



REVISTA ARGENTINA DE MICROBIOLOGÍA

www.elsevier.es/ram



INFORME BREVE

Alterantes microbianos atípicos en yogures argentinos: mohos gasógenos y bacterias del género *Gluconobacter*

María Luján Capra^a, Laura N. Frisón^b, Carolina Chiericatti^b, Ana G. Binetti^a
y Jorge A. Reinheimer^{a,*}

^a Instituto de Lactología Industrial (UNL-CONICET), Facultad de Ingeniería Química, Universidad Nacional del Litoral, Santiago del Estero, Santa Fe, Argentina

^b Cátedra de Microbiología, Departamento de Ingeniería en Alimentos y Biotecnología, Facultad de Ingeniería Química, Universidad Nacional del Litoral, Santiago del Estero, Santa Fe, Argentina

Recibido el 24 de junio de 2020; aceptado el 3 de enero de 2021

PALABRAS CLAVE

Alterantes
microbianos;
Yogur;
Mohos gasógenos;
Mucorales;
Gluconobacter

KEYWORDS

Spoilage
microorganisms;
Yogurt;
Gas-producing molds;
Mucorales;
Gluconobacter

Resumen El deterioro microbiológico de alimentos conduce a productos no aptos para consumo, y su descarte, a importantes pérdidas económicas para la industria alimenticia. Durante su almacenamiento, los alimentos frescos representan nichos atractivos para la supervivencia y el crecimiento de microorganismos indeseables. En productos lácteos, la presencia de alterantes o patógenos bacterianos está mejor documentada que la de mohos y levaduras. Estos productos son menos proclives al deterioro por mohos que otros, como frutas y verduras, debido a su almacenamiento refrigerado, su elaboración a partir de leche tratada térmicamente y, para fermentados, a la microbiota dominante, que acidifica el medio. Sin embargo, incluso quesos y yogures pueden sufrir deterioro por mohos. Este trabajo presenta casos atípicos de muestras de yogur con desarrollo de mohos gasógenos y bacterias del género *Gluconobacter* como microorganismos alterantes no reportados previamente como tales en leches fermentadas argentinas. Los organismos alterantes «clásicos» de yogur fueron siempre levaduras y, en otros países, mohos del género *Aspergillus*.

© 2021 Asociación Argentina de Microbiología. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Atypical spoilage microorganisms in Argentinean yogurts: Gas-producing molds and bacteria of the genus *Gluconobacter*

Abstract Microbial food alterations lead to unfit products for consumption, and their discarding, to significant economic losses for the food industry. During storage, fresh foods offer available niches for the survival and growth of undesirable microorganisms. In dairy products, data regarding spoilage and/or pathogenic bacteria is better documented than those for molds and yeasts. Dairy products are less susceptible to mold's contamination than products such as

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: jorreinh@fiq.unl.edu.ar (J.A. Reinheimer).

<https://doi.org/10.1016/j.ram.2021.01.001>

0325-7541/© 2021 Asociación Argentina de Microbiología. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Cómo citar este artículo: M.L. Capra, L.N. Frisón, C. Chiericatti et al., Alterantes microbianos atípicos en yogures argentinos: mohos gasógenos y bacterias del género *Gluconobacter*, Revista Argentina de Microbiología, <https://doi.org/10.1016/j.ram.2021.01.001>

fruits and vegetables, due to their refrigerated storage; their elaboration from heat-treated milk and, for fermented ones, the dominant microbiota that acidifies the medium. However, even cheeses and yogurts may be susceptible to mold contamination. Atypical cases of yogurt samples containing spoilage microorganisms not previously reported (molds producing gas and bacteria of the genus *Gluconobacter*) in Argentinean fermented milks are presented here. For yogurt, in particular, the "classic" altering organisms were always being yeasts, and in other countries, molds belonging to the genus *Aspergillus*.

© 2021 Asociación Argentina de Microbiología. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Un número significativo de especies fúngicas pueden sobrevivir e incluso crecer en productos lácteos gracias a su habilidad para metabolizar diferentes compuestos presentes en esos alimentos. Más aún, ciertas especies son xerofílicas, ácido-tolerantes o psicrotolerantes y pueden, en cierta medida, sostener el crecimiento en presencia de conservantes químicos adicionados a estos productos para extender su vida útil^{4,15}.

