

# Fortificación de yogur batido con alto contenido proteico

Ivana Nieto, Joselina Karlen y Elisabet Ramos

INTI Lácteos Sede Rafaela - Instituto Nacional de Tecnología Industrial. Rafaela, Santa Fe, Argentina  
inieto@inti.gov.ar



## Resumen

En este trabajo se planteó evaluar mediante análisis físico-químicos, microbiológicos y sensoriales el efecto del enriquecimiento con dos tipos de WPC (WPC 35% y WPC 80%) en un yogur batido. Para llevar a cabo la experiencia, se realizaron dos elaboraciones en paralelo en las que se utilizó leche descremada con una concentración promedio de materia grasa de 0.11% y de proteína de 3.2%, concentrado de proteína de suero 35% (WPC 35%) y 80% (WPC 80%), leche en polvo descremada con concentración promedio de materia grasa de 0.9% y de proteína 38%. Se mezcló la leche con los sólidos en dos recipientes de acero inoxidable y se dejó durante 60+/-5 minutos en hidratación. Posteriormente se colocaron en un baño hasta alcanzar una temperatura de 72°C+/-1°C, que se mantuvo durante 15 minutos para efectuar la pasteurización de la mezcla. Se enfrió a 42°C+/-1°C y se inoculó 0.02% de fermento. El tiempo de fermentación para ambas mezclas fue de 3.5 horas aproximadamente, alcanzando un pH de 4.8 +/- 0.2 antes del enfriamiento. Inmediatamente se refrigeró a 4°C+/-0.4°C, luego de 24 horas se envasó en potes individuales para efectuar los diferentes análisis. El análisis de resultados de las características sensoriales mostró que existen diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre ambos yogures fortificados. De

dicho análisis se obtuvo que el yogur elaborado con WPC 80% presenta mejor apariencia, sabor y textura que el elaborado con WPC 35%.

**Palabras clave:** Yogur, fortificación, WPC, lácteos, proteínas, tecnología.

## Introducción

El yogur es uno de los más populares productos fermentados. Actualmente la industria tiende a desarrollar productos bajos en grasa incorporando beneficios que permitan mejorar la calidad de los mismos. Un contenido reducido de grasa provoca una disminución en la viscosidad y la estructura del producto resulta alterada, provocando cambios en apariencia, textura y sensación bucal (Houzé, Cases, Colas & Cayot, 2005). Una alternativa es el uso de proteínas de suero de queso concentradas cuya incorporación, de acuerdo a Puvanenthiran *et al.* 2002, provocó un aumento en el tamaño de partículas y fuerza del gel de un yogur set. Esto indica que una fortificación con WPC se presenta como una buena alternativa para mejorar las características sensoriales del yogur bajo en grasa y que presente menos defectos al momento del consumo. Según lo expresado por Frost & Janhoj (2007), la percepción de la textura, particularmente suavidad y cremosidad, en productos lácteos bajos en grasa parece ser el factor impulsor de la aceptación por parte del consumidor. Además la presencia de partículas duras e irregulares pueden afectar la textura y por ende la percepción sensorial. Numerosos estudios han sido llevados a cabo para evaluar el efecto del enriquecimiento con proteínas de suero en yogures bajos en grasa, en este estudio se evaluó el efecto del enriquecimiento con dos tipos de WPC (WPC 35% y WPC 80%) en un yogur batido bajo en grasa mediante análisis físico-químicos, microbiológicos y sensoriales.

## Materiales y métodos

### Producción del yogur batido fortificado

Se utilizó leche descremada pasteurizada con una composición media de 0.11% MG, 3.39% Pr y 9.16% ST. Se llevaron a cabo dos elaboraciones en las cuales se fortificó con WPC 35% y con WPC 80%. A ambas se les adicionó leche en polvo descremada para aumentar el contenido de proteínas. Los sólidos fueron mezclados entre sí y luego incorporados a dos batch con tres litros de

leche descremada con la composición indicada anteriormente; los componentes se dejaron hidratar durante una hora a 4°C. Paralelamente se activó el fermento en agua peptonada durante 90+/-5 minutos a 4°C+/-0.4°C. Se registró la temperatura de la mezcla durante la etapa de calentamiento hasta alcanzar la temperatura de pasteurización 72°C+/-1°C durante 15 minutos. Pasado este tiempo, se enfrió la mezcla a 42°C y se adicionó el 0.02% de fermento previamente activado. Dicho fermento estaba compuesto por una mezcla de cepas seleccionadas del acidificante débil *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *Bulgaricus* y un bajo contenido de acidificadores rápidos, como *Streptococcus thermophilus*.

