



Año
XVIII
76

Tecnología Láctea®

L A T I N O A M E R I C A N A

■ Mercolactea ■ Exposuipacha ■ Expoenvase-Alimentec ■ Leches saborizadas ■ Queso untable ■
■ Queso grana ■ *Lactobacillus* ■ Congelación leche de cabra ■ Encuentro pymes lácteas ■

ISSN 0328-4158

www.publitec.com



Convertimos sus ideas
en proyectos

Somos una empresa de
ingeniería con más de 22
años de reconocida
trayectoria en la industria
láctea, con trabajos
realizados en todo
Latinoamérica

Thermilk HTST



Thermilk



Ofrecemos servicios y equipamiento para:

- Estandarización de caseína
- Recibos de leche
- Estandarización de grasa
- Disolución de polvos
- Pasteurizadores
- Esterilizadores
- Tanque Aseptico
- Moldes microperforados
- Líneas completas para diferentes tipos de quesos
- Filtración por membranas
- Tratamiento de aire
- Tratamiento de suero
- Paletizadores
- Líneas para diferentes tipos de yogurt
- Líneas para helado

🏠 Av. Corrientes 327 Piso 15 - C1043AAD -
Ciudad Autónoma de Buenos Aires - Argentina
📞 Tel. - Fax. +54.11.48.93.16.00
🌐 aneko@aneko.com.ar
✉ www.aneko.com



Influencia del agregado de calcio y proteínas lácteas sobre las características reológicas y texturales de un queso untable probiótico con colesterol reducido

Lazzaroni, Sandra^{b,c,*} ; Pavón, Yanina^{b,c} ; Rozycki, Sergio^{a,c}

^aDirector de Grupo - Área Lácteos - Instituto de Tecnología en Alimentos (ITA) - Facultad de Ingeniería Química (FIQ) - Universidad Nacional del Litoral (UNL). Santa Fe, Argentina.

^bBecarias Doctorales - Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina.

^cInstituto de Tecnología de Alimentos - Facultad de Ingeniería Química Universidad Nacional del Litoral. Santa Fe, Argentina.

sdrozycki@hotmail.com / srozycki@fiq.unl.edu.ar. *Contacto artículo: sandralazz8@gmail.com



Son varias las características que permiten clasificar a este producto alimenticio como funcional, al ser con colesterol reducido y estar adicionado con microorganismos probióticos, aminoácidos esenciales y calcio. En este trabajo el objetivo fue evaluar la eficiencia de la extracción de colesterol, la supervivencia de microorganismos probióticos en el producto y la posibilidad de adicionar cantidades de calcio que permitan clasificarlo como fortificado, pero manteniendo adecuadas características reológicas y texturales en el producto final que permitan su adaptación a la producción a escala industrial y la aceptación por parte de los consumidores.

Introducción

Si bien el colesterol posee funciones vitales en el organismo humano (como ser precursor de hormonas y ácidos biliares, entre otras) un exceso del mismo en el organismo significa altos niveles en sangre, provocando

deposiciones en la pared interna de las arterias, produciendo infartos y accidentes cerebrovasculares (Mayes y col., 1997). Debido a que las cantidades necesarias son sintetizadas y reguladas por el propio organismo, el colesterol aportado por la dieta constituye un exceso prácticamente en su totalidad. Por otro lado, los productos descremados no contienen colesterol, pero carecen también de vitaminas liposolubles y ácidos grasos esenciales; además sus propiedades organolépticas (aroma, sabor, palatabilidad, cremosidad) están muy disminuidas con respecto a los productos con grasa, ya que estas características son atribuibles a la misma (Shim y col., 2003). En lo que respecta a la influencia de los ácidos grasos saturados sobre la salud vascular, estudios recientes (Parodi, 2009) han expuesto que los ácidos grasos de cadena larga de la grasa láctea (C:12 a C:18) serían aterogénicamente neutros o incluso levemente positivos en cuanto a disminuir el cociente Colesterol Total/Colesterol Bueno (HDL), principal predictor de enfermedades cerebrovasculares y coronarias (ECC). Por ello, es beneficioso extraer el colesterol dejando la grasa láctea, lo cual se puede realizar de modo muy efectivo utilizando betaciclodextrina (β -CD), un compuesto GRAS, químicamente estable y disponible industrialmente a un precio razonable. La separación resulta muy efectiva, superando el 90% en algunos productos lácteos (Astray y col., 2009). El complejo colesterol- β -CD es insoluble en grasa, pudiendo ser removido por centrifugación sin arrastrar compuestos liposolubles nutricionales importantes, como la vitamina D.

Por otro lado, debido al elevado pH y al porcentaje de materia grasa en la matriz del queso con respecto a una leche fermentada, el queso untable resulta un vehículo ideal para asegurar la viabilidad de los micro-

organismos probióticos durante su vida útil (Reinheimer y Zalazar, 2006). Estos microorganismos son beneficiosos para la salud, por combatir el cáncer de colon, disminuir diarreas, activar el sistema inmunológico y limitar el desarrollo de microorganismos patógenos, entre otras funcionalidades específicas de cada cepa. Además, este producto se obtiene sin desuerado inducido (corte de la cuajada), lo que significa un mayor rendimiento con respecto a otros quesos similares de mercado, eliminando el problema del manejo de suero como efluente y los costos asociados.

