



## **PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS, REOLÓGICAS Y PERFILES DE FERMENTACIÓN DE DIFERENTES VARIETADES DE YOGURES COMERCIALES**

**Robert, Natalia Soledad**

*Instituto de Lactología Industrial (INLAIN), Universidad Nacional del Litoral/Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (UNL/CONICET), Facultad de Ingeniería Química (FIQ- UNL*

Director: María Cristina Perotti  
Codirectora: Claudia Inés Vénica  
Área temática: Ciencias Biológicas

Palabras claves: caracterización, calidad, yogur.

### **INTRODUCCIÓN**

El yogur es una leche fermentada que ha sido parte de la dieta humana desde tiempos ancestrales. Es uno de los alimentos fermentados más populares y elegidos por los consumidores debido a su alto contenido de nutrientes y efectos beneficiosos para la salud (Fisberg y Machado, 2015). Se obtiene por fermentación de la lactosa presente en la leche mediante la acción de cultivos de bacterias lácticas termófilas específicas, las cuales deben estar viables, activas y en alta concentración en el producto al momento del consumo (CAA, 2023). La oferta de variedades de yogur se ha ampliado en los últimos tiempos, motivado por las nuevas tendencias hacia productos con diferentes características sensoriales y nutricionales. En efecto, en el mercado argentino en la actualidad están disponibles una gran diversidad de yogures, los cuales varían en composición, estructura, aroma, sabor y apariencia, lo que se ve reflejado en sus diferentes propiedades fisicoquímicas, reológicas y perfiles de fermentación.

### **OBJETIVO**

Caracterizar desde el punto de vista fisicoquímico y reológico, y de sus perfiles de fermentación, yogures batidos de diferentes tipos presentes en el mercado nacional.

### **METODOLOGÍA**

Se analizaron yogures batidos de diferentes tipos (dos lotes de cada uno): enteros (3,0-5,9 g/100g de grasa), parcialmente descremados (0,6-2,9 g/100g), naturales (elaborados exclusivamente con ingredientes lácteos), endulzados (con sacarosa, acesulfame K, sucralosa, stevia), y modificados en contenido de lactosa, de diferentes marcas comerciales.

Título del proyecto: Formulación de matrices lácteas para desarrollar quesos y yogures mejorados en sus propiedades nutricionales, funcionales y sensoriales. Estrategias tecnológicas innovadoras  
Instrumento: PICT2020-SerieA-01506; CAID2020 N° 0620190100097LI.  
Año convocatoria: 2020  
Organismo financiador: ANPCyT, UNL.  
Directora: M. Cristina Perotti

El pH y la acidez titulable (AT) se midieron con pHmetro y con un titulador automático (pH Stat 902, electrodo porolyte, Titrand, 800 Dosino, Metrohm, Suiza); la AT se midió a partir de una dilución de la muestra (1:1) en agua, que se tituló con solución NaOH N/9 hasta pH 8,3 y el resultado se expresó en grados Dornic (0,1 mL de NaOH N/9 = 1 °D) (Bradley et al., 1992; IDF 150:2012). El contenido de sólidos totales (ST) se determinó por secado en estufa en condiciones estandarizadas (IDF 151:2005). La concentración de oxígeno disuelto (OD, mg/kg) se analizó inmediatamente después de abierto el envase de yogur por inmersión de un medidor portátil digital (ORION STAR A223, USA). La capacidad de retención de agua (CRA), que es una medida indirecta de la sinéresis, se determinó por centrifugación en condiciones estandarizadas (5000g/20°C/10 min.) y pesada del suero liberado (Akalin et al., 2012). Las concentraciones de lactosa y de ácido láctico se determinaron por HPLC con detectores IR y UV según Vénica et al. (2014).

Las curvas de flujo (esfuerzo de corte vs. velocidad de corte) y de viscosidad dinámica (viscosidad aparente vs. velocidad de corte) fueron obtenidas por reometría rotacional con una configuración de cilindros concéntricos con un reómetro Haake Mars 40 (Thermo Scientific, USA). Con el modelo de ley de potencia se ajustaron los datos y se obtuvieron los índices de consistencia (k) y de comportamiento de flujo (n). El perfil de textura se determinó con una máquina universal Instron (INSTRON Corp., USA) (Spotti et al., 2012); a partir de la curva fuerza-tiempo se calcularon la dureza, masticabilidad, cohesividad y adhesividad.

