

Estudio comparativo de calidad de leche fluida y en polvo

Ernesto Guzmán C.¹, Saturnino de Pablo V.¹, Carmen G. Yáñez G.²,
Isabel Zacarías H.³, Susana Nieto K.⁴

Resumen

Introducción: La leche de vaca forma parte de la alimentación del niño mayor de 1 año. La industria láctea utiliza procesos térmicos que pueden afectar algunos nutrientes de la leche. **Objetivo:** evaluar el efecto del proceso de elaboración de leches pasteurizada, fluida UHT y en polvo, sobre la calidad químico nutricional y organoléptica. **Método:** Muestras de los 3 tipos de leche, obtenidas de una materia prima común, a los 0 y 90 días fueron sometidas a análisis de humedad, proteínas (N x 6,38), grasas, cenizas, calcio, fósforo, acidez, vitamina A, lisina disponible, perfil de ácidos grasos, índice de peróxidos e índice tiobarbitúrico y de energía. Se evaluó también apariencia, color, aroma, sabor, acidez, rancidez, viscosidad y aceptabilidad. **Análisis estadístico:** se utilizó cálculo de promedio aritmético y desviación estándar, diferencia entre promedios, test de análisis de varianza y test "t" de Student a los promedios de análisis químicos y test de Duncan a las pruebas sensoriales¹¹. **Resultados:** La evaluación realizada a tiempo cero, para todas las leches, y después de 90 días de almacenamiento a temperatura ambiente, para leche UHT y en polvo, no mostró cambios en los macronutrientes para ningún tipo de leche siendo similares al expresarlos en base líquida con cantidades comparables de sólidos. En cuanto a micronutrientes, hubo una disminución significativa en vitamina A y lisina disponible en leche en polvo y en ácido linoleico para leche UHT a los 90 días. Sensorialmente, todas las leches fueron evaluadas como de buena calidad, buena aceptabilidad, sin diferencias notables ni entre ellas ni con un control siendo, en algunos atributos de calidad y en aceptabilidad, mejor evaluada la leche UHT. **Conclusión:** Los cambios químico-nutricionales encontrados en ambas leches (fluida UHT y en polvo), que son inherentes a los procesos utilizados, no debieran afectar la situación nutricional del niño cuando la leche está integrada a una alimentación balanceada.

(Palabras clave: leche, UHT, pasteurización, nutrición).

Rev Chil Pediatr 74 (3); 277-286, 2003

1. Químico Farmacéutico. Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA). Universidad de Chile.
2. Ingeniero en Alimentos. Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA). Universidad de Chile.
3. Nutricionista. Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA). Universidad de Chile.
4. Químico. Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA). Universidad de Chile.

Trabajo recibido el 05 de febrero de 2003, devuelto para corregir el 20 de mayo de 2003, segunda versión el 28 de mayo de 2003, aprobado para publicación el 2 de junio de 2003.

Fuente de Financiamiento: TETRA PAK de Chile Comercial Limitada.

Comparative study of the quality of processed stored milks

Cow's milk is part of the diet of children older than 1 year. The thermal processes used by the dairy industry may affect some of the nutrients present in milk. This study evaluated the effect of processing milk in terms of the nutritional and chemical quality of pasteurized, spray dried and UHT milks using the same batch of milk as raw material. All milks showed no change in macronutrients immediately after production and after a 90 day storage period for spray dried and UHT milk, with similar contents when expressed on a liquid basis and comparative solid levels. Regarding micronutrients, a significant decrease in the content of available lysine and vitamin A in spray dried milk and in linoleic acid in UHT milk was found after storage. The results of the sensory panel showed that although UHT milk obtained higher scores in some attributes of the quality test and in acceptability, all milks presented with good quality, good acceptability, and showed minimal differences between them, and compared to a control at both evaluation times. We conclude that in spite of the adverse changes found in some of the nutrients of both milks, the nutritional status of the infants should not be affected if they are receiving other foods as part of a balanced diet.

(**Key words:** milk, UHT, pasteurization, nutrition).

Rev Chil Pediatr 74 (3); 277-286, 2003

INTRODUCCIÓN

La leche constituye un alimento básico en la alimentación humana, especialmente en los niños ya que aporta los nutrientes que éstos requieren de manera esencial para su crecimiento y desarrollo. Una vez completado el período normal recomendado de lactancia, la leche materna es reemplazada por leche de vaca en distintas formas junto con la integración de otros alimentos para obtener una alimentación mixta balanceada. Las madres pueden acceder a leche de vaca procesada en distintas formas, principalmente en polvo y fluida, las que son producidas mediante la aplicación de distintos tratamientos térmicos con un efecto consecuente sobre nutrientes de la leche de mayor sensibilidad, generándose cambios que pueden incrementarse a lo largo de la vida útil de estos productos y eventualmente afectar la nutrición del niño. Existe sin embargo, la creencia de que las leches en polvo y líquidas o fluidas son de diferente calidad química o nutricional, por lo que el objetivo del estudio fue determinar y comparar algunos aspectos de la calidad químico-nutricional y organoléptica de productos lácteos producidos por diferentes procesos térmicos a partir de una misma partida de leche como materia prima y almacenados posteriormente durante un período de tres meses.

