



INTI

Instituto Nacional de Tecnología Industrial



Presidencia de la Nación

INDUSTRIA



ESTUDIO DE CASO

Impactos ambientales de los destinos del suero.
Alternativas para Pymes queseras.

*Estudio de Caso basado en la metodología de
Análisis de Ciclo de Vida de Producto*

Marzo 2013

▲ CONTACTO

leticiat@inti.gov.ar

Av. Vélez Sarsfield 1561 - Córdoba

(351) 4698304 int. 152

▲ AUTORES

Leticia Tuninetti y Guillermo Garrido

Área de Ecología Industrial

INTI - Centro Regional Córdoba

Tabla de contenidos

1.	Resumen	1
2.	Introducción	3
3.	Objetivos del estudio de caso	4
3.1	Propósitos	4
3.2	Objetivo General.....	4
3.3	Objetivos particulares	4
4.	Elecciones para el estudio de caso	5
4.1	La metodología utilizada.....	5
4.2	La herramienta seleccionada	5
4.3	El método para calcular los impactos	6
4.4	Categorías de impacto consideradas	6
4.5	El objeto de estudio seleccionado	7
4.6	El tipo de diagnóstico seleccionado.....	7
4.7	El tipo de industria escogida.....	8
4.8	Selección del subgrupo de industrias	9
4.9	Selección de posibles destinos	9
4.10	Definición del modelo tecno-organizativo.....	14
5.	Definiciones metodológicas del sistema.....	16
5.1	Función y unidad funcional.....	16
5.2	Tipo de comparación	16
5.3	Límites del sistema.....	17
5.4	Elaboración de RICOTA	20
5.5	Fabricación de SUERO en POLVO	21
5.6	Uso TAL CUAL para suplemento animal.....	23
5.7	Transportes	24
5.8	Productos que se sustituyen	24
5.9	Balances de masa.....	27
6.	Perfiles ambientales construidos.....	30
6.1	Inventario del sistema ALT1	31
6.2	Inventario del sistema ALT2	33
6.3	Inventario del sistema ALT3.....	35
7	Construcción del inventario ambiental.....	37
7.1	Fuentes de información	37
7.1.1.	Recolección de datos primarios	37
7.1.2.	Uso de bases de datos.....	38
7.1.3.	Otras fuentes de información	38
7.2	Datos comunes	38
7.2.1	Energía Eléctrica (EE).....	38
7.2.2	Gas natural (GN).....	39
7.2.3	Leña (LÑ)	40
7.2.4	Combustibles líquidos, Diesel (DS)	41
7.2.5	Transportes (TC).....	42
7.2.6	Leche cruda (LC)	43
7.2.7	Tratamiento de efluentes (TEF)	45
7.3	Datos para los procesos principales.....	46
7.3.1	Producción de RICOTA.....	46
7.3.2	Producción de QUESO cremoso.....	47
7.3.3	Producción de SUERO en POLVO	47
7.3.4	Producción de LECHE en POLVO	48
7.3.5	Uso TAL CUAL del SUERO	49



7.3.6	Producción de MAÍZ.....	49
8.	Resultados: impactos ambientales potenciales.....	50
8.1	Impactos netos.....	50
8.2	Impactos abiertos por categoría.....	52
8.2.1	Calentamiento Global.....	52
8.2.2	Adelgazamiento de capa de ozono.....	53
8.2.3	Formación fotoquímica de Ozono.....	53
8.2.4	Acidificación.....	54
8.2.5	Eutrofización.....	55
8.2.6	Toxicidad humana.....	55
8.2.7	Eco-toxicidad.....	58
8.2.8	Generación de Residuos.....	59
8.2.9	Uso de Recursos -no renovables-.....	60
9.	Análisis de resultados.....	62
9.1	Comparación de destinos sin los sustitutos.....	62
9.2	Impactos por eslabones.....	63
9.3	Cálculo de indicador único.....	64
9.4	Análisis de Sensibilidad.....	67
9.5	Escenarios no analizados.....	73
9.6	Análisis fortalezas/ debilidades del Inventario.....	74
10.	Conclusiones y recomendaciones.....	75
10.1	Sobre el caso estudiado.....	75
10.2	Sobre lo que se sustituye.....	75
10.3	Sobre posibles variantes.....	75
10.4	Recomendaciones.....	77
11.	Bibliografía.....	79
12.	Glosario.....	80
13.	Siglas utilizadas.....	82
	Anexo I - Datos usados para el modelo de Pymes queseras.....	83
	Anexo II - Categorías de impacto consideradas.....	89
	Anexo III- Inventario por categorías de impacto.....	92
	Anexo IV - Definiciones en la modelización.....	95
	Anexo V - Datos de secadoras en la provincia.....	96
	Anexo VI - Características derivados del secado de suero.....	97
	Anexo VII - Unidades de medida para categorías de impacto.....	98
	Anexo VIII – Proceso de revisión del trabajo.....	99

1. Resumen

El suero que se obtiene como *sub-producto* durante la fabricación de quesos, después de la coagulación de la leche representa 80% del volumen y 50% de la materia seca de la leche cruda. Su *aprovechamiento* es viable tanto técnica como comercialmente en muchos casos, aunque se desconoce la conveniencia ambiental relativa entre las opciones disponibles.

Existen diversas posibilidades de tratamiento y/o reutilización directa. Estas pueden ser, desde alternativas sencillas y actualmente en uso, algunas que requieran inversiones en equipamiento y/o infraestructura, hasta otras más complejas y que solo están desarrolladas a nivel experimental.

El sector de la *industria quesera, en particular las Pymes*, busca darle destino al suero que genera como sub-producto de los quesos, en función de las ecuaciones económicas del momento; pero necesita incorporar otros aspectos al momento de decidir el destino de su suero, es el caso de la “perspectiva ambiental”.

Con el *propósito* de alentar a las Pymes queseras de la provincia de Córdoba, a tomar en consideración aspectos ambientales para decidir el destino del suero del que disponen, se desarrolló este Estudio de Caso que cuantifica el desempeño ambiental de algunos de los posibles destinos productivos del suero que generan.

Este Estudio de Caso se focaliza en las Pymes Queseras ubicadas en la cuenca láctea Villa María (Córdoba), una de las más importantes del país y con la particularidad de contar con gran cantidad de Pymes de pequeña capacidad de procesamiento que son las que mayor cantidad de suero generan y más inconvenientes operativos tienen para darle un destino adecuado.

La metodología utilizada para desarrollar el Estudio de Caso fue el Análisis de Ciclo de Vida (ACV). El inventario se construyó con datos relevados en las industrias y con fuentes secundarias, el procesamiento de los datos se hizo con el software SimaPro, y para estimar los potenciales impactos se utilizó la metodología EDIP 2003.

En la etapa de definiciones del objeto de estudio; primero se elaboró un modelo tecno-organizativo representativo de las Pymes queseras generadoras de suero en base a los siguientes parámetros: a-capacidad de procesamiento de la planta, b- tipo de quesería, c-tipo de suero que genera, d-distancia desde quesería hasta la secadora, y e-ubicación de la quesería. Segundo se identificaron y seleccionaron tres destinos del suero para analizar:

- a- elaboración de ricota,
- b- producción de suero en polvo, y
- c- uso tal cual para suplementar animales.

Tercero se identificaron los productos que se podrían asumir reemplaza/sustituye cada destino productivo del suero:

- a- queso cremoso,
- b- leche en polvo, y
- c- granos de maíz respectivamente.

En la etapa de definiciones metodológicas, se especificaron los límites, que incluían la “expansión del sistema” de la comparación. Para cada destino, se incluyeron las

operaciones desde que el suero se encuentra en la puerta de salida de la quesería, hasta que se industrializa o se entrega para ser usado tal cual. Para los sustitutos, se incluyeron todas las operaciones necesarias para su obtención. La unidad funcional se definió en 10.000 [l/día] de suero tal cual. Los inventarios ambientales fueron construidos con datos relevados en industrias, otros proporcionados por INTI Lácteos, y también con datos de fuentes secundarias como EcoInvent. El cálculo de impacto ambiental neto de cada alternativa (operaciones del destino menos operaciones del sustituto) se realizó en base al método EDIP 2003.

Los resultados muestran que:

1-Todas las alternativas analizadas de aprovechamiento del suero presentan ahorros ambientales por evitar el uso de otros productos. Como era de esperar el aprovechamiento del suero, no importa el destino, siempre tiene un impacto positivo. 1º lección: EL SUERO NO PUEDE PERDERSE.

2-Cuando se comparan los destinos del suero procesado, la “ricota” aporta mayores ahorros que el “suero en polvo”; aunque algunos escenarios alteran el orden de los ahorros. 2º lección: SI EL SUERO SE VA A PROCESAR, ES CONVENIENTE TANTO PRODUCIR RICOTA COMO SECARLO.

3-La definición de los límites del sistema analizado, y los productos que se asume sustituye cada destino del suero, condiciona los resultados. Si los destinos del suero no reemplazaran ningún producto, entonces la alternativa más conveniente sería el uso “tal cual” en animales; en segundo lugar la “ricota” y por último el “suero en polvo”. 3º lección: EL USO “TAL CUAL” EN ANIMALES ES LA CADENA QUE MENOR IMPACTO GENERA.

4-Las alternativas que evitan producción de leche cruda en el tambo son las que más ahorro ambiental producen. Estas son la “ricota” como sustituto de “quesos frescos” y el uso del “suero en polvo” como reemplazo de “leche en polvo”. 4º lección: LOS DESTINOS DEL SUERO QUE REEMPLAZAN LECHE CRUDA SON LOS MÁS CONVENIENTES.

Aunque los resultados que se obtuvieron, están condicionados por las suposiciones utilizadas para construir los inventarios ambientales, hay indicios que pueden reconocerse cómo pautas claras, en función del desempeño ambiental, de los destinos más convenientes para el suero que generan las Pymes.

Palabras claves: *lactosuero; análisis de ciclo de vida, valorización de subproductos, Pymes.*

2. Introducción

La creciente preocupación por el ambiente y el uso desmedido de recursos, repercute cada vez con más fuerza en las agendas Estatales. Del mismo modo, una creciente concientización de la población sobre la temática, se refleja en el accionar de los consumidores que comienzan a elegir productos amigables con el ambiente. Por su parte, el sector productivo, buscando desarrollar estrategias que le permitan producir de manera más sustentable, también empieza a tomar iniciativas en este sentido.

El sector de las pymes queseras de la provincia de Córdoba tiene desafíos variados en materia ambiental; uno de ellos es disponer de una política clara y sostenida en el tiempo sobre el destino del suero que se obtiene como sub-producto de los quesos. Su aprovechamiento es viable tanto técnica como comercialmente; se puede usar deshidratado para elaborar ingredientes de alimentos, fármacos, balanceados para aves, cerdos y mascotas. También se lo puede usar directamente como aporte de sólidos a productos lácteos, como el queso fundido, la bebida de suero, ó la ricota; además se puede pensar en producir Bio-gás, compost, Bio-etanol, utilizarlo para Ferti-Riego, ó directamente alimentar animales.

A pesar de su potencial aprovechamiento, en nuestro país se industrializa menos del 2% de los 3,8 billones de litros que se producen por año¹. Esfuerzos por mejorar esta situación se han visto en distintos ámbitos, tanto públicos como privados; es el caso de plantas procesadoras de suero que se inauguraron hace poco tiempo; también los subsidios que se han otorgado para que organismos de ciencia y tecnología mejoren el conocimiento en torno a este histórico desafío. Lo que parece no estar claro todavía es la conveniencia ambiental de uno y otro destino.

Es en este marco que elaboramos un diagnóstico ambiental comparativo, de manera sistémica e integral, que ayude a las Pymes queseras a tomar decisiones considerando la sustentabilidad ambiental al momento de decidir el destino del suero; a través de un Estudio de Caso comparativo utilizando la metodología de Análisis de Ciclo de Vida (ACV).

El Estudio de Caso se orientó a dar una respuesta al grupo de pymes queseras de la cuenca láctea Villa María de la provincia de Córdoba. Para esto se modelizó un tipo de industria promedio de la zona y se analizó la conveniencia ambiental de destinar el suero tal cual hacia: 1- alimentación de animales en estado líquido; 2-fabricación de suero en polvo; y 3-fabricación de ricota.

Aunque las respuestas que se obtuvieron están condicionadas por la modelización construida de la Pymes queseras y las suposiciones utilizadas para construir los inventarios ambientales; hay indicios que pueden reconocerse cómo pautas claras de los destinos más convenientes del suero de las Pymes y qué tipo de operaciones, dentro de las cadenas del suero, son más convenientes frente a otras. A continuación se presenta el desarrollo del Estudio de Caso, los resultados obtenidos y las conclusiones-recomendaciones que nos animamos a dar.

¹ Enrique Mammarella, Universidad Nacional del Litoral (UNL).
www.ellitoral.com/index.php/diarios/2009/05/27/medioambiente/MED-02.html

3. Objetivos del estudio de caso

3.1 Propósitos

Alentar a que se tomen en consideración aspectos ambientales al momento de decidir el destino del suero que disponen las Pymes queseras de la provincia de Córdoba.

3.2 Objetivo General

Conocer el desempeño ambiental de tres destinos productivos alternativos, de los más frecuentemente seleccionados, del suero generado por pymes queseras.

3.3 Objetivos particulares

Metodológicos

- Identificar las características técnicas, organizativas y comerciales de las Pymes queseras de la provincia.
- Definir un modelo tecno-organizativo representativo del grupo de Pymes queseras de la provincia que hacer un diagnóstico genérico del sector.
- Identificar los destinos productivos del suero más utilizados y los que tendrían potencial de ser desarrollados en el mediano plazo por las Pymes queseras.
- Identificar las operaciones al suero, desde que se genera hasta que se le da su destino definitivo, pasando por el acondicionamiento, almacenamiento, transporte y transformación.
- Definir escenarios (potenciales) tecno-organizativos, alternativos a los modelos analizados, que podrían ser implementados como soluciones de destino.

De mediciones

- Realizar el inventario físico, de uso de recursos (materiales y energéticos) y generación de emisiones (gaseosas, líquidas y sólidas), para cada una de las alternativas de destino seleccionadas.
- Calcular el desempeño ambiental de los destinos elegidos, en primera instancia para los modelos seleccionados, y luego para los escenarios que se planteen.

De análisis y recomendaciones

- Identificar los puntos críticos de impacto ambiental de cada uno de los destinos.
- Asignar un orden de prioridad de los destinos, y proponer el mix adecuado, en función del mejor desempeño ambiental.
- Identificar las mejores tecno-organizaciones, de modelos existentes y escenarios potenciales, que maximicen el desempeño ambiental de los destinos.

4. Elecciones para el estudio de caso

4.1 La metodología utilizada

Se utiliza en este Estudio de Caso la metodología conocida como “Análisis de Ciclo de Vida (ACV) de producto”. Esta metodología permite identificar puntos de potenciales mejoras ambientales, a través de la cuantificación del uso de recursos (materiales y energéticos) y la generación de emisiones (sólidas, líquidas y gaseosas), en cada una de las etapas del ciclo de vida de un producto.

La ACV es una técnica de relevamiento y análisis de datos (emisiones y consumos) de las etapas necesarias para que un bien sea producido, utilizado y finalmente descartado. Esta técnica evalúa impactos potenciales de un producto, un proceso o de un servicio, a lo largo de un periodo de tiempo.

Una ACV puede clasificarse de acuerdo con los límites que se consideren al inicio y al final del sistema analizado, en relación al entorno. Las posibles aplicaciones del ACV son múltiples; además esta metodología puede ser conducida tanto, por empresas buscando mejorar su competitividad, como por el Estado o instituciones, que buscan beneficios para la comunidad. Es una herramienta que ayuda a tomar decisiones.

La ACV puede considerarse como la primera y única metodología de evaluación ambiental patronizada internacionalmente (normas de la serie ISO 14040). Esta norma contiene en tres partes, el inventario, la evaluación de impacto, y la evaluación de la mejora.

4.2 La herramienta seleccionada

Para este Estudio de Caso, se utiliza el software SimaPro 7.3.2 versión PhD², de origen holandés, creado y distribuido por PRE Consultants³. Este software permite modelar productos y sistemas desde la perspectiva del análisis de ciclo de vida. Permite construir modelos de un modo sistemático y transparente, usando características como parámetros y Análisis Monte Carlo.

SimaPro viene integrado totalmente con la base de datos Ecoinvent, de amplio alcance internacional. Presenta datos de distintos países de Europa, promedios de regiones y datos de Latinoamérica. Posee también bases de datos, como LCA Food Database, de origen danés⁴ con datos de alimentos producidos y consumidos en Dinamarca; y USLCI, perteneciente al Laboratorio Nacional de Energías Renovables de Estados Unidos, con datos norteamericanos y canadienses.

La herramienta presenta distintos métodos de análisis de impactos ambientales. Todas las bases de datos están totalmente armonizadas sobre la estructura, y encajan perfectamente con todos los métodos de análisis de impacto de SimaPro.

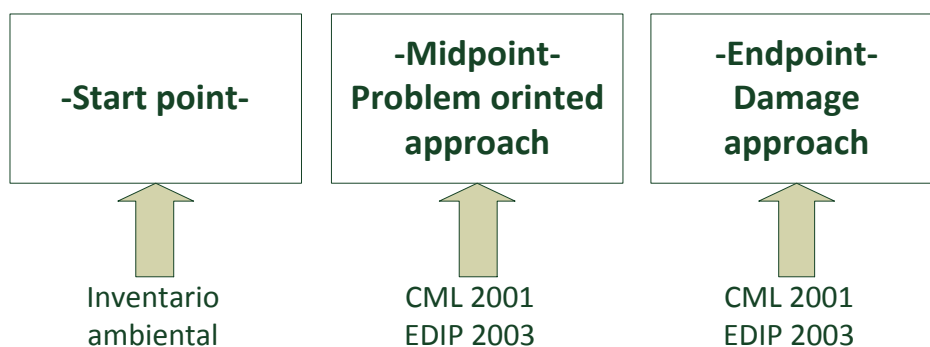
² Ver informe: Software de “Análisis de Ciclo de Vida”. Valoraciones para la adquisición por el INTI.

³ Esta compañía de consultoría trabaja desde hace más de 20 años en temas relacionados a la sustentabilidad y Análisis de ciclo de vida. El software es utilizado en la industria, institutos de investigación y consultoría en más de 80 países. <http://www.pre-sustainability.com/content/about-pre>

⁴ <http://www.lcafood.dk>

4.3 El método para calcular los impactos

Dentro de la metodología de ACV, existen diversas escuelas o corrientes que proponen maneras de calcular los impactos ambientales. Algunas se orientan a calcular la dimensión del problema, otros en cambio a estimar el daño. La siguiente figura muestra las principales escuelas que se utilizan.



Para este Estudio de Caso se utiliza el método conocido como EDIP 2003⁵. El "Environmental Development of Industrial Products (EDIP)" es un método desarrollado por el Instituto de Desarrollo de Productos (IPU) de la Universidad Tecnológica de Dinamarca.

La versión EDIP 2003 es una actualización de la EDIP 1997, de la metodología de LCIA, y cubre un rango amplio de los mecanismos ambientales. Presenta una mirada de evaluación "orientada hacia el daño". El EDIP 2003 considera las características previas del ambiente que recibe el impacto en un esfuerzo por mejorar la performance de los cálculos de los impactos ambientales.

4.4 Categorías de impacto consideradas

Si bien el método EDIP 2003 muestra 19 categorías de impacto, en este Estudio de Caso algunas de ellas se muestran agrupadas. Esta simplificación no omite información sobre los resultados, ya que las categorías que no se muestran se mencionan junto a alguna de las categorías analizadas debido a la similitud en los valores y en los eslabones más importantes de cada cadena. Para más detalles ver el ANEXO.

De este modo, se incluyen las siguientes categorías de impacto:

1. Calentamiento Global
2. Adelgazamiento de la capa de Ozono
3. Formación de Ozono
4. Acidificación
5. Eutrofización terrestre debida al Nitrógeno (incluye acuática x Nitrógeno)
6. Eutrofización acuática debida al Fósforo
7. Toxicidad humana a través del aire (incluye terrestre)
8. Toxicidad humana a través del agua
9. Ecotoxicidad al agua crónica (incluye aguda)
10. Ecotoxicidad al suelo
11. Residuos (incluye suma ponderada peligrosos, urbanos, cenizas y radiactivos)
12. Agotamiento Recursos No Renovables (energéticos y materiales)

⁵ Se eligió esta metodología que se oriente hasta dimensionar el problema, ya que es una de la más frecuentemente utilizada en estudios de caso en Argentina. Por otro lado cabe aclarar que los resultados se muestran desagregados por categorías de impacto, buscando minimizar posibles simplificaciones en la "normalización" y "ponderación".

4.5 El objeto de estudio seleccionado

Para este Estudio de Caso⁶, se analiza el suero, subproducto proveniente de la elaboración de quesos, que se obtiene mediante la separación de la cuajada después de la coagulación de la leche.

El Código alimentario argentino (CAA)⁷ entiende por “Sueros de lechería” a los líquidos formados por parte de los componentes de la leche, que resultan de diversos procesos de elaboración de productos lácteos. También existen suero de manteca, suero de caseína y suero de ricota.

Este subproducto se genera en importantes volúmenes (80% de la leche cruda se transforma en suero) y representa el 50% de la material seca de la leche. Sus características corresponden a un líquido fluido, de color verdoso amarillento, turbio, de sabor fresco, débilmente dulce, de carácter ácido. La siguiente figura muestra la composición del queso y el suero líquido, obtenidos de una típica leche de vaca.

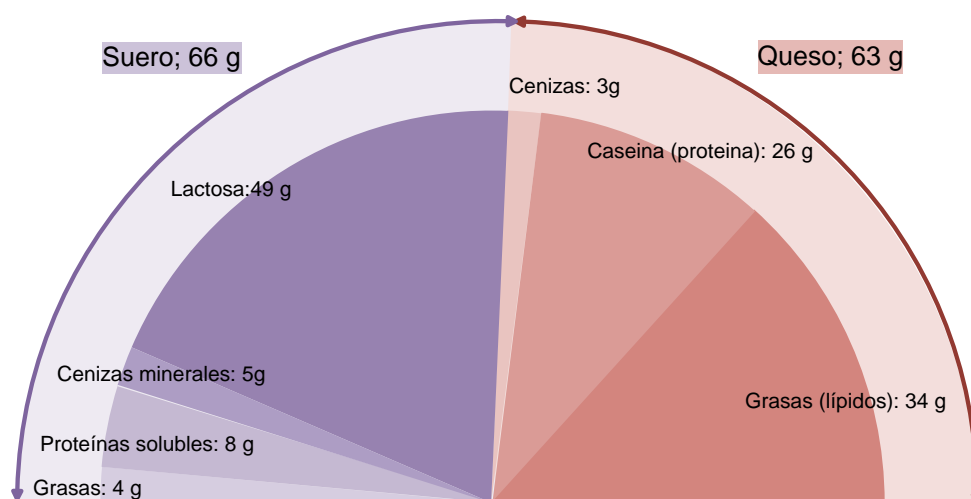


Figura 1: Composición típica del suero de quesería y del queso. Fuente: web del ITFF en el año 2009.

4.6 El tipo de diagnóstico seleccionado

Puede haber distintos tipos de estudios factibles de ser realizados con la metodología de Análisis de Ciclo de Vida (ACV), de acuerdo al interlocutor que se defina:

- a) Particular: el interlocutor es una única industria. Esta es una mirada de Eco-eficiencia para un actor-específico, sitio-específico.
- b) Sectorial: el interlocutor es un sector, o grupo de industrias, con características y problemáticas comunes. Esta es una mirada de Eco-eficiencia para modelos representativos.

El problema del destino del suero atraviesa de manera muy parecida a todas las Pymes queseras de la región. Además los inconvenientes y desafíos con los que se encuentra una industria, son similares para otras con las mismas condiciones. Por lo tanto este

⁶ Durante Noviembre de 2009, en la ciudad de Rafaela se organizó, entre el Área de Ecología Industrial del INTI Córdoba y el INTI Lácteos de Rafaela, una Jornada de EcoEficiencia para el sector lácteo, con el objetivo de identificar potenciales tópicos para abordar a través de la metodología de ACV. Durante la Jornada se consultó a los participantes, tanto del INTI como de la industria, sobre los temas de interés y/o de relevancia. Surgieron varios asuntos, pero el más inquietante fue el destino que le dan al suero las pymes queseras. Según fuentes consultadas, si bien existen alternativas para su reutilización, disponibles comercialmente o en desarrollo, actualmente no tiene destino cierto, y nada se conoce acerca del desempeño ambiental.

⁷ Capítulo VIII “Alimentos lácteos”, Artículo 582 - (Res 879, 5.6.85)

Estudio de Caso no se orienta hacia una empresa en particular, sino al conjunto de industrias queseras, asentadas en una determinada región, y con características similares entre ellas.

4.7 El tipo de industria escogida

A partir del diálogo con distintos espacios institucionales vinculados al sector lácteo, como ESIL, INTI-Lácteos, APyMEL y PYLACOR, se pudo inferir que el destino del suero generado en las queserías es una problemática que afecta principalmente a las pequeñas y medianas industrias (Pymes de acá en adelante).

Este tipo de empresas muchas veces tienen dificultades económicas y de entorno para darle un destino adecuado a este sub-producto. En cambio, las grandes industrias, que procesan más de 100.000 [l/día] de leche, generalmente tienen solucionado el destino del suero a través del secado, ya sea en planta propia, o por un tercero especializado.

Las Pymes con bajos volúmenes de producción, no cuentan con medios económicos suficientes para afrontar la inversión en una planta secadora. Las posibilidades de enviarlo hasta la secadora más cercana de un tercero, son limitadas, ya que el suero no siempre cumple con las condiciones de calidad mínima, la cantidad generada por día es baja y la distancia desde las queserías hasta las secadoras suele ser considerable.

Tipo de Industria	Cantidad de Plantas	Leche destinada a quesos	
		[miles litros/año]	[%]
Micro (tambo fábrica)	187	39.896	5%
Pequeña	160	468.670	58%
Mediana	13	129.011	16%
Grande	4	166.436	21%
Totales	364	804.215	100%

Tabla 1: Participación en la producción de quesos en la provincia. Fuente: Análisis de la cadena de la leche en Argentina (INTA – 2009).

Las Pymes lácteas, además de ser las que tienen mayores inconvenientes para darle un destino adecuado al suero, son casi exclusivamente productoras de quesos. La *Tabla 1* muestra los volúmenes de leche procesados por tamaño de empresa. Se puede observar que, las pequeñas industrias y los tambos-fábrica en la provincia, son responsables de más del 60% de la leche destinada a quesos.

Debido a que las industrias queseras de pequeña y mediana escala (Pymes) son las que mayor cantidad de suero generan en la provincia, y además son las que mayores inconvenientes tienen para darle un destino adecuado a su suero, este Estudio de Caso se enfoca sobre ellas.

4.8 Selección del subgrupo de industrias

También fue necesario definir el universo de industrias, con un problema común, al que se le quiere dar respuestas. A continuación se mencionan los tres grupos de Pymes que surgieron como posibles de ser analizadas:

- a) Pymes del país (agrupadas en modelos).
- b) Pymes de la provincia de Santa Fe (del Programa P+L del INTI-Lácteos).
- c) Pymes de la provincia de Córdoba (agrupadas en modelos).

A diferencia de la provincia de Santa Fé que tiene menor cantidad de Pymes pero de mayor tamaño, la provincia de Córdoba tiene un gran número de pequeñas industrias queseras.

Sustentado en las sugerencias recibidas por el INTI-Lácteos, en la cercanía de las Pymes cordobesas al INTI, y en las relaciones que ya se habían iniciado con las asociaciones APyMEL-Cba y PYLACOR, se decide estudiar a las Pymes de la provincia de Córdoba.

Para poder abarcar a este grupo de Pymes, se definió armar un modelo de queserías de la provincia de Córdoba, que sea lo más representativo posible de la realidad que hoy viven este tipo de industrias.

Resumen: *Los interlocutores que se analizan son las Pymes queseras ubicadas en la provincia de Córdoba. El Análisis de Ciclo de Vida (ACV) tiene un enfoque sectorial, a través de un modelo tecno-organizativo representativo.*

4.9 Selección de posibles destinos

Existen diversas posibilidades para el tratamiento y/o reutilización del suero generado por las Pymes queseras. Estas pueden ser, desde alternativas sencillas y actualmente en uso, algunas que requieran inversiones en equipamiento y/o infraestructura, hasta otras más complejas y que solo están desarrolladas a nivel experimental.

La *Tabla 2* presenta las opciones identificadas como destinos posibles, la aplicación que se le podría dar al suero transformado (o sus derivados), y los productos a los que sustituye cada destino. Este listado fue elaborado en base a información de diversas fuentes; entre ellas, la Jornada de EcoEficiencia de Rafaela, la consulta a expertos, y la lectura de bibliografía.

Una vez identificados los posibles destinos que las Pymes le podrían dar a su suero, se seleccionaron aquellos que resultaban de mayor interés para el Estudio de Caso. Para esto, se encuestó a referentes del sector, entre ellos el INTI-Lácteos, la Escuela Superior Integral de Lechería (ESIL), la Asociación de Pequeñas y Medianas Empresas Lácteas (APyMEL) y la asociación Pymes Lácteas Córdoba (PYLACOR).

Destinos	Producto Generado	Aplicación	Producto al que sustituye
Aporte de sólidos a productos lácteos	Suero líquido pasteurizado	Elaboración de dulce de leche.	Leche cruda
		Elaboración de quesos de menor calidad.	Leche cruda
Producción de queso fundido		Elaboración de quesos fundidos.	Leche cruda
Producción de bebida de suero		Elaboración de bebidas en base a suero	Yogur, bebidas de refresco
Producción de Ricota	Ricota	Pastas, panificados, postres.	Relleno de pastas. Dulces, cremas, en tortas.
Producción de derivados de suero en polvo	Suero en polvo reducido en lactosa	Bebidas energéticas y nutricionales; productos lácteos, postres, sopas y confituras.	Leche en polvo
	Suero en polvo no higroscópico	Confituras, caramelos, recubrimientos de confitería, alimento balanceado.	Leche en polvo
	Suero desmineralizado	Yogures, alimento balanceado.	Leche descremada
	WPC34	Panificados, dulce de leche y productos lácteos	Leche descremada en polvo; emulsificantes, espesantes
	WPC80	Glacéado en panificados y pastelería. Lácteos	Leche o huevos. Almidón u otros espesantes
	WPI	Tortas. Para estabilizar Yogurt	Huevos enteros o blancos. Emulsificantes
	Lactoferrina	Agregado a leches. Usado en pastas dentales.	Lactoferrina purificada a partir de leche.
Producción de Bio-gás	Bio-gás	Calderas de la fábrica	Combustible gaseoso
Producción de Bio-etanol	Bio-etanol	Transporte	Combustible líquido
Ferti-Riego	Ferti-Riego	En los campos con cultivos	Fertilizantes químicos
Suplementación de animales	Alimento	Nutrición animal (cerdos o vacunos)	Leche (terneros) ó Maíz (vaquillonas, novillos y cerdos).
Vuelco al ambiente	No corresponde	No corresponde	No corresponde

Tabla 2: Posibles destinos del suero. Fuente: elaboración propia en base a bibliografía y entrevistas.

Se les consultó sobre las alternativas de destino que consideraban más interesantes de analizar, desde las perspectivas ambiental y económica; teniendo en cuenta no solo las opciones que hoy se usan, sino también aquellas que podrían implementarse.

La encuesta fue respondida con distintos criterios; algunos solo tuvieron en cuenta las posibilidades actuales de las Pymes, otros en cambio ampliaron la mirada, marcando alternativas que podrían desarrollarse en el mediano plazo. La *Tabla 3* muestra un consolidado de las respuestas que dieron los encuestados.

	Destinos	Encuesta			
		INTI-Lácteos	ESIL	APYMEL	PYLACOR
Reutilización en la industria láctea	a Reintroducción en quesos		X		X
	b Producción de Ricota	X	X		
	c Aporte de sólidos a productos lácteos (dulce de leche, yogures, etc)				
	d Producción de bebidas (vino, cerveza, bebidas no alcohólicas)				X
Tratamiento propio fuera de los procesos lácteos	e Producción de suero en polvo, WPC, WPI, etc.	X		X	
	f Producción de biogás				X
	g Producción de bioetanol				X
	h Uso para ferti-riego	X	X		
	i Uso como alimento de animales (cerdos o vacunos)	X	X		X
	j Vuelco al ambiente	X	X		X
Entrega a tercero	k Envío en estado líquido para procesamiento	X	X	X	X
	l Concentrado en planta propia y envío a tercero para secado y procesamiento.			X	

Tabla 3: Posibles destinos que las Pymes le podrían dar a su suero. Las alternativas seleccionadas para este Estudio de Caso están remarcadas en color rojo⁸.

Alternativas no seleccionadas

Las alternativas de **reintroducir el suero en quesos** o utilizarlo para **aportar sólidos a otros productos lácteos** no son llevadas a cabo por las Pymes lácteas en este momento. Una de las razones por la que no se las consideró alternativas interesantes podría ser que las Pymes no tienen diversificada su producción, la mayoría solo elabora unas pocas variedades de quesos. Además la reintroducción del suero no elimina el problema, ya que se sigue generando efluente, que luego es necesario tratar.

La producción de **bebidas a base de suero** es un destino que tiene éxito en algunos países, sin embargo ninguna de los encuestados marcó esta posibilidad como una opción interesante. El diálogo con técnicos e industriales, permitió reconocer que esta alternativa no encuentra mercado en Argentina, probablemente por falta de estrategias de marketing y al prejuicio de la población⁹.

Las alternativas relacionadas con generación de energía, tanto la **de bio-etanol** como la **de bio-gás**, tampoco fueron seleccionadas. Una posible explicación a la falta de interés por estas opciones, es que sus desarrollos técnicos-comerciales aún no se encuentran suficientemente maduros, por lo que no se las ve como soluciones viables.

La alternativa de **ferti-riego** de cultivos, tampoco tuvo consenso como destino a estudiar entre los encuestados. Debido a su alto contenido de Nitrógeno, Fósforo y

⁸ Se aclara que algunos interlocutores completaron la encuesta con números en lugar de cruces. Para hacer más comprensible la tabla, se cambiaron los números con mayor ponderación (1, 2 y 3) por cruces, dejando en blanco los casilleros que tenían bajas ponderaciones (números 4, 5 ó 6).

⁹ La alternativa de elaboración de **sopas en polvo**, ha sido promovida por APYMEL, y el INTI-Lácteos está llevando a cabo un estudio para conocer la viabilidad técnica-económica. Esta opción, aunque no fue incluida en este Estudio de Caso, podría analizarse bajo la metodología de ACV.

Potasio, el riego con suero es una elección en algunos países como España. Darle este destino al suero implica correr riesgos ambientales, si se ocurriera infiltración y consecuentemente la contaminación del agua subterránea¹⁰. Sin embargo este destino se utiliza con monitoreo y controles permanentes, y garantizando la rotación de cultivos. En nuestro país, esta opción ha sido poco estudiada; además a la fecha no se dispone de legislación que la organice. Los encuestados pueden haber descartado esta opción por temer a que se practique con pocos cuidados y sin cumplir los requisitos mínimos.

La alternativa del **concentrado en planta propia**, previo al secado en planta de un tercero, es un escenario alternativo que acá se estudia dentro de la opción de secado por tercero. También se contemplan las alternativas de **secado asociativo**, que incluye la instalación de una secadora para un grupo de Pymes y el secado **en la misma planta quesera** donde se genera el suero (individual).

Alternativas seleccionadas¹¹

La alternativa de **fabricar ricota**, se incluye porque es un proceso sencillo que, actual e históricamente, ha sido utilizado por las Pymes. La fabricación de ricota genera un subproducto en gran volumen, es el “suero pobre”, que puede destinarse a la alimentación de animales.

Por otra parte, se estudia la alternativa de entrega a una planta secadora (de un tercero) **para elaborar suero en polvo** que sirve como insumo en la fabricación de alimento balanceado ó de alimentos para humanos (industrias de panificados, confituras, helados, entre otros).

También se incluye la alternativa **suplemento animal**, tanto cerdos como vacunos. Esta es una práctica muy común de las Pymes queseras, que requiere baja inversión de capital, es fácil de manejar, y la industria dispone de suelos para la cría y engorde (la mayoría se encuentran en zona rural).

Resumen: con la metodología de Análisis de Ciclo de Vida (ACV), se analizan las siguientes alternativas:

1. *Producción de ricota.*
2. *Secado en planta de un tercero*
3. *Suplemento animal (cerdos y vacunos).*

A continuación, se muestran en la Figura 2 las alternativas que se evaluaron como posibilidad de ser incluidas en el Estudio de Caso. La información para confeccionar el flujograma fue obtenida de bibliografía diversa.

¹⁰ El suero presenta altos valores de DBO, alrededor de 35.000 mg/litro. Ing. Ruth Rodriguez, INTI Ambiente. Disertación sobre “Caracterización y tratamiento de efluentes líquidos en la industria láctea”. Rafaela, 2010.

¹¹ Actualmente las tres alternativas son usadas, aunque cada una condicionada fuertemente por los precios de mercado y la demanda que pueda absorberla.

