



Soluciones de automatización para procesos de envasado

FESTO



Sistemas



Productos



Servicio

Festo le ofrece innovación, modularidad y fiabilidad de montaje para aplicaciones específicas para procesos de envasado. Brindando soluciones óptimas y económicas mediante una amplia línea de productos y servicios, Festo cumple con los más altos estándares de calidad.

Festo, soluciones innovadoras e intuitivas para la automatización industrial.



Visítenos en el Stand N° 105

0810-555-33786
www.festo.com.ar
info@ar.festo.com



Influencia de hidrocoloides nacionales sobre las propiedades reológicas, físicas y sensoriales de leches fermentadas probióticas con colesterol reducido

Pavón, Yanina^{2,3,*}; Lazzaroni, Sandra^{2,3}; Rozycki, Sergio^{1,3}

¹Director de Grupo - Área Lácteos - Instituto de Tecnología en Alimentos (ITA)
Facultad de Ingeniería Química (FIQ) - UNL. Santa Fe, Argentina.

²Becarias Doctorales, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, CONICET. Argentina.

³ITA - FIQ - UNL

sdrozycki@hotmail.com; srozycki@fiq.unl.edu.ar. *Contacto artículo: yanipavon781@yahoo.com.ar



Introducción

Durante los últimos años la percepción que la industria y el consumidor tenían de los alimentos se ha modificado sustancialmente. La "nutrición adecuada", entendida como suficiente y dirigida a evitar déficits, ha dejado de ser la meta en las sociedades desarrolladas. Emerge la concepción de la alimentación como "nutrición óptima", es decir aquella que no sólo aporta a las necesidades energéticas y nutricionales básicas, sino que también

proporciona beneficios fisiológicos adicionales. De esta manera, la nutrición adquiere un nuevo enfoque terapéutico y preventivo, participando en la promoción de la salud (Silveira-Rodríguez y col., 2003).

En este contexto surgen los alimentos funcionales (AF). En la actualidad, no existe un concepto consensuado científica y universalmente para los AF debido principalmente a discrepancias culturales y de mercado o la diferente manera de entender la nutrición entre los países (Kwak y Jukes, 2001). En general, se considera alimento funcional al que, además de sus valores nutritivos intrínsecos, demuestra tener efectos beneficiosos sobre una o más funciones selectivas del organismo, de modo tal que resulta apropiado para mejorar el estado de salud y bienestar, reducir el riesgo de enfermedad, o ambas cosas.

Actualmente, la mayoría de los alimentos de consumo masivo tiene alguna característica intrínseca que promete beneficiar el organismo de quien lo consume, tal como es el caso del agregado de microorganismos probióticos y la obtención de productos libres de colesterol. Las leches fermentadas constituyen un vehículo más que adecuado para mantener el número de células viables que necesitan ser consumidas regularmente para lograr el "efecto probiótico" en el organismo (Lourens-Hattingh, 2001). Por otro lado, el consumo de colesterol con la dieta está asociado a la aparición de enfermedades asociadas con los accidentes cerebrovasculares. Si bien está instalada la idea de consumir alimentos más sanos, a los cuales se le ha removido la totalidad de la grasa (tipo "light"), la gran mayoría de los consumidores tienen rechazo a los mismos debido a que carecen de las propiedades texturales y de sabor que se encuentran directamente relacionadas al contenido de materia grasa. Además, los ácidos grasos saturados de cadena larga de la grasa láctea (C:12 a C:18) se considerarían no aterogénicos ni promotoras de enfermedades cardiovasculares y coronarias (ECC), según revisiones extensas y actuales (Parodi, 2009).

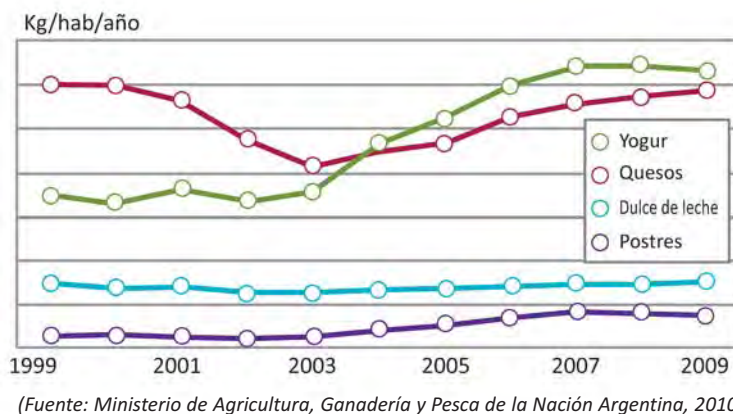
Es por ello que se estudian alternativas para extraer el colesterol de la leche sin remover el resto de la grasa láctea. La utilización de β -ciclodextrina es una de las alternativas más interesantes y selectivas para extraer el colesterol eficientemente (con un porcentaje cercano al 90%).

Según un informe efectuado por la Subsecretaría de Lechería del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación Argentina (2010), la producción de yogur en el país ha aumentado un 300% entre 1990 y 2009 debido al explosivo crecimiento registrado en ese lapso en el consumo interno per cápita, el cual fue mayor al 200%, el máximo entre los lácteos. En la figura 1 se muestra el aumento de consumo per cápita de yogur en comparación con otros productos lácteos entre los años 1999 y 2009 en la Argentina.

Hidrocoloides

El término "hidrocoloides" refiere a un grupo de polisacáridos y proteínas que son ampliamente utilizados por la industria para mejorar diversas funciones (Williams y Phillips, 2000). Uno de los mayores objetivos de la industria láctea es obtener productos con atributos deseables de calidad (aparición, textura y "flavour") con una vida útil prolongada. Para lograr esto, los fabri-

Figura 1 - Consumo de productos lácteos en kg/habitante/año en la Argentina entre 1999 y 2009

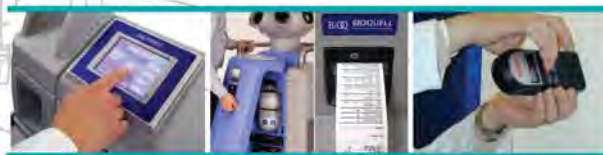


cantes utilizan hidrocoloides como la gelatina, almidones modificados y otras gomas para mejorar la estabilidad de los productos durante su producción, transporte y vida de anaquel. Sin embargo, muchos de estos aditivos deben ser importados, lo que acarrea un mayor costo en el producto final. Consecuentemente, existiría un mercado sostenible para la utilización de nuevas gomas que reemplacen a varios de estos hidrocoloides por un mejor precio, adecuada disponibilidad y funcionalidad o para complementarlos y generar sinergias que mejoren las propiedades reológicas y texturales de los productos.

Servicio de Descontaminación de Áreas



Asisthos, líder en servicios de esterilización y descontaminación para terceros, presenta su nuevo servicio de descontaminación de ambientes mediante la vaporización controlada de peróxido de hidrógeno.



- Equipamiento de tipo portátil.
- Aplicable a grandes, medianas y pequeñas superficies de su empresa.
- Descontaminación de alto nivel (6 órdenes logarítmicos en poblaciones microbianas).
- Excelente compatibilidad con equipos electrónicos sensibles y otros materiales.
- Proceso rápido y efectivo sin generación de residuos, en armonía con el medio ambiente.



