

Artículo recibido 15 de julio de 2023

Publicado 25 de septiembre de 2023

Evaluación de yogures batidos enriquecidos con antocianinas

Ferreya, Ornella N.^{1,2}; Cortez Latorre, Juan D.^{3,4}; Calderón, Leonardo M.³; Risso, Patricia H.^{1,5}; Rozycki, Sergio D.³; Hidalgo, María E.^{1,5}

¹ Fac. de Ciencias Bioquímicas y Farmacéuticas, Universidad Nacional de Rosario
ornellaferreya@gmail.com, phrisso@yahoo.com.ar, maruhidalgo80@yahoo.com.ar

² Universidad del Centro Educativo Latinoamericano (UCEL)

³ Instituto de Tecnología de Alimentos, Fac. de Ingeniería Química, Universidad Nacional del Litoral

ju_diecor@hotmail.com, leo_caldera@hotmail.com, sdrozycki@hotmail.com

⁴ Escuela de Ciencias Agropecuarias y Agroindustriales, Universidad Yachay Tech.

⁵ CONICET, CCT-Rosario

ORCID Patricia Risso: 0000-0002-2700-287X

ORCID María Eugenia Hidalgo: 0000-0002-7240-1108

ORCID Ornella Ferreya: 0009-0005-1986-9958

ORCID Sergio Rozycki: 0000-0002-6491-6419

ORCID Leonardo Martín Calderon: 0009-0009-8372-5739

OECID Juan Diego Cortez Latorre: 0000-0002-0551-4284

Resumen

Este artículo describe el desarrollo de yogures batidos con valor agregado por adición de extractos de moras, ricos en antocianinas, estabilizados con caseinato de sodio (NaCAS) y microencapsulados por liofilización. Se evaluó el efecto de distintas proporciones de extracto sobre la cinética de acidificación y el pH final de los productos, y se compararon las características fisicoquímicas y texturales respecto a yogures control (sin adición de extracto). No se observaron alteraciones significativas en la cinética de coagulación ácida durante la elaboración de los yogures. Tampoco se observaron diferencias significativas en el contenido de sólidos totales, cenizas y proteínas ni en la actividad de agua entre las distintas muestras con respecto a los controles ni entre ellas. Se encontraron algunas modificaciones del color y de algunos

parámetros texturales, pero estos fueron dentro de los valores esperados para este tipo de productos.

Palabras Claves: extracto, moras, liofilización, características fisicoquímicas, textura

Abstract

Evaluation of stirred yogurts enriched with anthocyanins

This article describes the development of stirred yogurts with added value by adding blackberry extracts, rich in anthocyanins, stabilized with sodium caseinate (NaCAS), and microencapsulated by lyophilization. The effect of different proportions of the extract on the acidification kinetics, and the final pH of the products, was evaluated. Physicochemical and textural characteristics were compared to control yogurts (without extract). No significant differences in the acidification kinetics were observed during the elaboration of the yogurts. Neither were significant differences observed in the content of total solids, ashes, and proteins or in the water activity between the different samples to the controls or between them. Some changes in color and textural parameters were found, but these were within the expected values for this product type.

Keywords: extract, blackberries, lyophilization, physicochemical characteristics, texture

INTRODUCCIÓN

Entre los factores que impulsan la formación de cadenas de valor agroindustriales se encuentran la diferenciación de productos y la innovación. En particular, la cadena de la fruta fina en Argentina carece de productos de segunda transformación y sus exportaciones se limitan a los frutos frescos o congelados [1]. En el caso de las moras, sólo algunos productores elaboran mermeladas, jaleas y jugos. Para fortalecer la competitividad se debe promover la incorporación de atributos de valor diferencial. Sería de gran importancia el desarrollo de productos con valor agregado como los extractos de moras, ricos en antocianinas (AC), consideradas como compuestos bioactivos naturales (nutraceúticos). Dentro de los compuestos bioactivos se hallan los agentes antioxidantes que se definen como toda sustancia que, hallándose

presente a bajas concentraciones respecto a las de un sustrato oxidable, retarda o previene la oxidación de este [2]. Esto implica la protección de los sistemas biológicos contra el daño relacionado con el estrés oxidativo en las enfermedades humanas y en la prevención de reacciones de oxidación que conducen al deterioro de los alimentos.