El tiempo de fermentación para el yogur elaborado con WPC 80% fue de 4 horas, cortándose la fermentación a un pH de 4.7+/-0.5. Luego de ser refrigerado a 4°C y mantenido en cámara de refrigeración durante 24 hs para su estabilización, el pH final del yogur llegó a 4.5. En el caso del yogur elaborado con WPC 35%, luego de 4 horas de incubación alcanzó un pH de 5.03, y luego de ser refrigerado a 4°C y mantenido en cámara durante 24 horas alcanzó un pH final de 4.6. El yogur fue envasado en potes individuales para su posterior análisis físico químico, microbiológico y sensorial.

#### Análisis físico-químico

**Determinación de sólidos totales.** Método gravimétrico. El método consiste en la eliminación de agua de 2 g de muestra por evaporación en presencia de arena en baño a ebullición. Se expresa en %P/P (FIL-IDF 151: 1991).

**Determinación de materia grasa.** Se pesaron 5 g de muestra de yogur y en solución amoniacal se hizo la extracción con dietil-éter y éter de petróleo en tres

diferentes proporciones. Los solventes se removieron por destilación y evaporación. Luego se determinó la masa de la sustancia extraída. Se expresa en % P/P (Método Rose-Göttlieb. FIL-IDF 116 A: 1987).

**Determinación de cenizas.** Se tomó una porción de muestra de yogur y se colocaron en crisoles de porcelana que luego se quemaron a llama de mechero sobre tela de amianto o placa vitro-cerámica para una posterior calcinación en mufla a 550°C. El resultado se expresa en % P/P (AOAC 945.46).

**Determinación de proteínas totales.** Se digirió una porción de muestra de yogur utilizando un aparato de digestión en bloque con una mezcla de ácido sulfúrico y sulfato de potasio, utilizando sulfato de cobre como catalizador. Se adicionó un exceso de hidróxido de sodio para liberar el amonio. Se destiló con vapor del amonio, pasando el digerido a un exceso de solución de ácido bórico y titulado con ácido clorhídrico. El contenido de N es calculado a partir de la cantidad producida de amonio (ISO 8968-2. FIL-IDF 20-2, Método Kjeldahl).

**Determinación de carbohidratos.** Obtenido por diferencia de las determinaciones anteriores.

#### Análisis microbiológico

**Recuento de Streptococcus y Lactobacillus.** Se tomó 1 ml de muestra homogeneizada de yogur fortificado en 90 ml de diluyente, se realizaron diluciones (por duplicado) partiendo de 10<sup>5</sup>, 10<sup>6</sup>, 10<sup>7</sup> y 10<sup>8</sup>. Se sembraron en medio MRS indicado para recuento de *Lactobacillus* y M17 indicado para recuento de *Streptococcus*, el primero se incubó a 37°C durante 72 horas en anaerobiosis, el segundo a 37°C durante 48 horas (Método ISO 7889: 2003 – FIL 117:2003).

## Más de 20 años desarrollando Colores en la Industria Alimenticia



### COLORANTES NATURALES

Carmin de Cochinilla - Rojo Carmin Ácido Resistente  
 Carmin Laca 52% - Carmin Liposoluble  
 Ácido Carminico  
 Amarillos y Anaranjados de Annatto  
 Annatto Liposoluble  
 Norbixina Hidrosoluble Desodorizada  
 Amarillos de Cúrcuma  
 Curcumina Hidrosoluble y Liposoluble Desodorizadas  
 Antocianina  
 Marrones - Caramelo  
 Clorofila Hidrosoluble y Liposoluble  
 Dióxido de Titanio - Polvo y Dispersión