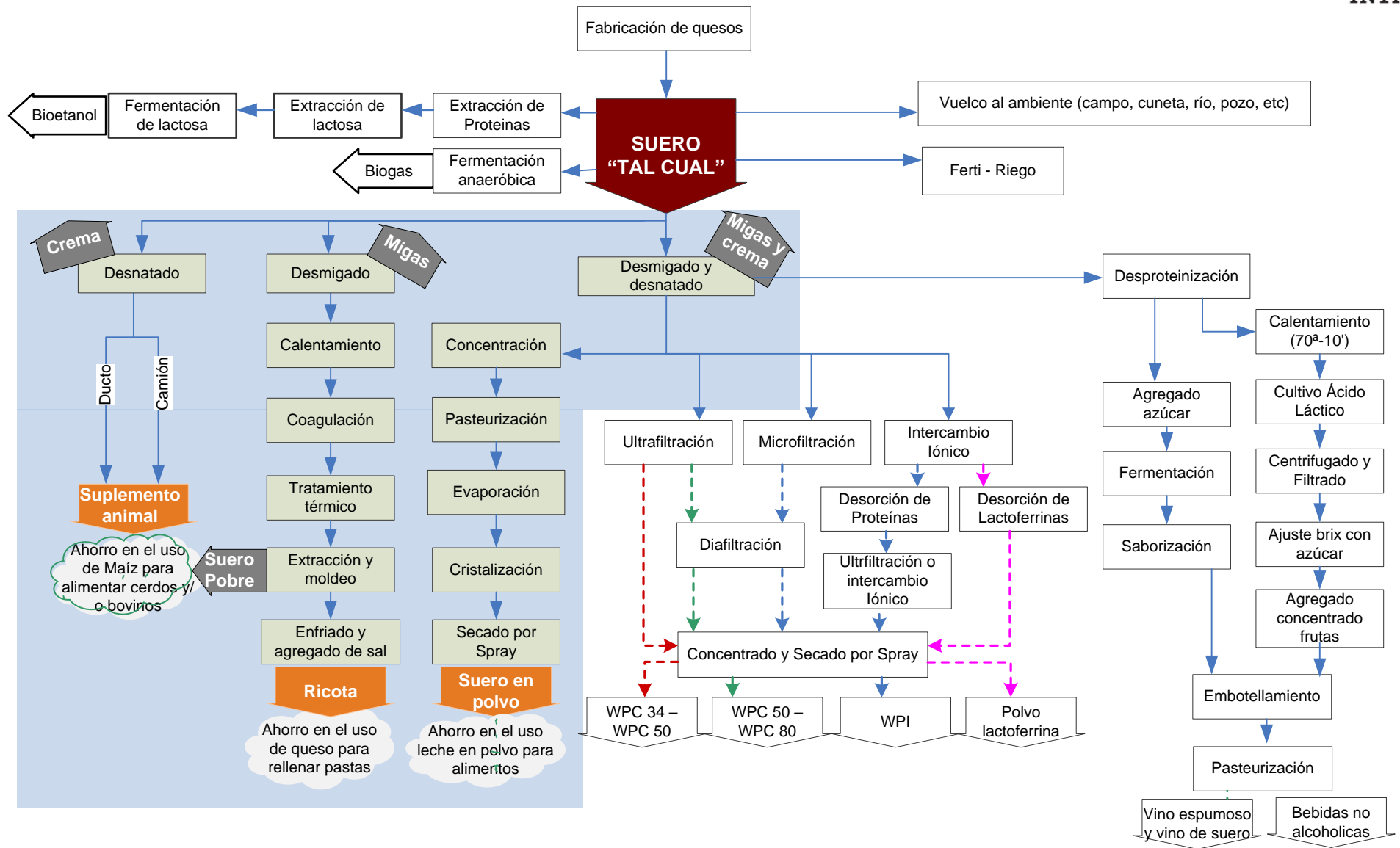


Figura 2: Alternativas seleccionadas para este Estudio de Caso (con fondo gris).

4.10 Definición del modelo tecno-organizativo

El universo de Pymes queseras en la provincia es importante. Para armar un modelo tecno-organizativo que sea representativo, fue necesario agrupar las Pymes a través del uso de algunos parámetros. Los parámetros (variables) que se utilizaron, se relacionan con condiciones físicas¹², internas y de entono, a las que se enfrentan las industrias al momento de tomar decisiones sobre el destino que le dan a su suero.

En base a distintas fuentes bibliográficas, se elaboró un listado de los parámetros físicos que tentativamente podrían ayudar a definir el modelo representativo de las Pymes de la provincia. Luego se envió este listado a la ESIL, INTI-Lácteos, APYMEL-Cba y PYLACOR para que seleccionen los que consideraban de mayor importancia. La Tabla 4 resume las respuestas obtenidas. Se encuadran en color rojo los parámetros que se utilizaron en este Estudio de Caso para definir el modelo tecno-organizativo de las Pymes.

Parámetros	Encuesta				Comentario	
	INTI Lácteos	ESIL	APYMEL	PYLACOR		
Leche cruda	Composición de la leche cruda		x		Varía según ganado, alimentación, clima, región, estacionalidad, evento extremo (anegamiento, sequía)	
	Capacidad de procesamiento	x	x	x	Litros de leche procesados por día.	
Procesamiento de la leche	Tipo de quesería	x		x	Tambo fábrica, quesería artesanal, PyME quesera, quesería de gran escala.	
	Tipo de suero que se genera			x	x	Ácido, suave, de ricota, o de caseína.
	Distancia desde quesería hasta la secadora	x	x		x	
	Ubicación de la quesería	x	x	x	x	En el tambo, zona rural, zona urbana
Destino del suero	Posibilidad de acondicionar y conservarlo	x		x	x	Tanque almacén, desnatadora, enfriadora y tanque con frío para el suero
	Condiciones de caminos aledaños a la quesería			x		
	Disponibilidad de transporte adecuado	x	x	x	x	Con tarros, camiones tanques, camiones frigoríficos

Tabla 4: Parámetros físicos que, tentativamente, condicionan a las Pymes al decidir el destino del suero.

Las respuestas de los encuestados permiten inferir que los condicionamientos más importantes para decidir el destino del suero tienen que ver con factores internos a la quesería. Estos son, la escala (cantidad de suero generado) y las condiciones (microbiológicas y físico-químicas) del suero generado¹³.

¹² Existen también otros condicionantes, no físicos, que se relacionan con aspectos económicos y sociales.

Algunos de los identificados son: 1-Costo de las tecnologías para tratar el suero; 2-Precio recibido por el suero en estado líquido; 3-Normativas que regulan el manejo de efluentes.

Otras variables sugeridas por expertos en distintas charlas fueron: 4-Acceso a créditos o fondos de inversión; 5-Regularidad en la recolección del suero; 6-Conocimiento para gestionar las tecnologías; 7-Negocio marginal al que no interesa prestarle atención.

¹³ Algunos interlocutores completaron la encuesta con números en lugar de cruces. A los fines de hacer más comprensible la tabla, se cambiaron los números con mayor ponderación (1, 2 y 3) por cruces, dejando en blanco los casilleros que tenían bajas ponderaciones (números 4, 5 ó 6).

Pero los factores externos, como la ubicación de la industria (zona rural, urbano-rural o urbana) y la distancia hasta la secadora más cercana, también condicionan la decisión de un industrial quesero.

En base a datos del Censo de la Industria Láctea (Córdoba, 1994) e informes Cluster Quesero Villa María (2008 y 2009); sumado al relevamiento que se hizo en algunas visitas a pymes, coordinadas a través de APyMEL-Cba y PYLACOR, se construyó el modelo tecno-organizativo de Pyme quesera que se utiliza en el Estudio de Caso.

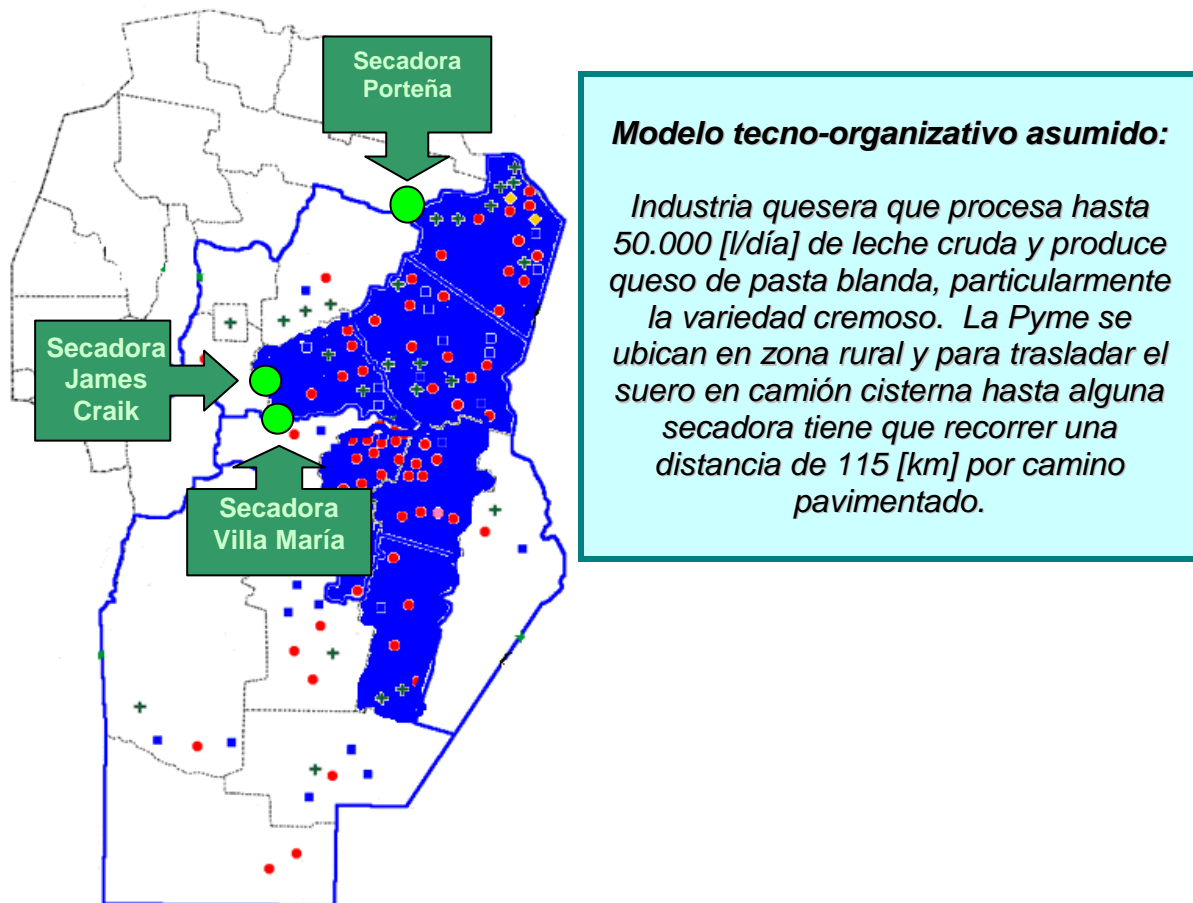


Figura 3: Modelo que se asume en este Estudio de Caso para analizar los posibles destinos del suero de las Pymes queseras de la provincia. Resaltado en azul se destacan los departamentos de la provincia de Córdoba con mayor presencia de queserías. En redondeles verdes se destacan las tres secadoras consideradas al momento del Estudio de Caso.

5. Definiciones metodológicas del sistema

5.1 Función y unidad funcional

En este Estudio de Caso se analiza, bajo la metodología de Análisis de Ciclo de Vida (ACV), la función “*dar un destino productivo al suero “tal cual” resultante de la elaboración de queso blando tipo cremoso de una Pyme quesera*”.

La unidad funcional¹⁴, que refiere a la cantidad de producto necesario para cumplir la función, se asumió el valor de **10.000 litros de suero “tal cual”**¹⁵ que representa “*la cantidad generada durante día típico de producción por una Pyme quesera*”.

En la siguiente Tabla se indica la cantidad de producto que se puede obtener para los tres destinos alternativos del suero que se analizan en este Estudio de Caso.

Destino posible del suero	Cantidades
Fabricación de Ricota	400 kg
Fabricación de Suero en polvo	629 kg
Uso “tal cual” ¹⁶	150 cerdos y 156 vacunos suplementados

Tabla 5: Flujos resultantes para el destino alternativo de 10.000 l de suero “tal cual”.

5.2 Tipo de comparación

Lo que se compara entre los destinos posibles del suero, no son los impactos ambientales de las alternativas, sino el resultado neto ambiental (ganancias ó pérdidas) al evitar la producción de un sustituto¹⁷. Para esto se busca conocer, en primer lugar, el desempeño ambiental por las operaciones de cada destino del suero (ricota, secado y suplemento animal); y en segundo lugar el desempeño de los productos que cada destino alternativo del suero se asume está sustituyendo.

Esta metodología de asignación de los impactos es conocida como “consecuencial” (“system expansion or avoided burdens approach” en inglés)¹⁸; e implica además de cuantificar el impacto asociado a las operaciones de valorización de un sub-producto también cuantificar los ahorros por el producto que se asume se evita producir.

¹⁴ Se la utiliza para asociar los flujos de materiales y energía que ingresan y egresan del sistema y debe ser elegida de modo que resulte práctica para la recolección de información

¹⁵ Tener en cuenta que todos los destinos, con la unidad funcional definida, son una alternativa. Las restricciones en cuanto a la cantidad son para la alternativa *suplemento animal*; para la cual demasiada cantidad generada podría ser inviable, debido a la gran cantidad de animales que se necesitaría. Para la alternativa *secado*, presenta restricciones en la mínima cantidad que aceptan las secadoras, relacionado con la justificación del transporte.

¹⁶ Estas cantidades de animales son parcialmente alimentados con suero, la dieta debe complementarse con alimento balanceado, pasturas y otros alimentos según recomendación médica veterinaria.

¹⁷ “Green Cheese” es un Proyecto realizado en USA, bajo la metodología de ACV, que aborda el asunto desde otra perspectiva. No se pregunta por el destino del suero, como en este Estudio de Caso, si no que intenta responder ¿Cuáles son las alternativas ambientalmente más convenientes para producir queso valorizando al mismo tiempo sus subproductos? Ver más: <http://fyi.uwex.edu/greencheese/> se puede conocer más sobre el modo en que se resolvió la asignación en: “*LCA and Allocation Methods Development for Cheese and Whey Processing*”

¹⁸ En consonancia con el criterio utilizado por la base de datos LCA foods DK siempre utiliza metodología consecuencial (system expansion) para cuando existen multifuncionalidad.

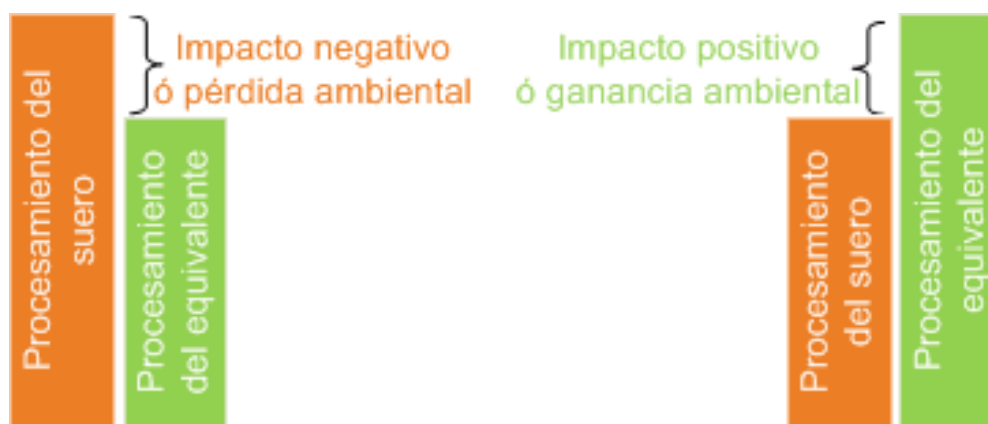


Figura 4: Modelo que se asume en este Estudio de Caso para la asignación de los impactos, conocido como "consecuencial", de las tres alternativas de destino analizadas.

Una vez conocido el desempeño ambiental de cada destino de suero, se le resta el desempeño ambiental de su correspondiente sustituto. Esto permite conocer el ahorro o ganancia ambiental, que genera cada destino de suero, al sustituir un producto. Por el contrario, si el impacto del destino del suero es superior al impacto del producto que sustituye, esa alternativa de destino tiene una pérdida ambiental.

5.3 Límites del sistema

A continuación se definen los límites o alcance del objeto de Estudio de Caso; esto significa que se precisan las actividades que se incluyen y excluyen del sistema analizado.

Límites "a lo largo"

El suero es un subproducto de la fabricación de quesos, y este Estudio de Caso tiene como objetivo conocer los impactos ambientales asociados a la valorización de este subproducto. La Figura 5 muestra los eslabones de la cadena del suero y de la cadenas de sus sustitutos, remarcando los incluidos en este Estudio de Caso.

a- Eslabones incluidos. Los tres destinos se comparan desde que el suero es generado y está disponible en un tanque dentro de la quesería, después que se separa la masa del suero. A partir de allí, cada alternativa de destino atraviesa operaciones de acondicionamiento, almacenamiento, transformación, transporte, entre otras. Estas operaciones que involucran directamente la valorización del suero son incluidas.

b- Eslabones excluidos. Se deja fuera las operaciones previas a la obtención del queso, es decir las asociadas al tambo para la producción de la leche cruda y las de fabricación del queso; es decir se excluyen todas las operaciones de la cadena de valor del queso. También quedan excluidas las operaciones, pos-valorización del suero, es decir las asociadas al uso del suero una vez que fue procesado y que ya es un producto intermedio, tal es el caso del suero en polvo y de la ricota.

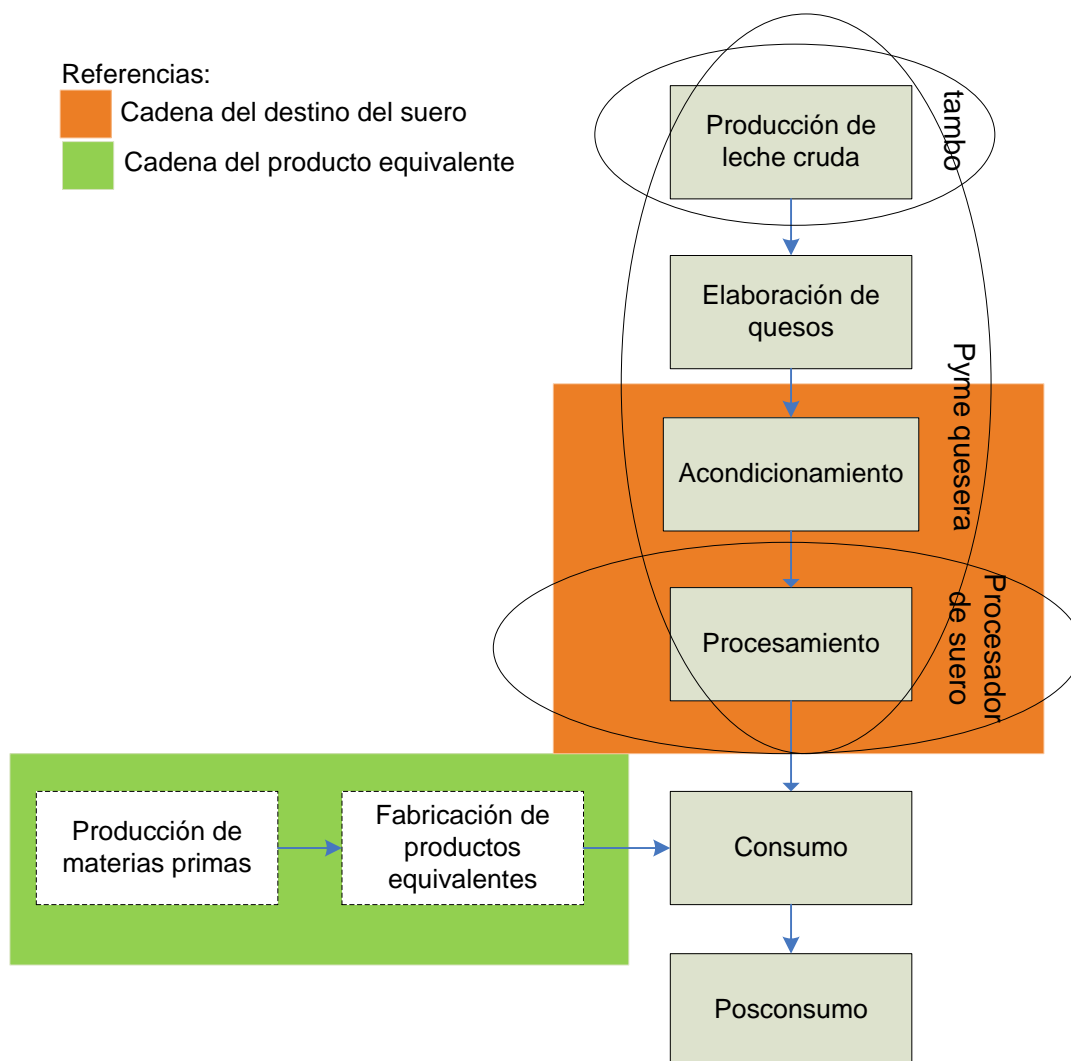


Figura 5: Límites a lo largo del sistema asumidos para este caso de Estudio de Caso. Los eslabones bajo la sombra celeste son los incluidos.

c- Sustitutos. Estos productos se analizan desde la extracción/producción de sus materias primas, sus transformaciones, hasta la obtención del producto sustituto. La intención es calcular el impacto total del sustituto que se transforma en un ahorro ambiental al remplazarlo con los derivados del suero.

d- Transporte que conecta los eslabones. El transporte que conecta los distintos eslabones del sistema se incluye. Se deben tener en cuenta no solo las distancias recorridas entre ciudades, sino también los medios más frecuentemente utilizados, pudiendo tratarse del terrestre (camión o tren), marítimo o fluvial (barco o barcaza), subterráneos (ductos) o aéreos.

e- Otros elementos no incluidos. Tanto la construcción de infraestructura e instalaciones, como la fabricación de las máquinas y equipos involucrados en el procesamiento del suero, no fueron incluidos en los perfiles construidos ni tampoco, en los perfiles tomados de las bases de datos

Límites “a lo ancho”

Además de los materiales centrales que se usan en los procesos de transformación del suero y en la producción de los sustitutos, existen otros que se agregan, tales como aditivos, envases y productos de limpieza, que no fueron incluidos en este Estudio de

Caso. Estos materiales pueden agregarse en la Pyme láctea o en la industria donde se transforma el suero.

Para este Estudio de Caso, estos productos agregados tienen un bajo impacto ambiental en relación al impacto total de cada alternativa. Por otro lado, en perfiles ambientales del rubro lácteo incluidos en SimaPro, se aclara que estos materiales no se incluyen por su baja incidencia¹⁹.

Límites “en profundidad”

Para este Estudio de Caso el inventario ambiental tiene la profundidad necesaria para llegar a inventariar la materia prima virgen disponible en la biósfera, que da origen al material o la energía relevados en el inventario central.

Al llevar adelante un inventario ambiental, por ejemplo cuando se releva el consumo de un tipo de energía en la planta de secado del suero; a esa energía también hay asociada otro inventario ó perfil que se vincula a su producción y transporte. Esto no se inventarió directamente, pero sí se suplió con perfiles tomados de bases de datos, que permitieron conocer de manera aproximada las entradas y salidas de materiales y energías utilizadas para los tres sistemas comprados. Las fases que se incluyen son:

- Extracción de materias primas y energías primarias de la naturaleza.
- Procesamiento para obtener materiales intermedios o energía secundaria.
- Utilización para transformarlos en productos intermedios o finales.
- Transporte, esto es la logística para trasladar materiales y energías.
- Disposición final de los residuos.

Límites “geográficos”

Este Estudio de Caso se localizó la cuenca láctea de Villa María²⁰, dentro de la provincia de Córdoba, una de las más importantes del país. La particularidad de esta cuenca es la presencia de una gran cantidad de Pymes de muy pequeña capacidad de procesamiento. Se incluyeron las Pymes localizadas en los departamentos San Martín, San Justo y Unión norte, ya que esta región concentra cerca del 70% de la producción de quesos de la provincia²¹. Puntualmente las localidades que se visitaron para hacer el relevamiento de datos, fueron Villa Nueva, Villa María, James Craik, Morrison y Pozo del Molle.

Por otro lado es importante mencionar que los perfiles complementarios que se utilizan fueron tomados de la base de datos de SimaPro. La mayoría de ellos corresponden a casos de Europa regionalizados para Argentina.

Límites “temporales”

Los datos relevados en las Pymes lácteas y secadoras (datos primarios) corresponden al año 2010. Otros datos incluidos y obtenidos de bases de datos corresponden a años previos, tal se expresa en la sección 6, con detalles del origen y año de referencia de los perfiles.

¹⁹ Ver alcance en “Milk production”, “Yellow cheese production”; “Milk powder production” www.lcafood.dk

²⁰ Ver la justificación de esta decisión en la sub-sección 4.2.

²¹ Censo de la Industria Láctea (Cba, 1994)

A continuación se presenta una breve descripción de cada proceso de valorización del suero. Luego se describen los correspondientes sustitutos de cada destino posible.

5.4 Elaboración de RICOTA

Uno de los destinos frecuentes del suero es la fabricación de ricota. El Código alimentario argentino²² la define como “*el producto obtenido por precipitación mediante el calor en medio ácido producido por acidificación, debida al cultivo de bacterias lácticas apropiadas o por ácidos orgánicos permitidos a ese fin, de las sustancias proteicas de la leche (entera, parcial o totalmente descremada) o del suero de quesos*”.

Para el caso de la ricota, existen operaciones que son opcionales; tal es el caso del desmigado y desnatado, que es realizado por las Pymes de mayor tamaño cuando poseen ricotera. El desnatado se realiza únicamente si se desea fabricar una ricota magra, por lo que no es considerado en este Estudio de Caso.

También es opcional el agregado de leche, crema y almidón para aumentar rendimiento y sabor, de acuerdo a las características que se quieran obtener. El agregado de cloruro de sodio (sal común) y conservantes (sorbato de potasio o sorbato de sodio) depende del destino; en general es formulada de acuerdo al uso. En este Estudio de Caso no se considera el agregado de estos aditivos.

Uno de los subproductos de la fabricación de ricota es el “suero pobre, o desproteínizado”, que se obtiene luego del agregado de aditivos y colado. Representa en volumen alrededor del 97% del suero que ingresa al proceso. Presenta contenidos inferiores de lípidos, carbohidratos, cenizas y proteínas que el suero inicial, que se los lleva la ricota. Además los valores de humedad y acidez son mayores. En general se utiliza como suplemento energético animal, aunque también puede usarse para la generación de biogás.

En este Estudio de Caso, se considera que el suero pobre es entregado a los animales como suplemento energético²³. Se asumió la misma proporción que en la alternativa “suplemento animal”; esto significa que el 74% se entrega a animales propios y el 26% se transporta para animales de terceros. Las migas, otro subproducto obtenido en el proceso de la ricota, representan tan solo el 0,06% del peso del suero; y no fueron tomadas en cuenta en este Estudio de Caso.

A continuación, se presenta un flujograma con las operaciones para la fabricación de ricota, elaborado con ayuda del personal de INTI Lácteos Rafaela. También en el

²² Capítulo VIII “Alimentos lácteos”, Artículo 614 - (Res Conj. SPyRS y SAGPA N° 33/2006 y N° 563/2006) La masa de la ricota debe ser compacta, finamente granulosa y desmenuzable; el sabor y aroma serán poco perceptibles y el color blanco- amarillento uniforme. La ricota elaborada con suero de quesos podrá ser adicionada de leche y/o crema. Se reconocen tres variedades: con crema, semigrasa y magra.

²³ Varios productores queseros que elaboran ricota, coincidieron en que este es el destino que le dan al suero de ricota (Pymes lácteas de la cuenca Villa María y Pyme láctea de Trenque Lauquen). Según charla telefónica con uno de los productores, el suero de ricota es un muy buen complemento para la alimentación del ganado bovino y a los animales les gusta mucho. En alguna oportunidad también lo usaron para porcinos y ovinos. El suero de ricota es provisto en tanques de plástico y los animales lo toman a voluntad, como complemento de fardos, rollos y pasturas. Han hecho algunos análisis de la componente nutricional y del crecimiento de los animales, no encontrando parámetros desfavorables atribuibles a la ingesta del suero de ricota. En cuanto a los inconvenientes, el productor observó algunos problemas en las dentaduras de los animales mayores que podrían atribuirse al suero, aunque no han hecho pruebas que sustenten esta apreciación.

mismo flujograma se puede observar las operaciones centrales que hacen a la producción del sustituto asumido para la ricota, esto es el queso cremoso²⁴.

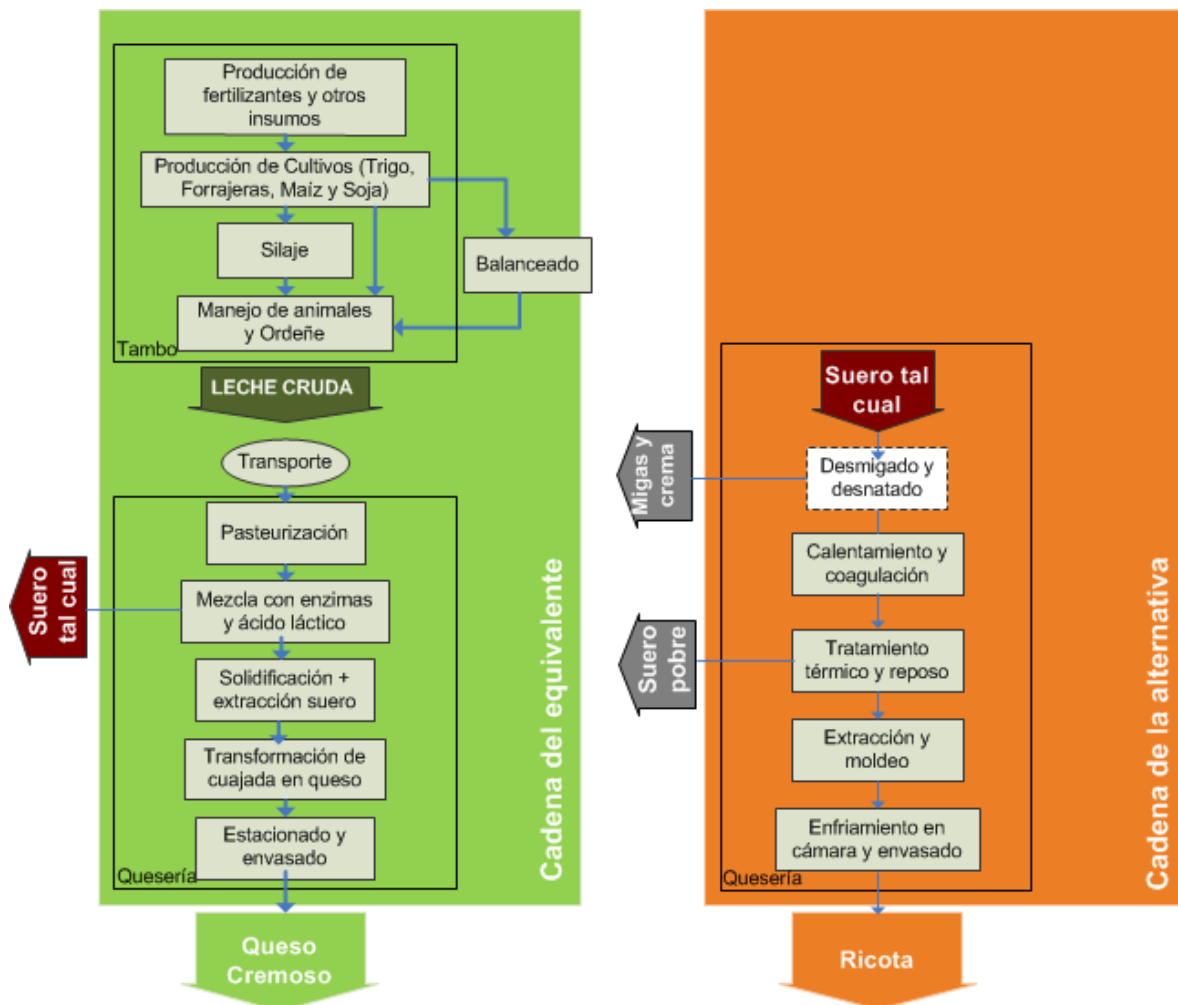


Figura 6: Límites de la alternativa elaboración de RICOTA.

5.5 Fabricación de SUERO en POLVO

Otra de los destinos comunes que se le da al suero líquido es el secado. El suero en polvo es un polvo blanco amarillento, de sabor salado-dulzón, soluble en agua tibia. El Código alimentario argentino²⁵ lo define como “el producto obtenido por deshidratación del suero proveniente de la elaboración del queso, previa pasteurización”.

Las operaciones que se llevan a cabo para obtener suero en polvo incluyen el acondicionamiento, que implica en general un desmigado y desnatado. Este puede ocurrir en las Pymes queseras, o en la planta secadora. El secado en general se realiza en una planta secadora²⁶, pero también puede llevarse a cabo en una pyme quesera que tenga disponible la tecnología.

²⁴ El INTI-Lácteos advierte: el “sustituto” podría haber sido “verduras” o “pollo y carne” usados en el relleno de pastas. El queso “relleno 4 quesos” es otra posibilidad, pero entendemos que de ninguna manera la ricota es sustituto funcional, ni tiene las mismas propiedades ni usos posibles que el queso.

²⁵ Capítulo VIII “Alimentos lácteos”, Artículo 582 bis - (Res Conj. SPyRS y SAGPA N° 33/2006 y N° 563/2006)

²⁶ Tener en cuenta que en el secado por spray se usa un horno indirecto, para que los gases de la combustión no entren en contacto directo con el producto. También hay un lavador de gases, para retener las partículas coloidales, liberando solo los vapores de agua y gases de combustión.

En este Estudio de Caso se asume el acondicionamiento del suero en la Pyme quesera, mientras que el secado en una industria especializada. Para conocer otros posibles modos de organizar el secado, se elaboraran escenarios alternativos (ver sección 9.4).

La crema obtenida en el desnatado del suero se utiliza en la fabricación de manteca. Las migas obtenidas del desmigado no son consideradas por representar menos del 0,06% en peso con respecto al suero.

A continuación se muestran en un flujograma, las operaciones que involucra la alternativa secado del suero. También se muestra las operaciones necesarias para la producción de leche en polvo²⁷, el producto que se asumió como sustituto.

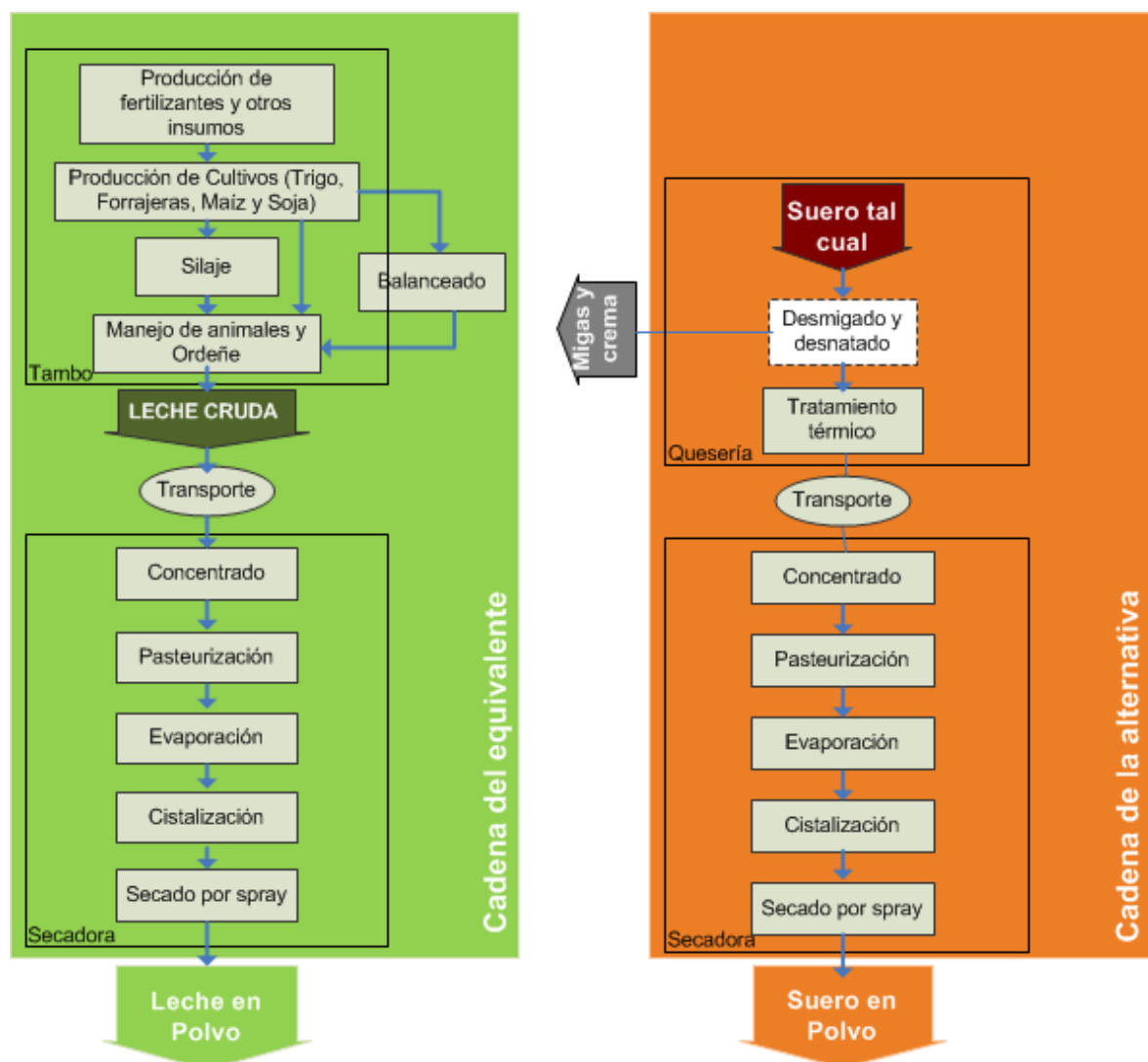


Figura 7: Límites de la alternativa SUERO en POLVO.

²⁷ Incluye la producción primaria de leche cruda en el tambo.

5.6 Uso TAL CUAL para suplemento animal²⁸

El suero es comúnmente utilizado como suplemento alimenticio del ganado porcino y bovino²⁹. En algunos casos, y dependiendo el tipo y edad del animal, se agrega al suero algún complemento como balanceado y rollo (heno). En este Estudio de Caso se considera la alimentación de bovinos adultos (no terneros) y de cerdos cachorros y adultos. Se excluye la alimentación de terneros por ser una práctica que requiere cuidados especiales³⁰.

Los animales alimentados pueden ser propios y estar ubicados en cercanías al lugar donde se genera el suero, o pueden pertenecer a otras explotaciones pecuarias. En este Estudio de Caso se asumió el modo de accionar de la firma La Ángela, donde una porción del suero se entrega a animales propios (74%) y otra a animales de terceros en campos vecinos (26%). En el primer caso, el suero se traslada a través de sueroductos. En el segundo caso, se utiliza como transporte el mismo camión que trae la leche cruda de tambos linderos.

Con respecto al suplemento animal, la firma La Ángela informó que se alimentan cerdos y ganado bovino. De acuerdo a la cantidad de animales de cada tipo que se alimentan, se obtuvo la proporción de suero destinado (30% cerdos; 70% bovinos). Las cantidades máximas suministradas a cada animal se obtuvieron de bibliografía diversa y de consulta a especialistas en el tema.

