiano en la ciudad de Cali [Universidad Autónoma de Occidente]. 2018. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10614/10220>
31. Takabatake R, Kagiya Y, Futo S, Minegishi Y, Soga K, Shibata N, Kondo K. Rapid Screening Detection of Genetically Modified Papaya by Loop-Mediated Isothermal Amplification. *Biological & Pharmaceutical Bulletin*. 2023;46(5):713-717. doi: 10.1248/bpb.b22-00874
32. Valencia Sandoval K, Duana Ávila D, Hernández Gracia TJ. Estudio del mercado de papaya mexicana: un análisis de su competitividad (2001-2015). *Suma de Negocios*. 2017;8(18):131-139. doi: 10.1016/j.sumneg.2017.10.002
33. Vinderola G, Rivas M. Síndrome Urémico Hemolítico y yogur: entre la creencia popular y la evidencia científica. *Revista Chilena de Nutrición: Órgano Oficial de La Sociedad Chilena de Nutrición, Bromatología Y Toxicología*. 2020;47(1):148-152. doi: 10.4067/S0717-75182020000100148

34. Weinstein EM, Oscar MC, María CCH, Cristián RN. Agenda de innovación para la cadena de valor láctea 2008-2018. 2009. Disponible en: <http://bibliotecadigital.fia.cl/handle/20.500.11944/145450>
35. Wu Z, Mo C, Zhang S, Li H. Characterization of Papaya ringspot virus isolates infecting transgenic papaya “Huanong No.1” in South China. *Scientific Reports*. 2018;8(1):8206. doi: 10.1038/s41598-018-26596-x
36. Xu J, Xu X, Yuan Z, Hua D, Yan Y, Bai M, Song H, Yang L, Zhu D, Liu J, Huo D, Liu H. Effect of hemp protein on the physicochemical properties and flavor components of plant-based yogurt. *Lebensmittel-Wissenschaft + [i.e. Und] Technologie. Food Science + Technology. Science + Technologie Alimentaire*. 2022;172(114145):114145. doi: 10.1016/j.lwt.2022.114145