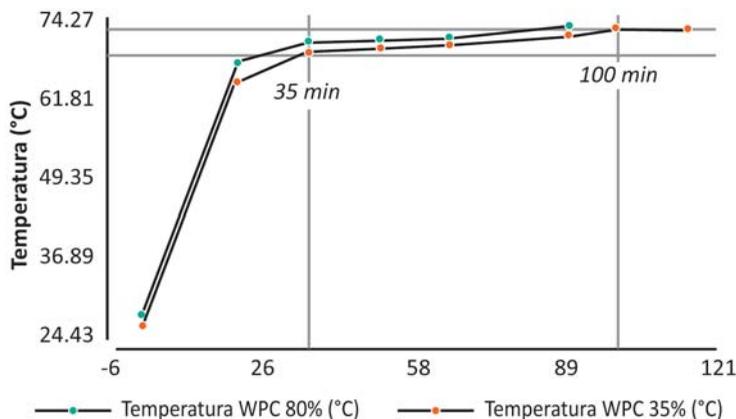
### COLORANTES SINTÉTICOS



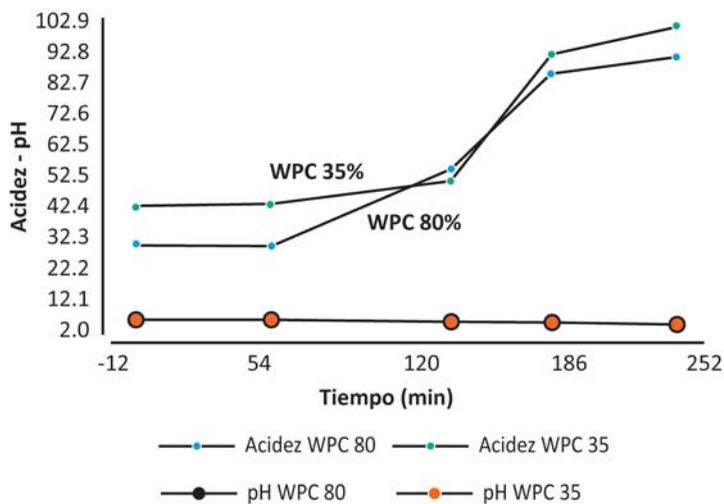
Polvos Hidrosolubles  
 Mezclas - Soluciones - Pastas  
 Certificados FDA  
 Lacas en Polvo  
 Dispersiones Oleosas y Acuosas  
 Certificadas FDA

ADICOL S.A. - Panamá 4224 - Munro (B1605EDX) Pdo. Vte. López - Pcia. de Buenos Aires  
 Tel.: (54 11) 4756-8001 - Fax: (54 11) 4756-7711 - color@adicol.com.ar - www.adicol.com.ar

**Gráfico 1** - Curva de calentamiento de las mezclas WPC 35% y 80%.



**Gráfico 2** - Curva de fermentación de yogur con WPC 35% y 80%



**Análisis sensorial**

**Análisis descriptivo cuantitativo.** Se realizó la evaluación sensorial del producto elaborado utilizando un panel de evaluadores entrenados. En primera instancia se definieron los descriptores a evaluar utilizando una "referencia" para cuantificar las intensidades de cada atributo. Luego, mediante un ensayo de categorización FIL 99:2009, se establecieron las magnitudes de las diferencias entre las muestras de yogur con diferentes agregados de WPC. El panel estuvo compuesto por cinco evaluadores seleccionados y entrenados mediante normas IRAM 20005/1-2; IRAM 20012 y 20013. Los descriptores definidos fueron: primera impresión de apariencia, apariencia luego de homogeneizar, flavor y textura. Dentro de los mismos se establecieron atributos.

**Análisis estadístico**

Se aplicó el análisis de la varianza a los resultados obtenidos de la evaluación sensorial, y el test de Friedman para la comparación de medias, utilizando el programa estadístico Infostat.

**Resultados y discusión**

**Curva de calentamiento.** El gráfico 1 representa las mediciones de la temperatura de calentamiento de ambas mezclas efectuadas en función del tiempo. La curva de calentamiento mostró un comportamiento normal para las condiciones de elaboración, debido a que ambas mezclas fueron sometidas a calentamiento en el mismo baño de agua. En las dos mezclas se observó que luego de los 35 minutos la temperatura alcanzó los 68°C, manteniéndose hasta los 100 minutos, donde alcanzó la temperatura de pasteurización (72°C).

