

## DETECCIÓN DE SUERO DE QUESO EN LECHE EN POLVO POR ISOELECTROENFOQUE

Susana B. FATTORI\*\*, Adriana I. GARBINI\*\*,  
Maximiliano E. KNECHER\*\*\*, Oscar Zubieta\*

\* Director del Instituto Nacional de Alimentos

\*\* Departamento de Control y Desarrollo del  
Instituto Nacional de Alimentos

\*\*\* Alumno de la Licenciatura en Ciencia y Tecnología de Alimentos de la UBA, práctica profesional

### Resumen

Se desarrolló un método para la detección de glucomacropéptido, presente en suero de queso en leche en polvo, por isoelectroenfoco en gel de poliacrilamida.

Se utilizaron muestras de leches en polvo genuinas, leches en polvo de las que se sospechaba adulteración con suero, sueros de queso en polvo y líquido, suero de ricota, suero de manteca y mezclas de leche genuina con suero de queso, en diversas proporciones.

El isoelectroenfoco, aunque no permitió comprobar fehacientemente la presencia del péptido en las leches sospechosas, presentó en algunas de las muestras un perfil de proteínas similar al de los controles positivos, indicando que las leches fueron adulteradas con suero de quesos.

Se realizaron determinaciones físico-químicas: contenido de humedad, de cenizas, de materia grasa, índice de insolubilidad y acidez titulable, con el objeto de verificar su composición. Los resultados del análisis físico-químico indicaron que, de las 6 muestras de leche analizadas, solamente una de ellas cumplió con los requisitos exigidos por la legislación para la leche en polvo.

Realizando investigaciones posteriores, el método podría ser puesto a punto para la

detección y cuantificación de ese tipo de adulteración.

Palabras Clave

Leche / suero / GMP / adulteración / IEF

### Introducción

La leche es un alimento básico en la dieta de gran parte de la población mundial; la consumen personas de todas las edades, clases sociales y culturas. "La leche es el alimento más completo para el ser humano, por sus incomparables características nutricionales. Contiene proteínas de alto valor biológico, diversas vitaminas y minerales imprescindibles para la nutrición humana, y es la fuente por excelencia del calcio dietario. Por estas razones, la leche es un alimento insustituible en la alimentación de las personas".[1]

El secado de la leche es un proceso que se realiza con el objeto de aumentar su vida útil. Consiste en eliminar la mayor cantidad posible de agua del mismo; se busca obtener un producto estable por largos períodos de tiempo y de la máxima calidad nutricional y organoléptica. El proceso de secado se lleva a cabo, normalmente, mediante secado por spray o en tambor, siendo el primero el método más utilizado.

El Código Alimentario Argentino (CAA), en el Artículo 567, [2] establece: "La leche en polvo deberá contener solamente las proteínas, azúcares, grasas y sustancias minerales de la leche, y en las mismas proporciones relativas, salvo por las modificaciones originadas por un proceso tecnológicamente adecuado".

La Norma del Codex para las leches en polvo [3] especifica: "El contenido de grasa y/o proteínas podrá ajustarse únicamente para cum-

plir con los requisitos de composición, mediante adición y/o extracción de los constituyentes de la leche, de manera que no se modifique la proporción entre la proteína del suero y la caseína de la leche utilizada como materia prima”.

Ambas normativas hacen hincapié en el hecho de que los únicos elementos de la leche que se pueden encontrar en el producto final son aquellos constitutivos provenientes del alimento original, quedando prohibido el agregado de cualquier sustancia (proteínas o lípidos), aun aquellas provenientes de subproductos de la industria láctea, como el suero de queso.

El suero de queso es el subproducto líquido obtenido de la elaboración del queso, como consecuencia de la separación de la cuajada después de la coagulación de la leche. La coagulación se obtiene mediante la acción de enzimas del cuajo, obteniéndose los llamados sueros dulces. El suero ácido es el subproducto líquido obtenido durante la elaboración del queso por separación de la cuajada tras la acidificación con ácido acético 10% p/v [4]. Los sueros en polvo son productos lácteos obtenidos por medio del secado del suero o del suero ácido.

