



Simulación del impacto tecnológico y económico generado por diferencias en la composición química de la leche procesada en tres modelos de industrias lácteas*.

Miguel A. Taverna¹, Enrique Cartier², Oscar Demarchi² y Diego Di Renzo²

¹INTA – EEA Rafaela. Ruta Nac. 34, km 227. CC nº 22. Rafaela (2300), Argentina.

²Instituto Argentino de Profesores Universitarios de Costos (IAPUCo). Pichincha 364, 3er Piso A, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

* El resumen del presente trabajo fue presentado en el 13 Congreso Panamericano de la Leche. FEPALE Querétaro, Mexico, 2014.

Simulación del impacto tecnológico y económico generado por diferencias en la composición química de la leche procesada en tres modelos de industrias lácteas.

Miguel A. Taverna¹, Enrique Cartier², Oscar Demarchi² y Diego Di Renzo²

¹INTA – EEA Rafaela. Ruta Nac. 34, km 227. CC nº 22. Rafaela (2300), Argentina. ²Instituto Argentino de Profesores Universitarios de Costos (IAPUCo). Pichincha 364, 3er Piso A, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

I.- Introducción

La concentración de sólidos de la leche es uno de los parámetros que define la eficiencia de los procesos industriales. La magnitud de esta respuesta depende del tipo de producto lácteo, siendo máxima en productos concentrados (quesos y leche en polvo) y mínima, en leche fluida (Vandeweghe, 2006; Taverna, 2005 y Taverna y Coulon, 2000).

El objetivo del estudio fue simular el impacto tecnológico y económico que provocan diferentes composiciones químicas de la leche sobre tres modelos industriales contrastantes en término de tamaño y tipo de productos elaborados.

II. - Metodología.

II.I.- Composición química de la leche.

Tomando en cuenta la concentración de materia grasa, proteína, lactosa y cenizas se definieron cuatro tipos de leche, las cuales fueron rotuladas como de Baja concentración de sólidos (BB), Baja-Media (BM), Alta-Media (AM) y Alta (AA) (Tabla 1). Entre el rango definido por BM y AM se encuentra el 70-80% de la leche producida en Argentina (Taverna y Fariña, 2013). El tipo BB puede asociarse a una leche producida por vacas subalimentadas, alimentadas con dietas no balanceadas y/o con problemas sanitarios. El perfil AA pretende asemejarse a una leche producida por vacas Jersey y/o cruzas (Taverna et al, 2005).

Tabla 1. Tipos de leches definidas según la composición química.

Parámetros	Tipos de leche según la composición química			
	BB	BM	AM	AA
Materia grasa (%)	3,40	3,50	3,65	4,20
Proteína (%)	2,95	3,15	3,30	3,45
Lactosa (%)	4,90	4,90	4,95	5,00
Ceniza (%)	0,70	0,70	0,70	0,70
Sólidos Totales (%)	11,95	12,25	12,60	13,35
Materia grasa/proteína	1,153	1,111	1,106	1,217

II.II.- Modelos de industrias procesadoras.

Se definieron tres modelos de industrias lácteas contrastantes en término de volumen de leche procesado, tipo de productos elaborados y asignación porcentual de leche para cada producto. Un modelo representa una empresa grande diversificada (**Mega Diversificada**) que procesa 4 millones de litros por día y que produce siete productos principales (quesos, leche en polvo, leche fluida de corta y media vida, dulce de leche, leche fluida de larga vida, yogures

y postres) y tres derivados (cremas, mantecas y derivado suero). Los restantes modelos simulan una empresa grande (800.000 litros día) que produce leche en polvo (**Grande Monopolvera**) como producto principal y cremas como derivado y una mediana que procesa 160.000 litros día (**Mediana Quesera**) y que produce queso como producto principal y cremas y derivado de suero, como derivados.

En la Tabla 2 se presenta la asignación porcentual de leche por modelo de empresa y productos. Esta imputación se realizó sólo para los productos principales ya que los derivados surgen de los procesos de estandarización o como subproductos de la elaboración de los principales. En la Tabla 1A del Anexo se presentan los volúmenes de leche imputados por productos y modelo de empresa.

Tabla 2. Caracterización de los modelos de industrias según el volumen de leche procesado, productos fabricados y porcentaje de leche asignada a cada producto principal.