Calle 23 N° 1442 (B1650 LVD), San Martín. Buenos Aires, Argentina. Tel./Fax: (54 11) 4713-1681.

www.asisthos.com.ar



La Próxima Generación de Bandas Higiénicas

- Materiales homogéneos
- Extremadamente higiénicas
- Sin estructura textil




- Reemplazo de bandas de acero inoxidable y bandas modulares
- Prolongada vida útil



- Bajísimo consumo de agua
- Ahorro de energía y químicos



- Bajo mantenimiento
- Mayor productividad
- Termosoldables a tope
- "Infinitamente" reparables

OMANCINI Y CIA S.A. 

Joaquín V. González 1333 (1407)
Bs. As. Tel./Fax: (54 11) 4648-1211
info@omancini.com.ar
www.omancini.com.ar

Goma espina corona

Específicamente, la goma espina corona (GEC) es un galactomanano extraído de las semillas de *Gleditsia amorphoides*, árbol nativo que crece en la Argentina (región chaqueña), Paraguay, Uruguay y Brasil (Perduca y col., 2013). Las gomas y estabilizantes (como la goma guar, entre otras) son usadas por ofrecer resistencia a procesos físicos indeseables como la cristalización, sedimentación gravitacional y desagregación mecánica, que pueden ocurrir durante la distribución y el almacenamiento (Marcotte, Taherian Hoshahili y Ramaswamy, 2001). Debido a su composición similar (relación manosa/galactosa) a la goma guar (de origen asiático) y características físicas, químicas y mecánicas similares a la goma garrofin, algunos autores consideran que la GEC puede ser explotada en Latinoamérica e incorporada a diferentes productos alimenticios como sustituto de estos hidrocoloides importados.

Almidón modificado de mandioca

El almidón modificado (AM) es uno de los agentes espesantes más utilizados en la fabricación de leches fermentadas por su fácil procesamiento y bajo costo, en comparación con otros hidrocoloides. Es utilizado para incrementar la viscosidad, mejorar el *mouthfeel* y prevenir la sinéresis (González y col., 2006). Además, afecta positivamente la textura, la formación del gel y la homogeneidad del producto (Kaur, 2011). El almidón de mandioca modificado produce geles muy estables, de suave flavour y resistentes a la agitación, temperaturas elevadas y pH (González Parada y col., 2003; Mason, 2009).

Gelatina

La gelatina (G) es un ingrediente compatible con las proteínas de la leche y contribuye a una buena palatabilidad del producto final, impartiendo una percepción sen-

social similar a la de la grasa, debido a su propiedad particular de fundirse a la temperatura de la boca. Tiene la capacidad de reducir la sinéresis y refuerza considerablemente la resistencia mecánica de los geles (Fizman y Salvador, 1999).

El agregado de espesantes modifica las características de los geles debido a que se establecen nuevas interacciones entre éstos y los demás componentes de la matriz. Los ensayos reológicos proporcionan información muy útil al respecto (Mullineux y Simmons, 2008). Asimismo, el grado de aceptación de un producto es una medida del éxito logrado en cualquier desarrollo, por lo que es muy importante determinar la relación entre las características relevantes del producto y la evaluación sensorial. Entre los diversos factores que influyen en la percepción de sabor y aroma ("flavour"), la viscosidad es uno de los principales.

En general, se piensa que un aumento en la viscosidad provoca una disminución del flavour, que va a depender de la concentración y tipo de espesante utilizado. El almidón modificado se ha propuesto como uno de los pocos espesantes que no presenta este inconveniente ya que se ha demostrado que incrementa la percepción de la dulzura de los alimentos (Ferry y col., 2006).

Resulta interesante describir cómo se afecta la viabilidad de los microorganismos probióticos y la sinéresis, ya que los consumidores demandan productos con cualidades nutricionales positivas y gran aceptabilidad sensorial.

En este estudio se investigaron los efectos simultáneos del agregado de tres hidrocoloides (GEC, G y AM) sobre las características fisicoquímicas, reológicas y sensoriales de leches fermentadas probióticas con colesterol reducido (en más del 90 %).

Tabla 1 - Valores de G, AM y EC, codificados y no codificados, utilizados para el diseño de Box-Behnken en la elaboración de las leches fermentadas. C = Experiencia del centro del diseño

N° Exp.	%G	%AM	%GEC	X ₁ (G codif.)	X ₂ (AM codif.)	X ₃ (GEC codif.)
1Ac	0,3	0,5	0,25	0	0	0
1Bc	0,3	0,5	0,25	0	0	0
2	0,3	0,5	0,25	0	0	0
3	0,6	1	0,25	1	1	0
4	0	1	0,25	-1	1	0
5	0	0	0,25	-1	-1	0
6	0,6	0	0,25	1	-1	0
7	0,3	1	0	0	1	-1
8	0	0,5	0	-1	0	-1
9	0,3	0	0	0	-1	-1
10	0,6	0,5	0	1	0	-1
11	0,3	1	0,5	0	1	1
12	0	0,5	0,5	-1	0	1
13	0,3	0	0,5	0	-1	1

Materiales y métodos

Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental Box-Behnken, 3 variables en 3 niveles, con una repetición del centro del diseño (14 experiencias). Las variables estudiadas junto a sus niveles, codificados y no codificados se muestran en la tabla 1.

Obtención de muestras de leches fermentadas probióticas con colesterol reducido

El esquema general de trabajo para la elaboración de leches fermentadas probióticas con colesterol reducido se observa en la figura 2.

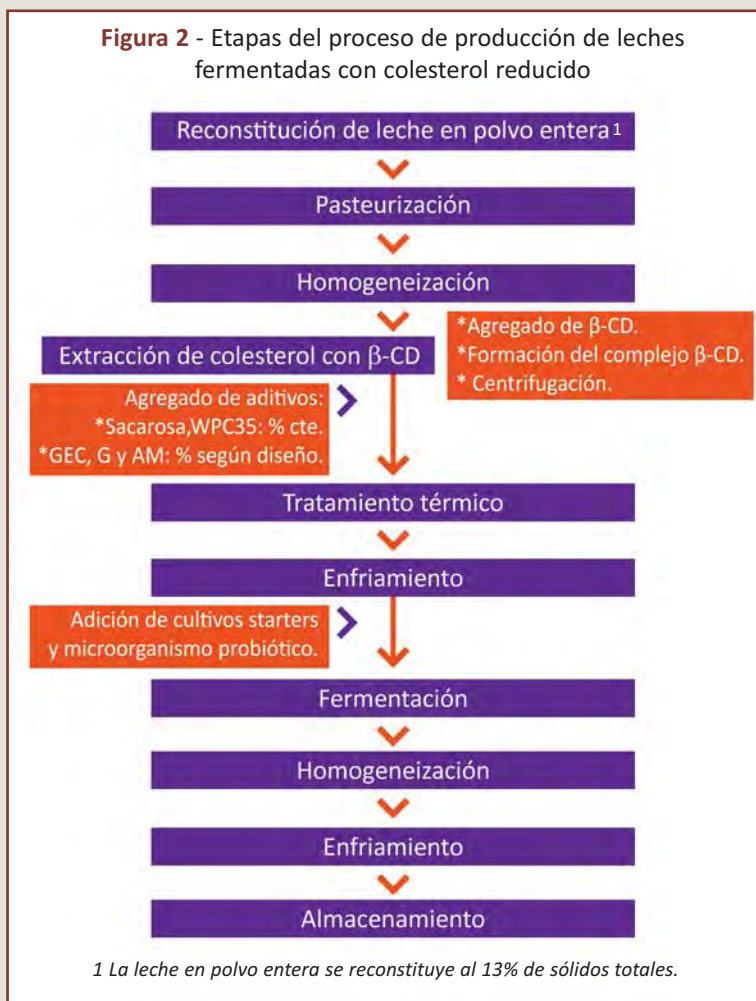
Determinación de colesterol

Sobre muestras de leches antes y después del tratamiento con β-CD se separó el colesterol mediante saponificación y extracciones con solvente orgánico (n-hexano). Posteriormente, se resuspendieron los extractos secos en alcohol isopropílico y se aplicó una técnica enzimático-colorimétrica que permitió determinar la concentración de colesterol remanente en las muestras a través de la Ley de Lambert – Beer (Skoog y Leary, 1988), por comparación con un patrón estándar de concentración conocida (2 g/ml).

