

Artículo recibido 31 de julio de 2023

Publicado 25 de septiembre de 2023

La microbiota autóctona como herramienta de innovación en la producción de salamines tradicionales

Galante, Nadia S.¹; Palavecino Prpich, Noelia Z.¹; Sanabria, Ernesto O.¹; Camprubí, Germán E.²; Cayré, María E.¹; Castro, Marcela P.¹

1. Laboratorio de Microbiología de Alimentos. INIPTA. Conicet – UNCAus. Comandante Fernández 755. (3700) Presidencia Roque Sáenz Peña, Chaco. Argentina. nadiagalante@uncaus.edu.ar, noe@uncaus.edu.ar, sanabria@uncaus.edu.ar, ecayre@uncaus.edu.ar, mcastro@uncaus.edu.ar
2. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional del Nordeste. Av. Las Heras 727 (3500). Resistencia, Chaco. Argentina. gcamprubi@ing.unne.edu.ar

ORCID Nadia Galante: 0000-0003-4635-7438

ORCID Noelia Palavecino Prpich: 0000-0001-9998-6268

ORCID Ernesto Sanabria: 0000-0003-2652-4737

ORCID Germán Camprubí: 0000-0001-6813-7394

ORCID María Elisa Cayré: 0000-0002-4682-7498

ORCID Marcela Castro: 0000-0001-6744-4990

Resumen

La necesidad de innovación en la producción artesanal de salamines comprende la puesta en valor de las tradiciones de elaboración en vez de descartarlas. El uso de la microbiota autóctona, responsable de la identidad y de las características sensoriales únicas de estos productos, se pone de manifiesto como una estrategia práctica de aplicación que reside en la flexibilidad metabólica de las cepas microbianas. Esta revisión evalúa las diferentes herramientas disponibles para mejorar la calidad y la seguridad de los salamines tradicionales locales, haciendo foco en el rol de las comunidades microbianas involucradas en su producción. Las alternativas más estudiadas contemplan el uso de cultivos iniciadores autóctonos. El objetivo de este trabajo es destacar las recientes investigaciones desarrolladas que permitirían mejorar la

calidad y seguridad de estos productos cárnicos fermentados. Se sugieren además estrategias adicionales como acciones complementarias a la introducción de comunidades microbianas indígenas para la producción de salamines regionales. *Palabras clave:* bacterias lácticas; productos cárnicos; fermentación; tradición; identidad local

Abstract

Indigenous microbiota as innovation tool for artisanal dry sausage production

The need for innovation in the artisanal production of dry fermented sausages - leveraging rather than discarding tradition- is covered in this review, together with some practical strategies available to achieve it. Emphasis is placed on the autochthonous microbiota responsible for the identity and unique sensory characteristics of these products. Strategies to introduce innovation in this manufacturing process rely on metabolic flexibility of microbial strains. This review evaluates the application of several tools aimed at improving the quality and safety of artisanal dry fermented sausages focusing on the microbial community role. The most studied alternatives to enhance dry sausage production comprise the use of autochthonous starter cultures. The purpose of this work is to review recent research about different strategies to improve safety and quality in the manufacture of regional dry fermented sausages. Additional support strategies have been suggested as complementary actions towards a successful introduction of indigenous microbial communities into local traditional dry sausage production.

Keywords: lactic acid bacteria; meat products; fermentation; tradition; local identity

INTRODUCCIÓN

Los productos cárnicos fermentados han sido consumidos por siglos en todo el mundo y constituyen uno de los más importantes alimentos de origen animal [1]. La tradición en su elaboración se ha originado en los países Mediterráneos durante el Imperio Romano [2], extendiéndose luego hacia Alemania, Hungría y otros países, incluyendo Argentina, Estados Unidos y Australia [3, 4]. Existe una amplia variedad de

productos fermentados en el mercado global como consecuencia de las variaciones en las materias primas, formulaciones y procesos de manufactura, asociados a los hábitos y costumbres de las regiones en los que se elaboran. Se hallan, así mismo, conectadas estrechamente a la cultura, herencia e identidad local de una población dada, teniendo un fuerte carácter simbólico [5]. Independientemente de su origen, están constituidos por una mezcla de carne porcina y/o vacuna, grasa, sal, nitratos y/o nitritos, que puede incluir azúcar y diferentes especias, y está embutida en tripa natural o artificial, de distintos calibres. También se elaboran con carnes de aves, cordero, cabra, caballo, camello, ñandú, llama, y carnes de caza. En su versión local —conocidos como salamines o salames— de acuerdo al tamaño en que se presente el tocino, se los puede categorizar en "picado fino" o "picado grueso".

