

# » VALORIZACIÓN DEL LACTOSUERO

COMPILACIÓN GRACIELA MUSET Y MARÍA LAURA CASTELLS



## TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA

### Instituto Nacional de Tecnología Industrial

Gerencia de Cooperación Económica e Internacional

INTI-Lácteos

# Valorización del lactosuero



## TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA

### **Instituto Nacional de Tecnología Industrial**

Gerencia de Cooperación Económica e Internacional

INTI-Lácteos

Valorización del lactosuero / Pablo Juliano ... [et al.] ; compilado por Graciela Blanca Muset ; María Laura Castells ; prólogo de Pablo Juliano ; Graciela Blanca Muset. - 1a ed. - San Martín : Instituto Nacional de Tecnología Industrial - INTI, 2017.

Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online

ISBN 978-950-532-341-8

1. Industria Láctea. I. Juliano, Pablo II. Muset, Graciela Blanca, comp. III. Castells, María Laura, comp. IV. Juliano, Pablo, prolog. V. Muset, Graciela Blanca, prolog.

CDD 338.1762142

*Agradecemos a las empresas e instituciones participantes de todos los países involucrados, especialmente a las firmas APYMEL, Lácteos Don Hover SRL, Lácteos La Familia, Marcelo Festa, Lácteos Aurora y Lácteos JaviFer.*





## Autores e instituciones participantes

---

### ARGENTINA

*Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI):*

Marcelo A. González

María Laura Castells

Juan Di Risio

### AUSTRALIA

*Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO):*

Pablo Juliano

Rodolfo García Flores

### BRASIL

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA):*

Amauri Rosenthal

Caroline Mellinger Silva

Ana Cristina Richther Krolow

Rosangela Zoccal

Eduardo Walter

André Dutra

### COLOMBIA

*Universidad Libre:*

Ilba Burbano Caicedo

Clara Gilma Gutiérrez Castañeda

Ricardo Quintero Peñaranda

Ricardo Simancas Trujillo

*Corporación Colombiana de Investigación*

*Agropecuaria – CORPOICA:*

Yesid Avellaneda Avellaneda

*Consejo Nacional Lácteo – CNL:*

Pedro Valderrama Salazar

*Universidad Nacional de Colombia:*

José Uriel Sepúlveda Valencia

Luis Felipe Gutiérrez Álvarez

### URUGUAY

*Unidad de Innovación en Tecnología de Alimentos – UITA*

Tomás López

Santiago Jorcin

Marcelo Miraballes

Consultor

Carlos Mattos



# Índice

---

<b>PRESENTACIÓN</b>	9
<b>INTRODUCCIÓN</b>	
ESCENARIO Y POSIBILIDADES DEL LACTOSUERO	11
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	14
<b>CAPÍTULO 1</b>	
EL SUERO DE QUESERÍA	15
1.1 Caracterización	15
1.1.1 Carbohidratos	17
1.1.2 Proteínas solubles	17
1.1.3 Minerales y vitaminas	18
1.2 Calidad de suero	19
1.3 Referencias bibliográficas	21
<b>CAPÍTULO 2</b>	
ALTERNATIVAS DE VALORIZACIÓN DE SUEROS DE QUESERÍA	23
2.1 Quesos de suero	25
2.1.1 Queso Ricota	26
2.1.2 Queso tipo Brocciu	27
2.1.3 Brown cheeses (quesos marrones)	27
2.2 Bebidas a base de suero	28
2.3 Suero concentrado líquido	30
2.4 Ingredientes	32
2.5 Producción de biogás en tambos queseros	35
2.6 El suero para la alimentación animal	40
2.7 Criterios para agregar valor al suero	41
2.8 Referencias bibliográficas	44
<b>CAPÍTULO 3</b>	
PROCESAMIENTO: SELECCIÓN DE TECNOLOGÍAS	47
3.1 Producción de bebidas a base de suero	48

3.1.1 Bebidas no fermentadas	48
3.1.2 Bebidas fermentadas	51
3.2 Concentración y secado del suero	55
3.3 Referencias bibliográficas	59
<b>CAPÍTULO 4</b>	
<b>ALIMENTACIÓN ANIMAL</b>	61
4.1 Lactosuero líquido	62
4.1.1 Lactosuero como agua de bebida	62
4.1.2 Lactosuero como aditivo o ingrediente de ensilajes	62
4.1.3 Lactosuero como ingrediente en la elaboración de dietas	63
4.1.4 Lactosuero sustituto lácteo para la crianza animal	63
4.2 Permeado	63
4.3 Producción de biomasa microbiana	64
4.3.1 Preparación del sustrato para biomasa y suministro a comederos	65
4.4 Especificaciones de calidad del lactosuero	65
4.5 Conclusiones y perspectivas	65
4.6 Referencias bibliográficas	66
<b>CAPÍTULO 5</b>	
<b>ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS, LOGÍSTICOS Y NORMATIVOS PARA LA CREACIÓN DE LA CADENA DE VALOR DEL SUERO DE QUESERÍA</b>	71
5.1 Asociatividad y mejoramiento económico	72
5.1.1 Asociatividad en Argentina, Brasil, Colombia y Uruguay	73
5.2 Políticas públicas para el desarrollo de la industria láctea	77
5.2.1 Políticas públicas en Argentina, Brasil, Colombia y Uruguay	78
5.3 Política ambiental como impulsora de la revalorización del suero de quesería	82
5.3.1 Política ambiental en Argentina, Brasil, Colombia y Uruguay	83
5.4 Modelos para toma de decisión en la valorización del lactosuero	87
5.4.1 Modelo de DIAL	87
5.4.2 Modelo del proyecto financiado por AusAID	87
5.5 Referencias bibliográficas	90
<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b>	91
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	92

## Presentación

---

Este manual fue elaborado en el marco de un proyecto financiado por la Agencia Internacional Australiana para el Desarrollo (AusAID), bajo el Departamento de Asuntos Internacionales y Comercio (DFAT), a partir de datos relevados entre los años 2012 y 2016. El proyecto “Fortalecimiento de las comunidades vulnerables en Argentina, Brasil, Colombia y Uruguay”, coliderado por la Agencia Nacional de Investigación Australiana (CSIRO, por sus siglas en inglés) y el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) de Argentina, vinculó a instituciones del sector público, académico e industrial de Australia, Argentina, Brasil, Colombia y Uruguay con los siguientes objetivos:

- Comprender en detalle el escenario actual de producción y uso del suero en regiones específicas de los países involucrados.
- Evaluar los posibles usos del suero para su valorización de acuerdo a la tecnología disponible.
- Utilizar modelos de índole económico y logístico como herramientas de planeamiento de cadenas de valor de lactosuero.
- Contribuir a realizar recomendaciones de los usos del suero, basadas en aspectos económicos y tecnológicos, incluyendo volúmenes y calidad disponible en la región.

“Valorización del lactosuero” es el resultado de la investigación desde una construcción colaborativa entre varias instituciones de la región, conjuntamente con el CSIRO de Australia. Las instituciones que participaron son el INTI, mediante su Centro de Investigaciones Tecnológicas de la Industria Láctea (INTI-Lácteos, Argentina); la Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria (EMBRAPA) y sus secciones Tecnología de Alimentos y Ganado de Leche (Brasil); la Universidad Libre (Colombia); la Universidad Nacional de Colombia; el Consejo Nacional Lácteo (CNL) de Colombia; la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA); la Unidad de Innovación en Tecnología de los Alimentos (UITA) de Uruguay y consultores asociados al proyecto.

El primer capítulo del manual cuenta con una breve descripción del suero de quesería, como tipos de suero, calidad y otras características. Las alternativas para la valorización del suero se incluyen en el capítulo 2; y los capítulos 3 y 4 desarrollan más en detalle el procesamiento de suero para la producción de ricota, bebidas, suero concentrado y suero en polvo, así como las prácticas corrientes e innovadoras para su uso en alimentación animal. Se concluye con el capítulo 5 haciendo hincapié en la importancia del asociativismo entre queseros para tener éxito en la creación de una cadena de valorización del suero. También se describen los modelos económicos que pueden ayudar a tomar la decisión de unirse a dicha cadena así como los aspectos legales y ambientales relacionados con su utilización.

El manual está dirigido a pequeños y medianos productores de queso, técnicos y profesionales del sector, instituciones de educación y autoridades gubernamentales con el propósito de brindar una herramienta que contribuya a reflexionar, aportar conocimientos y mejorar la utilización del lactosuero, tanto en los países involucrados en el proyecto como en otros países de Sudamérica y el mundo. Optimizar su manipulación impulsará un progreso social y económico de las regiones queseras, a través de emprendimientos locales que permitan el desarrollo regional y la generación de empleo. El apoyo de las instituciones gubernamentales en la elaboración de productos con suero de alto valor nutricional es un vehículo de ayuda para mejorar programas de alimentación y nutrición de varios sectores de la población en desventaja económica de la región.

