



Ciencia Latina
Internacional

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), noviembre-diciembre 2024,
Volumen 8, Número 6.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i6

**APROVECHAMIENTO TECNOLÓGICO
DEL STREPTOCOCCUS THERMOPHILUS EN
EL DESARROLLO DE ALIMENTOS FUNCIONALES
Y NUTRACÉUTICOS**

**THREADS OF MEANING: STRUCTURAL AND SYMBOLIC
ANALYSIS OF FABRICS IN THE T'SIMANE CULTURE**

Jhunion Abraham Marcía Fuentes
Universidad Nacional de Agricultura

Alejandro Virgilio Barahona Herrera
Universidad Nacional de Agricultura, Honduras

Cristian de Jesús Paz Valladares
Universidad Nacional de Agricultura, Honduras

Anibal Armando Lozano Banegas
Universidad Nacional Autónoma de Honduras

Jenny María Ruiz Cardona⁴
Sistema de Centros de Innovación Tecnológica y Agrícola, Honduras

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i6.15206

Aprovechamiento Tecnológico del *Streptococcus Thermophilus* en el Desarrollo de Alimentos Funcionales y Nutraceuticos

Jhonor Abrahan Marcía Fuentes^{1*}

jmarcia@unag.edu.hn

<https://orcid.org/0000-0001-8169-4523>

Facultad de Ciencias Tecnológicas
Universidad Nacional de Agricultura
Catacamas, Olancho, Honduras, CP 16201

Alejandro Virgilio Barahona Herrera

avbarahona@unah.hn

<https://orcid.org/0000-0003-4014-6808>

Sistema Académico de Investigación y Postgrado
Universidad Nacional de Agricultura
Catacamas, Olancho, Honduras, CP 16201

Cristian de Jesús Paz Valladares

cristianpaz92@gmail.com

Sistema Académico de Investigación y Postgrado
Universidad Nacional de Agricultura
Catacamas, Olancho, Honduras

Anibal Armando Lozano Banegas

anibalozano@unah.hn

<https://orcid.org/0009-0003-9201-6199>

Facultad de Ingeniería Agroindustrial
Universidad Nacional Autónoma de Honduras
Campus Yoro. Olanchito, Yoro, Honduras

Jenny María Ruiz Cardona

cardona15jenny@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-3870-5471>

Sistema de Centros de Innovación Tecnológica y
Agrícola, Comayagua, Honduras,

RESUMEN

Los alimentos funcionales son aquellos alimentos que generan un aporte nutricional y mejoran los estados de salud del consumidor. Al hacer mención sobre ellos, es necesario ahondar sobre el uso de los probióticos como bacterias comestibles, tolerantes a los ácidos biliares y que generan reacciones enzimáticas en el intestino, previniendo o contrarrestando las enfermedades gastrointestinales como el intestino permeable, y enfermedad de Crohn. Por lo anterior, el objetivo de esta investigación es recabar información respecto al aprovechamiento del *Streptococcus thermophilus* en la elaboración de alimentos o ingredientes funcionales y nutraceuticos, a partir de bases de datos de Google Académico, Researchgate, Academia, Scopus, PubMed, entre otras, que facilite a la industria alimentaria la toma de decisiones acertadas respecto al aprovechamiento de esta cepa en el desarrollo de productos. Los resultados de esta búsqueda bibliográfica, evidenciaron que la cepa de *S. thermophilus* en la segunda en importancia para la industria láctea, ya que esta modifica sensorialmente y físico-químicamente los productos como el queso y el yogur. De igual manera, es considerada una cepa probiótica que tiene impacto sobre la salud del consumidor y que, en combinación con algunas biomoléculas provenientes de plantas medicinales, son considerados simbióticos o super alimentos.

Palabras clave: simbióticos, probióticos, tolerancia biliar, ácido láctico, super alimentos

¹ Autor principal

Correspondencia: jmarcia@unag.edu.hn

Technological Exploitation of *Streptococcus Thermophilus* in the Development of Functional and Nutraceutical Foods

ABSTRACT

Functional foods are those foods that generate a nutritional contribution and improve the health status of the consumer. When mentioning them, it is necessary to delve into the use of probiotics as edible bacteria, tolerant to bile acids and generating enzymatic reactions in the intestine, preventing or counteracting gastrointestinal diseases such as permeable bowel, and Crohn's disease. Therefore, the aim of this research is to gather information regarding the use of *Streptococcus thermophilus* in the manufacture of food or functional ingredients and nutraceuticals, from databases of Google Scholar, Research Gate, Academia, Scopus, PubMed, among others, to make it easier for the food industry to make the right decisions regarding the use of this strain in product development. The results of this bibliographical search showed that the strain of *S. thermophilus* is the second most important for the dairy industry, as it modifies sensorially and physic-chemically products such as cheese and yogurt. It is also considered a probiotic strain that has an impact on consumer health and that, in combination with some biomolecules from medicinal plants, are considered symbiotic or super foods.