Ítems	Cantidad de leche procesada y porcentaje de leche asignado por producto principal		
	Mega Diversificada	Grande Monopolvera	Mediana Quesera
Volumen procesado (l/día)	4.000.000	800.000	160.000
Quesos (%)	30	0	100
Leche fluida corta y media vida (%)	35	0	0
Leche fluida larga vida (%)	7	0	0
Leche en polvo (%)	22	100	0
Dulce de leche (%)	3	0	0
Yogures y postres (%)	3	0	0
Cremas	SI	SI	SI
Mantecas	SI	NO	NO
Derivado Suero	SI	NO	SI

II.III.- Características del modelo de simulación utilizado.

El modelo de simulación empleado en este trabajo fue desarrollado por la Dirección de Estudios de Costos Mesoeconómicos del Instituto Argentino de Profesores Universitarios de Costos (IAPUCo) y presenta las siguientes características:

a) Se estiman las cantidades físicas de productos elaborados representativos a partir de un volumen dado de leche cruda procesada y de un "mix" de destinos a las diferentes líneas de genéricos y específicos principales. También valora las cantidades físicas de productos derivados: suero y crema excedente.

b) Se estiman los consumos físicos de los factores necesarios para la elaboración de las producciones. En este sentido contempla la sensibilidad de los factores ante cambios en los volúmenes de producción, distinguiendo los de comportamiento variable (leche, insumos, envases y energías) y los de comportamiento fijo asociados al mantenimiento de las estructuras productivas en condiciones de operación. En todos los casos, los modelos computan las condiciones de escala tanto de las plantas de productos genéricos como de las estructuras empresariales del escenario.

c) Se asocian las cantidades físicas de productos (principales y derivados) con vectores de precios de productos para definir el “valor generado” global y los volúmenes físicos de factores (variables y fijos) con vectores de precios de factores para definir el valor aplicado global. La diferencia neta entre el valor generado y el valor aplicado define el valor creado correspondiente al escenario global simulado.

d) Se optimiza la relación grasa/proteína de la materia prima de la leche, según el producto a elaborar conforme al Código Alimentario vigente.

e) Se asume que el suero de quesos se destina en un 100% a suero desmineralizado para su venta a industrias no incluidas en la cadena

f) Se asume que los destinos de la crema generada en los procesos de estandarización son un 35% a crema en pote y un 65% a manteca en la mega diversificada y el 100% a crema a granel en los restantes modelos de empresas

g) Se asume la existencia de ociosidad estructural normal propia de la actividad industrial láctea

h) Los precios de productos y factores utilizados fueron los vigentes en Argentina para el mes de abril de 2014.

II.IV.- Indicadores técnicos-económicos.

Los indicadores empleados para cuantificar el impacto de los diferentes tipos de leche en los modelos industriales fueron los siguientes (Cartier et al, 2005; Cartier et al, 2007):

Sólidos Totales Procesados: valor que surge de multiplicar la cantidad de leche procesada por la concentración de sólidos totales.

Valor x litro equivalente (planchada): representa el ingreso neto industrial generado por la venta de los productos lácteos, expresado en términos de litro de leche empleados. “Planchada” representa el punto de salida de los productos de la fábrica.

Poder de Compra (de equilibrio): representa la capacidad de pago industrial por litro de leche en tranquera de tambo (excluido el flete), bajo el supuesto de que el beneficio operativo de la empresa es neutro (cero).

III.- Resultados y discusión

En las Tabla 3 se muestra la variación porcentual de productos principales y derivados elaborados según el tipo de leche para el modelo Mega Diversificada y en la Tabla 4, la misma información pero para los modelos Grande Monopolvera y Mediana Quesera. En todos los casos, los cálculos se realizaron considerando la leche tipo BB igual a 1. En las Tablas 2A, 3A y 4A del Anexo, se presentan las cantidades de productos elaborados por tipo de leche y para cada modelo de empresa.

Tabla 3. Variación de la producción anual simulada de productos principales y derivados según tipo de leche y para la empresa Mega Diversificada considerando a la leche BB=1.