La adición de estos derivados lácteos no es perjudicial para la salud del consumidor, pero representa una adulteración, permitiendo a los productores que incurren en ella comercializar su producto a un precio menor. El suero, por tratarse de un subproducto de la industria, es de menor valor, aunque su valorización funcional y tecnológica sea indiscutible [5]. Cabe aclarar que la adición de sueros en polvo está autorizada como ingrediente opcional en algunos alimentos lácteos, como por ejemplo la crema de leche, leches fermentadas, dulce de leche y algunos tipos de quesos [3].

La detección de adulteraciones con subproductos lácteos resulta difícil, ya que el producto final no posee compuestos extraños a su composición. Sin embargo, existen varios métodos disponibles para corroborar el agregado de los mismos. Estos métodos pueden dividirse en métodos directos e indirectos.

Los métodos indirectos son aquellos que no determinan la presencia de un agente extraño, sino que detectan cambios en la proporción relativa de los componentes, como por ejemplo la relación proteína total/proteína soluble, la

cuantificación de grupos sulfhidrilos/gramo de proteína, la determinación del complejo cisteína-cistina, o la determinación del aumento de los niveles de amonio [6]. Los métodos directos son aquellos que sí detectan compuestos ajenos a su composición, como el glucomacropéptido (GMP). Estos métodos pueden ser gravimétricos, la técnica de cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) o la electroforesis en gel de poliacrilamida (PAGE).

El GMP es un péptido producto de la hidrólisis de la kappa ( $\kappa$ )-caseína por la enzima quimosina, la cual hidroliza la kappa ( $\kappa$ )-caseína de la leche a nivel del enlace fenilalanina-metionina (105-106), produciendo dos fragmentos: una porción hidrofílica, de carácter ácido, constituida por 64 aminoácidos, llamada GMP, la cual se mantiene en solución en el suero, y la otra porción es hidrofóbica, de carácter básico, compuesta por 105 aminoácidos, llamada paracaseína- $\kappa$ , la cual queda retenida en el coágulo [7].

La adulteración de leche con suero de queso ha sido comprobada por métodos electroforéticos en leche fluida y en leche deshidratada [6, 7]. Este método se fundamenta en que, bajo la influencia de un campo eléctrico, las moléculas y partículas cargadas migran hacia el electrodo de carga opuesta. Debido a sus cargas y masas, las moléculas de una mezcla migrarán a distintas velocidades relativas y serán separadas en fracciones simples [8].

El presente trabajo se focaliza en la detección de GMP, mediante la técnica de isoelectroenfoque. Su uso está limitado a la separación de moléculas anfotéricas como proteínas, péptidos y enzimas. Las moléculas se mueven, bajo la acción de un campo eléctrico, al ánodo o al cátodo, hasta que alcanzan la posición en el gradiente de pH, donde su carga neta es cero. Éste es el punto isoeléctrico (pI) del analito, donde el campo eléctrico no tiene influencia sobre él. Se espera detectar el GMP en un rango de pH de entre 4 y 5 [9].

El gradiente de pH es producido por el campo eléctrico aplicado. Antes de comenzar la corrida, casi todos los anfolitos carrier están cargados. Al aplicar el campo eléctrico, las moléculas con el menor pI migran hacia el ánodo y las de mayor pI migran hacia el cátodo, determinando el pH de su microambiente [8].

### *Materiales y Métodos*

Caracterización físico-química de muestras de leche empleadas.

Se realizaron los siguientes análisis físico-químicos sobre las muestras de leche en polvo y los sueros de quesería: materia grasa [10], humedad [11], índice de insolubilidad [12], acidez titulable [13] y cenizas [14].

### *Materiales*

Se utilizaron muestras de leche en polvo entera: de probada genuinidad, como controles negativos (muestras A y B) y otras de las cuales se sospechaba adulteración con suero de queso (muestras 1 a 6). Estas leches fueron reconstituidas en una proporción de 13% y 26% de sólidos totales p/p, siendo esta última la concentración usada en todas las corridas. Se obtuvieron y analizaron sueros ácidos obtenidos a partir de todas las leches.