En los yogures, el deterioro producido por mohos y levaduras puede evidenciarse por el crecimiento (colonia o talo) en la superficie del producto, así como también por la presencia de sabores u olores desagradables. Estos pueden ser causados por la producción de metabolitos (etanol, compuestos orgánicos volátiles) o la acción de enzimas lipolíticas o proteolíticas. También puede haber alteraciones del color o la textura y producción de CO₂ gaseoso³⁻⁵. Principalmente, la presencia de levaduras en yogur se debe a contaminaciones postpasteurización, aunque ciertas especies muestran elevada resistencia térmica⁴.

Diversos mohos son responsables de alteraciones en productos lácteos. Especies pertenecientes a los géneros *Penicillium*, *Aspergillus*, *Mucor*, *Rhizopus* y *Thamnidium* han sido aisladas mayormente de quesos con alteraciones, aunque pueden también contaminar productos tratados térmicamente. De manera similar a lo explicitado en lo referido a contaminación por levaduras, la aparición de mohos generalmente se debe a contaminaciones posteriores al proceso térmico; en algunos casos, por la presencia de esporos fúngicos termorresistentes¹.

El presente trabajo no se trata de un estudio sistemático sostenido en el tiempo, sino que surge del análisis de muestras de yogur enviadas al Instituto de Lactología Industrial (INLAIN) por presentar defectos y de las que fue posible aislar microorganismos responsables de deterioro diferentes de levaduras, reconocidas como los alterantes gasógenos «clásicos» en este tipo de productos.

Una industria de la región envió al INLAIN muestras provenientes de 3 producciones durante el verano de 2016–2017 (tabla 1). Eran yogures bebibles y batidos de sabor vainilla o frutilla, con valores de pH y presencia de microbiota láctica normales en todos los casos. Sin embargo, en varias muestras hubo altos recuentos en agar extracto de levadura-glucosa-cloranfenicol (YGC) (incubación: 3 días, 25 °C) de diferentes tipos de contaminantes: variedad de levaduras (algunas gasógenas) (10²-10⁶ UFC/ml), un moho usualmente

aislado como contaminante ambiental (*Aspergillus niger*, 10 UFC/ml), y, lo más notable, mohos gasógenos pertenecientes al orden Mucorales (*Mucor racemosus* y *Mucor circinelloides*) (10-10⁴ UFC/ml). Los envases de los que provenían un par de muestras de este grupo (II.M4 y II.M5) se encontraban visiblemente hinchados/abombados; en otro caso (II.M6), el envase estaba colapsado. Se verificó la producción de gas (CO₂) en caldo MRS con campana de Durham por parte de ciertos aislamientos de levaduras y de los aislamientos fúngicos correspondientes a *Mucor*. Las 3 muestras presentaban aroma y sabor desagradables. Las muestras II.M4 y II.M5 mostraron recuentos de 10⁴ UFC/ml de mohos productores de gas. La muestra II.M6 reveló un recuento de 10⁵ UFC/ml de levaduras.

En el muestreo correspondiente a la última producción se analizaron 5 muestras, a 3 de las cuales se les había adicionado sorbato de potasio como conservante (III.M3 a III.M5). Solo en una de las muestras (III.M1) no hubo detección de mohos ni levaduras, mientras que en otras 2 (III.M2 y III.M3) se detectaron levaduras, en concentraciones de 7 · 10⁴ y 10 UFC/ml sin y con adición del conservante, respectivamente. En las muestras restantes (III.M4 y III.M5), ambas con sorbato adicionado, se detectó la presencia de mohos en baja concentración (hasta 10² UFC/ml). Incluso, de una de ellas (III.M5) se aislaron los 2 géneros de mohos mencionados (*Aspergillus* y *Mucor*). La identificación de estos se realizó mediante el cultivo en medios específicos y la observación de las características macroscópicas y microscópicas mediante el uso de las claves taxonómicas de Pitt y Hocking¹⁰. Evidentemente, el sorbato de potasio no inhibió completamente los mohos ni las levaduras presentes.

Uno de los contaminantes más comunes asociados a yogur, pero no en nuestro país, es *A. niger*. Su prevalencia es crítica para la vida útil del producto, ya que es capaz de crecer abundantemente en la interfase yogur-aire si las condiciones le son propicias⁷; en general, el origen de la contaminación es ambiental.