Las AC son antioxidantes naturales responsables del color de los frutos rojos, y al mismo tiempo, susceptibles al deterioro del color y su bioactividad durante el procesamiento o almacenamiento, frente a variaciones de pH, temperatura y luz [3]. Por eso es necesario ensayar procesos que permitan optimizar su estabilidad como la microencapsulación en matrices biopoliméricas. Esto retardaría las reacciones químicas con el medio que las rodea, promoviendo un aumento en la vida útil del producto y la liberación gradual del compuesto encapsulado.

La adición de las AC microencapsuladas a derivados lácteos contribuirá al desarrollo de productos diferenciados con grandes posibilidades de consumo tanto en el mercado interno como en el externo. La incorporación de antioxidantes a productos lácteos de consumo masivo (yogures) otorgará valor agregado a dichos productos.

El objetivo fue desarrollar yogures batidos con valor agregado por adición de extractos de moras, previamente estabilizados con caseinato de sodio (NaCAS) y microencapsulados por liofilización. Se evaluó el efecto de esta adición sobre la cinética de la acidificación y el pH final de los productos y se compararon las características fisicoquímicas, texturales y de color con yogures control (sin adición de extractos).

MATERIALES Y MÉTODOS

Las moras fueron donadas por la empresa The Berry Store, el NaCAS, ácido 2,2'-azino-bis(3-etilbenzotiazolina-6-sulfónico) (ABTS) y cloruro de 2,3,5-trifeniltetrazolio (TPTZ) fueron adquiridos de Sigma-Aldrich. Además, se utilizó leche fluida entera (Milkaut), leche en polvo descremada (San Ignacio), azúcar (Chango) y fermento liofilizado YF-L811 (Chr. Hansen).

Los extractos de moras (EM) se obtuvieron por homogeneización de la fruta en una solución acuosa de ácido cítrico 0,25 M en una relación de 20% P/V. A estos EM se les determinó el contenido de AC utilizando el método del pH diferencial [4]. Además, se evaluó su actividad antioxidante (AA) por el método del radical ABTS+ y el método

del poder reductor del hierro (FRAP) [5,6]. Los sistemas NaCAS-EM, manteniendo constante la concentración de NaCAS (3% P/P) y variando la concentración de EM en 0; 1,5; 6 y 7,5 % P/V (Control, Adicionado I, II y III respectivamente) previamente neutralizados a pH 7, fueron secados por liofilización.

Desarrollo de yogur batido con adición de distintas concentraciones de EM

Se calentó leche fluida entera pasteurizada a 40-45°C y se adicionaron leche en polvo descremada (3%) y azúcar (10%), mezclando uniformemente por 15 minutos hasta disolución total. Se pasteurizó durante 5 min, con agitación constante a 90-95°C. La mezcla se enfrió a 42-43°C y se adicionaron el fermento preactivado y los sistemas NaCAS-EM (1%), incubándose hasta alcanzar un pH de corte de ~4,8. Se enfrió rápidamente hasta 10°C para evitar una posterior acidificación en el producto final. Además, se elaboraron yogures control sin la adición de NaCAS-EM. Durante la elaboración se midieron periódicamente el pH y los tiempos necesarios hasta alcanzar el pH de corte. Los productos obtenidos se distribuyeron en contenedores asépticos y se almacenaron en cámara fría (5-10°C). Se realizaron ensayos fisicoquímicos (acidez Dornic, pH, color, actividad de agua, composición de sólidos totales, cenizas y proteínas) y texturales al día 1 y 21 de elaboración.