En lo que respecta a la fortificación del producto con calcio, la misma es fundamental, dado que la presencia de este mineral en el organismo depende exclusivamente de su ingesta. Es un componente vital de fluidos y tejidos que colabora en la regulación cardíaca, la conducción nerviosa, la contracción muscular y la coagulación sanguínea, es estimulante de la secreción hormonal y mantiene la calidad de la masa ósea, entre otras funciones. Además colabora en la prevención de cáncer colo-rectal, la regulación de la presión sanguínea y la concentración de lípidos en el suero. En general, no se ingiere en la dieta todo el calcio requerido; para salvar esta deficiencia es cada vez mayor el desarrollo de alimentos fortificados (Valencia García y col., 2011). El citrato de calcio es una de las mejores fuentes, ya que aporta alto nivel de calcio (~21%), se absorbe mejor en el intestino, posee elevada biodisponibilidad, su solubilidad es moderada (aumenta a baja temperatura y bajo pH) y su perfil de sabor es neutral. Como el tamaño de la partícula y la solubilidad están relacionados con las propiedades de palatabilidad, se

han desarrollado grados micronizados de citrato tricálcico combinando excelentes características de dispersión con un perfil de sabor neutral en las aplicaciones finales (Gerstner, 2002; 2003). Las proteínas lácteas mejoran la biodisponibilidad del mismo; los productos lácteos suelen contener calcio altamente biodisponible, siendo un vehículo ideal para aportar calcio extra, cubriendo así las necesidades nutricionales (Valencia García y col., 2011).

El agregado de proteínas de suero en polvo, que poseen valor biológico 50% mayor a las caseínas y 25% más que las proteínas del huevo (Spreer, 1991), aumenta el valor nutricional del producto y mejora algunas características texturales.

Materiales y métodos

Diseño experimental

Se utilizó un diseño factorial de 2 factores en 3 niveles, con 2 repeticiones centrales, (32+2), siendo las variables estudiadas las concentraciones de calcio adicionado, [Ca], entre 90-1.000 ppm y caseína adicionada, [Cas], entre 0.178 y 1.782 % m/m; y cantidades optimizadas en experiencias preliminares para el resto de los aditivos (Figura 1 y Tabla 1).

El valor máximo de [Ca] fue adoptado para que se pueda clasificar al producto como fortificado en calcio, en base al Código Alimentario Argentino (CAA), a su contenido de calcio natural y a la dosis diaria sugerida. Los niveles de caseína surgen de la relación entre los agregados de concentrado de proteínas de suero en polvo / leche en polvo descremada (WPC 35/LPD), que varía entre 10:1 y 1:10 % m/m.



DIVISION LACTEA
en permanente incorporación de tecnología e innovación para el sector

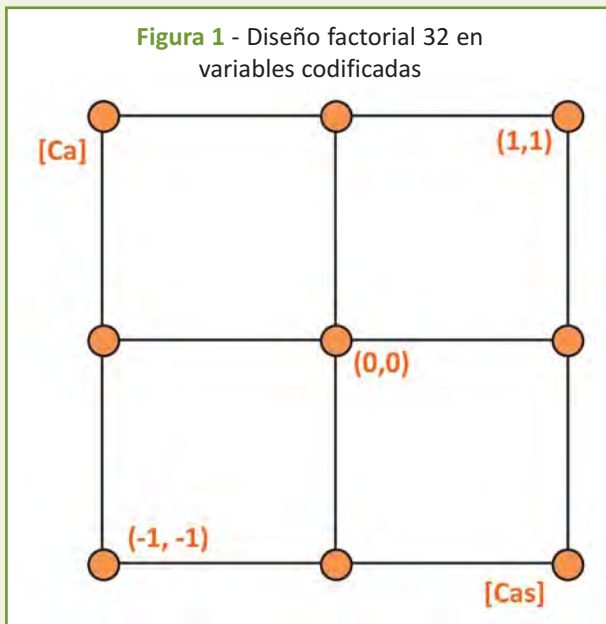


- Tanques silo para leche y suero
- Pasteurizadores e intercambiadores a placas y tubulares
- Tanques de proceso para yogurt, fermentos, crema, suero y helados
- Equipamientos para queserías: tinas doble "0", sistemas de desuerado, moldeo y prensado
- Líneas para elaboración de ricota y mozzarella

- Líneas continuas para enfriado y secado de quesos
- Elaboración de dulce de leche en pailas y sistema continuo por evaporación
- Túneles de lavado para moldes y bandejas
- Túneles para aplicación de solución antimoho
- Plantas de limpieza C.I.P.
- Equipos para concentración y secado de leche y suero

Asema S.A. Ruta Prov. N° 2 - altura 3900 (km.13) - Tel/Fax: 54-(0)342-4904600 (rot) - CP3014 Monte Vera Pcia. Santa Fe - Argentina - asema@asema.com.ar - www.asema.com.ar

Figura 1 - Diseño factorial 32 en variables codificadas



Elaboración de los quesos untables

En una primera etapa se obtuvo una base láctea concentrada en sólidos totales (más del 20%) a partir de leche en polvo entera reconstituida; se pasteurizó y se homogenizó adecuadamente para reducir el tamaño de los glóbulos grasos y permitir la liberación de las moléculas de colesterol, que se encuentran principalmente en el interior de los mismos, favoreciendo su interacción con el β-CD y su posterior extracción por centrifugación. Para la extracción de colesterol se agregó β-CD en cantidades adecuadas sobre la mezcla, agitando para favorecer la formación del complejo de inclusión. Finalmente se procedió a eliminar el complejo colesterol-β-CD por centrifugación a temperatura controlada durante un tiempo adecuado en función al volumen tratado.

Se calentó el sobrenadante para favorecer la disolución de los aditivos e ingredientes exentos de colesterol: WPC 35/LPD (variable), almidón modificado, gelatina, espina corona, estabilizante y sorbato de potasio. Se trató la muestra a 75°C durante 5 minutos, para favorecer la hidratación de los aditivos en polvo incorporados y para desnaturalizar las proteínas de suero, favoreciendo su asociación a las caseínas. Se enfrió para adicionar el citrato de calcio (variable), dado que es termosensible y a temperaturas mayores precipita y pierde biodisponibilidad. Posteriormente se adicionó cuajo bovino, un microorganismo probiótico (*L. rhamnosus*) y el cultivo iniciador/acidificante; se procedió con la fermentación, manteniendo el sistema en reposo total para permitir que el gel obtenido sea óptimo (Spreer, 1991). A pH pre-establecido se detuvo la fermentación, se homogenizó para mejorar las características texturales del producto, como suavidad al