Retención de agua por centrifugación

Se pesaron aproximadamente 50 g de leche fermentada funcional a 5°C y se centrifugó a 650 g durante 20 minutos. Se eliminó el suero liberado y se pesó nuevamente la muestra para calcular el índice de retención de agua porcentual (IRA%) (ecuación 1), que es una medida de la estabilidad del coágulo. Esta deter-

Figura 2 - Etapas del proceso de producción de leches fermentadas con colesterol reducido



minación se realizó semanalmente y por triplicado durante un mes.

$$\% \text{ IRA} = 100 - \left\{ \left[\frac{m_1 - m_2}{m_1} \right] \cdot 100 \right\} \quad (\text{ec. 1})$$

donde:

m_1 = masa de la muestra antes de la centrifugación; $[m]$ = g.
 m_2 = masa de la muestra después de la centrifugación;
 $[m]$ = g.

Retención de agua por gravedad

De la misma manera, exceptuando el proceso de la centrifugación, se determinó el IRA% por gravedad, dejando el producto tal cual. Esta determinación se realizó semanalmente y por triplicado durante un mes.

Análisis reológico

Cada muestra se termostató a la temperatura de consumo (10°C) y se evaluaron los parámetros reológicos característicos, por duplicado, a los 3 y 28 días posteriores a la elaboración (inicio y fin de la vida útil). Se utilizó un viscosímetro de tubos concéntricos (Haake RV2).
 - **Determinación del esfuerzo de corte en función del gradiente de deformación.** Se realizaron los reogramas de esfuerzo de corte (τ) en función del gradiente de deformación (D), variando D de 0 a 200 s^{-1} . Con los datos obtenidos se aplicaron modelos reológicos: Casson Modificado (ecuación 2) y Herschell y Bulkley (ecuación 3), y se estimaron los parámetros reológicos que definen el tipo de flujo del producto: K (superior e inferior), n (superior e inferior) y la tixotropía (IT), como el área comprendida entre las curvas del reograma.

$$\tau^{0,5} = \tau_0^{0,5} + K_c \cdot D^{0,5} \quad (\text{ec. 2})$$

$$\tau = \tau_0 + K \cdot D^n \quad (\text{ec. 3})$$

Donde:

K_c : constante de Casson; $[K_c] = (\text{Pa}\cdot\text{s})^{0,5}$.
 τ_0 : yield stress o umbral de fluencia; $[\tau_0] = \text{Pa}$.
 K : índice de consistencia; $[K] = \text{Pa}\cdot\text{s}\cdot\text{n}$.
 n : índice de comportamiento; $[n] = \text{adimensional}$.

-**Determinación del esfuerzo de corte en función del tiempo de cizallamiento.** Con los datos de esfuerzo de corte (τ) en función del tiempo de cizallamiento (t), a gradiente de deformación constante ($D = 50 s^{-1}$, masticación normal) y aplicando el modelo de Weltmann modificado (ecuación 4) se determinaron los parámetros: A y B .

$$\mu_a = A + B \cdot \ln t \quad (\text{ec. 4})$$

donde:

μ_a : viscosidad aparente ($\mu_a = \tau / D$); $[\mu_a] = \text{Pa}\cdot\text{s}$.
 A : medida de la resistencia máxima inicial; $[A] = \text{Pa}\cdot\text{s}$.
 B : medida del coeficiente de ruptura estructural (tixotropía); $[B] = \text{Pa}\cdot\text{s}$.
 t : tiempo de cizallamiento; $[t] = \text{s}$.

Análisis sensorial

Las muestras, termostató a 10°C, se presentaron a un panel sensorial entrenado. La evaluación sensorial se realizó a los 3 y 28 días posteriores a la elaboración de las leches fermentadas. Se evaluaron descriptores de textura mediante escalas estructuradas (consistencia) y no estructuradas (cremosidad, aspereza y astringencia) ancladas en los extremos.

Análisis estadístico

Las respuestas obtenidas se correlacionaron con las variables del diseño, codificadas, a través de regresión múltiple (Statgraphics Plus 5.1), utilizando el modelo matemático de segundo orden (ecuación 5).

$$R = \beta_0 + \beta_1 \cdot X_1 + \beta_2 \cdot X_2 + \beta_{11} \cdot X_1^2 + \beta_{22} \cdot X_2^2 + \beta_{12} \cdot X_1 \cdot X_2 \quad (\text{ec. 5})$$

donde:

R = descriptor o parámetro analizado (respuesta).
 β_{ij} = coeficientes de cada término.

Recuento de microorganismo probiótico

La determinación de la viabilidad del microorganismo probiótico se efectuó cada 15 días durante la vida de anaquel (un mes), comenzando a los tres días posteriores a la elaboración del producto. Se realizó el recuento del microorganismo probiótico *L. rhamnosus* SP1 mediante la técnica de recuento de células viables en superficie con agar MRS-bilis (Vinderola y Reinheimer, 2000).

Resultados y discusión

Contenido de colesterol en leches fermentadas

Se determinó que el colesterol promedio, antes y después del tratamiento con β -CD, fue 14.391 ± 1.063 mg% y 1.971 ± 0.539 mg%, respectivamente. De esta manera, se obtuvieron leches fermentadas con menos de 5 mg% de colesterol remanente, luego del agregado de β -CD, logrando una extracción promedio de $86,405 \pm 2,736$ %, pudiendo clasificar los productos como "con colesterol reducido" (CAA, 2004). Si bien aún se mantiene el contenido de grasas saturadas, algunos estudios apoyan que elevados niveles de lipoproteínas de muy baja y baja densidad (VLDL y LDL, respectivamente) están positivamente asociadas con el riesgo de contraer ECC, mientras que ocurre lo contrario cuando aumentan los niveles de proteínas de alta densidad (HDL) (Gordon & Rifkind, 1989; Miller & Miller, 1975; Stampfer, Sacks, Salvini, Willett, & Hennekens, 1991).