A continuación se presentan el flujograma con las operaciones necesarias para que el suero llegue hasta los animales. En la misma figura se muestran las operaciones para la producción del sustituto, en este caso refieren al maíz y agua.

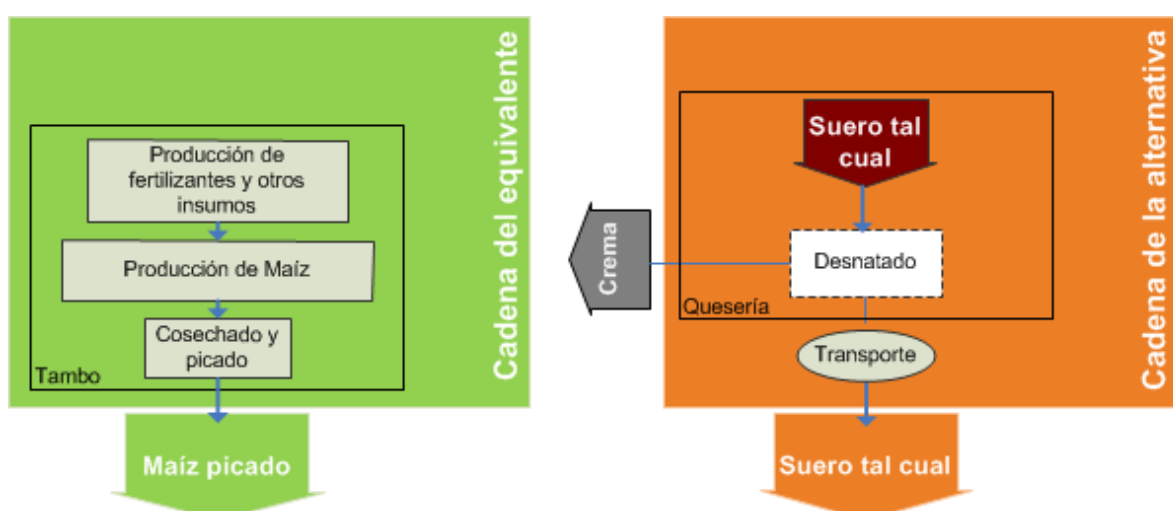


Figura 8: Límites de la alternativa uso TAL CUAL en animales.

²⁸ Se entiende como “suplemento” al ingrediente o mezcla de ingredientes capaces de aportar nutrientes a la alimentación de los animales. En este Estudio de Caso se ha considerado al suero, en estado “tal cual”, como un suplemento proteico capaz de remplazar al maíz.

²⁹ INTI-Lácteos Rafaela aclara: el suero tal cual tiene un uso finito a diferencia de las demás alternativas ya que todo el suero generado es mucho mayor a lo que puede ser utilizado por los rodeos.

³⁰ Los terneros hasta los 60 días de vida necesitan consumir leche. Puede entregarse suero tal cual mezclado con un sustituto lácteo luego de los 21 días de vida. Las cantidades a de suero a entregar a terneros y animales adultos varían considerablemente, de 8 a 10 l/animal hasta 45 l/animal en adultos. Comunicación telefónica con Alejandro Abdala, INTA Rafaela.

5.7 Transportes

Para este Estudio de Caso, los transportes se asumieron por defecto en ida y vuelta con carga, es decir que el impacto asociado a la vuelta no debe computarse para la cadena en estudio, sino, que debe asociarse a la cadena del producto que se transporta a la vuelta. En la sección 9.4 se plantea un escenario que evalúa la incidencia de asociar la “vuelta sin carga”. A continuación se detalla el tipo de transporte y distancias recorridas que se asumieron para los tres sistemas.

Para la alternativa “fabricación de ricota”, no se consideran transportes entre operaciones ya que el proceso de fabricación ocurre en la misma planta donde se genera el suero. El subproducto “suero pobre”, es consumido en parte por animales en el mismo predio de la quesería y en parte por animales de terceros, en campos linderos³¹; este transporte se realiza en camiones de hasta 8 t.

Para el caso del “secado”, existe transporte del suero líquido acondicionado, desde la quesería hasta la secadora. La distancia recorrida es un promedio ponderado calculado en la subsección 4.3. Se considera el transporte en camiones de 16 a 32 toneladas.

Para la alternativa de “uso tal cual” para suplemento animal, se considera una fracción del suero que se entrega a animales de un tercero, aproximadamente un 26% del suero total.

Para los productos sustitutos se considera el transporte de la materia prima (leche cruda para la leche en polvo y el queso cremoso) desde el tambo hasta la industria. Además se considera el transporte de la leña utilizada en el proceso del queso.

5.8 Productos que se sustituyen

El aprovechamiento del suero de quesería a través de su valorización implica la posibilidad de reemplazar (sustituir) otros productos. Para cada alternativa, se calculó la cantidad de producto sustituto que se reemplaza con el suero. Para que los valores sean comparables, se analiza el reemplazo de los destinos del suero luego de sus transformaciones, en caso de haberlas. La tabla 10 muestra un consolidado de datos.

Destino	Alternativa de destino	Utilizado en	Producto equivalente
ALT1	400 kg de ricota	Relleno de pastas	400 kg de queso CREMOSO
	8.329 l de suero pobre (co-producto)	Suplemento animal	552 kg MAÍZ y 8.280 l agua.
ALT2	629 kg de suero en polvo	Alimento balanceado para lechones; alimentos para humanos	188 kg de LECHE en POLVO ³²
	60 kg de crema (co-producto) ³³	Elaboración de manteca	192 l de leche cruda

³¹La proporción entregada a animales propios y de terceros se tomó el ejemplo de la Pyme La Ángela.

³² INTI-Lácteos Rafaela aclara: RAFAELA: el suero en polvo no debe leerse como sustituto directo de leche en polvo sino como reemplazo de uso de aditivos o ingredientes.

³³ Previo al desnatado del suero se realiza un desmigado, del que se obtienen aprox. 5 kg de miga. Este co-producto no es considerado dentro del inventario ambiental.

ALT3	150 cerdos ³⁴ y 156 vacunos ³⁵ suplementados	Suplemento animal	1.000 kg MAIZ y 10.000 l agua.
	60 kg de crema (co-producto)	Elaboración de manteca	192 l de leche cruda

Tabla 6: cantidades requeridas de sustitutos para el suero.

ALT1. En el caso de la RICOTA, se asume su utilización para el relleno de pastas, para el remplazo de verduras, carne o diferentes tipos de quesos. Particularmente para este Estudio de Caso, se decidió trabajar con el remplazo de quesos frescos (cremoso) en el relleno de pastas³⁶.

Según Mariani (2012)³⁷ la cantidad de relleno agregado es la misma, tanto para las variedades de pastas rellenas con ricota como con cuatro quesos. La composición típica de los raviolos contiene un 50% de masa, 15% de grises molidos o galletas (que absorben humedad) y 35% de relleno (ya sea ricota, quesos, verduras u otros). Se asumió que una unidad de ricota reemplaza a una unidad de queso fresco.

Por otro lado, al elaborar ricota, además de sustituir queso, también se sustituyen granos de maíz y agua, alimentos para animales que se consideran en este Estudio de Caso son reemplazados con el suero pobre obtenido del proceso de fabricación de la ricota. Los cálculos de sustitución se realizan en función del contenido de proteínas. El suero pobre posee 0,006 kg de proteínas por litro, mientras que el maíz posee 0,09 kg de proteína por kg de maíz. También se toma en cuenta el remplazo del agua, ya que cuando se suministra suero, no se provee la misma cantidad de agua³⁸.

ALT2. En el caso del SUERO en POLVO, se tienen en cuenta dos destinos posibles para el suero en polvo: uso en alimentos balanceados para animales y uso en alimentos para humanos. Para ambos casos se considera el remplazo de leche en polvo.

Para el caso de balanceados, se asume su uso para lechones, según indicaron como destino más frecuente las secadoras relevadas. Según la firma Biofarma³⁹ el suero en polvo es un excelente producto para elaborar alimento balanceado ya que tiene altas concentraciones de lactosa a un precio razonable. El suero participa entre un 10 y un 12% en la formulación del balanceado⁴⁰.

³⁴ Considerando un consumo máximo por animal por día de 8-10 l en cachorros y de 30 l en adultos. Se utilizó el valor promedio de 20 l/animal/día. Tomado de Brunori, Spiner y otros, INTA, 2008.

³⁵ Considerando un consumo máximo por animal y por día de 45 ls en adultos. *Comunicación telefónica con Alejandro Abdala y Mónica Gaggiotti de INTA EE Rafaela.*

³⁶ Cabe destacar que la ricota y el suero en polvo no son los sustitutos principales ni únicos del queso cremoso y de la leche en polvo.

³⁷ Comunicación Personal el 05-05-2012 con el Sr Armando Mariani de la firma Ottonello Hnos S.A.

³⁸ Lectura de artículos y comunicación telefónica con la Lic. Mónica Gaggiotti y el Ing. Alejandro Abdala. Técnicos especializados en el tema del INTA Rafaela.

³⁹ www.biofarmaweb.com.ar/ Biofarma produce alimento balanceado de todo tipo, el suero en polvo se utiliza el alimento elaborado para cerdos en las primeras edades de vida.

⁴⁰ El remplazo de suero en polvo por leche en polvo en la formulación del balanceado, presenta limitaciones económicas y de formulación. El precio de la leche en polvo es bastante superior al precio del suero y su contenido de lactosa bastante inferior; por esto, en caso de que no se usara suero se debería incorporar mayor cantidad de leche en polvo para tener la misma cantidad de lactosa, descompensando la fórmula del alimento y aumentando considerablemente los costos. Julieta García Zorzi, Directora técnica de Biofarma

Para el caso de alimentos de consumo humano, según indica bibliografía especializada, el suero en polvo se usa en sopas, comidas semi-preparadas deshidratadas, productos de copetín, entre otros⁴¹.

La sustitución del suero por la leche en polvo podría plantearse con tres ecuaciones posibles. Sin embargo se definió tomar el “criterio económico”, considerando que cada kg de suero en polvo reemplaza 0,32 kg de leche en polvo.

- Según el valor económico de los productos. Según el Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA), e información proporcionada por Apymel Cba, la leche en polvo vale entre 3,2 y 3,4 veces más que el suero en polvo⁴². Aquí la relación sería por 1 suero en polvo = 0,3 leche en polvo

Las otras posibles ecuaciones de sustitución podrían haber sido:

- Según el índice de leche equivalente⁴³. Estima el volumen (en toneladas) de litros de leche totales utilizados para elaborar el volumen (en toneladas) de productos comercializados. La cantidad de leche equivalente sería la misma para elaborar los dos productos, por lo que esta relación sería: 1 suero en polvo = 1 leche en polvo.
- Según el ingreso monetario posible. En base a la cantidad de productos y subproductos que se obtienen, por litro de leche ingresado a la quesería y el precio de mercado por cada uno de ellos, se obtiene un índice para cada uno de ellos. Del total de productos obtenidos, el 95% del precio que se paga en el mercado corresponde al queso y el 5% al suero en polvo. La relación sería 1 suero en polvo = 0,053 leche en polvo.

Previo al secado del suero, se realiza un acondicionamiento para extraerle la crema (desnatado) y las migas (colado). La crema es usada para fabricar manteca, por lo que habría un ahorro en la producción de leche cruda. El cálculo del ahorro se hizo de acuerdo al contenido de materia seca (MS) de ambos productos. Si asumimos que la crema posee 40% de grasa butirosa (GB) ó MS; entonces 60 kg de crema tendrían 24 kg de MS. Si queremos obtener la misma cantidad de MS de la leche, que presenta 125 g/l de MS, deberíamos contar 192 l.

ALT3. En el caso del uso TAL CUAL para suplemento animal, se asumió que el suero reemplaza maíz + agua. Para la comparación entre sustitutos, se consideró el remplazo de proteínas de granos de maíz; aunque cabe aclarar que el suministro de suero a los animales no es suficiente para cumplir con su requerimiento nutricional. El contenido proteico asumido para los alimentos es:

- Suero de lechería: 0,009 kg de proteína/litro de suero.
- Alimento Balanceado: 0,15 kg de proteína/kg de balanceado.
- Maíz: 0,09 kg de proteína/kg de maíz.

El suero no es alimento sino suplemento. Esto significa que, además del suministro del suero, se requiere la suplementación con mezclas balanceadas que incluyan vitaminas

⁴¹ Comunicación telefónica con presidente de Apymel Cba y productor lácteo, Javier Baudino.

⁴² E-mail enviado el 12/05/2013: El precio de la leche en polvo varía entre 4.500 y 4.900 USD/kg, eso es en el mercado de Brasil y puesta en fabrica. Y el Suero de quesería varía entre 900 y 1.500 USD/kg, eso es puesto en fabrica y se trata de suero desmineralizado. Estos precios fueron recolectado en APAS SAU PAULO.

⁴³ Garzón y Torre (2010). Fuente: FAOSTAT.



(A y D) y sales minerales⁴⁴. Además es de vital importancia realizar un período de adaptación antes de suministrar el suero a voluntad⁴⁵.

En el caso de los productos sustitutos, se ha dividido según el tipo de animal que se esté alimentando (porcinos ó bovinos). El cálculo de la cantidad de alimento que se sustituye con el suero se hizo de acuerdo al requerimiento proteico de cada animal y al contenido proteico de los alimentos. Luego, según información aportada por la Pyme La Ángela, se definió el suero que se entrega a cada especie, teniendo en cuenta la cantidad máxima que puede ser suministrada a cada tipo de animal. La siguiente tabla resume los valores utilizados en los cálculos.

	Requerimiento proteico	Suero entregado a cada especie	Cantidad máxima de suero a suministrar
	[Kg/animal.día]	[%]	[litros/animal.día]
Porcinos ⁴⁶	0,45	30%	20
Bovinos ⁴⁷	1,71	70%	45 ⁴⁸

Tabla 7: datos para el cálculo del suplemento animal.

Para esta alternativa también se realiza un desnatado del suero, previa suministro a los animales. Surge de esta operación la crema, un subproducto utilizado para fabricar manteca. Se considera entonces que se evita producir leche cruda para obtener crema. Tal como se explicó, 60 kg de crema reemplazarían a 192 l de leche.

5.9 Balances de masa

En los balances de masa que se presentan a continuación, se muestran los flujos de entradas y salidas para los tres sistemas analizados. Se incluyen también los balances de masa de los productos que sustituye cada destino del suero.

Para los tres casos, se parte de la fabricación de quesos de pasta blanda, de donde se obtiene el suero líquido; luego según el destino seleccionado se llega hasta la transformación en “suero en polvo”, “ricota” ó “uso del suero tal cual”.

Para los balances se asumió un rendimiento del queso típico, como indican los datos estadísticos⁴⁹ para pequeñas queserías, de 6,1 l de leche cruda para un kg de queso cremoso -con seis semanas de maduración- (a la semana de estacionado todavía el queso pesa un 60% más que lo que pesará a las seis semanas). Se asumió que un 13% del suero se pierde en el proceso de fabricación del queso. Además para cada alternativa se incluyeron las operaciones de acondicionamiento del suero previo; en general se trata de descremado y/o desnatado, con lo que también se pierde parte del volumen inicial.

⁴⁴ La producción de estas vitaminas y minerales no fue incluida en el análisis; ya que son compuestos en pequeñas trazas y se asume como despreciable su impacto.

⁴⁵ Brunori, Spiner y otros. INTA EE Marcos Juárez, 2008.

⁴⁶ Brunori, Spiner y otros. INTA EE Marcos Juárez, 2008. Promedio entre cerdos cachorros 10 l/día y cerdos a punto de terminarse 30 l/día.

⁴⁷ Fernández Mayer, INTA Bordenave, 2008.

⁴⁸ Gaggiotti, INTA Rafaela, 2008. Comunicación telefónica con la autora.

⁴⁹ http://www.alimentosargentinos.gov.ar/contenido/revista/ediciones/pdf/revista_AA_46.pdf

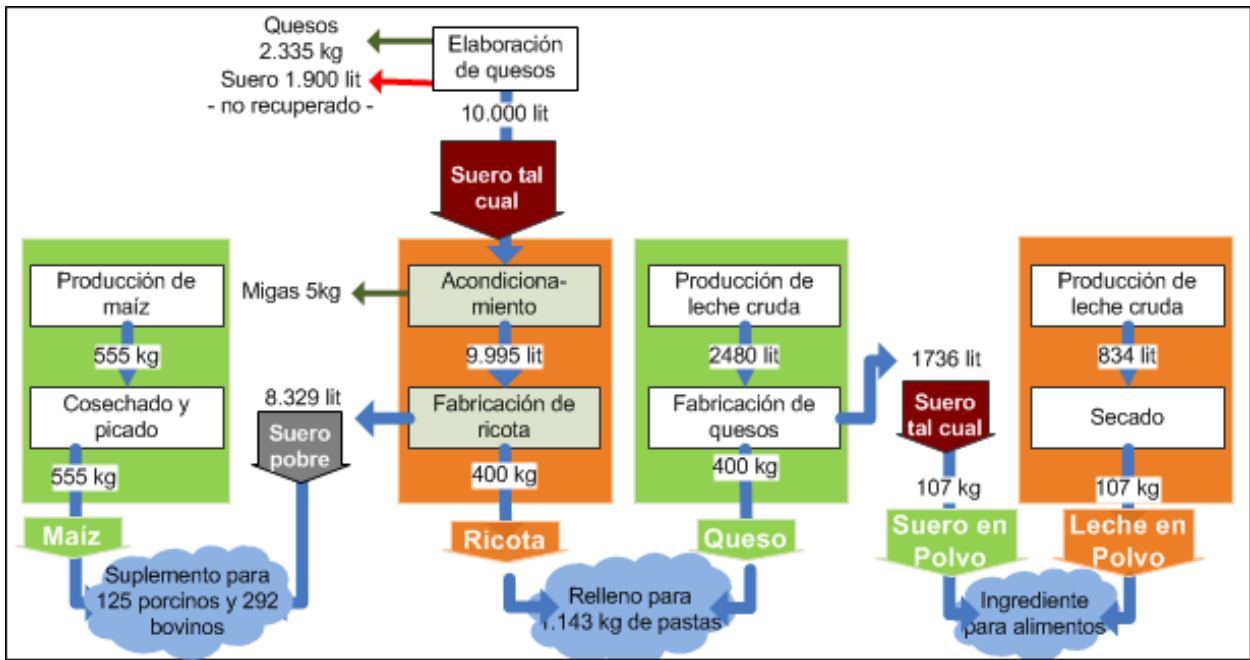


Figura 9: Balance de masa de ALT1: obtener RICOTA y sustituir queso CREMOSO.

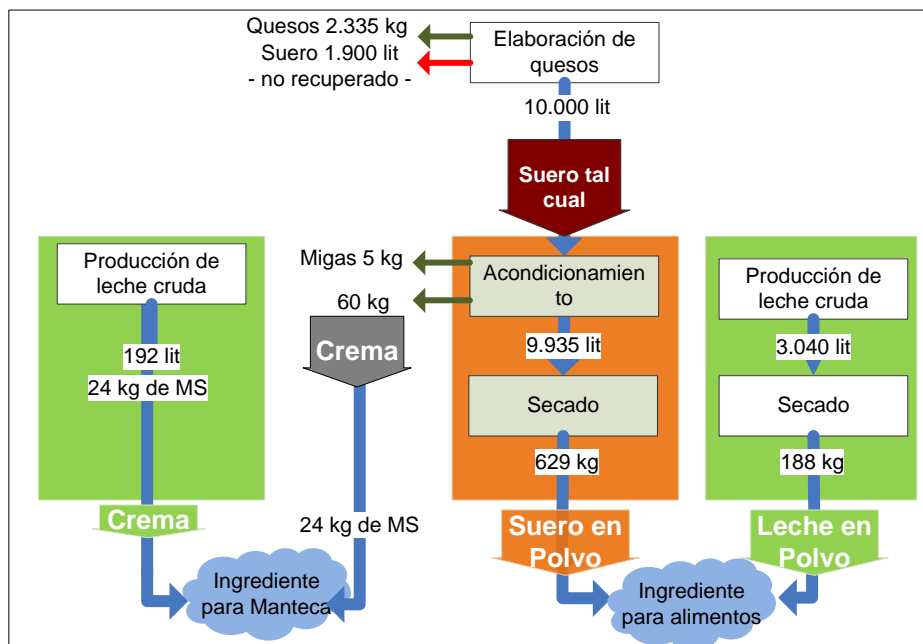


Figura 10: Balance de masa de ALT2: obtener SUERO en POLVO y sustituir LECHE en POLVO.

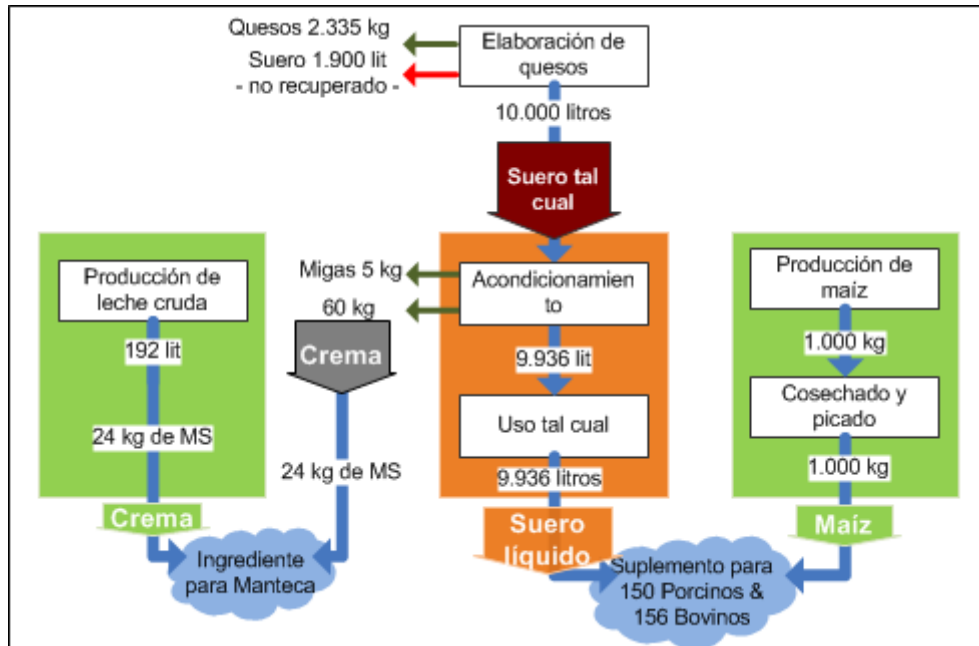


Figura 11: Balance de masa de ALT3: suplemento animal con suero TAL CUAL; y sustituir MAIZ.

6. Perfiles ambientales construidos

Las siguientes tablas resumen el modo en se denominan los sistemas y cadenas que se analizan.

Sistema cuantificado	Denominación
<i>"ricota" menos "queso cremoso"</i>	ALT1
<i>"suero en polvo" menos "leche en polvo"</i>	ALT2
<i>"tal cual p- animales" menos "maíz+ agua"</i>	ALT3

Cadena cuantificada	Denominación
<i>"fabricación de ricota"</i>	RICOTA
<i>"cadena del queso cremoso"</i>	CREMOSO
<i>"secado del suero"</i>	SUERO en POLVO
<i>"cadena de la leche en polvo"</i>	LECHE en POLVO
<i>"uso tal cual p- animales"</i>	TAL CUAL
<i>"cadena del maíz"</i>	MAIZ

En esta sección se presentan los perfiles de los inventarios consolidados, de las tres alternativas estudiadas, que fueron construidos y procesados en el software SimaPro para la unidad funcional 10.000 l de suero. En la Sección 7 se detalla cómo fue construido el inventario asociado a cada uno de los perfiles ambientales que se muestran desde la Figura 12 a la Figura 17.

Es importante remarcar que, en las Figuras que se muestran a continuación, se muestra un árbol para cada una de las tres alternativas analizadas. Las líneas color **ROJO** indican las operaciones que suman impacto; mientras que las líneas color **VERDE** señalan las operaciones que restan (o evita) impacto.

6.1 Inventario del sistema ALT1

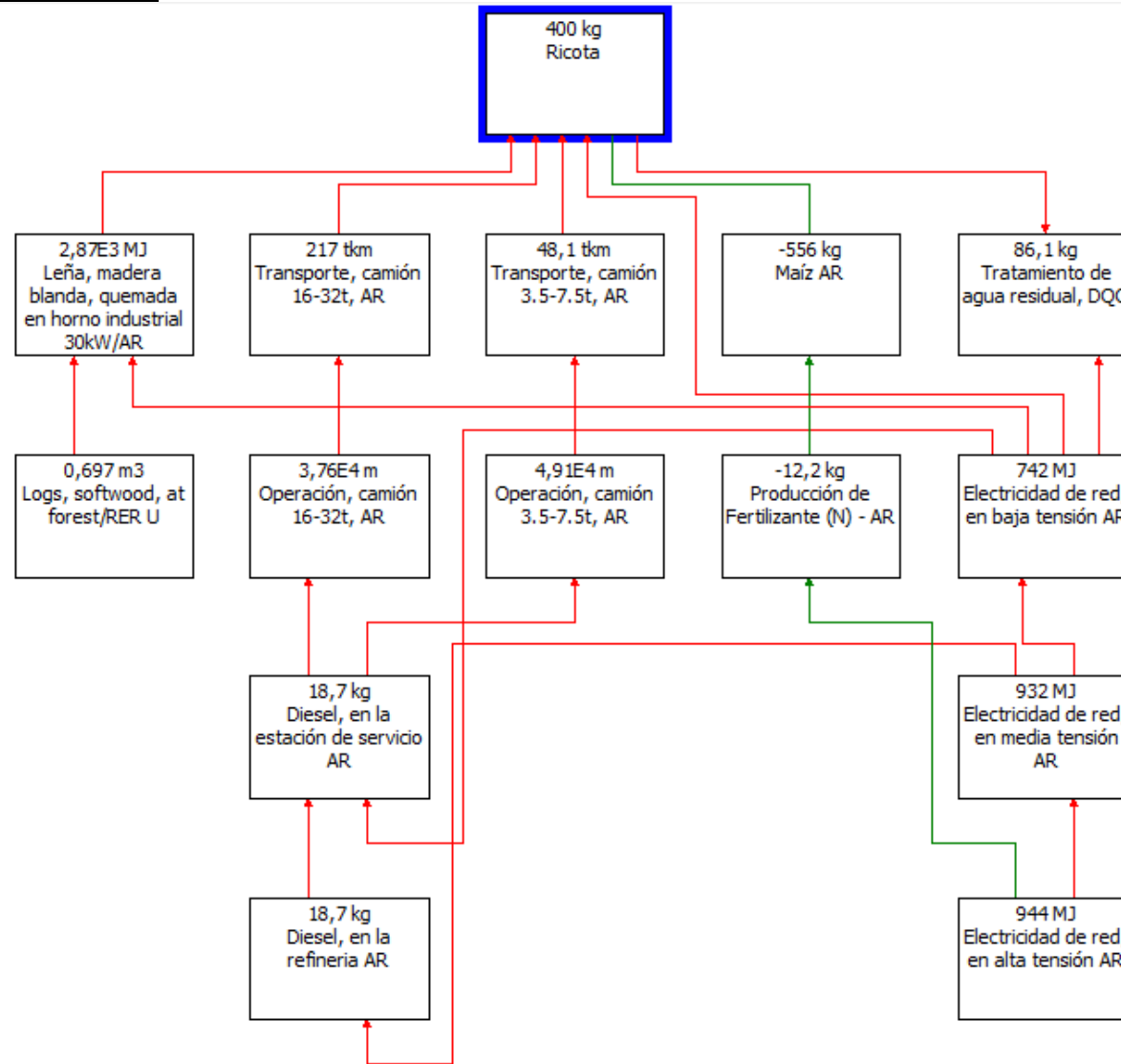


Figura 12. Perfiles ambientales construidos para elaborar el inventario ambiental de producción de RICOTA dentro de ALT 1.

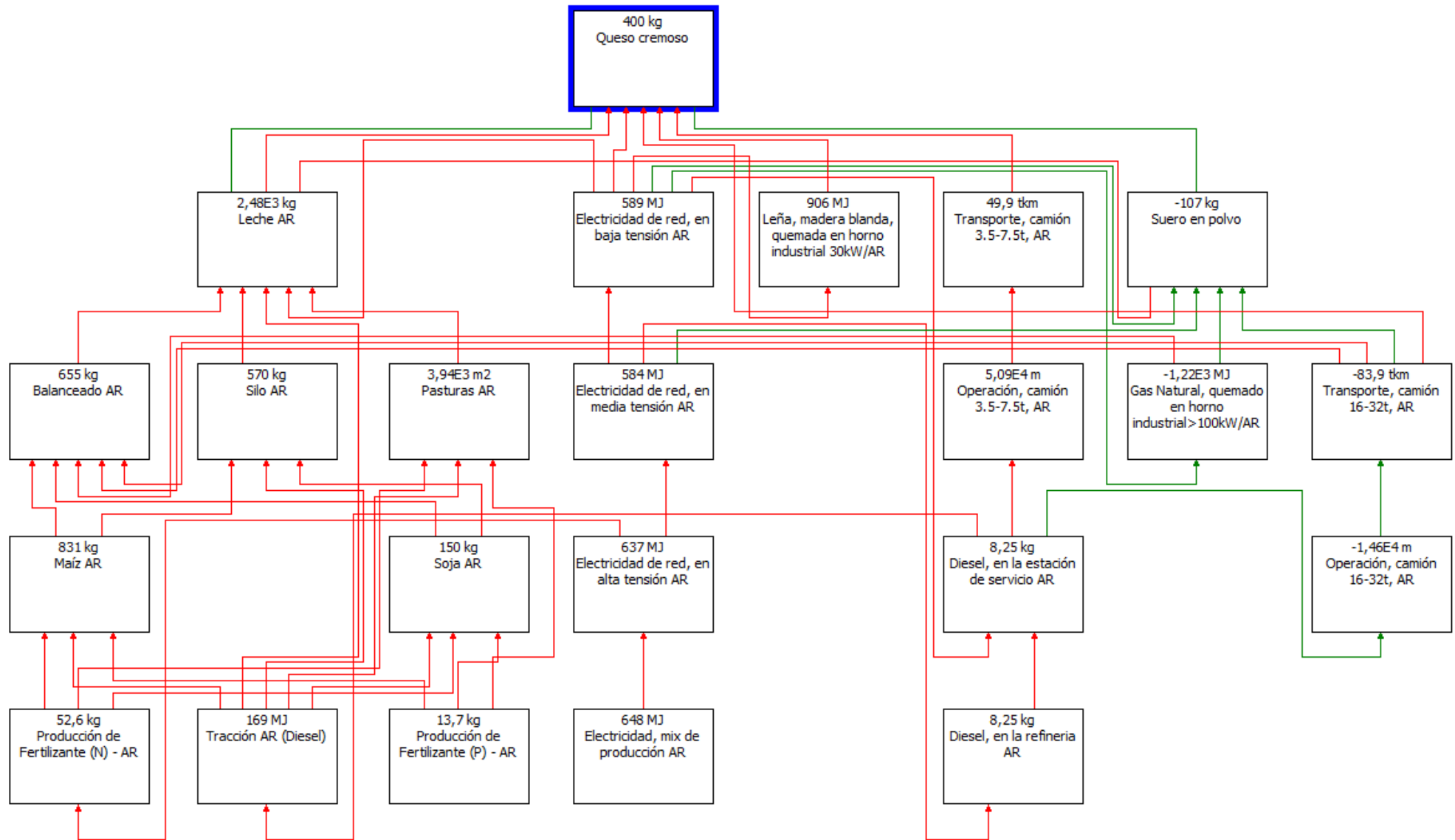


Figura 13. Perfiles ambientales contruidos para elaborar el inventario ambiental de producción de QUESO CREMOSO dentro de ALT 1.

6.2 Inventario del sistema ALT2

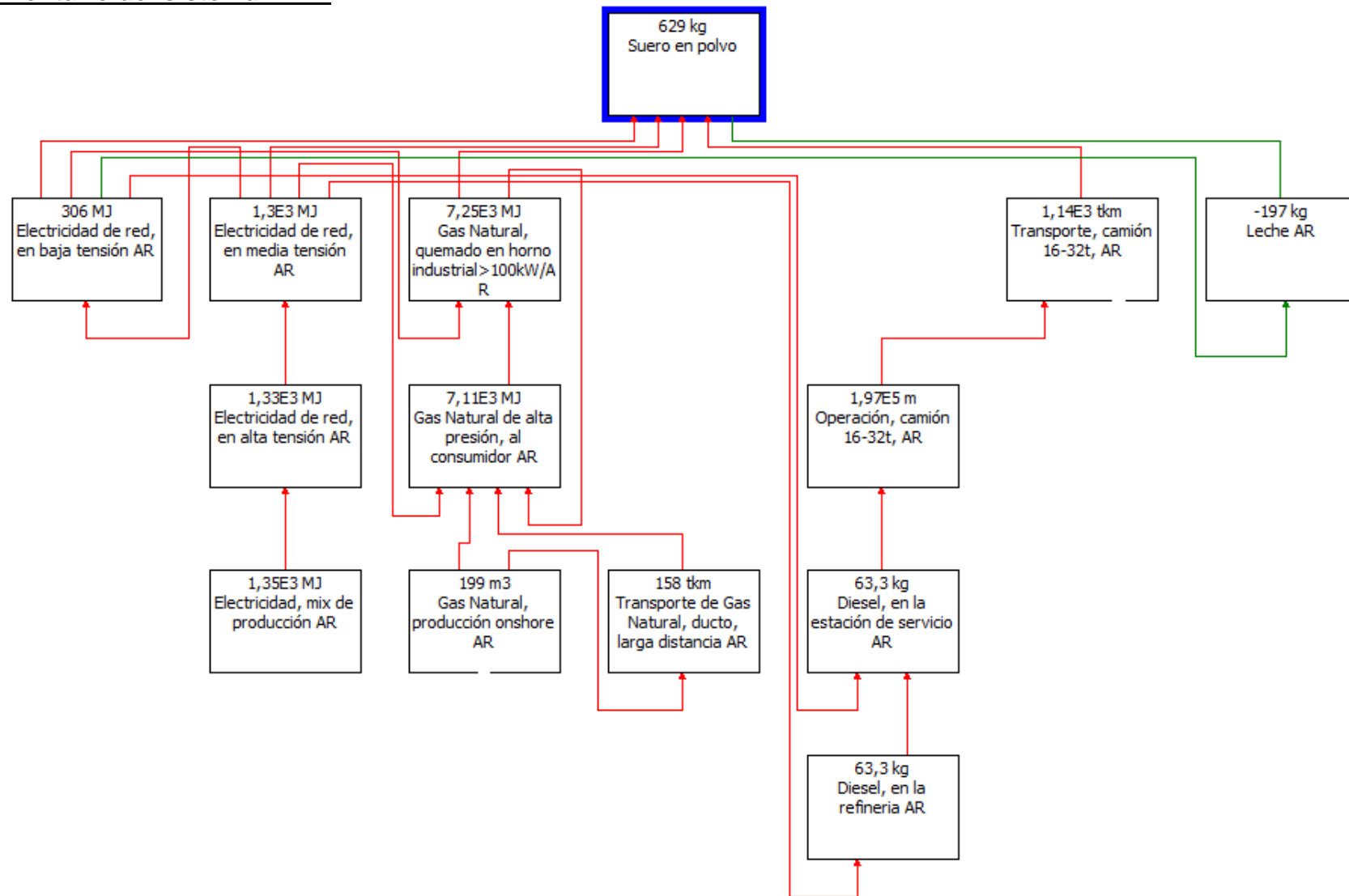


Figura 14. Perfiles ambientales contruidos para elaborar el inventario ambiental de producción de SUERO en POLVO dentro de ALT2.

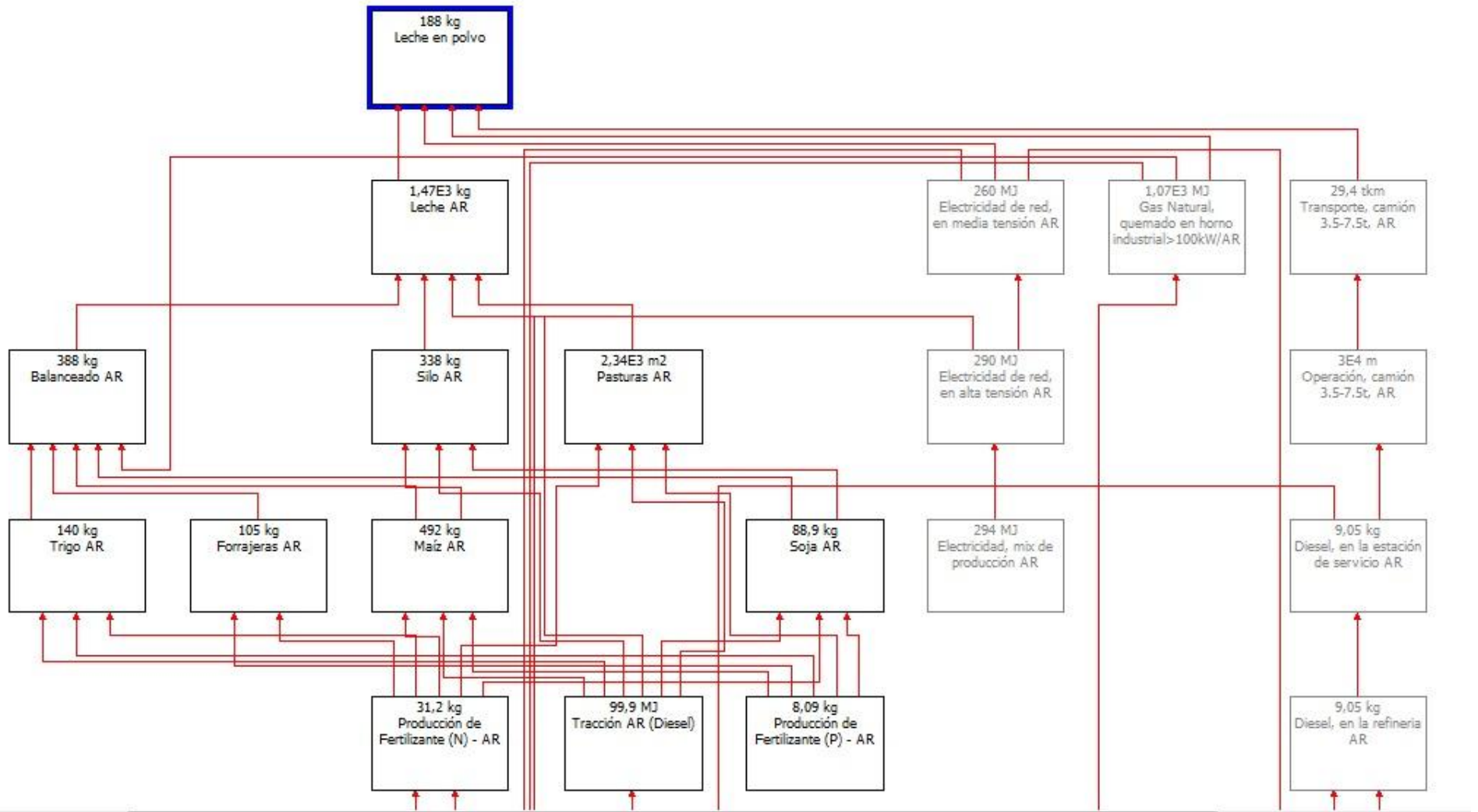


Figura 15. Perfiles ambientales construidos para elaborar el inventario ambiental de producción LECHE en POLVO dentro de ALT 2.