MATERIAL Y MÉTODO

La elaboración de los productos lácteos se realizó en la Planta de la empresa lechera COLUN (La Unión), utilizando su infraestructura y líneas de producción normal de acuerdo a sus protocolos y agenda de trabajo.

Para todos los tipos de productos elaborados se aplicó un diseño de muestreo con un nivel de inspección especial S-1, letra D según NCh 44 Of 78¹, lo que definió un N basal de 8 réplicas por muestra, número que se adoptó para cada análisis a aplicar excepto para vitamina A, perfil de ácidos grasos y lisina disponible en los cuales el N fue de 5 réplicas.

Se utilizó leche cruda recepcionada en planta que se sometió a termización, bactofugación y estandarización del contenido de materia grasa en 3,1%. Posteriormente, la leche se acopió en un silo de acero inoxidable de 90 000 litros donde se mantuvo fría y con agitación permanente. Se tomaron 8 muestras estériles de un litro en frascos de vidrio (Duran Schott) con intervalos de 30 minutos entre cada réplica que fueron guardadas en cajas aislantes bajo refrigeración.

La leche fue sometida a tratamiento de pasteurización para la elaboración de leche fluida en bolsa plástica. Para esta, se destinaron 6 000 litros y el producto elaborado fue envasado en bolsas y guardado en for-

ma estándar. Se seleccionaron 3 cajas completas al azar (54 bolsas de un litro) que constituyeron la muestra de leche fluida pasteurizada para el estudio.

Para la producción de leche larga vida, la leche fue sometida a tratamiento HTST, utilizando 45 000 litros. La leche se sometió a un proceso *High Temperature Short Time* (HTST) conocido como UHT y se envasó en envases de un litro Tetra Pak, tipo *baseline*, sellado y sin tapa. El producto una vez elaborado se guardó en forma estándar. Una vez cumplida la retención normal aplicada en planta, se seleccionaron 9 cajas al azar (108 envases de 1 L) que constituyeron la muestra de leche fluida larga vida para el estudio.

El resto de la materia prima en el silo se sometió a un proceso de concentración y homogenización seguido de secado por atomización, para la producción de leche en polvo. El polvo se envasó en forma estándar en bolsas de polietileno y cajitas de cartulina. Del total se seleccionaron 5 cajas completas al azar (100 cajitas individuales de 1 kg) que constituyeron la muestra de leche en polvo para el estudio.

Todos los productos elaborados fueron trasladados al laboratorio en Santiago. En el caso de las muestras de leche fluida pasteurizada y materia prima el traslado se hizo a una temperatura inferior a 7° C. Las muestras de leche fluida UHT y leche en polvo se mantuvieron almacenadas en una cámara a temperatura ambiente (15° C a 17° C) durante 90 días.

Análisis químicos

Las leches fueron analizadas al momento de su recepción en el laboratorio (tiempo cero) y al cabo de 90 días de almacenamiento. La leche materia prima sólo se analizó a tiempo cero. Las muestras fueron sometidas a los siguientes análisis químicos: humedad², proteínas (N x 6,38)², grasas², cenizas², calcio², fósforo³, acidez⁴, vitamina A⁵, lisina disponible⁶, perfil de ácidos grasos⁷, índice de peróxidos⁸ e índice tiobarbitúrico⁹. La energía se determinó por cálculo empleando los factores promedio de Atwater².

Evaluación Sensorial

Las leches en polvo y fluidas pasteurizada y UHT fueron evaluadas organolépticamente por medio de los tests de calidad, aceptabilidad

y de diferencia contra control^{10,11,12}, tanto al momento de su recepción en el laboratorio como al cabo de 90 días de almacenamiento. Las evaluaciones se realizaron a la misma hora cada vez, 11 AM, empleando un grupo de 12 panelistas entrenados. Las muestras fueron servidas de manera aleatoria a temperatura ambiente y codificadas. Las muestras de leche en polvo fueron preparadas al 13% en agua hervida y tibia.

El test de calidad, ensayo cuantitativo de gradiente, evaluó los parámetros apariencia, color, aroma, sabor con una pauta de 9 puntos de amplitud, mientras que los parámetros acidez y rancidez se midieron con una escala de 5 puntos de amplitud. El parámetro viscosidad se midió con una escala bipolar. Para el test de aceptabilidad, se utilizó la escala hedónica de 9 puntos de amplitud.