Los mohos pertenecientes al orden Mucorales se han encontrado previamente en yogures de otros países^{3,13}. Son capaces de alternar entre 2 fases de crecimiento (dimorfismo). Su forma de crecimiento predominante es la filamentosa, pero bajo condiciones específicas (por ejemplo, baja tensión de oxígeno), pueden crecer como levaduras. Es en esa fase de crecimiento levaduriforme en la que ocurre la producción de CO₂ que conduce a la efer-

Tabla 1 Características de las muestras de yogur con aislamiento de mohos y levaduras alterantes

Muestra	Tipo de producto	Año	Análisis organoléptico y macroscópico	Gas	pH	Recuentos (UFC/ml) ^a	Identificación de microorganismos
I.M1	Bebible frutilla	2016	A frutilla, normal	nd	4,43	$3,2 \cdot 10^5$	Levaduras brotadas, nd
I.M2	Bebible vainilla	2016	A vainilla, normal	nd	4,40	$1,7 \cdot 10^5$	Levaduras brotadas, nd
I.M3	Bebible frutilla	2016	A frutilla, normal	nd	4,55	$4,0 \cdot 10^6$	Levaduras ovoides o elongadas, algunas brotadas, nd
I.M4	Batido vainilla	2016	A vainilla, normal	nd	4,50	$1,0 \cdot 10^3$	Levaduras brotadas, nd
I.M5	Bebible frutilla	2016	A frutilla, normal	nd	4,55	$4,7 \cdot 10^6$	Levaduras brotadas, nd
I.M7	Bebible vainilla	2016	A vainilla, débil	nd	4,44	$3,5 \cdot 10^6$	Levaduras brotadas, nd
II.M4	Batido frutilla	2017	Aroma y sabor desagradables, textura grumosa, envase abombado	+	4,39	$1,4 \cdot 10^4$	<i>M. circinelloides</i>
II.M5	Bebible vainilla	2017	Aroma y sabor desagradables, envase abombado	+	4,35	$1,8 \cdot 10^4$	<i>M. circinelloides</i>
II.M6	Bebible frutilla	2017	Aroma y sabor desagradables, envase colapsado	–	4,35	$1,6 \cdot 10^5$	levaduras elongadas o circulares, con brotes, nd
II.M7	Bebible frutilla	2017	A frutilla, normal, muy líquido	+	4,43	20	<i>A. niger</i> , <i>M. racemosus</i>
II.M8	Bebible vainilla	2017	A vainilla, normal, líquido	+	4,44	$1,1 \cdot 10^2$ ^b ; $1,0 \cdot 10^2$ ^c	<i>M. racemosus</i> , <i>M. circinelloides</i> , levaduras ovoides
II.M10	Bebible vainilla	2017	A vainilla, débil	–	4,37	$8,9 \cdot 10^4$	Levaduras elongadas o circulares, con brotes, nd
II.M11	Bebible vainilla	2017	A vainilla, débil	+	4,52	$2,6 \cdot 10^2$	Levaduras ovoides, algunas brotadas, nd
III.M2	Bebible vainilla	2017	A vainilla, normal	–	4,42	$7,0 \cdot 10^4$	Levaduras circulares, con brotes, nd
III.M3	Bebible vainilla, con sorbato	2017	A vainilla, normal	+	4,53	10	Levaduras elongadas con brotes y pseudohifas
III.M4	Bebible frutilla, con sorbato	2017	A frutilla, normal	+	4,43	10	<i>M. circinelloides</i>
III.M5	Bebible vainilla, con sorbato	2017	A vainilla, normal	+	4,42	$1,6 \cdot 10^2$	<i>A. niger</i> , <i>M. circinelloides</i>

nd: no determinado.

^a En agar YGC (3 días, 25 °C)^b Mohos^c Levaduras.

La presencia de microbiota láctica propia del fermento de yogur fue normal en todas las muestras.

Código de las muestras: los números romanos indican el muestreo; los arábigos, el número de muestra dentro de cada muestreo.