6.3 Inventario del sistema ALT3

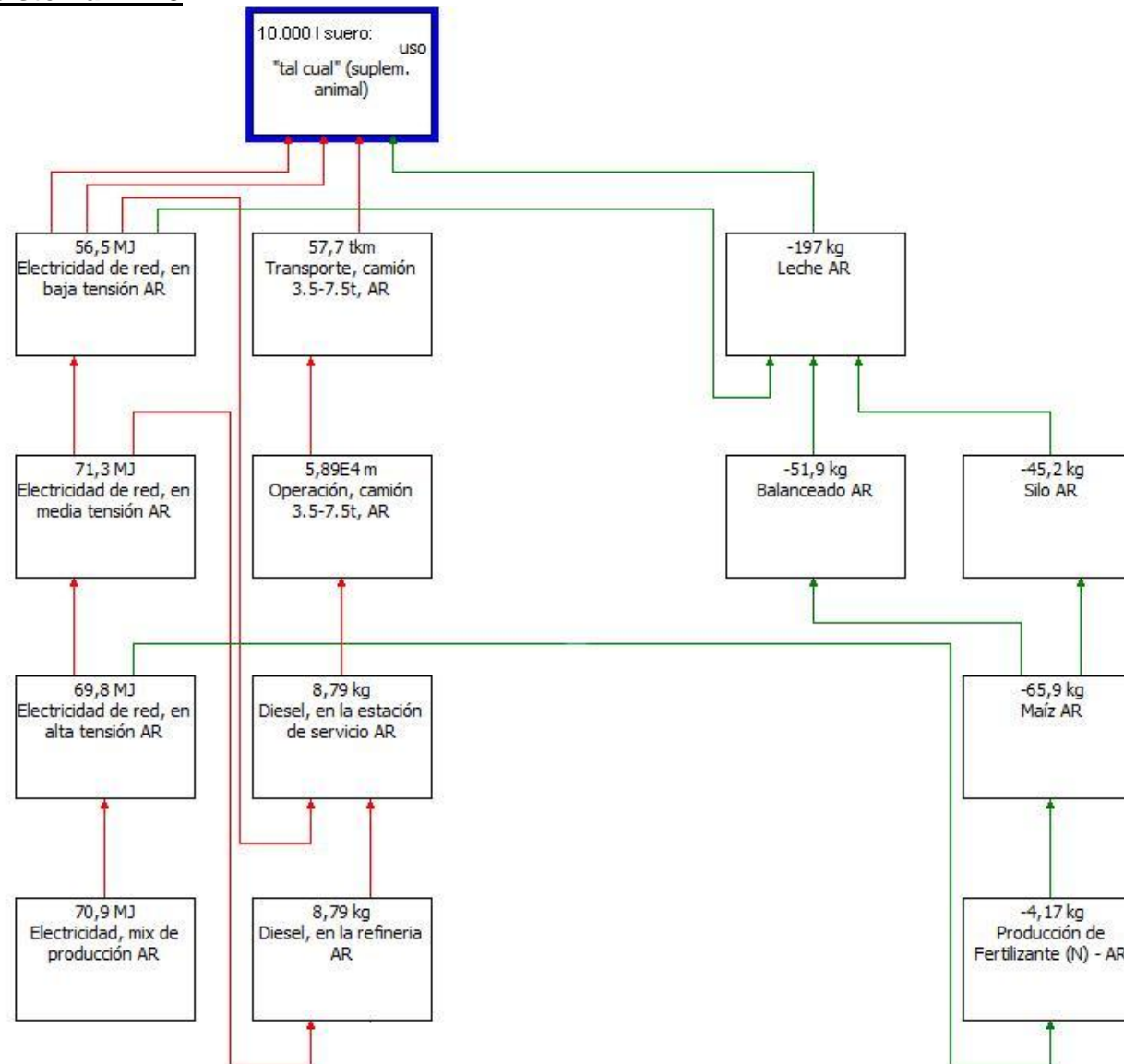


Figura 16. Perfiles ambientales construidos para elaborar el inventario ambiental de uso TAL CUAL dentro de ALT3.

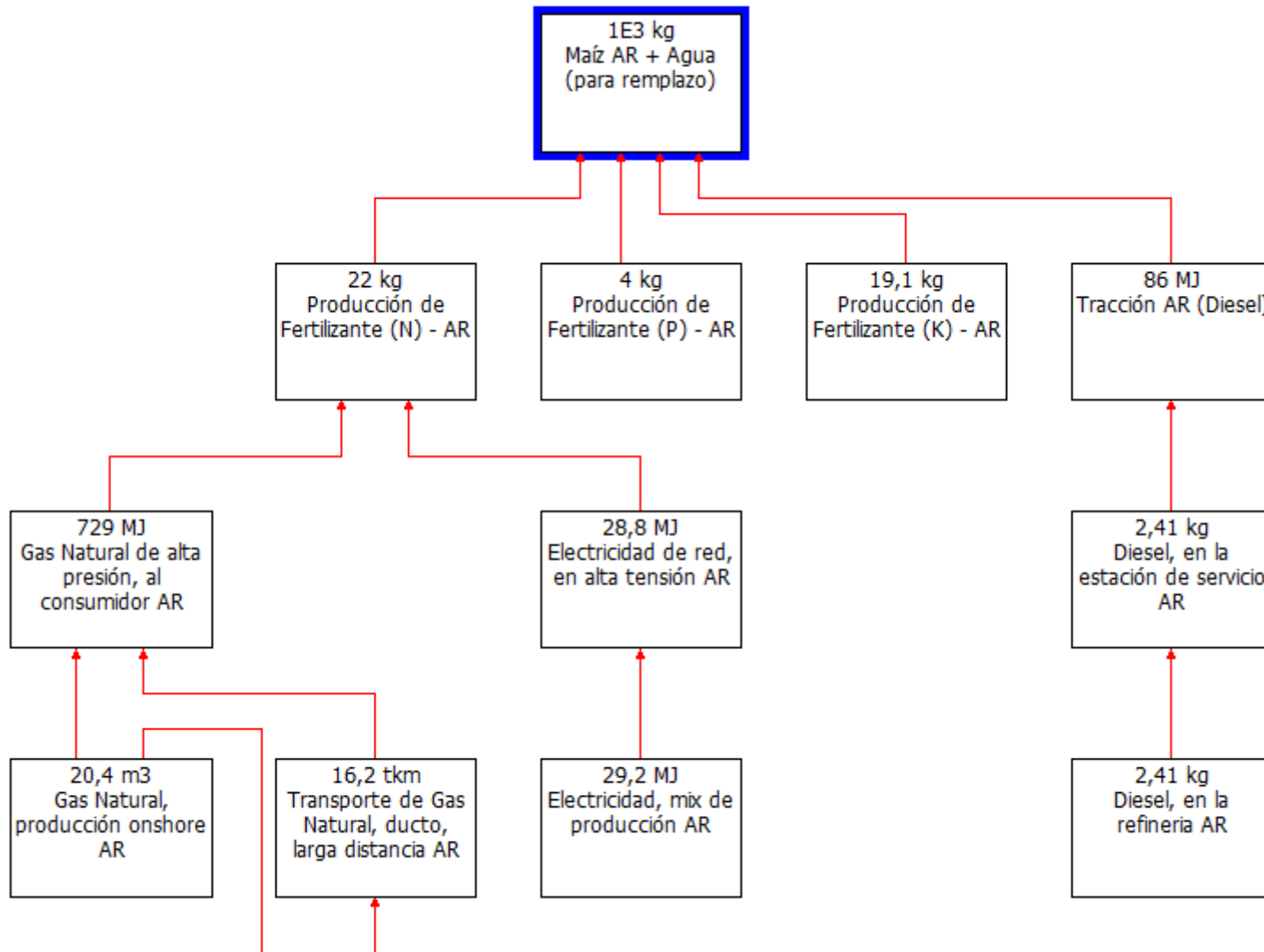


Figura 17. Perfiles ambientales contruidos para elaborar el inventario ambiental de producción de MAIZ dentro de ALT3.

7 Construcción del inventario ambiental

7.1 Fuentes de información

Para confeccionar el inventario ambiental, se recolectaron las siguientes categorías de datos:

- Entradas (energías, materias primas, insumos y materiales auxiliares)
- Salidas (emisiones atmosféricas, efluentes líquidos y residuos sólidos)
- Salidas de productos y subproductos.

Un gran volumen de datos fue recolectado de las unidades de proceso dentro de los límites del sistema. Esos datos se obtuvieron de diversas fuentes y luego se organizaron de forma que permitan un análisis selectivo. A continuación se muestran las fuentes de donde se obtuvieron los datos.

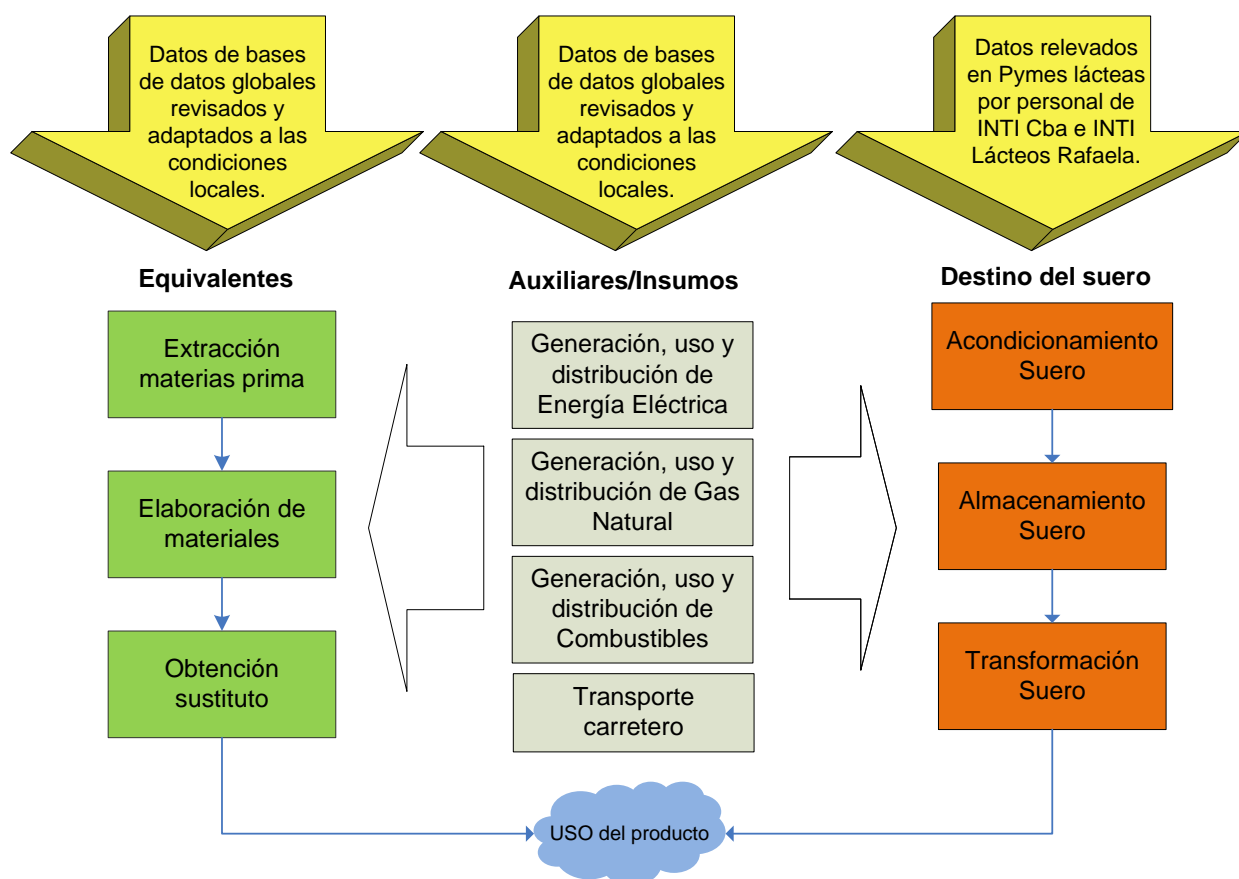


Figura 18: Fuentes de información para los inventarios ambientales.

7.1.1. Recolección de datos primarios

Para concretar visitas a pymes lácteas queseras generadoras de suero y otras industrias lácteas cuyos procesos están involucrados en este estudio, se contó con la colaboración de algunas asociaciones lácteas de la región, tal es el caso de Apymel Cba, Pylacor y el Cluster Quesero Villa María. Se realizaron visitas a 6 pymes lácteas generadoras de suero que lo disponen de diferente manera. También se visitaron 2 secadoras de suero ubicadas en la zona geográfica donde se desarrolla el estudio.

Además de esta información, el Centro INTI Lácteos Rafaela facilitó algunos datos referidos al uso de combustibles, uso de agua y capacidad productiva de las pymes de la provincia de Santa Fé, obtenidos en relevamientos realizados por el centro. También brindaron información respecto al proceso productivo de la Ricota.

Con estos relevamientos se completaron los perfiles ambientales de los destinos estudiados para el suero de quesería: producción de Ricota, producción de suero en polvo y uso tal cual para suplemento animal.

7.1.2. Uso de bases de datos

Para completar los perfiles ambientales de los productos sustitutos y de procesos comunes (ver detalle en la sección que sigue) se utilizaron las bases de datos incluidas en el software de análisis SimaPro, entre las que podemos citar: Ecoinvent, LCA Food DK y USLCI. Se trató en cada caso de utilizar el perfil ambiental que más se asemejara a la realidad de la región donde ocurren los procesos descritos en este estudio y en los casos en que fue posible, se cambiaron algunas variables como distancias, tipo de combustible, tipo de transporte, para adaptar el perfil a la realidad del estudio.

7.1.3. Otras fuentes de información

El perfil de producción de leche cruda se tomó de un relevamiento realizado por el Departamento de Ciencias Básicas de la Universidad de Luján “*LCA of milk production in Argentina: One first approach*”

7.2 Datos comunes

Cuando hablamos en el inventario ambiental de datos generales o comunes, nos referimos aquellos procesos compartidos por los sistemas analizados. Tal es el caso de la extracción, refinación y transporte de hidrocarburos, la generación, transporte y distribución de la energía eléctrica; también son datos comunes el uso de gas natural y leña en hornos y calderas y la producción de leche cruda.

7.2.1 Energía Eléctrica (EE)

Se creó un perfil propio de generación de energía eléctrica, en base a la matriz Argentina⁵⁰. Luego se crearon los perfiles de provisión de la energía eléctrica en alta, media y baja tensión, con base en perfiles brasileros de la base de datos.

Etapa del Proceso	Nombre	Observaciones
Generación de Energía Eléctrica	Electricidad, mix de producción AR	Se tomó de EcoInvent un perfil de Brasil y se asumió la siguiente composición: Hidráulica 35,5%; Nuclear 5,9%; Térmica (Carbón) 1,8%; Térmica (Gas) 44,5% Térmica (Fuel Oil)9,4%; y Térmica (Gas Oil) 2,9%.
Generación y distribución de energía eléctrica (alto voltaje)	Electricidad de red, en alta tensión AR	Los valores de longitud de redes y pérdidas de línea no se investigaron para Argentina. Se utilizaron directamente los datos de Brasil.
Generación y distribución de energía eléctrica (medio voltaje)	Electricidad de red, en media tensión AR	

⁵⁰ Informe Anual 2010. <http://portalweb.cammesa.com/memnet1/Pages/descargas.aspx>. En el Balance Energético Nacional (BEN) 2009, se incluyen cantidades de leña y bagazo utilizados para autopropulsión. Estos combustibles ingresan al sistema cada uno con un 0.7%. Se definió excluirlos para este estudio.

Generación y distribución de energía eléctrica (bajo voltaje)	Electricidad de red, en baja tensión AR	
---	---	--

Para completar la matriz energética argentina, se investigaron las eficiencias de generación de los distintos tipos de centrales, y se crearon los perfiles nuevos, de acuerdo a esas eficiencias.

Etapa del Proceso	Nombre	Observaciones
Generación de energía a base de Gas Natural	Gas Natural, quemado en central termoeléctrica AR	Se tomó de EcoInvent un perfil de Europa como base. Se coloca gas de alta presión de argentina.
Energía en la Central Termoeléctrica, Base Gas Natural	Electricidad, en central termoeléctrica, gas Natural AR	Perfil con eficiencia de conversión investigado para Argentina.
Energía en la Central Termoeléctrica, Base Carbón	Electricidad, en central termoeléctrica, base carbón AR	Perfil con eficiencia de conversión investigado para Argentina.
Procesamiento de crudo en refinería; obtención de Fuel Oil	Fuel Oil, en Refinería AR	Se tomó de EcoInvent un perfil de Europa como base. Perfil de extracción de crudo de Argentina; se agrega perfil energético de Argentina.
Transporte del producto desde la refinería hasta la central de despacho.	Fuel Oil, en central de despacho AR	Se tomó de EcoInvent un perfil de Europa como base. Se coloca el fuel oil en refinería de Argentina. Se coloca la energía eléctrica de argentina.
Generación de energía a base de Fuel Oil	Fuel Oil, quemado en Central termoeléctrica AR	Se tomó de EcoInvent un perfil de Europa como base. Se coloca Fuel Oil de Argentina. La cantidad de Combustible requerido para generar energía se mantiene ya que es similar al investigado 0.0243 kg/MJ
Energía en la Central Termoeléctrica, Base Petróleo	Electricidad, en central termoeléctrica, base petróleo AR	Perfil con eficiencia de conversión investigado para Argentina. Se coloca el fuel Oil de Argentina.
Energía en Central Hidroeléctrica	Electricidad en Central Hidroeléctrica	Se tomó de EcoInvent un perfil de Brasil como base. Perfil con eficiencia de conversión investigado para Argentina.

Para los perfiles de generación de energía térmica a base de carbón, derivados del petróleo y gas natural, se crearon en base a perfiles de promedios europeos de la base EcoInvent. Se definió usar estos, por no contar con información específica de las centrales en Argentina. El perfil de generación de energía hidroeléctrica se estimó en base al perfil brasilero. Para estos tipos de centrales (térmicas e hidroeléctricas) se colocaron valores de eficiencia de conversión investigados para Argentina⁵¹.

Para la generación de energía nuclear se mantuvo un perfil promedio de Europa. Los 4 perfiles que ofrece la base EcoInvent presentan similares impactos ambientales, con diferencias que no superan el todos los perfiles el 5%.

7.2.2 Gas natural (GN)

Para este Estudio de Caso se tomó como perfil de base el de *Quema de Gas Natural en horno industrial, con potencia mayor a 100 kwh*⁵² de la base de datos EcoInvent.

⁵¹ OLADE - Guía SIEN Conversión de Unidades. www.olade.org

⁵² Se podría haber tomado también el perfil de quemado de gas en calderas. La diferencia con el perfil del horno no es sustancial, solo se diferencia en la emisión atmosférica de NOx, que es 13.5% mayor en el horno.

Aguas arriba del perfil, se fueron regionalizando los perfiles principales que alimentan al de queda de gas en horno, obteniéndose los siguientes perfiles:

Etapa del Proceso	Nombre	Observaciones
Exploración y Producción de gas natural onshore.	Gas Natural, producción onshore AR	Se tomó de Ecolnvent un perfil de Argelia como base.
Transporte y Distribución de Gas Natural.	Transporte de Gas Natural, ducto, larga distancia AR	Se tomó de Ecolnvent un perfil de Europa como base. Se asumió compresión con una turbina, movida por la quema de gas natural, para lo que se creó un perfil.
Gas Natural para consumo (alta presión)	Gas Natural de alta presión, al consumidor AR	Se tomó de Ecolnvent un perfil de Europa como base. Se modificó la distancia que recorre el gas a través de ductos para el caso de Argentina.
Quemado de Gas Natural en horno industrial	Gas Natural, quemado en horno >100kW/AR	Se tomó de Ecolnvent un perfil de Europa como base. El uso de este horno se regionalizó para Argentina (Uso de energía y gas como material)

La base de datos dispone de 4 perfiles de producción de gas natural “onshore” (Rusia, Alemania, Holanda y Argelia). Se define usar el último por los volúmenes de producción de este país, similares, en orden de magnitud, a los de Argentina. Además, el perfil de Argelia asume que su gas natural es 100% dulce (sin contenido de azufre), similar a las características del gas de Argentina⁵³.

7.2.3 Leña (LÑ)

De acuerdo a datos aportados por INTI Lácteos Rafaela, las Pymes queseras, que generan suero y producen ricota, para generar calor en sus procesos utilizan principalmente leña⁵⁴. Para las etapas de producción de la madera, en este Estudio de Caso, se adoptó un perfil en el que se asume que la leña proviene de árboles implantados de madera blanda⁵⁵. Además asume que en la tala de los troncos se obtienen los siguientes tipos de madera (productos): *a-en rollo*, *b-industrial* y *c-residual considerando que esta última fracción es la que se utiliza como combustible*.

La asignación de las cargas hacia los tres productos, se hace de acuerdo al valor económico de cada fracción (retorno económico: en rollo: 86%, industrial: 9%, residual: 5%). Debido a que esta asignación económica no tiene en cuenta el balance de masa y/o energía, se utiliza un factor de corrección de carga ambiental. Para esta corrección se considera: Masa: en rollo: 65%, industrial: 24%, residual: 12%. Para la obtención de la leña se utilizaron los siguientes sub-perfiles.

Etapa del Proceso	Nombre	Observaciones
Desarrollo del sitio, plantación y cuidados del árbol	Softwood, stand establishment / tending / site development, under bark/RER U	Se tomó de Ecolnvent un perfil de Europa como base. Se incluyó la implantación de los árboles, su cuidado y el uso de suelo y materiales
Acompañamiento del crecimiento del árbol	Softwood, standing, under bark, in forest/RER U	Se incluyó la absorción de CO ₂ ⁵⁶ del aire y el suelo usado para el crecimiento de los arboles.

⁵³ Conceptos sobre Hidrocarburos (2003) - Secretaría de Energía – República Argentina. Página 53.

⁵⁴ La red de gas natural no llega a estas empresas en casi todos los casos, y donde lo hace es en forma temporal, lo cual motiva el uso de fuel oil, y mayoritariamente leña.

⁵⁵ Las empresas no tienen demasiada información sobre el origen de la leña. Se utilizan varias especies, e inclusive se compra leña verde, de ello deriva la necesidad de acopiar cantidades importantes, al aire libre.

⁵⁶ La asimilación de CO₂ es basada en el contenido de Carbono de la madera incluyendo la corteza (49.4%)

Corrección de asignación.	Softwood, allocation correction	Corrección de las asignaciones
---------------------------	---------------------------------	--------------------------------

Se adoptaron los siguientes perfiles para el corte, transporte y uso de la leña.

Etapa del Proceso	Nombre	Observaciones
Reducción y corte de troncos; transporte hasta el camino.	Residual wood, softwood, under bark, u=140%, at forest road/AR	Se tomó de EcoInvent un perfil de Europa como base. Para el funcionamiento de equipos, se asumió el uso de combustible diesel argentino.
Secado natural en el bosque.	Residual wood, softwood under bark, air dried, u=20%, at forest road/ AR	Se tomó de EcoInvent un perfil de Europa como base.
Utilización de combustible en equipos.	Diesel, burned in building machine/AR	Se tomó de EcoInvent un perfil de Europa como base. Se coloca el diesel de Argentina.
Corte de madera residual.	Logs, softwood, at forest/AR	Se tomó de EcoInvent un perfil de Europa como base. Se colocó el combustible diesel argentino para el funcionamiento de equipos de corte.
Combustión de troncos de madera ⁵⁷ .	Leña, madera blanda, quemada en horno industrial 30kW/AR	Se tomó de EcoInvent un perfil de Europa como base. Se adaptó el poder calorífico asumido para la madera ⁵⁸ y los Km que la leña recorre en camión ⁵⁹ . Se asumió que las cenizas se disponen en un relleno sanitario.

La razón que justifica el uso de estos perfiles es que al momento de la realización del estudio, el único perfil de *quema en horno de leña de madera blanda* disponible para ser usado, era el que se presenta. Luego se definió mantener el mismo origen para los perfiles aguas arriba del proceso de obtención de la madera y crecimiento de los árboles.

7.2.4 Combustibles Líquidos, Diesel (DS)

Se asumió que el combustible utilizado se produce en Argentina, excluyéndose las importaciones. En nuestro país existen varias zonas de producción; en el sur, en el sureste y en el norte; además existen 8 refinerías, ubicadas en distintas localidades. Además, también existen numerosas terminales de despacho, esto es plantas de acopio de los combustibles enviados desde las refinerías, a la espera de su carga en los camiones cisterna que abastecen, principalmente, a las estaciones de servicio.

En Campo Durán, se recibe petróleo crudo y gas natural provenientes de la cuenca del noroeste y de Bolivia, a través de dos oleoductos, un poliducto y un gasoducto. Tomando en consideración lo expresado, se definieron entonces tres trayectos de transporte, hasta que el combustible diesel está disponible para su consumo en las estaciones de servicio de la provincia de Córdoba.

⁵⁷ En el perfil de origen se aclara que el inventario puede ser considerado válido también para calderas con capacidad nominal aproximada en el rango de 15 a 70 kW.

⁵⁸ Se requieren 0,000243 kg de leña blanda para generar 1 MJ de calor. Se tomó el poder calorífico inferior de la leña blanda 1840 kcal/kg (Castañeda y otros, 2005) y la densidad indicada en SimaPro 540 kg/m³

⁵⁹ Se consideró la madera generada en Santiago del Estero y utilizada en Villa María. Son 583 Km.



La terminal de despacho se localiza en Monte Cristo⁶⁰, a la que llegan, a través del poliducto operado por Refinor⁶¹, distintos productos, como gas oil, naftas para uso petroquímico, motonaftas para uso automotor, kerosene, gas licuado, butano y propano. Estos productos luego se despachan en la zona o son enviados hasta la Refinería San Lorenzo (Santa Fe)⁶². Para este Estudio de Caso se crearon los siguientes perfiles.

Etapa del Proceso	Nombre	Observaciones
Producción (ó extracción) de crudo.	Crude oil, at production onshore/AR U	Se tomó de EcoInvent un perfil de Libia y Argelia ⁶³ como base. Se incluyó el uso de energía, materiales y emisiones. También se incluyó el transporte de materiales utilizados en el proceso de extracción
Transporte de crudo, desde el yacimiento hasta refinería.	Crude oil, production AR, at long distance transport/AR U	Se tomó de EcoInvent un perfil de Europa como base. El perfil incluye el crudo (se usa perfil creado para Argentina) y su transporte (se coloca la distancia correspondiente a Argentina)
Procesamiento de crudo en refinería.	Diesel, en la refinería AR	Se tomó de EcoInvent un perfil de Europa como base. Se colocaron los perfiles propios de producción y transporte de crudo. Se colocó el perfil propio de energía eléctrica. Se considera la producción de diesel con contenido de azufre >50 ppm ⁶⁴ .
Transporte del producto desde la refinería hasta estación de servicio.	Diesel, en la estación de servicio AR	Se tomó de EcoInvent un perfil de Europa como base. Se coloca el diesel y la EE de argentina. Se cambian los valores de transporte, considerando un tramo por ducto (desde refinería hasta central de despacho) y otro tramo por camión (desde central de despacho hasta EESS).

7.2.5 Transportes (TC)

El transporte de materias prima, productos o subproductos, está presente en todas las alternativas que se comparan. En general, estos transportes son realizados por camiones que utilizan combustible diesel para su funcionamiento. En la siguiente tabla se detallan los perfiles asumidos para los camiones.

En la base de datos se disponía de tres perfiles de transporte para cada tipo de camión (grande de 16-32 ton y chico de 3,5–7,5 ton). Estos perfiles difieren en la cantidad de combustible que se usa para recorrer un kilómetro. Para este estudio se investigó y colocaron los consumos que ocurren en Argentina, tal como se muestra en la table que sigue.

⁶⁰ Cortez y Sánchez, 2007.

⁶¹ Destilería ubicada en Campo Duran, Salta.

⁶² www.refinor.com

⁶³ La base de datos dispone de 4 perfiles de extracción y producción de crudo "onshore" (Rusia, Medio Oriente, Holanda y africano (Libia y Argelia). Se define usar el último por los volúmenes de producción de estos países, similares, en orden de magnitud, a los de Argentina.

⁶⁴ Para la firma YPF el Diesel 500 tiene un máximo contenido de azufre de 500 ppm, contra 1.500 ppm del Ultra Diesel y 10 ppm del Euro Diesel. Se considera que el transporte de carga utiliza combustibles diesel de los tipos con mayor contenido de azufre (menos refinados). <http://autoblog.com.ar/2012/01/diesel-500-ypf-agrego-una-tercera-variante-de-gasoil-a-sus-estaciones-de-servicio/>

Etapa del Proceso	Nombre	Observaciones
Consumo del combustible	Operación, camión 3.5-7.5t, AR	Se tomó de EcolInvent un perfil de Europa como base. Se colocó el perfil de Diesel de Argentina. Se incluyen las emisiones directas a la atmosfera, al suelo y al agua.
	Operación, camión 16-32t, AR	Se colocó la cantidad de combustible consumida para Argentina ⁶⁵ . -Camiones 3,5–7,5 t: 0.16 kg diesel/Km ⁶⁶ . -Camiones 16-32 t: 0.32 kg diesel/Km ⁶⁷ .
Operación del vehículo	Transporte, camión 16-32t, AR	Se tomó de EcolInvent un perfil de Europa como base. Se colocó el perfil de operación de Argentina.
	Transporte, camión 3,5-7,5t, AR	

7.2.6 Leche cruda (LC)

Obtención de la leche

La producción de lechera cruda en el tambo es el primer eslabón de la cadena de dos productos sustitutos del suero; tal es el caso de la leche en polvo (sustituto del suero en polvo), como de los quesos (sustituto de la ricota). Para este eslabón se tomó un perfil ambiental de un tambo de la cuenca láctea “Abasto” en la provincia de Buenos Aires, elaborado por la UNLu⁶⁸.

Este perfil fue construido para un tambo con condiciones promedio; considerando campos con superficie de 230 ha; de las cuales el 60% están cubiertas con pasturas y otros cultivos que se usan para silo o alimento balanceado.

La ración para los animales del tambo se compone de pasturas, principal alimento de del ganado. La dieta es suplementada con alimento balanceado, fabricado con trigo, maíz, soja, cultivos forrajeros y aditivos minerales y silos, compuesto principalmente de maíz, y en cuyo proceso se usa polietileno de alta densidad (PEAD).

En el perfil se consideró el uso de distintos tipos de energía para producir las pasturas, el alimento balanceado y los silos. Además las operaciones comunes del tambo incluyen ordeño y otras tareas adicionales como enfriamiento de la leche, uso del tractor y uso de bombas de agua.

En el perfil adoptado, se excluye el transporte de la leche hacia las industrias; también las emisiones de metano generada por los animales. A continuación se muestra un resumen de los sub-perfiles que componen a la producción de leche cruda⁶⁹.

Etapa del proceso	Nombre	Observaciones
Operación del tambo	Leche AR	Se incluyó el uso de energía eléctrica y combustible diesel argentino.
Fabricación de balanceado	Balanceado AR	Se incluyó el transporte de los granos que componen el alimento desde los campos hasta la planta elaboradora; y luego hasta el campo donde se consume. Se usa perfil energético de Argentina.

⁶⁵ Información proporcionada por Guillermo Tomasoni, Gerente de AAPC (Asociación Argentina de Propietarios de camiones). www.asociacion-propietarios-camiones.com.

⁶⁶ Los valores que aparecen en SimaPro varían entre 0.097 y 0.094 kg/km. (promedio europeo año 2005)

⁶⁷ Los valores que aparecen en SimaPro varían entre 0.235 y 0.209 kg/km. (promedio europeo año 2005)

⁶⁸ “LCA of milk production in Argentina: one first approach”. Oscar Pastorutti, Candela Cortabarría, Leila Schein, Liliana Saucedo. Department of Basic Sciences, Universidad Nacional de Lujan.

⁶⁹ no se coloca perfil de origen ya que los perfiles no toman referencia de otros perfiles de SimaPro. También se revisaron las observaciones sobre ACV para el sistema agroalimentario de Daniel Humberto Iglesias del INTA.

		Se usa gas natural en el peleteado de argentina.
Producción de silos	Silo AR	Se usó combustible diesel de argentina. Se incluye el plástico utilizado para el silo.
Producción de pasturas	Pasturas AR	Se considera el uso de fertilizantes N, P, K en los cultivos y de combustible diésel en un tractor para las operaciones de labranza, siembra y cosecha.

Fermentación entérica y otras emisiones del animal

Las actividades ganaderas contribuyen a la emisión de gases de efecto invernadero principalmente a través de dos procesos: la emisión de metano por la fermentación entérica, fundamentalmente en rumiantes, y el tratamiento anaeróbico de las excretas ganaderas. Estas últimas son también fuente de óxido nitroso. En la Argentina, la ganadería es el sector más comprometido en la emisión de gases de efecto invernadero después del energético, aportando el 35% de las emisiones totales del país⁷⁰. Se tuvieron en cuenta los siguientes datos, para calcular las emisiones asociadas a los animales:

- Producción promedio de leche: 15 litros/animal/día⁷¹

		Metano (CH ₄)	Óxido Nitroso (N ₂ O)	Amoniaco (NH ₃)	Fosfatos
Emisión animal	Valor (kg/litro)	0.017	0.002	0.008	0.0002
	Fuente	INTA 2007 ⁷²	LCA Food		
Asignación	Valor	65%	29%	44%	35%
	Fuente	LCA Food ⁷³			
Emisión asignada a la Leche	Valor (kg/litro)	0.0109	0,0006	0.003	0.0001

Producción de cultivos

La producción agrícola de cultivos usados en el balanceado y los silos, incluye preparación del suelo, siembra, fertilización y cosecha. Para estos perfiles se usaron como base perfiles de la base de datos del software, los que se citan a continuación:

Etapa del Proceso	Nombre	Observaciones
Producción de Forrajeras	Forrajeras AR	Se considera el uso de fertilizantes N, P, K en los cultivos y de combustible diésel en un tractor para las operaciones de labranza, siembra y cosecha.
Producción de Maíz	Maíz AR	
Producción de Trigo	Trigo AR	
Producción de Soja	Soja AR	

⁷⁰ Alicia Fernández Cirelli Facultad de Ciencias Exactas y Naturales,UBA. Investigadora Principal, CONICET. www.uba.ar/encrucijadas/41/sumario/enc41-vacaspeligrosas.php

⁷¹ INTA 2004. Dr Guillermo Berra INTA Castelar gberra@cni.inta.gov.ar, Ing Laura Finster INTA Castelar lfinster@cni.inta.gov.ar

⁷² Laura Finster - lfinster@castelar.inta.gov.ar

⁷³ En las Actas de la 5^{ta} Conferencia Internacional de Análisis de Ciclo de Vida, CILCA2013. "Allocation in Brazilian milk production: a case study". Cristiane María de Léis y otros. Universidad Federal de Santa Catarina, Brasil. Cita cuatro métodos de asignación, tres de los cuales concluyen que la leche se lleva alrededor del 95% de la carga ambiental del bovino (Asignación económica, proteica y por masa)

Uso de tractor

Este perfil refiere al uso de combustible diésel en un tractor utilizado para las operaciones típicas de agricultura como arado, siembra, cosecha, entre otras.

Etapa del Proceso	Nombre	Observaciones
Combustión de diesel en tractor.	Tracción AR (Diesel)	Se tomó de LCADaFood un perfil Danés como base. Se considera que del consumo total de energía en la vida útil del tractor, el 85% corresponde al uso y el 15% a la producción y fin de vida del equipo. Por lo tanto el consumo de energía y emisiones a la atmósfera en la vida útil de los tractores, por MJ entregado en el campo, se ha estimado dividiendo los valores por un factor de 0,85 ⁷⁴ .

Producción de fertilizantes

Estos productos químicos se utilizan en los distintos cultivos mencionados y en la pasturas. Los perfiles consideran solo las etapas de producción y transporte, excluyendo la aplicación⁷⁵.

Etapa del Proceso	Nombre	Observaciones
Producción y transporte de fertilizantes N.	Fertiliser (N) AR	Se tomó de LCADaFood un perfil adaptado para Dinamarca. Incluye la extracción de materias prima, la producción de fertilizantes y la distribución hasta los campos donde se utilizan.

7.2.7 Tratamiento de efluentes (TEF)

Algunos procesos industriales generan efluentes (aguas residuales) que deben ser tratados antes de ser vertidos a un curso de agua, para adecuarse a las exigencias de la legislación de vuelco. Se utilizaron los siguientes perfiles de tratamiento:

- ✓ Tratamiento de agua residual, DQO
- ✓ Tratamiento de agua residual, DBO
- ✓ Tratamiento de agua residual, otras emisiones
- ✓ Tratamiento de agua residual, N

Estos perfiles fueron extraídos de LCA Food Database⁷⁶ y consideran un consumo de energía eléctrica según la carga contaminante del efluente a tratar⁷⁷.