Sin embargo, de acuerdo a la revisión bibliográfica realizada por Parodi (2009), el mejor indicador para medir el riesgo de tener ECC sería la relación: colesterol total/HDL, siendo menor el riesgo de ECC cuanto menor es este cociente. De esta manera, los ácidos grasos saturados (AGS) de cadena corta (menor a 10 átomos de car-

Tabla 2 - Coeficientes de regresión del modelo polinomial de segundo orden, de los parámetros reológicos a los tres días posteriores de elaboración de las leches fermentadas (utilizando las variables codificadas)

Factores ^a	Ks (Pa.sn)	ns (-)	IT (Pa.s ⁻¹)	A (Pa.s)	B (Pa.s)
Constante	1.88	0.53	2086.89	692.16	59.85
Efectos principales (lineales)					
X ₁	0.46	-0.034	2261.47	837.75	123.32
X ₂	0.13	4.37x10 ⁻³	172.03	38.94	1.22
X ₃	0.38	0.086	411.36	223.08	7.63
Efectos cuadráticos					
(X ₁) ²		-0.028	1258.17	642.66	100.95
(X ₂) ²	-0.39	0.028		-111.12	-7.08
(X ₃) ²		0.021		160.23	
Interacciones binarias					
X ₁ . X ₂		-0.021			10.46
X ₁ . X ₃		-0.043	526.72		
X ₂ . X ₃			-384.64		-7.62
Calidad del ajuste del modelo					
R ₂ ajust.	0.9828	0.9864	0.9623	0.9899	0.9989
F (modelo)	129.33	109.48	56.24	180.43	1416.80
p (modelo)	<0.0001	0.0002	<0.0001	<0.0001	<0.0001
p (falta de ajuste) ^b	0.6884	0.7404	0.9487	0.1060	0.9592

a Variables tecnológicas estudiadas: X₁ = Gelatina; X₂ = Almidón modificado; X₃ = Goma espina corona. Ks = índice de consistencia (curva superior del reograma); ns = índice de comportamiento (curva superior del reograma); IT = índice de tixotropía; A = resistencia máxima inicial; B = coeficiente de ruptura tixotrópica. *b* p (falta de ajuste) > 0.1 implica que la falta de ajuste es no significativa o ajuste adecuado del modelo.

bono) y una porción de C12:0, presentes en la grasa de la leche, no tienen efecto sobre el colesterol sérico. Los AGS que están catalogados como los más problemáticos (C12:0, C14:0 y C16:0), a la vez que elevan los niveles de LDL hacen lo mismo con HDL, por lo tanto su efecto sería aterogénicamente neutro. Y el AGS C:18 (ácido esteárico) se considera levemente positivo en cuanto a la reducción de la relación mencionada.

Por último, la leche contiene numerosos nutrientes esenciales, como ácido oleico, linoleico conjugado y omega-3, vitaminas, calcio y compuestos bioactivos que promueven efectos positivos sobre la salud. A esto se suma el hecho que el riesgo de ECC también depende de la presencia de otros factores de riesgo como obesidad, hipertensión, diabetes, entre otros (Haug, 2007).

Propiedades reológicas de las leches fermentadas

La tabla 2 resume los coeficientes de regresión estimados para cada parámetro reológico evaluado, a partir de las variables del modelo, codificadas, ajustando con un modelo polinomial de segundo orden (valores obtenidos a los tres días posteriores a la elaboración de las leches fermentadas).

Para todos los parámetros reológicos calculados, se obtuvieron modelos matemáticos que ajustaron muy adecuadamente (R² ajustado > 0,95), lo que implica que los modelos explican en más del 95% la variabili-

dad de los datos experimentales en cada caso. Por otro lado, los valores de F y p (< 0,05, para este último) indican que los modelos obtenidos son significativos, mientras que los valores p (de la falta de ajuste o *lack of fit*) al ser mayores a 0,1 indican que la falta de ajuste no es significativa comparada con el error, es decir que las ecuaciones obtenidas ajustan adecuadamente.

CONTROL DE PLAGAS EN LA INDUSTRIA

Nos especializamos en (MIP) para la Industria Alimenticia

Reportes de visita, Diagrama de planta c/cebaderas, tramp. de Luz, Informe de tendencias, Trat. de silos, Normas HACCP BPM, Limp de tanques de Agua



HABILITACION NACIONAL, PROVINCIAL Y MUNICIPALES

Dir. Tec. Ing. Agr. Gustavo Iván Adamec
Master en Control de Plagas - USAM

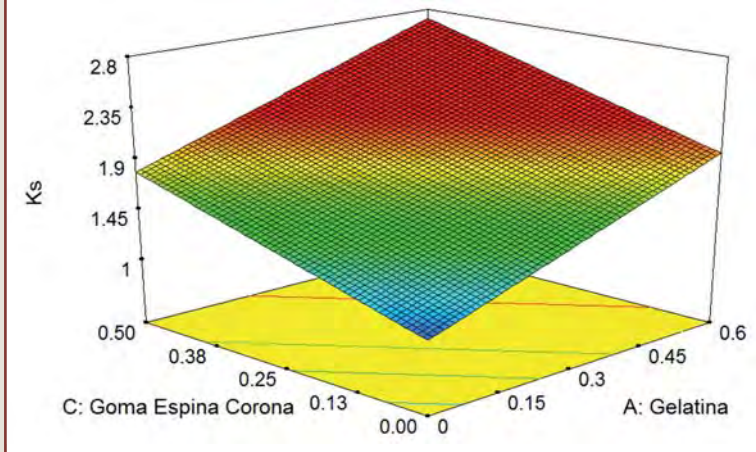


La Roche 839, Morón (1708)
Buenos Aires. Tel. 4627-1313



www.fumigadorasaba.com.ar

Figura 3 - Gráfica de superficie de respuesta para índice de consistencia (K_s) en función de G y GEC, manteniendo constante AM (A) a los tres días de elaboradas las muestras



Aquellas formulaciones con los mínimos contenidos de G, GEC y AM presentaron los valores mínimos de K_s (consistencia y viscosidad mínimas) y máximo de n_s (mayor cercanía al comportamiento Newtoniano), ambos obtenidos de la curva superior del reograma. El efecto contrario ocurrió para el caso de las leches fermentadas con máxima concentración de los hidrocoloides en estudio.

Para el caso de K_s , analizando los términos lineales del modelo obtenido se puede observar que el mismo estuvo influenciado directamente por las tres variables en estudio, aunque en mayor medida por el contenido de G, seguido de la GEC. Esto significa que al aumentar la concentración de los hidrocoloides se genera un producto con mayor consistencia y viscosidad, con estructura de mayor firmeza ($> K$). Esto mismo se puede observar en la figura 3, a través de la superficie de respuesta generada, donde se muestra la variación de K_s