## RESULTADOS

En la **Tabla 1** se presentan los valores de pH, AT, ST y CRA de los yogures. Los pH oscilaron entre 4,26 y 4,43, observándose poca variabilidad entre las muestras analizadas; los valores se encontraron dentro del rango reportado por varios autores (3,8 y 4,5) (de Oliveira Haully et al., 2005). La AT estuvo entre 91 y 132 °D, y estuvo de acuerdo a lo que establece el CAA (60–150 °D). La variabilidad observada en AT, tanto entre las diferentes muestras, como entre los dos lotes de la misma muestra (particularmente M3) puede deberse a que es un parámetro que depende de muchos factores: la capacidad buffer de los ingredientes utilizados, el tipo de starter empleado, el proceso de producción del yogur, el tiempo y temperatura de refrigeración, entre otros (Curti et al., 2017; Nguyen et al., 2017). Los ST estuvieron entre 12 y 23 g/100g, lo que está íntimamente relacionado a los ingredientes utilizados en la formulación del producto; los productos enteros tuvieron valores más cercanos al límite superior de este rango. Las concentraciones de lactosa y ácido láctico variaron entre las muestras; la lactosa se ubicó entre 0,20 y 5,9 g/100g, correspondiendo los menores valores a los productos modificados en lactosa, y el láctico estuvo entre 900 y 1324 mg/100g. Los valores de CRA fueron muy diferentes entre las muestras y se ubicaron entre 59 y 97%; en general, los productos enteros tuvieron mayor valor. Este parámetro es inversamente proporcional a la sinéresis (expulsión espontánea de suero por parte del gel lácteo), y es el defecto más común que se puede presentar en yogur y que afecta directamente la calidad sensorial y percepción del consumidor (Dai et al., 2016). Las concentraciones de OD variaron entre 9,3 y 11,4 ppm y fueron muy similares en ambas zonas de medición (central y borde), a excepción de lo encontrado en M6 y M9 (**Gráfico 1**); no se observa una tendencia marcada entre los diferentes tipos de productos. Los resultados son comparables a los reportados (Horiuchi y Sasaki, 2012). Altos niveles de oxígeno no son deseables ya que resulta tóxico para los microorganismos del fermento de yogur (*Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*), comprometiendo su crecimiento, viabilidad y afectando su actividad metabólica (producción de ácidos y de compuestos del flavor) y por lo tanto la calidad del producto final (Ding et al., 2022).

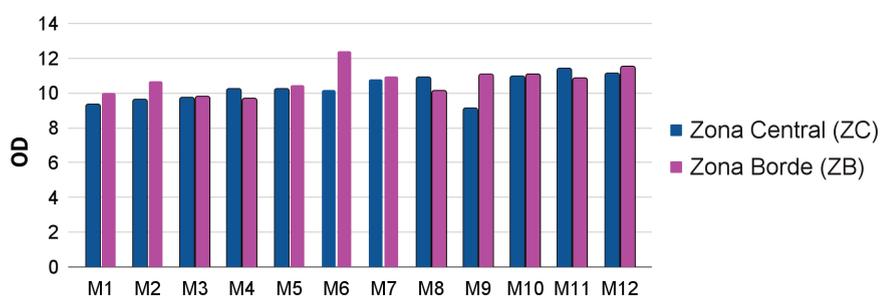
El índice de comportamiento de flujo (n) fue menor a 1 (0,129-0,307), lo que se espera para yogur indicando un comportamiento pseudoplástico; es decir, la viscosidad disminuye continuamente con el aumento en la velocidad de corte. Los valores de índices de

consistencia (k) fueron muy variables entre las muestras analizadas (14,61-91,08). También se tuvo mucha variabilidad entre las muestras para la dureza, adhesividad, cohesividad y masticabilidad (**Gráfico 2**), sin poder detectarse una tendencia clara entre los diferentes tipos de yogures. Varios parámetros influyen en la textura, reología y sinéresis de yogur, tales como la composición, ingredientes, tecnología de elaboración (condiciones de homogeneización y del tratamiento térmico, tipo de fermento, temperatura/tiempo de fermentación, condiciones de enfriamiento, transporte, manipulación del producto durante la distribución y comercialización) (Ozcan, 2013; Dai et al., 2016).