La estabilidad de los salamines está determinada principalmente por: i) la acidificación que producen las bacterias lácticas, y ii) la reducción de la actividad de agua durante el transcurso del curado y secado. Como resultado de las interacciones entre la matriz cárnica y los microorganismos presentes ocurren cambios bioquímicos y fisicoquímicos que, junto con el proceso tecnológico asociado a la producción (temperatura, humedad relativa, duración de los períodos de fermentación y maduración), condicionan las características del producto final. En dichas interacciones se hallan involucrados distintos tipos de bacterias, levaduras y hongos que promueven el desarrollo del flavor, aroma y textura.

Las bacterias ácido lácticas (BAL) y los cocos coagulasa negativos (CCN) son los grupos microbianos mayoritariamente predominantes en las fermentaciones cárnicas espontáneas [6]. Además, los hongos filamentosos y las levaduras ejercen un efecto del tipo barrera gracias a la formación de películas superficiales que previenen la deshidratación excesiva y la oxidación lipídica [7]. Los métodos tradicionales de producción dependen de la fermentación espontánea que se da a partir de la flora microbiana propia de las materias primas y la planta elaboradora; condiciones que conducen a heterogeneidad en los distintos lotes de productos [8]. A nivel industrial, el uso de cultivos iniciadores comerciales permite estandarizar y controlar el proceso de manufactura; sin embargo, estos cultivos microbianos no siempre son capaces de reproducir las características organolépticas típicas de los salamines artesanales. Un

camino intermedio entre la estandarización y los métodos tradicionales podría ser la introducción de cultivos especialmente diseñados usando cepas autóctonas aisladas a partir de los salamines elaborados artesanalmente [9].

El uso de la microbiota indígena constituye una estrategia de aplicación práctica que reside en la flexibilidad metabólica de las cepas microbianas. El objetivo de este trabajo es rescatar recientes investigaciones que indican los procedimientos a seguir que permitirían mejorar la calidad y seguridad de los productos cárnicos fermentados locales. Se sugieren además estrategias adicionales como acciones complementarias a la introducción de comunidades microbianas indígenas para la producción de salamines regionales.

Microbiota autóctona y cultivos iniciadores

En los salamines tradicionales, la fermentación depende de la contaminación natural de la microbiota ambiental durante el sacrificio y la manufactura, siendo la composición específica de la microbiota interna, responsable de las calidades distintivas de los productos artesanales que se producen en estas pequeñas plantas elaboradoras [10, 11]. Aunque esta microbiota autóctona juega el principal rol en el flavor, la textura, la calidad y la seguridad del producto final, la alta variabilidad en la cantidad y las especies bacterianas involucradas puede inducir a problemas de calidad debido a la falta de normalización y/o homogeneización. Consecuentemente, la introducción de cultivos iniciadores en la elaboración de productos cárnicos fermentados se hace necesaria a fin de garantizar la seguridad y estandarizar los atributos finales del producto [12]. Ahora bien, los cultivos iniciadores comerciales no ofrecen mucha flexibilidad para la diferenciación del producto [13] y no son siempre capaces de competir adecuadamente con la microflora interna de las fábricas, por lo que su uso resulta en pérdidas de las características sensoriales deseables [14]. Por otro lado, un cultivo que actúe bien en un tipo de producto no será necesariamente eficiente en otro tipo. Entonces, el uso de cepas indígenas que resultan altamente competitivas para dominar el ambiente cárnico propio del producto deseado, se plantea como una alternativa viable y de ejecución práctica, en términos de transferencia tecnológica.

Estos microorganismos autóctonos acentúan el perfil organoléptico de los productos artesanales, dominan el proceso de fermentación por estar adaptadas a la matriz cárnica y ser lo suficientemente competitivas para liderar los procesos tecnológicos involucrados, gracias a sus elevadas capacidades metabólicas que pueden beneficiar la calidad del producto y su seguridad, preservando su tipicidad [15]. Los cultivos cárnicos iniciadores están compuestos principalmente de bacterias ácido lácticas (BAL) y cocos coagulasa negativa (CCN).