Productos principales y derivados	Variación porcentual cantidad de productos elaborados Leche tipo BB= 1		
	BM	AM	AA
Quesos (%)	5,6	9,7	13,0
Leche fluida corta y media vida (%)	6,9	12,0	15,8
Leche fluida larga vida (%)	6,9	11,9	15,8
Leche en polvo (%)	10,6	19,2	27,3
Dulce de leche (%)	8,8	15,6	21,5
Yogures y postres (%)	8,8	15,6	21,5
Cremas (%)	-10,0	-7,2	51,1
Mantecas (%)	-6,3	-3,4	57,3
Derivados suero (%)	-0,5	-1,0	-2,5

El incremento de la concentración de sólidos de la leche impactó positivamente en la cantidad de productos principales elaborados por el modelo Mega Diversificada. Las variaciones fueron diferentes entre productos, siendo las de mayor magnitud, la leche en polvo, los yogures, postres y las leches fluidas. Esta mayor valorización en productos principales implicó una menor producción de derivados. Sólo la composición de la leche AA generó paralelamente aumentos de los productos principales y de los derivados (crema y manteca) (Ver Tablas 3 y 2A). El impacto en la producción de los derivados lo explica la diferencia en la relación “grasa-proteína”. Los tipos BM y AM, si bien registran mayor contenido de sólidos totales respecto del tipo BB, poseen una relación G/P menor (1,111 y 1,106 vs 1,153), generando variaciones porcentuales negativas. El tipo AA, en cambio, al presentar una relación G/P mayor (1,217 vs. 1,153) provoca un incremento en la variación de la producción de cremas y manteca. A su vez, el impacto en la variación negativa en los derivados de suero se explica por la menor relación de lactosa y minerales sobre los sólidos no grasos de cada tipo de leche (0,655 para la leche BB contra 0,640, 0,631 y 0,623 para las leche BM, AM y AA, respectivamente).

Tabla 4. Producción anual simulada de productos principales y derivados según tipo de leche para las empresas Grande Monopolvera y Mediana Quesera. Valores expresados como variación porcentual considerando al tipo de leche BB=1.

Productos principales y derivados	Variación porcentual cantidad de productos elaborados Leche tipo BB= 1					
	Grande Monopolvera			Mediana Quesera		
	BM	AM	AA	BM	AM	AA
Leche en polvo (%)	10,6	19,2	27,3	-	-	-
Cremas (%)	-17,7	-16,7	60,5	-24,1	-26,0	59,1
Quesos (%)	-	-	-	6,6	11,5	16,1
Derivados de suero (%)	-	-	-	-0,5	-1,1	-2,6

En los modelos Grande Monopolvera y Mediana Quesera, se observó la misma tendencia de comportamiento productivo descrito anteriormente. La mejora composicional de la leche incrementó la producción de quesos y de leche en polvo. En ambos casos, se observó una reducción de la cantidad de cremas en las leches BM y AM e incrementos de este derivado en la leche tipo AA (+60%). La cantidad de derivados de suero tendió a reducirse por una mayor

utilización interna en el modelo quesero (Ver Tablas 4, 3A y 4A). Aplican los mismos conceptos desarrollados para explicar las diferentes variaciones de productos derivados presentados en la Tabla 3.

Por último, en la Tabla 5 se muestran los resultados técnico-económicos generados por el uso de los diferentes tipos de leche en los tres modelos de empresas. Los resultados fueron expresados como variación porcentual considerando a la leche tipo BB igual a uno.

Tabla 5. Impacto porcentual sobre indicadores técnicos-económicos de diferentes composiciones químicas de leches en tres tipos de industrias (%) (Leche BB=1)

Indicadores técnico-económicos	Variación porcentual para cada modelo de empresa Leche tipo "BB" = 1								
	Mega Diversificada			Grande Monopolvera			Mediana Quesera		
	BM	AM	AA	BM	AM	AA	BM	AM	AA
Sólidos Totales Procesados (%)	2,5	5,4	11,7	2,5	5,4	11,7	2,5	5,4	11,7
Valor por litro equivalente (planchada) (%)	6,1	11,5	20,2	10,0	18,5	28,0	5,9	10,7	17,2
Poder de Compra (equilibrio) (%)	12,5	23,4	41,2	13,7	25,3	38,6	8,9	16,0	25,8

Independientemente de los modelos y volumen de leche procesado, los cambios en la concentración de sólidos incrementaron en 2,5; 5,4 y 11,7% la cantidad de sólidos procesados respecto a la leche tipo BB. En términos de cantidades, el paso de una leche tipo BB a una AA implicó 21.304, 4.107 y 816 toneladas de sólidos totales adicionales procesados por año para el modelo Mega Diversificado, Grande Monopolvera y Mediana Quesera, respectivamente (Tabla 5A).