⁷⁴ <http://www.lcafood.dk> "Traction"

⁷⁵ <http://www.lcafood.dk> "Production of artificial fertilizer"

⁷⁶ <http://www.lcafood.dk> "Municipal wastewater treatment"

⁷⁷ Los perfiles seleccionados son consistentes con fuentes de información local. Según comunicación personal con Ruth Rodríguez del "Laboratorio de efluentes líquidos y residuos sólidos de INTI-Ambiente", un requerimiento de potencia eléctrica varía de 0,03 a 0,2 kw/kgDBO.día. Por su parte Leonardo Erijman de INGEBI-CONICET sostiene el requerimiento de una potencia de 5,5 kw cada 160 kg DBO/día (0,034 kw/kg DBO.día). Considerando que "...los sistemas biológicos aireados necesitan mantener los equipos encendidos las 24 horas del día, durante todo el año..." las potencias llevadas a consumo dan un estimado de 0.72 - 4.8 kwh/kg DBO. El valor asumido para este Caso de Estudio, provisto por el perfil de Ecolnvent, que es de 1.1 kwh/kg DBO, se encuentra dentro de estos márgenes calculados.

7.3 Datos para los procesos principales

7.3.1 Producción de RICOTA

La información sobre la generación del suero y las operaciones de transformación en ricota, se obtuvo de las Pymes lácteas visitadas. Además se obtuvo información del proceso de fabricación de ricota del centro INTI Lácteos Rafaela y colaboraron con información las empresas BallMor de la localidad de Morrison y Capilla del Señor de la ciudad de Villa María.

Todas las operaciones se desarrollan dentro de la misma industria. La cantidad de energía eléctrica, gas natural o leña y agua utilizada en el proceso fue estimada, debido a que no se contó con información primaria. En primer lugar se definió que las Pymes generadoras de suero y productoras de ricota utilizan leña y no gas natural, debido a la dificultad de acceso en zonas rurales.

Como se obtuvieron datos globales de consumo de algunas Pymes queseras de la provincia de Santa Fé (proporcionados por INTI Lácteos), para estimar los valores correspondientes a la fabricación de la ricota, se realizó una asignación. De acuerdo a Garrido (2002) se asumió la siguiente distribución de uso de energía en las pymes queseras que fabrican ricota:

	Secciones típicas de quesería	% EE	% Leña	ASIGNACIÓN
1	Recepción + Pasterizado	10%	50%	Leche cruda
2	Cuajado+ moldeado+ salado	10%	-	Queso
3	Estacionado en cámara	50%	-	Queso
4	Envasado+ Despacho	10%	-	Queso
5	Lavado de bandejas+ Limpieza Gral	10%	15%	Queso
6	Elaboración de Ricota	10%	35%	Ricota
	TOTAL	100%	100%	

Para corroborar los valores a los que se llegaba a través de la asignación, se hizo un cálculo teórico de la cantidad de leña necesaria para elevar la temperatura del suero en el proceso de fabricación de ricota. La diferencia entre los valores obtenidos con la asignación y los obtenidos con el cálculo teórico no difirieron en más del 7%.

El consumo de agua, que correspondería a limpieza, se estimó que sería el mismo que se relevó en las pymes de la provincia de Santa Fe (INTI Lácteos).

Para el caso de la generación de efluentes, no se relevaron datos primarios. Se utilizan datos de un perfil de producción de quesos danés de la base LCA Food⁷⁸. Los valores se extrapolaron de acuerdo al consumo de suero como materia prima definido para el proceso de ricota.

Los materiales agregados, envases y productos de limpieza no fueron considerados en el inventario por representar menos del 1% del impacto total (considerando la alternativa de destino y la resta del sustituto). Tampoco fueron considerados sus transportes.

⁷⁸ Ver www.lcafood.dk yellow cheese production. En el perfil no se hace mención a ningún tipo de asignación de estos efluentes, por lo que suponemos, que el 100% es asignado a la producción de quesos.



Se considera que el suero pobre obtenido como subproducto del proceso y utilizado en suplementación de animales reemplaza a granos de maíz, evitando su producción. El perfil utilizado es el mismo que se utiliza en la producción láctea: “Maíz AR”.

El perfil incluye el transporte de la leña desde su origen, hasta la quesería; son 215,4 tkm (370 kg por 583 Km); el transporte es en camión de 16 a 32 t. También ocurre el transporte del suero pobre desde la quesería hasta los campos de terceros donde se utiliza; se considera que 2.167 l (26% del suero pobre) se transportan por por 22 Km (igual distancia alternativa alimentación de animales) resultando 47,7 tkm; el transporte se realiza en camiones de hasta 8 t.

7.3.2 Producción de QUESO cremoso

Se asumió como reemplazo ó sustituto de la ricota al queso tipo cremoso; otro alimento de origen animal. Los datos de producción de este sustituto se estimaron de acuerdo a datos aportados por INTI Lácteos (uso de EE eléctrica, generación de calor a través de leña, uso de agua en el proceso).

El rendimiento de la materia prima “leche cruda” se definió en 6,1 litros de leche por kilogramo de queso obtenido⁷⁹. Este factor fue discutido en un encuentro con asociaciones lácteas llevada a cabo en Villa María, en Febrero de 2013, ocasión en la que se sugirió usar el valor de 7,14 litros/kg de queso. Finalmente se definió mantener el valor obtenido de la bibliografía. El perfil ambiental de producción de leche cruda usado es el de la Universidad de Luján (sección 7.2.6)

Por el lado de los efluentes generados, se adoptaron los valores de un perfil de producción de quesos danés de la base LCA Food⁸⁰.

Los subproductos del proceso de producción de quesos son crema, obtenida del desnatado y que se usa en la producción de manteca con el consiguiente ahorro en la producción de leche cruda; y suero, que en este caso se considera usado en la producción de suero en polvo.

El perfil considera el transporte de la leche cruda desde el tambo hasta la pyme donde se procesa y transforma en queso (4,5 km/m³ de leche⁸¹) y el transporte de leña desde su origen (bosque) hasta la quesería.

7.3.3 Producción de SUERO en POLVO

La información relacionada con la generación del suero, su acondicionamiento (desmigado, desnatado, bombeos y enfriado del suero) y almacenamiento se obtuvo de las Pymes lácteas visitadas. En este caso colaboraron con información la fábrica La Varense (Pozo del Molle), Don Armando (Villa Nueva) y la Cooperativa James Craik (James Craik).

⁷⁹ http://www.alimentosargentinos.gov.ar/contenido/revista/ediciones/pdf/revista_AA_46.pdf

⁸⁰ Ver www.lcafood.dk “Yellow cheese production”. Los datos refieren a la producción de quesos para el año 2002. Los principales procesos son: recepción de leche; pasteurización; mezcla con enzimas y ácido láctico; solidificación y separación del suero hasta que la cuajada adquiera una cierta consistencia; estacionado en lugar fresco; embalaje y almacenamiento. El efluente es volcado directamente para tratamiento municipal. Las entradas y salidas del proceso por unidad de queso producida han sido calculadas ignorando las contribuciones menores de otros productos. Envases, productos de limpieza y químicos no fueron incluidos.

⁸¹ En “Análisis de la cadena de la leche en Argentina – 2009” en la página 70 se muestran las distancias recorridas por la leche desde el tambo hasta la fábrica para cada estrato industrial. Para las industrias medianas, que procesan alrededor de 20.000 litros/día de leche cruda, la distancia es de 4,3 km/m³ de leche.

El secado se realiza en plantas de mayor envergadura. Para esto se relevaron las secadoras de suero La Cristina (Villa María) y la Cooperativa James Craik (James Craik), quienes brindaron información respecto a la recepción, secado y embalado. También se obtuvo información sobre la comercialización del suero en polvo.

Estas dos secadoras presentan diferentes valores de consumos de energía eléctrica y gas natural. Se definió utilizar los datos de Cooperativa James Craik por acercarse más al perfil de secado de suero danés de la base de datos LCA Food⁸². Para el caso de las emisiones al agua, se utilizaron datos del perfil danés mencionado extrapolados al uso de suero como materia prima del proceso en las secadoras.

Los materiales agregados, envases y productos de limpieza no fueron considerados en el inventario por representar un % muy bajo del impacto total. Tampoco fueron considerados sus transportes. La siguiente tabla muestra el perfil construido con los datos relevados de las Pymes y las secadoras.

Se obtiene un subproducto del proceso de producción de suero en polvo, se trata de la crema obtenida del desnatado y que se usa en la producción de manteca con el consiguiente ahorro en la producción de leche cruda.

Se considera el transporte del suero líquido desde la Pyme láctea hasta la secadora. El valor asumido es 1.143 t.km (9.936 l, luego del acondicionado se transportan 115 Km).

7.3.4 Producción de LECHE en POLVO

El suero en polvo puede utilizarse, para fabricar balanceado para animales, o para fabricar alimento para humanos. Se considera la leche en polvo como sustituto. El criterio de uso de energía (EE y Gas Natural) y agua para producir leche en polvo se tomó de un perfil de producción de leche en polvo danés de la base LCA Food⁸³ (mitad de los requeridos energéticos para la obtención de la misma cantidad de suero en polvo). Las cantidades a asignar se tomaron del perfil de secado de suero, adaptado al secado de leche.

El rendimiento de la materia prima “leche cruda” se definió en 7,8 litros de leche por kilogramo de leche en polvo obtenido, dato extraído del perfil danés mencionado. Por el lado de los efluentes generados, también se adoptaron los valores de este perfil.

El perfil ambiental de producción de leche cruda usado es el de la UNLu (sección 7.2.6). Se agrega el transporte de la leche cruda desde el campo hasta la pyme donde se produce el queso. Esta distancia se definió en 6,5 km/m³ de leche cruda, teniendo en cuenta la información de bibliografía⁸⁴.

⁸² Ver www.lcafood.dk “Whey powder production” El suero de leche marginal se transforma en suero en polvo que se utiliza como materia prima en la industria de alimentos y piensos. El suero en polvo se considera como un sustituto de la cebada de primavera en la alimentación animal, según el contenido nutricional.

⁸³ www.lcafood.dk “Milk powder production” Datos referidos a la producción de leche en polvo (año 2002). Los principales procesos son: recepción de leche cruda; pasteurización; concentración y evaporación, secado, embalaje y almacenamiento. Se incluye el pre-tratamiento del efluente previo a su vuelco. Los flujos de entradas y salidas por unidad producida de leche en polvo han sido calculados ignorando contribuciones menores de otros productos. Embalajes, agentes de limpieza, productos químicos y otros ingredientes no son incluidos.

⁸⁴ En “Análisis de la cadena de la leche en Argentina – 2009” en la página 70 se muestran las distancias recorridas por la leche desde el tambo hasta la fábrica para cada estrato industrial. Para las industrias de mayor tamaño, que procesan alrededor de 100.000 litros/día de leche cruda, la distancia es de 6,6 km/m³ de leche.

Cabe remarcar que este proceso no presenta subproductos de interés para este estudio.

7.3.5 Uso TAL CUAL del SUERO

La información relacionada con la generación del suero, su acondicionamiento y entrega a los animales se obtuvo de las Pymes visitadas. En este caso colaboraron con información las industrias La Ángela (Villa María) y Don Armando (Villa Nueva).

Se considera un desnatado del suero previa entrega a animales. Una porción del suero es entregado a animales propios a través de ductos, y otra porción, a animales de terceros, transportado por camión. Son 2623 l transportados por 22 Km⁸⁵.

Durante este proceso se obtiene un subproducto, la crema del desnatado, que se usa en la producción de manteca con el consiguiente ahorro en la producción de leche cruda.

7.3.6 Producción de MAÍZ

Se asumió que el suplemento animal con suero, puede ser sustituido por granos de maíz y agua. Los datos de producción de este sustituto se tomaron, al igual que en el perfil de producción de leche cruda, de un perfil de la UNLu. A este perfil se le agregó el agua de pozo (ver sección 7.2.6)

⁸⁵ Datos aportados por la firma La Ángela a través de correo electrónico.

8. Resultados: impactos ambientales potenciales

Para calcular el impacto ambiental de este Estudio de Caso se ejecuta una serie de pasos. En la siguiente tabla se resumen las etapas que se tuvieron en cuenta al utilizar la metodología EDIP 2003.

	ETAPA	¿Se hace?
1	Clasificación	Sí
2	Caracterización	Sí
3	Evaluación de daño	No corresponde
4	Normalización	En la siguiente sección
5	Ponderación	En la siguiente sección

La “clasificación” consiste en agrupar las sustancias relevadas en el inventario ambiental, en función de las categorías de impactos a las que aporten. Luego, durante la etapa de “caracterización” se calcula el aporte de cada sustancia a cada impacto de acuerdo a ciertas fórmulas científicas o a factores basados en la disponibilidad de los recursos. Así se obtienen los totales para cada categoría de impacto.

En este Estudio de Caso, los valores de impacto se muestran de manera abierta para cada categoría; esto significa que no se normalizan ni ponderan. Aunque esto signifique mostrar resultados de una manera abierta, sin indicadores consolidados, permite evitar posibles errores en la modelación.

8.1 Impactos netos

El Gráfico 1 sintetiza los impactos ambientales correspondientes a los tres sistemas; lo que incluye (sumando) el impacto correspondiente al destino del suero analizado, menos (restando) el impacto correspondiente al producto que se sustituye. Los valores que se muestran son netos; es decir son el resultado de restar al impacto de cada destino el de su correspondiente sustituto, tal como se describió en la sección 5.8. Esto puede derivar en ganancias ambientales (cuando el impacto del sustituto es mayor al del destino) o pérdidas ambientales (cuando el impacto del sustituto es menor al del destino). Los valores se muestran en términos relativos. La base es “uno”, y le corresponde a la alternativa que tiene el mayor valor para esa categoría de impacto.

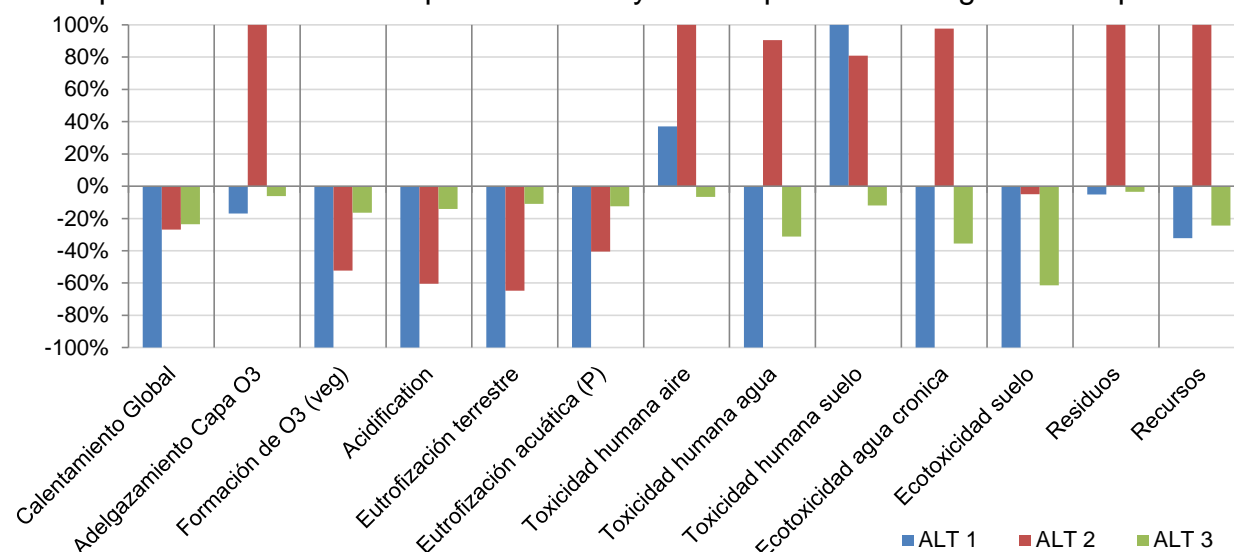


Gráfico 1: Impactos ambientales netos, en términos relativos, de las tres alternativas.



En el Gráfico 1, se puede observar para la categoría “calentamiento global”, que ALT2 muestra los mayores ahorros, seguido por ALT3, con aproximadamente un 20% del ahorro. Para la categoría “adelgazamiento de capa O₃” existe una alta pérdida ambiental para ALT2, mientras que ALT1 y ALT3 presentan ganancias ambientales mínimas.

Para las categorías “creación fotoquímica de ozono” (con efectos en la vegetación), “acidificación”, “eutrofización terrestre” y “eutrofización acuática” hay ahorros para las tres alternativas; siendo los mayores en ALT1. Tanto ALT 2 como ALT3 también presentan ahorros que rondan para ALT2 el 60% del de ALT1, y para ALT1 menos del 20%.

La categoría “toxicidad humana por aire”, muestra pérdidas ambientales para ALT 1 y ALT 2, representando la primera aproximadamente el 50% de la segunda; por el lado de ALT 3 se observa una ganancia ambiental mínima, alrededor del 10% con respecto a la pérdida de ALT2. La categoría “toxicidad humana por agua” muestra ahorros ambientales para ALT1, con valores extremos y ALT 3 con un 20% del ahorro de ALT1. ALT 2 presenta una pérdida ambiental, que alcanza aproximadamente el 90% con respecto al valor de ALT1. Por el lado de la “toxicidad al suelo”, se da la misma tendencia que toxicidad al aire, pero con valores límites para ALT 1, seguido de ALT 2. ALT 3 presenta una ganancia ambiental, algo mayor al 20% con respecto a ALT1.

La categoría “ecotoxicidad al agua” muestran una alta pérdida ambiental para ALT2. ALT1 y ALT3 muestran ganancias del 60% y el 20% respectivamente con respecto a ALT2. La categoría “ecotoxicidad crónica al suelo” muestra ganancias ambientales para las tres alternativas, siendo mayor en ALT2, seguida de ALT3 (65%) y finalmente ALT2 (10%).

La generación de residuos, que en este caso es una suma ponderada de las 4 categorías que presenta el método EDIP 2003, muestra una importante pérdida para ALT2. Mientras que ALT 1 y ALT 3 presentan muy pequeños valores de ganancias ambientales. Finalmente para la categoría “uso de recursos” ALT 2 presenta el mayor valor de pérdida ambiental, mientras que ALT1 y ALT 3 presentan ganancias, de 50% y un 50% respectivamente con respecto a ALT 2.

8.2 Impactos abiertos por categoría

A continuación se exponen los gráficos de resultados para cada categoría de impacto citada arriba, con una breve explicación de la ganancia o pérdida ambiental y de los eslabones que generan el impacto. Los valores se muestran por cadena y abiertos por eslabones. Para los detalles de los resultados cuantitativos de cada categoría de impacto ver las Tablas del Anexo III.

8.2.1 Calentamiento Global

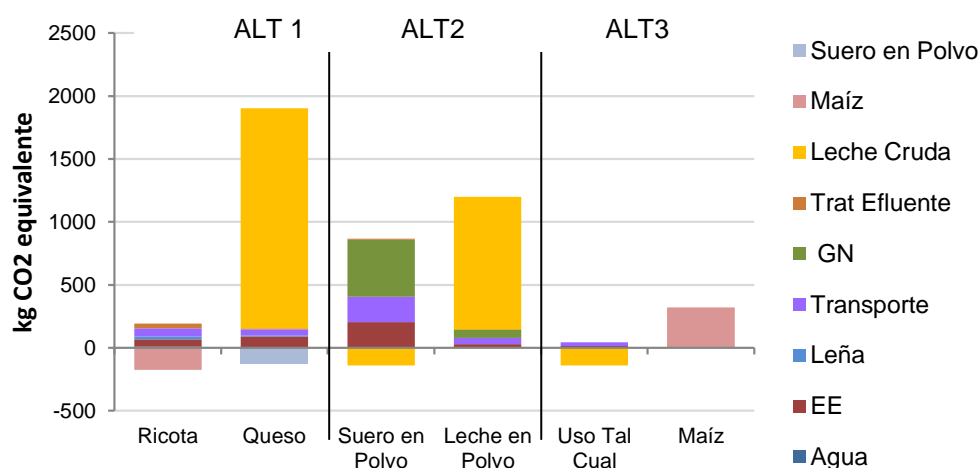


Gráfico 2: emisiones totales que aportan al calentamiento global en cada cadena.

Se observa que para las tres alternativas existen ganancias ambientales, ya que las emisiones de los sustitutos superan a las de los destinos.

Para la cadena de la RICOTA, se destaca el ahorro ambiental por el no uso de MAÍZ (que evita el uso de fertilizantes), que es sustituido por el subproducto suero pobre en la alimentación de animales. Para el QUESO CREMOSO y la LECHE en POLVO, las mayores emisiones corresponden al eslabón leche cruda, y se asocian a la fermentación entérica de los rumiantes productores de leche y también a la producción de fertilizantes para los cultivos con que se alimentan estos animales.

Por el lado del SUERO en POLVO, se observa en el gráfico un alto aporte del eslabón gas natural, que es usado para el secado del suero. Para la cadena del USO tal CUAL, se observa un ahorro ambiental debido al desnatado con el consiguiente aprovechamiento de crema y el ahorro en el uso de leche cruda; mientras que en la cadena del MAÍZ, producto evitado en la alimentación animal, existen emisiones por las operaciones de labranza y por la fabricación de fertilizantes.

Cuando se trata de emisiones relacionadas a la fermentación entérica de los rumiantes, se trata de CH₄ y N₂O. En la fabricación de fertilizantes, la sustancia emitida es N₂O, mientras que en las demás operaciones se trata, en general, de emisiones de CO₂.

8.2.2 Adelgazamiento de capa de ozono

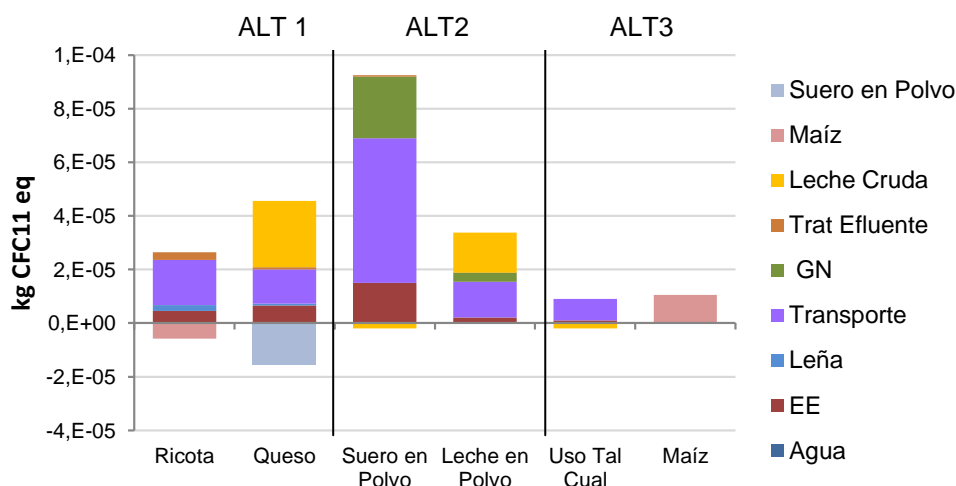


Gráfico 3: emisiones totales que aportan a la destrucción de la capa de ozono en cada cadena.

En el gráfico se puede observar que existen ganancias ambientales (mayor impacto de los sustitutos que de los destinos) para ALT 1 y ALT 3. Para ALT 2 existe una pérdida ambiental, con una marcada diferencia entre SUERO en POLVO y LECHE en POLVO.

Parte de estas emisiones se asocian a la extracción y transporte de hidrocarburos como gas natural y petróleo crudo y a la refinación del combustible diésel, observándose aportes de relevancia en los eslabones de transporte y uso de gas, en las cadenas de la ricota, queso cremoso, SUERO en POLVO, LECHE en POLVO y USO tal CUAL.

Para el queso y la LECHE en POLVO, también hay aportes por el eslabón producción de leche cruda, cuyas emisiones se deben a la producción de los fertilizantes usados en los cultivos con que se alimentan las vacas lecheras. La producción de MAÍZ, producto sustituido por el USO tal CUAL, requiere el uso de fertilizantes también, con su correspondiente aporte a este impacto.

8.2.3 Formación fotoquímica de Ozono

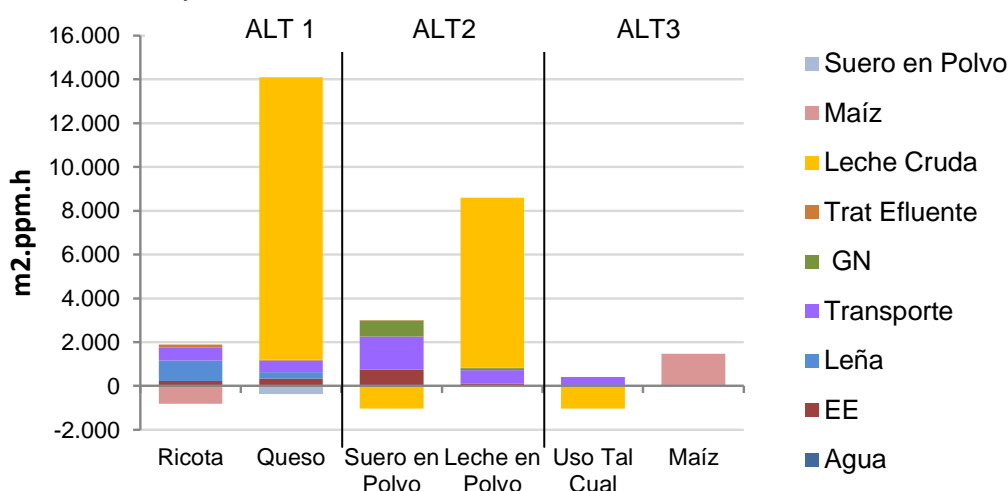


Gráfico 4: emisiones totales que aportan a la formación fotoquímica de ozono en cada cadena.

Tanto para la categoría creación de ozono con efectos en humanos, como con efectos en vegetales (gráfico 4), se observan ahorros para las tres alternativas. Se trata de emisiones de CH₄ y NO_x principalmente.

En la cadena de la RICOTA existen emisiones por la quema de leña principalmente. Por el lado del queso cremoso, se observa un alto aporte de la cadena de la leche cruda, por la fermentación entérica de los rumiantes productores de leche.

Por el lado del SUERO en POLVO, las emisiones ocurren por el transporte, el uso de gas y el uso de energía eléctrica en cantidades similares. Las emisiones de la cadena de la LECHE en POLVO se asemejan a las del queso, con altos aportes en la cadena de la leche cruda, por la fermentación entérica de los rumiantes.

En el caso de ALT3, las emisiones del uso TAL CUAL se deben al transporte del suero líquido a campos linderos; pero éstas se ven compensadas en gran parte el desnatado que permite un ahorro de leche cruda. Por el lado del MAIZ, se trata de emisiones por la fabricación de los fertilizantes que se aplican en el cultivo.

8.2.4 Acidificación

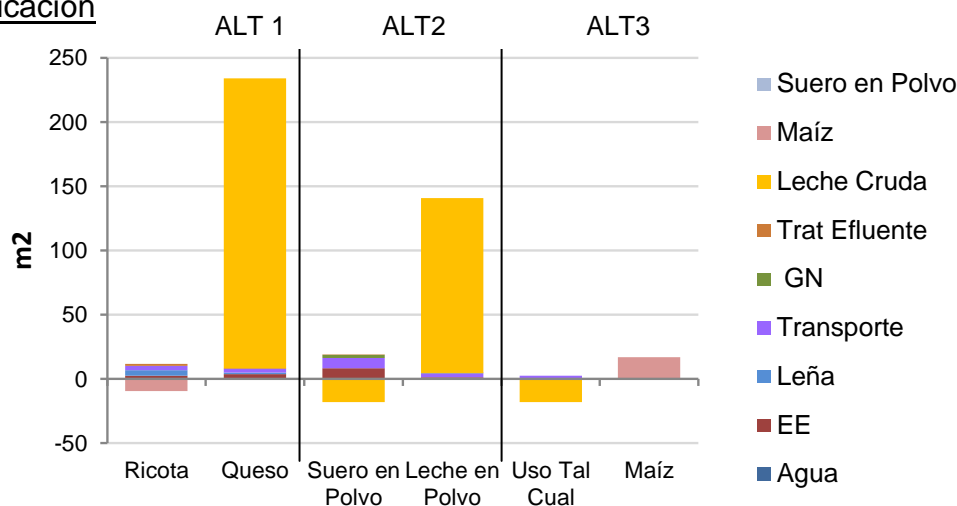


Gráfico 5: emisiones totales que aportan a la acidificación potencial en cada cadena

Se observa en el gráfico 5 un alto ahorro ambiental para las tres alternativas. Son emisiones principalmente de NH₃ y SO₂. En el caso de la RICOTA se generan emisiones en la quema de leña y existe un alto ahorro por el no uso de MAIZ en la alimentación animal (reemplazado por el suero pobre). Las emisiones atribuibles al queso CREMOSO y a la LECHE EN POLVO ocurren en la cadena de la leche cruda, por la fermentación entérica de los rumiantes, y por el tratamiento anaeróbico de las excretas ganaderas. Para la cadena del SUERO en POLVO, las mayores emisiones surgen de la generación y uso de energía eléctrica y por el transporte.

En el caso de ALT3, para la cadena del Uso tal CUAL se observa un ahorro ambiental por la utilización de la crema del desnatado y el ahorro de leche cruda. Por el lado de la cadena del MAIZ, se trata de emisiones por la fabricación de los fertilizantes aplicados al cultivo.

8.2.5 Eutrofización

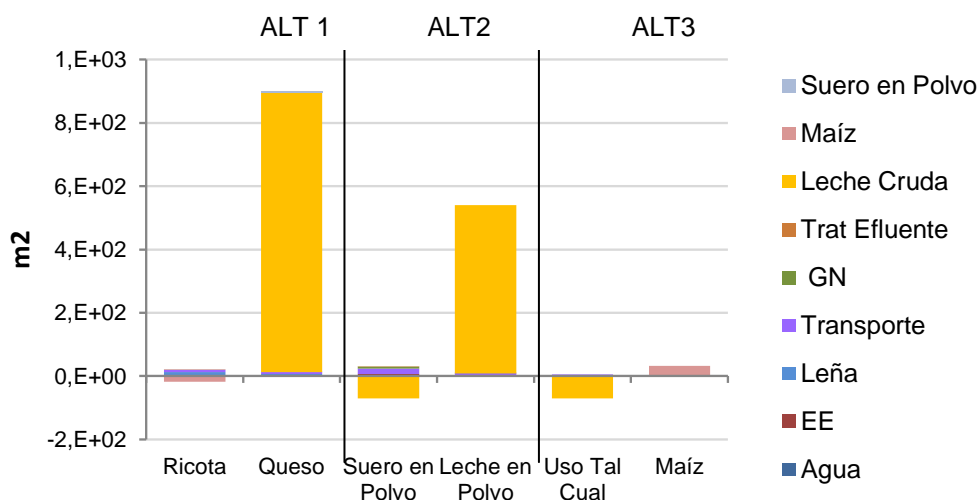


Gráfico 6: emisiones totales que aportan a la eutrofización potencial terrestre en cada cadena.

Para las tres categorías de impacto se dá la misma tendencia. En este caso se muestra el gráfico correspondiente a eutrofización terrestre con los datos expresados en m² de suelo afectado. Se observa un ahorro importante para las tres alternativas. Las emisiones corresponden principalmente a NO_x y NH₃ (eutrofización terrestre y acuática debido a la emisión de Nitrógeno) y a fosfatos (eutrofización acuática debido a la emisión de Fósforo).

Para el caso de la RICOTA, son emisiones derivadas de la quema y transporte de leña, además de observarse un ahorro por el MAÍZ que es reemplazado por el suero pobre. Por el lado del QUESO CREMOSO y la LECHE en POLVO, las emisiones ocurren por la producción de la leche cruda, a causa de las emisiones derivadas de la fermentación entérica de los rumiantes, y por el tratamiento anaeróbico de las excretas ganaderas.; también ocurren emisiones asociadas a la producción de fertilizantes usados en los cultivos. Por el lado del SUERO en POLVO, se destaca el ahorro ambiental por la reutilización de la crema del desnatado y el correspondiente ahorro en producción de leche cruda.

En el caso de ALT3, en la cadena del USO tal CUAL existe también un ahorro por la utilización de la crema del desnatado y su consecuente ahorro de leche cruda. Por el lado del MAÍZ, se trata de emisiones por la fabricación de los fertilizantes.

8.2.6 Toxicidad humana

Existen tres categorías que muestran la toxicidad de las cadenas, de acuerdo al medio a través del cual, los contaminantes llegan al hombre a-aire, b-agua, c-suelo.

Toxicidad vía aire: emisiones de Benceno.

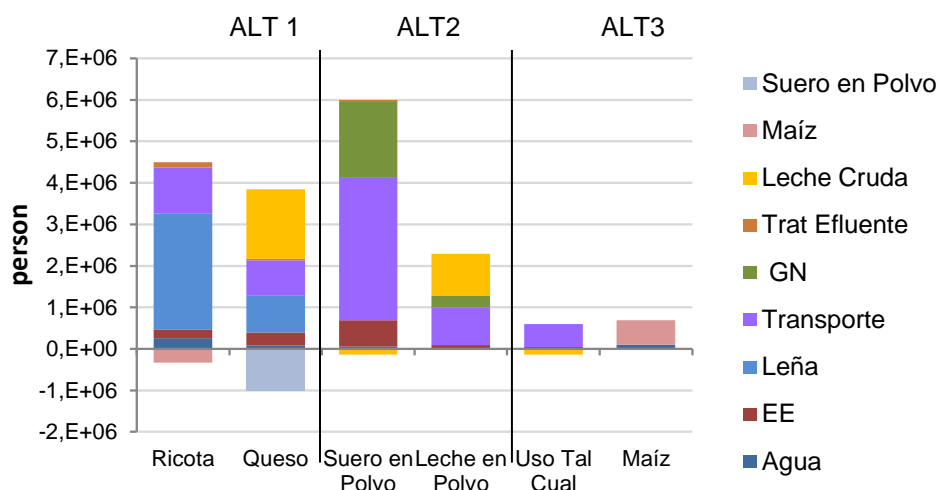


Gráfico 7: emisiones totales que aportan a la toxicidad humana vía aire en cada cadena

Las emisiones del destino RICOTA superan a las del QUESO CREMOSO. En la cadena de la ricota, las emisiones al aire ocurren en su mayoría por la quema de leña. En la cadena del CREMOSO se deben al uso de energía eléctrica para la producción de fertilizantes en la cadena de la leche cruda y también por la quema de leña.

La misma situación se observa para ALT2, donde el SUERO en POLVO supera a la Leche en polvo. En la primera cadena se trata de emisiones derivadas de la extracción y producción de los combustibles usados en el transporte y de la quema de gas natural en el proceso de secado. Para la LECHE en POLVO se trata de emisiones en la cadena de la leche cruda, por el uso de energía eléctrica en la producción de fertilizantes y por la extracción y refinación del crudo para la fabricación del combustible diésel usado en el transporte.

Para el Uso tal CUAL, las emisiones se deben al transporte de parte del suero líquido a campos linderos; pero estas se ven compensadas por la utilización de la crema del desnatado y su consecuente ahorro de leche cruda. Por el lado del MAIZ, se trata de emisiones por el uso de energía eléctrica en la fabricación de los fertilizantes.

Toxicidad vía agua: emisiones de Mercurio, Dioxinas y Talio

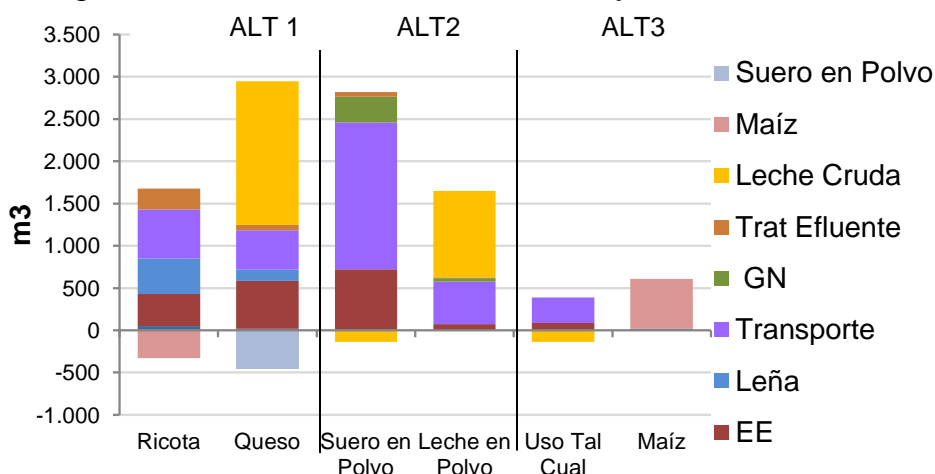


Gráfico 8: emisiones totales que aportan a la toxicidad humana vía agua en cada cadena

Se observa que las emisiones de la RICOTA son inferiores a las del QUESO CREMOSO, por lo tanto se evidencia una ganancia ambiental. En la cadena de la

RICOTA se destacan las emisiones por el transporte, la quema de leña y el uso de energía eléctrica; y en la cadena del QUESO CREMOSO, por el uso de PEAD en los silos, dentro de la cadena de la leche cruda.

Para ALT 2, ocurre una pérdida ambiental, ya que las emisiones del SUERO en POLVO superan a las de la LECHE en POLVO. En el primer caso, son emisiones por la producción de energía eléctrica y por el transporte, en la extracción y producción del combustible diésel. En el caso de la LECHE en POLVO, al igual que en el queso, las emisiones ocurren en el eslabón de la leche cruda, por el uso de PEAD en los silos.

Las emisiones del USO tal CUAL son inferiores a las del MAÍZ, por lo que se evidencia una ganancia ambiental. En el primer caso son emisiones por el combustible usado en el transporte del suero a campos linderos, pero estas se ven compensadas por el ahorro en leche cruda derivado de la valorización de la crema del suero. Por el lado del MAÍZ, las emisiones ocurren en la producción de los fertilizantes aplicados al cultivo.

Toxicidad vía suelo: emisiones de Benceno, Hierro y Manganeso.