Las BAL tienen un rol estelar en la elaboración de salamines por la producción de ácido láctico y su concomitante descenso de pH, que afecta las propiedades tecnológicas y la estabilidad microbiana del producto final. La reducción de pH conduce a la coagulación de las proteínas miofibrilares, lo que mejora la cohesividad y firmeza del producto final, permitiendo el feteado [16]; simultáneamente, el descenso de pH acelera el proceso de maduración, afectando positivamente la humedad de estos productos. Junto con la producción de ácido láctico, las BAL tienen un perfil enzimático específico que impacta en el sabor, aroma y textura de los salamines, ejerciendo actividades lipolíticas y proteolíticas que hidrolizan uniones de lípidos y péptidos, respectivamente.

La lipólisis contribuye directamente con las características sensoriales típicas, mientras que la proteólisis mejora la textura y favorece el proceso de secado [17]. Las especies de BAL más utilizadas como cultivos comerciales son: *Latilactobacillus (L.) sakei*, *L. curvatus*, *Lactiplantibacillus (Lc.) plantarum*, *Lc. pentosus*, *Lacticaseibacillus (Lcc.) casei*, *Pediococcus (Pd.) pentosaceus*, y *Pd. acidilactici* [18], mientras que *L. sakei*, *L. curvatus*, y *Lc. plantarum* son las principales especies encontradas en la fermentación espontánea de salamines [19].

La función tecnológica principal de los CCN es la actividad nitrato-reductasa que ejerce un efecto definitivo sobre el desarrollo del color típico y la estabilización de los salamines. La actividad enzimática depende de la habilidad de estas bacterias de reducir nitrato (NO^{3-}) a nitrito (NO^{2-}). La coloración roja se forma mediante la reducción de nitrito a óxido nítrico (NO), que reacciona con la mioglobina para formar nitrosomioglobina (MbFeIINO), el compuesto responsable del color característico [20].

Además, las actividades metabólicas características en las especies de CCN —proteolíticas y lipolíticas— liberan varios compuestos que contribuyen al flavor y textura de los productos cárnicos fermentados: péptidos, aminoácidos, carbonilos y sustancias volátiles [21].

Las enzimas catalasa y superóxido-dismutasa actúan como antioxidantes naturales, brindando seguridad [13]. *Staphylococcus (S.) carnosus* y *S. xylosus* son las dos especies de CCN comúnmente usadas como cultivos comerciales para asistir en la formación de color y flavor [15]. Otras especies que prevalecen en las fermentaciones espontáneas de salamines son: *S. xylosus*, *S. saprophyticus*, *S. equorum*, *S. carnosus*, *S. epidermidis*, *S. haemolyticus*, *S. pasteurii*, *S. sciuri*, *S. succinus*, *S. vitulinus*, y *S. warneri*, dependiendo del tipo de producto [13]. Las especies de *Kocuria (K.)* son ubicuas y se adaptan ampliamente al nicho de la fermentación cárnica; las especies *K. varians* y *K. kristinae* son las que se hallan principalmente en salamines [7].

Selección de cepas para el diseño de cultivos microbianos

Las especies nativas que presentan propiedades tecnológicas atractivas pueden ser usadas para diseñar cultivos iniciadores autóctonos que aseguren la seguridad y calidad de los productos tradicionales sin alterar su tipicidad. Entonces, la introducción de un cultivo iniciador indígena constituye un excelente ejemplo del concepto "innovación a través de la tradición". El primer paso en el proceso de diseño de este tipo de cultivos —endógenos de pequeñas plantas elaboradoras— consiste en el aislamiento de microorganismos del propio nicho sobre el cual el cultivo será subsecuentemente aplicado. Las cepas deben ser seleccionadas del conjunto de cepas aisladas en función de sus propiedades tecnológicas y de seguridad [17]. Una vez seleccionadas, estas cepas bacterianas deben ser genéticamente identificadas.

En la revisión de Palavecino Prpich et al. [22] se presentan ejemplos de cepas aisladas, según estos pasos que han sido empleados subsecuentemente para la elaboración de salamines. En este sentido, estos autores han reportado el aislamiento de 93 cepas bacterianas provenientes de productos cárnicos artesanales de la provincia del Chaco (Argentina) que, mediante análisis de componentes principales sobre la base de características fisiológicas y de seguridad, seleccionaron 8 cepas de BAL y 4 CCN: 7

Latilactobacillus sakei y un *Lactobacillus farciminis*; 2 CNC se identificaron como *Staphylococcus xylosus*, *S. vitulinus* y *S. hominis* [9]. A partir de esta selección, se diseñaron dos cultivos autóctonos diferentes que fueron introducidos en la línea de producción de salamines elaborados localmente. Ambos cultivos mostraron una buena performance, sin afectar las características organolépticas de los productos originales, incluso mejorando alguno de los parámetros evaluados (firmeza, uniformidad e intensidad del color rojo, y facilidad de extracción de la tripa) [23]. La robustez del cultivo que presentó el mejor desempeño se evaluó en tres lotes de producción a lo largo de un año, mostrando que su incorporación, junto con la estandarización de la materia prima y de las condiciones medioambientales, representa una herramienta que permite mejorar la homogeneidad en la manufactura artesanal de estos productos tradicionales [8].