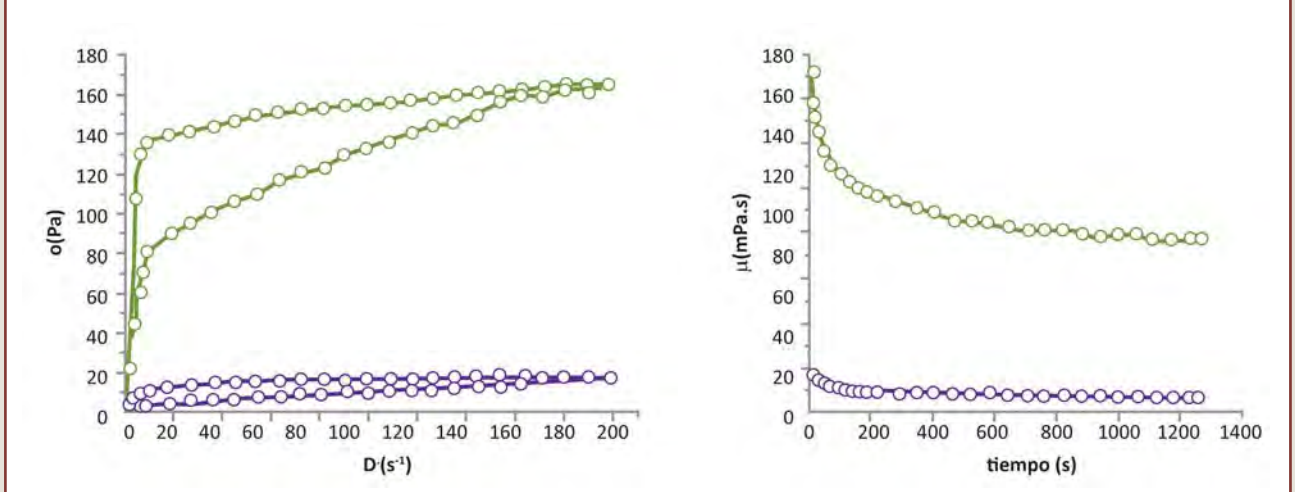
respecto a aquellos gelificantes que resultaron más significativos (G y GEC), manteniendo AM en su valor medio. Esto permite confirmar que los valores mayores de K_s se obtienen principalmente con mayores concentraciones de G y GEC, en cambio, los valores más bajos de K_s se logran con las mínimas concentraciones de ambos hidrocoloides, pudiendo concluir que estos dos hidrocoloides son los que gobiernan la consistencia y viscosidad del producto.

La G, principalmente, interacciona con las caseínas a través de la formación de puentes que generan una red continua y bastante homogénea, lo que refuerza la firmeza (que se observa en los mayores valores de consistencia). La GEC es un hidrocoloide neutro que incrementa la viscosidad de la fase continua, atrapando agregados micelares compactos y formando un red polimérica entrecruzada (Syrbe, Bauera & Klostermeyer, 1998; Everett & McLeod, 2005; Perduca y col., 2013).

Por su parte, todas las leches fermentadas elaboradas pudieron caracterizarse como fluidos No-Newtonianos ($n_s < 1$); esto significa que la viscosidad no es constante y depende del \dot{D} a la que se evalúe.

La existencia de áreas de histéresis (obtenidas de las gráficas de flujo/reogramas) indicó que las muestras elaboradas presentaron un comportamiento dependiente del tiempo de acción mecánica sobre el producto (agitación, bombeo, circulación por cañerías, etc.), siendo estas áreas una medida del grado de tixotropía (IT). La mayor área de histéresis se obtuvo a concentración intermedia de AM y máxima cantidad de G y GEC, sucediendo lo contrario para la mínima cantidad de estos dos hidrocoloides a los tres días posteriores a la elabo-

Figura 4 - (A) Gráfica de esfuerzo de corte (τ) en función de velocidad de deformación (\dot{D}) y (B) viscosidad aparente (μ_a) en función del tiempo de acción mecánica (cizallamiento) para las experiencias 8 (mínimos niveles de G y GEC, curva roja) y 13 (medios y máximos niveles de G y GEC, curva azul) del diseño



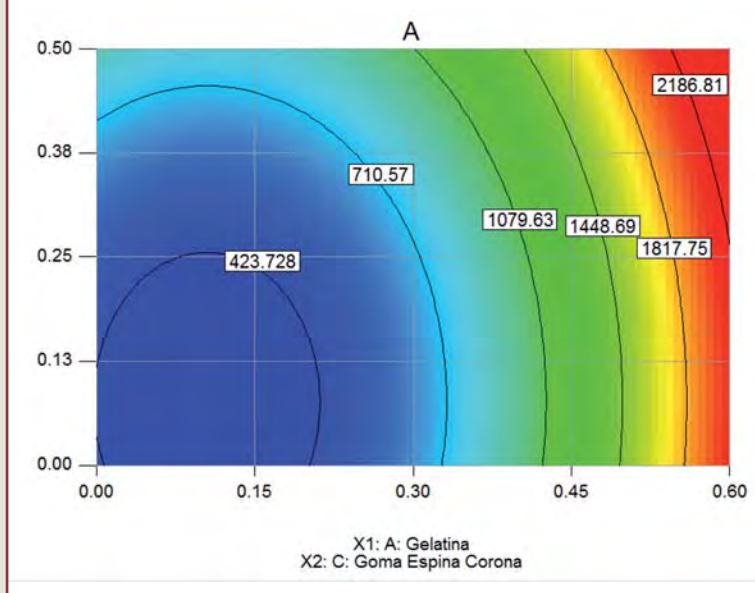
ración (Figura 4A). Por lo tanto, asumiendo que el área de histéresis es un índice de la energía necesaria para destruir la estructura responsable del flujo dependiente del tiempo (Halmos y Tiu, 1981), los datos experimentales mostraron que la muestra 13 fue la que mayor energía necesitó para romper dicha estructura. Este comportamiento resalta la mayor dependencia de este parámetro en relación con las mayores concentraciones de G y GEC.

De la misma manera, esta dependencia con el tiempo en el cual es sometida la muestra a la acción mecánica, se puede observar en las gráficas de viscosidad aparente (μ_a) en función del tiempo de cizallamiento (Figura 4B). Manteniendo constante la velocidad (gradiente) de deformación (en este caso: 50 s^{-1} , similar a la velocidad de masticación de los productos de baja viscosidad), μ_a desciende con el tiempo, de manera que μ_a no depende sólo de este gradiente, sino también de la duración de la acción mecánica. A 50 s^{-1} , en el caso de las muestras con mayor contenido de G, μ_a disminuyó rápidamente con el tiempo y se acercó a un valor constante, correspondiente al estado de equilibrio (Figura 4B). No sucedió lo mismo con las muestras con menor contenido de G, en las cuales μ_a experimentó un descenso menos pronunciado y llegó al estado de equilibrio en menor tiempo.

Además se observó que la velocidad de ruptura estructural (B) y el esfuerzo inicial necesario para romper la misma (A) variaron entre las diferentes muestras, mostrando una mayor dependencia con el contenido de G por sobre los demás hidrocoloides. Independientemente de los valores de GEC y AM, se observó un aumento en ambos parámetros cuanto mayor fue el contenido de G (Figura 5), por lo tanto se necesita un mayor esfuerzo de corte (acción mecánica) para comenzar a deformar la muestra ($> A$) y a la vez esta estructura se destruye más rápidamente ($> B$). Esto podría deberse a que los hidrocoloides generarían una estructura más compacta pero a través de la formación de enlaces más débiles (principalmente no covalentes: electrostáticos, hidrofóbicos, puente H, etc.), por lo que serían geles bastante inestables a dicha acción mecánica y bastaría una leve tensión/presión/fuerza para que se destruya la estructura.

Una consecuencia importante de esta dependencia con el tiempo de acción mecánica es la necesidad de que las mediciones rutinarias de calidad y control sobre el producto final se efectúen a intervalos de tiempo cuidadosamente elegidos y estrictamente respetados. No basta con controlar las condiciones en que las determinaciones se efectúan, sino también la historia previa de la muestra, es por ello que se dice que estos productos tienen "memoria reológica".

Figura 5 - Gráfica de líneas de contorno para resistencia máxima inicial A en función de G y GEC, manteniendo AM en su concentración media



Durante el almacenamiento, a los 21 días posteriores a la elaboración Ks, A y B aumentaron, mientras que ns disminuyó, y la dependencia con las variables del diseño siguió la misma tendencia hallada para los tres días. Esto permite concluir que durante el almacenamiento la estructura interna del producto se hace más fuerte, viscosa, consistente y resistente.