Caracterización fisicoquímica y textural

El pH se midió utilizando un pHmetro Hanna HI 8424. La acidez Dornic (°D) se determinó por titulación directa con solución de NaOH 0,111 N, según AOAC [7]. A todos los yogures desarrollados se les determinó la composición de sólidos totales (%ST) y % cenizas, según la AOAC y la concentración de proteínas (%) utilizando el método de Kjeldahl [7]. La medición de color se realizó con un colorímetro Minolta CM 508-d a 10° de ángulo del observador con iluminante D65 y SCE sobre 5 muestras, evaluando los parámetros del sistema CIE L*, a* y b* [8]. La actividad de agua (a_w) se determinó empleando un equipo AquaLab CX2T. Las propiedades texturales se evaluaron mediante ensayos de penetración, en un texturómetro TA XT Plus Stable Microsystem, equipado con una sonda cilíndrica de 10 mm de diámetro y con una celda

de carga de 5N. Los parámetros texturales obtenidos fueron Dureza (Dur), Cohesividad (Co), Adhesividad (Ad) y Consistencia (Con) [9].

Análisis estadístico

El análisis de los resultados se realizó mediante el programa para PC Sigma-Plot versión 12, por análisis de varianza (ANOVA), considerando significativas aquellas con un $p < 0,05$. Todos los ensayos fueron realizados, al menos, por duplicado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización de los EM

La concentración de AC monoméricas en el EM puro fue de (216 ± 4) mg/L, la AA por el método del radical ABTS+ fue de $(3,16 \pm 0,04)$ mg ácido gálico/100 mL y por el método del FRAP de $(11,8 \pm 0,04)$ mg ácido gálico/100 mL.

Evaluación del tiempo y pH de corte durante la elaboración de los yogures

No se observaron diferencias significativas en los pHs ($4,9 \pm 0,1$) ni en los tiempos de corte de fermentación (200 ± 30 min) de los yogures adicionados con NaCAS-EM y sus respectivos controles ($p > 0,05$), indicando que la adición del complejo antioxidante no afectó significativamente la cinética del proceso de elaboración.

Evaluación fisicoquímica y textural de los yogures desarrollados

La Tabla 1 muestra los valores de pH y °D de los yogures controles y adicionados con NaCAS-EM en el día 1 (d1) y en el día 21 (d21) de su elaboración.

Tabla 1. pH y acidez Dornic (°D) durante las elaboraciones de yogures el día 1 de elaboración (d1) y luego de 21 días (d21) de almacenamiento.

Muestra	pH-d1	°D-d1	pH-d21	°D-d21
Control I	4,73±0,03	90±3	4,18±0,08	116±3
Adicionado I	4,68±0,01	85±2	4,13±0,01	118±1
Control II	4,86±0,05	101±2	4,52±0,01	128±1
Adicionado II	4,86±0,03	102±2	4,52±0,01	129±3
Control III	4,63±0,01	76,0±0,8	4,07±0,01	97±2
Adicionado III	4,55±0,01	82±2	4,14±0,01	97±2

Todas las muestras presentaron una disminución del pH y aumento de la °D a los 21 días de elaboradas. Las muestras adicionadas con NaCAS-EM no presentaron diferencias significativas respecto de los respectivos controles ni en la °D ni en el pH el día 1 ni a los 21 días ($p > 0,05$). A los 21 días, tanto los controles como las muestras con NaCAS-EM disminuyeron significativamente su pH ($p = 0,029$) y aumentaron significativamente su °D ($p < 0,001$). Los valores de pH y Δ pH, así como los de °D y Δ °D son los valores esperados para este tipo de producto, por lo que se puede concluir que, en las muestras analizadas, la variación del pH y °D durante el almacenamiento no tuvo vinculación directa con la adición del NaCAS-EM.