Debido a la mayor concentración de sólidos en leche, los tres modelos de empresas presentaron incrementos del ingreso neto por litro de leche procesada (valor por litro equivalente). Bajo los supuestos utilizados en el presente modelo de simulación, la empresa Grande Monopolvera se destacó marcadamente de los restantes modelos por una mayor respuesta frente a los cambios en la concentración de sólidos, mostrando una variación de +10% cuando se comparó BB vs. BM, +18,5% (BB vs. AM) y +28% cuando se contrastaron los extremos de leches (BB vs. AA). El modelo de empresa Mediana Quesera fue el de menor sensibilidad ante estos cambios y el de Mega Diversificada, presentó resultados intermedios los restantes modelos.

Los resultados muestran incrementos significativos del poder de compra ante mejoras en la concentración de sólidos en los tres modelos de empresas, aunque con diferencia entre el tipo de industria. La Mega Diversificada y la Grande Monopolvera mostraron las mayores respuestas, con extremos de +41,2 y 38,6% respectivamente. La Mediana Quesera evidenció la menor sensibilidad frente a los cambios de composición en la leche procesada. Resulta interesante remarcar que dentro del rango de variación representativo de la leche Argentina (tipo BM yAM), las posibilidades de incrementar tanto en valor por litro equivalente como en

el poder de compra son de magnitud y relevancia. En este caso, no solo cuentan los precios de los productos, sino que también toman relevancia el de los factores al momento de la modelización (abril 2014).

Si bien el estudio no permite despejar la existencia de un efecto escala, de interacciones escala según modelo de industria, ni tampoco sensibilizar los resultados ante cambio de precios relativos, los mejores resultados obtenidos se asociaron a los modelos de empresas más grandes (Mega Diversificadas, Grande Polvera). Sería interesante confirmar esta tendencia a través de estudios complementarios que metodológicamente puedan responder a estos interrogantes.

IV. Conclusiones

Bajo los supuestos y precios del modelo de simulación utilizados, se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- El incremento de la concentración de sólidos de la leche procesada mejoró de forma significativa los indicadores técnico-económicos de las empresas. El impacto de esta variable (tipo de leche) fue más relevante que el observado en la variable modelo de empresas.
- Los resultados técnicos-económicos variaron entre modelos de empresas. Las mayores respuestas ante cambios de composición fueron observadas en las empresas Mega Diversificada y Grande Monopolvera.
- La magnitud de la variación en el indicador “poder de compra” entre tipos de leche pone de manifiesto las posibilidades que tienen los productores para el agregado de valor en el producto leche. Para aprovechar esta oportunidad es imprescindible disponer de un sistema de calificación y pago que contemple estas diferencias en la leche y que a su vez, resulte simple, trazable e imparcial.
- El modelo permitiría responder rápidamente a interrogantes no considerados por este trabajo. Por ejemplo, sensibilizar los resultados ante cambio de precios de productos y factores, analizar el efecto escala para un mismo modelo de empresa, conocer el impacto de eliminar o introducir un producto, etc. En este sentido, se resalta el valor estratégico de la herramienta desarrollada por el equipo de la Dirección de Estudios de Costos Meso-económicos del Instituto Argentino de Profesores Universitarios de Costos.

V. Bibliografía

Cartier, E. (2005). El costo y el valor en las cadenas agroalimentarias. Anales del XXVIII CONGRESO ARGENTINO DE PROFESORES UNIVERSITARIOS DE COSTOS. Mendoza. Setiembre de 2005.

Cartier, E. (2007) “PERSPECTIVA MESOECONÓMICA DEL COSTO”. Anales del XXX CONGRESO ARGENTINO DE PROFESORES UNIVERSITARIOS DE COSTOS. Santa Fe. Octubre de 2007.

Taverna, M. y Coulon, J.B., (2.000). La calidad de la leche y de los quesos. Ed. INTA. 115.pág.

Taverna, M. (2005). La calidad como factor de competitividad de la cadena láctea. En: Manual de referencias técnicas para el logro de leche de calidad. 2da Edición. Ediciones INTA, ISBN 987-521-165-6, pág.7-16.