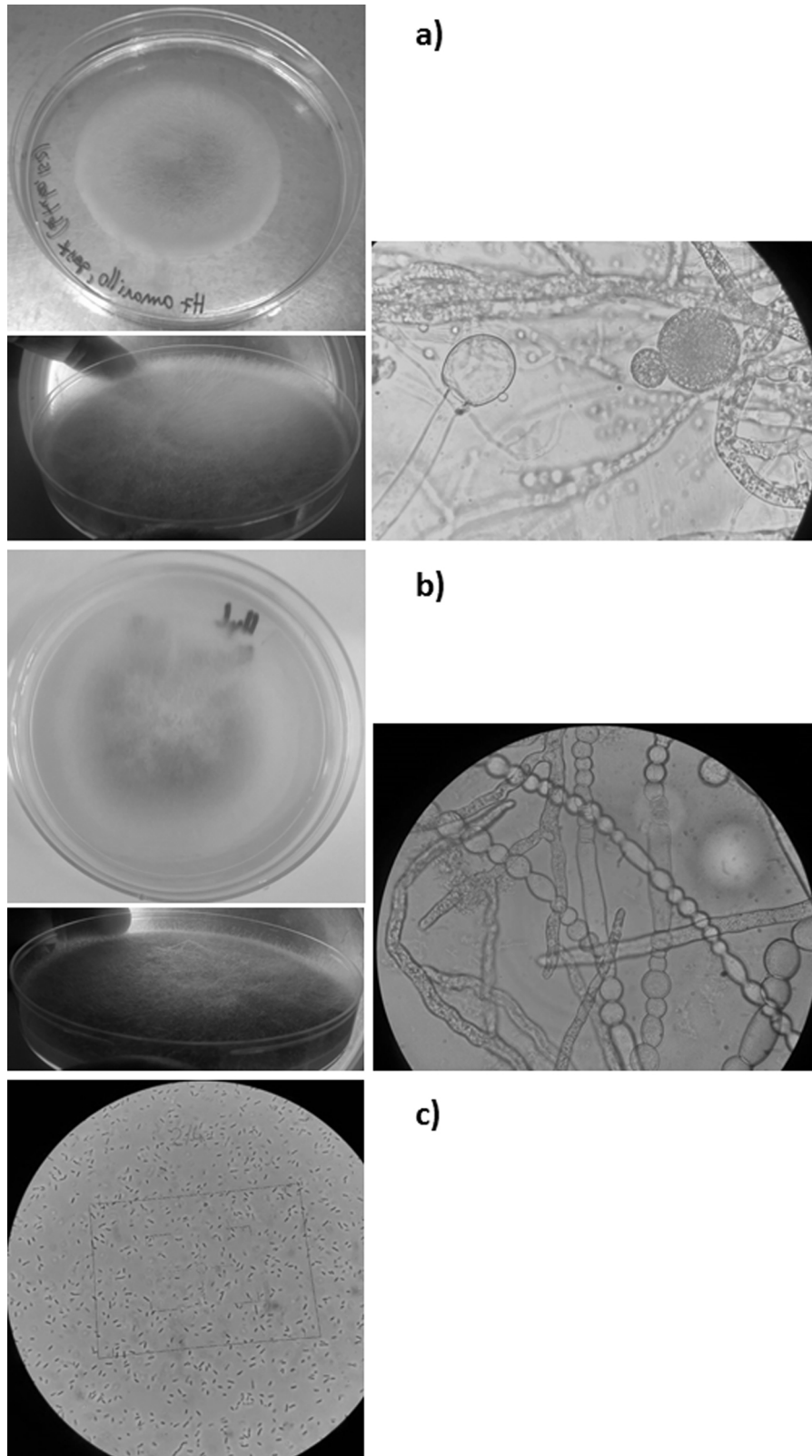


Figura 1 Aspecto de los microorganismos contaminantes de muestras de yogur alteradas. Observación macroscópica de la colonia (izquierda) y microscópica (100x) de contraste de fases (derecha) de los mohos *Mucor racemosus* (a) y *Mucor circinelloides* (b) en agar YGC a los 2 y 5 días de incubación a 28 °C; observación microscópica (100x) de contraste de fases de *Gluconobacter* sp. (c).

vescencia detectada en yogures y al abombamiento de los envases¹³. En la [figura 1](#) se aprecia el aspecto macroscópico de las colonias y se incluyen observaciones microscópicas de los mohos gasógenos aislados de las muestras contaminadas. Estas últimas mostraron las características de crecimiento típicas de las especies de *Mucor*, es decir, hifas no septadas aéreas, decoradas con esporangios que contienen miles de esporangiosporos (esporos asexuales).

