

Yogur funcional y reducido en lactosa: características fisicoquímicas y sensoriales

Claudia I. Vénica¹; Silvia C. Costa²; Nora G. Sabbag²; María C. Perotti¹

¹Instituto de Lactología Industrial (UNL/CONICET). Santa Fe, Argentina.

²Instituto de Tecnología de Alimentos (FIQ/UNL). Santa Fe, Argentina.

clauvenica@fiq.unl.edu.ar



La intolerancia a la lactosa es un problema que afecta alrededor del 70% de la población mundial, su incidencia en América del Sur es muy elevada. Uno de los tratamientos recomendados para aliviar los molestos síntomas gastrointestinales que ocasiona es el consumo de productos lácteos reducidos o bajos en su contenido de lactosa. En el mercado argentino prácticamente no existen productos con estas características. Por esta razón y motivados por el considerable incremento en el consumo de yogur que se ha producido en los últimos años (desde 7,17 Kg/persona en 2003 hasta 12,36 Kg en 2012) (Minagri, 2015), es que nos planteamos realizar estudios para el desarrollo de yogur reducido en lactosa. Es importante remarcar que el yogur tradicional aún posee un contenido de lactosa importante (aprox. 80% de la lactosa de la leche de partida), lo que podría ser un inconveniente para las personas intolerantes a este azúcar.

Las principales características de calidad del yogur se obtienen a partir de un minucioso control del proceso de elaboración, en el cual los microorganismos del starter producen una serie de reacciones bioquímicas que involucran principalmente el metabolismo de la lactosa, entre otras. Estas transformaciones influyen tanto en la textura como en el desarrollo del flavor característico de cada variedad de yogur. Luego del proceso de elaboración, continúa el almacenamiento que insume alrededor de un mes y en el que también, aunque en menor medida por la baja temperatura, se producen cambios debido a que los microorganismos permanecen viables. Por otra parte, el empleo de bacterias probióticas y de sustancias prebióticas es una práctica habitual en la elaboración de yogur dado los efectos benéficos que proporcionan, sin embargo, las características de los productos podrían verse afectadas.

El propósito del presente trabajo fue elaborar yogures deslactosados mediante la incorporación de la enzima β -galactosidasa (EC.3.2.1.23) proveniente de *Kluyveromyces lactis*, y con la adición de una bacteria probiótica (*Lactobacillus acidophilus*, La-5) y de una sustancia prebiótica (inulina), y analizar las características fisicoquímicas, de textura y de flavor. Se evaluó además el impacto sensorial de estos nuevos productos en los consumidores, de manera de valorar la factibilidad de su incorporación al mercado argentino.

Materiales y métodos

Elaboración de yogur

Se realizaron elaboraciones de yogur tipo batido mediante la incorporación a la leche fluida de leche en polvo descremada, concentrado de proteínas de suero (WPC 35%) y pectina (2,25:2,00:0,15%, respectivamente) y endulzados con sacarosa (8%) utilizando el procedimiento convencional (Tamime y Robinson, 2007) que se adaptó según el propósito de estudio. Para ello, se utilizó un equipo compuesto por tinas de 50 L de capacidad que trabajan en paralelo, disponible en la planta piloto del INLAIN.

Se obtuvieron dos tipos de yogures deslactosados E y EP que se elaboraron adicionando la enzima β -galactosidasa simultáneamente con el starter compuesto por *S. thermophilus* y *L. bulgaricus* YF-L811 (Chr. Hansen, Argentina). En el yogur EP se incorporó además *L. acido-*