Tabla 1. Factores en valores reales y codificados

Experiencia	Variables del diseño			
	[Ca]		[Cas]	
	(ppm)	Codificada	(%m/m)	Codificada
1 ^c	545	0	0,98	0
2	90	-1	0,178	-1
3	1000	1	0,178	-1
4	90	-1	1,782	1
5	1000	1	1,782	1
6	545	0	0,178	-1
7	545	0	1,782	1
8	90	-1	0,98	0
9	1000	1	0,98	0

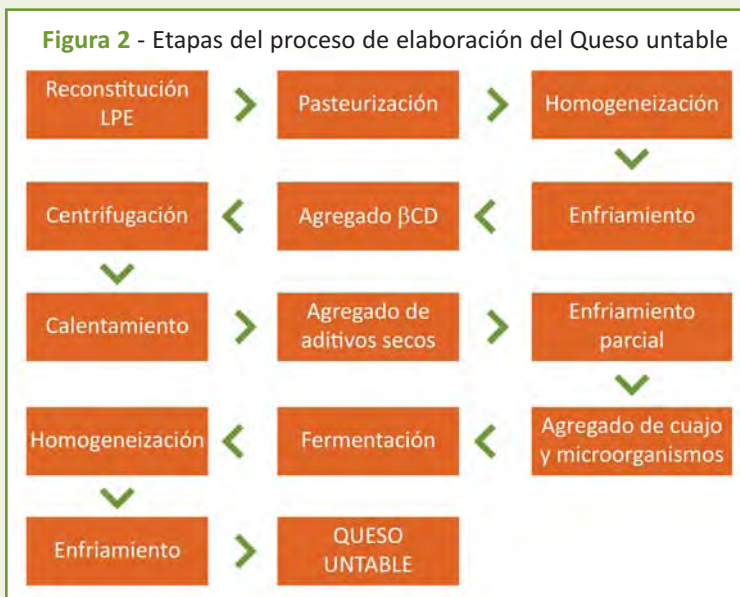
c: experiencia central

paladar y brillo superficial, se enfrió y se almacenó a 5°C. La figura 2 muestra un diagrama de bloques del proceso de obtención.

Determinación del contenido de colesterol

La concentración de colesterol fue determinada por un método enzimático-colorimétrico, donde la producción de color por parte de la reacción enzimática es proporcional al contenido de colesterol en el medio. Sobre muestras de la base láctea inicial antes y después de la extracción de colesterol, saponificadas, se extrajo el colesterol con n-hexano, debido a que éste pertenece a la fracción insaponificable de la leche. Luego, una vez evaporado el solvente orgánico, se diluyó el colesterol en alcohol isopropílico y se hizo reaccionar con la enzima, cuantificando la producción de color mediante espectrofotometría, a longitud de onda 510 nm. Posteriormente se calcularon los mg% contenidos en la matriz antes y después del tratamiento con β-CD, y el porcentaje de extracción (Colombatti, 2009).

Figura 2 - Etapas del proceso de elaboración del Queso untable



Recuento del microorganismo probiótico

Para el recuento del microorganismo probiótico adicionado -una cepa perteneciente al género y especie *Lactobacillus rhamnosus*- fue necesario un recuento selectivo y diferencial, debido a la presencia de otras bacterias ácido-lácticas, constituyentes del cultivo iniciador (*Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*). Para ello resultó efectiva la utilización del medio de cultivo MRS adicionado de bilis como compuesto inhibidor del cultivo iniciador (MRS-B) (Vinderola y col.; 2000). Por dilución decimal seriada, esparcida en placas agarizadas de MRS-B, incubadas aeróbicamente a 37°C por 72 h, se obtuvieron las UFC/gr en el producto (Vinderola y Reinheimer; 1999).

Determinaciones reométricas

Se evaluaron los productos con un viscosímetro de cilindros concéntricos (Haake RV3 Rotovisco, Mess-Technik, Alemania) a $10.0 \pm 0.5^\circ\text{C}$. En base a los reogramas de Esfuerzo de Corte (τ), variable asociada a la fuerza que hay que ejercer para deformar y/o mover un fluido, y en función del Gradiente de Deformación (δ), variable asociada al movimiento del producto (flujo), se calcularon los parámetros reológicos (PR): Índice de Consistencia (Ks) e Índice de Velocidad de Decrecimiento de la Viscosidad Aparente en función del gradiente de deformación (m) a partir de un modelo reológico derivado (Ec.II) de la Ley de Potencia (Ec. I), en base a la curva ascendente (tratamiento mecánico bajo). Se calculó además el Índice de

Tixotropía (IT) a partir del área encerrada entre las curvas (histéresis) del reograma τ vs. δ (Ec. III).

A partir de reogramas de τ en función del tiempo de acción mecánica sobre la muestra (cizallamiento) (t), $a\delta = 50 \text{ s}^{-1}$ mantenido constante (gradiente utilizado en una masticación normal), aplicando un modelo derivado del modelo de Weltman (Ec. IV), se hallaron la Viscosidad Máxima Inicial del coágulo (A) y el Coeficiente de Ruptura Estructural/Tixotrópica (B). La significancia de los distintos parámetros se expone en tabla 2.

$$\tau = K \cdot \gamma^n \quad (I)$$

$$\begin{aligned} \ln \tau / \gamma^n = \ln \mu_a = \ln K + (n-1) \cdot \ln \gamma = \\ \ln K + n \cdot \ln \gamma \end{aligned} \quad (II)$$

$$IT = \Delta \gamma \cdot \Sigma (\tau_{up} - \tau_{low}) \quad (III)$$

$$\mu = A + B \cdot \ln t \quad (IV)$$

Análisis de perfil de textura

Mediante la realización de un perfil de doble penetración (Figura 3) con el equipo Instron BLUEHILL®, a 30mm de profundidad en la muestra de producto contenido en una probeta de 36 mm de diámetro, a velocidad 1mm/s, con un penetrómetro de 12 mm de diámetro, se obtuvo la curva de Fuerza (Newton) vs Tiempo de penetración (segundos) y se determinaron la dureza (D),

Tabla 2. Parámetros reológicos y sus significados.