El test de diferencia contra control, ensayo sensitivo de diferenciación, se realizó para determinar posibles diferencias entre los productos con distintos procesamientos y frente a una leche comercial en polvo de otra marca con posicionamiento en el mercado (leche en polvo 2). En este test, la magnitud de la diferencia se evaluó en una escala de 5 puntos (0 = ninguna diferencia; 1 = diferencia muy pequeña; 2 = diferencia pequeña; 3 = diferencia notoria; 4 = diferencia grande y 5 = diferencia muy grande). El panelista conocía cual era la muestra patrón pero desconocía su origen. Se realizaron tres evaluaciones tanto a tiempo cero como a los noventa días de almacenamiento, y en cada una se trabajó con el esquema de dos muestras de leche más un control. Las evaluaciones correspondieron a: a) Leche fluida UHT vs Leche en polvo (Control: Leche fluida UHT); b) Leche fluida UHT vs Leche en polvo 2 (Control: Leche en polvo 2) y c) Leche en polvo vs Leche en polvo 2 (Control: Leche en polvo 2).

Análisis estadístico

Para los resultados obtenidos tanto en los análisis químicos como en las evaluaciones sensoriales se aplicó cálculo de promedio aritmético y desviación estándar. Para determinar la existencia de significancia estadística entre promedios, se aplicó prueba de análisis de varianza, y cuando se estableció diferencias, se aplicó prueba t de Student a los promedios de análisis químicos y prueba de Duncan a las evaluaciones sensoriales¹¹.

RESULTADOS

Calidad química

Los valores de humedad, proteínas (N x 6,38), grasas, cenizas, hidratos de carbono, sólidos no grasos y energía (tabla 1) no presentaron diferencias estadísticamente significativas entre materia prima y las otras leches fluidas a tiempo cero. Del mismo modo, no se encontró diferencia significativa al comparar estos parámetros a tiempo cero y luego de 90 días de almacenamiento tanto para leche fluida UHT como para leche en polvo. Para permitir una mejor comparación entre los nutrientes de leche en polvo y leches fluidas, las cuales tienen distinto nivel de sólidos (circa 97,5% y 12% respectivamente), la misma tabla 1 incorpora los valores, a tiempo 0 y 90 días, de los nutrientes para la leche en polvo reconstituida, asumiendo un porcentaje de reconstitución de 12,5%, observándose que a niveles comparables de sólidos, los nutrientes de las leches líquidas pasteurizada y UHT, y de la leche en polvo reconstituida son similares.

No se encontraron diferencias significativas para calcio y fósforo al comparar la materia prima y las leches fluidas pasteurizada y UHT (tabla 2). Tampoco se observó

diferencia en el contenido de estos minerales entre tiempo cero y 90 días para leche fluida UHT y para leche en polvo.

A tiempo cero los valores de lisina disponible de la leche materia prima, pasteurizada y UHT no fueron estadísticamente diferentes (tabla 2). Al cabo de 90 días de almacenamiento la leche UHT no experimentó variación significativa en el contenido de este parámetro mientras que leche en polvo experimentó un 7,4% de disminución ($p < 0,05$).

Todas las leches mostraron niveles semejantes de vitamina A al inicio del estudio (tabla 2) produciéndose una disminución en el contenido de vitamina A durante el almacenamiento para leche fluida UHT (6,1%, no significativa) y para leche en polvo (28,1%, significativa ($p < 0,05$)).

La tabla 2 también muestra los valores de calcio, fósforo, lisina disponible y vitamina A para la leche en polvo, reconstituida al 12,5%, a tiempo cero y 90 días de almacenamiento.

En la tabla 3 se presentan los valores obtenidos a tiempo cero y al cabo de 90 días para el contenido de ácidos grasos saturados, monoinsaturados y poliinsaturados totales. Además se incluyen en forma individual ácido linoleico, ácido linolénico y ácido araquidónico. No se apreció variación en

Tabla 1. Análisis proximal de distintos tipos de leches a 0 y 90 días de almacenamiento a temperatura ambiente (15-17° C)