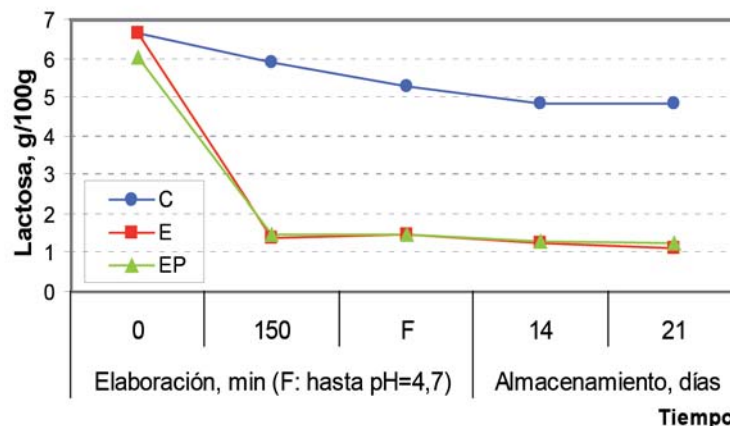
philus La-5 (Chr. Hansen, Dinamarca) e inulina (1%) (Orafti®, Saporiti, Argentina). Ambos productos se compararon con un yogur control (C) que se elaboró sin la incorporación de la enzima y del probiótico y prebiótico.

El proceso de incubación (42°C) se llevó a cabo hasta que el pH alcanzó un valor de $4,70 \pm 0,05$, lo que se consiguió en aprox. cuatro horas. Luego se procedió al enfriamiento y envasado. Los productos se almacenaron a 5°C durante 28 días. Se tomaron muestras en diferentes momentos del proceso de fermentación y durante el almacenamiento para analizar pH, acidez, sinéresis, composición global, concentración de lactosa y recuentos microbiológicos. Se realizó un análisis sensorial descriptivo con un panel entrenado y de aceptabilidad con un panel de consumidores, a los siete días.

Determinaciones analíticas

Se analizó el contenido de lactosa por HPLC-IR (Vénica *et al.*, 2014); pH por lectura potenciométrica y acidez titulable por titulación con solución valorada de NaOH N/9 (ISO 11869/IDF150:2012); composición global (sólidos totales, proteína y materia grasa) según métodos normalizados (ISO 13580/IDF 151:2005; FIL-IDF 20 B, 1993; Bradley *et al.*, 1992, respectivamente); sinéresis midiendo el volumen de suero liberado de la muestra de yogur colocada en una probeta (Dello Staffolo *et al.*, 2004); recuento de microorganismos del starter (Vénica *et al.*, 2014) y de *L. acidophilus* (Vinderola y Reinheimer, 1999). El análisis descriptivo cuantitativo con ocho panelistas entrenados se realizó utilizando escalas no estructuradas de 10 cm, ancladas en 1 y 9. Los descriptores de textura evaluados fueron: consistencia (1= forma hilo que penetra dejando hueco que se cierra inmediatamente, 9= cae en bloque y se hunde a medias), cremosidad y aspereza (1= casi nada, 9= mucho). Para la evaluación de la intensidad del flavor se utilizó una escala de cinco puntos, desde "apenas perceptible" a "extremada-

Figura 1 - Concentración de lactosa de los yogures durante la elaboración y almacenamiento (28 d/5 °C)



mente perceptible". Los descriptores fueron: gusto (dulce y ácido), sabor (a crema y a leche en polvo), sensación trigeminal (astringencia). El ensayo de aceptabilidad se llevó a cabo con 112 consumidores y se utilizó una escala hedónica de 9 grados, desde "me gusta muchísimo" a "me disgusta muchísimo".

Resultados y discusión

Evolución de la concentración de lactosa

En la figura 1 se observa la evolución de la concentración de lactosa. En los yogures deslactosados (E y EP) los valores disminuyeron bruscamente, debido a la acción hidrolítica de la enzima, desde 6,5 g/100 g hasta 1,47 g/100 g durante los primeros 150 min de elaboración y luego continuaron disminuyendo ligeramente hasta 1,12 g/100 g al final del período de almacenamiento refrigerado. No se percibieron diferencias por el agregado de inulina y *L. acidophilus*. El yogur control (C) mostró una disminución progresiva en el contenido de lactosa causada exclusivamente por la acción de los microorganismos del starter, alcanzando un valor de 4,8 g/100 g a los 28 días. Diferentes niveles de lactosa para yogures deslactosados fueron obtenidos por otros auto-

Productos para la Industria Láctea

Sales fundentes **JOHA®** para la elaboración de quesos fundidos. Estabilizantes para yogur, bebidas lácteas y productos estériles UAT. - **BK GIULINI Alemania** - Recubrimientos alimenticios para quesos con y sin fungicidas. Productos para tratamientos ambientales -**DOMCA España**. - Cuaños - **Milar** - Conservantes Enzimas - Antiapelmazantes. Fermento propionico liofilizado - **ABIASA Canadá** - Sistemas de detección rápida microbiológica (bioluminiscencia). Automatización de finales de línea y pintadoras para quesos en líneas continuas **PREMA**.