**Dr. Graciela Muset PhD**

Gerente

Cooperación Económica e Institucional

INTI

Argentina

**Dr. Pablo Juliano PhD MBA BSc**

Investigador Principal

Bioproducts Supply Chain

CSIRO

Australia

# INTRODUCCIÓN

## ESCENARIO Y POSIBILIDADES DEL LACTOSUERO

---

### Autores:

MARCELO A. GONZÁLEZ

PABLO JULIANO

TOMÁS LÓPEZ

AMAURO ROSENTHAL

ILBA BURBANO CAICEDO

ROSANGELA ZOCCAL

PEDRO VALDERRAMA SALAZAR

SANTIAGO JORCIN

---

La utilización del suero se remonta a 7 mil años atrás, cuando era utilizado con propósitos medicinales, como el tratamiento de infecciones, cicatrización de heridas, enfermedades estomacales (Hipócrates 460 AC), así como en la preparación de bebidas funcionales (siglo XVII), tales como sopas y mantecas de suero. Sin embargo, en la edad moderna comenzó a ser considerado por los queseros como un desperdicio y en una problemática para el medio ambiente. Afortunadamente, en la segunda mitad del siglo XX varios logros tecnológicos permitieron transformar este producto de bajo valor en una valiosa materia prima.

En Sudamérica, el 50% de las queserías son pequeñas y medianas empresas (pymes) que procesan menos de 10 mil litros de leche por día. Específicamente en Argentina, Brasil, Colombia y Uruguay se estima que anualmente se generan alrededor de 17 mil millones de litros de suero provenientes de estas empresas (Tabla 1), constituyendo una importante fuente nutricional ya que en su composición incluye un completo perfil de minerales, proteínas de alto valor biológico y una fuente significativa de hidratos de carbono para la población.

En el año 2012, la producción de leche en Argentina fue de aproximadamente 11.338 millones de litros, de los cuales el 67% fue procesado por grandes empresas y el 33% restante por pymes. El 41% de la producción de leche se destinó a la elaboración de quesos (MinAgri 2012), generando un total de 4.015 millones de litros de suero por año, de los cuales solamente el 45% fue procesado para la obtención de productos con valor agregado —fundamentalmente por grandes empresas— mientras que el resto se utilizó para alimentación animal o vertido como efluente líquido.



En Brasil, la producción de leche fue alrededor de 33.400 millones de litros en 2013, de los cuales 24 mil millones fueron remitidos a las industrias y 9.400 millones procesados en pequeños establecimientos artesanales. Se estima que el 26% de la leche que pasa por las industrias se destina a quesos y el 70% de la leche informal es transformada en quesos artesanales. De ese proceso, se generan alrededor de 10.500 millones de litros de suero por año.

En el año 2012, la producción total de leche en Uruguay fue de 2.100 millones de litros. Las empresas grandes procesan el 96% de la leche dejando solo el 4% a las pymes. La producción de quesos abarca el 35%, de la leche producida, generando aproximadamente 625 millones de litros de suero (no incluye quesería artesanal). Dado que la gran industria es la principal procesadora de lácteos, la mayoría del suero ingresa a la cadena de valor, pero de todas formas sigue existiendo una población de pymes con dificultades al acceso de esta cadena.

En el caso de Colombia, la producción de leche en el año 2013 fue de aproximadamente 6.772 millones de litros. Se estima que solamente un 45% de la leche se procesó en productos por canales formales registrados. El 35% del total de la producción de leche fue destinado a la elaboración de quesos, generando un total de 2.033 millones de litros de suero por año, de los cuales se estima que el 70% se utilizó como alimentación animal o fue vertido como efluente líquido.

País	Producción anual de leche (millones de litros por año)	Producción de queso (% del total de leche)	Suero generado (millones de litros por año)	Estimado de suero a alimentación animal o vertido a efluente (% estimado)
Argentina	11.338	41	4.015	55
Brasil	33.400	38	10.500	49
Colombia	6.772	35*	2.033	70
Uruguay	2.100	35	625	20

\*formal e informal

Tabla 1. Producción anual de leche y suero a alimentación animal o vertido al medio ambiente en países seleccionados (2012-2013).

Las empresas de mayor volumen suelen procesar el suero que generan, dedicándose principalmente a la elaboración distintos tipos de ingredientes de alto valor agregado, combinando procesos de separación, desmineralización y secado. Los destinos principales de estos productos son aditivos en lácteos (yogures y postres), panificados, bebidas, embutidos y otros alimentos, así como insumos para el fraccionamiento y la obtención de productos farmacéuticos y/o alimenticios de mayor valor agregado, tales como lactosa y proteínas, abasteciendo tanto al mercado interno como externo (Latinoamérica, Sudeste Asiático y algunos destinos de África).

En el caso de las pymes queseras, el suero generado es comúnmente utilizado para alimentación animal, o bien, desechado como efluente líquido, provocando un incremento de los niveles de contaminación ambiental en las zonas cercanas a las fábricas. De esta manera, se desaprovecha una importante fuente de proteínas y de macro y micronutrientes que pueden emplearse como alimento humano. Algunas queserías producen ricota como alternativa de uso del suero dulce, aprovechando solamente las propiedades nutricionales de las proteínas, no así sus propiedades funcionales debido a la desnaturalización por parte del proceso.

El lactosuero es una excelente fuente de nutrientes, pero una vez vertido es un producto fuertemente contaminante del medio ambiente. A modo de ejemplo, mil litros de lactosuero generan aproximadamente 35 kg de demanda biológica de oxígeno (DBO) y cerca de 68 kg de demanda química de oxígeno (DQO). Esta fuerza contaminante es equivalente a la de las aguas negras producidas en un día por 500 personas (cálculo equivalente habitante Directiva 91/271/CEE).

En este documento se presentan algunos posibles usos del lactosuero en función de los volúmenes diarios que puedan generarse en un determinado clúster de industrias queseras. Para lograr estos objetivos es esencial desterrar el concepto del lactosuero como desperdicio y focalizarse en éste como un valioso sub producto de la elaboración de diversos productos lácteos. Su aprovechamiento presenta un futuro prometedor tanto para cubrir programas de atención nutricional, como para el desarrollo de productos lácteos de valor agregado.

Para poder abordar su procesamiento y obtener productos de valor agregado es imprescindible que las empresas trabajen sobre la calidad del suero generado, la concientización sobre la preservación del medio ambiente, el acceso a tecnologías de agregado de valor y conductas que permitan reducir las barreras para lograr soluciones asociativas entre pymes queseras de un mismo clúster.

En países como Argentina, Brasil, Colombia, y Uruguay existen pequeñas queserías artesanales que transforman bajos volúmenes de leche en queso (de 50 a 500 l/día) generando, a su vez, pequeñas cantidades de suero. Su dispersión geográfica en el territorio y el acceso a los caminos no justificaría el transporte en términos de distancia, tiempo y calidad; por eso en estos casos se vuelve relevante buscar soluciones alternativas de índole sencilla y de bajo costo que permitan generar valor agregado en el propio microemprendimiento.

Teniendo en cuenta que, en Latinoamérica, aproximadamente un 20% de la población vive por debajo de la línea de pobreza y presenta diferentes grados de deficiencias alimentarias, destinar el lactosuero a la alimentación animal y no incorporarlo al circuito de alimentación humana sería desaprovechar el suero como opción para que esta importante fuente nutricional pueda ser utilizada como alimento para las comunidades más desfavorecidas. Es importante resaltar que mil litros de lactosuero contienen 9 kg de proteína de alto valor biológico, 50 kg de lactosa y 3 kg de grasa de leche, esto equivale a los requerimientos diarios de proteína para 130 personas y de energía para más de 100 personas.

Los siguientes capítulos muestran distintas alternativas orientadas a las pymes queseras para aumentar la rentabilidad del suero generado a partir de su procesamiento, cómo obtener productos de mayor valor agregado para abastecer el mercado interno o internacional, minimizando el impacto ambiental que genera su vuelco. En este manual se considera únicamente la utilización del suero proveniente de la elaboración de quesos con leche de vaca, dado su mayor volumen e impacto a nivel regional.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Associação Brasileira das Indústrias de Queijo. ABIQ. São Paulo, 2014. Disponible en: <http://www.abiq.com.br/>
- Consejo Nacional Lácteo. Información Sectorial, Inventario Ganadero y Producción de Leche – ENA 2012 – 2015 (Encuesta Nacional Agropecuaria de Colombia). [en línea] Disponible en: [http://www.cnl.org.co/index.php?option=com\\_remository&Itemid=&func=startdown&id=958](http://www.cnl.org.co/index.php?option=com_remository&Itemid=&func=startdown&id=958)
- Estadísticas del Sector Lácteo, serie de trabajos especiales N° 313, Setiembre 2013, Estadísticas Agropecuarias (DIEA). Disponible en: <http://www.mgap.gub.uy>
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Trimestral do Leite. IBGE. Rio de Janeiro, 2014. Disponible en: <http://www.sidra.ibge.gov.br/>
- Subsecretaría de Lechería. Estadísticas; Destino de la producción nacional (millones de litros por año 1983-2015). En: Ministerio de Agroindustria Presidencia de la Nación [en línea]. 2016 [Consulta 20 julio 2016]. Disponible en: [http://www.agroindustria.gob.ar/site/\\_subsecretaria\\_de\\_lecheria/lecheria/03-Estadisticas/\\_02\\_industrial/index.php](http://www.agroindustria.gob.ar/site/_subsecretaria_de_lecheria/lecheria/03-Estadisticas/_02_industrial/index.php)

# CAPÍTULO 1

## EL SUERO DE QUESERÍA

---

### Autores:

MARCELO GONZÁLEZ

MARÍA LAURA CASTELLS

CAROLINE MELLINGER SILVA

PABLO JULIANO

JOSÉ URIEL SEPULVEDA

---

### 1.1 CARACTERIZACIÓN

Se denomina suero de quesería o lactosuero a aquella sustancia líquida que se obtiene como resultado de la separación del coágulo de leche en la elaboración de queso, luego de la precipitación de la caseína.