Parámetro	Asociado a:
K	Consistencia y viscosidad.
m	Velocidad de decrecimiento de la viscosidad aparente en función del gradiente de deformación, relacionado al comportamiento newtoniano o no newtoniano del fluido. Es una medida de la firmeza / resistencia del coágulo o matriz a la acción mecánica.
IT	Presencia de enlaces principalmente no covalentes (polares, hidrofóbicos, puente de H, etc.), complementarios en la matriz, que producen una estructura más firme y estable.
A	Viscosidad y resistencia inicial a la deformación estructural y posterior fluidez.
B	La velocidad con que se destruyen principalmente los enlaces no covalentes y la estructura.



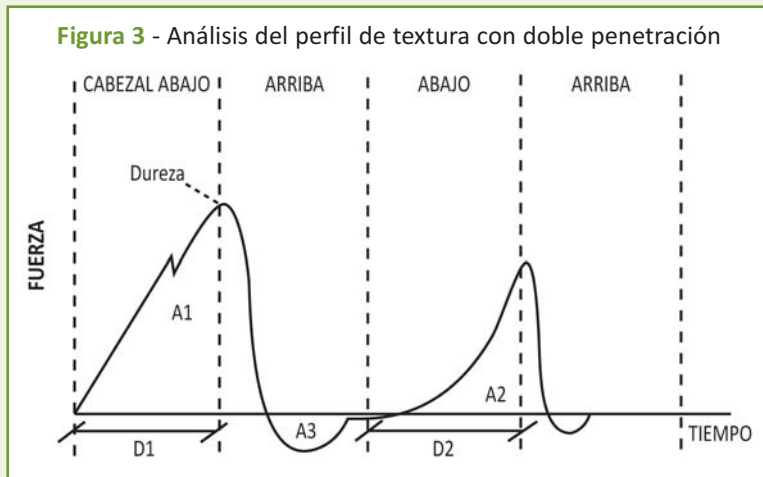
**Alquiler y venta
de Contenedores
Refrigerados.**
Una Solución Inmediata y Confiable.

José Nanini 3775. Colonia Caroya
Córdoba | CP 5223 / Argentina
info@reeferline.com.ar
03525-468993
www.reeferline.com.ar

Reeferline
Contenedores Refrigerados

APTOS PARA ALIMENTOS FRESCOS Y CONGELADOS / PRACTICOS / SEGUROS

Figura 3 - Análisis del perfil de textura con doble penetración



cohesividad (C), adhesividad (Ad), gomosidad (Go), elasticidad (E) y masticabilidad (M) del producto (Santini y col., 2007). En la tabla 3 aparece la definición de cada parámetro textural.

Estabilidad durante el almacenamiento

Se calculó la variación porcentual de los parámetros calculados entre el principio y el final de la vida útil, de acuerdo a Ecuación V, donde Ri es el valor del parámetro al inicio y Rf al final de la vida útil del producto.

$$V\% = \text{Abs} \left[\frac{(Rf - Ri)}{(Rf + Ri) / 2} \right] 100 \quad (V)$$

Análisis estadístico

Los valores de los parámetros a diferentes tiempos y su variación porcentual a lo largo de la vida útil (V%) fue-

ron correlacionados con las variables (factores) del diseño experimental, codificadas (Figura 1 - tabla 1) por regresión múltiple (Statgraphics Plus 5.1, SGC, 2000), según Ecuación VI, donde R es la respuesta analizada (parámetros cuantificados), bi son los coeficientes de cada término y Xi las variables. Los modelos matemáticos que se obtienen permiten predecir y describir el comportamiento del sistema en estudio, en cuanto a un cambio en la formulación.

$$R = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_{11}X_{12} + b_{22}X_{22} + b_{12}X_1X_2 + \text{error} \quad (VI)$$

Resultados y discusión

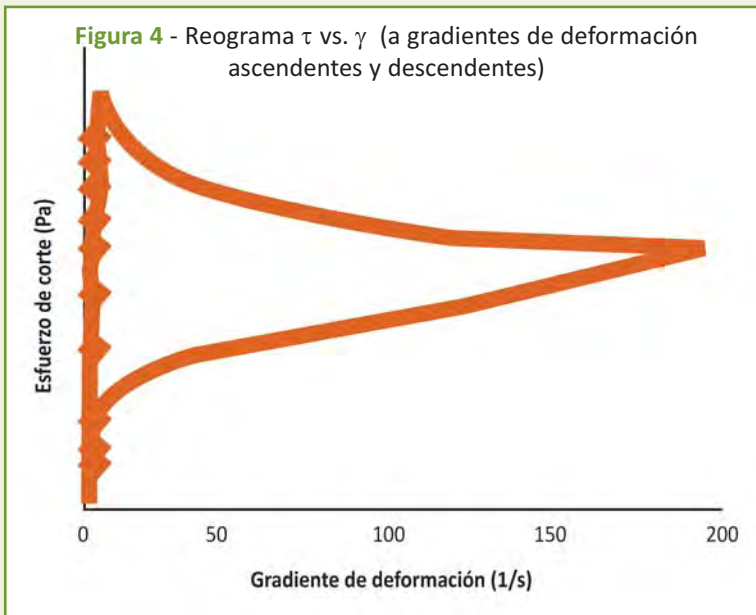
Reducción del contenido de colesterol

La extracción de colesterol fue de $93,68 \pm 0,35\%$, correspondiendo a concentraciones de colesterol en la base inicial no tratada de $25,59 \pm 0,10 \text{ mg}/100 \text{ g}$ y de $1,62 \pm 0,19 \text{ mg}/100 \text{ g}$ en la base láctea inicial tratada con β -CD. Según el CAA, con la designación de "Alimento Dietético sin Colesterol" se entiende a aquellos que normalmente lo contienen pero que han sido elaborados sólo con materias primas que no aporten colesterol o los que mediante un adecuado proceso tecnológico logren eliminar totalmente el colesterol de su composición normal. Aclara además que los términos "exento" o "sin" pueden utilizarse si el producto contiene un máximo de 5 mg de colesterol/100 g de producto, cumpliendo además, con un contenido máximo de 1,5 g de grasas saturadas/100 g de producto. En este caso, el contenido de colesterol del producto final es