Como controles positivos se emplearon: suero de queso líquido (suero 1), suero de queso en polvo parcialmente desmineralizado "Vacalin" (suero 2) y concentrado de suero de queso 35% en polvo (WPC) (suero 3). También se dispuso de suero de ricota y de manteca.

A fin de tener una aproximación cualitativa del porcentaje en peso de suero agregado, es decir cómo sería el patrón electroforético correspondiente a una muestra adulterada, se prepararon mezclas de leche en polvo genuina conteniendo 5, 10 y 15% de suero líquido, llevadas a 100 ml con agua destilada.

### *Métodos*

Las corridas de IEF se realizaron en una celda electroforética "Multiphor II", equipada con una unidad de enfriamiento "MultiTemp III" y una fuente "Electrophoresis Power Supply-EPS 3500 XL", de "Pharmacia Biotech".

Se utilizaron geles de poli(acrilamida) con gradiente de pH con anfolitos carrier. Los geles utilizados fueron "Ampholine PAGplate" de pH comprendidos entre 3,5 y 9,5 y entre 4 y 6,5 respectivamente. La siembra se realizó con control exacto de volumen con jeringa "Hamilton".

Geles de pH comprendido entre 3,5 y 9,5: las condiciones de la corrida fueron: 500V; 8mA; 8W durante media hora y 1500V; 50mA; 30W durante 1 h, utilizando buffers de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,05N en el ánodo (+) y de NaOH 0,25N en el cátodo (-). Todas las corridas se realizaron a 10°C.

Geles de pH ácido (4-6,5): las condiciones fueron: 500V; 8mA; 8W durante media hora y 2000V; 24mA; 24W durante 2 horas y media, utilizando buffers de CH<sub>3</sub>COOH 0,25N en el ánodo (+) y de NaOH 0,25N en el cátodo (-).

### *Concentración del glucomacropéptido*

A 50 ml de leche reconstituida, de suero o de mezclas suero-leche, se agregaron 25 ml de una solución de TCA 24 % p/v, se dejaron por 60 min. a temperatura ambiente, luego se las filtró. A 25 ml del filtrado se les agregó 8 ml de TCA 50%, manteniéndose por 60 min. bajo refrigeración. Luego de ese tiempo, los tubos fueron centrifugados durante 10 min. a 4°C y 7000 rpm. Se descartó el sobrenadante, se lavó el precipitado 2 veces con 10 ml de etanol y, luego de cada lavado, se centrifugó. El precipitado final se resuspendió en 300 µL de Buffer TRIS-HCl 0,05M; EDTA 1mM, pH 7,2 y se conservó a -18°C hasta su uso [7].

### *Siembra de muestras en el gel de corrida*

Geles de amplio rango de pH:

A fin de optimizar las condiciones experimentales para la detección de GMP y determinar el volumen adecuado para la siembra, así como también el pH de trabajo, se realizaron las siembras (Tabla 2.1).

Geles de pH ácido:

Dada la intensidad de las bandas correspondientes a cada una de las muestras, se resolvió que el volumen de siembra fuera de 20 µl para las leches, tanto para los controles como para las muestras sospechosas, de 20 µl para los sueros ácidos obtenidos, de 10 µl para los sueros de queso 1 y 2, y de 7,5 µl para el suero de queso 3 (Tabla 2.2).

Como los pl de las proteínas lácteas se encuentran en la zona de pH ácido ( $\beta$ -lactoglobulina: 5,2,  $\alpha$ -lactoalbúmina: 4,2-4,5, BSA: 4,7-4,9; 21), ese será el pH de trabajo utilizado para obtener buena separación de las bandas.