Se define por ser un líquido fluido, de color verdoso amarillento, turbio (Figura 1.1). De acuerdo, principalmente, al tipo de coagulación utilizada en la elaboración del queso, se obtienen dos tipos de sueros bien diferenciados: el suero dulce, a partir de la coagulación enzimática; y el suero ácido, alcanzado por coagulación mixta o láctica, con la adición o no, de ácidos orgánicos o minerales.



Figura 1.1 Suero líquido

---

El suero dulce, que tiene un pH entre 5.8 y 6.6, se obtiene por acción de enzimas coagulantes sobre la caseína de la leche. El suero ácido resulta del proceso de fermentación con agregado de ácidos orgánicos o minerales para coagular la caseína, disminuyendo el valor del pH hasta 4.0. En la Tabla 1.1 se detalla la composición del suero dulce y ácido proveniente de la elaboración de quesos con leche de vaca y parámetros de pH, acidez y cenizas. Entre las dos categorías mencionadas en la Tabla 1.1 existen sueros de mediana acidez (pH 5,2 – 5,8) tales como el suero de ricota. La Tabla 1.2 ejemplifica la diferencia composicional entre los distintos tipos de suero.

Tipo de Coagulación	Tipo de suero	Ejemplos de quesos	pH	Acidez titulable (g ácido láctico/l)	Cenizas (g/l)
Enzimática	dulce	Cheddar, mozzarella, quesos duros, quesos semiduros	5,8 - 6,6	1 – 2	4,0
Mixta o láctica	ácido	Cottage, crema	4,0 - 5,2	4 – 6	7,0

Tabla 1.1 Parámetros de pH, acidez y cenizas del suero dulce y ácido (adaptado de Keith Glewis, FoodPlus Technical Consultant, 2014).

Componentes (g/l)	Suero ácido de cuajada láctica	Suero dulce de queso Gouda
Sólidos totales	65	65
Proteína	6.0	6.2
NNP*	2.2	2.4
Lactosa	40.0	47.0
Materia grasa	0.3	0.5
Calcio	1.6	0.6
Fósforo	1.0	0.7
pH	4.5	6.4

\*Nitrógeno no proteico

Tabla 1.2 Ejemplos de composición de suero ácido y dulce (Dr J N de Wit Lectures Handbook on Whey and Whey Products 2001).

El lactosuero representa cerca del 90% del volumen de la leche y contiene aproximadamente el 55% de sus nutrientes. Entre los más abundantes se encuentran: lactosa (45 - 50 g/l), proteínas solubles (6 - 8 g/l), lípidos (4 - 5 g/l) y sales minerales (4 - 6 g/l). La Figura 1.2 muestra la gran cantidad de nutrientes y componentes que contiene el suero de queso y su potencial como fuente de nutrición y para la obtención de productos de alto valor agregado. A continuación se describen en más detalle los componentes mayoritarios en el suero.

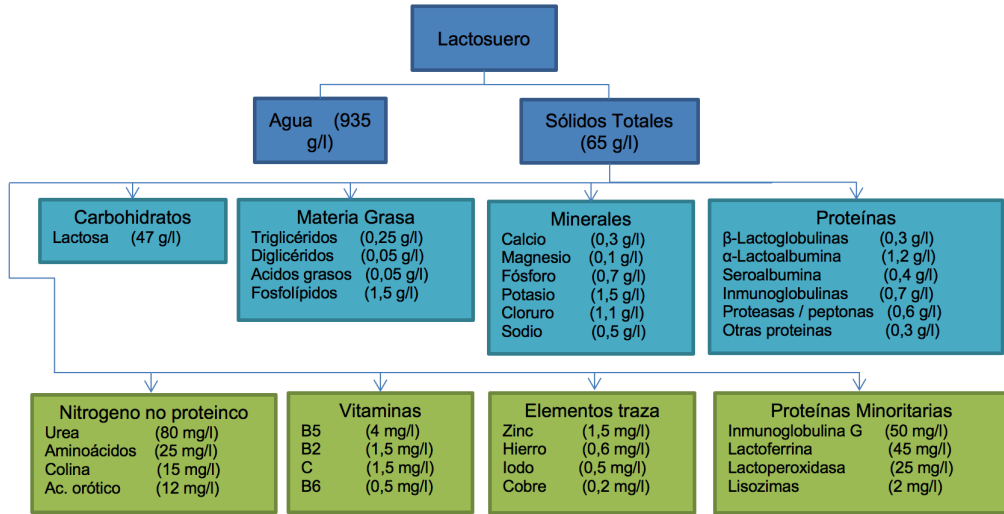


Figura 1.2 Composición aproximada del suero de queso Gouda (Dr J N de Wit Lectures Handbook on Whey and Whey Products 2001).

### 1.1.1 Carbohidratos

La lactosa es el componente mayoritario del lactosuero después del agua. Representa alrededor del 70% de los sólidos totales y, junto a la presencia de otros nutrientes, constituye una excelente materia prima para la elaboración de productos de alto valor agregado y bioprocesos, a través del uso de la biotecnología (por ejemplo, generación de biomasa). Presenta una baja solubilidad y dulzura comparado con otros carbohidratos. La mayor parte de este azúcar puede ser recuperado a partir de procesos de filtración. Se usa como ingrediente alimenticio en fórmulas infantiles, excipiente en la industria farmacéutica y en la producción de derivados de la lactosa, tales como lactulosa, lactitol, ácido lactobiónico, lactosil urea, galacto-oligosacáridos y lactosacarosa. Además, se la considera una excelente fuente de energía dentro de las funciones aportadas al organismo en lo que refiere al crecimiento, desarrollo y nutrición.

### 1.1.2 Proteínas solubles

Es el componente de mayor importancia nutricional, representa aproximadamente el 12% de los sólidos totales en el suero, presentando propiedades químicas, físicas y funcionales muy adecuadas para ser utilizadas en alimentación, medicina y farmacología. Se distinguen diferentes tipos de proteínas, siendo la β-lactoglobulina su principal componente con cerca del 50% y α-lactoalbúmina con 20% de las proteínas solubles del suero; además, contiene otras proteínas como inmunoglobulinas, seroalbúmina bovina y otras menores como la lactoferrina, lactoperoxidasa, y los glicomacropéptidos. El nitrógeno no proteico representa entre el 15 y el 20% del nitrógeno total.

Las proteínas del lactosuero contienen altos niveles de aminoácidos como triptófano, lisina y aminoácidos azufrados (cisteína, metionina y glutatión) que le imparten un alto valor nutricional. Estas proteínas son altamente valoradas por su composición y digestibilidad, por lo que se las considera nutricionalmente superiores a las proteínas de origen vegetal. Además, contienen aminoácidos esenciales en cantidades adecuadas, lo que permite cumplir con una correcta síntesis de tejidos en el organismo. Son definidas como proteínas rápidas, es decir, que tienen mayor velocidad de asimilación y utilización de la proteína consumida y absorbida por el organismo. Cuanto mayor es la velocidad, la calidad de la proteína es superior, en consecuencia, la digestibilidad es mayor.

Dichas proteínas están tomando gran relevancia en la industria de alimentos por su gran valor nutricional y como fuente de aminoácidos. Los péptidos bioactivos son secuencias de aminoácidos obtenidos por hidrólisis de la proteína, capaces de ejercer diferentes efectos biológicos específicos sobre el sistema inmune, el sistema cardiovascular o el tracto gastrointestinal. Estos compuestos encontraron aplicaciones interesantes en la industria farmacéutica. Además, se ha descrito que estos péptidos y proteínas pueden tener efectos antibacterianos o antivirales.

Por otro lado, hay que destacar sus excelentes propiedades funcionales (Tabla 1.3) lo que las convierte en un interesante ingrediente alimenticio. Entre éstas se destacan su solubilidad (aún a bajo pH), la capacidad para absorber y fijar el agua, la gelatinización y sus capacidades emulsionantes y espumantes. Además, disponen de una buena capacidad para aumentar la viscosidad, lo que permite estabilizar emulsiones en productos horneados.

Las proteínas del suero son bien conocidas como reemplazantes de proteínas del huevo en productos de confitería y panadería, también son usadas como ingredientes funcionales y como aporte de sólidos lácteos en alimentos. Además, se utilizan en alimentación infantil, tercera edad y productos para deportistas por sus propiedades nutricionales; para la fabricación de bebidas fermentadas y no fermentadas; en la confección de barras de cereales; en productos cárnicos como embutidos; y en una gran variedad de sopas y salsas.

### 1.1.3 Minerales y vitaminas

El lactosuero es rico en potasio, calcio, fósforo, sodio y magnesio. Se encuentra en forma altamente ionizada y proveen las condiciones electrostáticas que estabilizan las proteínas del suero. Cuenta también con vitaminas del grupo B (tiamina, ácido pantoténico, riboflavina, piridoxina, ácido nicotínico y cobalamina) y ácido ascórbico. Estos componentes son importantes en las dietas alimenticias para el crecimiento de infantes, por su aporte al desarrollo y fortalecimiento de la estructura ósea y tejidos.