Tabla 3. Parámetros texturales y sus definiciones

Parámetro	Descripción física	Descripción gráfica
Dureza (D)	Fuerza necesaria para obtener una deformación dada o para lograr la penetración de un objeto en el producto.	Fuerza máxima ejercida en el primer ciclo.
Cohesividad (C)	Grado en que un material puede ser deformado antes de alcanzar su punto de ruptura. Es un indicador de la viscoelasticidad del alimento.	Relación entre las áreas del segundo y primer ciclo positivo (A_2/A_1).
Adhesividad (Ad)	Simula la fuerza requerida para retirar con la lengua el alimento que se queda adherido a la boca (paladar, dientes o labios) bajo condiciones normales de masticación.	Fuerza necesaria para separar el elemento compresor de la muestra, en el movimiento ascendente del 1er ciclo. Área negativa (A_3).
Elasticidad (E)	Grado en que una estructura recupera su posición original, luego de que cesa la fuerza deformante.	Relación: D_2/D_1
Gomosidad (Go)	Energía requerida para desintegrar un alimento semi-sólido cuando es colocado en la boca y movido entre la lengua y el paladar.	Dureza * Cohesividad ($D * C$).
Masticabilidad (M)	Es la facilidad con que se desintegra un alimento en la boca y se mezcla con la saliva.	Dureza * Elasticidad * Cohesividad ($D * E * C$).

Figura 4 - Reograma τ vs. γ (a gradientes de deformación ascendentes y descendentes)



menor a 5 mg%, pero contiene aproximadamente un 6% de materia grasa, por lo que el contenido de ácidos grasos saturados se aproxima al 4%, impidiendo así catalogarlo como producto "sin" colesterol. Pero puede rotularse con la leyenda "reducido en un ... %" (ASSAL).

Supervivencia de los microorganismos probióticos

Se obtuvieron recuentos del microorganismo probiótico ensayado (*L. rhamnosus*) superiores a 1.10^7 UFC/g tanto a principios como a fines de la vida útil del producto. Según el CAA, con la denominación de "Alimento con Probióticos" se entiende aquel alimento con una carga de células viables que deberá estar comprendida entre 10^6 y 10^9 UFC/g durante su período de duración mínima, por lo que podemos entonces catalogar como Alimento con Probiótico al queso untable desarrollado. En base a diferentes estudios se ha observado que el nivel mínimo aconsejable de células viables, en productos lácteos que son consumidos regularmente para obtener un efecto probiótico en el consumidor, va desde 10^5 - 10^6 UFC/g,

con una ingesta semanal aconsejada de 300 a 400 g, hasta 10^7 - 10^8 UFC/g con un consumo diario de al menos 100 g (Reinheimer y Zalazar, 2006).

Comportamiento reológico y textural

Se obtuvieron productos muy tixotrópicos, lo que se evidencia por el formato de los reogramas τ vs. δ obtenidos (Figura 4). La curva obtenida variando el gradiente entre 0 y 200 s^{-1} es superior a la obtenida entre 200 y 0 s^{-1} . El pico presente en la curva superior y la gran área encerrada entre ambas indica una alta dependencia del comportamiento del fluido en función del gradiente (velocidad y tiempo) de deformación, representando la magnitud de ruptura estructural ocasionada durante el ciclo de deformación, en otras palabras, la energía requerida para eliminar la influencia de la tixotropía por unidad de tiempo y volumen (Rozycki y Seguro, 1995).

Se puede definir un fluido tixotrópico como aquel en el cual la viscosidad aparente decrece con el tiempo de acción mecánica, fluidificándose, pero el cambio es reversible al menos parcialmente, retornando a su estado original luego de un tiempo variable de reposo. En cambio, un fluido *shear thinning* es aquel que sufre un cambio irreversible. Generalmente los productos alimenticios tienen un comportamiento intermedio, porque no son materiales ideales (Bourne, 2002).

En general, K_s , IT, A y B fueron mayores a mediados y al final de la vida útil, mientras m decreció, significando que la consistencia (K), tixotropía (IT), viscosidad inicial (A) y velocidad de ruptura estructural del producto (B), aumentan con el tiempo de vida útil, mientras su comportamiento se aleja del newtoniano (que es aquel que posee viscosidad constante, independiente de la acción mecánica ejercida); es decir, su com-

División Lácteos

- Pinturas y Cobertura para Quesos
- Recubrimiento para Quesos
NAPLAS. Efectiva protección contra mohos y levaduras en el estacionamiento de los quesos.
Colores a medida
Uso manual, spray e inmersión
- Sales Fundentes Carrageninas

Carabobo 2087 (B1753FZG) Villa Luzuriaga - Provincia de Bs. As. - Argentina
Tel.: (54 11) 4659-8684/7998 - cordis@cordis.com.ar - www.cordis.com.ar