Estrategias adicionales

En varias regiones económicas existen políticas de calidad orientadas a proteger los nombres de productos seleccionados a fin de promover sus características, conectándolas a sus orígenes geográficos como también a sus saberes tradicionales. El potencial de los productos ligados al origen radica en su calidad específica, que es resultado de la combinación de recursos naturales y técnicas o prácticas de producción locales relacionadas con la historia y la cultura [24]. Las denominaciones de origen (DO) e indicaciones geográficas (IG) son herramientas que no se crean, sino que se reconocen. Los salamines se hallan dentro de este conjunto de productos.

La IG es una marca usada en productos que tienen un origen geográfico específico y poseen cualidades asociadas a esta ubicación. En Argentina, tal es el caso de los salamines de Colonia Caroya (provincia de Córdoba) [25]. La DO, por su parte, contempla la zona de producción-elaboración de las materias primas que están fuertemente vinculadas a la dinámica propia de la región. Los salamines elaborados en Tandil (provincia de Buenos Aires) ostentan este sello distintivo [25].

Desde una perspectiva más amplia, estos esquemas de calidad juegan un rol especial en promover el desarrollo rural sustentable, mejorando los ingresos de los productores y abriendo nuevos potenciales productos exportables. Los productos cárnicos fermentados pueden ser agregados como "elementos artesanales locales" a las rutas turísticas, abrazando la tendencia actual de la sinergia entre turismo, cultura y gastronomía. Además, estas indicaciones de origen e identidad comprenden y protegen el conocimiento y las habilidades que han pasado de generación en generación, ayudando a proteger el patrimonio local heredado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

- [1] F. Leroy y L. De Vuyst, "Fermented foods: fermented meat products," en *Encyclopedia of Food and Health*, B. Caballero, P. M. Finglas, and F. Todrá, Eds. 656, Academic Press, Cambridge, MA, 2016.
- [2] G. Comi, R. Urso, L. Iacumin et al., "Characterisation of naturally fermented sausages produced in the north east of Italy," *Meat Science* **69**, 3, 381 (2005).
- [3] R. Talon, S. Leroy, y I. Lebert, "Microbial ecosystems of traditional fermented meat products: the importance of indigenous starters," *Meat Science* **77**, 1, 55 (2007).
- [4] M. Oliveira, V. Ferreira, R. Magalhães, y P. Teixeira, "Biocontrol strategies for Mediterranean-style fermented sausages," *Food Research International* **103**, 438 (2018).
- [5] F. Leroy, P. Scholliers, y V. Amilien, "Elements of innovation and tradition in meat fermentation: conflicts and synergies," *International Journal of Food Microbiology* **212**, 2 (2015).

- [6] L. Aquilanti, C. Garofalo, A. Osimani, y F. Clementi, "Ecology of lactic acid bacteria and coagulase negative cocci in fermented dry sausages manufactured in Italy and other Mediterranean countries: an overview," *International Food Research Journal* **23**, 2, 429 (2016).
- [7] I. Franciosa, V. Alessandria, P. Dolci, K. Rantsiou, y L. Cocolin, "Sausage fermentation and starter cultures in the era of molecular biology methods," *International Journal of Food Microbiology* **279**, 26 (2018).
- [8] N. Palavecino Prpich, O. Garro, M. Romero, M. Judis, M. Cayré, y M. Castro, "Evaluation of an autochthonous starter culture on the production of a traditional dry fermented sausage from Chaco (Argentina) at a small-scale facility," *Meat Science* **115**, 41 (2016).
- [9] N. Palavecino Prpich, M. Castro, M.E. Cayré, O. Garro, G. Vignolo, "Autochthonous starter culture selection to keep traditions in the manufacture of dry sausages alive," *Annals of Microbiology* **65**, 1709 (2014).
- [10] S. Ammor, E. Dufour, M. Zagorec, S. Chaillou, and I. Chevallier, "Characterization and selection of *Lactobacillus sakei* strains isolated from traditional dry sausage for their potential use as starter cultures," *Food Microbiology* **22**, 6, 529 (2005).
- [11] I. Lebert, S. Leroy, and R. Talon, "Microorganisms in traditional fermented meats," in *Handbook of Fermented Meat and Poultry*, F. Toldrá, W.-K. Nip, J. G. Sebranek, L. H. Stahnke, E. T. F. Silvera, R. Talon, and Y. H. Hui, Eds. John Wiley & Sons, Ltd., Londres, 2007.