Tipo de leche	Materia prima ^a	Pasteurizada ^a	UHT ^a		Polvo ^b /Reconstituida ^c	
			Tiempo cero	90 días	Tiempo cero	90 días
Humedad	88,17 ± 0,251	88,03 ± 0,113	87,98 ± 0,059	87,94 ± 0,098	2,48 ± 0,073	2,40 ± 0,094
Proteínas	3,12 ± 0,068	3,19 ± 0,057	3,22 ± 0,055	3,24 ± 0,092	25,89 ± 0,151 / 3,23°	25,74 ± 0,052 / 3,22°
Grasas	3,13 ± 0,054	3,11 ± 0,071	3,18 ± 0,065	3,15 ± 0,045	26,38 ± 0,349 / 3,30°	26,04 ± 0,138 / 3,26°
Cenizas	0,71 ± 0,008	0,71 ± 0,007	0,74 ± 0,009	0,71 ± 0,017	5,76 ± 0,070 / 0,72°	5,74 ± 0,059 / 0,72°
Hidratos de carbono	4,88 ± 0,296	4,97 ± 0,077	4,88 ± 0,133	4,96 ± 0,073	39,49 ± 0,462 / 4,94°	40,07 ± 0,227 / 5,00°
Sólidos no grasos	8,71 ± 0,290	8,86 ± 0,074	8,84 ± 0,100	8,91 ± 0,09	71,10 ± 1,04 / 8,89°	71,6 ± 0,200 / 8,95°
Energía (Kcal)	60 ± 1,0	61 ± 0,7	61 ± 0,3	61 ± 0,5	499 ± 1,6 / 62,4°	498 ± 0,7 / 62,2°

^ag/100 ml; ^bg/100 g; ^cg/100 ml, por cálculo a partir del valor promedio obtenido para leche en polvo y asumiendo reconstitución al 12,5%

Tabla 2. Calcio, fósforo, lisina disponible y vitamina A en distintos tipos de leches a 0 y 90 días de almacenamiento a temperatura ambiente (15-17°C)

Tipo de leche	Materia prima ^a	Pasteurizada ^a	UHT ^a		Polvo ^b /Reconstituida ^c	
			Tiempo cero	90 días	Tiempo cero	90 días
Calcio (mg)	115 ± 3,0	115 ± 1,7	115 ± 2,2	114 ± 3,1	896 ± 93,7 / 112 °	874 ± 37,4 / 109 °
Fósforo (mg)	93 ± 1,1	94 ± 1,6	94 ± 2,6	94 ± 0,9	758 ± 17,4 / 95 °	764 ± 23,5 / 96 °
Lisina disponible (g)	0,271 ± 0,008	0,272 ± 0,004	0,268 ± 0,006	0,272 ± 0,009	2,15 ± 0,061 / 0,27 °	1,99 ± 0,042* / 0,25 °
Vitamina A (μg retinol)	35,7 ± 2,55	37,0 ± 1,87	31,3 ± 1,51	29,4 ± 1,11	274,4 ± 12,89 / 34,3 °	197,2 ± 8,51* / 24,7 °

^ag/100 ml; ^bg/100 g; ^cg/100 ml, por cálculo a partir del valor promedio obtenido para leche en polvo y asumiendo reconstitución al 12,5%; *p < 0,05

Tabla 3. Contenido de ácidos grasos en distintos tipos de leches a 0 y 90 días de almacenamiento a temperatura ambiente (15-17°C)

Tipo de leche	Materia prima ^a	Pasteurizada ^a	UHT ^a		Polvo ^b /Reconstituida ^c	
			Tiempo cero	90 días	Tiempo cero	90 días
Ácidos grasos saturados	1 677 ± 3,6	1 679 ± 1,3	1 714 ± 4,0	1 731 ± 4,2	138 ± 7,7 / 1 725 °	143 ± 0,3 / 1 788 °
Ácidos grasos monoinsaturados	989 ± 2,9	992 ± 1,9	1 020 ± 2,0	990 ± 2,2	84 ± 0,4 / 1 050 °	82 ± 0,2 / 1 025 °
Ácidos grasos poliinsaturados	123 ± 5,3	127 ± 0,9	128 ± 1,8	113 ± 5,3*	9,9 ± 0,8 / 124 °	9,3 ± 0,1 / 116 °
Ácido linoleico C18: 2 n6	62 ± 4,6	65 ± 0,3	66 ± 0,2	50 ± 5,9*	4,6 ± 0,8 / 58 °	3,7 ± 0,04 / 46 °
Ácido linolénico C18: 3 n3	29,1 ± 0,10	29,6 ± 0,25	30,2 ± 0,13	29,9 ± 0,06	2,49 ± 0,01 / 31,1 °	2,46 ± 0,01 / 30,7 °
Ácido araquidónico C20: 4 n6	3,6 ± 0,04	3,7 ± 0,04	3,7 ± 0,07	3,4 ± 0,16	0,3 ± 0,01 / 3,8 °	0,3 ± 0,01 / 3,8 °

^amg/100ml; ^bmg/g ; ^cmg/100 ml, por cálculo a partir del valor promedio obtenido para leche en polvo y asumiendo reconstitución al 12,5%; *p < 0,05

el tiempo para los ácidos grasos saturados de leche fluida UHT o en polvo. Por su parte los ácidos grasos monoinsaturados mostraron una disminución no significativa, leve y similar (3,0%) en ambas leches almacenadas. El contenido de ácidos grasos poliinsaturados disminuyó en ambas leches, 11,7%, (p < 0,05) para UHT y 5,5% para leche en polvo, no significativo. Respecto de los ácidos poliinsaturados individuales, sólo el ácido linoleico experimentó una disminución notoria durante el almacenamien-

to, 24,1% (p < 0,05) para leche UHT, y 20,3% para leche en polvo, no significativa. Probablemente la alta dispersión que presentaron las muestras a tiempo cero contribuyó a que la elevada disminución observada en leche en polvo no fuese significativa para el test utilizado (t de Student). A modo comparativo en la tabla 3 también se muestran los valores de estos nutrientes para la leche en polvo asumiendo una reconstitución al 12,5%.