Tabla 2.1. Combinaciones experimentales correspondientes a las muestras sembradas en geles de amplio rango mismo y otras informaciones requeridas (Disp. Nº 3555/96).

pH	3,5-9,5					
Gel de exploración	Gel A		Gel B		Gel C	
	Muestra	Volumen	Muestra	Volumen	Muestra	Volume
	Control A	20 µl	Control A	20 µl	Control A	20 µl
	Control B	20 µl	Control B*	20 µl	Control B	20 µl
	Muestra 1	20 µl	Muestra 1*	20 µl	Muestra 1	20 µl
	Muestra 2	20 µl	Muestra 2*	20 µl	Muestra 2	20 µl
	Muestra 3	20 µl	Muestra 3*	20 µl	Muestra 3	20 µl
	Muestra 4	20 µl	Muestra 4*	20 µl	Muestra 4	20 µl
	Muestra 5	20 µl	Muestra 5*	20 µl	Muestra 5	20 µl
	Muestra 6	20 µl	Muestra 6*	20 µl	Muestra 6	20 µl
			Ácido A**	20 µl	Ácido A	20 µl
			Ácido 1**	20 µl	Ácido 1	20 µl
	Ricota	20 µl	Ricota*	20 µl	Ácido B	20 µl
	Suero 1	10 µl	Suero 1	10 µl	Suero 1	5 µl
		20 µl			Ácido 2	20 µl
	Suero 2	10 µl	Suero 2	10 µl	Suero 2	5 µl
		20 µl			Ácido 3	20 µl
	Suero 3	10 µl	Suero 3	10 µl	Suero 3	5 µl
		20 µl			Ácido 4, 5 y 6	20 µl
	Manteca	20 µl			TCA A, B, 1, 2, 3, 4, 5 y 6	20 µl

\* Sembrados para corroborar los resultados obtenidos anteriormente.

\*\* Sembrados para comprobar si se encontraban diferencias significativas entre estos sueros ácidos.  
Definiciones: Ácido: Suero ácido de la leche "x"; TCA: Filtrado obtenido luego de la primera precipitación con TCA;  
Suero: Suero de queso.

Tabla 2.2. Combinaciones experimentales correspondientes a las muestras sembradas en geles de pH ácido.

PH	4-6,5					
Gel de exploración	Gel D		Gel E		Gel F	
	Muestra	Volumen	Muestra	Volumen	Muestra	Volumen
	Control B	20 µl	Control B	20 µl	Muestra 1	15 µl
			Ácido B	20 µl	Muestra 2	15 µl
			Ácido B tratado*	20 µl	Muestra 3	15 µl
	Muestra 4	20 µl	Muestra 4	15 µl	Muestra 4	15 µl
	Ácido 4	20 µl	Ácido 4	15 µl	Ácido 4	15 µl
	Suero 1	10 µl	Suero 1	10 µl	Suero 1	10 µl
	Muestra 5	20 µl			Muestra 5	15 µl
			Suero 1 s/tratar*	10 µl	Suero 1 s/tratar*	10 µl
	Ácido 5	20 µl	Mezcla 5%	20 µl	Mezcla 5%	20 µl
	Ácido B	20 µl	Mezcla 10%	20 µl	Mezcla 10%	20 µl
	Suero 2	10 µl	Mezcla 15%	20 µl	Mezcla 15%	20 µl
	Suero 3	7,5 µl	Control B s/tratar*	10 µl	Control B s/tratar*	10 µl

\*s/tratar: sin recibir tratamiento de concentración de GMP - Tratado: con tratamiento para concentración de GMP.

•Gel E: para evitar el efecto de unión entre la muestra 4 y su suero ácido, y obtener bandas más lineales, se disminuyó el volumen sembrado de esta muestra y del mencionado suero. Como los sueros ácidos de la leche control y de la leche sospechosa presentan diferencias entre ellos, se decidió continuar sembrando ambos sueros.

•Gel F: para intentar mejorar las bandas (evitar o reducir los "rockets", es decir, bandas de proteínas con forma de pronunciada montaña) se disminuyó el amperaje de entrada de 8 a 4mA [15].