Keywords: symbiotics, probiotics, biliary tolerance, lactic acid, super food

Artículo recibido 10 octubre 2024

Aceptado para publicación: 15 noviembre 2024



INTRODUCCIÓN

El uso de microorganismos en el desarrollo de alimentos y control de enfermedades, ha incrementado en los últimos años, sin embargo, su eficacia biótica en el tratamiento de diversas patologías en humanos, tiende a cuestionarse ante la comunidad científica y demostrar su efecto en la mejora de la salud. Requiere una serie de mecanismos o procesos investigativos, validados por la ciencia moderna (Hernández-García, y otros, 2019). Es así, que algunos factores bióticos como el caso de probióticos y simbióticos, son empleados en la industria alimentaria con el propósito de mejorar los estados nutricionales y la salud del consumidor, utilizando en el diseño de formulaciones optimizadas algunos microorganismos, entre los cuales se encuentra el *Streptococcus thermophilus* que combinados con algunos prebióticos en forma de biomoléculas obtenidos de árboles o plantas, aumentan su efecto funcional y podrían clasificarse como súper alimento, por su aporte no solo nutricional, sino por la protección a la salud del consumidor al obstruir la colonización de bacterias patógenas, mejorar la microbiota intestinal, prevenir trastornos gastrointestinales y controlar alergias, además de fortalecer el sistema inmunológico por el efecto simbiótico que generan estas biomoléculas (Plaza-Díaz, Ruiz-Ojeda, Gil-Campos, & Gil, 2019); (Ribeiro, y otros, 2020); (Wang, Zhang, & Zhang, 2021); (Fuentes, y otros, 2021); (Paz, y otros, 2022).

Las moléculas bioactivas, como los polifenoles, flavonoides y compuestos fenólicos presentes en diversas plantas endémicas de América, desempeñan un papel fundamental al potenciar la actividad probiótica de microorganismos como el *Streptococcus thermophilus* (Montero, y otros, 2020); (Maddala & García, 2021); (Montero-Fernández, y otros, 2022). Estos compuestos no solo actúan como prebióticos que favorecen el crecimiento de bacterias beneficiosas, sino que también poseen propiedades antioxidantes, antiinflamatorias y antimicrobianas que contribuyen a mejorar la salud intestinal y reducir el riesgo de enfermedades crónicas (Fuentes, y otros, 2020); (Maldonado, Alemán, Fuentes, & da Conceição, 2020); (Marcia, y otros, 2023). La combinación sinérgica de estas biomoléculas con probióticos permite el desarrollo de alimentos funcionales avanzados con mayor valor agregado para la nutrición y la salud humana (Marcía-Fuentes, Santos-Aleman, Borrás-Linares, & Sánchez, 2021); (Paz, y otros, 2022); (Aleman, y otros, 2023); (Medina, y otros, 2023).



Por lo anterior, el objetivo de esta investigación es recabar información respecto al aprovechamiento del *Streptococcus thermophilus* en la elaboración de alimentos funcionales y nutracéuticos, a partir de bases de datos de Google Académico, Researchgate, Academia, entre otras, que facilite a la industria alimentaria la toma de decisiones acertadas respecto al aprovechamiento de esta cepa en el desarrollo de productos.

METODOLOGÍA

La metodología del estudio se basó en una revisión bibliográfica exhaustiva y sistemática sobre el *Streptococcus thermophilus* y su aplicación en alimentos funcionales y nutracéuticos. La búsqueda se realizó en bases de datos científicas confiables como Google Académico, ResearchGate, Academia, Scopus, PubMed y ScienceDirect, empleando palabras clave relacionadas con *S. thermophilus*, probióticos, alimentos funcionales, simbióticos y enfermedades gastrointestinales. Se establecieron criterios de inclusión que consideraron publicaciones entre 2000 y 2024, artículos revisados por pares y estudios enfocados en propiedades probióticas y aplicaciones industriales, mientras que se excluyeron publicaciones sin respaldo científico, duplicadas o no relacionadas directamente con la cepa. La información recopilada se analizó y categorizó en aspectos clave, como propiedades probióticas, impacto en la salud intestinal, aplicaciones industriales en productos lácteos fermentados y su combinación con biomoléculas vegetales para el desarrollo de simbióticos o superalimentos. Finalmente, los hallazgos se organizaron garantizar la validez y actualidad de los datos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Metabolismo y Generalidades del *S. thermophilus*

El *S. thermophilus* forma parte del grupo de bacterias ácido-lácticas (BAL) y es una de las de mayor uso para el desarrollo de alimentos en la industria láctea, principalmente en formulaciones de quesos y yogur, de igual manera se le considera una bacteria que no causa daño a la salud y sus beneficios son validados por la comunidad científica y agencias reguladoras que la consideran un microorganismo GRAS por sus siglas en inglés (*General Regarding as Safe*) (Figura 1) (Hernández, y otros, 2019).