El género *Mucor* es reconocido como agente causal de deterioro de alimentos, pero no es usualmente considerado patógeno alimentario, ya que su ingestión no se asocia con enfermedades gastrointestinales, especialmente entre individuos sanos¹³. *M. circinelloides* es un moho filamentosos por naturaleza; aunque dimórfico, mayormente está presente en el suelo, las plantas y los frutos en descomposición (manzanas, peras y frutillas).

En 2013 se produjo en Estados Unidos un brote relacionado con el consumo de un producto comercial contaminado con *M. circinelloides*. Se observaron potes hinchados y presencia de burbujas en un yogur tipo griego debido al CO₂ producido por el moho contaminante¹³. Según reportó la Food and Drug Administration, más de 200 consumidores se quejaron de malestares digestivos, incluyendo calambres abdominales, vómitos, náuseas y diarrea, por lo que el lote fue retirado del mercado. Los autores que refirieron ese hallazgo indicaron que difícilmente *M. circinelloides* pueda sobrevivir a la pasteurización, por lo que su presencia se debería a contaminaciones posteriores al tratamiento térmico. Ya en el envase y debido a los metabolitos generados por la fermentación de las bacterias lácticas en el yogur, puede producirse el crecimiento levaduriforme con producción de CO₂. *M. circinelloides* es reconocido como patógeno oportunista y es uno de los agentes etiológicos causales de mucormicosis, una infección potencialmente fatal en humanos y animales inmunocomprometidos^{9,13}.

Mohos y levaduras pueden crecer en los ambientes húmedos de las plantas lácteas y establecerse en diferentes áreas, superficies y equipamientos, si estos no son adecuadamente higienizados y sanitizados. Pueden ingresar también junto con los ingredientes y las materias primas usadas, e incluso, por el personal y pasar a los envases. El aire es una vía de ingreso y un vehículo muy importante, sobre todo para la dispersión de esporos fúngicos. Particularmente en yogur, las preparaciones de fruta pueden ser una fuente de ingreso de mohos y levaduras^{1,5,14,15}.

El control de la temperatura es crítico para la calidad y vida útil de los productos lácteos, aunque las bajas temperaturas y aun la conservación por congelación no eliminan a los microorganismos. Se encontraron diferencias en la capacidad de crecimiento durante el almacenamiento refrigerado de yogur al comparar 12 especies fúngicas; los aislamientos correspondientes a *Penicillium commune* (7,6 °C) y *A. niger* (9,6 °C) fueron los que mostraron crecimiento a menores temperaturas⁶. Las especies del género *Mucor* crecen adecuadamente a temperaturas de refrigeración y en condiciones de muy baja tensión de oxígeno¹⁵.

El deterioro de yogures por contaminación con *M. circinelloides* representa un evento de alteración inusual. La mayoría de los Mucorales son saprófitos que se encuentran en la materia orgánica en descomposición. Comúnmente, *M. circinelloides* produce la descomposición de frutas frescas y vegetales. Los procesos de contaminación y deterioro de

productos alimenticios a causa de este moho han sido muy pobremente estudiados en comparación con los ocasionados por muchos de los miembros de Ascomycota (*Penicillium*, *Aspergillus*, *Saccharomyces*), los cuales son corrientemente asociados con alteraciones de alimentos.

Como ya se mencionó, las levaduras han sido los alterantes «clásicos» en yogures argentinos. Sin embargo, en el INLAIN a mediados de 2018 se recibieron 3 muestras de yogur (batido con colchón de frutas, batido con pulpa y bebible) con evidente alteración de los caracteres organolépticos (olor intenso con fondo desagradable, sabor amargo y color naranja óxido, sin evidencia de producción de gas), sospechosas de contener alterantes de origen microbiano. Los pH resultaron muy ácidos para este tipo de muestras: 3,68 a 3,98; los valores normales se hallan en el rango de 4,3-4,5. A partir de los recuentos microbianos rutinarios fue posible detectar la presencia de bacterias capaces de desarrollar en agar YGC, un medio adecuado para detectar mohos y levaduras e inhibir el desarrollo bacteriano (por la presencia de 0,1 g/l de cloranfenicol). Estas bacterias resistentes a acidez (pH < 4) y a cloranfenicol resultaron ser bacilos cortos móviles, agrupados en cadenas y diplos o aislados, catalasa (+) y gram negativos, y se encontraban presentes en altos niveles en las muestras de yogur (10⁶-5 · 10⁷ UFC/g) ([fig. 1](#)). Luego de su aislamiento y extracción del ADN, mediante la amplificación (PCR) de un fragmento (1.500 pb) del gen 16S ARNr² y su posterior secuenciación (servicio Macrogen, Seúl, Corea), el alterante se identificó como perteneciente al género *Gluconobacter*. A excepción de la microbiota propia del fermento de yogur, en los diversos medios de cultivo sembrados solo se detectaron células de *Gluconobacter* en elevada concentración. Otras formas celulares no fueron observadas, es decir, lo observado al microscopio coincidió con lo que se detectó mediante cultivo aplicando metodologías microbiológicas clásicas de rutina para este tipo de muestras.