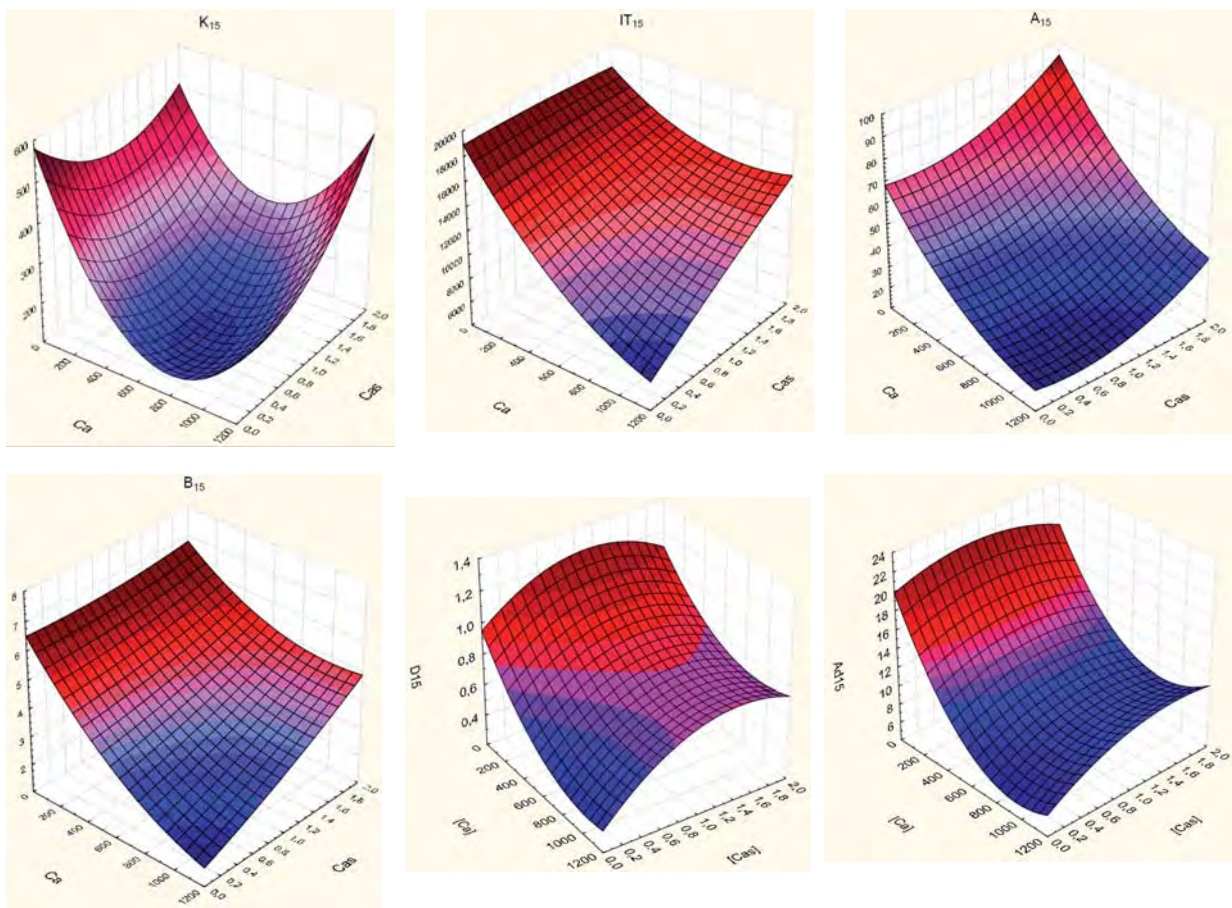
Cordis

ingredientes funcionales



Calidad.
Un compromiso Cordis.

Figura 5 - Superficies de respuesta de los valores de K, IT, A, B (parámetros reológicos), D y Ad (parámetros texturales), a los 15 días de almacenamiento



portamiento reológico durante la vida útil es más dependiente de la acción mecánica que se ejerza sobre el producto, debiendo evaluarse adecuadamente esta característica, ya que influye sobre las características reológicas y texturales del mismo y su estabilidad sensorial.

En lo que respecta a su relación con las variables de diseño, Ks, m, IT, A y B mostraron influencia inversa por parte de la concentración de calcio ([Ca]) y directa por parte de la concentración de caseína ([Cas]) sobre los mismos. En la figura 5 se observan las superficies de respuesta de algunos parámetros calculados, a mitad de vida útil (15 días de almacenamiento), en las cuales se observa que la magnitud de los efectos por parte de estas dos concentraciones (variables del diseño experimental) se encuentran en un mismo orden de influencia, sin observarse zonas de máximos en el rango estudiado, sino que los parámetros responden a curvas crecientes a menor contenido de calcio y mayor contenido de caseína adicionada. Por ende, el aumento de la concentración de calcio y la disminución de la concentración de caseína (en las concentraciones utilizadas en este trabajo), producen un incremento de los parámetros investigados, haciendo que el producto resulte más

viscoso y consistente, más dependiente reológica y texturalmente del tiempo de acción mecánica, con mayor firmeza inicial y más susceptible a la ruptura estructural al ejercer una acción mecánica sobre el mismo.

En cuanto a los parámetros texturales, D, Ad, Go y M aumentaron con el tiempo de almacenamiento, mientras C disminuyó, significando que el producto adquirió mayor dureza y adhesividad en el transcurso de su vida útil, perdiendo cohesividad. Esto se condice con el aumento de consistencia y velocidad de ruptura estructural, mencionados anteriormente. Nuevamente el factor [Ca] influyó inversamente y [Cas] lo hizo en modo directo.

Los parámetros reológicos obtenidos en función del gradiente de deformación y del tiempo de acción mecánica (cizallamiento), y los texturales, fueron calculados en ensayos independientes; sin embargo para principios, mediados y fines de la vida útil se observó una tendencia similar en la influencia de [Ca], que es cada vez mayor respecto a la de la [Cas] a medida que transcurre el tiempo de almacenamiento. En la tabla 4 se presentan las ecuaciones que modelan matemáticamente el comportamiento de los diferentes parámetros

Tabla 4. Comportamiento de los parámetros reológicos y texturales a mediados de la vida útil.