INGENIERO LOPEZ
Y ASOCIADOS S.R.L.

SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD
CERTIFICADO ISO 22000:2005

Lote 178 Parque Industrial Sauce Viejo
(3017) Santa Fe, Argentina
Tel / Fax : 0054-342-4995535 / 4995666
ventas@ilasrl.com.ar - www.ilasrl.com.ar



BK Giulini



DANISCO
First you add knowledge...



Figura 2 - Evolución de pH de los yogures durante la elaboración y almacenamiento (28 d/5 °C)

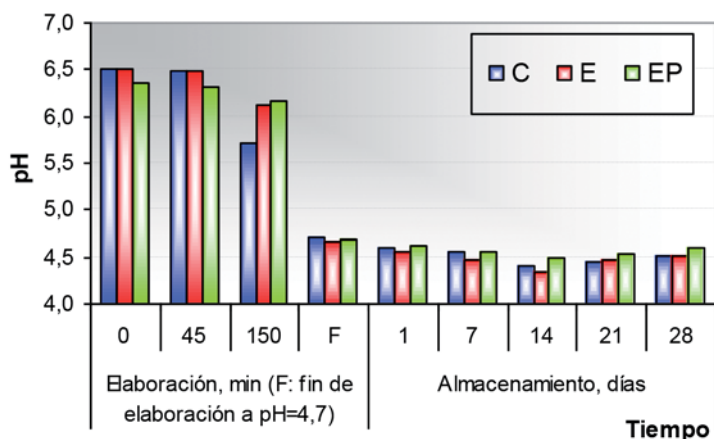
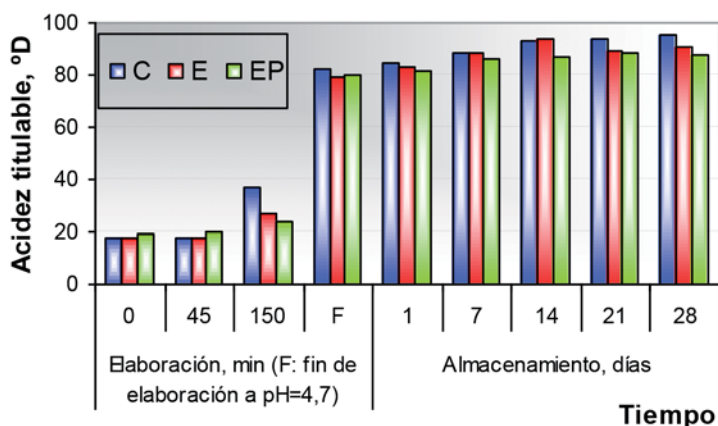


Figura 3 - Evolución de pH de los yogures durante la elaboración y almacenamiento (28 d/5 °C)



res. Ismail *et al.* (1983) reportaron valores de 1,3 a 2,9%, Toba *et al.* (1986) de 0,1 a 2,5% y Martins *et al.* (2012) de 0,19 g/100 mL. La discrepancia en los niveles de lactosa reportada se debe a una serie de factores tales como tipo y nivel de enzima empleada, concentración de lactosa en la mezcla de partida, condiciones de elaboración y almacenamiento, entre otros.

Evolución del pH y acidez titulable

En la figura 2 se puede observar la evolución de pH durante la elaboración y almacenamiento de los yogures. A los 150 min los productos deslactosados presentaron mayores valores que el control. Durante el almacenamiento los valores de post-acidificación fueron 0,07, 0,14 y 0,19 unidades de pH, para los yogures EP, E y C, respectivamente. Similares resultados han sido reportados para yogures tradicionales obtenidos del mercado argentino refrigerados por 60 días (Birolo *et al.*, 2000). Asimismo, para yogures con probióticos y prebióticos Guven *et al.* (2005) y Mazloomi *et al.* (2011)

obtuvieron valores desde 0.3 a 0.8 unidades de pH. Por su parte, Ismail *et al.* (1983) y Toba *et al.* (1986) reportaron valores de aprox. 0,1 y 0,3 respectivamente, para yogures deslactosados.