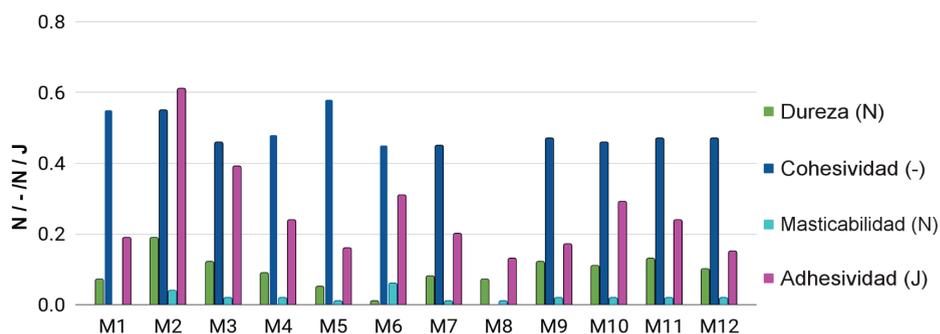
**Tabla 1: Composición fisicoquímica, perfiles de fermentación y capacidad de retención de agua (CRA) de yogures comerciales (valores medios  $\pm$  desviación estándar, dos lotes analizados)**

Muestra	pH	AT (°D)	CRA (%)	ST (g/100g)	Lactosa (g/100g)	Ac. láctico (mg/100g)
M1	4,31 $\pm$ 0,04	91,06 $\pm$ 0,92	67,95 $\pm$ 0,04	12,14 $\pm$ 0,03	3,73 $\pm$ 0,07	965,93 $\pm$ 9,57
M2	4,26 $\pm$ 0,01	92,24 $\pm$ 0,39	93,4 $\pm$ 1,0	18,86 $\pm$ 0,08	2,82 $\pm$ 0,08	900,69 $\pm$ 19,17
M3	4,37 $\pm$ 0,10	129,38 $\pm$ 20,00	96,6 $\pm$ 0,5	22,90 $\pm$ 0,02	5,31 $\pm$ 0,31	1117,42 $\pm$ 30,02
M4	4,43 $\pm$ 0,01	92,34 $\pm$ 1,38	91,5 $\pm$ 3,0	21,11 $\pm$ 0,03	5,87 $\pm$ 0,06	1014,42 $\pm$ 7,56
M5	4,30 $\pm$ 0,02	131,92 $\pm$ 0,24	58,8 $\pm$ 2,1	17,30 $\pm$ 0,12	0,19 $\pm$ 0,00	1324,17 $\pm$ 29,62
M6	4,28 $\pm$ 0,08	97,72 $\pm$ 0,53	96,1 $\pm$ 0,4	21,55 $\pm$ 0,05	0,61 $\pm$ 0,01	1004,35 $\pm$ 30,96
M7	4,33 $\pm$ 0,01	99,89 $\pm$ 2,50	69,1 $\pm$ 1,7	12,84 $\pm$ 0,02	3,60 $\pm$ 0,01	1079,63 $\pm$ 30,29
M8	4,41 $\pm$ 0,10	92,27 $\pm$ 2,48	60,3 $\pm$ 0,8	14,31 $\pm$ 0,08	3,05 $\pm$ 0,17	975,85 $\pm$ 76,42
M9	4,43 $\pm$ 0,01	95,30 $\pm$ 0,48	84,3 $\pm$ 1,2	13,46 $\pm$ 0,19	5,44 $\pm$ 0,36	958,93 $\pm$ 76,26
M10	4,31 $\pm$ 0,01	97,38 $\pm$ 0,25	95,4 $\pm$ 1,6	21,62 $\pm$ 0,09	4,06 $\pm$ 0,02	966,72 $\pm$ 26,77
M11	4,30 $\pm$ 0,01	99,48 $\pm$ 0,45	96,8 $\pm$ 0,1	22,96 $\pm$ 0,01	4,06 $\pm$ 0,18	949,06 $\pm$ 37,95
M12	4,30 $\pm$ 0,05	94,52 $\pm$ 0,50	97,4 $\pm$ 0,1	21,91 $\pm$ 0,15	4,05 $\pm$ 0,20	899,43 $\pm$ 20,00

Yogures enteros: M2, M3, M4, M5, M6, M10, M11, M12; descremados: M1, M7, M8, M9; endulzados: M2, M3, M4, M6, M7, M8, M9, M10, M11, M12; naturales: M1, M5; modificados en lactosa: M5, M6.