Modelos	R2	P
IT15 = 14077,20 -3249,34[Ca] +1266,65[Cas] +1559,83 [Ca][Cas]	0,912	0,0005
A15 = 47,73 -20,26[Ca] +9,17[Cas]	0,903	0,0003
Ks15 = 168,99 -87,90[Ca] +29,69[Cas] +57,64[Ca][Cas] +113,65[Ca]2 +62,22[Cas]2	0,945	0,0416
B15 = 4,68 -1,41[Ca] +0,64[Cas] +0,44[Ca][Cas]	0,992	0,0011
ms15 = 0,978 -0,020[Ca] +0,002[Cas] -0,049[Ca][Cas] -0,057[Ca]2 -0,046[Cas]2	0,913	0,0803
D15 = 0,482 -0,083[Ca] +0,088[Cas] +0,059 [Ca]2 -0,028[Cas]2	0,984	0,0001
C15 = 0,639 +0,040[Ca] +0,016[Cas] -0,009[Ca][Cas] -0,0136[Ca]2 +0,055[Cas]2	0,991	0,0001
Ad15 = 15,44 -4,03[Ca] +0,56[Cas] +1,90[Ca]2 -4,72[Cas]2	0,948	0,0001
Go15 = 0,476 -0,090[Ca] +0,093[Cas] +0,062[Ca]2	0,910	0,0016
M15 = 0,482 -0,083[Ca] +0,087[Cas] +0,059[Ca]2 -0,028[Cas]2	0,984	0,0001

R2: Parámetro estadístico indicador de la bondad de ajuste de los modelos a los datos experimentales; R2 > 0,90: buen ajuste; R2 > 0,95: muy buen ajuste; R2 > 0,99: ajuste excelente. p: Parámetro estadístico indicador de la significancia del modelo; p < 0,05 significa modelo estadísticamente significativo con un nivel de confianza de 95%; p < 0,10, modelo estadísticamente significativo con un nivel de confianza del 90 %.

reológicos y texturales a mitad de vida útil, que se considera que es el tiempo más representativo del momento de consumo del producto fresco estudiado.

Estabilidad durante la vida útil

Observando el efecto de las variables estudiadas ([Ca] y [Cas]) sobre las variaciones porcentuales de los parámetros cuantificados, entre principios y fin de la vida útil, se observa que existe una influencia inversa tanto por parte de [Ca] como de [Cas] en la variación de las características reológicas y texturales, es decir, a mayores valores de [Ca] y [Cas] menos variaciones hay en función del tiempo de almacenamiento y, por ende, más estable es el producto durante este período.

Para finalizar, a partir del estudio de la influencia de las variables se observa que la concentración de calcio adicionado actuó de manera inversa sobre todos los parámetros evaluados, obteniéndose un producto de menor cuerpo y firmeza a elevadas concentraciones. La adición de calcio en bajas concentraciones (<50 mM = 200 ppm), que suelen ser las dosis utilizadas en la fabricación de quesos no untables, reduce el tiempo de coagulación e incrementa la velocidad de endurecimiento del gel por neutralización de los grupos cargados negativamente presentes en la superficie de la micela y la formación de enlaces, pero las altas concentraciones (>100 mM = 400 ppm), que es el caso de dos de los tres niveles estudiados, reducen la velocidad de endurecimiento

Cumplimos 20 años desarrollando Colores en la Industria Alimenticia



COLORANTES NATURALES

Carmín de Cochinilla - Rojo Carmín Ácido Resistente
 Carmín Laca 52% - Carmín Liposoluble
 Ácido Carmínico
 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

del gel, probablemente por incrementar las cargas superficiales positivas de las micelas y desfavorecer su interacción. Además, el citrato por su efecto quelante puede sustraer calcio ligado a las micelas, compitiendo con los grupos fosfatos de las mismas, reduciendo la firmeza y consistencia del gel (McSweeney y Fox, 2009). Mientras tanto, la concentración de caseína adicionada actuó de manera directa sobre los parámetros estudiados, generando una matriz más consistente, esto se debe a que a elevadas concentraciones de caseína, mayor es la concentración de micelas y sitios reactivos, y por lo tanto mayores sus interacciones entre sí, con las proteínas de suero, los hidrocoloides y el calcio presentes en la matriz, aumentando la formación de enlaces que generan una estructura más sólida y resistente del coágulo, contrarrestando en parte el efecto generado por el exceso de citrato de calcio en el medio.

Conclusiones

Se obtuvo un queso untable "fuente de proteínas", "magro" y "reducido en grasas", según su composición química y el CAA, con colesterol reducido en más del 90%, de alta actividad acuosa, lo que junto con su mayor pH respecto de las leches fermentadas le otorga muy buena capacidad para ser vehículo portador de microorganismos probióticos.

Este producto puede ser adicionado con citrato de calcio en niveles que permiten clasificarlo como fortificado con calcio, 1000 ppm (nivel máximo estudiado para factor [Ca]), supliendo parcialmente la pérdida de consistencia y viscosidad con el agregado de caseína en su mayor nivel estudiado, 1.78% m/m, lo cual se corresponde con una relación 1:10 para WPC 35/LPD, para fortalecer la estructura de la matriz y así lograr un producto final de características reológicas y texturales adecuadas, para su producción a gran escala y consumo masivo.

Las formulaciones desarrolladas permitieron obtener un producto muy estable durante el almacenamiento, manteniendo adecuadas características organolépticas durante toda la vida útil. Además, el proceso de obtención desarrollado no implica desuerado, como los otros quesos similares de mercado, permitiendo un alto rendimiento con respecto a la cantidad de materia prima utilizada y evitando el manejo de un efluente (suero) difícil y costoso.

Por último, se utilizaron en su formulación materias primas en polvo, obteniéndose un producto de muy buenas características reológicas, texturales y sensoriales (no explicitadas en este trabajo), que permiten su producción en zonas y países que no poseen una industria lechera afianzada y desarrollada en gran escala.