Tipo de componente	Componentes individuales	Propiedades	Usos
Proteínas mayoritarias	$\beta$ -Lactoglobulina	Estabilizantes de espumas	Confitería, panadería, embutidos
	$\alpha$ -Lactoalbúmina	Propiedades gelificantes	Formulas infantiles y nutracéuticos
	Seroalbumina bovina	Espumante	Productos como merengue
	Inmunoglobulinas	Emulsionantes	Alimentos funcionales
	Enlaces con lípidos		
Proteínas minoritarias	Composición en aminoácidos		
	Afinidad por receptores glicosilados		
	Efecto inmunoregulatorio		
	Lactoferrina	Actividad antimicrobiana	Farmacéutica
	Lactoperoxidasa	Efecto bactericida	Fórmulas infantiles
	Factores de crecimiento (GFs)	Promotores de utilización del hierro	Aplicaciones nutracéuticas
	Péptidos bioactivos	Actividad antihipertensiva	Ingredientes bioactivos en suplementos alimentarios
	Caseinmacropeptidos	Actividad antitrombótica, antienvejecimiento	Cuidado de la piel y salud bucal

Tabla 1.3 Propiedades funcionales y usos de las proteínas del lactosuero (adaptado de Tamime A. Y. 2013. Membrane processing. Dairy and beverages applications. Blackwell Publishing Ltd. Capítulo 9, Whey processing).

## 1.2 CALIDAD DE LACTOSUERO

La calidad composicional e higiénico sanitaria del lactosuero es un factor fundamental a considerar para su utilización en la elaboración de productos e ingredientes. La calidad de leche utilizada, así como su manejo e higiene en la elaboración del queso determinan las características del suero.

La composición del suero varía según:

- Estacionalidad de la leche.
- Prácticas de manejo de la vaca: involucra etapas de lactación, alimentación, sanidad y raza.
- Proceso de elaboración del queso: incluye el tipo de tratamiento térmico aplicado a leche, el uso de cloruro de calcio, el empleo de cultivos bacterianos (mesófilo o termófilo), el tipo de coagulación (ácida, enzimática o mixta), el coagulante utilizado (microbiano, pepsina/quimosina, quimosina, entre otros) y el uso de aditivos.



Para la utilización del suero como materia prima en la elaboración de ingredientes y productos de consumo directo (capítulo 3), es necesario que el suero cumpla con determinados parámetros de calidad. Dependiendo del proceso posterior y el producto que sea elaborado, algunos parámetros pueden variar. En líneas generales un suero dulce deseado debería cumplir con los siguientes requerimientos:

- pH entre 6,0 y 6,6 (algunas empresas requieren 6,3 como mínimo).
- Contenido de proteína mínimo 0,7 g/100 g.
- Materia grasa 0.05%.
- Partículas de queso o finos de caseína <0,02%.
- Nitrato <3 ppm.
- Nitrito <1 ppm.
- Sin agregado de cloruro de sodio.
- Ausencia de colorantes.
- Antibiótico negativo.
- Peróxido negativo.
- Recuento total <10.000 ufc/ml.
- Recuento de termoresistentes <1.000 ufc/ml.
- Coliformes <50 ufc/ml.
- Bacillus cereus <1 ufc/ml.
- Anaerobios sulfitos reductores <1 ufc/ml.

Una vez completado el proceso de elaboración del queso, el lactosuero debe ser filtrado, pasteurizado (72°C, 15 s) y almacenado en condiciones adecuadas de inocuidad a temperaturas menores a 6°C por un período no mayor a 24 horas (Figura 1.3). El descremado es opcional según el uso final del lactosuero. De llevarse a cabo esta etapa debería ser posterior al filtrado. Existe también la opción de su uso inmediato, como se encuentra descripta en el capítulo 3 para la elaboración de bebidas fermentadas y no fermentadas.

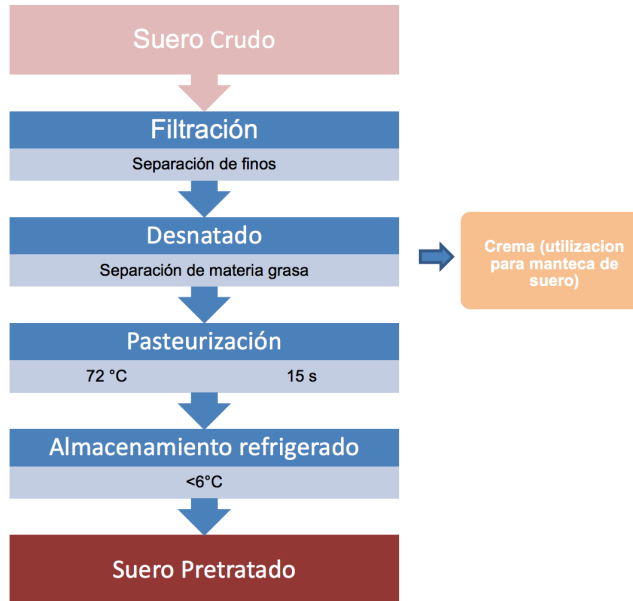


Figura 1.3 Obtención de suero pretratado

Existen otros usos del suero, como la producción de biogás o la alimentación animal, en estos casos los requerimientos de calidad son menos exigentes (capítulos 2 y 4). El capítulo siguiente describe en términos generales las opciones existentes para la valorización del suero.

### 1.3 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baró, L., y otros. 2001. Péptidos y preteínas de la leche con propiedades funcionales. Facultad de Farmacia. Universidad de Granada. España : s.n., 2001. Vol. 42, 3-4, págs. 135-145.
- Bebida fermentada de suero de queso fresco inoculada con *Lactobacillus casei*. Londoño, U. M., y otros. 2008. 1, Medellín : s.n., 2008, Rev. Facultad Nacional de Agronomía, Vol. 61, págs. 4409-4421.
- Bioactivity of probiotic whey cheese: characterization of the content of peptides and organic acids. Madureira, A. R., y otros. 2013. 6, April de 2013, Journal of the Science of Food and Agriculture, Vol. 93, págs. 1458–1465. DOI: 10.1002/jsfa.5915.
- Bioutilisation of whey for lactic acid production. Panesar, P. S., y otros. 2007. 1, 2007, Food Chemistry, Vol. 105, págs. 1–14. doi:10.1016/j.foodchem.2007.03.035.
- Fermentation of lactose to bio-ethanol by yeasts as part of integrated solutions for the valorisation of cheese whey. Guimarães, P. M. R., Teixeira, J. A. y Domingues, L. 2010. 3, 2010, Biotechnology Advances, Vol. 28, págs. 375-384. doi:10.1016/j.biotechadv.2010.02.002

- Jelen, P. Whey processing: utilization and products. H. Roginski, JW Fuquay and PF Fox (eds.), 2003, p. 2739-2745.
- Lactosuero: Importancia en la industria de alimentos. Parra, R. 2009. 62, Medellin : s.n., 2009, Revista Facultad Nacional de Agronomía, Vol. 1, págs. 4967-4982.
- Use of immobilised biocatalysts in the processing of cheese whey. Kosseva, M. R., y otros. 2009. 5, 1 de Diciembre de 2009, International Journal of Biological Macromolecules, Vol. 45, págs. 437–447. doi:10.1016/j.ijbiomac.2009.09.005.
- Whey protein–maltodextrin conjugates as emulsifying agents: An alternative to gum arabic. Akhtar, M. y Dickinson, E. 2007. 4, 2007, Food Hydrocolloids, Vol. 21, págs. 607–616. doi:10.1016/j.foodhyd.2005.07.014.

## CAPÍTULO 2

# ALTERNATIVAS DE VALORIZACIÓN DE SUEROS DE QUESERÍA

---

### Autores:

MARÍA LAURA CASTELLS

MARCELO GONZÁLEZ

CARLOS MATTOS

PABLO JULIANO

CAROLINE MELLINGER SILVA

JOSÉ URIEL SEPULVEDA

SANTIAGO JORCÍN

ANA CRISTINA KROLOW

JUAN DI RISIO

TOMÁS LÓPEZ

---

Existen varias opciones tecnológicas para la utilización del suero de quesería tanto a través de su estabilización, fraccionamiento, transformación como recombinación. La Figura 2.1 presenta un esquema global con la amplia gama de productos que pueden obtenerse directa o indirectamente a partir del suero de quesería, de acuerdo a las tecnologías aplicadas para su obtención.