**Gráfico 1. Concentración de oxígeno disuelto (ppm) medido en diferentes zonas del envase (ZC y ZB, zonas central y borde, respectivamente) de yogures comerciales**



**Gráfico 2. Dureza, cohesividad, masticabilidad y adhesividad de yogures comerciales**

Los resultados ponen de manifiesto las diferencias observadas principalmente en las propiedades texturales y reológicas de yogures batidos comerciales de diferentes tipos, y proporcionan una base de datos de utilidad para tener de referencia cuando se desarrollen nuevas variedades de yogur.

### BIBLIOGRAFÍA

- Akalin, A. S., Unal, G., Dinkci, N., Hayaloglu, A. A. (2012)** Microstructural, textural, and sensory characteristics of probiotic yogurts fortified with sodium calcium caseinate or whey protein concentrate. *Journal of Dairy Science* 95 (7), 3617–3628.
- Bradley, R., Arnold, E., Barbano, D., Semerad, R., Smith, D., Vines, B. (1992)** Chemical and Physical Methods. Standard methods for the examination of dairy products. American Public Health Association (APHA), USA.
- Código Alimentario Argentino, CAA (2023)** Capítulo VIII, Alimentos lácteos,
- Curti, C. A., Vidal, P. M., Curti, R. N., Ramón, A. N. (2017)** Chemical characterization, texture and consumer acceptability of yogurts supplemented with quinoa flour. *Food Science and Technology*, DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1678-457X.27716>
- Dai, S., Corke, H., Shah, N. P. (2016)** Utilization of konjac glucomannan as a fat replacer in low-fat and skimmed yogurt. *Journal Dairy Science* 99 (9), 7063-7074.
- de Oliveira Haully, M. C., Barros Fuchs, R., Prudencio-Ferreira, S. (2005)** Suplementação de iogurte de soja com frutooligosacarídeos: características probióticas e aceitabilidade. *Revista de Nutrição* 18 (5), 613-622.
- Ding, R., Li, M., Zou, Y., Wang, Y., Yan, C., Zhang, H., Wu, R., Wu, J. (2022)** Effect of normal and strict anaerobic fermentation on physicochemical quality and metabolomics of yogurt. *Food Bioscience* 46, 101368.
- IDF 151:2005** Yogurt - Determination of total solids contents (Reference Method).
- IDF 150:2012** Fermented milks-determination of titratable acidity-potentiometric method.
- Fisberg, M., Machado, R. (2015)** History of yogurt and current patterns of consumption. *Nutrition Reviews* 73 (Suppl 1), 4-7.
- Horiuchi H., Sasaki Y. (2012)** Effect of oxygen on symbiosis between *Lactobacillus bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus*. *Journal Dairy Science* 95, 2904-2909.
- Nguyen, P., Kravchuk, O., Bhandari, B., Prakash, S. (2017)** Effect of different hydrocolloids on texture, rheology, tribology and sensory perception of texture and mouthfeel of low-fat pot-set yoghurt. *Food Hydrocolloids* 72, 90-104.
- Ozcan, T. (2013)** Determination of Yogurt Quality by Using Rheological and Textural Parameters. 2nd international conference on nutrition and food Sciences-ICNFS, pp. 27-28.
- Spotti, M. J., Santiago, L. G., Rubiolo, A. C., Carrara, C. R. (2012)**. Mechanical and microstructural properties of milk whey protein/espina corona gum mixed gels. *Food Science and Technology* 48, 69-74.
- Vénica, C., Perotti, M. C., Bergamini, C. (2014)** Organic acids profiles in lactose-hydrolyzed yogurt with different matrix composition. *Dairy Science and Technology* 94, 561-580.