#### *Fijación, lavado y tinción del gel de corrida*

La fijación de las proteínas en el gel de poliacrilamida se realizó con una solución de TCA al 12% durante 1/2 hora, seguida de dos enjuagues de 15 minutos con una solución metanol: ácido acético: agua (4:1:5). La tinción de las bandas se realizó con Coomassie Blue al 0,1%, durante 1/2 hora, seguida de dos lavados con la solución de metanol: ácido acético: agua.

#### *Resultados*

##### Determinaciones físico-químicas

Tabla 3.1. Contenido de materia grasa, humedad, cenizas y proteína índice de insolubilidad, acidez titulable y observación microscópica de las muestras

Muestra	Materia Grasa (% m/m)	Humedad (% m/m)	Índice de insolubilidad (ml)	Cenizas (% m/m)	Acidez titulable (°D)	Proteínas (% m/m)*	Observación microscópica*
Control A	26,0	3,1	----	5,8	15,1	26,0	----
Control B	26,0	2,4	0,10	5,7	15,5	26,0	----
Muestra 1	20,5	2,6	0,25	5,8	15,7	21,9	cristales ajenos
Muestra 2	19,7	2,3	----	5,8	16,4	18,8	cristales ajenos
Muestra 3	20,2	2,1	----	5,4	15,5	----	cristales ajenos
Muestra 4	19,8	2,0	0,40	5,8	16,7	20,7	cristales ajenos
Muestra 5	25,2	2,7	0,15	5,9	14,5	20,6	cristales ajenos
Muestra 6	26,1	2,5	----	5,7	14,9	26,0	normal
Suero 1	Trazas	14,5**	----	0,8	21,6	----	----
Suero 2	1,9	2,8	----	6,0	17,6	----	cristales similares a los encontrados en las leches
Suero 3	4,9	6,5	----	7,4	21,2	----	cristales similares a los encontrados en las leches

\* Datos proporcionados por el laboratorio.

\*\* El valor informado se refiere al extracto seco, ya que se trata de suero líquido.

#### 3.2 Perfiles electroforéticos

Geles de amplio rango de pH:

\* Gel A: sólo se observaron bandas de proteína en la leche control A. Los sueros de manteca y ricota no presentaron bandas correspondientes a proteína. En los sueros de queso se observaron una serie no resuelta de bandas. Se obtuvo mejor resolución cuando el volumen de siembra fue de 10 µl. Todas las bandas se encontraron en la zona ácida del gel, lo que era esperable por tratarse de proteínas lácteas.

\* Gel B: la leche control A sigue siendo la única muestra que presenta bandas. Como se esperaba, no se observaron bandas del suero de ricota, por lo tanto se lo descartó. El suero ácido de la leche control dio similar resultado al suero ácido de la leche sospechosa. No se observaron bandas del suero de queso 3.

\* Gel C: se observaron bandas en todas las muestras de leche, menos en la muestra 6. Se observaron bandas en los sueros ácidos, pero no en los filtrados de TCA. Los resultados de los sueros de queso, con un volumen de siembra menor (5 µl) fueron poco satisfactorios.

#### *Geles de pH ácido:*

\* Gel D: las muestras de leche 4 y 5 mostraron un perfil similar, presentando dos bandas bien claras. Sus respectivos sueros ácidos presentaron mayor cantidad de bandas, algunas de las cuales eran de mayor intensidad. En ambos casos, las dos bandas más notorias de leche y suero ácido parecen continuarse, lo que sugirió que la cantidad de muestra sembrada podría estar en exceso y que estas bandas corresponden a la misma proteína.

La leche control B presenta una sola banda muy tenue, visible en el gel de corrida. Su suero ácido muestra dos bandas.

Los tres sueros de queso presentan bandas; el suero líquido (1) es el que presenta mejor resolución, y por eso se utilizó para preparar las mezclas de suero: leche.

Los sueros ácidos de las leches sospechosas tienen más bandas que el suero ácido de la leche control, posiblemente por presencia de especies agregadas covalentemente en las proteínas séricas de las primeras.