Taverna, et al (2005) Informe del Proyecto “Incremento de la concentración de la leche de sólidos útiles y de compuestos químicos con propiedades terapéuticas y/o sensoriales a través

de estrategias de alimentación, de manejo y de la genética”. PROYECTO INTA Nº 520203. 103 pág.

Taverna, M. y Fariña, S. (2013). La producción de leche en Argentina. Anuario de la Lechería Argentina – FunPEL, pág. 7-17.

Vandeweghe, J., (2006). Le rendement en fromage – prédétermination et mesure. Pág. 791. In “Le Fromage”, Eck, A. et Gillis JC (2006) 3era Ed. Lavoisier Tec y Doc.

Proyecto DECoM 001, Observatorio de la Cadena Láctea (www.iapuco.org.ar).

VI. Agradecimientos

Se agradece la colaboración y aportes de la Comisión de Corrección de la EEA Rafaela del INTA y del Dr. Alejandro Galetto.

ANEXOS

Tabla 1A. Litros diarios de leche procesado y asignados a cada producto por modelo de empresa

Ítems	Cantidad de leche procesada y asignada a producto		
	Mega Diversificada	Grande Monopolvera	Mediana Quesera
Volumen procesado (l/día)	4.000.000	800.000	160.000
Quesos (l/día)	1.200.000	0	160.000
Leche fluida corta y media vida (l/día)	1.400.000	0	0
Leche fluida larga vida (l/día)	280.000	0	0
Leche en polvo (l/día)	880.000	800.000	0
Dulce de leche (l/día)	120.000	0	0
Yogures y postres (l/día)	120.000	0	0

Tabla 2A. Cantidades de productos elaborados por el modelo Mega Diversificada según tipo de leche procesada.

Productos	Unidad	Cantidad de productos por tipo de leche			
		BB	BM	AM	AA
Quesos	Ton	46.381	48.989	50.886	52.419
Leches fluidas de corta y media vida	l x 10 ³	487.029	520.862	545.322	564.218
Leches larga vida	l x 10 ³	97.606	104.364	109.247	113.013
Leche en polvo	Ton	37.187	41.127	44.332	47.334
Dulce de leche	Ton	20.969	22.809	24.237	25.485
Yogures y postres	Ton	44.598	47.598	49.755	51.399
Cremas	Ton	8.532	7.676	7.915	12.891
Mantecas	Ton	8.524	7.985	8.233	13.409
Derivados de suero	l x 10 ³	94.109	93.658	93.147	91.715

Tabla 3A. Cantidades de productos elaborados por el modelo Grande Monopolvera según tipo de leche procesada.

Productos	Unidad	Cantidad de productos por tipo de leche			
		BB	BM	AM	AA
Quesos	Ton	-	-	-	-
Leches fluidas de corta y media vida	l x 10 ³	-	-	-	-
Leches larga vida	l x 10 ³	-	-	-	-
Leche en polvo	Ton	32.582	36.034	38.843	41.473
Dulce de leche	Ton	-	-	-	-
Yogures y postres	Ton	-	-	-	-
Cremas	Ton	3.545	2.919	2.952	5.690
Mantecas	Ton	-	-	-	-
Derivados de suero	l x 10 ³	-	-	-	-

Tabla 4A. Cantidades de productos elaborados por el modelo Mediana Quesera según tipo de leche procesada.

Productos	Unidad	Cantidad de productos por tipo de leche			
		BB	BM	AM	AA
Quesos	Ton	6.022	6.418	6.713	6.994
Leches fluidas de corta y media vida	l x 10 ³	-	-	-	-
Leches larga vida	l x 10 ³	-	-	-	-
Leche en polvo	Ton	-	-	-	-
Dulce de leche	Ton	-	-	-	-
Yogures y postres	Ton	-	-	-	-
Cremas	Ton	557	423	412	886
Mantecas	Ton	-	-	-	-
Derivados de suero	l x 10 ³	12.948	12.881	12.808	12.612

Tabla 5A. Cantidad de sólidos procesados por modelo de empresa según tipo de leche.

Modelo de Empresa	Unidad	Cantidad de sólidos procesados por tipos de leche			
		BB	BM	AM	AA
Mega Diversificada	Ton/año	181.851	186.416	191.742	203.155
Grande Monopolvera	Ton/año	35.053	35.933	36.960	39.160
Mediana MonoQuesera	Ton/año	6.964	7.139	7.343	7.780