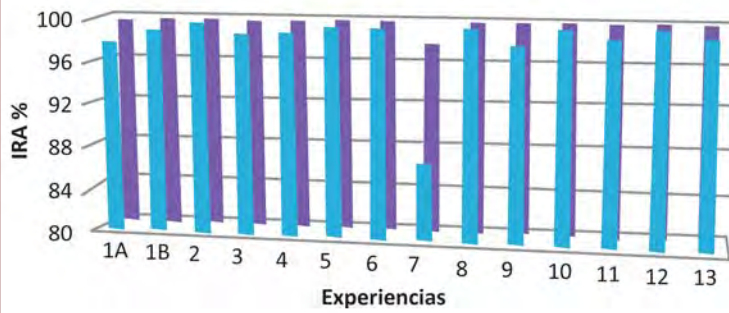
Retención de agua porcentual (IRA %)

Comparando ambos métodos empleados (por centrifugación y por gravedad) para la determinación del IRA % promedio mensual, en condiciones aceleradas (por centrifugación) fue siempre superior al 85% durante toda la vida útil del producto y, en la mayoría de las experiencias, mayor al 98%. En cambio, en condiciones estáticas (por gravedad), similar a lo que ocurre con el producto en góndola, fue siempre superior al 98 % en ese mismo período (Figura 6).

Es importante destacar que las muestras 2 (con máxima concentración de G y AM y media de GEC), 10 (con máxima concentración de AM y GEC, y media de G) y 13 (máxima G y GEC, intermedia AM), presentaron el mayor IRA % (menor sinéresis) de todas las muestras sometidas tanto a centrifugación como a la acción de la gravedad, por lo que manteniendo dos de los hidrocoloides en su concentración máxima y el otro en su concentración intermedia en la formulación, se logra obtener un coágulo muy estable debido a una interacción favorable (sinérgica) para evitar la liberación de suero.

La experiencia 2 (sin G ni EC, intermedio AM) presentó la mayor sinéresis (menor IRA %) de todas las muestras sometidas tanto a centrifugación, como a acción de la gravedad; observándose una caída muy

Figura 6 - Gráfico de barras de IRA % promedio mensual para cada muestra ensayada. Color celeste: por centrifugación. Color violeta: por gravedad



brusca de la retención de agua, al aplicar la fuerza centrífuga, lo cual permite decir que la ausencia de G y GEC desmejora significativamente la capacidad de retención de suero. Las muestras 2, 9, 10 y 13 no presentaron desprendimiento de suero durante todo el almacenamiento en condiciones estáticas (100 % IRA). Por ende, la susceptibilidad a la sinéresis está inversamente relacionada a la concentración de hidrocoloides adicionados. Los gelificantes utilizados generarían una red más interconectada que retendría la fase acuosa más eficientemente, reduciendo el drenaje de suero, generando un coágulo muy estable durante el almacenamiento (Fizszman y col., 1999).

Evaluación sensorial

A los tres días posteriores a la elaboración de las muestras, el panel sensorial calificó en un amplio rango la consistencia de las leches fermentadas obtenidas, abarcando prácticamente toda la escala de puntajes para este descriptor (0,67 a 9,34) (Figura 7), obteniendo productos similares a los presentes en el mercado (desde consistencia bebible a firme). Aquellas muestras elaboradas con menor proporción de G recibieron el menor puntaje (muestras 3, 4 y 7), independientemente de la concentración de GEC y AM, observándose mayor consistencia para los productos con mayor G (muestras 5, 9 y 13). Se observó una relación lineal y directa entre los valores del parámetro reológico índice de consistencia (KS) y la consistencia sensorial (Co), donde generalmente aquellas muestras con mayor Ks, presentaron mayor Co (Figura 7).

Para el caso de la cremosidad (Cre) los puntajes fueron variables, pero en general las muestras se evaluaron como muy cremosas. Se comprobó que la percepción de cremosidad en los productos lácteos no descremados está relacionada a la sensación de suavidad que genera la grasa láctea al ser consumida. La mayor densidad de los glóbu-

los grasos pequeños de las leches homogeneizadas produce esta sensación de suavidad, en conjunto con la sensación espesante generada a una viscosidad suficientemente elevada, lo que contribuye a la cremosidad (Wijk y col., 2006).

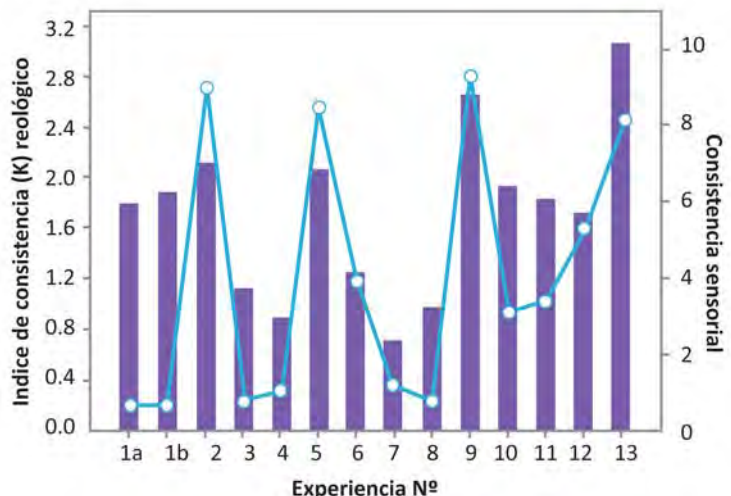
La aspereza (Asp) y astringencia (Ast), ambas relacionadas con sensación de desagradado, recibieron puntajes bajos (generalmente menor a 2), lo cual es deseable en este tipo de productos.

Durante el almacenamiento, no se observó una variación significativa en los puntajes de los descriptores estudiados, lo que permitió obtener productos sensorialmente estables, con propiedades constantes durante toda la vida útil.

Análisis microbiológico

El recuento de *L. rhamnosus* (SP1), para las distintas experiencias del diseño, varió en forma aleatoria durante la vida útil, siendo siempre superior a 10^7 UFC/g para todas las leches fermentadas obtenidas, independientemente de su formulación. Por lo tanto, todas las muestras elaboradas garantizan la dosis mínima de microorganismo probiótico requerida en el alimento antes de ser consumido (IDF, 1983). Generalmente, se observó una disminución en el conteo hacia el final de la vida de anaquel, que nunca superó un orden logarítmico. Esto remarca la importancia de obtener recuentos elevados al poco tiempo de elaboradas las leches fermentadas probióticas, para asegurar que durante el resto de la vida útil, y al momento de llegar al consumidor, la viabilidad de los microorganismos probióticos se mantenga dentro de los

Figura 7 - Relación entre valores de índice de consistencia (Ks, barras verdes) y consistencia sensorial (Co, línea negra) para las diferentes muestras ensayadas, al día 3 de vida útil



valores requeridos ($10^6 - 10^7$ UFC/g). Esta disminución estaría relacionada con el descenso del pH y la acumulación de ácido láctico, como resultado de la actividad residual de las bacterias iniciadoras. Los hidrocoloides (independientemente del porcentaje en el que se hallan en la matriz alimentaria) en general no interfieren en la viabilidad del microorganismo probiótico.