Gluconobacter es un género del grupo de las bacterias del ácido acético (BAA). Son bacilos acidófilos (resisten elevados valores de acidez), gram negativos, aerobios estrictos, estrechamente relacionados con la vida humana. Pertenecen a la familia *Acetobacteriaceae*, la que incluye actualmente 12 géneros, con *Gluconobacter* y *Acetobacter* como los de mayor relevancia industrial. Naturalmente, se encuentran en ambientes con alta disponibilidad de azúcares, como frutas, miel de abejas y flores, o en alimentos como bebidas (sidra, cerveza, vino o vinagre). Se caracterizan por llevar a cabo la oxidación rápida e incompleta de una amplia gama de azúcares, alcoholes y ácidos (como D-glucosa, glicerol, D-sorbitol, etanol, ácido D-glucónico), a partir de la cual acumulan grandes cantidades de productos de oxidación. Algunos ejemplos de este metabolismo son la producción de ácido acético a partir de etanol o la de ácido glucónico a partir de D-glucosa. La mayoría de las reacciones oxidativas son catalizadas por deshidrogenasas unidas a la membrana. Esto implica que el transporte de los sustratos al interior de la célula no es necesario y que la acumulación de productos de oxidación en el medio es muy rápida y casi cuantitativa. Por estas características metabólicas, las BAA se utilizan ampliamente en la industria alimentaria para aplicaciones como la producción de vinagre y la fermentación de granos de cacao. *Acetobacter aceti* es la especie más relevante, capaz de oxidar completamente el

ácido acético a dióxido de carbono y agua. El género *Gluconobacter* participa en la producción de L-sorbose a partir de D-sorbitol, de ácido D-glucónico a partir de D-glucosa y de dihidroxiacetona a partir de glicerol. Sin embargo, su relevancia industrial se debe a la participación en la industria del vinagre, ya que produce grandes concentraciones de ácido acético a partir de etanol^{11,12}.

En ciertas regiones del Cáucaso se consume un yogur con baja acidez y una elevada viscosidad, que contiene cepas de *Lactococcus lactis* sp. *cremoris*, *Leuconostoc* sp. y *Gluconobacter* sp. o *Acetobacter orientalis*⁸. Este yogur se fermenta artesanalmente a baja temperatura (25–30 °C) y, debido a su fácil forma de preparación, fue introducido en los últimos años en Japón para su preparación y consumo doméstico; este es conocido como «yogur del Mar Caspio» y ha logrado una rápida aceptación por parte de la población.

Las BAA suelen estar presentes en la superficie de las frutas dañadas, lo que las vuelve rancias; esta suele ser la fuente de contaminación del vino y la causa de su deterioro. Además, estas bacterias pueden desencadenar otras reacciones adversas que contribuyen a pérdidas en la industria alimentaria. También pueden influir en la calidad de los alimentos como ingredientes causantes de alteraciones, como rancidez en la cerveza y otras bebidas alcohólicas. El yogur es un alimento ancestralmente popular y su consumo ha aumentado en los últimos años debido, sobre todo, a sus reconocidos beneficios para la salud. Sin embargo, el yogur contaminado con BAA puede causar grandes pérdidas a la industria. En esta matriz láctea, las BAA pueden producir ácido acético, principalmente, al consumir los nutrientes del yogur, y pueden oxidar completamente el ácido acético a dióxido de carbono y agua. En consecuencia, las BAA pueden causar alteraciones significativas al generar rancidez, decoloración, hinchazón del envase (por acumulación de CO₂) y sabores desagradables¹². Estas modificaciones se pusieron de manifiesto en las muestras analizadas, sin llegar a ponerse en evidencia la presencia de gas, posiblemente debido a que el ácido acético formado no llegó a oxidarse completamente.