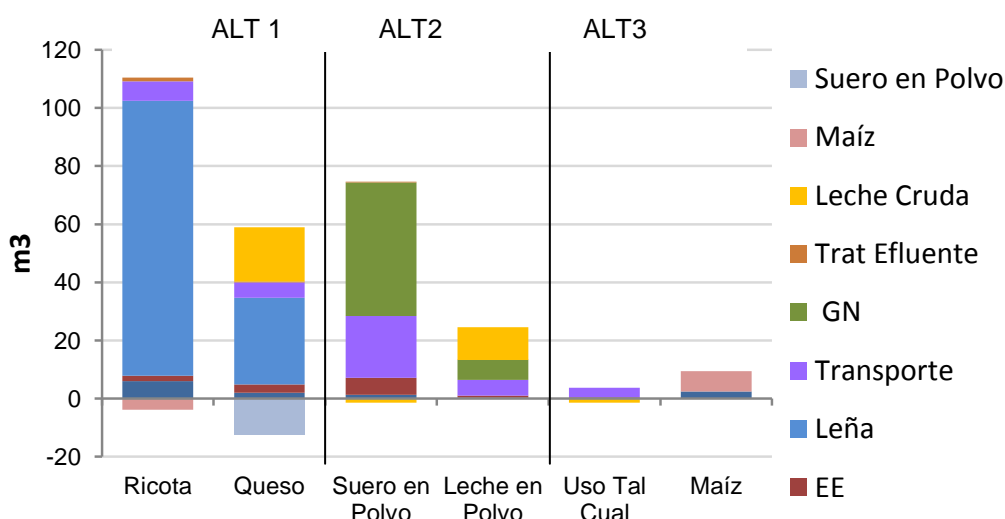


Gráfico 9: emisiones totales que aportan a la toxicidad humana vía suelo en cada cadena

Las alternativas 1 y 2 presentan pérdidas ambientales, debido a las mayores emisiones de los destinos que de sus respectivos sustitutos. Para el caso de la RICOTA y el QUESO CREMOSO son emisiones que ocurren en el eslabón de uso de leña para generar calor en los procesos.

En las cadenas de ALT 2, SUERO en POLVO y LECHE en POLVO existen emisiones derivadas de la quema del gas natural en los procesos. Para SUERO en POLVO también se destacan emisiones en el eslabón leche cruda y se deben a la producción de los fertilizantes usados en los cultivos.

La ALT 3 muestra una ganancia ambiental sustentada en las bajas emisiones del destino USO tal CUAL y valores más relevantes en el MAÍZ, debido a la producción de fertilizantes.

8.2.7 Eco-toxicidad

Ecotoxicidad agua crónica y aguda: emisiones de Estroncio (Sr), Dioxinas y Aluminio (Al).

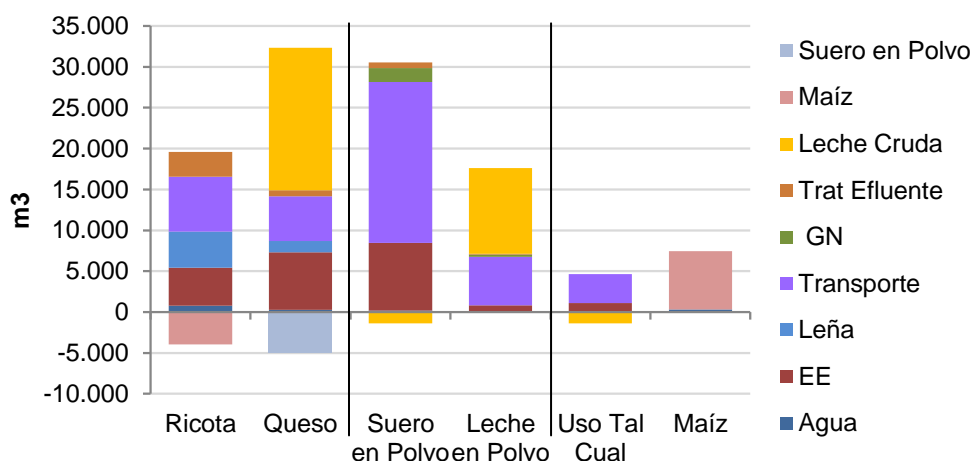


Gráfico 10: emisiones totales que aportan a la ecotoxicidad del agua en cada cadena

Las categorías ecotoxicidad crónica y aguda al agua muestran similares desempeños ambientales para las alternativas, por lo que se muestra el gráfico de la primera categoría.

Las emisiones de la RICOTA son inferiores a las del QUESO CREMOSO, obteniéndose una ganancia ambiental. Se trata en el primer caso de emisiones debidas al transporte, al uso de energía en el tratamiento de efluentes y a la quema de leña para generar calor. En la cadena del QUESO, son emisiones debidas a la producción de fertilizantes en la cadena de la leche cruda y también al transporte y al uso de energía eléctrica.

En ALT2 las emisiones en la cadena del SUERO en POLVO superan a las de la cadena de la LECHE en POLVO. Las primeras se atribuyen al transporte, por la extracción y refinación del combustible diésel, y por el uso de energía eléctrica en el proceso. Para la LECHE en POLVO, se trata de emisiones ocasionadas en el eslabón leche cruda, por la producción de fertilizantes y por el uso de HDPE en los silos. También se destacan emisiones en el transporte de la leche cruda hasta la quesería.

Para ALT3, las emisiones del uso TAL CUAL son inferiores a las de MAIZ. Las primeras se deben a la obtención del combustible diésel usado en el transporte del suero para alimentar animales en campos linderos, mientras que en la cadena del MAIZ son emisiones por la producción de fertilizantes.

Ecotoxicidad del suelo: emisiones de Formaldehidos

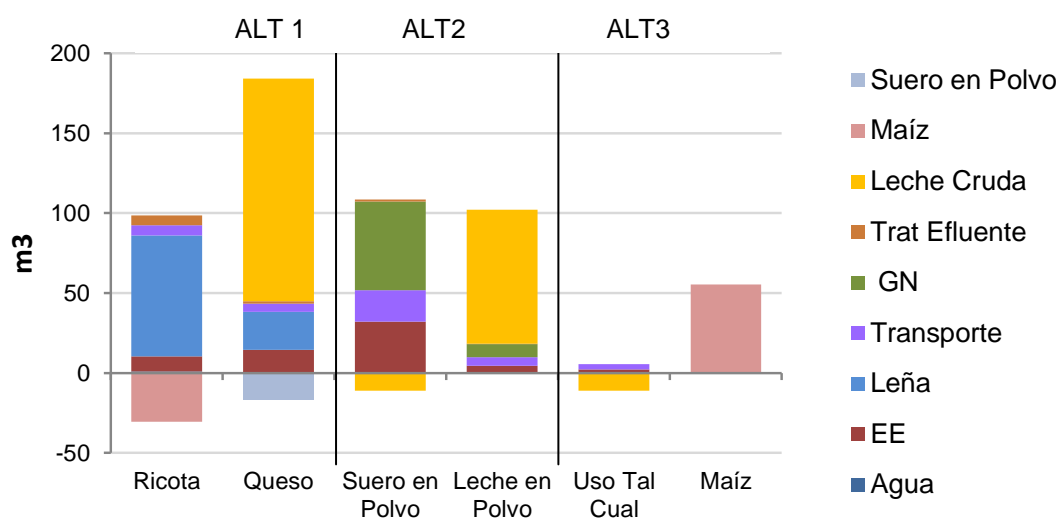


Gráfico 11: emisiones totales que aportan a la ecotoxicidad del suelo en cada cadena

Se observan ganancias para las tres alternativas; en ALT1 se observan mayores emisiones para la cadena del queso CREMOSO por la producción de los fertilizantes en la cadena de la leche cruda; mientras que para la RICOTA, las emisiones derivan del uso de leña.

En ALT2, las emisiones de la LECHE en POLVO superan por muy poco margen a las del SUERO en POLVO. Las primeras se deben también a la producción de fertilizantes en la cadena de la leche cruda. En el caso del SUERO, las emisiones se deben a la quema de gas natural y al uso de energía eléctrica con base en combustibles fósiles.

En ALT3, existen emisiones para la cadena del uso TAL CUAL, se observan grandes ahorros por el descremado y el correspondiente ahorro de leche cruda, lo que implica más ahorros que emisiones en esta alternativa. En la cadena del MAIZ se generan emisiones por la producción de los fertilizantes.

8.2.8 Generación de Residuos⁸⁶

El gráfico muestra una ganancia ambiental para ALT 1, ya que la generación de residuos en la cadena de la RICOTA es inferior a la de la cadena del QUESO CREMOSO. La generación se da por la producción del combustible diésel usado en el transporte y también por el uso de leña y energía eléctrica. Para el QUESO CREMOSO los residuos se deben a la obtención de la leche cruda, por el uso de HDPE en los silos y por la producción y uso de energía eléctrica, en forma directa o en los eslabones que lo abastecen.

⁸⁶ En el método de cálculo EDIP 2003 los residuos se muestran para 4 categorías diferentes: a-peligrosos; b-cenizas/escorias; c-a granel; d-radiactivos. Para simplificar la exposición de los resultados, en este caso se han unido las 4 categorías en una, aplicando para la suma un factor que refleja el costo de tratamiento de cada categoría, que para peligrosos y radiactivos equivale a "5" y para granel y cenizas es "1". De este modo todos los valores se multiplican por estos factores y se suman, obteniéndose valores únicos para cada cadena. Estos valores son graficados como se muestra a continuación.

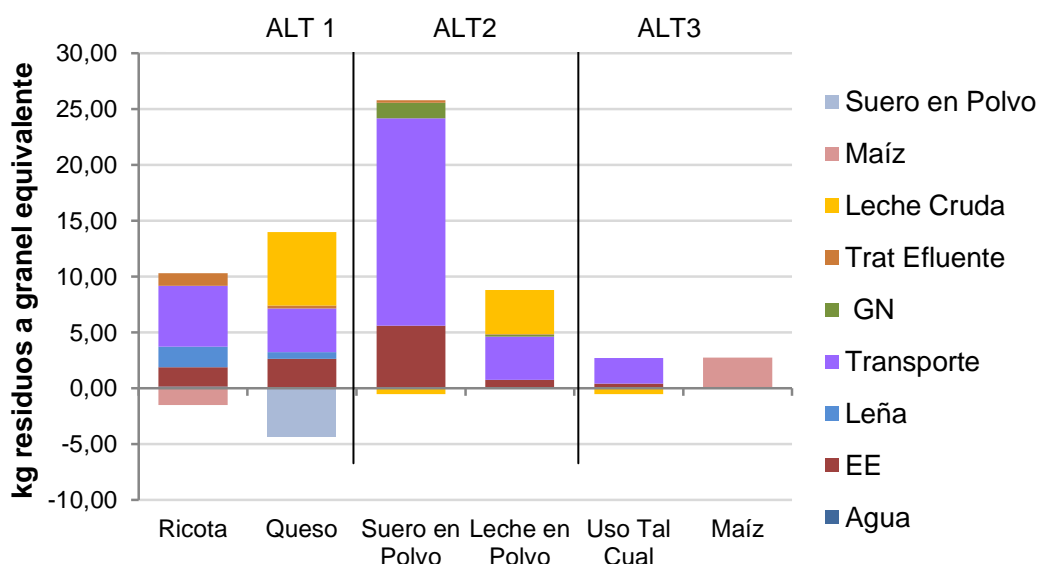


Gráfico 12: generación de residuos totales, en kg de residuos a granel equivalentes, para cada cadena

ALT 2 muestra una pérdida ambiental, ya que las emisiones del SUERO en POLVO superan a las de la LECHE en POLVO. En el primer caso son emisiones debidas a la generación y uso de combustible diésel y energía eléctrica, con una matriz dependiente de combustibles fósiles y nucleares. Por el lado de la LECHE en POLVO se trata, al igual que en el cremoso, de emisiones en la generación y obtención de la leche cruda, por la producción y uso de HDPE en los silos; y también por la producción y uso del combustible diésel usado en el transporte.

En el caso de ALT 3, existe más generación en la cadena del MAIZ que en la del USO tal CUAL, por lo tanto, se trata de una ganancia ambiental. Para el MAIZ, la generación está en la producción de fertilizantes usados, mientras que en el Uso tal CUAL, se destacan la generación debida al combustible diésel usado en el transporte.

8.2.9 Uso de Recursos -no renovables-

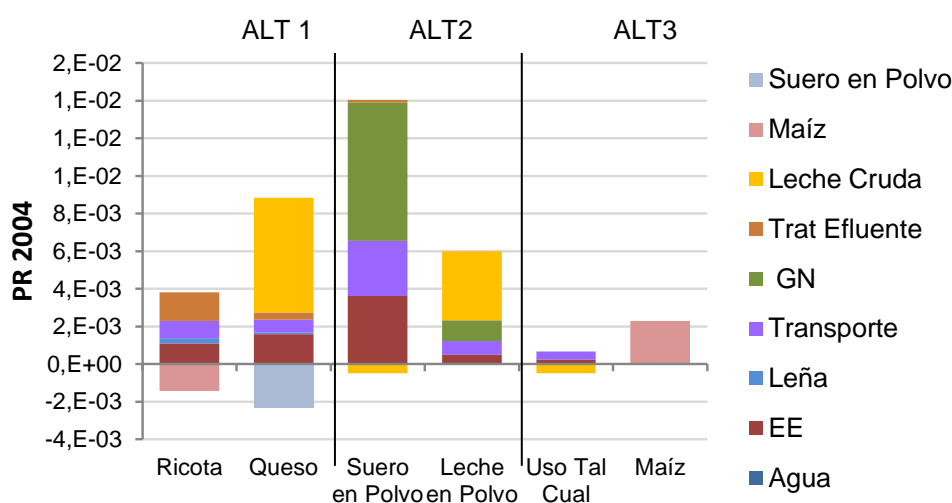


Gráfico 13: uso de recursos totales, en Personas Reservas 2004 (PR 2004), para cada cadena.

Esta categoría refiere al consumo de ciertos recursos en el sistema relacionado con las reservas conocidas en el mundo, expresados por persona (ejemplo: kg de uranio/persona) para un determinado año, en este caso 2004. Los valores



caracterizados se expresan en PR 2004 (Personas Reservas basadas en los consumos en 2004) ya sea por kg o m³ de recurso.

Para este estudio se destacan consumos de hidrocarburos (gas natural y crudo) y uranio, principalmente. Para ALT 1 se observa una ganancia ambiental, por ser los valores del QUESO CREMOSO superiores a los de la RICOTA. Para la RICOTA, la generación y uso de energía eléctrica, en forma directa, como indirecta se destaca, junto a la producción de combustibles para el transporte, con los mayores aportes. Los mayores consumos en la cadena del QUESO se observan en la producción de leche cruda, por la producción de fertilizantes y por la generación y uso de energía eléctrica, en forma directa y como insumos en los eslabones.

En el caso de ALT 2, los valores del SUERO en POLVO superan a los de la LECHE en POLVO. Se trata en el primer caso de consumo de gas natural en forma directa en el proceso y uso de combustibles fósiles para la producción del diésel usado en el transporte y en la generación de energía eléctrica. Por el lado de la LECHE en POLVO, se trata de consumos de gas natural en forma directa, y como insumo en la producción de fertilizantes.

Por el lado de ALT 3, el uso de recursos del MAIZ supera al del USO tal CUAL. En el primer caso los consumos ocurren por el uso de gas natural y energía eléctrica en la producción de fertilizantes, mientras que en el USO tal CUAL se deben a la producción de combustibles, que se su vez, se compensan por el ahorro de leche cruda originado en el desnatado.

9. Análisis de resultados

9.1 Comparación de destinos sin los sustitutos

Si analizamos las cadenas de los destinos del suero, sin restarle el impacto de sus correspondientes sustitutos, podemos observar en el Gráfico 16 que el destino SUERO en POLVO es el que presenta los valores límites (mayores aportes) para la mayoría de las categorías de impacto, excepto “Eutrofización” acuática debida al fósforo, y “toxicidad humana al suelo” donde se impone la RICOTA.

Como se comentó en la Sección 8, esto se debe a que el SUERO en POLVO insume mayor cantidad de energía y además tiene los mayores recorridos de transporte de todas las cadenas estudiadas, lo que repercute en altos consumos de combustibles fósiles y sus consecuentes emisiones.

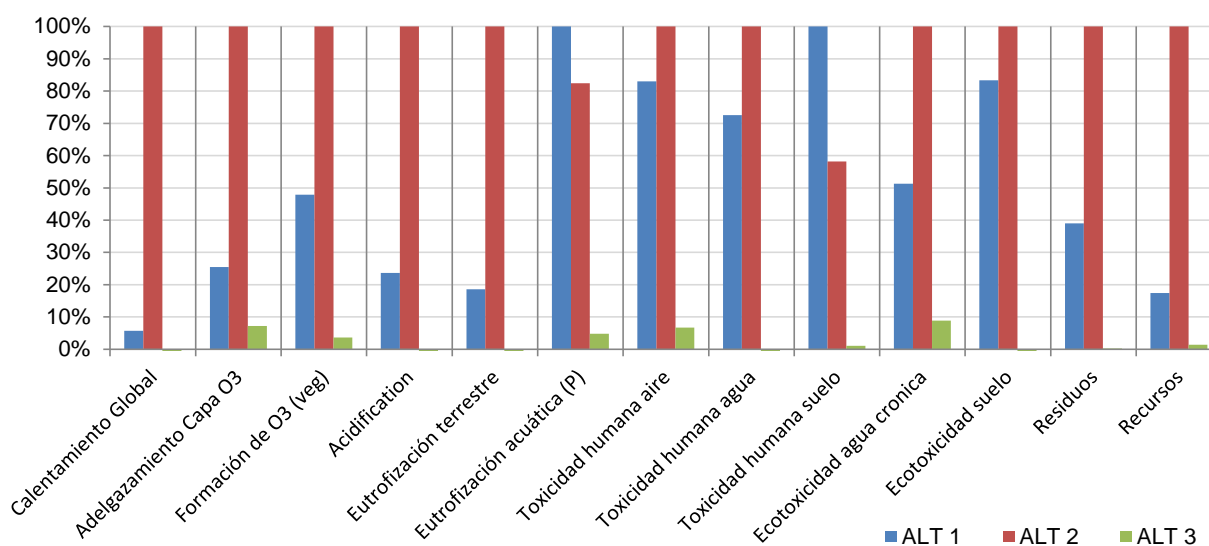


Gráfico 14: impactos ambientales relativos de los tres destinos del suero, sin considerar sus sustitutos.

En la franja intermedia se encuentra la producción de RICOTA, con consumos de energía y materiales intermedios. Es determinante la operación transporte, que para este destino es menor que en el caso del SUERO en POLVO ya que la producción de la RICOTA se realiza en la misma planta donde se genera el suero. Se destacan aportes de interés en impactos como Eutrofización acuática, toxicidad y ecotoxicidad, derivan del uso, en altas cantidades, de leña para generar calor.

En el otro extremo está el uso TAL CUAL, que usa la menor cantidad de energía y materiales en comparación con los otros dos destinos, repercutiendo en aportes de menor envergadura, no mayores al 10% en relación a la cadena del SUERO en POLVO.

9.2 Impactos por eslabones

El gráfico 15 muestra los impactos que más aportes realizan en cada cadena. Para ALT1 la RICOTA concentra la mayoría de sus impactos en el uso de leña, el transporte y el uso de energía eléctrica, en forma directa, o como insumo en el tratamiento de efluentes. Además se observa una considerable ganancia ambiental debido al aprovechamiento del suero pobre con el consecuente ahorro de MAIZ. Para el caso del queso CREMOSO, las operaciones que más aportan son la producción de leche cruda (con emisiones asociadas directamente al sistema digestivo del animal y también por la producción de fertilizantes) y la producción y uso de energía (como energía eléctrica, combustible diésel del transporte y leña).

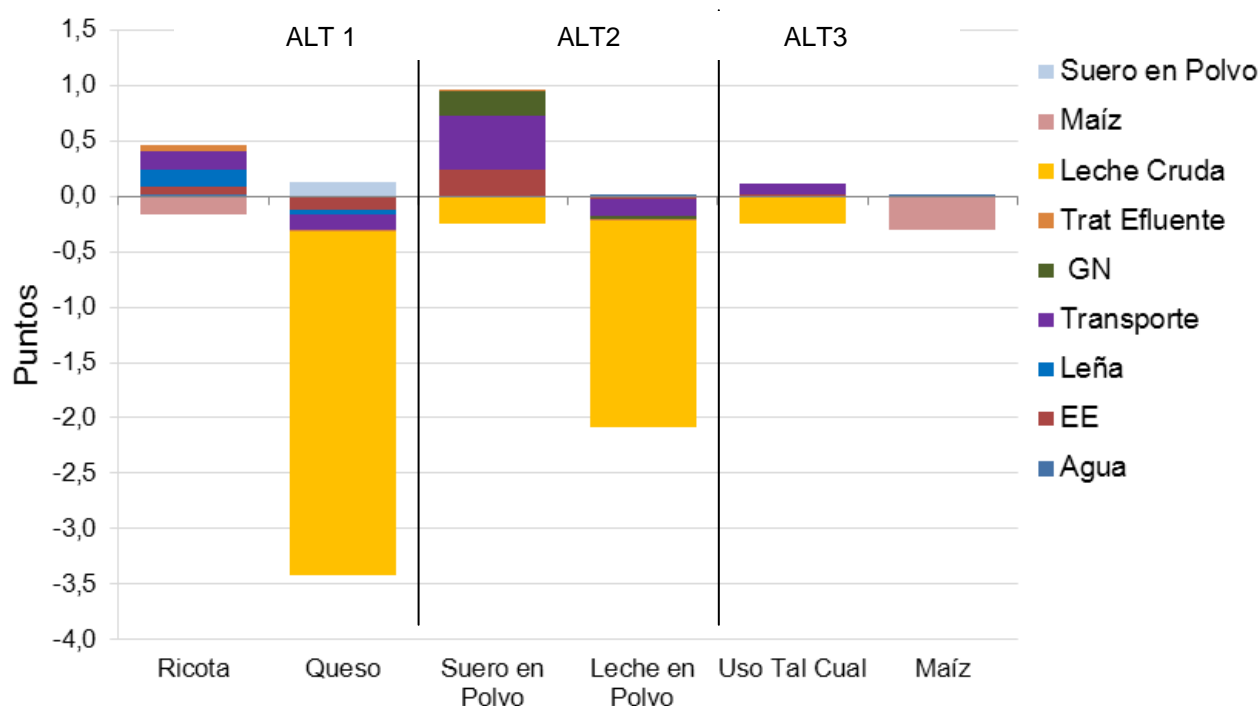


Gráfico 15: eslabones con mayores aportes en cada cadena, en términos relativos.

Dentro de ALT2, en la cadena del SUERO en POLVO, tienen mucha influencia el uso de energía eléctrica, el transporte y la extracción y uso de gas natural, como así también, se observa un alto ahorro ambiental por el aprovechamiento de la crema del suero y el consecuente ahorro en producción de leche cruda. Por el lado de la LECHE en POLVO, los mayores aportes son por la producción de leche cruda (con emisiones asociadas directamente al sistema digestivo del animal y también por la producción de fertilizantes) y por el transporte, ya sea por la extracción y refinación del combustible diésel, como por su quema.

Para ALT3, la cadena del uso TAL CUAL presenta los mayores impactos por las operaciones extracción, refinación y uso de combustibles para el transporte, y por la producción y uso de energía eléctrica. Se observa también un importante ahorro por el aprovechamiento de la crema, que evita la producción de leche cruda. Finalmente en lo que respecta a la cadena del sustituto, esto es producción de MAIZ; los mayores impactos están asociados a la producción de los fertilizantes y a la extracción y refinación del diésel usado en las operaciones de labranza.

9.3 Cálculo de indicador único

Para poder conocer el desempeño de diversos escenarios en comparación con el caso base, y sólo a los fines de analizar la robustez de los resultados, se llevaron los impactos desagregados por categorías a un indicador global único. Se calculó este indicador afectando los valores obtenidos en la “caracterización” por parámetros de normalización y ponderación.

- Normalización: compara los resultados de los impactos caracterizados con una referencia o valor normal. Esto significa que, el valor obtenido de cada impacto, para cada cadena, se divide por la referencia⁸⁷. Una referencia comúnmente usada es el promedio de carga anual del ambiente en un país o continente, dividido por el número de habitantes⁸⁸.

Después de la normalización, todas las categorías de impacto tienen la misma unidad, lo que hace que sea más fácil compararlos. En este Estudio de Caso, y bajo el método EDIP 2003, los valores de normalización se basan en “personas equivalentes para 1994 (datos de Europa)”.

- Ponderación: Los valores obtenidos de la normalización, para cada categoría de impacto, y para cada cadena, se multiplican por un factor de importancia relativo, para luego sumarlos y obtener una puntuación global única.

Los factores de ponderación en este Estudio de Caso, bajo la metodología EDIP 2003, se establecen en función de las diferencias entre las emisiones generadas, respecto a las emisiones objetivo, políticamente definidas para el año 2004. La excepción es la categoría “uso de recursos” cuya ponderación se basa en las reservas probadas por persona al año 1994.

Cabe aclarar que en la metodología EDIP 2003, dentro del Software SimaPro, las categorías de impacto asociadas a la “ecotoxicidad” no presentan factor de ponderación, por lo tanto se asumen como “cero”⁸⁹. Por otro lado, la categoría “uso de recursos” no se incluye en la puntuación única, ya que presenta un método de ponderación diferente a los demás impactos (en base a “reservas”, en lugar de “objetivos políticos”).

⁸⁷ En SimaPro no se divide por el valor de referencia (N), sino que se multiplica por el inverso. Si modifica o agrega un valor de normalización en un método, por lo tanto, debe introducir el valor invertido (1 / N).

⁸⁸ La referencia puede ser elegida libremente. se podría elegir la carga ambiental de encender una lámpara de 60 w durante una hora, o de recorrer 100 km de transporte en auto.

⁸⁹ En el caso de las categorías de Ecotoxicidad, en el manual se aduce que se omiten estos valores por falta de datos. SimaPro, Database manual, Methods library, pag 12.

Según el Gráfico 16 las tres alternativas presentan ahorros ambientales netos (mayores ahorros que pérdidas), siendo mayor la ganancia para ALT1, seguida de ALT2 y en el tercer lugar se ubica ALT3. El ahorro global neto de ALT2 alcanza el 46% y el de ALT 3 el 15% con respecto a ALT1.

En ALT1 la producción de queso CREMOSO requiere menor cantidad de leña⁹⁰ y menor transporte⁹¹ que la producción de RICOTA. A pesar de esto, el aporte del CREMOSO en la producción de la leche cruda, hace que este sustituto tenga mayor impacto que la RICOTA, por lo que el balance de ALT1 muestra una ganancia.

En ALT2 la cadena del SUERO en POLVO tiene mucho transporte en comparación con el resto de las cadenas (considerando destinos y sustitutos). Para las categorías de impacto donde el transporte es relevante, ALT2 resulta con pérdidas ambientales; el transporte ocurre por el traslado del suero hasta la secadora. Por el lado de la LECHE en POLVO, cabe reiterar que, aunque la equivalencia utilizada hace que la cantidad de este sustituto analizado sea un tercio en peso de la cantidad de SUERO en POLVO, las emisiones atribuibles a la leche cruda hacen que el impacto de este sustituto sea mayor al del SUERO en POLVO, generando el ahorro o ganancia ambiental.

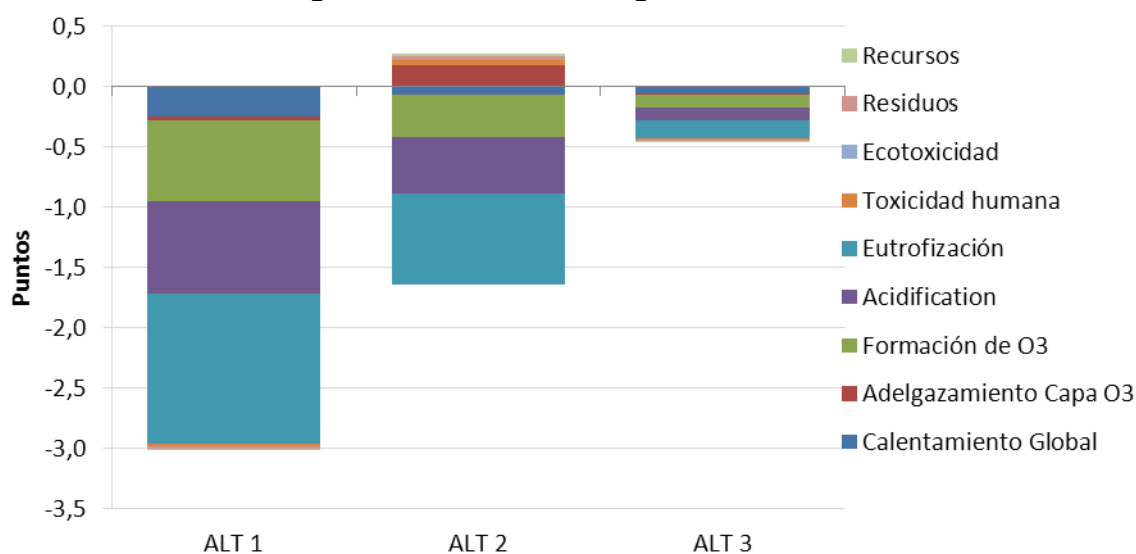


Gráfico 16: impactos ambientales netos de los tres alternativas, agregando todas las categorías.

El eslabón “producción de leche cruda” en el tambo, es el más significativo para los sustitutos LECHE en POLVO y QUESO CREMOSO. Se destacan por su impacto las emisiones asociadas al animal, como las derivadas de la fermentación entérica de los rumiantes y las ocasionadas por el tratamiento anaeróbico de las excretas ganaderas. También se destaca la producción de granos y pasturas para el consumo de los animales, con consumo de fertilizantes y combustible diesel, y los transportes.

En ALT3 presenta los valores menos significativos de ahorros o pérdidas ambientales. Esto significa que hay menos oscilaciones entre pérdidas y ganancias, el destino tiene un bajo impacto ambiental, tanto como su sustituto. A continuación se presenta la tabla de valores de puntuación única, y el gráfico de resultados.

⁹⁰ La cantidad de leña se estima en función de la materia prima que ingresa a los procesos. Para producir 400 kg de ricota se requieren 10.000 l de suero y 370 kg de leña; para producir 400 kg de quesos frescos se requieren 2.500 l de leche y 118 kg de leña.

⁹¹ A pesar de que la producción de quesos incluye el transporte de la leche cruda y de la leña, la cantidad de tkm es menor a la producción de ricota, que involucra solo el transporte de leña.

Categoría de impacto	Unidad	Impactos caracterizados			Indices		Puntos (Impactos Normalizados & Ponderados) -EDIP 2003-		
		ALT 1	ALT 2	ALT 3	Normalización	Ponderación	ALT 1	ALT 2	ALT 3
Calentamiento Global	kg CO2 eq	-1762,9155	-472,71419	-416,64234	0,0001290	1,1	-0,250	-0,067	-0,059
Adelgazamiento Capa O3	kg CFC11 eq	-9,564E-06	5,6718E-05	-3,519E-06	48,8000000	63	-0,029	0,174	-0,011
Formación de O3 (veg)	m2.ppm.h	-12669,087	-6624,8159	-2089,6105	0,0000168	1,2	-0,255	-0,134	-0,042
Formación de O3 (hum)	person.ppm.h	-0,9823889	-0,5260065	-0,1528539	0,3520000	1,2	-0,415	-0,222	-0,065
Acidification	m2	-231,56279	-139,88387	-32,545017	0,0025400	1,3	-0,765	-0,462	-0,107
Eutrofización terrestre	m2	-897,8113	-581,12716	-97,80783	0,0007300	1,2	-0,786	-0,509	-0,086
Eutrofización acuática (N)	kg N	-1,7520315	-1,0979632	-0,2135205	0,1200000	1,4	-0,294	-0,184	-0,036
Eutrofización acuática (P)	kg P	-0,0467694	-0,0189216	-0,0057923	3,5500000	1	-0,166	-0,067	-0,021
Toxicidad humana aire	person	1320682	3571147,03	-234605,72	0,0000000	1,1	0,003	0,008	-0,001
Toxicidad humana agua	m3	-1138,4512	1030,2399	-355,21927	0,0000212	1,3	-0,031	0,028	-0,010
Toxicidad humana suelo	m3	60,10398	48,6248111	-7,1352743	0,0001240	1,2	0,009	0,007	-0,001
Ecotoxicidad agua cronica	m3	-11769,313	11494,6403	-4179,0757	0,0000003	0	0,000	0,000	0,000
Ecotoxicidad agua aguda	m3	-1968,6246	2229,15558	-771,10896	0,0000015	0	0,000	0,000	0,000
Ecotoxicidad suelo	m3	-99,667525	-4,8710212	-61,228182	0,0000137	0	0,000	0,000	0,000
Residuos Peligrosos	kg	-0,0041827	0,0069183	-0,0019746	0,0483000	1,1	0,000	0,000	0,000
Cenizas/escorias	kg	0,0050776	0,04406498	0,00855286	0,0028600	1,1	0,000	0,000	0,000
Residuos a Granel	kg	-0,8220618	16,3855253	-0,5551523	0,0007410	1,1	-0,001	0,013	0,000
Residuos Radiactivos	kg	-0,0028168	0,00247178	-0,0010678	6,2500000	1,1	-0,019	0,017	-0,007
Recursos No Renovables	PR2004	-0,0046476	0,0144252	-0,0035144	1,2200000	0	0,000	0,000	0,000

Puntuación Unica

-3,00	-1,40	-0,45
--------------	--------------	--------------

Tabla 8: impactos ambientales netos de las tres alternativas, expresados en puntos.

9.4 Análisis de Sensibilidad

En base a los resultados obtenidos en la primera modelación de este Estudio de Caso, y teniendo en cuenta la opinión de expertos en industrias lácteas, se definieron algunos escenarios complementarios a la modelización central. Los escenarios planteados no analizan la incertidumbre de los inventarios, pero sí de las definiciones metodológicas como 1-Use and end-of-life profile; 2-Allocation methods; y 4-Calculation models.

Tomando como base los resultados expresados en indicadores únicos de la sección anterior, se analizaron escenarios donde se modifican algunos de los parámetros más representativos. Se variaron las condiciones de aquellas operaciones que aportan los mayores impactos, con el fin de observar cómo se modifican los resultados. Los escenarios pretenden mostrar cómo se modifican los resultados cuando varían algunos parámetros tales como, las distancias de transporte, el tipo de combustible o la tecnología de procesamiento, entre otros⁹². A continuación se presenta una breve descripción de los escenarios, y un análisis de los resultados obtenidos.

Sistema base	Escenario	Denominación
ALT1	Usar gas natural en calderas, en lugar de leña ⁹³ .	ALT1 Esc1
	Acortar la distancia desde donde se trae la leña.	ALT1 Esc2
	Tratar el suero pobre, derivado de la ricota, como efluente industrial.	ALT1 Esc3
	Considerar que todo el árbol que se tala se usa como leña.	ALT1 Esc4
	Asumir otro equivalente de RICOTA a QUESO CREMOSO	ALT1 Esc12
ALT2	Secar el suero en planta secadora ubicada estratégicamente	ALT2 Esc5
	Asumir otro equivalente de SUERO en POLVO a LECHE en POLVO	ALT2 Esc6
	Considerar otros posibles sustitutos del SUERO en POLVO	ALT2 Esc7
ALT3	Entregar todo el suero TAL CUAL a animales propios (sin transporte)	ALT3 Esc8
	Aumentar la capacidad de los camiones, pasando de 8 t a 25 t	ALT3 Esc9
Los tres	Considerar que los camiones retornan vacíos al punto donde partieron ⁹⁴ .	Esc 10
	Sin considerar la fermentación entérica de los rumiantes.	Esc 11

⁹² El software (SimaPro), con el que se procesaron los datos, permite construir inventarios ambientales incluyendo o excluyendo los asociados a la construcción de la infraestructura (equipos, instalaciones, obras, etc). Se hizo un ejercicio de incluir/excluir la infraestructura, observando que los resultados varían en menos de 1% para dos de las alternativas y en 8% en la tercera.

⁹³ Según varios estudios analizados, la incidencia en el impacto ambiental global, a raíz de su prolongada vida útil de los equipos, es relativamente baja. Ver por ejemplo: Perán González y otros (2003).

⁹⁴ Podría considerarse un escenario que intente aprovechar el retorno vacío de los camiones que llevan la leche hasta las queserías. En cuyo caso sería necesario higienizar los camiones, una vez descargado el suero en los campos, y previo a la recolección de la leche cruda.

Descripción de los Escenarios

Escenarios para ALT1

- **Esc 1:** Se asume la misma cantidad de energía que se consume en ALT1 para la elaboración de la RICOTA y del queso CREMOSO, pero se cambia el combustible utilizado; en lugar de leña se asume el uso de gas natural en cantidad equivalente para proporcionar calor a los procesos⁹⁵.
- **Esc 2:** En ALT1 el uso de leña en calderas implica traslados considerables desde la provincia de Santiago del Estero hasta la cuenca de Villa María. Se asume la mitad de distancia desde donde se transporta la leña (aprox 300 Km).
- **Esc 3:** Se calcula el consumo energético que teóricamente insumiría el tratamiento de un efluente industrial típico del procesamiento de Ricota, con el agregado del suero pobre. Si bien, según indican expertos, esta operatoria resulta inviable en términos técnicos (espacio, volumen de equipos) y económicos⁹⁶. Se quiere mostrar que no valorizar el suero pobre de la Ricota implica alto consumo energético para en un eventual tratamiento, además de la reducción del crédito ambiental que se obtiene por el remplazo de MAÍZ en la alimentación animal. El dato de la carga orgánica del suero de Ricota se obtuvo de una publicación de INTI Ambiente⁹⁷, mientras que los valores de consumo energético por kg de sustancia tratada se tomaron de LCA Food Database⁹⁸.
- **Esc 4:** en el caso base se asume que la leña, que se usa en las calderas de las pymes queseras para generar calor, es la fracción de descarte (o de menor valor comercial) de la tala de árboles implantados de madera blanda. En base a esta suposición, el impacto que se le asigna a la fracción del árbol utilizada como leña es bajo, ya se hace en base al valor comercial relativo de cada fracción. En este escenario se asume que toda la madera que se extrae de los árboles se transforma en leña para combustible de calderas.
- **Esc 12:** En el caso base se asume que un kg de RICOTA reemplaza un kg de queso CREMOSO, y en este escenario se asume un equivalente en función del valor económico (precio de mercado), considerando 1 kg RICOTA reemplaza 0,65 kg de queso CREMOSO,

Escenarios para ALT2

- **Esc 5:** Se plantea la reducción de la distancia a recorrer por el suero líquido desde la quesería hasta la planta secadora, lo que significa menos transporte, que es una de las operaciones que mayor impacto aporta a la cadena del secado de suero. La distancia se considera 0 Km, es decir una secadora ubicada en las inmediaciones de la quesería.
- **Esc 6:** De acuerdo a fuentes consultadas, podrían haberse asumido distintas equivalencias de SUERO en POLVO respecto a la LECHE en POLVO. En el caso base asumimos el reemplazo por valor económico, es decir que “una

⁹⁵ Se asumió, al igual que en el caso de la leña, que de todo el combustible que entra a las pymes, el 65% se usa en para fabricar quesos y el 35% para producir ricota. Si hubiera tomado el dato de Gas Natural aportado por INTI-Lácteos, el valor hubiera variado levemente.