Conclusiones

Se obtuvieron leches fermentadas con colesterol reducido (en más del 85%) con la dosis mínima sugerida, durante toda la vida de anaquel, para clasificar el alimento como probiótico

El estudio reológico de las diferentes formulaciones ensayadas permitió cuantificar los parámetros de flujo y tixotropía (importantes en el diseño de bombas, agitación y transporte y en la selección del tipo de proceso), obteniendo productos con un amplio rango de consistencias (similares a las de mercado) y con comportamiento no-newtoniano, dependientes de la acción mecánica y del tiempo que dure la misma. Existe una interacción sinérgica entre los hidrocoloides utilizados, siendo la gelatina el espesante que gobierna la viscosidad, firmeza y tixotropía de los sistemas y la variación (leve) de las características del coágulo durante el almacenamiento.

Se obtuvieron productos con muy alta estabilidad (mínima sinéresis), utilizando concentraciones máximas de al menos dos de los hidrocoloides. La elevada capacidad de retención de agua que promueven los hidrocoloides minimiza la expulsión de suero hacia el exterior de la matriz láctea y mantiene la estabilidad del producto durante el almacenamiento.

La evaluación sensorial permitió clasificar los productos como de consistencia variable, muy cremosos, de baja aspereza y poco astringentes, características que se conservaron casi constante durante el almacenamiento, asegurando de esta manera la calidad de los productos al momento de consumirlos. Además, se encontró una relación directa entre las consistencias reológicas y sensoriales, permitiendo correlacionar matemáticamente los datos objetivos y subjetivos (modelado).

Por último, la metodología de superficie de respuesta junto con el análisis de regresión múltiple permitió obtener modelos matemáticos que permiten predecir y describir adecuadamente el comportamiento del sistema y evaluar los efectos de las variables en estudio.

Referencias bibliográficas

CAA, (2006). Código Alimentario Argentino, Res. Conj. 40/2004 de la Secretaría de Políticas, Regulación y Relaciones Sanitarias (SPRyRS) y 298/2004 de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos (SAGPyA).
Everett, D. W. y McLeod, R. E. (2005). Interactions of polysaccharide stabilizers with casein aggregates in stirred skim-milk yoghurt. *International Dairy Journal*, 15, 1175-1183.
Ferry, A. y (2006). Viscosity and flavor perception: Why is starch different from hydrocolloids? *Food Hydrocolloids*, 20, 855-862.

Fizman, S. M., Lluich, M. A., & Salvador, A. (1999). Effect of addition of gelatin on microstructure of acidic milk gels and yoghurt and on their rheological properties. *International Dairy Journal*, 9, 895-901.
Fizman, S.M. y Salvador, A. (1999). Effect of gelatine on the texture of yogurt and of acid-heat-induced milk gels. *Z Lebensm Unters Forsch A*, 208: 100-105.
González, D.; Pérez, M.C.; Reolon, G.; Segura, N.; Lema, P.; Gámbaro, A.; Varela, P. y Ares, G. (2006). Effect of thickeners on the texture of stirred yogurt. *Alimentos e Nutrição*. 16: 1-8.
González Parada, Z.M. y Perez Sira, E.E. (2003). Evaluación fisicoquímica y funcional de almidones de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) pregelatinizados y calentados con microondas. *ACV*, 54 (2), 127-137.
Gordon, D. J. y Rifkind, B. M. (1989). High-density lipoprotein - the clinical implications of recent studies. *The New England Journal of Medicine*, 321, 1311-1316.
Halmos, A. L. & Tiu, C. (1981). Liquid foodstuffs exhibiting yield stress and shear degradability. *Journal of Texture Studies*, 12, 39-46.
Haug, A.; Høstmark, A. T. y Harstad, O. M. (2007). Bovine milk in human nutrition - a review. *Lipids in Health and Disease*. 6:25.
IDF. (1983). Yoghurt: Enumeration of characteristic microorganisms colony count technique at 37°C. *IDF Standard 117 International Dairy Federation*, Brussels.
Kaur, B.; Ariffin, F.; Bhat, R. y Karim, A.A. (2011). Progress in starch modification in the last decade. *Food Hydrocolloids*. 1-7.
Kwak, N. S. y Jukes, D. J. (2001). Functional foods. Part 1: the development of a regulatory concept. *Food Control*, 12, 99-107.
Lourens-Hattingh, A. y Viljoen, B.C. (2001). Yoghurt as probiotic carrier food. *International Dairy Journal*, 11: 1-17.
Marcotte, M., Taherian Hoshahili, A. R., y Ramaswamy H. S. (2001). Rheological properties of selected hydrocolloids as a function of concentration and temperature. *Food Research International*, 34, 695-703.
Mason, W. R. (2009). Starch use in foods. *Starch: chemistry and technology*, 3ra edn., 745-788. USA.
Miller, G. J. y Miller, N. E. (1975). Plasma-high-density-lipoprotein concentration and development of ischaemic heart disease. *Lancet*, 1(7879), 16-19.
Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación. Subsecretaría de Lechería. (2011). [En línea] <<http://www.alimentosargentinos.gov.ar/lacteos/>>.
Mullineux, G. y Simmons, M. J. H. (2008). Influence of rheological model on the processing of yoghurt. *Journal of Food Engineering*, 84, 250-257.
Parodi, P. W. (2009). Has the association between saturated fatty acids, serum cholesterol and coronary heart disease been over emphasized? *International Dairy Journal*, 19, 345-361.
Perduca, M. J., Spotti, M. J., Santiago, L. G., Judis, M. A., Rubiolo, A. C. y Carrara, C. R. (2013). Rheological characterization of the hydrocolloid from *Gleditsia amorphoides* seeds. *LWT - Food Science and Technology*, 51, 143-147.
Quintans Riveiro, L. C. (2008). Reología de productos alimentarios. Tesis Doctoral. Universidad de Santiago de Compostela.
Silveira-Rodríguez, M.B.; Monereo-Megías, S. y Molina-Baena, B. Alimentos funcionales y nutrición óptima. ¿Cerca o lejos?. (2003). *Revista Española de Salud Pública*, 77, 317-331.
Skoog D. A. y Leary J. J. (1988). Principles of instrumental analysis. Saunders College Publication. Philadelphia, PA.
Stampfer, M.J., Sacks, F.M., Salvini, S., Willett, W.C. y Hennekens, C.H. (1991). A prospective study of cholesterol, apolipoproteins, and the risk of myocardial infarction. *The New England Journal of Medicine*, 325, 373-381.
Syrbe, A., Bauera, W. J. y Klostermeyer, H. (1998). Polymer science concepts in dairy systems - an overview of milk protein and food hydrocolloid interaction. *International Dairy Journal*, 8, 179-193.
Vinderola, C. G. y Reinheimer, J. A. (2000). Enumeration of *Lactobacillus casei* in the presence of *L. acidophilus*, bifidobacteria and lactic starter in fermented dairy products. *International Dairy Journal*, 10(4), 271-275.
Wijk, R. y col. (2006). Perceived creaminess of semi-solid foods. *Trends in Food Science and Technology*, 17, 412-422.
Williams, P. A. y Phillips, G. O. (2000). Introduction to food hydrocolloids. In G. O. Phillips, P. A. Williams (Eds.), *Handbook of hydrocolloids* (pp. 1-19). New York: CRC Press.

PULVER S.R.L.