Como era esperable, la acidez titulable siguió un comportamiento inverso al pH (Figura 3). Tanto a los 150 min de elaboración como luego de 21 días de almacenamiento, el yogur control presentó mayor valor de acidez que los experimentales. En todos los casos los valores se encontraron dentro de los límites establecidos por el Código Alimentario Argentino (60-150 °D) (CAA, 2010a).

Composición química y recuentos microbiológicos

Los sólidos totales estuvieron en el rango de 20,1 a 21,8 g/100 g, los porcentajes de proteína oscilaron entre 4,06 y 4,26 g/100 g y el contenido de materia grasa fue de 2,6 g/100 g. La inclusión de la enzima y el agregado de *L. acidophilus* e inulina no modificaron estos parámetros.

El recuento de bacterias del cultivo starter fue de 10⁹ UFC/g para los yogures C y E recién elaborados, y se mantuvo sin cambios apreciables hasta los 21 días, mientras que para el yogur EP fue de 10⁸ UFC/g y disminuyó un orden a los 21 días. El *L. acidophilus* se mantuvo en valores de 10⁷ UFC/g hasta los 21 días. Los recuentos de hongos y levaduras se encontraron en niveles inferiores a 10 UFC/g. Los resultados estuvieron de acuerdo a lo establecido en el CAA (CAA, 2010a).

Análisis sensorial

No hubo diferencias entre las muestras para las características analizadas de textura (Figura 4). Se destacó que el descriptor cremosidad definió la textura de los productos. La consistencia y la aspereza fueron de menor intensidad en los yogures deslactosados que en el control.

En cuanto al flavor, el mismo está definido por gustos dulce y ácido, sabor a crema y a leche en polvo y astringencia (Figura 5). No se encontraron diferencias entre las muestras en la intensidad percibida de la sensación trigeminal astringencia ni tampoco del sabor a crema. Se observaron diferencias respecto del control en el descriptor sabor a leche en polvo, alcanzando valores superiores en un 40% para E, y en un 30% para EP. El gusto dulce de E aumentó 1,33 veces y el de EP 1,11 veces, mientras que el gusto ácido disminuyó un 20% respecto de C. No se percibieron sabores extraños ni defectos en ninguno de los productos.

Figura 4 - Descriptores de textura sensorial

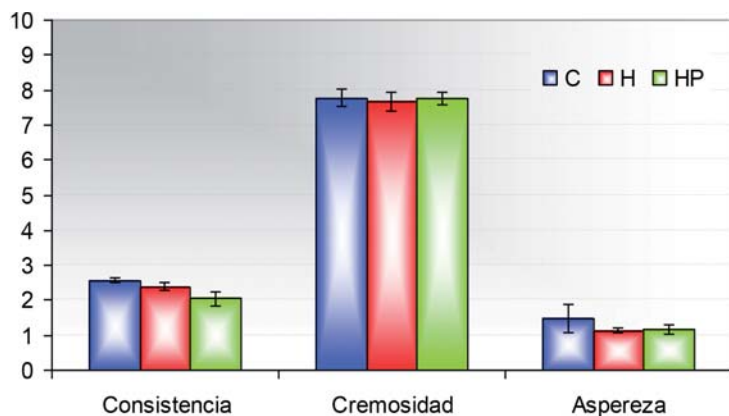
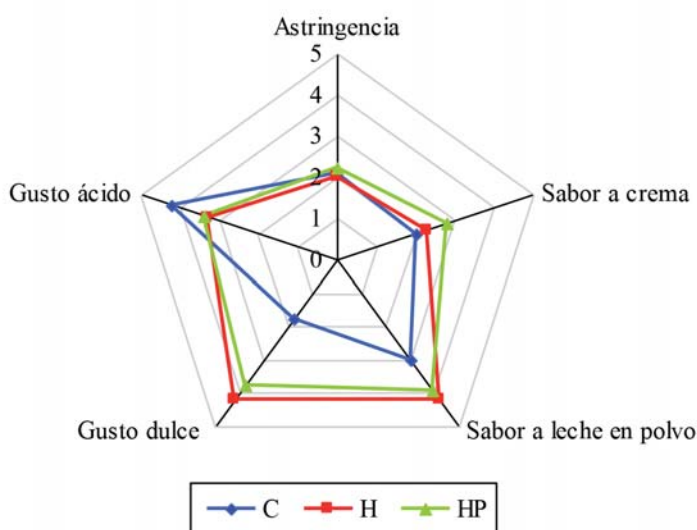