No se observaron diferencias significativas ($p > 0,05$) de los valores de sólidos totales, contenido de cenizas y concentración de proteínas entre las distintas muestras con respecto a los controles ni tampoco entre ellas (%ST = 25 ± 4 , %cenizas = $1,3 \pm 0,5$ y %proteínas = 5 ± 1). Estos resultados coinciden con lo esperado, considerando que la adición del complejo antioxidante se realizó en bajas proporciones, sin alterar significativamente el contenido de sólidos y proteínas de la matriz. Tampoco se evidenciaron cambios significativos ($p > 0,05$) entre los valores de a_w determinados en los yogures adicionados con respecto a los controles ni el d1 ni el d21 ($0,98 \pm 0,01$).

En la Tabla 2 se muestran los resultados del ensayo de color de los yogures desarrollados donde se detallan los parámetros del CIELAB: Luminosidad L* (0 negro - 100 blanco), a* (>0 rojo - <0 verde) y b* (>0 amarillo - <0 azul). Debido a que el

complejo NaCAS-EM en polvo adicionado es de color rosa, los valores de a^* resultaron positivos. Los yogures adicionados con NaCAS-EM tuvieron menor blancura, mayor tendencia al rojo y menor al amarillo respecto de los controles (p entre $<0,001$ y $0,008$), tanto al d1 como al d21.

Tabla 2. Valores de los parámetros L^* , a^* y b^* de las distintas muestras de yogur el d1 y d21.

Muestra	L^* -d1	a^* -d1	b^* -d1	L^* -d21	a^* -d21	b^* -d21
Control I	85,2±0,3	1,8±0,1	14,72±0,17	87,3±0,1	1,70±0,03	14,4±0,1
Adicionado I	85,0±0,3	2,0±0,1	14,81±0,12	87,1±0,1	1,7±0,1	14,31±0,03
Control II	88,0±0,2	1,73±0,02	16,08±0,03	88,2±0,1	1,49±0,02	16,00±0,04
Adicionado II	87±1	2,00±0,03	16,00±0,14	88,0±0,1	1,77±0,03	15,2±0,1
Control III	85,2±0,2	0,93±0,03	13,3±0,1	88,4±0,6	1,1±0,3	13,4±0,6
Adicionado III	86,0±0,2	1,1±0,1	13,0±0,1	87,0±0,1	1,9±0,1	14,3±0,1

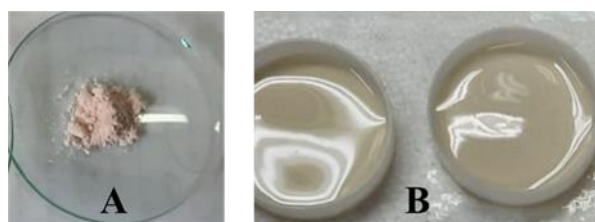


Figura 1. A) NaCAS-EM 7,5% liofilizado; B) Yogur Control (izq.) y Adicionado II (der.)

Comparando el color de los yogures al pasar el tiempo, todas las muestras presentaron mayor L^* . Las muestras Adicionadas I y II fueron menos rojas y amarillas, y la III, fue más rojiza y amarillenta (p entre $<0,001$ y $0,038$). Los valores de b^* siempre fueron mayores para los yogures adicionados que para los controles en ambas ocasiones ($p=0,002$).

En las Tablas 3a y 3b se muestran los valores de los parámetros de textura del d1 y d21, respectivamente. Se observó que no hubo cambios significativos de los parámetros evaluados de los yogures adicionados con NaCAS-EM respecto de los controles ni el día de su preparación ni a los 21 días.

Tabla 3a. Valores de dureza (Dur), cohesividad (Co), adhesividad (Ad) y consistencia (Con) obtenidos en el d1.