Comparando las bandas de las muestras

de leche sospechosa con las de los sueros dulces, las bandas de las leches muestras 4 y 5 parecen coincidir con dos de las bandas del suero 2. La comparación es mejor en el caso de la muestra 5, ya que fue sembrada adyacente al citado suero y sus bandas resultaron más lineales.

\* Gel E: la leche control B presenta una única banda muy tenue.

Muestra 4 y su suero ácido sin tratar: sembrando 15 µl mejoró la separación. El suero ácido muestra mayor cantidad de bandas que el suero ácido de la leche control. El perfil de la leche es similar al de las mezclas de leche genuina y suero.

El suero 1 tratado presenta menor cantidad de bandas que el suero sin tratar.

La mezcla de leche con 5% de suero presenta una sola banda; las mezclas con 10 y 15% dan dos bandas similares.

Las bandas no son rectas sino que presentan apariencia de ondas (rockets), lo cual podría deberse a una mala difusión de la muestra durante la siembra.

\* Gel F: las bandas fueron, en general, más lineales.

Las leches 1 a 5 presentaron dos bandas similares a las que presentan las mezclas de leche: suero. La muestra 4 presentó las mejores bandas, ya que al ser rectas facilitan la comparación con los patrones. El suero ácido de la muestra 4 presenta dos bandas. Las mezclas de suero 1-leche de 5, 10 y 15% presentan dos bandas.

#### *Conclusiones*

No se pudo determinar con exactitud la presencia de GMP, debido a que no se dispuso de los medios necesarios. Sin embargo, algunas de las muestras analizadas mostraron un perfil de proteínas muy similar al de las muestras de leche y suero dulce, que sí poseen este péptido, lo que podría sugerir que estas muestras fueron adulteradas.

Con respecto a los parámetros físico-químicos analizados, se observa que las leches control cumplen con la normativa actual, mientras que las leches sospechosas no pueden encuadrarse dentro del CAA. Los valores de materia grasa de todas las muestras sospechosas, a excepción de una, fueron inferiores al mínimo establecido por el CAA.

El contenido de proteína también fue bajo, siendo estos datos indicadores de un producto al que se le agregó algún compuesto extraño. Los valores de acidez titulable y de cenizas encontrados cumplen con los requisitos para leche en polvo. Con referencia al índice de insolubilidad, es interesante remarcar que, si bien todas las muestras cumplen con el valor normal, las leches cuya genuidad estaba en duda presentaron valores mayores de este parámetro. La presencia de cristales ajenos, detectados por microscopía, permite concluir que estas muestras sospechosas poseen agregado de algún componente ajeno a la leche, es decir estarían adulteradas. Ello con excepción de la muestra 6, en la que los resultados fisicoquímicos, como los

del IEF, demuestran que se trata de una leche genuina.

El método desarrollado permitió diferenciar con claridad las bandas correspondientes a las proteínas presentes en la muestra. Realizando futuras investigaciones, podría finalizarse la puesta a punto de la técnica y utilizarla rutinariamente en la detección y cuantificación de adulteraciones con suero de quesería.

En cuanto a los sueros, no sorprendió la ausencia de bandas en el suero de manteca, ya que sólo posee trazas de proteínas. Lo mismo sucede en el caso del suero de ricota pues, dado el proceso de obtención, el contenido proteico es muy bajo.