Figura 5 - Valores correspondientes a la evaluación sensorial del flavor



En el ensayo de aceptabilidad, los consumidores manifestaron grados de gusto positivo para los tres yogures, siendo del 78,5% para C, del 91,9% para E y del 95,5% para EP. Para C se obtuvo un valor medio de 6,5 que corresponde a "Me gusta poco - Me gusta moderadamente", mientras que para E y EP fue de 9,0 y 9,04, respectivamente, que corresponden a "Me gusta muchísimo". La diferencia en el grado de gusto de las muestras de yogur deslactosado sin y con prebiótico/probiótico (E y EP), respecto del control, se atribuye a que presentan menor intensidad del gusto ácido y mayor dulce.

Conclusiones

Los yogures deslactosados tuvieron características similares a los yogures tradicionales en cuanto a pH, acidez titulable y composición global. La concentración de lactosa en el producto final fue menor a 1,5 g/100 g correspondiendo a porcentajes de hidrólisis superiores al 75%. De acuerdo al Código Alimentario Argentino (CAA, 2010b) estos productos podrían rotularse como "yogur reducido en lactosa". La adición de *L. acidophilus* La-5 y de inulina no produjo modificaciones importantes en el proceso de hidrólisis de la lactosa con la enzima β -galactosidasa, por lo que se podría obtener un yogur reducido en lactosa y al mismo tiempo, con propiedades funcionales.

Los yogures presentaron textura cremosa y una consistencia adecuada para la variedad de yogur en estudio, lo que indica que la incorporación de la enzima no afectó estos parámetros. Los componentes de flavor tales como sabor a crema y sensación astringente no se vieron modificados. En cambio se percibió un efecto potenciador del sabor a leche en polvo. Hubo un importante desarrollo de gusto dulce lo que podría haber enmascarado el gusto ácido, razón por la cual se percibió con menor intensidad. Los yogures deslactosados causaron un impacto positivo entre los consumidores consultados, a tal punto que tuvieron mayor grado de gusto con respecto al yogur tradicional lo que se debió a la cremosidad, al dulzor y a la baja acidez. Por los satisfactorios resultados alcanzados y considerando la escasa oferta de alimentos reducidos en lactosa en el mercado argentino, este trabajo podría representar una herramienta de gran utilidad para las industrias lácteas a la hora de evaluar la factibilidad de lanzar al mercado productos con esta característica.

Los autores agradecen a CONICET por la beca doctoral de C.I. Vénica y a la Universidad Nacional del Litoral por los fondos recibidos a través del programa CAI+D.

Agradecimientos

Los autores agradecen a CONICET por la beca doctoral de C.I. Vénica y a la Universidad Nacional del Litoral por los fondos recibidos a través del programa CAI+D.



carmat

20 Años

Maquinaria para la Industria Alimenticia



BELGRANO 96 (S3017AEB) San Carlos Sud Santa Fe - Argentina
 Tel./Fax: (+54 3404) 421665 / 421592
 Email: carmat@carmat.com.ar
www.carmat.com.ar

- Envasadoras automáticas y semiautomáticas para polvos, fluidos, líquidos y sólidos.
- Mezcladoras de polvos, sólidos y carnes.
- Ralladoras de queso, secadoras a lecho fluido.
- Zarandas.
- Trozadoras de quesos.
- Lavadoras de moldes y bandejas. Lavadoras de quesos.
- Túneles de termocontraído por aire o agua.
- Picadoras de quesos y carnes. Pailas de reelaboración de quesos.
- Cintas transportadoras.
- Desarrollo de equipos especiales para procesos diversos.