La acidez libre (tabla 4) de todos los pro-

Tabla 4. Parámetros de calidad de distintos tipos de leches a 0 y 90 días de almacenamiento a temperatura ambiente (15-17°C)

Tipo de leche	Materia prima ^a	Pasteurizada	UHT			
			Tiempo cero	90 días	Tiempo cero	90 días
Acidez* (ml NaOH 0,1N por 100 ml leche)	15,1 ± 0,05	17,1 ± 0,06	15,2 ± 0,0	14,8 ± 0,02	16,0 ± 0,03	16,2 ± 0,02
Índice de peróxidos (mEq O ₂ /kg grasa)	1,15 ± 0,372	0,98 ± 0,201	1,21 ± 0,354	1,83 ± 0,240*	0,89 ± 0,09	1,51 ± 0,233*
TBA (nmoles/g grasa)	1,77 ± 0,299	1,78 ± 0,432	2,33 ± 1,562	5,57 ± 0,918*	3,49 ± 0,087	4,45 ± 1,339

*Límites aceptables según Reglamento Sanitario de los Alimentos¹³. Leche líquida: 12-21 ml NaOH 0,1N/100 ml leche; leche en polvo: máximo 18 ml NaOH 0,1N/100 ml leche reconstituida al 13%.

*p < 0,05

ductos cumple, tanto a tiempo cero como al cabo del almacenamiento, con los límites exigidos por el Reglamento Sanitario de los Alimentos en los Artículos 203 y 216¹³. Por su parte, los parámetros indicadores de estabilidad química de grasas, índice de peróxidos e índice del ácido tiobarbitúrico (TBA), aumentaron al cabo de 90 días de almacenamiento en leche fluida UHT y en leche en polvo (tabla 4). Todos estos aumentos fueron estadísticamente significativos, a excepción del índice TBA para leche en polvo, aunque sin la magnitud necesaria para reflejarse en un daño perceptible desde un punto de vista organoléptico.

Calidad sensorial

De acuerdo a los resultados de los atributos del test de calidad y de aceptabilidad (tabla 5) la leche fluida pasteurizada presentó una apariencia que fue considerada muy buena, es decir uniforme, homogénea y opaca, un color y aroma típicos, con buen sabor, viscosidad normal y sin acidez o rancidez. La leche fluida UHT a tiempo cero y 90 días de almacenamiento presentó muy buena apariencia en ambos tiempos, el color se mantuvo en el tiempo siendo blanco, agradable, típico del producto, el aroma también se mantuvo y fue evaluado como agradable e intenso; el sabor calificado como bueno, típico, equilibrado y permaneció inalterable en el tiempo; la viscosidad se calificó como normal y no se detectaron signos de acidez o de rancidez aparente. La calidad de leche en polvo a tiempo cero y a los

90 días de almacenamiento no demostró variaciones significativas en los atributos evaluados; la apariencia fue considerada uniforme y con buena presentación; el color bueno, típico; el aroma específico; el sabor satisfactorio, normal; la viscosidad, normal y no se detectaron signos de acidez o rancidez.

Al comparar los valores del test de calidad para la leche fluida UHT y la leche en polvo, se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$) para los atributos color, aroma y sabor. Dichos atributos presentaron un menor puntaje para la leche en polvo respecto de la leche fluida UHT tanto a tiempo cero como a los 90 días de almacenamiento.

Los resultados de aceptabilidad obtenidos por cada una de las leches evaluadas de acuerdo con la escala hedónica en que 9 puntos es óptimo, mostraron que la leche pasteurizada (promedio 7,8) y UHT (7,8 a tiempo cero y 7,6 a 90 días), tuvieron una aceptabilidad significativamente mejor ($p < 0,05$) que la leche en polvo (6,4 a tiempo cero y 6,2 a 90 días) (tabla 5).