⁹⁶ Según INTI-Lácteos Rafaela, en revisión de estudio de caso Diciembre 2012, indicó que no es compatible técnicamente por la alta concentración de lactosa y el pH ácido. Sugieren como un destino frecuente, que podría asumirse en el escenario, el vertido al ambiente: un río, laguna, campo (canaleta), ó un estanque especialmente diseñado.

⁹⁷ I Congreso Latinoamericano y Curso Internacional de Ecología Urbana. “Generación de biogás a partir de lactosuero de ricota” Ruth Rodríguez; Gina Testasecca.

⁹⁸ www.lcafood.dk/ municipal wastewater treatment. 1.1 kwh/kg DBO; 4 kwh/kg Nitrógeno removido.



unidad de SUERO en POLVO reemplaza a 0,3 unidades de LECHE en POLVO”. En este escenario se plantea la equivalencia por unidad de masa, y tal como se expresa en la sub-sección 5.9, una unidad de SUERO en POLVO equivale a 1 unidad de LECHE en POLVO.

- **Esc 7:** En estudios de casos se ha llegado a asumir que el SUERO en POLVO, cuando se usa para alimentar animales, reemplaza a la cebada. Para este escenario, de acuerdo a la alimentación más común en cerdos, asumimos que el SUERO en POLVO reemplazaría granos de MAÍZ. Las cantidades se calcularon de acuerdo al contenido proteico del SUERO en POLVO y del MAÍZ. Se asumieron que 838 kg de MAÍZ reemplazarían 10.000 l de suero tal cual deshidratado.

Escenarios para ALT3

- **Esc 8:** Se considera que todo el suero producido se entrega a animales propios ubicados en las inmediaciones de la quesería; de este modo se evita el transporte por camión de una parte del suero.
- **Esc 9:** Se modifica la capacidad de los camiones para saber cómo afectaría el resultado de desempeño ambiental de la alternativa con respecto a las demás.

Escenarios para las tres alternativas

- **Esc 10:** Se considera el transporte “ida con carga + vuelta sin carga”, lo que agrega al caso base mayor transporte, considerando el uso de combustible para el movimiento de un camión vacío⁹⁹.
- **Esc 11:** las emisiones asociadas al animal son muy representativas para algunas categorías de impacto ambiental. Con este escenario se propone observar los impactos sin tener en cuenta estas emisiones relacionadas a fermentación entérica y por el tratamiento anaeróbico de las excretas ganaderas.

⁹⁹ Los valores son 10% inferiores a los consumos de los camiones cuando viajan con carga. Información proporcionada por Guillermo Tomasoni, Gerente de AAPC (Asociación Argentina de Propietarios de camiones). www.asociacion-propietarios-camiones.com.

Análisis de los Escenarios

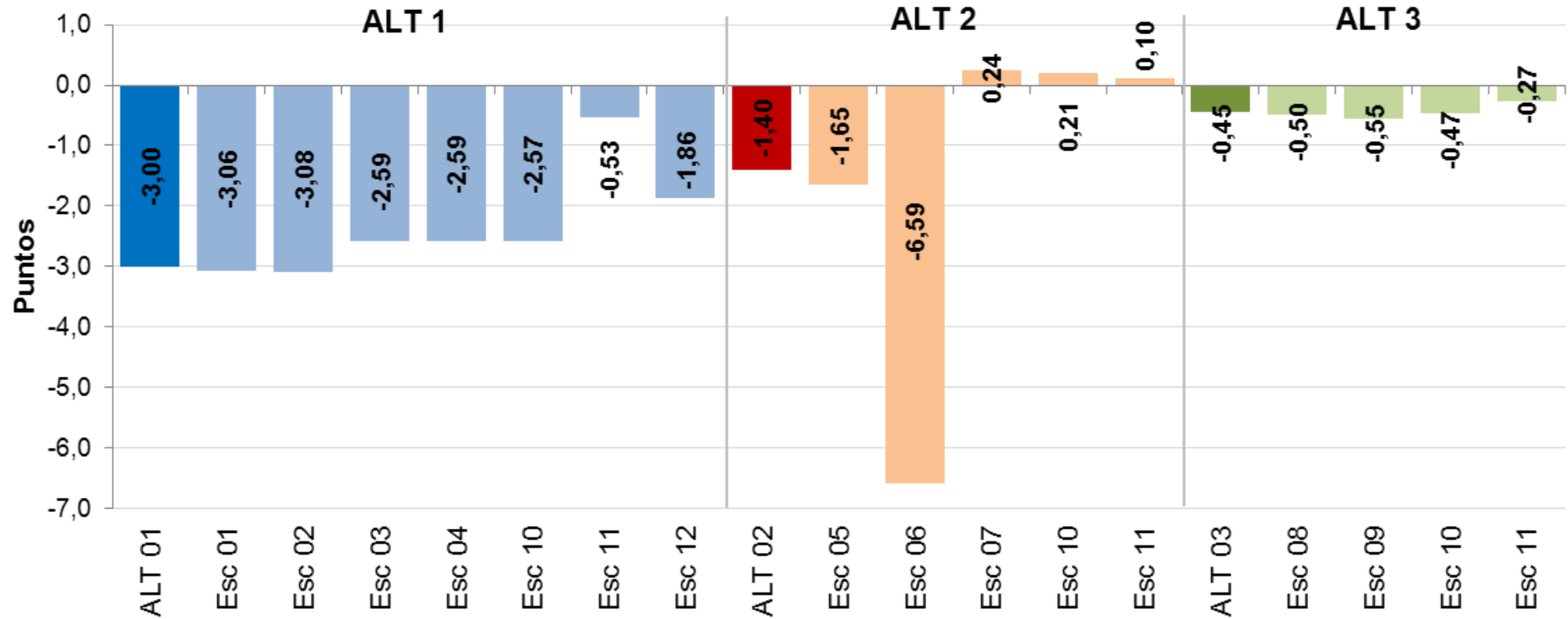


Gráfico 17: Impactos ambientales de cada alternativa, con sus escenarios.

En el Gráfico 17 pueden observarse los valores de puntuación única de impactos ambientales obtenidos para para cada escenario planteado. Tanto los escenarios de la ALT1 como de ALT3 tienen poca variación con respecto al caso base. Por otro lado, ALT2 presenta un desvío considerable con respecto al caso base. Este resultado muestra que los valores asumidos para los escenarios influyen de manera categórica en los resultados. En los desvíos, se destacan los escenarios que varían algunas de las definiciones metodológicas de la alternativa, como el tipo de sustituto que se asume o la cantidad de producto sustituido.

Escenarios de ALT1:

Se observan modificaciones prácticamente despreciables en los desempeños de los escenarios de ALT1 (Esc 01; Esc 02; Esc 04 y Esc 10) debido a que las modificaciones ocurren en ambas cadenas, las del destino y las del sustituto, por lo que los incrementos o disminuciones de impactos se compensan y el resultado neto se mantiene estable. Tampoco el desempeño en el Esc 12 se modifica de forma considerable. Para estos cinco escenarios el resultado global del estudio no se modifica, ya que ALT1, con producción de RICOTA que sustituye queso CREMOSO, sigue teniendo la mayor ganancia ambiental frente a ALT2 y ALT3.

Una pequeña variación lo muestra el Esc 03 (Verter el suero al efluente industrial), que agrega mayores impactos para el destino RICOTA, reduciendo su ganancia ambiental. Las razones son un mayor uso de energía eléctrica para tratar ese efluente y además no se da el ahorro por suplemento animal. A pesar de esto, el escenario sigue siendo favorable para ALT1, superando a ALT2 y ALT3.

Otro dato de interés se observa con el Esc 11, que no incluye las emisiones de CH₄, NH₃ y NO_x resultantes de la fermentación entérica y por el tratamiento anaeróbico de las excretas de los rumiantes productores de la leche, materia prima del sustituto QUESO CREMOSO. En este caso, se disminuye el impacto del queso, provocando una disminución en la ganancia ambiental de la alternativa, que representa frente al caso base, un 20%.

Escenarios de ALT2:

El desempeño que muestra Esc 5 es superior al desempeño del caso base en un 20%. Tal como se suponía, el transporte del suero en estado líquido hasta la secadora de suero, es una operación relevante.

En el caso de Esc 6 se observa una amplia ganancia ambiental que cuadruplica la ganancia del caso base, llegando a presentar mayores ahorros que ALT1 y ALT3. Se comprueba con el análisis de este escenario, que el valor de equivalencia fijado entre destino y sustituto condiciona fuertemente los resultados del estudio.

Por el lado del Esc 07, en el cual se modifica el tipo de producto sustituto, colocando un alimento como el MAÍZ, con menores impactos en su producción, el desempeño de la alternativa empeora, pasando a tener la alternativa una pérdida ambiental. Se desprende del análisis de estos dos últimos escenarios, que las definiciones metodológicas asociadas al producto sustituto del destino Secado del Suero son claves en los resultados.

El Esc 10 muestra un resultado con menor ganancia neta para ALT 2. Esto se entiende en el hecho de que el secado del suero requiere un transporte de importancia, mucho mayor al que ocurre en la cadena de la LECHE en POLVO, para concretar el proceso de producción del SUERO en POLVO. Para este escenario, en el que se incrementan los impactos asociados al transporte, resulta lógico que se disminuya la ganancia ambiental neta de la alternativa.

El Esc 11, que excluye las emisiones relacionadas al animal productor de leche, materia prima del sustituto LECHE en POLVO, muestra una pérdida ambiental para ALT 2. En este caso, se disminuye el impacto de la LECHE en POLVO, lo que repercute en el resultado, revirtiendo la tendencia con respecto al caso base, y la alternativa pasa a tener una pérdida neta. .

Escenarios de ALT3:

Los Escenarios de la ALT 3 (8, 9, 10 y 11) presentan resultados muy similares al caso base, incrementándose el ahorro en un 10% aproximadamente (para Esc 8 y Esc 9) y reduciéndose el ahorro un 13% y un 43% para Esc 10 y Esc 11 respectivamente. El orden de desempeño global de las alternativas no se modifica, manteniéndose ALT 3 con los menores valores de ahorro neto frente a ALT 1 y ALT 2.

La destacada reducción de la ganancia con Esc 11 se atribuye a la leche cruda, que es un ahorro para el destino USO tal CUAL por el aprovechamiento de la crema del desnatado. En este escenario donde los impactos de la leche se reducen por no considerar las emisiones del animal, el destino tendrá entonces menores ahorros.

9.5 Escenarios no analizados

Existen variantes en la modelación, que aunque se reconocieron como posibilidades, no se calcularon como escenarios. A continuación se las presenta.

En el acondicionamiento en la quesería:

- Se podría analizar cómo afecta que se haga o no el pasteurizado del suero.
- Se podría valorar el concentrado del suero en la planta quesera, previo al envío para secado por un tercero.

El volumen generado de suero:

- Se podría valorar cómo inciden los volúmenes que se generan en la decisión de la quesería: a- hasta 10.000 l/día; b- desde 10-50 mil l/día; y c- más de 50 mil l/día

En la elaboración de RICOTA:

- Se podrían suposiciones alternativas del consumo de leña; usando valores que dispone el INTI-lácteos ponderado, que daría aprox. 25 kg/m³ suero.

En la producción de SUERO en POLVO:

- Se podría analizar cómo afectaría al resultado global el uso de camiones más eficientes en los recorridos del suero y la proporción de los caminos de ripio.
- Se podría analizar un secado más eficiente -con incorporación de tecnología-, que use menos energía y genere menos emisiones.
- Se podría analizar cómo inciden la distancia y la eficiencia de la secadora. Una planta más cerca, chica y tal vez menos eficiente; o al revés, distancias más largas para trasladar el suero líquido pero con plantas secadoras más eficientes.

En la producción de LECHE CRUDA:

- Se podría incluir el crédito ambiental por el aprovechamiento de sub-productos del tambo, tales como carne y cultivos excedentes.
- Para la producción de los cultivos, se podría considerar las emisiones generadas por la aplicación de fertilizantes.

En el uso TAL CUAL para suplemento animal:

- Se podría modificar el tipo y cantidad de sustituto asumido; por ejemplo que el suero reemplace a una combinación de (maíz+ balanceado).
- Se podría variar la cantidad de maíz que es remplazada por el suero.
- Se podría valorar la posibilidad de suministrar suero concentrado (no seco) + hidróxido de amonio.

En el VUELCO AL AMBIENTE:

- Se podría conocer los efectos si se vuelca el suero directamente a un río, laguna, canaleta o un estanque especialmente diseñado.
- Se podría analizar lo que proponen algunos especialistas sobre el uso del suero para riego de cultivos (ferti-riego).
- Se podría analizar el secado en piletones de contención, una práctica que suelen aplicar las queserías cuando no encuentran un destino al suero.

9.6 Análisis fortalezas/ debilidades del Inventario

Fortalezas del Inventario

- Se realizó la recolección primaria de datos en lo referido a los procesos de elaboración de RICOTA, producción de SUERO en POLVO y uso TAL CUAL en animales.
- Se hizo participar a las asociaciones de productores locales en la selección de los destinos a analizar y en la recolección de los datos primarios.
- Se aprovechó un perfil pre-existente de producción de leche cruda propio de Argentina, con los valores de uso de suelo, alimentación de animales y uso de energía propios de los tambos de nuestro país.
- Para el caso del SUERO en POLVO, se revisó la consistencia de los datos asumidos contrastándolos con los de un perfil de origen danés disponible en SimaPro. Se encontró que los consumos relevados de agua, energía eléctrica y calor están por debajo del perfil danés en un 12%, 29% y 21% respectivamente.
- Los escenarios muestran la consistencia de los resultados. A pesar de cambiar algunas suposiciones, los resultados permanecen
- Los perfiles de uso común, tales como generación y distribución de energía eléctrica, uso de leña, uso de gas natural, producción de combustible diesel, fueron regionalizados con datos locales.

Debilidades del Inventario

- Falta definir con referentes técnicos (INTI-lácteos + Secadoras + Cámaras), la equivalencia “SUERO en POLVO” vs. “LECHE en POLVO” con un valor más preciso.
- Para el aprovisionamiento de la leña, se adaptó un perfil, tomado de la base de datos Ecoinvent, que corresponde a la realidad de los bosques europeos.
- Hay carencias en la modelación sobre las emisiones de la aplicación de fertilizantes (agroquímicos) en la producción de los cultivos.
- No hay un análisis del aporte nutricional que puede tener el suero procesado para el consumo humano. No es lo mismo que se destine a la ricota, que hace aportes nutricionales interesantes, a que se consuma en un producto no saludable como el dulce de leche o la pastelería.
- Los inventarios de tratamiento de efluentes solo incluyen la energía eléctrica usada para el tratamiento. Podrían incluirse también los productos químicos. Además debería corroborarse si el tratamiento del suero junto al efluente industrial es viable técnicamente, es decir, si es posible tratar ambas corrientes juntas y obtener como resultado un efluente que cumpla con los requerimientos legales de vuelco¹⁰⁰.
- Varios de los perfiles que fueron construidos en base a datos de otros países y que fueron adaptados, aunque todavía pueden ser mejorados. Es el caso de los perfiles de producción del diesel, energía eléctrica, gas natural y la obtención de leña para calor.

¹⁰⁰ En la provincia de Córdoba rige el decreto 415/99 cuya autoridad de aplicación es la Subsecretaría de Recursos Hídricos ex DiPAS. En el mencionado decreto se fijan los límites máximos para vuelco de efluentes industriales a cursos de agua superficiales y para riego agrícola, estableciendo los valores DBO en 30 mg/litro.

10. Conclusiones y recomendaciones

10.1 Sobre el caso estudiado

1-Todas las alternativas analizadas de aprovechamiento del suero presentan ahorros ambientales por evitar la producción de sustitutos. Como era de esperar el aprovechamiento del suero, no importa el destino, siempre tiene un impacto positivo. **1º lección: EL SUERO NO PUEDE PERDERSE.**

2-Cuando se comparan los destinos del suero procesado, la “ricota” aporta mayores ahorros que el “suero en polvo”; aunque algunos escenarios alteran el orden de los ahorros. **2º lección: SI EL SUERO SE VA A PROCESAR, ES CONVENIENTE TANTO PRODUCIR RICOTA COMO SECARLO.**

3-La definición de los límites del sistema analizado, y lo productos que se asume sustituye cada destino del suero, condiciona los resultados. Si los destinos del suero no remplazaran ningún producto, entonces la alternativa más conveniente sería el uso “tal cual” en animales; en segundo lugar la “ricota” y por último el “suero en polvo”. **3º lección: EL USO “TAL CUAL” EN ANIMALES ES LA CADENA QUE MENOR IMPACTO GENERA.**

10.2 Sobre lo que se sustituye

4-Las alternativas que evitan producción de leche cruda en el tambo son las que más ahorro ambiental producen. Estas son la “ricota” como sustituto de “quesos frescos” y el uso del “suero en polvo” como remplazado de “leche en polvo”. **4º lección: LOS DESTINOS DEL SUERO QUE REEMPLAZAN LECHE CRUDA SON LOS MÁS CONVENIENTES.**

5- En el caso del “suero en polvo”, si se asume un equivalente por unidad de peso, de igual valor comparado a la “leche en polvo”; pasa a ser el más conveniente. Por otro lado, si se asume otro sustituto, y en lugar de leche en polvo se remplaza maíz, este destino deja de ser conveniente. **5º lección: EL SUERO EN POLVO OFRECE VENTAJAS AMBIENTALES EN LA MEDIDA QUE SE USE (como ingrediente) PARA REMPLAZAR LECHE EN POLVO.**

10.3 Sobre posibles variantes

6-En el caso de fabricación de “ricota”, cambios en el tipo de combustible utilizado no generan modificaciones en el resultado global. Tampoco acortar la distancia recorrida por la leña. **6º lección: CAMBIAR EL COMBUSTIBLE QUE SE USA PARA PRODUCIR RICOTA, Ó REDUCIR LA DISTANCIA DESDE DONDE SE TRAE EL COMBUSTIBLE, NO AFECTA EL ORDEN DE PRIORIDAD EN LOS DESTINOS.**

7- En el caso de la “ricota”, si se vierte el suero pobre junto al efluente industrial, la performance ambiental de esta alternativa cambia sustancialmente dejando de ofrecer ahorro ambiental. **7º lección: LA FABRICACION DE RICOTA ES CONVENIENTE SIEMPRE QUE EL SUERO POBRE SE APROVECHE; SI NO MEJOR SECARLO Ó DARSELO A LOS ANIMALES.**

8- En el caso de la “ricota” y el “suero en polvo”, la reducción de transporte en la producción de “leche cruda”, implica menos ahorros para ambas alternativas; sin



embargo el resultado de la comparación no se modifica. **8º lección: EL TRANSPORTE EN LA PRODUCCIÓN DE LA LECHE CRUDA ES UNA OPERACIÓN IMPORTANTE, PERO NO DETERMINANTE EN EL ORDEN DE PRIORIDAD DE LOS DESTINOS.**

9-En el caso del “suero en polvo”, si se acorta la distancia transportada del suero líquido previo al deshidratado, los ahorros son significativos. **9º lección: ACORTAR LA DISTANCIA ENTRE LA QUESERIA Y LA SECADORA PERMITIRÍA MEJORAR DE MANERA RELEVANTE EL AHORRO AMBIENTAL.**

10-En el caso del uso “tal cual” en animales, si se usara todo el suero en campos propios, lo que implicaría evitar el transporte; o si el suero se trasladase en camiones de mayor capacidad; los desempeños globales en comparación con la alternativa “ricota” casi se equipararía. **10º lección: LA ELIMINACIÓN DEL TRASLADO DEL SUERO TAL CUAL PARA ALIMENTAR ANIMALES, EQUIPARA EL DESEMPEÑO DE ESTA ALTERNATIVA CON EL DE LA RICOTA.**

11-Si se considerase mayor transporte, incluyendo el regreso del camión sin carga en todos los tramos, los desempeños ambientales netos de las tres alternativas disminuirían, manteniéndose la tendencia del mayor ahorro para la alternativa de la “ricota”. **11º lección: UN AUMENTO DEL TRANSPORTE (EN IGUAL PROPORCIÓN EN LAS ALTERNATIVAS), NO CAMBIA EL ORDEN DE PRIORIDAD DE LOS DESTINOS.**

10.4 Recomendaciones

A-para quienes trabajan en las pymes queseras

1-En el caso de la “ricota”, se debería trabajar sobre el uso de la energía para calderas, a-evitando la leña de bosques nativos, b-acortando las distancias de donde se la trae, c-mejorando la eficiencia de las calderas y de las instalaciones de vapor, d-cambiando las fuentes de energía, utilizando gas natural ó, mejor aún si fuera posible, residuos biomásicos de la zona. Además se debería trabajar para reducir la necesidad de vapor en los procesos, aprovechando el calor mediante intercambiadores.

2-En el caso del “suero en polvo”, se deberían acortar las distancias de transporte. Para esto, una opción es hacer un concentrado previo del suero antes del transporte. También se pueden construir secadoras cooperativas entre Pymes lácteas.

3- En el caso del uso “tal cual”, se debería alimentar preferentemente animales ubicados lo más cercano posible a la quesería donde se genera el suero. También mejoras en la logística, como el uso de camiones con mayor eficiencia y/o capacidad de carga, podrían aportar al desempeño de la cadena.

B-para quienes trabajan con políticas de desarrollo industrial

1-Hacia la producción de ricota, se podría motivar la producción de bosques implantados en la zona con fines energéticos, el aprovechamiento de residuos biomásicos de la zona, entre otros. El fomento programas de producción más limpia (P+L) y de generación de calor más eficiente, también sería beneficioso.

2-Hacia el secado del suero, se podría fomentar la construcción de secadoras comunitarias ubicadas estratégicamente para recibir el suero de un determinado territorio de queserías. Esto ayudaría a reducir sustancialmente los impactos vinculados al traslado del suero líquido.

3-Hacia los transportistas del suero líquido se podría fomentar la compra de camiones más eficientes, con mayor capacidad y mayor organización en logística de recolección.

4-Para los proveedores de energía, buscar la manera que las industrias puedan acceder a energía más limpia, como el gas natural. También la adaptación de calderas para el aprovechamiento de residuos biomásicos de la zona.

5-En las queserías rurales, en donde la industrialización del suero no se justifique, se podría fomentar a- mayor aprovechamiento del suero tal cual con porcinos como bovinos; y b- la eliminación del transporte con camiones, instalando suero-ductos.

C-para quienes trabajan en las instituciones de I+D+i

1-Indagar la oportunidad, viabilidad y requerimientos para construir plantas comunitarias secadoras y/o concentradoras de suero en las mismas queserías rurales.

2-Desarrollar y difundir recetas que incorporen el uso de la ricota en algunos alimentos de consumo humano elaborados como remplazo del queso fresco.

3-Fomentar el suero en polvo se use para alimentos de humano; por un lado mostrando oportunidades de uso como ingrediente en alimentos, y por el otro desarrollando productos que permitan aportar lactosa a animales recién nacidos.

4-Asistir a los industriales para que adapten sus calderas para el uso de biomasa disponible localmente (descartes de poda por ejemplo). Además adaptaciones que permitan controlar de manera más efectiva las emisiones de las calderas.

5-Indagar sobre posibles remplazos a la lactosa para alimentar cerdos, que ofrecen el suero en polvo y la leche en polvo; tal es el caso de monosacáridos y oligosacáridos, derivados de vegetales.

6-Asistir a los productores de porcinos y bovinos sobre las propiedades nutricionales y la manera de aprovechar el suero pobre (derivado de la ricota) para alimentar animales.

D-para analistas que quieran profundizar este diagnóstico

1- Continuar la modelación construida para este Estudio de Caso, ayudándose de software, como por ejemplo el "*Computer-aided process design, economic evaluation and environmental impact assessment for treatment of cheese whey wastewater*".

2-Analizar el impacto del vuelco al ambiente como alternativa. Hay variantes como el vuelco a un río, laguna, a canaleta ó un estanque de disecado especialmente diseñado. Serían usos no productivos, que seguramente impliquen impactos muy disinttos.

3-Analizar la viabilidad de tratar el suero pobre, obtenido de la ricota, junto al efluente industrial. No se pudo saber el procedimiento a aplicar, ni los recursos requeridos.

4-Indagar sobre el origen de la leña y el modo en que es obtenida. Si es de bosques nativos ó implantados; los rendimientos por ha; etc.

5-Hacer el estudio económico de cada una de las alternativas para verificar si el incentivo económico está alineado o no a las ventajas ambientales.

6-Analizar cómo incidiría variaciones en el aporte nutricional del suero procesado en el consumo humano.

7-Mejorar la información para modelar un perfil ambiental de las emisiones por la aplicación de fertilizantes en cultivos.

11. Bibliografía

Análisis de la cadena de la leche en Argentina. 2009. Estudios socioeconómicos de los sistemas agroalimentarios y agroindustriales. INTA. Andrés Castellano; Liliana Cristina Issaly; Gabriela Marina Iturrioz; Mónica Mateos; Juan Cruz Teran. Argentina.

Bases para el plan estratégico de la cadena láctea Argentina 2008-2020. 2007. FAUBA; AACREA. Coordinación: Gustavo Mozeris (FAUBA); Edgardo González (AACREA). Argentina. www.cil.org.ar/

Censo Tecnológico de la Industria Láctea de la Provincia de Córdoba. 1994. FUNESIL-INTELAC y Secretaría de Ciencia y Técnica del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Recursos renovables de la Provincia de Córdoba.

Conceptos sobre Hidrocarburos. 2003. Secretaría de Energía, Argentina.
http://energia3.mecon.gov.ar/contenidos/archivos/Reorganizacion/contenidos_didacticos/publicaciones/hidrocarburos.pdf

Cuadros de requerimientos energéticos - proteicos y algunas "dietas alternativas". "Rodeo Lechero" Aníbal Fernández Mayer. 2008. EEA INTA Bordenave.
www.produccion-animal.com.ar/tablas_composicion_alimentos/19-requerimientos_bovinos_leche.pdf

Elaboración de queso ricota a partir de suero lácteo. EARTH (Escuela de Agricultura de la Región Tropical Húmeda). Autor: Walter Artavia Porras. Guácimo. Costa Rica.

El suero de quesos en la alimentación de cerdos. 2003. Universidad de La Pampa. Guillermo Pechin; H.R. Álvarez. General Pico. Argentina.

El suero de quesería y sus posibles aplicaciones. Abril 2008. Revista Mundo Cárnico y Lácteo, publicación de Delta Enfoque, S.A. Autores: Ing. Jaime Valencia M. del C. Distrito Federal. México.

La Cadena Láctea en la Provincia de Córdoba y en Argentina. Juan Manuel Garzón, Nicolás Torre. Fundación Mediterránea, IERAL. 2010.

Los concentrados de proteínas de suero y su aplicación en productos bajos en grasas. Marzo-Abril 2006. Revista Mundo Cárnico y Lácteo, Héctor A Navarro González. Distrito Federal. México.

Ley 18.284 (18/07/69) Código Alimentario Argentino. Decreto 2126/71 – Reglamentario de la Ley 18.284.
www.anmat.gov.ar/codigoa/caa1.htm

Life Cycle Assesment of drinking water systems: bottle water, tap water, and home/office delivery water. Frankling Associates, USA, 2009.

Manual para la Eficiencia productiva de la Pyme Quesera. Roberto Castañeda y otros. INTI Lácteos, 2005 www.quesosargentinos.gov.ar/Manual%20Lacteo.pdf

Model of Continuous Cheese Whey Fermentation by Candida Pseudotropicalis. 2009. World Academy of Science, Engineering and Technology. Rudy Agustriyanto; Akbarningrum Fatmawati.

NAFTAS Y GASOIL - EL TRANSPORTE AUTOMOTOR EN LA ARGENTINA. Centro Tecnológico de Transporte, Tránsito y Seguridad Vial, Secretaría de Extensión Universitaria, Universidad Tecnológica Nacional. Antonio Cortés y Jorge Sánchez. Mayo 2007

Portal "Cluster Quesero Villa María" Segundo Foro. 2009. ESIL; ENINDER; INTA; PROSAP; MAGyP. Contacto: Mercedes Rosales. Villa María. Argentina. <http://clusterquesero.competitividadprosap.net/>

Portal "Alimentos argentinos" Cadenas alimentarias. Quesos. Dirección Nacional de Agroindustria del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Aníbal Schaller. Buenos Aires. Argentina.
www.alimentosargentinos.gov.ar/

Portal "Quesos Argentinos". Centro de Investigaciones Tecnológicas de la Industria del INTI; Roberto Castañeda; Ejecución de contenidos: Marcelo González. Argentina. www.quesosargentinos.gov.ar/



Productos de suero de leche en quesos procesados y empaçados en frío y pasteurizados. Marzo-Abril 2005. Revista Mundo Cárnico y Lácteo, publicación de Delta Enfoque, S.A. Autor: Dr. Steven Young. Texas. Estados Unidos.

¿Qué hacer con el suero del queso? Cátedra de Microbiología Industrial y Biotecnología de la UBA. Autores: Mariano Grasselli; Agustín A. Navarro del Cañizo; Héctor M. Fernández Lahore; María V. Miranda; Silvia A. Camperi y Osvaldo Cascote. Buenos Aires. Argentina.

Sueros Lácteos: Utilización en alimentación porcina. Grupo porcino. 2008. INTA EE Marcos Juárez. Autores: Jorge Brunori, Naum Spiner, Raúl Franco, Darío Panichelli.
www.inta.gov.ar/mjuarez/info/indices/tematica/porcinos_manejo.htm

System Expansion and Allocation in Life Cycle Assessment of Milk and Beef Production. Christel Cederberg. Email author Magnus Stadig. 2003

Tratamiento y reutilización del suero de leche. Noviembre-Diciembre 2006. Revista Mundo Cárnico y Lácteo, publicación de Delta Enfoque, S.A. Traducción y Edición: José Luis Carrillo Aguado. Distrito Federal. México.

Utilization of By-products and Treatment of Waste in the Food Industry. Capítulo 10: Utilization of Whey. 2007. Universität München. Autores: Winfried Russ; Vasso Oreopoulou. Freising-Weihenstephan. Alemania. www.springerlink.com/

Whey Lactose Reference Manual. 2003. U.S. Dairy Export Council – FDA. Editor: Véronique Lagrange. Arlington. Estados Unidos. www.usdec.org

Trabajos que hacen análisis con enfoques metodológicos similares:

- EnviroCAD: A computer tool for analysis and evaluation of waste recovery, treatment and disposal processes. USA; 1995.
- Computer-aided process design, economic evaluation and environmental impact assessment for treatment of cheese whey wastewater. Grecia; 2006.
- Greenhouse Gas LCA of Cheese and Whey. Frequently Questions. US DAIRY.
- Energy Intensity and Environmental Impact of integrated Dairy and Bio-Energy Systems in Wisconsin. USA.
- Whey and Whey Waste Management Strategy & Feasibility Study for the construction of a bi-communal Whey and Whey Waste Treatment Plant. USA

12. Glosario

Destino: aplicación que se le puede dar al suero. Los destinos pueden requerir una transformación del suero líquido o no requerirla. Existen diversas posibilidades de tratar y/o reutilizar el suero generado por las industrias queseras. Se puede optar por alternativas sencillas y actualmente en uso, otras que requieran inversiones en equipamiento y/o infraestructura, y hasta otras más complejas y que solo existen a nivel experimental.

Sustituto: producto que un destino del suero puede remplazar. Es un producto que cumple la misma función que el suero. Palabras similares que pueden haberse usado en el informe: Equivalente, Remplazo, Alternativa, Opción, Representación, Evitado.

Ración animal: conjunto de alimentos suministrados al animal en 24 horas, en una sola ó varias porciones, sin importar si llena o no los requerimientos. Las raciones en una misma unidad de producción varían según: a-Tipo de animal; b-Aparato digestivo; c-Edad; d-Sexo; e-Raza y f-Tamaño. Para elaborarla se toma en cuenta:

- La fórmula más adecuada según la especie y la ración deseada.
- Una valoración energética de la ración.
- Una valoración proteica de la ración.

Suplemento: ingrediente o mezcla de ingredientes capaces de aportar nutrientes a la alimentación de los animales. En este Estudio de Caso se ha considerado al suero, en estado “tal cual”, como un suplemento proteico que reemplaza al maíz.

Parámetros: son características necesarias para analizar o valorar una situación. A partir del parámetro, una determinada circunstancia puede entenderse o situarse en perspectiva. En nuestro caso, utilizamos parámetros para caracterizar a la industria quesera, lo que nos permite asignarle valores a los rasgos más importantes.

Modelo: es una representación de la realidad por medio de abstracciones. Los modelos enfocan ciertas partes de un sistema, restándole importancia a otras. En nuestro caso, el modelo nos permite representar, de manera simplificada, el universo de las industrias queseras que nos proponemos analizar. El modelo se construye a partir de los parámetros.

Escenario: Son situaciones hipotéticas que podrían darse como variantes a los modelos o destinos definidos en primera instancia. Describen las circunstancias, condiciones o acontecimientos que podrían darse en el futuro o si se produjera algún cambio.

En este Estudio de Caso, los escenarios serán modelos hipotéticos que podrían darse en un futuro, tanto en materia de nuevos destinos, tecnologías o maneras de organizar los procesos.

Pymes: son empresas con características distintivas, y que tienen dimensiones con ciertos límites ocupacionales y financieros prefijados por los Estados o Regiones. Son agentes con lógicas, culturas, intereses y un espíritu emprendedor específicos.

Tecno-organización: responde al uso combinado de un determinado conjunto de tecnologías y con un modo de organización. Una industria procesadora de queso, opera con una determinada tecnología y tiene una determinada manera de articularla y gestionarla.

Es un tipo de práctica productiva y organizativa. Cada industria utiliza determinados criterios tecnológicos que se imponen y difunden como elementos básicos y definitorios en el sistema.

Unidad funcional: cantidad de producto necesario para cumplir una función determinada. Se la utiliza para asociar los flujos de materiales y energía que ingresan y egresan del sistema, y debe ser elegida de modo que resulte práctica para la recolección de los datos del inventario ambiental.

Inventario ambiental: conjunto de mediciones compiladas y asociadas a una determinada unidad funcional, referidas a las entradas de materiales y energías y las salidas de efluentes, residuos y gases, de una determinada unidad funcional.

Perfil ambiental: un inventario ambiental homologado en una base de datos, que puede ser utilizado por terceros como insumo cuando se trabaja en la conformación de otros inventarios ambientales. El uso de un perfil pre-existente ayuda al analista de ciclo de vida a aumentar el alcance y la profundidad de la modelación, aprovechando relevamientos previos.

13. Siglas utilizadas

Sigla	Referencia
ALT1	<i>"ricota" menos "queso cremoso"</i>
ALT2	<i>"suero en polvo" menos "leche en polvo"</i>
ALT3	<i>"tal cual p- animales" menos "maíz+ agua"</i>
RICOTA	<i>fabricación de ricota</i>
CREMOSO	<i>cadena del queso cremoso</i>
SUERO en POLVO	<i>secado del suero</i>
LECHE en POLVO	<i>cadena de la leche en polvo</i>
TAL CUAL	<i>uso tal cual p- animales</i>
MZ	<i>cadena del maíz</i>
CLP	Combustibles derivados del petróleo
DS	Diesel
TC	Transporte de carga
GN	Gas Natural
EE	Energía Eléctrica
FE	Fertilizantes N, P ó K
LC	Leche cruda
LÑ	Leña
TEF	Tratamiento de efluentes industriales
PEAD	Polietileno de alta densidad
SP	Suero en polvo
Ecoinvent	Base de Datos de inventarios ambientales
LCA Food DK	Base de Datos de inventarios ambientales -alimentos-Dinamarca
USLCI	Base de Datos de inventarios ambientales - USA

Anexo I - Datos usados para el modelo de Pymes queseras

Capacidad y tipo de quesería

Este parámetro refiere a la cantidad de leche cruda que procesa una quesería por día. También de alguna manera refiere al tipo de industria: artesanal, tambo-fábrica, industria Pyme, o industria de gran escala.

A partir del volumen de leche procesado diariamente se puede inferir el tipo de industria del que se trata; por lo que en este Estudio de Caso se utiliza el primer parámetro. Según las encuestas y entrevistas realizadas, esta variable es la que mejor diferencia a una quesería de otra.

Aunque existe consenso en diferenciar a las industrias por la cantidad de litros de leche que reciben y procesan, no siempre se las agrupa con el mismo criterio. En la *Tabla 5* se presentan clasificaciones según distintas fuentes.

Fuente	PEQUEÑA		MEDIANA			GRANDE
INTI-Lácteos	< 20		20 - 250			> 250
APYMEL Cba	< 40		40 - 100			>100
PYLACOR	Promedio 7		NS / NC			NS / NC
Cluster Quesero VM	< 7	7 - 20	20 - 50	50 - 100	100-300	>300

Tabla 5: Clasificaciones de la industria según distintas fuentes. En miles de litros de leche por día.

Respecto a la capacidad de producción de las industrias, la *Tabla 6* muestra la leche cruda procesada por cada segmento según distintas fuentes. Para esta tabla se usaron datos del Cluster Quesero de Villa María, para los años 2008 y 2009, y del Censo Tecnológico de la Industria Láctea de la provincia de Córdoba del año 1994.

Alcance	Dato	Según	Clasificación [l/día]					
			PEQUEÑA		MEDIANA		GRANDE	
			< 7	7 - 20	20 - 50	50 - 100	100-300	>300
Plantas lácteas en el país	% leche procesada	Cluster Quesero VM (2009)	6%	7%	8%	3%	10%	65%
Plantas lácteas en la Cuenca Villa María			4%	8%	13%	15%	15%	45%
Plantas lácteas en Córdoba	Cantidad de industrias	Censo ESIL (1994)	6,5%	6,3%	15,8%	24,1%	47,4%	
			282	48	24	30	17	

Tabla 6: Destino de la leche según el tamaño de empresa (85% de las plantas elabora quesos). Fuente: Censo de la Industria Láctea (Cba, 1994) e informes Cluster Quesero VM (2008 y 2009).

Existe una notoria concentración de la producción en las grandes industrias. El *Gráfico a* muestra que en 1994, las plantas que trabajaban menos de 7.000 [l/día], aunque representaban el 70% del total de industrias, procesaban en conjunto solo el 7% de la

leche cruda. Por otro lado las grandes industrias representaban sólo el 4% del total de plantas, procesando el 47% de la leche cruda.