Referencias bibliográficas

- ASSAL, Agencia Santafesina de Seguridad Alimentaria, Santa Fe, Argentina.
- Astray, G.; Gonzalez-Barreiro, C.; Mejuto, J.C.; Rial-Otero, R.; Simal-Gándara, J. 2009. A review on the use of cyclodextrins in foods. *Food Hydrocolloids* 23 1631-1640.
- Bourne, M. 2002. *Food Texture and Viscosity. Concept and Measurement*. 2nd ed. Food Science and Technology.
- Colombatti, F. 2009. Optimización de las condiciones de extracción de colesterol de la leche mediante el uso de α -ciclodextrina. Tesis de Licenciatura en Biotecnología. FBCB-UNL.
- Gerstner, G. 2002. Dairy products: the calcium challenge. Special reprint from *International food ingredients* N°3 45-48.
- Gerstner, G. 2003. How to fortify beverages with calcium. *Food Marketing and Technology*. October 2003.
- Ley 18284 18/07/69 Código Alimentario Argentino (CAA), Decreto 2126/71 Reglamentario de la Ley 18284.
- Mayes, P.; Murray, R.; Granner, D.; Rodwell, V. 1997. *Bioquímica de Harper*. 14a edición. Editorial El manual moderno S.A., México.
- McSweeney P. y Fox, P. 2009. *Advanced Dairy Chemistry*. Volume III. Lactose, wáter, salts and minor components. 3rd edition.
- Parodi, P. W. (2009). Has the association between saturated fatty acids, serum cholesterol and coronary heart disease been over emphasized? *Int. Dairy J.* 19: 345-361.
- Reinheimer, J.; Zalazar, C. 2006. *Avances de Microbiología, Bioquímica y Tecnología de Quesos*. Ediciones UNL.
- Rozycki, S.; Seguro, E. 1995. Yogur: Cuantificación e influencia de los parámetros reológicos. *Revista argentina de Lactología* 11 39-57.
- Santini, Z.; Alsina, D.; Athaus, R.; Meinardi, C.; Freyre, M.; Díaz, J.; González, C. 2007. Evaluación de la textura en quesos de oveja. *Aplicaciones del análisis factorial discriminante*. *Revista Fave - Ciencias Agrarias* 5/6 1-2.
- Shim, S.; Ahn, J.; Kwak, H. 2003. Functional Properties of Cholesterol-Removed Whipping Cream Treated by α -Cyclodextrin. *J. Dairy Sci.* 86:27672772.
- Spreer, E. (1991). *Lactología industrial*. 2da. ed. Ed. Acribia. Zaragoza, España.
- Valencia García, F.; Román Morales, M.; Cardona Sánchez, D. 2011. El calcio en el desarrollo de alimentos funcionales. *Revista Lassallista de investigación*, vol. 8, n°1. Colombia.
- Vinderola, C.; Reinheimer, J. 1999. Culture media for the enumeration of *Bifidobacterium bifidum* and *Lactobacillus acidophilus* in the presence of yoghurt bacteria. *International Dairy Journal* 9 497-505.
- Vinderola, C.; Reinheimer, J. 2000. Enumeration of *Lactobacillus casei* in the presence of *L. acidophilus*, *bifidobacteria* and lactic starter bacteria in fermented dairy products. *International Dairy Journal* 10 271-275.



carmat
Maquinaria para la Industria Alimenticia

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

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

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.

QD CONSULTING

Campos Salles 2288 (1429) CABA - Argentina
 Planta piloto: Matheu 2126 -Villa Maipú- San Martín
 Tel.: (54 11) 4702-2292
 info@qdconsulting.com.ar, www.qdconsulting.com.ar
 Desarrollo de productos. Diseño de plantas. Gestión de calidad. Capacitación. Auditorías. Programas de muestreo y análisis de alimentos. Servicio de ingeniería al servicio de su proyecto.

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)

RECOR S.R.L.

Av. 25 de Mayo 963 (3500) Resistencia - Chaco
 Tel.: (54 3722) 424201
 recorsrl@arnetbiz.com.ar
 Importador - Exportador. Materias primas, maquinarias y envases para heladerías, rotiserías, panaderías, confiterías, condimentos.

RINNA

Calle 135 N° 2719 (1650)
 Villa Libertad - San Martín - Bs. As. - Argentina
 Tel./Fax: (54 11) 4734-8866
 info@rinna.com.ar www.rinna.com.ar
 Máquinarias y equipos para heladerías y fábricas de helado.

SAMAL QUÍMICA

Bv. Santa Fé 999 (5949) - Alicia - Córdoba
 Tel./ Fax: 03533 496059/ 082/ 300/ 446
 samalquimica@cespalnet.com.ar

SHARTY

Entre Ríos 672 (B1753ASN)
 Villa Luzuriaga - Bs. As. - Argentina
 Tel.: (54 11) 4443-4224 / 4659-9161
 sharty@sharty.com.ar - www.sharty.com.ar
 Materias primas para heladerías y confiterías

SIMES S.A.

Av. Facundo Zuviria 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.

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
 Soluciones en refrigeración industrial. Instalación de proyectos frigoríficos "llave en mano".

Índice de Anunciantes

ADICOL	47	GLUTAL	14
ANEKO	T	HÖKEN	3
ASEMA	41	ILOLAY	CT
BAUDUCCO	1	INCLEOS	53
BIA CONSULT	23	INDUSTRIAS DG	35
BORNEMANN	31	ING. LÓPEZ	37
BUSCH	19	JDULUC	18
CARMAT	48	JEFFERSON	15
CHR. HANSEN	RT	LIPOTECH	19
COOL TAINER	33	LOS CANTONES	5
CORDIS	45	NUTRALIA	59
CUCHILLAS DUPER	17	REEFER LINE	43
DESINMEC	11	SAMAL QUIMICA	26
EDELFLIX	RCT	SIMES	15
FISA	49	TESTO	27
FRIO RAF	28	VMC	51

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

En Brasil: Rua Amaro Cavalheiro, 28
 Pinheiros - SP - Cep: 05425-010
 Tel: 11 - 3813-1808 - Cel: 11 - 9892-9123
 publitecbrasil@terra.com.br - www.publitecbrasil.com.br
Esta revista es propiedad de Publitec S.A.E.C.Y.M.

Propiedad Intelectual: 858775

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

Publitec es miembro de:



Revistas online en: **www.publitec.com**

Diciembre 2012

**EL DULCE ORGULLO
DE SER ARGENTINO**



Williner

www.ilolay.com.ar