El test de diferencia contra control mostró que, al comparar a tiempo cero leche fluida UHT con leche en polvo reconstituida, con leche fluida UHT como control, el puntaje promedio fue 1,83, valor cercano a 2,0 que indica "diferencia pequeña", situación que se mantuvo a los 90 días (puntaje promedio = 2,08) (tabla 6). La comparación a tiempo cero de leche fluida UHT con leche en polvo 2 reconstituida, con leche en polvo 2 reconstituida como control, arrojó un puntaje de 1,25 considerado como "diferencia muy

Tabla 5. Test de calidad y de aceptabilidad en distintos tipos de leches a 0 y 90 días de almacenamiento a temperatura ambiente (15-17°C)

Test de calidad	Pasteurizada	UHT		Polvo	
		Tiempo cero	90 días	Tiempo cero	90 días
Apariencia	7,7 ± 0,85	7,8 ± 0,83	7,8 ± 0,93	7,1 ± 1,19	7,1 ± 1,19
Color	7,5 ± 1,13	8,0 ± 0,91	8,2 ± 0,69	7,2 ± 0,60*	7,2 ± 0,83
Aroma	7,5 ± 0,78	7,9 ± 0,86	7,7 ± 0,85	7,0 ± 0,9*	6,9 ± 1,26
Sabor	8,1 ± 0,76	7,5 ± 1,20	7,5 ± 1,20	6,2 ± 1,34*	6,0 ± 1,08
Acidez	5,0 ± 0,00	5,0 ± 0,00	4,9 ± 0,28	5,0 ± 0,00	4,9 ± 0,38
Rancidez	5,0 ± 0,00	5,0 ± 0,00	4,9 ± 0,28	4,9 ± 0,28	4,9 ± 0,55
Viscosidad	3,0 ± 0,00	2,8 ± 0,60	2,9 ± 0,49	2,8 ± 0,73	2,9 ± 0,28
Test de aceptabilidad	7,8 ± 0,60	7,8 ± 1,19	7,6 ± 0,77	6,4 ± 1,19	6,2 ± 1,86

*p < 0,05

Tabla 6. Test de diferencia contra control de distintos tipos de leche a tiempo cero y 90 días de almacenamiento a temperatura ambiente (15-17°C)

Evaluaciones	Control	Tiempo cero	90 días	Diferencia encontrada
Leche UHT vs Leche en polvo	Leche UHT	1,83	2,08	Pequeña
Leche UHT vs Leche en polvo 2	Leche en polvo 2	1,25	1,33	Muy pequeña
Leche en polvo vs Leche en polvo 2	Leche en polvo 2	1,75	1,66	Pequeña

pequeña", valor que se mantuvo a los 90 días (puntaje promedio = 1,33). Al evaluar ambas leches en polvo reconstituidas, siendo leche en polvo 2 el control de comparación, el promedio obtenido fue de 1,75 a tiempo cero y 1,66 a los 90 días lo que corresponde a "diferencia pequeña".

En general, las diferencias encontradas en todas las muestras analizadas fueron leves, con valores bajo 2,0, basadas principalmente en apariencia y color.

DISCUSIÓN

Este estudio actualiza la escasa información disponible sobre el efecto del procesamiento combinado con el efecto del almacenamiento sobre la calidad química y sensorial de leche procesada, ya que la literatura se refiere principalmente al efecto inmediato de los procesos tal como lo demuestra una revisión reciente de Espinosa¹⁴, basada en los antecedentes existen-

tes que mayoritariamente son anteriores a dos décadas.

Las leches fluidas, pasteurizada y UHT, y en polvo recién elaboradas, mostraron para todos los parámetros de calidad químico-nutricional evaluados, niveles semejantes entre sí y respecto de la materia prima a partir de la cual se produjeron industrialmente. Tampoco se observaron diferencias al comparar las leches fluidas con la leche en polvo reconstituida con un nivel semejante de sólidos. Este es un aspecto importante que a veces genera confusiones especialmente cuando se utilizan unidades diferentes de expresión. El caso más representativo es el de la materia grasa que para leche entera fluida se expresa como 31 gramos/litro, cifra equivalente al 26% de contenido de grasa de la leche entera en polvo, cuando ésta se reconstituye al 12,5% como se observa en la tabla 1.

Por otra parte, durante el almacenamiento de leche fluida UHT y en polvo, los macronutrientes tales como proteínas, gra-

sas, hidratos de carbono, calcio y fósforo tuvieron un comportamiento estable en su contenido, observándose variaciones en lisina disponible, vitamina A, ácidos grasos poliinsaturados y los índices de peróxidos y TBA. La lisina disponible es una variable que se puede utilizar como un indicador de la calidad proteica y del daño que puede producir el procesamiento o el almacenamiento sobre las proteínas. El menor contenido de humedad y de actividad de agua (agua libre) de la leche en polvo, son condiciones que favorecen la interacción entre el azúcar reductor lactosa y los residuos ϵ -amino del aminoácido esencial lisina presentes en la leche dando lugar, en el tiempo, al llamado pardeamiento no enzimático del tipo reacción de Maillard. Este proceso, directamente dependiente de la temperatura de almacenamiento, se traduce en una alteración de la calidad nutritiva por disminución de la disponibilidad de lisina y menor digestibilidad de la proteína y, dependiendo de su magnitud, en una alteración de la calidad organoléptica de la leche que adquiere aromas y sabores ajenos al producto¹⁵.