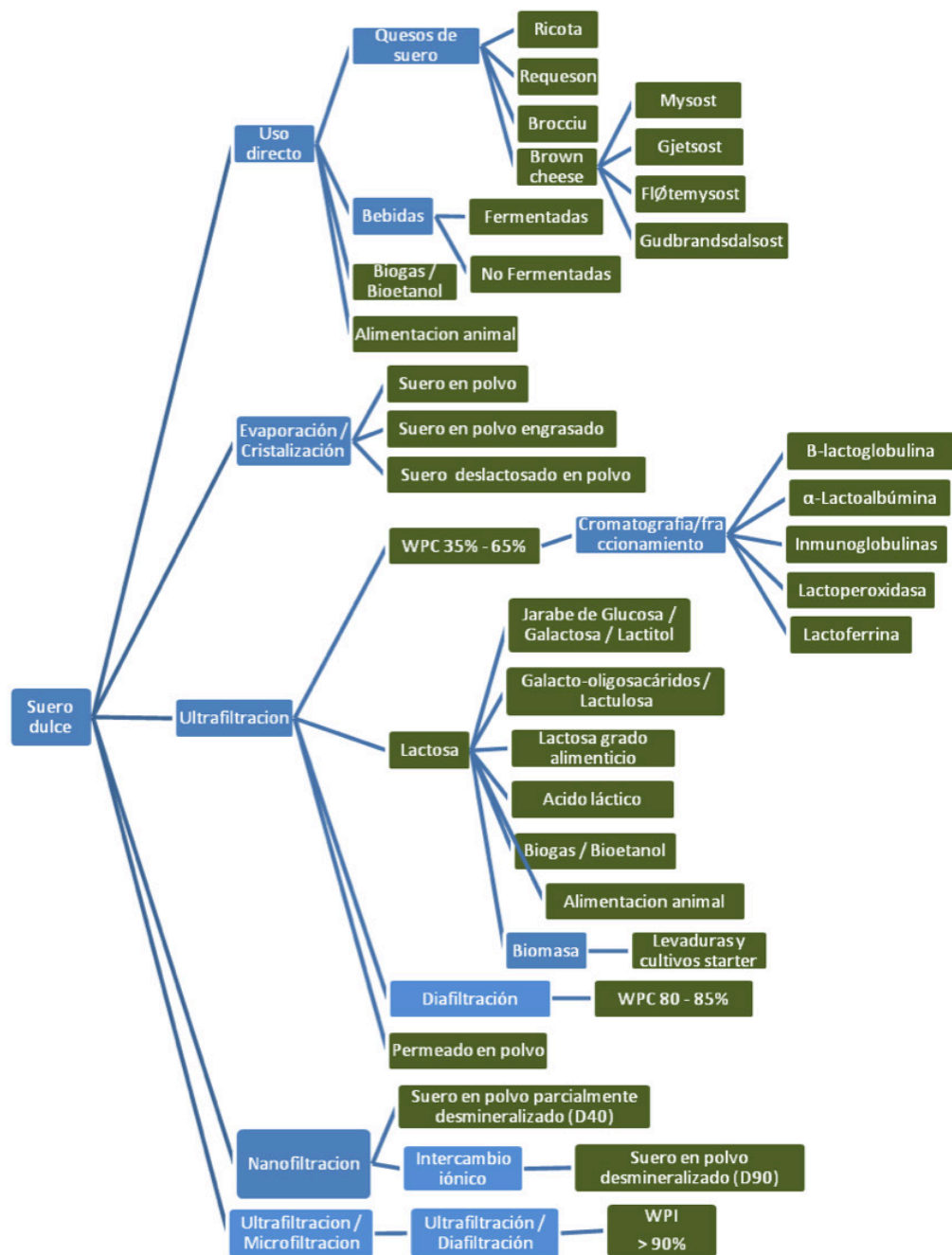


Figura 2.1 Alternativas tecnológicas para el uso del suero y posibles productos finales. WPC y WPI son acrónimos en inglés de Whey Protein Concentrate (concentrado de proteína de suero) y Whey Protein Isolate (aislado de proteína de suero).

Hace 20 años los países desarrollados destinaban el suero principalmente a la alimentación animal en forma directa. En la actualidad, la principal estrategia utilizada en estos países para valorizarlo es su transformación en ingredientes en polvo (Figura 2.2). El suero en polvo es utilizado en la elaboración de varios alimentos, incluyendo derivados lácteos, productos de panadería, confitería y embutidos debido a la funcionalidad y nutrición que brindan las proteínas del suero. También existen nuevos desarrollos en cuanto a aplicaciones en la alimentación animal, incluyendo biomasa.



Figura 2.2 Suero en polvo.

El suero líquido también puede utilizarse directamente como materia prima en la elaboración de quesos como la Ricota, el queso Brocciu o los quesos marrones, y también en la elaboración de bebidas, conocidas como bebidas a base de suero o lácteas. Esta última alternativa puede ser factible para las pequeñas queserías y granjas familiares porque las inversiones son bajas y el producto final tiene un gran valor agregado, además de ser nutritivo, especialmente si se añade fruta, zumos, cereales o cacao. Otra aplicación importante es la transformación en energía, como por ejemplo biogás.

## 2.1 QUESOS DE SUERO

De acuerdo al Codex Alimentarium, los quesos de suero son productos sólidos, semisólidos o blandos, obtenidos principalmente a partir de alguno de los siguientes procesos:

- La coagulación de las proteínas del suero por calentamiento con o sin agregado de ácido.
- La concentración del suero y moldeado del producto concentrado

El proceso puede también incluir la adición de leche, crema u otras materias primas de origen lácteo, antes o después de la concentración o coagulación.

### 2.1.1 Ricota

El queso Ricota (Figura 2.3) es un precipitado de proteínas séricas, albúmina y lactoglobulina que atrapan en su estructura a la lactosa y a la materia grasa remanente en el suero de quesería, obteniéndose por cada 100 kg de suero entre 4 y 5 kg del producto. Se compone aproximadamente de 68,3% de agua, 14,9% de proteínas, 12,6% de grasa, 2,7% de carbohidratos y 1,5% de minerales.

Este tipo de queso representa una alternativa interesante de aprovechamiento del suero dulce, sin requerir grandes instalaciones o equipos, ni gastos de elaboración. Su proceso de fabricación se basa en la precipitación de las proteínas del suero mediante el uso de calor y ácidos orgánicos, entre los que pueden mencionarse el ácido acético, láctico, tartárico y/o cítrico. La ricota puede ser elaborada a partir de suero de quesería exclusivamente, en este caso también es conocido como “requesón” en algunos países de Sudamérica, o bien, una mezcla de suero y leche descremada.



Figura 2.3 Queso Ricota

El queso Ricota es de color blanco, sin olor, de sabor dulce y consistencia débil. Generalmente posee una corta vida útil (hasta 7 días a 4°C) aunque también puede agregarse hasta un 3% de sal, según las preferencias o gustos de cada región, lo que permite extender su vida útil considerablemente. Se utiliza principalmente como relleno de pastas, aunque es una buena base para elaborar otros productos, como salsas o dips (se le puede agregar hasta 1% de especias, 5% de productos cárnicos y marinos y 10% de frutas y almíbares). Puede ser comercializado en forma ahumada, picante o cremosa, envasado en forma comprimida o en potes.

La elaboración de ricota no resulta una solución completa al uso del suero, ya que supone la generación de otro subproducto, como es el suero de ricota, que aún contiene valores altos de materia orgánica debido a la gran concentración de lactosa y ácido láctico remanente. Encontrar un uso económicamente factible al suero de ricota es aún un desafío. La generación de biogás puede ser una alternativa viable dependiendo de la escala, la inversión y los costos relativos de la energía.

### 2.1.2 Queso tipo Brocciu

El Brocciu (Figura 2.4) es un queso a base de suero, muy conocido y apreciado en Francia, que se fabrica en la isla de Córcega y cuenta con Denominación de Origen Protegida desde 1998. Puede producirse con suero dulce de queso, elaborado con leche de cabra o leche de oveja y se utiliza a menudo como un sustituto del queso Ricota italiano, ya que está libre de lactosa. Cuando es fresco, presenta un sabor suave y cremoso. Sin embargo, cuando se madura después de 21 días —también referido como Brocciu Passu— tiene un sabor fuerte y un poco picante. La elaboración de este tipo de queso genera otro subproducto líquido de características similares al suero de la ricota.



Figura 2.4 Queso Brocciu

### 2.1.3 Brown cheeses (quesos marrones)

El queso marrón (Figura 2.5) es un producto comercial que tienen su origen en Noruega, aunque también se producen en unas pocas lecherías en Suecia. Su origen data de alrededor de 1850. Es elaborado a partir de suero dulce, ya sea a partir de quesos de leche vacuna o caprina.

Este queso es considerado por muchos noruegos un ícono cultural nacional. Anualmente, se producen aproximadamente 12 millones de kg, casi 4 kg por habitante, representando el 25% de los quesos que se consumen en Noruega.

No se trata de un único queso, sino de una familia de productos diferentes, obtenidos a partir de la concentración del suero (entre 70 y 85% de sólidos totales) con el agregado o no de leche, crema y/o azúcar. Por lo tanto, esta variación en la formulación da lugar a diversos productos con diferentes características de composición, textura, figura y color, debido principalmente al contenido final de humedad y de materia grasa. La variedad más simple de estos quesos se llama Mysost y consiste simplemente en evaporar el agua del suero obtenido de la elaboración de quesos con leche vacuna, logrando un producto bajo en grasa, de sabor acaramelado dulzón y a la vez agrio, de color marrón pálido rojizo. Con el cambio de siglo, los productores comenzaron a agregarle crema, cambiando el nombre a Brunost, también conocido como brown cheese (queso marrón). Los elaborados a partir de suero, leche y crema de vaca se conocen como Fløtemysost, que representan el 30% de la producción de estos quesos. A los que además se les agrega



leche de cabra, se les conoce como Gudbrandsdalsost, que representan el 50% de la producción. Por otro lado, los elaborados a partir del suero de quesos con leche de cabra, se conocen como Gjetost; y, si además se agrega crema, se conocen como Primost.



Figura 2.5 Quesos marrones o brown cheeses

El control de la cristalización de la lactosa durante el proceso de fabricación es fundamental para evitar que la textura se vuelva arenosa en el producto final.