### Referencias

- [1] Federación Panamericana de Lechería. Declaración "La Leche como Alimento Básico para la Salud Humana": 7 de Noviembre de 2008. <[http://www.fepale.org/accion/DeclaracionLeche\\_nov2008.pdf](http://www.fepale.org/accion/DeclaracionLeche_nov2008.pdf)> [Consulta: 12 de enero 2009].
- [2] Código Alimentario Argentino. Capítulo VIII: Productos Lácteos. <[http://www.anmat.gov.ar/codigoa/CAPITULO\\_VIII\\_Lacteos\(actualiz10-06\).pdf](http://www.anmat.gov.ar/codigoa/CAPITULO_VIII_Lacteos(actualiz10-06).pdf)>. [Consulta: 12 de enero 2009].
- [3] Norma del Codex para las Leches en Polvo y la Nata (Crema) en polvo. CODEX STAN 207 – 1999.
- [4] Norma del Codex para los Sueros en Polvo. CODEX STAN 289 – 1995.
- [5] Coyot, P.C. & Iorient, D. (1997). Structure-function relationships of whey proteins; proteins and their applications. Damodaran & Paraj, Eds. Marcel Dekker, NY, USA.
- [6] Alcázar Montañés C., Rosas Ramírez J., Jaramillo Arango C. y Peña Betancourt S. Detección de Glucomacropéptido (GMP) como Indicador de Adulteración con Suero de Quesería en Leche Deshidratada. Veterinaria México, julio-septiembre, 2000, vol. 31, no. 003, p. 217-222. ISSN 0301-5092
- [7] Galindo-Amaya, L. M., Valbuena-Colmenares, E. y Rojas-Villaruel, E. Estandarización de la Detección del Glucomacropéptido por PAGE-SDS como Índice de Adulteración de Leche. RC, jun. 2006, vol. 16, no. 3, p. 308-314. ISSN 0798-2259.
- [8] Electrophoresis in Practice: A Guide to Methods and Applications of DNA and Protein Separations. Reiner Westermeier. 2 ed. Weinheim. 1997.
- [9] Lopez Fandiño, R y Ramos, M. Revisión: El caseinomacropéptido bovino. I. Características físico-químicas y actividad biológica. Revista Española de Ciencia y Tecnología de Alimentos 1992, 32 (6) pág. 575-588.
- [10] IDF Standard 9C:1987 Milk - Determination of Fat Content.
- [11] IDF Standard 026:2004 /ISO 5537 - Dried Milk - Determination of Moisture Content.
- [12] IDF Standard 129:2005/ISO 8156 - Dried Milk and Dried Milk Products - Determination of Insolubility Index.
- [13] IDF Standard 081:1981 - Dried Milk - Determination of Titratable Acidity.
- [14] Código Alimentario Argentino. Metodología Oficial Actualizada. Capítulo 13: Productos Lácteos: Leche – 13.33. Determinación de Cenizas. De La Canal y Asociados S.R.L. 1994, p. 139-140.
- [15] Morr, C.V. & Ha, E.Y.W., Whey protein concentrates and isolates: processing and functional properties, Critical reviews in food science and nutrition, Nº 33(6), pág. 431-476, 1993.

### Agradecimientos

Al Dr. Juan Miguel Castagnino - Profesor Consulto de la FCEyN de la UBA, por su colaboración en el asesoramiento sobre la técnica de electroforesis y la interpretación de los resultados de las geles.

A la firma MOLFINO HNOS. por haber facilitado el Concentrado de Suero de Queso WPC 35% en Polvo.

Al Dr. J.C. Pagano y a la firma VACALIN por haber proporcionado el suero de queso líquido y en polvo.



0800-333-1234

4340-0800 int 1159 y 1170

## ANMAT Responde

responde@anmat.gov.ar

---

CONSULTAS SOBRE MEDICAMENTOS, ALIMENTOS, PRODUCTOS MÉDICOS,  
COSMÉTICOS Y DOMISANITARIOS



---

ANMAT - Av. de Mayo 869 (1084) Capital Federal

**CONSULTAS O DENUNCIAS SOBRE ALIMENTOS, SUPLEMENTOS  
DIETARIOS O ALIMENTOS ESPECIALES:**

Vigilancia Alimentaria  
0800-222-6110  
tvelich@anmat.gov.ar

**CONSULTAS SOBRE FALTA DE EFICACIA, FALLAS DE CALIDAD Y  
EFECTOS ADVERSOS DE MEDICAMENTOS:**

Farmacovigilancia  
(011) 4340-0800 internos 1164/66  
snfvg@anmat.gov.ar

**CONSULTAS SOBRE FARMACIAS Y DROGUERÍAS:**

Ministerio de Salud de la Nación  
Dirección de Fiscalización Sanitaria  
(011) 4379-9000