La disminución de lisina disponible observada en la leche en polvo a los 90 días de almacenamiento, si bien significativa (7,4%), no representa un impacto nutricional importante, debido por un lado a la pequeña magnitud del descenso como por otro a la riqueza en lisina de las proteínas lácteas (7% promedio)¹⁶. Aún así, es predecible que, bajo las mismas condiciones, la pérdida de lisina disponible continúe aumentando para períodos de almacenamiento superiores a 90 días.

La leche de vaca no se considera tradicionalmente como una fuente de vitamina A para niños mayores de un año, si bien una ingesta de 500 cc al día representa potencialmente un 50% de la recomendación diaria de vitamina A para este grupo etario (300 μ g de retinol equivalente)¹⁷. Debido principalmente a la baja actividad de agua, propia de los productos deshidratados, la leche en polvo presentó una mayor pérdida de vitamina A que la leche UHT durante el almacenamiento (28,1% vs 6,1%), por lo que el aporte potencial de esta vitamina baja a 36% y 47%, respectivamente. Esta situación demuestra la importancia de que el niño reciba una alimentación mixta y balanceada que esté compuesta por leche y otros alimentos que sean fuente de vitamina A y otros

nutrientes que la leche no aporta como por ejemplo hierro. Chile no se considera un país con deficiencia de vitamina A lo que permite inferir que las indicaciones de los pediatras respecto a la alimentación mixta y balanceada del niño han considerado adecuadamente la presencia de alimentos fuentes de vitamina A, como tal o como provitaminas, en un nivel tal que han permitido compensar la menor cobertura de la leche.

Los ácidos grasos poliinsaturados se caracterizan por presentar más de un enlace insaturado de tipo doble en su estructura, lo que los convierte en moléculas muy reactivas que interactúan con gran facilidad dando lugar a reacciones de deterioro como rancidez oxidativa con alteración de su estructura. Los resultados mostraron en leche fluida UHT y en polvo, al cabo del almacenamiento un descenso en los ácidos grasos poliinsaturados totales como en ácido linoleico que fue mayor para leche UHT (20,3%, leche en polvo; 24,1% leche fluida UHT). De acuerdo al comparación estimativa presentada en la tabla 6, el mayor contenido de ácido linoleico en la leche UHT a tiempo cero en relación a leche en polvo reconstituida (66 mg/100 ml vs 58 mg/100 ml respectivamente) compensaría la mayor pérdida porcentual que ocurre para leche UHT luego de 90 días de almacenamiento (50 mg/100 ml, leche UHT y 46 mg/100 ml, leche en polvo reconstituida).

De igual forma que para vitamina A, la leche de vaca no se considera una fuente de ácido linoleico o de ácidos grasos esenciales en niños mayores de 1 año, por lo que este resultado sólo refuerza la importancia que el niño acceda a una alimentación mixta balanceada, en este caso con la incorporación de aceites vegetales ricos en ácido linoleico a la dieta; así por ejemplo, el agregado de 5 cc de aceite de maravilla o soya a los alimentos aporta el 63% o el 78% respectivamente de los requerimientos diarios de ácido linoleico de un niño de 1 año (4% de las calorías totales)¹⁸ con un requerimiento de energía de 1 000 Kcal/día, haciendo marginal el aporte de la leche (7,4% del requerimiento de ácido linoleico en 500 cc de leche).

Los peróxidos y las sustancias reactivas con TBA son productos intermediarios en el proceso de rancidez oxidativa por lo que es factible que se presenten en niveles bajos en un alimento pero que éste ya se encuen-

tre organolépticamente rancio, en especial si no se han hecho controles periódicos. Al evaluar estos parámetros indicadores de rancidez, se observó que tanto el índice de peróxidos como el índice TBA aumentaron significativamente durante el almacenamiento aunque sin alcanzar niveles considerados como de rancidez (10 meq O_2 /kg grasa para peróxidos y 15 nmoles/g de grasa para TBA) lo que se confirmó con los resultados de la calidad sensorial a los 90 días de almacenamiento que no detectó signos de rancidez.

Un aspecto importante, que depende entre otros de la calidad del proceso térmico aplicado, es el sensorial; por esta razón se utilizó la evaluación sensorial para definir la calidad organoléptica de los productos y su variación en el tiempo. De acuerdo a los valores promedios de los atributos evaluados (tabla 5), la leche fluida pasteurizada fue considerada como de muy buena calidad. Esta evaluación fue similar para la leche fluida UHT y en polvo las que presentaron una calidad comparable con la de la leche pasteurizada, calidad que se mantuvo durante todo el período de almacenamiento, aunque la leche fluida UHT mostró valores estadísticamente más altos ($p < 0,05$) en algunos atributos como color, aroma y sabor y en cuanto a aceptabilidad para ambos tiempos.