Muestra	Dur (g)	Co	Con (g.s)	Ad (g.s)
Control I	4,6±0,1	0,48±0,03	105±1	1,1±0,1
Adicionado I	5,0±0,3	0,41±0,02	103,0±0,2	0,0050±0,0005
Control II	6,0±0,1	1,0±0,1	116±3	5±1
Adicionado II	8±1	5,0±0,2	148±20	25±7
Control III	3,0±0,1	1,0±0,1	61±1	0,018±0,002
Adicionado III	3,92±0,01	1,03±0,01	68±1	0,96±0,02

Tabla 3b. Valores de dureza (Dur), cohesividad (Co), adhesividad (Ad) y consistencia (Con) obtenidos en el d21

Muestra	Dur (g)	Co	Con (g.s)	Ad (g.s)
Control I	8±6	3±2	206±100	6±4
Adicionado I	10±2	2,7±0,5	220±50	6,5±0,4
Control II	8,45±0,03	5,6±0,3	156,9±0,5	14,3±0,6
Adicionado II	11±1	8±1	200±20	19±3
Control III	4,33±0,04	0,96±0,06	72±1	0,92±0,08
Adicionado III	4,88±0,09	1,84±0,03	84±2	2,8±0,1

La dureza y la consistencia de todas las muestras aumentaron luego de 21 días ($p=0,004$ y $0,029$, respectivamente). Estos incrementos fueron mayores para las muestras con 1,5% EM, es decir, presentan mayor resistencia a ser deformados y una textura más uniforme. La cohesividad aumentó significativamente ($p<0,001$) con el tiempo para las muestras con 1,5 y 6% de EM, pero no para la muestra con 7,5% de EM ($p=0,486$). En tanto que la adhesividad, sólo se incrementó para la muestra con 1,5% de EM ($p=0,029$). Estos resultados son interesantes desde un punto tecnológico ya que la adición de EM estabilizados con NaCAS no cambiaría significativamente o mejoraría el perfil de textura de los yogures.

CONCLUSIONES

La adición a yogures de EM, rico en AC estabilizadas con NaCAS, no produjo cambios significativos en la cinética de acidificación durante su elaboración, lo cual permite que no haya necesidad de realizar cambios tecnológicos apreciables en el proceso. Aunque se observaron algunas modificaciones del pH, acidez Dornic, color y parámetros texturales durante el almacenamiento, estos fueron dentro de los valores esperados para este tipo de productos. Por lo tanto, es posible el aumento del valor agregado de yogures por adición de un extracto de moras estabilizado con NaCAS.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Argentinean Blueberry Committee, *Cuadro de disponibilidad del arándano de Argentina 2016*, <https://www.argblueberry.com/home/>
- [2] B. Halliwell, *Annu. Rev. Nutr.* **16**, 33 (1996).
- [3] W.-D. Wang & S.-Y. Xu, *J. Food Eng.* **82**, 271 (2007).
- [4] M. Giusti & R. Wrolstad, Characterization and Measurement of Anthocyanins by UV-Visible Spectroscopy. In R. E. Wrolstad & S. J. Schwaryz (Eds.), *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*, (Vol. F1. 2., pp. 1). John Wiley & Sons, New York, USA, 2001.
- [5] R. Re, N. Pellegrini, A. Proteggente, A. Pannala, M. Yang & C. Rice-Evans, *Free Radical Bio. Med.* **26**, 1231 (1999).
- [6] R. Pulido, L. Bravo & F. Saura-Calixto, *J. Agric. Food Chem.* **48**, 3396 (2000).
- [7] AOAC, Dairy products. In K. Helrich (Ed.), *Official Methods of Analysis*, (pp. 81). AOAC (Association of Official Analytical Chemists), Arlington, VA, USA, 2005.

- [8] B. Milovanovic, I. Djekic, J. Miocinovic, V. Djordjevic, J. M. Lorenzo, F. J. Barba, D. Mörlein & I. Tomasevic, *Foods* **9**, 1629 (2020).
- [9] Y. Pascua, H. Koç & E. A. Foegeding, *Curr. Opin. Colloid Interface Sci.* **18**, 324 (2013).