Figura 1. *S. thermophilus* (Joint Genoma Institute, 2022).



El *Streptococcus del genero thermophilus*, fue descrito por primera vez en el año 1919, por Orla-Jensen, sin embargo, fue hasta finales de los años 30, que se clasifico como una bacteria homofermentativa del grupo Gram positivo, sin embargo, en la última década su relevancia aumento debido a su uso en la industria láctea, además, es considerada una cepa termófila que presenta una temperatura optima de crecimiento entre 42° y 45° Centígrados (Tabla 1) (Goh, Goin, O’Flaherty, Altermann, & Hutkins, 2011) ; (Blanco-Guericha, 2015); (Joint Genoma Institute, 2022). Con respecto al hábitat de este microorganismo es natural, siendo la mucosa mamaria y la leche su principal hogar, además, frecuentemente puede someterse a estrés fisiológico al momento de la elaboración de yogur y quesos, a partir de algunas condiciones físico-químicas como bajo pH, cambios en la temperatura y osmolaridad, así como el estrés oxidativo, estas condiciones fomentan que las cepas se adapten y promuevan así, productos con mejor consistencia y mejores propiedades sensoriales (Goh, Goin, O’Flaherty, Altermann, & Hutkins, 2011).

Sin embargo, el *S. thermophilus* tiene una pobre actividad proteolítica y libera poca cantidad de aminoácidos que son consumidos durante la fase de crecimiento logarítmico, incluso otra desventaja que presenta, es que es una cepa sensible a inhibidores de crecimiento como los antibióticos y altas concentraciones salinas (Goh, Goin, O’Flaherty, Altermann, & Hutkins, 2011); (Blanco-Guericha, 2015); (Paz, y otros, 2022); (Integrated Taxonomic Information System, 2022).

Tabla 1. Taxonomía del *S. thermophilus* [9]

Dominio	Bacteria
Filo	Firmicutes
Clase	Bacilli
Orden	Lactobacillales
Familia	Lactobacillaceae
Genero	<i>Streptococcus</i>
Especie	<i>Streptococcus thermophilus</i>

Tipos de especies

El *S. thermophilus* es la única especie alimenticia entre su género y a partir de estudios genómicos se determinó que esta especie evoluciono mediante la pérdida de función y transferencia genética, posiblemente por su capacidad de adaptación al entorno de la leche (Delorme, 2008). Además, este microorganismo está relacionado con el *Lactococcus lactis*, pero filogenéticamente es más cercano a los *Streptococcus viridans* donde se encuentran los grupos *mutans*, *anginosus*, *sanguinus*, *mitis* y *salivarius* (Delorme, 2008).

Con respecto al genoma del *S. thermophilus*, es uno de los más pequeños entre las BAL, asimismo, sus genes son codificadores de rutas metabólicas que promueven catabolismo del azúcar, uso de proteínas y péptidos, producción de polisacáridos y sistema de respuesta al estrés (Joint Genoma Institute, 2022).

Antecedentes de su aprovechamiento tecnológico en la industria

El *S. thermophilus* es el segundo cultivo iniciador en la fabricación de productos lácteos, se emplea para la producción de quesos duros, mozzarella y cheddar, y en la elaboración de bebidas fermentadas tipo yogur en combinación con el *L. delbrueckii*. Esta fermentación se debe a que la leche convierte rápidamente la lactosa en ácido láctico, disminuyendo su pH, asimismo, produce metabolitos relevantes para la industria de los alimentos (Caiza-Chicaiza, 2015); (Miranda, y otros, 2014).

La industria de los alimentos aprovecha las características sensoriales y fisicoquímicas que le atribuyen el *S. thermophilus* sobre la textura, palatabilidad, capacidad de retención de agua y contenido de grasa en productos lácteos como el queso y bebidas fermentadas, a partir del uso de exopolisacáridos que estas bacterias producen (Lluís, Lobato, Gallardo, Jiménez, & García, 2009).