- [12] A. M. Baka, E. J. Papavergou, T. Pragalaki, J. G. Bloukas, P. Kotzekidou, "Effect of selected autochthonous starter cultures on processing and quality characteristics of Greek fermented sausages," *LWT—Food Science and Technology* **44**, 1, 54 (2011).
- [13] M. Sánchez Mainar, D. Stavropoulou, F. Leroy, "Exploring the metabolic heterogeneity of coagulase-negative staphylococci to improve the quality and safety of fermented meats: a review," *International Journal of Food Microbiology* **247**, 24 (2017).
- [14] M. G. Bonomo, A. Ricciardi, G. Salzano, "Influence of autochthonous starter cultures on microbial dynamics and chemical-physical features of traditional fermented sausages of Basilicata region," *World Journal of Microbiology and Biotechnology* **27**, 1, 137 (2011).
- [15] F. Leroy, J. Verluyten, L. de Vuyst, "Functional meat starter cultures for improved sausage fermentation," *International Journal of Food Microbiology* **106**, 3, 270 (2006).
- [16] E. H. Drosinos, S. Paramithiotis, G. Kolovos, I. Tsikouras, I. Metaxopoulos, "Phenotypic and technological diversity of lactic acid bacteria and staphylococci isolated from traditionally fermented sausages in southern Greece," *Food Microbiology* **24**, 3, 260 (2007).
- [17] C. E. S. Cruxen, G. D. Funck, L. Haubert et al., "Selection of native bacterial starter culture in the production of fermented meat sausages: application

- potential, safety aspects, and emerging technologies," *Food Research International* **122**, 371 (2019).
- [18] S. Ammor and B. Mayo, "Selection criteria for lactic acid bacteria to be used as functional starter cultures in dry sausage production: an update," *Meat Science* **76**, 1, 138 (2007).
- [19] N. Palavecino Prpich, M. Castro, M. Cayré, N. Galante, E. Sanabria, "Relevance of microbial cultures on the safety of fermented sausage," *Meat Products. Chemistry, consumption and health aspects*, M. Castro y M. E. Cayré, Eds., pp. 89–157, Nova Science Publisher, New York, 2021.
- [20] J. Gøtterup, K. Olsen, S. Knöchel, K. Tjener, L. H. Stahnke, y J. K. S. Møller, "Relationship between nitrate/nitrite reductase activities in meat associated staphylococci and nitrosylmyoglobin formation in a cured meat model system," *International Journal of Food Microbiology* **120**, 3, 303 (2007).
- [21] A. Casaburi, R. Di Monaco, S. Cavella, F. Toldrá, D. Ercolini, y F. Villani, "Proteolytic and lipolytic starter cultures and their effect on traditional fermented sausages ripening and sensory traits," *Food Microbiology* **25**, 2, 335 (2008).
- [22] N. Palavecino Prpich, G. Camprubí, M.E. Cayré, M. Castro "Indigenous Microbiota to Leverage Traditional Dry Sausage Production" *International Journal of Food Science*, 2021, 6696856. <https://doi.org/10.1155/2021/6696856>

- [23] N. Palavecino Prpich, M. Castro, M.E. Cayré, O.A. Garro, y G. M. Vignolo, “Indigenous Starter Cultures to Improve Quality of Artisanal Dry Fermented Sausages from Chaco (Argentina)”, *International Journal of Food Science*, 2015, 931970. <http://dx.doi.org/10.1155/2015/931970>
- [24] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (s.f.) *Proyecto de cooperación técnica regional sobre calidad de productos alimenticios vinculada al origen y las tradiciones*. <https://www.fao.org/in-action/quality-and-origin-program/projects/latin-america/es/>
- [25] Secretaría de Agricultura Ganadería y Pesca. Ministerio de Economía. Argentina. (30 de Julio de 2023). *Indicación Geográfica y Denominación de origen*. <https://alimentosargentinos.magyp.gob.ar/HomeAlimentos/IGeo/>