Asimismo se agradece el aporte realizado por las empresas Milkaut S.A, Christian Hansen y Saporiti quienes suministraron la materia prima y otros insumos para las elaboraciones de yogurt.

Bibliografía

Birollo, G. A.; Reinheimer, J. A. y Vinderola, C. G. (2000). Viability of lactic acid microflora in different types of yoghurt. *Food Research International*, 33: 799-805.

Bradley, R.; Arnold, E.; Barbano, D.; Semerad, R.; Smith, D. y Vines, B. (1992). Chemical and physical methods. *Standard Methods for the Examination of Dairy Products*. En: Marshall, R. T. American Public Health Association (APHA). Washington, Estados Unidos, pág. 433-532.

CAA a. Código Alimentario Argentino. Cap VIII: Alimentos lácteos, Art. 576., 2010.

CAA b. Código Alimentario Argentino. Cap. XVII: Alimentos de régimen o dietéticos, Art. 1372, 2010.

Dello Staffolo, M.; Bertola, N.; Martino, M. y Bevilacqua, A. (2004). Influence of dietary fiber addition on sensory and rheological properties of yogurt. *International Dairy Journal*, 14: 263-268.

FIL-IDF 20 B, 1993. Latte. Determinazione del tenore in azoto.

Güven, M.; Yasar, K.; Karaca, O. B. y Hayaloglu, A. A. (2005). The effect of inulin as a fat replacer on the quality of set-type low-fat yogurt manufacture. *International Journal of Dairy Technology*, 58: 180-184.

Ismail, A. A.; Mogensen, G. y Poulsen, P. R. (1983). Organoleptic and physical properties of yogurt made from lactose hydrolysed milk. *Journal of the Society of Dairy Technology*, 36: 52-55.

ISO 11869/IDF 150:2012. Fermented milks - Determination of titratable acidity - Potentiometric method.

ISO 13580/IDF 151:2005. Yogurt - Determination of total solid content (Reference method).

Martins, A. R.; Monteiro, R. L.; Fernandes de Medeiros Burket, J. y Veiga Burket, C. A. (2012). Simultaneous enzymatic hydrolysis and lactic fermentation to obtain a yogurt with low lactose content. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, 36: 551-559.

Mazloomi, S. M.; Shekarforoush, S. S.; Edrahimnejad, H. y Sajedianfard, J. (2011). Effect of adding inulin on microbial and physicochemical properties of low fat probiotic yogurt. *Iranian Journal of Veterinary Research*, 12: 93-98.

Messia, M.; Candigliota, T. y Marconi, E. (2007). Assessment of quality and technological characterization of lactose-hydrolysed milk. *Food Chemistry*, 104: 910-917.

MinAgri (Ministerio de agricultura, ganadería y pesca). <http://www.minagri.gob.ar>.

Tamime, A. Y. y Robinson, R. K. (2007). *Tamime and Robinson's Yoghurt*, Science and Technology, 3rd ed, CRC Press, USA.

Toba, T.; Arihara, K. y Adachi, S. (1986). Quantitative changes in oligosaccharides during fermentation and storage of yogurt inoculated simultaneously with starter culture and α -galactosidase preparation. *Journal of Dairy Science*, 69: 1241-1245.

Vénica, C. I.; Perotti, M. C.; y Bergamini, C. V. (2014). Organic acids profiles in lactose-hydrolyzed yogurt with different matrix composition. *Dairy Science and Technology*, 94: 561-580.

Vinderola, C. G., & Reinheimer, J. A. (1999). Culture media for the enumeration of *Bifidobacterium bifidum* and *Lactobacillus acidophilus* in the presence of yogurt bacteria. *International Dairy Journal*, 9: 497-505.

Apertura y flexibilidad para una respuesta funcional





Máquinas Especiales

Envasado

Empaque








📍 Ruta Prov.N°6 Km.27,7 | (3017) San Carlos Sud - Santa Fe

☎ +54 - 9 - 3404 - 523895 | 📠 +54 - 3404 - 420785/423185

✉ desinmec@desinmec.com | 🌐 www.desinmec.com