Este tipo de quesos tiene la ventaja de utilizar todos los sólidos del suero y requiere pequeñas inversiones. Su tecnología de producción es principalmente un proceso de concentración de sólidos, muy similar a la elaboración de dulce de leche. De hecho, los productos tienen el color del dulce de leche, debido a las reacciones de pardeamiento no enzimático (reacción de Maillard) y pueden ser formulados para obtener una textura firme ( $> 85\%$  de sólidos) o para untar (aproximadamente  $70\%$  de sólidos).

## 2.2 BEBIDAS A BASE DE SUERO

El uso del suero de quesería en bebidas nutritivas o curativas se encuentra documentado desde la antigüedad, cuando el médico griego Hipócrates lo recetaba para fines terapéuticos.

Las bebidas a base de suero son alimentos de consistencia líquida, obtenidas a partir de suero y otros derivados lácteos e ingredientes, o bien, a partir de la mezcla entre leche y suero. Aportan nutrientes como calcio y proteínas, que son importantes para el mantenimiento y restauración de diferentes tejidos corporales.

El término “bebidas a base de suero” tiende a enfocarse principalmente en productos bebibles, elaborados tradicionalmente a partir de suero líquido como componente principal o, al menos, como el más significativo.

La aparición de estas bebidas en el mercado data de fines del siglo XIX. En la actualidad existe una gran variedad de productos desarrollados, que pueden ser fermentados, saborizados, fortificados, o bien, bajos en proteínas. Además, se puede hidrolizar la lactosa por medios enzimáticos para aquella población intolerante y también es posible obtener bebidas a partir de suero concentrado.

Es factible elaborar bebidas a base de sueros dulces o ácidos. Sin embargo, debe evitarse el suero salado por su alto contenido de sodio, que transfiere un sabor inadecuado al producto final.

Generalmente, el sabor del suero ácido es más compatible con los jugos y/o pulpas de frutas cítricas. Por lo tanto, en la elaboración de algunas bebidas se emplean los sueros ácidos en forma de acidificantes, a los cuales se les añade entre un 4 y un 5% de jugos cítricos, proporcionando una bebida rica en nutrientes, de pH estable, con alto valor nutritivo, que rehidrata y es menos ácida que los jugos de frutas.

Es importante destacar que existen muchas posibilidades de innovación, ya sea en la combinación de ingredientes, en el uso de frutas exóticas o típicas de ciertas regiones (Figura 2.6), o bien, en la adición de compuestos benéficos para la salud, como los probióticos, los prebióticos (fibras) y los antioxidantes naturales. Conocer los hábitos de los consumidores locales y el público destinatario puede dirigir el desarrollo de bebidas con mayor aceptación. El proceso de producción de bebidas fermentadas y no fermentadas se detalla en el capítulo 3.



Figura 2.6 Bebidas no fermentadas de fresa, kiwi y plátano

En Colombia, el suero ácido se utiliza para la elaboración de bebidas no fermentadas, mientras el lactosuero dulce para bebidas fermentadas. También se utiliza lactosuero concentrado.

Las normas regulatorias locales deben ser consideradas para el registro y comercialización de las bebidas mencionadas anteriormente. Algunos países ya tienen sus propias reglamentaciones, lo que permite garantizar la calidad final del producto al consumidor.

En Brasil, hay una declaración regulatoria federal que describe los criterios de identidad y calidad de las bebidas a base de suero de quesería, denominadas bebidas lácteas. En este documento se menciona que las bebidas lácteas fermentadas y sin fermentar deben contener al menos un 51% de ingredientes lácteos y el 1% del contenido total debe de ser proteína láctea. De este modo, se garantiza al consumidor la calidad y la identidad de estos productos.

En Uruguay, las bebidas lácteas fermentadas no se encuentran definidas en el Reglamento Bromatológico Nacional 315/994 (RBN), por lo que se registran como leches fermentadas y se exige que cumplan con los parámetros de los yogures fijados en el Reglamento Técnico Mercosur de Identidad y Calidad de Leches Fermentadas. A pesar de ser registradas como yogures, son vendidas bajo el nombre de bebidas lácteas. Deben contener un mínimo de 2.9% de proteínas lácteas y como máximo contener 30% de ingredientes no lácteos. Las bebidas sin fermentar con agregado de suero se registran de acuerdo a lo exigido en el RBN como bebidas sin alcohol.

En Argentina, este tipo de bebidas aún no se encuentran incluidas en el Código Alimentario Argentino, por lo tanto, para su inscripción es necesario contactarse con la autoridad competente.

El desarrollo de las bebidas a base de suero de quesería puede representar un mercado prometedor en los países de América del Sur, debido a que la elaboración de productos lácteos y, por ende, su consumo, se ha incrementado en las últimas décadas, principalmente por el aumento de la capacidad de compra de los consumidores. Además, en Colombia y Brasil, como en otros países de Latinoamérica, estos productos ya ocupan un lugar en los supermercados con una gran aceptación entre los consumidores. A modo de ejemplo, en Brasil, más del 40% de la población consume semanalmente bebidas de suero de quesería y existe una gran diversidad de productos disponibles en el mercado.

## 2.3 SUERO CONCENTRADO LÍQUIDO

El suero concentrado líquido con un nivel de sólidos totales (ST) del 18 al 22%, es el producto obtenido a partir de la preconcentración por membranas de nanofiltración, osmosis inversa, o bien, a través de un evaporador (al 30% de ST), de suero dulce pretratado. Este proceso incluye el desmigado, descremado, pasteurizado y enfriado.

En el mercado de suero concentrado líquido los proveedores son queserías pequeñas y medianas que no tienen la tecnología necesaria para realizar el secado por cuenta propia, y los compradores son generalmente empresas medianas y grandes que tienen capacidad ociosa de secado durante todo o parte del año.

Los bajos volúmenes de suero que se obtienen diariamente a nivel individual por queserías pequeñas y medianas hacen necesario la existencia de un sitio centralizado cuya función es acopiar suero. Dicho centro puede pertenecer a una sola empresa o ser producto de la asociación entre varias firmas de la zona con la finalidad de transformar el suero crudo individual en suero líquido concentrado. La concentración del suero de queso al triple de su valor inicial (6.0-6.3% ST) justifica económicamente el transporte de grandes distancias.

La Figura 2.7 muestra un posible diagrama de flujo para la obtención de preconcentrado de suero, donde se indican los equipos y procesos necesarios.

El centro de acopio debe disponer de equipos de pretratamiento del suero, previo a la concentración con membranas de nanofiltración o de ósmosis inversa, a fin de concentrar el suero a los niveles de sólidos mencionados. Dicho centro debe también incluir tanques de almacenamiento refrigerado.

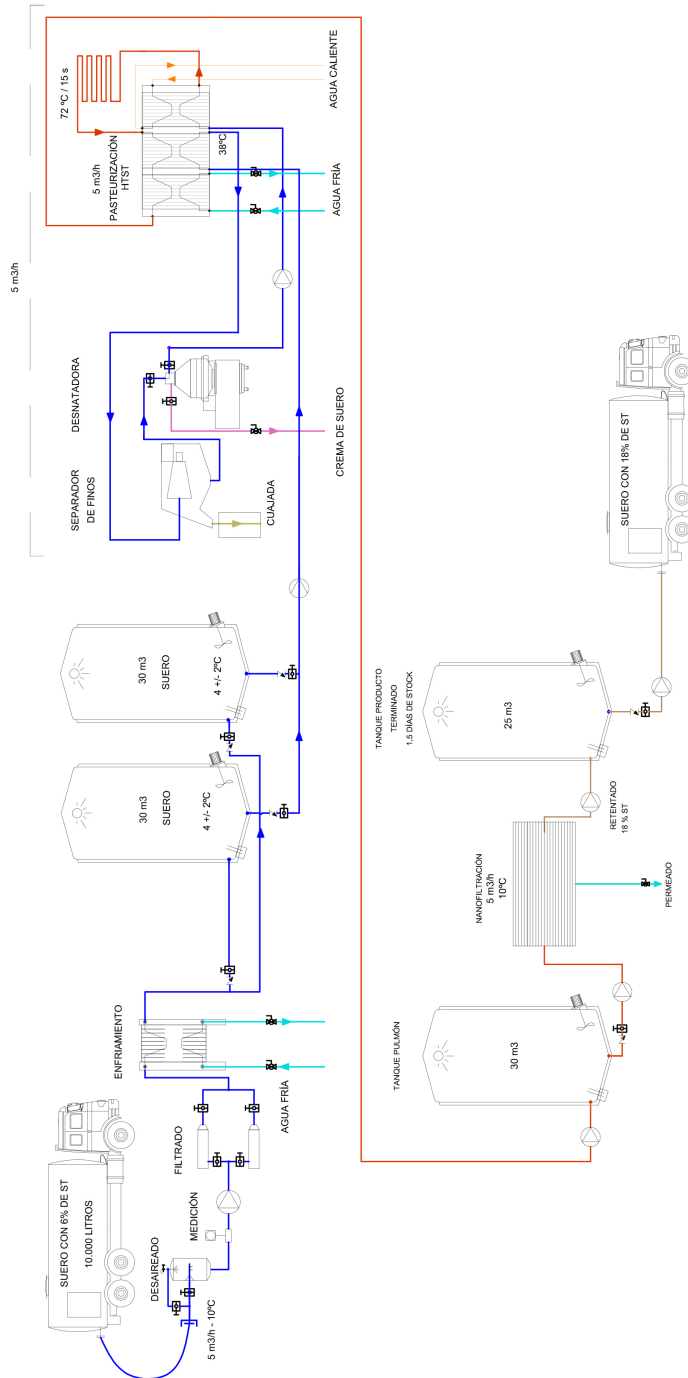


Figura 2.7 Diagrama de flujo para la obtención de lactosuero concentrado líquido.