El test de diferencia contra control indicó que, a ambos tiempos, las leches fluida UHT y las leches en polvo, tanto la del estudio como la de otra marca adquirida en el comercio, fueron sensorialmente muy semejantes desde un punto de vista de percepción global.

Estos resultados indican que los procesos aplicados, UHT y deshidratación, no resultaron en general en productos marcadamente diferentes entre sí, aunque éstos hayan presentado diferencias en aceptabilidad o al evaluar los atributos individuales en forma cuantitativa. Bajo las condiciones del estudio tanto la leche fluida UHT como la leche en polvo presentan un comportamiento similar hasta los 90 días de almacenamiento a temperatura ambiente ($15^\circ C$ a $17^\circ C$). Las variaciones encontradas en algunos parámetros químicos y sensoriales son atribuibles a las características propias de cada procesamiento. Si bien estos cambios pueden ser estadísticamente significativos, no determinan necesariamente una menor calidad químico-nutricional de los productos ni afectan

la nutrición del niño cuando la leche forma parte de una alimentación mixta, variada y balanceada.

REFERENCIAS

- 1.- INN. NCh 44. Of 1978. Norma Chilena 44 Oficial 1978. Inspección por atributos. Tablas y procedimientos de muestreo.
- 2.- AOAC, 1993: Methods of Analysis for Nutritional Labelling. Edited by D. Sullivan and D. Carpenter. AOAC International.
- 3.- James, Ceirwyn: Analytical Chemistry of Foods. Edited by Chapman & Hall 1995; 82-3.
- 4.- Kirk R, Sawyer R, Egan H: Composición y análisis de alimentos de Pearson. Cap 14. Productos Lácteos I 2000; 594.
- 5.- AOAC. 1993: Methods of Analysis for Nutritional Labeling. Method 992.04. Edited by D. Sullivan and D. Carpenter. AOAC International.
- 6.- Hurrell R, Lerman P, Carpenter K: Reactive lysine in foodstuff as measures by rapid dye binding procedure. J Food Science 1979; 44: 1221-5.
- 7.- Lepage G, Roy C: Specific methylation of plasma nonesterified fatty acids in a one-step reaction. J Lipid Res 1988; 29: 227-35.
- 8.- AOAC, 1975. Official Methods of Analysis. 12th Ed Washington.
- 9.- AOCS. Índice de tiobarbitúrico directo. Cod. 19-9097.
- 10.- Herbert Stone, Joel L. Sidel: Sensory Evaluation Practices. Edited by Steve L. Taylor, University of Nebraska. Academic Press, San Diego, CA. 1993; 84-7.
- 11.- Meilgaard M, Civille G, Carr B: Sensory Evaluation Techniques. 2nd Ed. CRC Press, Inc Boca Raton, Florida: CRC Press Inc, 1991.
- 12.- Wittig Emma: Evaluación Sensorial. Una metodología actual para tecnología de alimentos. Santiago, Chile. 1984. Talleres Gráficos USACH.
- 13.- Ministerio de Salud, D.S. 977. 1996. Reglamento Sanitario de los Alimentos. Artículos 203 y 216. Editado por Textos Jurídicos Génova Ltda. Registro 90158.
- 14.- Espinosa P: Tecnología aséptica, la revolución en el procesamiento y envasado de leche. Rev Chil Nutr 2001; 28: 105-20.
- 15.- Belitz HD, Grosch W: Carbohidratos. En: Química de Alimentos. Edición castellana editada por Editorial Acribia S.A., Zaragoza, España. 1988; 230-4.
- 16.- FAO. Amino acid content of foods and biological data on proteins. ISBN92-5-001102-4 Tercera edición, Roma, 1981.
- 17.- Dietary Reference Intakes: Application in Dietary

Assessment. A Report of the Subcommittee on Interpretation and Uses of Dietary Reference Intakes and Upper Reference Levels of Nutrients and the Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary Reference Intakes; Food

and Nutrition Board, Institute of Medicine, National Academy Press, Washington, D.C. 2001.

- 18.- *FAO*. Grasas y Aceites en la Nutrición Humana. Consulta FAO/OMS de expertos. ISBN92-5-303621-4. Roma, 1997.

AVISO A LOS AUTORES

Se comunica a los autores que las figuras de los artículos enviados, pueden entregarse en formato electrónico como archivos JPG o TIFF, en resolución de 300 dpi o mayor. De lo contrario deben entregarse en papel fotográfico en tamaño 10 x 15 cm.