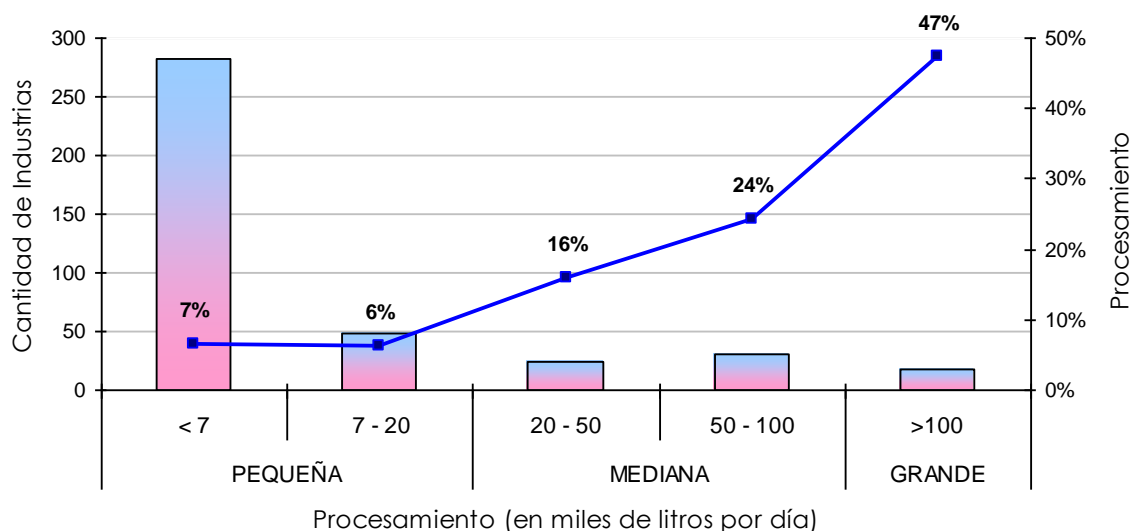


Gráfico a: Destino de la leche y cantidad de plantas por tamaño. Fuente: Censo de la Industria Láctea (Cba 1994).

Esta tendencia a la concentración de la producción parece continuar. El Gráfico 3 muestra la evolución del proceso de concentración con los porcentajes de leche procesada por estrato industrial, para los años 1994 y 2009 en la provincia de Córdoba y en la Cuenca Villa María respectivamente.

El siguiente Gráfico muestra que, en los últimos quince años la concentración de la industria se ha incrementado considerablemente. En la provincia de Córdoba un 10% de la leche procesada se habría desplazado, desde la industria mediana hacia las grandes. A nivel nacional, esta concentración pareciera aún mayor.

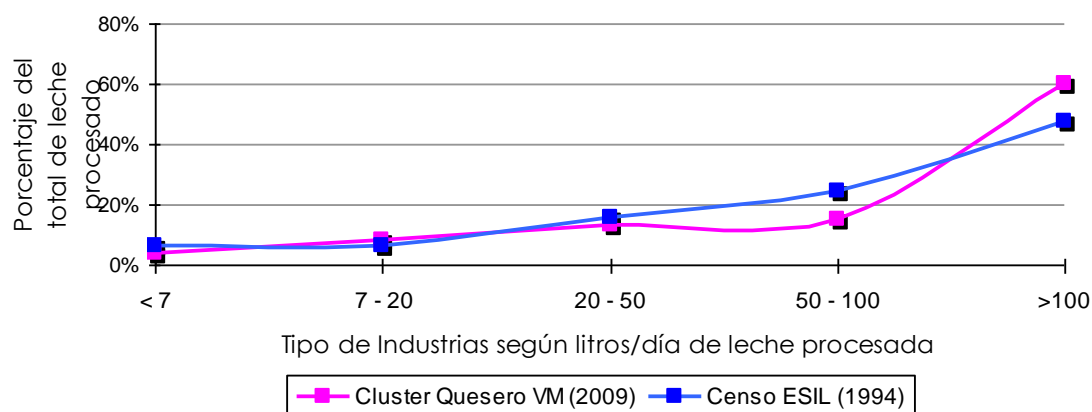


Gráfico b: Evolución del destino de la leche cruda según el tamaño de la industria. Fuente: Censo Industria Láctea (Cba 1994) y Cluster Quesero Villa María.

Para este análisis se tienen en cuenta a las industrias queseras más pequeñas, aquellas que procesan hasta 50.000 [l/día] de leche cruda. Debido principalmente a los volúmenes y a calidad del suero que se manejan, por lo general en estas Pymes, el problema del suero no encuentra una solución clara.

Además, 50.000 [l/día] es un punto de inflexión entre las industrias que tienen la posibilidad de tratar (térmicamente) en planta al suero, con aquellas que no cuentan con los recursos técnicos y económicos para hacerlo.

Resumen: se analizan industrias queseras que procesan hasta 50.000 [l/día] de leche cruda.

Tipo de suero generado

El suero generado en las queserías no es siempre el mismo. Este parámetro condiciona la decisión de una Pyme al momento de darle un destino. Bajo estas condiciones, es necesario explicitar el tipo de suero del que disponen las Pymes en nuestros modelos.

Las características del suero varían en función del tipo de queso que se produce y de la tecnología utilizada. Para este Estudio de Caso nos centramos solo en el primero de los parámetros mencionados. El suero ácido es el generado a partir de una coagulación láctica fuerte, como es el caso de los quesos frescos. Mientras que el suero dulce es el obtenido por coagulación enzimática o cuajo y prácticamente no contiene calcio.

El *INTA (2009)* identificó, a través de encuestas, que las industrias que procesan hasta 10.000 [l/día] de leche elaboran quesos mayormente de pasta blanda (entre un 60 y 87%). Las industrias que procesan hasta 50.000 [l/día] de leche, si bien tienen diversificada la producción de quesos, incluyendo los tipos semiduro y duro, elaboran principalmente quesos de pasta blanda, entre un 70 y 80%.

Dentro de los quesos de pasta blanda, el más producido es el cremoso. Este se elabora con leche entera o estandarizada, con o sin el agregado de crema, acidificada por cultivo de bacterias lácticas, y coagulada por cuajo y/o enzimas específicas.

Resumen: se asume que el suero generado es a partir de la producción de quesos de pasta blanda, particularmente la variedad cremoso.

Distancia a las plantas secadoras

Otra variable importante para el industrial quesero, a tener en cuenta al momento de definir el destino que le da al suero, es la distancia a transportar el suero hasta llegar a la secadora más cercana.

En esta sub-sección se estiman las distancias que se asumen en el Estudio de Caso. Para ello fue necesario conocer la localización de la industria (origen del suero), la localización de las secadoras (destino del suero), y a partir de estos datos, se estimó la distancia a recorrer para unir ambos puntos.

Ubicación de las queserías (origen del suero)

La *Tabla 7* muestra la distribución geográfica de la producción de quesos en la provincia de Córdoba. Los valores expresan la producción para cada tipo de queso por departamento.

Departamento provincial	Pasta Blanda	Pasta Semidura	Pasta Dura	Otros	Total
Producción [t/año]	70.000	44.000	20.000	2.500	136.000
San Justo	27,8%	41,5%	23,3%		31,0%
San Martín	23,7%	18,5%	20,8%	23,4%	21,6%
Río II	23,7%	8,4%	8,8%	15,6%	16,5%
Unión	19,0%	10,7%	13,53%	4,2%	15,3%
Río IV		9,5%	4,12%	27,2%	4,6%
Juárez Celman		3,4%	22,6%		4,5%
Tercero Arriba	2,8%	2,1%			2,3%
Marcos Juárez		2,7%			
Roque S. Peña			2,7%	5,5%	
General Roca				20,1%	
Capital				4,0%	
Resto	3,1%	3,3%	4,2%		4,3%

Tabla 7: Producción de quesos, por tipo y localización. Fuente: Censo Industria Láctea (Cba, 1994)

De la tabla anterior se desprende que los departamentos con mayor producción de quesos en todas sus variedades, son San Justo, San Martín, Río Segundo y Unión, con un 85% del total de la producción. La Figura 3 muestra la ubicación geográfica de las queserías en la provincia, destacando en azul los Departamentos con mayor producción. Para el modelo de este Estudio de Caso, se consideran las Pymes queseras localizadas en este sector.

Datos de las secadoras de suero (destino del suero)

En la provincia de Córdoba actualmente están funcionando las siguientes plantas secadoras de suero, con recepción total o parcial de suero de terceros¹⁰¹:

- AFISA (Arla Foods Ingredients S.A.), Porteña.
- Coop Agrícola de Tamberos James Craik, James Craik.
- Lácteos La Cristina, Villa María

Según APyMEL-Cba se estarían por construir dos nuevas plantas secadoras en la provincia. Una en la localidad de Villa María, que recibiría suero de terceros, y otra en Pozo del Molle, que iniciaría sus actividades con el suero de las dos queserías que harían la inversión, pero podría ampliarse para recibir suero de terceros. Existen además, distintas plantas lácteas de gran tamaño que secan el suero que generan. Estas plantas también se ubican en los departamentos mencionados como mayores productores de quesos.

Cálculo de las distancias

Una vez identificadas la localización geográfica del origen del suero (generación) y del destino (secado), fue posible conocer la distancia necesaria de recorrer desde las queserías hasta alguna de las tres secadoras. Se consideró como origen a las Pymes

¹⁰¹ En el Anexo II se pueden ver algunos datos de las tres secadoras que reciben suero de terceros.



queseras localizadas en los Departamentos con mayor producción de quesos (ver *Figura 4*). Como destino posible, se consideraron a las tres secadoras que hoy funcionan en la provincia.

El resultado se obtuvo calculando el promedio de distancias, desde cada localidad del Departamento y las secadoras, afectado por la cantidad de litros procesados en cada localidad. La siguiente ecuación es un ejemplo del cálculo de la distancia promedio desde el Departamento A hasta Secadora 1.

$$\frac{\sum [(l/día \text{ localidad "a"} \times Km \text{ localidad "a"} - \text{secadora 1}) + (l/día \text{ localidad "b"} \times Km \text{ localidad "b"} - \text{secadora 1})]}{l/día \text{ en el Departamento A}}$$

El mismo cálculo se repite para los cuatro Departamentos considerados en el Estudio de Caso con respecto a las tres secadoras. Las distancias promedio que se obtuvieron para el modelo se muestran en la siguiente tabla.

	l/día procesados en el Dpto	Distancias en Km		
		La Cristina (Villa María)	Coop. Agrícola (James Craik)	AFISA (Porteña)
SAN JUSTO SUR	546.150	123	149	121
SAN MARTÍN	437.504	21	51	206
UNIÓN NORTE	280.720	58	95	199
RÍO SEGUNDO	222.450	82	85	187

Tabla 8: Distancia ponderada de cada Departamento hacia las secadoras (para queserías que procesan menos de 50.000 [l/día]).

Una vez estimada la distancia promedio que recorre un litro de suero desde cada Departamento hasta cada secadora, se calculó un promedio global por secadora. Un ejemplo de cálculo de la distancia promedio hasta Secadora 1 es el siguiente.

$$\frac{\sum [(l/día \text{ Dpto "A"} \times \text{Promedio Km Dpto "A"} - \text{secadora 1}) + (l/día \text{ Dpto "B"} \times \text{Promedio Km Dpto "B"} - \text{secadora 1})]}{1}$$

El mismo cálculo se repitió para las tres secadoras, obteniendo un único valor de distancia promedio para cada secadora:

- La Cristina (Villa María): 75 Km.
- Coop. Agrícola (James Craik): 100 Km.
- AFISA (Porteña): 171 Km.

Finalmente, se calculó un nuevo promedio de distancia, para obtener un único valor "desde una Pyme quesera, ubicada en cualquier Departamento hasta una secadora".

$$\frac{\sum \text{Promedios distancias Secadoras}}{N^{\circ} \text{ de Secadoras}} = \text{Distancia Promedio a Secadoras desde los Departamentos}$$

El resultado de los cálculos indica que para industrias ubicadas en los Departamentos mencionados, que procesan menos de 50.000 [l/día] de leche cruda, la secadora más cercana es La Cristina, ubicada en Villa María, lo que significa trasladar el suero una distancia promedio de 75 [km]. En segundo lugar se ubica la Cooperativa de James Craik, con una distancia promedio de 100 [km]. Finalmente, con un promedio de 171



[km], la mayor distancia se observa hasta ARLA FOODS (ubicada en Porteña). El recorrido hasta esta última secadora es notablemente superior al de las otras dos, por lo que se justificaría sólo para las queserías del Departamento San Justo Sur.

La **distancia** promedio que recorre el suero generado por las Pymes, representadas en este Estudio de Caso, es de **115 [km]**¹⁰².

Resumen: se asume una distancia promedio desde las Pymes a las secadoras de suero de 115 [km].

Tipos de caminos hasta la secadora

Teniendo en cuenta que parte de la distancia entre las Pymes y las secadoras se recorre por caminos de tierra, ripio y/o rutas, otro factor físico que podría condicionar la decisión de la industria, es el estado de los caminos aledaños a la quesería.

Según muestra el Censo de la Industria Láctea de 1994, el 25% de las industrias tiene acceso por caminos pavimentados, el 13% por caminos consolidados y el 61% acceden por tierra. Conclusiones del mismo Censo afirman que la red caminera es una de las condiciones de infraestructura que más directamente actúa sobre las posibilidades de desarrollo de las regiones rurales. La industria láctea es especialmente sensible al estado y naturaleza de los caminos.

A pesar de los datos del censo, según APyMEL-Cba, en general la mayoría de las Pymes en la actualidad no tienen problemas importantes de circulación para trasladar su suero. Aunque sí remarca el déficit de caminos, para trasladar la leche cruda desde los tambos hasta la fábrica.

Por otra parte, PYLACOR agregó que en general las Pymes no están ubicadas demasiado lejos de las rutas pavimentadas. Existen algunas industrias que necesitan recorrer distancias de hasta 100 [km], pero en estos casos los caminos en su mayoría son de ripio y no presentan grandes inconvenientes para circular.

De acuerdo a las dos asociaciones consultadas, el porcentaje de trayectos que se realiza por caminos de tierra no sería relevante. En la actualidad el tipo de camino no influiría de manera relevante en las decisiones sobre el destino de suero¹⁰³.

Resumen: se asume que el recorrido del suero, desde la quesería hasta las secadoras, es por camino pavimentado.

¹⁰² La distancia recorrida puede ser demasiado alto para el caso de las Pymes que se ubican muy cercanas a las secadoras. Para corregir el impacto del transporte del suero líquido, se analizan escenarios con otras particularidades respecto a distancias.

¹⁰³ Además, a los fines de este estudio, en el que se valoran los desempeños ambientales de los distintos destinos del suero, el tipo de camino que se recorra no influiría en los resultados de manera relevante. Sólo podrían verse muy levemente modificados el consumo de combustible y las emisiones que genera su uso.

Ubicación de las queserías

El Censo de la Industria Láctea del año 1994, revela que de los aproximadamente 400 establecimientos existentes en la provincia, el 25% se ubicaba en zona urbana y el 75% en zona rural.

Resumen: se asume Pymes queseras localizadas en zona rural.

Anexo II - Categorías de impacto consideradas

A continuación se describen sucintamente las categorías de impacto que contempla la metodología EDIP 2003 utilizada para este Estudio de Caso.

1- Calentamiento Global: refiere a la contribución al fenómeno de aumento de la temperatura media global de la atmósfera terrestre y de los océanos. Se basa en el reporte de estatus del IPCC del año 1994. Para este impacto se considera un horizonte de tiempo de 100 años. Aportan a este impacto: CO₂, CH₄, Hidrocarburos Halogenados y N₂O.

El principal efecto que causa el calentamiento global es el efecto invernadero, fenómeno que se refiere a la absorción por ciertos gases atmosféricos, principalmente H₂O, seguido por CO₂ y O₃, de parte de la energía que el suelo emite, como consecuencia de haber sido calentado por la radiación solar.

2- Adelgazamiento capa de O₃: es la reducción de los niveles de ozono estratosférico, lo que provoca mayores niveles radiación solar nociva (rayos ultravioleta) sobre la superficie de la tierra. Implica una amenaza a la diversidad biológica y también influye en la regulación del clima. En las personas, puede afectar la salud a través de daños a la piel y a la visión. La principal causa del debilitamiento de la capa de ozono, es el uso y emisión de sustancias químicas conocidas como Hidrocarburos Halogenados.

3- Formación fotoquímica de O₃: Refiere a la contaminación del aire por ozono originado en reacciones fotoquímicas. Estas reacciones suceden cuando los NO_x y VOCs emitidos por los automóviles y el oxígeno atmosférico reaccionan, inducidos por la luz solar. El ozono sigue reaccionando con otros contaminantes presentes en el aire y acaba formando un conjunto de sustancias que pueden producir importantes daños en las plantas, irritación ocular y problemas respiratorios. Se suele generar en ciudades con mucho tráfico, cálidas y soleadas, y con poco movimiento de masas de aire.

Los valores de formación de O₃ fotoquímico dependen de los valores previos de concentración de NO_x, en el modelo se asumen valores previos de concentraciones altos. Se basa en el reporte de UNECE (1990/1992). La caracterización de factores es desarrollada en el modelo para dos categorías de impactos. Formación de O₃ con efecto sobre:

- la vegetación
- los Humanos

4- Acidificación potencial: se define como la disminución del pH de suelos y aguas superficiales, con diversas consecuencias para los ecosistemas. Los óxidos de azufre y



nitrógeno descargados a la atmósfera por fuentes naturales y antropogénicas, retornan a la superficie de la tierra, en forma de ácido sulfúrico y nítrico, mediante precipitaciones, originando la lluvia ácida.

La acidificación de ríos y lagos provoca el incremento del contenido de iones metálicos, como Al, Cd, Zn y Pb, causando efectos nocivos en los ecosistemas. Las altas deposiciones de compuestos de azufre y nitrógeno producen daños sobre suelos y bosques.

5- Eutrofización potencial¹⁰⁴: refiere al aumento de la biomasa y al empobrecimiento de la diversidad. La explosión de algas que acompaña la eutrofización provoca un enturbiamiento que impide que la luz penetre hasta el fondo del ecosistema, agotando el oxígeno y tornando inviable la vida de la mayoría de las especies. Las principales causas de procesos de eutrofización son la contaminación agropecuaria de suelos y acuíferos con fertilizantes inorgánicos y la contaminación por efluentes urbanos.

- Eutrofización terrestre: se basa en el nitrógeno y el fósforo contenido en los organismos. La eutrofización terrestre considera los efectos luego de la absorción de las plantas.
- Eutrofización acuática: refiere al aporte más o menos masivo de nutrientes inorgánicos en un ecosistema acuático. La caracterización de factores para eutrofización acuática es desarrollada para dos categorías de impactos en este método: *Nitrógeno equiv* y *Fósforo equiv*.

Para cada una de estas categorías, se desarrollan factores de caracterización para los efectos de las emisiones en aguas continentales y marinas. Este doble grupo de factores de caracterización refleja al hecho de que, en general, la eutrofización es limitada por nitratos en aguas dulces y por fosfatos en aguas marinas. Para evitar la doble contabilidad, que podría ocurrir si ambos tipos de emisiones son implementadas simultáneamente, solo se implementan en SimaPro el factor de caracterización para aguas continentales. Cuando se requieren los factores de caracterización para aguas marinas se utilizarán los valores definidos en el método¹⁰⁵.

6- Toxicidad humana: refiere al grado tóxico de algunos elementos hacia las personas. Su cálculo se basa en el método de detección de peligros químicos, el cual tiene en cuenta la toxicidad, persistencia y bioconcentración. El destino o la distribución de sustancias en diferentes compartimentos del ambiente también se toma en cuenta. La toxicidad humana potencial es calculada para vías de exposición a través del:

- aire
- suelo
- agua superficial.

7- Ecotoxicidad del ambiente: refiere al grado tóxico de algunos elementos hacia las personas. Su cálculo se basa en el método de detección de peligros químicos, el cual tiene en cuenta la toxicidad, persistencia y bioconcentración. El destino o la distribución de sustancias en diferentes compartimentos del medio ambiente también se toma en cuenta. El potencial de ecotoxicidad se calcula para:

- Crónica del agua
- Aguda del agua

¹⁰⁴ Emissions to air are also included in the model. The data needed for this compartment is not present in the guideline, but is received from Michael Hauschild.

¹⁰⁵ Ver manual de método EDIP 2003.

- Crónica del suelo

Las emisiones al agua pueden ocasionar no solo ecotoxicidad al agua, sino también al suelo. De forma similar, emisiones al aire pueden ocasionar ecotoxicidad para el agua y el suelo. Por esta razón se encuentran emisiones hacia varios destinos en cada categoría de ecotoxicidad.

8-Residuos: esta categoría de impacto, en el EDIP 2003 se divide en 4 sub-categorías:

- Residuos Peligrosos: desechos con propiedades intrínsecas que presentan riesgos en la salud. Las propiedades peligrosas son toxicidad, inflamabilidad, reactividad química, corrosividad, explosividad, reactividad o de cualquier otra naturaleza que provoque daño a la salud humana y al ambiente.
- Escorias/cenizas: las cenizas son el producto de la combustión de algún material, compuesto por sustancias inorgánicas no combustibles, como sales minerales. La escoria es un subproducto de la fundición de la mena para purificar metales. Se pueden considerar como una mezcla de óxidos metálicos; pueden contener sulfuros de metal y átomos de metal en forma de elemento.
- Residuos a granel: no peligrosos: se asimilan a residuos urbanos, y son los que se generan en mayor cantidad para las tres alternativas comparadas.
- Residuos radiactivos: se generan con la producción de energía eléctrica, cuando es de origen nuclear.

9- Uso de Recursos (todos): refiere al uso de los recursos naturales no renovables. Estos son proporcionados por la naturaleza sin alteración por parte del ser humano; y son valiosos para las sociedades humanas por contribuir a su bienestar y desarrollo de manera directa (materias primas, minerales, alimentos).

Los recursos no renovables son recursos naturales que no pueden ser producidos, cultivados, regenerados o reutilizados a una escala tal que pueda sostener su tasa de consumo. Estos recursos frecuentemente existen en cantidades fijas ya que la naturaleza no puede recrearlos en periodos geológicos cortos.

Para mostrar la información en una forma útil, en SimaPro todos los recursos se agregan en una categoría de impacto. Como factor de equivalencia debe usarse el resultado de la ponderación y normalización individual. Por ejemplo el resultado por kg, si pudieran calcularse individualmente.

10- Categorías no incluidas: hay algunas categorías de impacto de carácter más local, que también tienen relevancia y podrían ser consideradas. Es el caso del a) *Uso de energía y de materiales (recursos abióticos)*, b) *Generación de ruidos*, c) *generación de olor/polvo*, d) *Seguridad & higiene en el trabajo*, e) *Atracción de insectos/roedores/aves*, y f) *Congestión del tránsito*.

Anexo III- Inventario por categorías de impacto

Calentamiento Global (kg CO₂ equivalente)

	Agua	Energía Eléctrica	Leña	Transp.	Gas Natural	Trat Efluente	Leche Cruda	Maíz	Suero en Polvo
Ricota	8,24	57,17	17,51	51,78		83,67		-174,89	
Queso	2,70	86,19	5,53	38,82		20,67	732,58		-131,31
Suero en Polvo	1,70	198,44		167,40	453,48	7,18	-58,87		
Leche en Polvo	0,25	27,66		39,69	65,99	1,06	439,81		
Uso Tal Cual		13,17		23,99			-58,87		
Maíz	3,22							314,45	

Adelgazamiento capa de Ozono (kg CFC11 equivalente)

	Agua	Energía Eléctrica	Leña	Transp.	Gas Natural	Trat Efluente	Leche Cruda	Maíz	Suero en Polvo
Ricota	1,6E-07	4,3E-06	1,5E-06	1,5E-05		6,2E-06		-5,7E-06	
Queso	5,3E-08	6,4E-06	4,7E-07	1,1E-05		1,5E-06	2,4E-05		-1,4E-05
Suero en Polvo	3,3E-08	1,5E-05		4,7E-05	2,3E-05	5,3E-07	-2,0E-06		
Leche en Polvo	4,9E-09	2,1E-06		1,2E-05	3,3E-06	7,9E-08	1,5E-05		
Uso Tal Cual		9,8E-07		7,0E-06			-2,0E-06		
Maíz	6,3E-08							1,0E-05	

Formación fotoquímica de Ozono potencial -efecto vegetación- (m².ppm.h)

	Agua	Energía Eléctrica	Leña	Transp.	Gas Natural	Trat Efluente	Leche Cruda	Maíz	Suero en Polvo
Ricota	18,4	206,2	893,5	478,9		301,8		-803,3	
Queso	6,0	310,8	282,1	445,6		74,6	3458,1		-390,7
Suero en Polvo	3,8	715,7		1142,9	678,5	25,9	-277,9		
Leche en Polvo	0,6	99,8		520,2	99,5	3,8	2076,2		
Uso Tal Cual		47,5		314,4			-277,9		
Maíz	7,2							1444,4	

Acidificación potencial (m²)

	Agua	Energía Eléctrica	Leña	Transp.	Gas Natural	Trat Efluente	Leche Cruda	Maíz	Suero en Polvo
Ricota	0,13	2,27	4,16	2,25		3,32		-9,19	
Queso	0,04	3,42	1,31	2,08		0,82	40,88		-2,10
Suero en Polvo	0,03	7,88		5,41	2,01	0,29	-3,29		
Leche en Polvo	0,00	1,10		2,42	0,31	0,04	24,54		
Uso Tal Cual		0,52		1,46			-3,29		
Maíz	0,05							16,53	

Eutrofización potencial Terrestre (m²)

	Agua	Energía Eléctrica	Leña	Transp.	Gas Natural	Trat Efluente	Leche Cruda	Maíz	Suero en Polvo
Ricota	0,15	1,73	10,80	6,08		2,53		-17,62	
Queso	0,05	2,61	3,41	5,73		0,63	75,56		-3,36
Suero en Polvo	0,03	6,00		14,19	5,33	0,22	-6,07		
Leche en Polvo	0,00	0,84		6,73	0,78	0,03	45,36		
Uso Tal Cual		0,40		4,07			-6,07		
Maíz	0,06							31,69	

Eutrofización potencial Acuática debido a la emisión de Fósforo (kg de P)

	Agua	Energía Eléctrica	Leña	Transp.	Gas Natural	Trat Efluente	Leche Cruda	Maíz	Suero en Polvo
Ricota	5,1E-04	4,2E-04	2,0E-03	4,3E-04		6,1E-04		-3,8E-04	
Queso	1,7E-04	6,3E-04	6,2E-04	3,3E-04		1,5E-04	1,6E-03		-6,0E-04
Suero en Polvo	1,1E-04	1,5E-03		1,4E-03	6,6E-04	5,2E-05	-1,3E-04		
Leche en Polvo	1,5E-05	2,0E-04		3,4E-04	1,2E-05	7,7E-06	9,8E-04		
Uso Tal Cual		9,6E-05		2,0E-04			-1,3E-04		
Maíz	2,0E-04							6,7E-04	

Toxicidad vía aire (personas)

	Agua	Energía Eléctrica	Leña	Transp.	Gas Natural	Trat Efluente	Leche Cruda	Maíz	Suero en Polvo
Ricota	256.052	150.823	2.718.029	766.054		220.742		-280.318	
Queso	83.979	227.393	858.080	596.961		54.542	1.292.428		-838.629
Suero en Polvo	52.987	523.546		2.370.636	2.051.100	18.945	-103.863		
Leche en Polvo	7.782	72.978		627.288	257.413	2.787	775.602		
Uso Tal Cual		34.753		379.124			-103.863		
Maíz	99.975							504.013	

Toxicidad vía agua (m³)

	Agua	Energía Eléctrica	Leña	Transp.	Gas Natural	Trat Efluente	Leche Cruda	Maíz	Suero en Polvo
Ricota	24,97	80,47	162,70	56,42		117,77		-77,12	
Queso	8,19	121,32	51,36	43,04		29,10	666,49		-89,74
Suero en Polvo	5,17	279,33		178,98	105,76	10,11	-53,56		
Leche en Polvo	0,76	38,94		44,55	12,26	1,49	400,12		
Uso Tal Cual		18,54		26,93			-53,56		
Maíz	9,75							138,67	

Ecotoxicidad agua crónica (m³)

	Agua	Energía Eléctrica	Leña	Transp.	Gas Natural	Trat Efluente	Leche Cruda	Maíz	Suero en Polvo
Ricota	438,05	859,12	900,37	1873,98		1257,39		-840,03	
Queso	143,67	1295,27	284,24	1486,85		310,68	4742,89		-1569,64
Suero en Polvo	90,65	2982,21		5674,99	721,59	107,92	-381,15		
Leche en Polvo	13,31	415,69		1581,39	40,12	15,88	2847,00		
Uso Tal Cual		197,96		955,77			-381,15		
Maíz	171,03							1510,38	

Ecotoxicidad del suelo (m³)

	Agua	Energía Eléctrica	Leña	Transp.	Gas Natural	Trat Efluente	Leche Cruda	Maíz	Suero en Polvo
Ricota	0,98	8,89	74,58	3,02		13,01		-30,14	
Queso	0,32	13,41	23,54	2,31		3,22	137,11		-14,46
Suero en Polvo	0,20	30,86		9,53	54,00	1,12	-11,02		
Leche en Polvo	0,03	4,30		2,40	7,89	0,16	82,32		
Uso Tal Cual		2,05		1,45			-11,02		
Maíz	0,38							54,19	

Generación de Residuos (kg de residuos a granel equivalentes)

	Agua	Energía Eléctrica	Leña	Transp.	Gas Natural	Trat Efluente	Leche Cruda	Maíz	Suero en Polvo
Ricota	3,7E-03	2,1E-02	1,2E-02	6,6E-03		3,1E-02		-2,1E-02	
Queso	1,2E-03	3,2E-02	3,9E-03	5,0E-03		7,7E-03	9,6E-02		-2,4E-02
Suero en Polvo	7,6E-04	7,4E-02		2,1E-02	5,1E-02	2,7E-03	-7,7E-03		
Leche en Polvo	1,1E-04	1,0E-02		5,2E-03	7,2E-03	3,9E-04	5,7E-02		
Uso Tal Cual		4,9E-03		3,1E-03			-7,7E-03		
Maíz	1,4E-03							3,7E-02	

Uso de Recursos -no renovables- (PR 2004)

	Agua	Energía Eléctrica	Leña	Transp.	Gas Natural	Trat Efluente	Leche Cruda	Maíz	Suero en Polvo
Ricota	4,7E-05	1,0E-03	2,8E-04	9,2E-04		1,5E-03		-1,4E-03	
Queso	1,5E-05	1,6E-03	8,8E-05	7,0E-04		3,7E-04	6,1E-03		-2,3E-03
Suero en Polvo	9,6E-06	3,6E-03		2,9E-03	7,4E-03	1,3E-04	-4,9E-04		
Leche en Polvo	1,4E-06	5,0E-04		7,2E-04	1,1E-03	1,9E-05	3,7E-03		
Uso Tal Cual		2,4E-04		4,4E-04			-4,9E-04		
Maíz	1,8E-05							2,3E-03	

Anexo IV - Definiciones en la modelización

Para la construcción de los modelos tecno-organizativos utilizados en este Estudio de Caso, se tomaron las siguientes definiciones.

1) Identificación de los posibles destinos del suero

a) Actuales: los que en la actualidad se están llevando a cabo.

b) Potenciales: los que existen a nivel experimental y podrían implementarse en el mediano plazo.

2) Selección de los destinos para este Estudio de Caso

a) Seleccionados: los que se analizarán en primera instancia

b) No seleccionados: los que se descartan de analizar

c) A Seleccionar: los que podrían ser incluidos en etapas posteriores

3) Modelos tecno-organizativos

a) Tecnologías

- Capacidad y tipo de quesería
- Tipo de suero generado

b) Organización

- Distancia hasta la secadora
 - Sistema de transporte
 - Localización del origen
 - Localización del destino
- Ubicación de la quesería
- Asociatividad (individual, asociada o con tercero)

4) Situaciones a analizar = modelo (item 3) + destino (item 2)

a) Modelo 1

- con destino A
- con destino B
- con destino C

b) Modelo 2

- con destino A
- con destino B
- con destino C

5) Definiciones de los alcances del análisis.

Sustituto: el producto puede sustituir una determinada aplicación del suero.

Actividades: las operaciones que son incluidas dentro del análisis.

6) Escenarios tecno-organizativos.

a) Modelos modificados con cambios tecno-organizativos.

b) Modelos sin cambios, pero con nuevos destinos del suero.

c) Nuevos destinos con modelos nuevos.

Anexo V - Datos de secadoras en la provincia

Información de referencia de las tres plantas acopiadoras y secadoras de suero líquido generado en la provincia de Córdoba.

Característica	AFISA	Coop. James Craik	Lácteos La Cristina
Ubicación	Porteña	James Craik	Villa María
Capacidad [l/día]	2.300.000	Concentrado: 50.000	250.000
		Secado: 100.000	
Productos	Proteínas lácteas funcionales	Suero de queso descremado en polvo	Suero en polvo tal cual (STC);
			Suero en polvo parcialmente desmineralizado (SPD)
Proveedores de suero (cantidad)	12	Propio	15
Industrias que proveen el suero	Pequeñas, medianas y grandes	-	Pequeñas, medianas y grandes
Distancia promedio origen-destino (km)	150	-	80 (máximo 200)
¿Limitaciones en el recibo?			
Cantidad	no	Limitados por la capacidad del concentrador	no
Distancia	80 Km (excepto q se concentre)	no corresponde	no
Calidad del suero	Alta calidad	-	Acidez: 16 (máximo)
		-	pH: 5.8 (mínimo)
		-	Grados Brix (control de sólidos): 5 (mínimo)
Suero con frío		si	si

Anexo VI - Características derivados del secado de suero

Características solicitadas por el Código Alimentario Argentino para productos derivados del secado de suero.

	Suero de queso en polvo		Concentrado de Suero de Queso obtenido por Ultrafiltración, sin desnaturalizar y en polvo		Concentrado de Suero de Queso desnaturalizado o parcialmente desnaturalizado, en polvo	
	Máx	Min	Máx	Min	Máx	Min
Humedad	4,5% p/p		6,5% p/p		7,0% p/p	
Grasa de leche	2,0% p/p		10,0%p/p			
Proteínas de leche		10,0%p/p		30,0%p/p		32,0%p/p
Cenizas (500-550°C)	9,0% p/p		8,0% p/p		8,0% p/p	
Glúcidos reductores totales expresados en lactosa anhidra		70,0% p/p	50,0% p/p		48,0% p/p	
Ácido láctico	2,2% p/p					
pH de la solución al 10%			6,0 a 7,0		6,0 a 7,0	
Acidez titulable, expresada en ácido láctico					0,3% p/p	
Acidez de la materia grasa					0,40 mg. de KOH/ g. de materia grasa.	
Contenido de aminoácidos libres						
<i>Ácido glutámico</i>					50 mg/ 100 g	
<i>Prolina</i>					20 mg/ 100 g	
<i>Glicina, Alanina, Cistina, Valina, Metionina, Leucina, Isoleucina, Tirosina, Fenilalanina, Histidina, Lisina y/o Arginina</i>					10 mg/ 100 g como contenido individual para cada aminoácido.	

Anexo VII - Unidades de medida para categorías de impacto

Categoría de Impacto	Unidad	Significado
Calentamiento global	kg CO ₂ eq	Cantidad equivalente de Dióxido de Carbono emitido
Adelgazamiento capa O ₃	kg CFC ₁₁ eq	Cantidad equivalente de sustancias Clorofluorocarbonadas emitidas
Formación O ₃ - vegetales	m ² .ppm.h	Superficie de vegetación expuesta a ozono por unidad de tiempo
Formación O ₃ - humanos	person.ppm.h	Personas expuestas a ozono por unidad de tiempo
Acidificación del suelo	m ²	Superficie de suelo expuesto a las sustancias acidificantes.
Eutrofización terrestre	m ²	Superficie de suelo expuesto a las sustancias eutrofizantes.
Eutrofización acuática (N)	kg N	Cantidad de Nitrógeno emitido al agua
Eutrofización acuática (P)	kg P	Cantidad de Fósforo emitidos al agua
Toxicidad humana x aire	person	Personas expuestas a toxicidad
Toxicidad humana x agua	m ³	Volumen de agua que expone a personas a toxicidad
Toxicidad humana x suelo	m ³	Volumen de suelo que expone a personas a toxicidad
Ecotoxicidad crónica de agua	m ³	Volumen de agua que expone al ambiente a toxicidad crónica
Ecotoxicidad aguda de agua	m ³	Volumen de agua que expone al ambiente a toxicidad aguda
Ecotoxicidad crónica de suelo	m ³	Volumen de suelo que expone al ambiente a toxicidad crónica
Residuos Peligrosos	kg	Cantidad de residuos peligrosos generados
Escorias/cenizas	kg	Cantidad de escorias/cenizas generadas
Residuos voluminosos	kg	Cantidad de residuos voluminosos generados
Residuos radiactivos	kg	Cantidad de residuos radioactivos generados
Uso de recursos	PR2004	Cantidad de reservas por persona (para el año 2004) utilizados

Anexo VIII – Proceso de revisión del trabajo

Se entregó una versión preliminar del informe a un grupo de referentes que aceptaron ser revisores. Se les pidió que expresaran su opinión sobre el estudio desde las perspectivas: metodológica (metodología del ACV), técnica (sector lácteo, destinos para el subproducto suero) y comunicativa (redacción, claridad, estructura del texto).

	Revisores	¿Respondió?
1	Sueli Oliveira. Experta en ACV; integrante de la Fundación Espacio ECO (BASF, Brasil).	SÍ
2	Leila Schein, Liliana Saucedo y otros. Departamento de Ciencias Básicas, Universidad de Luján.	SÍ
3	Ángel Ramírez. Experto en ACV de subproductos de origen animal. Escuela Superior Politécnica del Litoral – Ecuador.	SÍ
4	Javier Baudino. Presidente Asociación de pequeñas y medianas industrias lácteas (Apymel Cba).	NO
5	Valeria Espinosa y equipo. INTI Centro Lácteos Buenos Aires.	SÍ
6	Erica Schmidt y equipo. INTI Centro Lácteos Rafaela.	SÍ
7	Alfredo Gadara, Escuela Superior Integral de Lechería (ESIL) Villa María.	NO

La mayoría de las observaciones recibidas fueron consideradas para la elaboración de esta nueva versión, aunque por distintos motivos algunas no pudieron ser incluidas. Las carencias, omisiones u errores del informe son responsabilidad de los autores.