El transporte del suero concentrado se realiza en cisternas isotérmicas de diferentes tamaños, arrastradas por un tractor acorde al peso a transportar. Las cisternas deben respetar la reglamentación de cada país donde se indica la máxima carga admitida por eje para el transporte carretero.

El pago del concentrado se realiza generalmente en base a los sólidos totales (ST) que se entregan al comprador. En general el pago puede efectuarse en base a dos opciones: a) la más común es un pago por tonelada de sólidos del concentrado recibido independiente del resultado de la empresa que seque (por ejemplo, en 2014, en regiones del sur de Sudamérica se cotizó en el orden de los USD 300 a 500 por tonelada). b) un pago por tonelada de sólido en base a los resultados obtenidos por la empresa deshidratadora.

Las especificaciones de calidad básicas de este mercado incluyen los siguientes parámetros para la elaboración de suero desmineralizado en polvo D40WP (porcentaje expresado en g/100 g de concentrado):

- Sólidos totales entre 18 y 22%; densidad > 1,058 g/mL.
- PH mínimo del suero concentrado de 6,0; máximo nivel de acidez 36 °D para 18% de sólidos.
- Contenido de grasas totales máximo en el concentrado de 0.3 - 0.4%.
- Contenido de proteínas mínimo en el producto final de 2.0 - 2.4%.
- Libre de antibióticos, colorantes, nitritos y nitratos, almidones y neutralizantes (ver especificaciones para materia prima en el capítulo 1).

El destino principal del producto comercializado es la elaboración de los ingredientes D40WP y D90WP (suero en polvo desmineralizado al 40 y al 90%, respectivamente). Existe un pequeño mercado con destino a la elaboración de bebidas lácteas y otros productos de valor agregado, orientados al mercado interno.

## 2.4 INGREDIENTES

La mejor ubicación para una empresa en la cadena de valorización de sueros de queso como ingredientes depende de: la calidad del suero que dispone, del volumen diario, la capacidad tecnológica de la empresa, del conocimiento de los mercados, la capacidad de inversión y hasta de su ubicación geográfica, entre otros factores a considerar.

La lógica de empresas grandes en el campo de los ingredientes es avanzar en la cadena de valor agregado, desde la alimentación animal a la farmacopea, como se indica en la Figura 2.8.



Figura 2.8 Esquema de la cadena de valor agregado de utilización del suero.

Hay un número importante de queserías pequeñas productoras de suero que no han entrado en la fase de producción de alimentos en forma de ingredientes, sin embargo, tanto a nivel individual o en conjunto con otras pequeñas y medianas, pueden disponer de un volumen de suero suficiente como para comenzar a producir materia prima a fin de elaborarlos. Cabe aclarar que el suero recolectado debe alcanzar los requisitos mínimos de calidad, tal como se define en el capítulo 1. Estos requisitos complementados con un pretratamiento adecuado del suero (por ejemplo, transformación en suero concentrado líquido, Sección 2.3) les permitiría procesarlo, generando una materia prima adecuada para el secado por un tercero o en forma propia, si la escala se lo permite. Obviamente esto lo harán si la opción posible les demuestra una valorización mayor que la obtenida actualmente.

Para estas empresas pequeñas y medianas la opción de elaborar ingredientes valoriza menos que la opción ricota, así como el uso en bebidas lácteas u otros productos de valor agregado con destino al mercado local. Por lo que solo es viable para el suero excedente a la capacidad de absorción del mercado. La producción de ingredientes tiene la capacidad de tomar grandes volúmenes de suero que de no ser recuperados serían vertidos al medio ambiente o destinados a la alimentación animal por aquellas empresas sin capacidad de tratamiento.

Los ingredientes posibles a ser elaborados por una empresa que recién se inicia en este tipo de producción son los básicos en la cadena de valor del suero:

- 1) Suero en polvo no higroscópico (non hygroscopic whey powder)
- 2) Suero parcialmente desmineralizado al 40% D40WP (40% demineralized whey powder).
- 3) Suero de alta desmineralización al 90% D90WP (90% demineralized whey powder).
- 4) Concentrado de proteína de suero al 35% WPC 35 (whey protein concentrate) y permeado en polvo.

En estos productos el agregado de valor o ganancia obtenida por tonelada se incrementa en la medida que se pasa del suero en polvo no higroscópico hacia concentrados de proteínas de suero, junto a la producción de lactosa o permeado (Figura 2.9).

La empresa proveedora de sueros puede asociarse a otra que ya esté en el mercado y disponga de la tecnología de productos con mayor valor agregado. En ese sentido, en el segundo escalón de la cadena de valorización de suero está la producción de concentrado de proteína de suero al 80% (WPC 80, por sus siglas en inglés) junto a lactosa farmacéutica, mineral de calcio u otros.

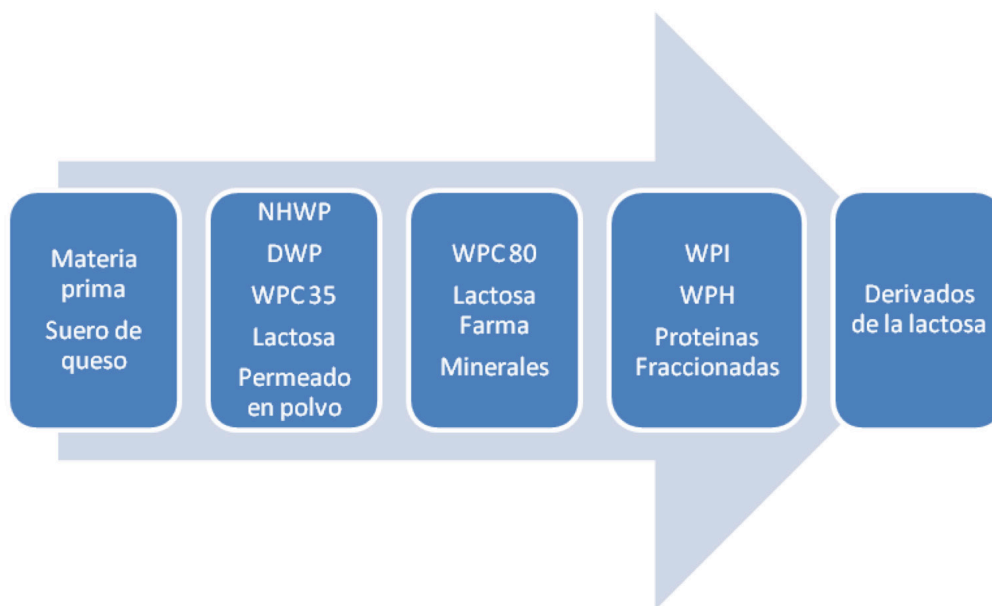


Figura 2.9 Esquema de la cadena de valor agregado de productos obtenidos a partir del suero

En el tercer escalón se encuentra el aislado de proteína de suero (WPI, por sus siglas en inglés) o hidrolizado de proteína de suero (WPH, por sus siglas en inglés) y proteínas fraccionadas.

En un cuarto escalón están los derivados de la lactosa como galactosa, lactulosa, lactitol, galacto-oligosacáridos (GOS), tagatosa y ácido lactobiónico.

A medida que se avanza en la cadena de valor disminuyen los rendimientos, se incrementan los costos en forma significativa, como el valor de los productos obtenidos y, además, se incrementa la complejidad tecnológica y la necesidad de especialización comercial.

Para la elaboración de suero de queso no higroscópico, de suero parcialmente desmineralizado y desmineralizado al 90% se necesita como parte del equipamiento principal un evaporador de película descendente, de tanques cristalizadores de lactosa y de una torre de secado que en lo posible debe ser de dos etapas.

Como parte del equipamiento básico se necesitan membranas de ósmosis inversa (concentración del suero dulce por eliminación de agua) o de nanofiltración (concentración del suero dulce por desmineralización de sales monovalentes), más todos los servicios necesarios (vapor, energía eléctrica, agua potable, planta de tratamiento de aguas residuales), a lo que suma una importante inversión en terreno y obra civil. A la fecha de esta publicación, la inversión se estima en el orden de 12 a 14 millones de dólares estadounidenses para una planta de capacidad de procesamiento de 300mil litros de suero/día, obteniendo como producto final D40WP.

La Figura 2.10 muestra un posible diagrama de flujo para la obtención de D40WP, donde se indican los equipos y procesos.

Para elaborar D90WP contando con capacidad instalada de D40WP, es necesario incorporar adicionalmente equipos de desmineralización (resinas de intercambio catiónico y membranas de electrodiálisis), lo que agrega una complejidad importante en el tratamiento de las aguas residuales.

La elaboración de D90WP puede ser un paso lógico en el desarrollo empresarial luego de adquirir la experiencia necesaria, si la escala y la demanda del mercado justifican las inversiones extras necesarias, incluyendo las de tratamiento de efluentes.