Asimismo, se estudió el uso del modelo gastrointestinal dinámico para conocer el nivel de supervivencia del *S. thermophilus* mediante pruebas de digestibilidad in vitro, estos resultados validaron que esta cepa es más tolerante a ácidos biliares y su efecto funcional es mayor (Uriot, y otros, 2016).

Es así que, para lograr ingresar al tracto intestinal del humano, es necesario emplear como vehículo el yogur, este alimento dispone al consumidor de ingredientes funcionales por su contenido de probióticos, por ejemplo, el *S. thermophilus*, además si se combina con otras moléculas bioactivas provenientes de plantas medicinales, su nivel de contribución nutracéutico es mayor (Linares, O'Callaghan, O'Connor, Ross, & Stanton, 2016); (Paz, y otros, 2022).

CONCLUSIÓN

A partir de revisiones bibliográficas, fue posible encontrar estudios que resaltan el aprovechamiento tecnológico de la bacteria *S. thermophilus*, evidenciando que este microorganismo es el segundo en importancia para la industria láctea, ya que proporciona condiciones sensoriales particulares al producto final, además, de ser probiótico que promueve la buena salud a nivel gastrointestinal. Sin embargo, no se encontró ningún estudio respecto al costo-beneficio del uso de esta cepa, siendo esta condición una oportuna para generar futuras investigaciones científicas.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aleman, R. S., Marcia, J., Page, R., Kazemzadeh Pournaki, S., Martín-Vertedor, D., Manrique-Fernández, V., & ... Aryana, K. (2023). Effects of Yogurt with Carao (*Cassia grandis*) on Intestinal Barrier Dysfunction, α -glycosidase Activity, Lipase Activity, Hypoglycemic Effect, and Antioxidant Activity. *Fermentation*, 9(6), 566.
- Blanco-Guericha, P. (2015). Caracterización de bacterias de *Streptococcus thermophilus* aisladas de leche cruda bovina, ovina y caprina (en línea). Tesis de grado, Licenciatura en Bioquímica, Facultad de Ciencias, Universidad de la República de Uruguay.
- Caiza-Chicaiza, M. M. (2015). Evaluación del ácido láctico a partir de lactosuero empleando (*Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*), en la elaboración de queso fresco a tres concentraciones y tres temperaturas de coagulación, sobre el tiempo de proceso en lacteos. *Bachelor's thesis*, LATACUNGA/UTC/2015.



- Delorme, C. (2008). Safety assessment of dairy microorganisms: *Streptococcus thermophilus* . *International journal of food microbiology*, 126(3), 274-277.
- Fuentes, J. A., Fernández, I. M., Fernández, H. Z., Sánchez, J. L., Alemán, R. S., Navarro-Alarcon, M., & ... Maldonado, S. A. (2020). Quantification of bioactive molecules, minerals and bromatological analysis in ficarao (*Cassia grandis*). *J. Agric. Sci*, 12, 88.
- Fuentes, J. A., López-Salas, L., Borrás-Linares, I., Navarro-Alarcón, M., Segura-Carretero, A., & Lozano-Sánchez, J. (2021). Development of an innovative pressurized liquid extraction procedure by response surface methodology to recover bioactive compounds from carao Tree Seeds. *Foods*, 10(2), 398.
- Goh, Y. J., Goin, C., O'Flaherty, S., Altermann, E., & Hutkins, R. (2011). Specialized adaptation of a lactic acid bacterium to the milk environment: the comparative genomics of *Streptococcus thermophilus* LMD-9. *In Microbial cell factories: BioMed Central.*, 10; 1-17.
- Hernández, J., Sebastián-Frizzo, L., Rodríguez-Fernández, J. C., Valdez-Paneca, G., Virginia-Zbrun, M., & Calero-Herrera, I. (2019). Evaluación in vitro del potencial probiótico de *Lactobacillus acidophilus* SS80 y *Streptococcus thermophilus* SS77. *Revista de Salud Animal*, 41(1).
- Hernández-García, J., Sebastián-Frizzo, L., Rodríguez-Fernández, J., Valdez-Paneca, G., Virginia-Zbrun, M., & Calero-Herrera, I. (2019). Evaluación in vitro del potencial probiótico de *Lactobacillus acidophilus* SS80 y *Streptococcus thermophilus* SS77. *Revista de Salud Animal*, 41(1).
- Integrated Taxonomic Information System, I. (2022). *Streptococcus thermophilus*. *Taxonomic Serial No.:* 966477.
- Joint Genoma Institute, J. (2022). *Streptococcus thermophilus* LMD-9. <https://genome.jgi.doe.gov/portal/strth/strth.home.htm><https://genome.jgi.doe.gov/portal/lacde/lacde.home.html>
- Linares, D. M., O'Callaghan, T. F., O'Connor, P. M., Ross, R. P., & Stanton, C. (2016). *Streptococcus thermophilus* APC151 strain is suitable for the manufacture of naturally GABA-enriched bioactive yogurt. *Frontiers in Microbiology*, 7, 1876.