**Curva de fermentación.** El proceso de fermentación se produjo a una temperatura de 42+/-1°C. Durante el tiempo de fermentación, que tuvo una duración de tres horas, se llegó al pH previsto y al valor de acidez de 85+/-5°D. Luego de este proceso, el yogur contenido en los recipientes se colocó en potes individuales donde se continuó con el proceso de fermentación hasta alcanzar un pH final de 4.8 +/- 2. En el gráfico 2 se muestran los valores de acidez y pH obtenidos durante la fermentación de las muestras. El gráfico muestra que el yogur fortificado con WPC 35% comienza su acidificación con un valor superior (42°D) que el yogur con WPC 80% (30°D). Esta diferencia podría deberse a que el WPC 35% posee un contenido de lactosa de 49-50%, mientras que el WPC 80% posee un 9% , dicho hidrato de carbono es sustrato

para las bacterias acidificantes, especialmente el *Streptococcus thermophilus*. El rango de pH es similar para ambos yogures, no ocurre lo mismo con la acidez final.

**Análisis fisicoquímicos.** Se realizaron los análisis de materia grasa, cenizas, proteínas totales, sólidos totales e hidratos de carbono (Tabla 1) en las muestras de yogur. Se analizaron convenientemente los resultados con un análisis de varianzas (ANOVA) para observar la

**Tabla Nº1. Resultados de los análisis fisicoquímicos**

Composición (%)	Yogur con WPC 35%	Yogur con WPC 80%
Sólidos totales	20.79	14.03
Materia grasa	0.77	0.60
Proteínas totales	7.88	7.46
Cenizas	1.69	0.94
Carbohidratos totales	10.45	5.03

Tabla N° 2: Resultados de los análisis microbiológicos

Determinaciones	Yogur con WPC 35%	Yogur con WPC 80%
Rto. de bacterias lácticas - Streptococos (ufc/ml)	1.1x10 <sup>9</sup>	6.8x10 <sup>8</sup>
Rto. bacterias lácticas - Lactobacilos (ufc/ml)	5.2x10 <sup>6</sup>	4.0x10 <sup>7</sup>

existencia de diferencias significativas entre las muestras. Este análisis registró que existen diferencias significativas entre los yogures fortificados (ANOVA  $p < 0.05$ ). El test de Fisher indicó que existe diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) en la variable Sólidos totales y esto se podría deber al contenido de lactosa del WPC 35% (49-50%), mayor que el contenido de lactosa del WPC 80% (9%) adicionados. Para el resto de las variables analizadas no existen diferencias significativas.

**Análisis microbiológicos.** La viabilidad microbiológica fue evaluada por los ensayos microbiológicos de recuento de *Lactobacillus* y recuento de *Streptococcus* (Tabla 2). El CAA establece un mínimo de  $10^6$ - $10^7$  UFC/ml de bacterias lácticas totales en yogur. Se observa que ni los tratamientos de ambas muestras ni las adiciones de WPC 35% y 80% afectaron la viabilidad de las bacterias.

**Evaluación sensorial.** Se establecieron como descriptores: primera impresión de apariencia, apariencia luego de homogeneizar, flavor y textura. Dentro de los mismos se definieron diferentes atributos que formaron parte de los descriptores. A cada participante se le entregaron las muestras codificadas con un número al azar para proceder a la evaluación y una planilla donde cada evaluador debió colocar el puntaje en función de la desviación percibida. Luego se realizó el promedio de todos los evaluadores para cada muestra de yogur WPC 35 % y 80%, ambas evaluaciones se llevaron a cabo por duplicado. En la tabla 3 se muestran los valores medios resultantes. Se observó que el yogur fortificado con WPC 35% obtuvo un puntaje menor a 4 (mínima desviación con la especificación sensorial preestablecida) en algunos descriptores de flavor y de textura. El yogur con WPC 80% obtuvo valores más próximos a 5 (conforme con la especificación sensorial preestablecida). Los evaluado-

**Lo mejor para la industria láctea**

Eficiencia energética y bajo mantenimiento

Busch Argentina S.R.L.  
 Santo Domingo 3076 | C1293AGN-Capital Federal | Buenos Aires  
 Phone +54 11 43 02 81 83 | info@busch-vacuum.com.ar | www.busch-vacuum.com.ar

50 YEARS  
 Busch Vacuum Pumps and Systems

**BUSCH**  
 Bombas y Sistemas de Vacío

Tabla N°3: Valores medios de la evaluación sensorial para yogur con WPC 35% y WPC 80%