Av. Vélez Sársfield 299 (C1282AFC) Bs. As. - Arg.
 Venta telefónica: (54 11) 4306-0821
 info@pulver.com.ar
 Carrito de compras: www.pulver.com.ar
 Estabilizantes y esencias naturales para helados, yema líquida y en polvo alta pigmentación. Productos para panificados, pastelería, gastronomía y pastas.
 Huevo líquido y en polvo. Productos para nutrición deportiva y clínica.

QCS - QUALITY CONSULTING & SOLUTIONS

Alicia Moreau de Justo 1150, 3er Piso,
 Oficina B301, Dock 8
 (C1107AAX) CABA - ARGENTINA
 Tel. / fax: (54 11) 5273-8998
 consultas@qcsolutions.com.ar
 www.qcsolutions.com.ar
 Consultora especializada en implementación de sistemas de gestión de calidad, inocuidad alimentaria y medioambiente.
 Capacitaciones a medida

QUIMICOS INDUSTRIALES S.A.

Avda. Maza 4019 (N) (5511)
 Gral. Gutiérrez, Maipú - Mendoza - Argentina
 Tel./ fax: (54 261) 493-0888 / 0932
 info@quiminsa.com.ar - www.quiminsa.com.ar
 Importación, exportación, fabricación y venta de productos químicos industriales para industrias alimenticias (enología, conservas, encurtidos, frutas secas, aceitunas, jugos)

SHORTON ARGENTINA S.R.L.

Pedro Opicci 1335 - Villa Gdor. Gálvez
 Santa Fe - Argentina
 Tel.: (54 341) 492 9390 - Fax: (54 341) 492 9389
 info@shortonargentina.com.ar
 www.shortonargentina.com.ar
 Establecimiento Industrial Importador directo y

exclusivo de tripas de COLAGENO, RECTAS, CURVAS y COMESTIBLES.

SILVEIRA E HIJOS REFRIGERACION

Luis Delepiane 1027 (B7608BPU)
 Mar del Plata - Bs. As.
 Tel.: (54 223) 483-3072 - Fax: (54 223) 483-3101
 info@silveirahijos.com.ar
 www.silveirahijos.com.ar
 Empresa de amplia trayectoria en instalaciones frigoríficas industriales, servicio de reparaciones y service, en todo tipo de frigoríficos y buques. Amplio stock de repuestos de compresor alternativos y tornillo: Mycom, Sabroe, Stall, Frix, Mozcar, Howden, VMC, Bitzer y materiales de instalación, válvulas manuales y termostática, solenoide y todo tipo de materiales de instalación.

SIMES S.A.

Av. Facundo Zuviría 7259 (3000)
 Santa Fe - Argentina
 Tel.: (54 342) 489-1080/ 400-0156
 Fax: (54 342) 484-1008
 ventas@simes-sf.com.ar, www.simes-sa.com.ar
 Máquinas para la ind alimentaria, farmacéutica, cosmética y química.
 Homogeneizadores de pistones alta presión.
 Mezcladores sólidos - líquidos.

SPRAYING SYSTEMS

Av. Lope de Vega 1361 (1407) Bs. As - Arg.
 Tel: (54 11) 4567-3707 y rot.
 spraying@spraying.com.ar
 www.spraying.com.ar - www.spray.com
 Expertos en Tecnologías de Spray. Picos de pulverización y accesorios con certificaciones ISO 9001 e ISO 14001. Soporte técnico exclusivo a medida del cliente.

TECNOALIMENTI S.R.L.

Avalos 748 (1427) Bs. As. - Argentina

Tel./Fax: (54 11)4551-8226
 info@tecnoalimenti.com.ar
 www.tecnoalimenti.com.ar
 Ingredientes para la ind. alimentaria. Proteínas de alto valor nutricional. Proteínas funcionales para la ind. cárnica. Fosfatos. Carrageninas. Fermentos. Estabilizantes. Aditivos. Asesoramiento técnico.

TESTO ARGENTINA S.A.

Av. Directorio 4901 (C1440ASB)
 Bs. As. - Argentina
 Tel.: (54 11) 4683-5050 Rotativas
 info@testo.com.ar - www.testo.com.ar
 Instrumentos de medición. Control de cadena de frío, humedad, termómetros y medición de pH. Determinación del valor de actividad acuosa.

VECOM ARGENTINA

Tel.: (54 11) 5197-0600 - 0800-777-VECOM
 ventas@vecomargentina.com
 www.vecomargentina.com
 Productos y Servicios de higiene, limpieza y sanitización. Papeles elaborados. Químicos concentrados. Capacitación e implementación de BPM- POES- HACCP.

VMC REFRIGERACIÓN S.A.

Av. Roque Sáenz Peña 729
 (2300) Rafaela - Santa Fe - Argentina
 Tel.: (54-3492) 43-2277 /87
 ventas@vmc.com.ar - www.vmc.com.ar
 Empresa líder en sistemas frigoríficos industriales. Instalación de proyectos frigoríficos "llave en mano".

Indice de Anunciantes

ADICOL	39	FUMIGADORA SABA	49
ASEMA	21	FUSTEC	CT
ASISTHOS	45	HAASEN	RT
BIA CONSULT	17	HÖKEN	59
BIOTEC	40	INDESUR	9
BOMBAS BORNEMANN	41	INDURA	55
BRITANIA	13	INST. ARG. DEL ENVASE	2
CASIBA	7	LIMKIT	3
CICLOQUIMICA	59	LIPOTECH	18
COOL TAINER	29	LODRA	RT
CORDIS	68	OMANCINI Y CIA	46
COTNYL	1	QCS	57
EL BAHINENSE	61	SIMES	5
EXPO ARPIA	34	SPRAYING SYSTEMS	65
FABRICA JUSTO	32	TOMADONI	31
FESTO	T	VECOM	63
FISA	19	VMC	23

Staff

Director: **Néstor E. Galibert**
 Directora Editorial: **Prof. Ana María Galibert**
 Relac. Internac.: **Prof. M. Cristina Galibert**
 Dirección Técnica: **M.V. Néstor Galibert (h)**

Dirección, Redacción y Administración

Av. Honorio Pueyrredón 550
 (C1405BAP) Bs. As. - Argentina
 Tel. y Fax: (54-11) 4903-9600 (rot.)
 http://www.publitech.com
 info@publitech.com.ar
 C.U.I.T. N° 30-51955403-4

Esta revista es propiedad de Publitech S.A.E.C.Y.M.

En Brasil: Rua Amaro Cavalheiro, 28
 Pinheiros - SP - Cep: 05425-010
 Tel: 11 - 3813-1808 - Cel: 11 - 9892-9123
 publitechbrasil@terra.com.br
 www.publitechbrasil.com.br

Propiedad Intelectual: 957511

Impresión

GRAFICA PINTER S.A.
 Diógenes Taborda 48/50 (C1437EFB) Buenos Aires
 Tel./Fax: (54-11) 4911-1661 - graficapinter@graficapinter.com.ar

Publitech es miembro de:



Revistas online en: www.publitech.com

junio 2013

Tres Costuras
Cuatro Costuras
Stick Pack
Doy Pack
Estuchadoras
Dosificadores
Agrupadores



Soluciones integrales en Packaging

Fábrica y Ventas: **Hernandarias 9860**
Mar del Plata - Buenos Aires - Argentina
Tel: +54 223 465-0121 | www.fustec.com.ar