Si bien la presencia de BAA no representa una contaminación habitual en yogures, debido a las características del ambiente que se genera en el alimento (acidez, presencia de oxígeno y bajas temperaturas), su detección oportuna y efectiva en yogur durante la producción evita graves pérdidas económicas.

Una posible fuente de ingreso de BAA al proceso productivo del yogur son los ingredientes utilizados, como las frutas, que representan un hábitat normal de estos microorganismos. De este modo, un adecuado control de las pulpas de frutas que se utilizan podría evitar serias pérdidas económicas. De acuerdo a esto, podría correlacionarse el aislamiento de *Gluconobacter* sp. como «nuevo» alterante de yogures argentinos a la presencia de frutas en las muestras analizadas.

Las alteraciones en yogur causadas por mohos gasógenos y bacterias del género *Gluconobacter* son eventos novedosos en la realidad argentina y están vinculados con la diversidad microbiana que amenaza a los procesos y productos (leches

fermentadas). En yogures, han sido siempre considerados como alterantes microbianos tradicionales las levaduras fermentadoras de lactosa, que producen gas y cambios de aroma, sabor y aspecto. Sin embargo, en este trabajo hemos demostrado que los defectos gasógenos pueden ser atribuidos también a mohos que probablemente provienen del ambiente, y que ciertos cambios de color y sabor pueden originarse por la actividad de gluconobacterias, cuya fuente podría ser la fruta agregada al yogur.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

1. Dijksterhuis J. Fungal spores: Highly variable and stress-resistant vehicles for 275 distribution and spoilage. *Food Microbiol.* 2019;81:2–11.
2. Edwards U, Rogall T, Blöcker H, Emde M, Böttger EC. Isolation and direct complete nucleotide determination of entire genes. Characterization of a gene coding for 16S ribosomal RNA. *Nucleic Acids Res.* 1989;17:7843–53.
3. Foschino R, Garzaroli C, Ottogalli G. Microbial contaminants cause swelling and inward collapse of yoghurt packs. *Le Lait.* 1993;73:395–400.
4. Garnier L, Valence F, Mounier J. Review diversity and control of spoilage fungi in dairy products: An update. *Microorganisms.* 2017;5:1–33.
5. Garnier L, Valence F, Pawtowski A, Auhustsinava-Galerie L, Frotté N, Baroncelli R, Deniel F, Cotona E, Mounier J. Diversity of spoilage fungi associated with various French dairy products. *Int J Food Microbiol.* 2017;241:191–7.
6. Gougouli M, Kalantzi K, Beletsiotis E, Koutsoumanis KP. Development and application of predictive models for fungal growth as tools to improve quality control in yoghurt production. *Food Microbiol.* 2011;28:1453–62.
7. Gougouli M, Koutsoumanis KP. Risk assessment of fungal spoilage: A case study of *Aspergillus niger* on yogurt. *Food Microbiol.* 2017;65:264–73.
8. Kiryu T, Kiso T, Nakano H, Ooe K, Kimura T, Murakami H. Involvement of *Acetobacter orientalis* in the production of lactobionic acid in Caucasian yogurt («Caspian Sea yogurt») in Japan. *J Dairy Sci.* 2009;92:25–34.
9. Lazar SP, Lukaszewicz JM, Persad KA, Reinhardt JF. Rhinocerebral *Mucor circinelloides* infection in immunocompromised patient following yogurt ingestion. *Del Med J.* 2014;86:245–8.
10. Pitt J, Hocking A. *Fungi and food spoilage*. 3th Ed. New York, EE. UU.: Springer; 2009. p. 512.
11. Saichana N, Matsushita K, Adachi O, Frébort I, Frébortova J. Acetic acid bacteria: A group of bacteria with versatile biotechnological applications. *Biotechnol Adv.* 2015;33:1260–71.
12. Sengun I, Karabiyikli S. Importance of acetic acid bacteria in food industry. *Food Control.* 2011;22:647–56.
13. Snyder AB, Churey JJ, Worobo RW. Characterization and control of *Mucor circinelloides* spoilage in yogurt. *Int J Food Microbiol.* 2016;228:14–21.
14. Snyder AB, Worobo RW. Mini-review fungal spoilage in food processing. *J Food Prot.* 2018;81:1035–40.
15. Sorhaug T. Spoilage molds in dairy products. *Encyclopedia of Dairy Sciences.* 2011;4:780–4.