- Lluis, D., Lobato, C. S., Gallardo, F., Jiménez, J., & García, M. (2009). Efecto de los exopolisacáridos producidos por *Streptococcus thermophilus* en la textura sensorial e instrumental de queso tipo Manchego. Congreso Nacional de Biotecnología y Bioingeniería, Departamento de Agroindustria, Universidad Nacional Autónoma de Chapingo, Mexico.
- Maddela, N. R., & García, L. C. (2021). Innovations in biotechnology for a sustainable future. *Springer*.
- Maldonado, S. A., Alem, R. S., Fuentes, J. A., & da Conceição, M. (2020). Determination of total phenolic compounds, antioxidant activity and nutrients in Brazil nuts (*Bertholletia excelsa* HBK). *Journal of Medicinal Plants Research*, 14(8), 373-376.
- Marcia, J., Aleman, R. S., Montero-Fernández, I., Martín-Vertedor, D., Manrique-Fernández, V., Moncada, M., & Kayanush, A. (2023). Attributes of *Lactobacillus acidophilus* as Affected by Carao (*Cassia grandis*) Pulp Powder. *Fermentation*, 9(5), 408.
- Marcía-Fuentes, J., Santos-Aleman, R., Borrás-Linares, I., & Sánchez, J. L. (2021). The Carao (*Cassia grandis* L.): Its Potential Usage in Pharmacological, Nutritional, and Medicinal Applications. *Innovations in Biotechnology for a Sustainable Future*, 403-427.
- Medina, L., Aleman, R. S., Cedillos, R., Aryana, K. O., Marcia, J., & Boeneke, C. (2023). Effects of carao (*Cassia grandis* L.) on physico-chemical, microbiological and rheological characteristics of yogurt. *LWT*, 183, 114891.
- Miranda, O. M., Fonseca, P. L., Ponce, I., Cedeño, C., Rivero, L. S., & Vázquez, L. M. (2014). Production of a fermented drink from milk whey incorporating *Lactobacillus acidophilus* and *Streptococcus thermophilus*. *Revista Cubana de Alimentación y Nutrición*, 24(1), 7-16.
- Montero, I. F., Saravia, S. A., Santos, R. A., dos Santos, R. C., Marcia, J. A., & da Costa, H. N. (2020). Nutrients in Amazonian fruit pulps with functional and pharmacological interest. *African Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 14(5), 118-1.
- Montero-Fernández, I., Marcía-Fuentes, J. A., Cascos, G., Saravia-Maldonado, S. A., Lozano, J., & Martín-Vertedor, D. (2022). Masking effect of *Cassia grandis* sensory defect with flavoured stuffed olives. *Foods*, 11(15), 2305.



- Paz, D., Aleman, R. S., Cedillos, R., Olson, D. W., Aryana, K., Marcia, J., & Boeneke, C. (2022). Probiotic Characteristics of *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus* as Influenced by Carao (*Cassia grandis*). *Fermentation*, 8(10), 499.
- Plaza-Diaz, J., Ruiz-Ojeda, F. J., Gil-Campos, M., & Gil, A. (2019). Mechanisms of action of probiotics. *Advances in nutrition*, 10(suppl_1), S49-S66. <https://doi.org/10.1093/advances/nmy063>.
- Ribeiro, P. R., Montero, I. F., Saravia, S. A., Ferraz, V. P., Santos, R. A., MarcÃa, J. A., & Linhares, B. M. (2020). Chemical composition and antioxidant activity in the essential oil of *Cinnamomum zeylanicum* Nees with medicinal interest. *Journal of Medicinal Plants Research*, 14(7), 326-330.
- Uriot, O., Galia, W., Awussi, A. A., Perrin, C., Denis, S., Chalancon, S., & ... Roussel, Y. (2016). Use of the dynamic gastro-intestinal model TIM to explore the survival of the yogurt bacterium *Streptococcus thermophilus* and the metabolic activities induced in the simulated human gut. *Food microbiology*, 53, 18-29.
- Wang, X., Zhang, P., & Zhang, X. (2021). Probiotics regulate gut microbiota: an effective method to improve immunity. *Molecules*, 26(19), 6076.