DESCRIPTORES		WPC 35%	WPC 80%
1ª impresión de apariencia	Superficie	3,9	3,8
	Separación de fases	4,1	3,1
Apariencia después de homogeneizar	Homogenidad del color	4,8	4,5
	Brillo	4,7	4,6
	Grumos	4,3	4,7
Flavor	Intensidad del olor típico	4,0	4,3
(Máximo 45)	Intensidad de aroma típico	3,7	3,9
	Olor y aroma característico	3,4	3,7
	Gusto dulce	2,4	3,2
	Acido	3,2	3,7
	Esencia	3,2	3,8
	Otros gustos	3,2	3,4
	Sensaciones trigeminales	4,2	4,1
	Persistencia	3,7	3,9
Textura	Adherencia	2,6	3,6
(Máximo 30)	Solubilidad	3,6	3,4
	Impresión de humedad	3,4	4,1
	Microestructura	4,0	4,5
	Filancia	1,7	3,1
	Creemosidad	2,7	3,8

res señalaron que el yogur fortificado con WPC 80% presentó mejor apariencia, mejor flavor en general y mejor textura, mientras que el yogur con WPC 35% obtuvo menos puntaje. En ambas evaluaciones llevadas a cabo por duplicado los evaluadores señalaron la presencia de sabor harinoso. El análisis de ANOVA, test de Friedman, indica que existen diferencias significativas entre ambos con un nivel de significación ( $p < 0.05$ ).

### Conclusiones

En base a los resultados obtenidos se concluye que pueden obtenerse yogures bajos en grasa y fortificados con proteínas de alta digestibilidad (proteínas de suero) cumpliendo con los parámetros establecidos en el CAA.

La adición de WPC 35% y 80% se presenta como una excelente alternativa para cumplir con estos objetivos. El WPC 80% se presentó como mejor frente a los resultados obtenidos sensorialmente.

Queda como desafío para los autores mejorar o enmascarar los sabores atípicos generados por la adición del WPC 35%, así como evaluar la relación costo/beneficio de ambos WPC para ser usados como ingredientes en yogures fermentados fortificados.

### Agradecimientos

Se agradece a las empresas (Sucesores de A. Williner S.A.; Milkaut S.A.; Arla Foods Ingredients y Sacco) por la provisión de los insumos necesarios para realizar las

experiencias en los laboratorios de microbiología y físico-química del INTI Lácteos.

### Bibliografía

- Houzé, Cases, Colas & Cayot, (2005). Viscoelastic properties of acid milk gel as affected by fat nature at low level.
- Puvanenthiran & et al. (2002). Structure and visco-elastic properties of set yoghurt with altered casein to whey protein ratios.
- Frost & Janhøj, (2007). Sensory and rheological characterization of acidified milk drinks. AOAC. Ash of milk. (metodogravimétrico). 945.46. 2005. USA: AOAC International, 2005.
- FIL-IDF. Yogurt Determination of total solids content. 151.1991. Belgium: IDF, 1991.
- FIL - IDF. Milk-based edible ices and ices mixes. Determination of fat content- Rose-Göttlieb gravimetric method (reference method). 116 A. 1987. Belgium: IDF, 1987. ISO. Método Kjeldahl. 8968-5 FIL-IDF 20-5. 2001. Switzerland: ISO and IDF, 2001. ISO- IDF. Milk AND Milk products- Sensory Analysis Part 2: Recommended methods for sensory evaluation. 22935-2 99-2. 2009. Switzerland: ISO and IDF, 2009.
- IRAM. Análisis Sensorial. Guía General para la Selección, entrenamiento, y seguimiento de los evaluadores. Parte 1: Evaluadores seleccionados. Parte 2: Expertos. 20005/1-2. 1996. Buenos Aires: IRAM, 1996.
- IRAM. Análisis Sensorial. Métodos para determinar el perfil del flavor. Sensory análisis. Methodology. Flavor profile methods. 20012. 1997. Buenos Aires: IRAM, 1997.
- IRAM. Análisis Sensorial. Metodología. Perfil de Textura. Sensory análisis. Methodology. Texture profile. 20013. 2001. Buenos Aires: IRAM, 2001