En el caso de los concentrados de proteínas del suero se requiere hacer el pretratamiento del lactosuero dulce, seguido por membranas de ultrafiltración (WPC 35), para obtener un retentado de alta concentración proteica. Además, es necesario contar con otros equipos que permitan tratar el permeado de estas membranas para producir lactosa o sus derivados. En el caso del WPC 80, luego de la ultrafiltración, se agrega una etapa de diafiltración (dilución con agua desionizada y nuevo tratamiento de ultrafiltración).

Para poder valorizar la lactosa proveniente del permeado de ultrafiltración, se necesitan inversiones complementarias, además de un dominio de la tecnología de proceso. Es por esta razón que para aquellas empresas que no tienen experiencia acumulada en el procesamiento industrial de sueros, la recomendación es comenzar con la producción de D40WP, ya que requiere prácticamente la misma inversión que para producir suero común no higroscópico, salvo la necesidad de contar con membranas de nanofiltración, pero logrando una valorización mayor del lactosuero.

## 2.5 PRODUCCIÓN DE BIOGÁS EN TAMBOS QUESEROS

La producción de biogás a partir de los residuos de tambos quesería, ubicados en zonas que están fuera del alcance de posibles grupos asociativos, constituye una alternativa interesante de aprovechamiento del suero, ya que además de ser una fuente de energía renovable, proporciona una solución al problema de la contaminación ambiental.

El uso del suero como recurso energético aporta un alto contenido orgánico para la biodigestión. Su sencilla recolección y almacenamiento como subproducto de la elaboración de quesos facilita la inserción de procesos generadores de bioenergía en la quesería. En muchos casos, la energía generada resulta suficiente para abastecer todo el proceso de elaboración, dependiendo de los volúmenes obtenidos de suero. Adicionalmente, reemplaza el consumo de leña, disminuyendo la deforestación, evitando la aplicación en forma parcial o total de fertilizantes sintéticos, mejorando los costos de producción, ya que la biomasa degradada que queda como residuo del proceso de producción de biogás constituye un excelente fertilizante para cultivos agrícolas.



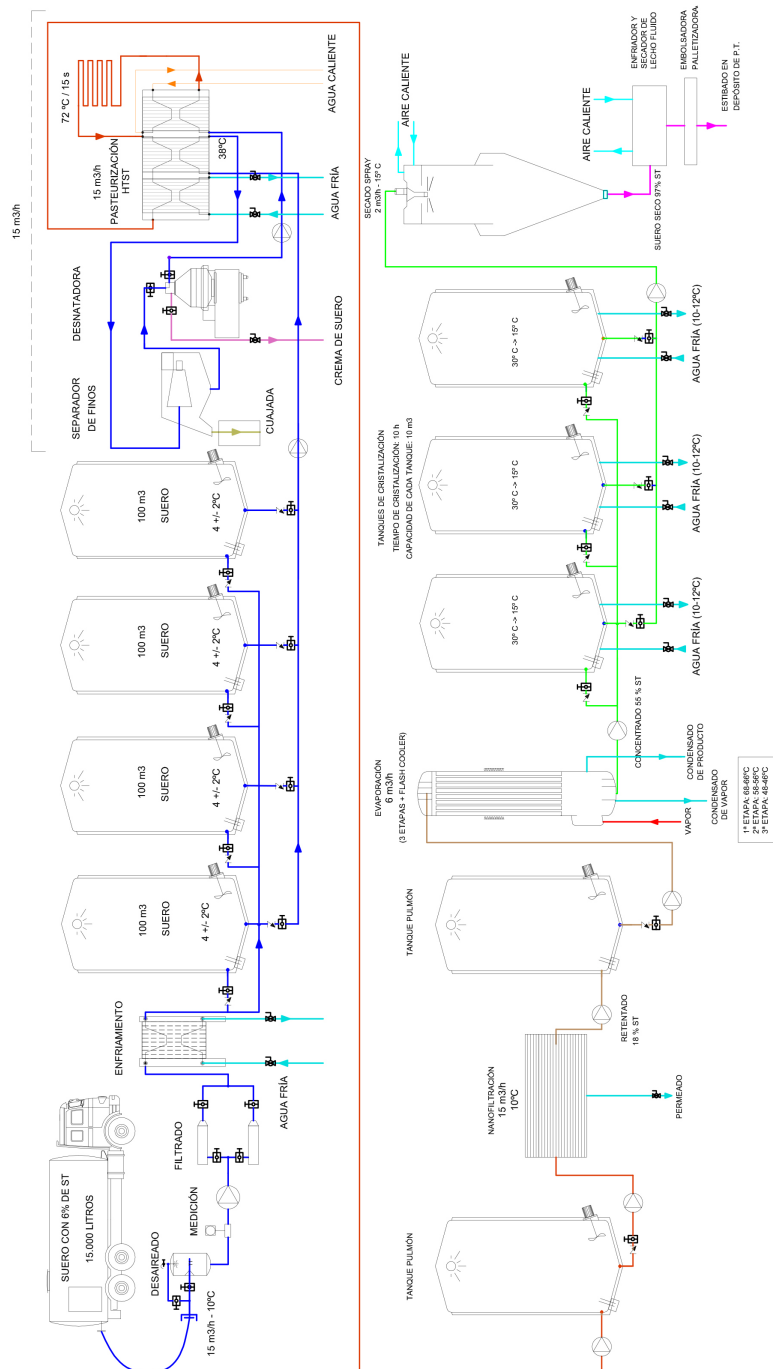


Figura 2.10 Diagrama de flujo para la obtención de D40WP.

Los recursos utilizables con fines energéticos en tambos queseros son principalmente la excreta de los animales (solamente cuando los animales se encuentran en zonas confinadas y no en campo abierto) y el suero. Las deyecciones animales son una excelente materia prima para la producción de biogás a través de la fermentación anaeróbica. Aunque estos residuos representan también un fertilizante natural del suelo, su utilización energética no afecta el equilibrio ecológico dado que el efluente que se obtiene como producto de la digestión conserva los nutrientes inalterados, permitiendo su reintegro al suelo, transformando, en cambio, los elementos potencialmente contaminantes (lactosa, proteínas y lípidos del suero) en biogás y fertilizantes (líquido y sólido).

Para la generación de biogás a partir de dichos recursos se utiliza la fermentación anaeróbica en un recipiente cerrado llamado “biodigestor”. Según muestra la Figura 2.11, el proceso de producción de biogás consiste en el agregado de un inóculo con microorganismos de diferentes tipos a la mezcla de las excretas con el suero. La digestión anaeróbica se lleva a cabo en tres etapas principales: hidrólisis de carbohidratos, lípidos y proteínas; acidificación de azúcares, aminoácidos y ácidos grasos; y metanogénesis con producción de biogás en la etapa final de la biodigestión. El proceso depende de la temperatura, del tiempo de retención hidráulica, del pH y de la mezcla final a tratar.

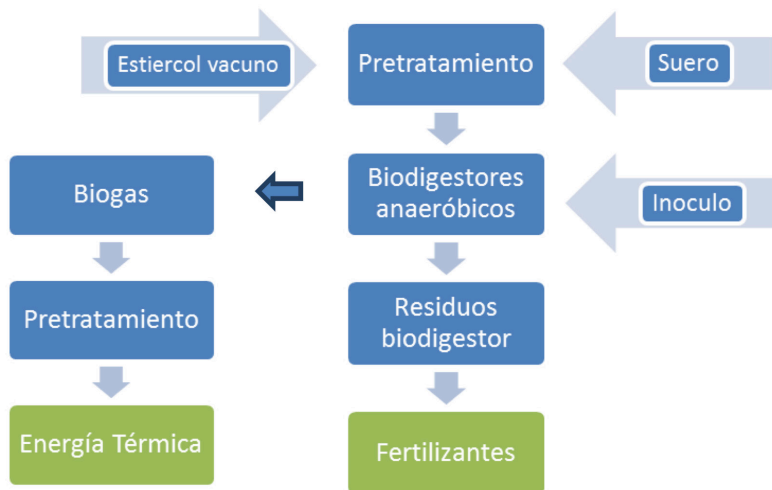


Figura 2.11 Diagrama de flujo del proceso de producción de biogás.

El biogás obtenido es una mezcla gaseosa compuesta mayoritariamente por metano y dióxido de carbono, pero también contiene impurezas (sulfhídrico, nitrógeno, oxígeno y vapor de agua). Por ello, generalmente se requiere un tratamiento de purificación previo. La composición del biogás depende del tipo de sustrato y del proceso utilizado. Cuando el contenido de metano es superior al 45%, dicha mezcla resulta inflamable.

Se considera que el biogás posee un poder energético de aproximadamente 6,5 y 7,0 kWh cuando su contenido de metano y dióxido de carbono es de 65 y 35%, respectivamente. La Tabla 2.1 indica las características generales de 1 m<sup>3</sup> de biogás.

<b>Composición</b>	Metano (CH <sub>4</sub> ) 55 – 70% Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ) 30 – 45% Trazas de otros gases (H <sub>2</sub> O, SH <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> )
<b>Contenido energético</b>	6.5 – 7 kW.h.
<b>Poder calorífico</b>	5500-6000 Kcal.
<b>Equivalente de combustible</b>	0.60 – 0.65 l de gasoil /m <sup>3</sup> 0.3 kg de carbón/m <sup>3</sup> 0.6 m <sup>3</sup> de gas natural/m <sup>3</sup>
<b>Densidad normal</b>	1.2 kg. m-3
<b>Olor</b>	Típico sulfhídrico (el olor del biogás desulfurado es imperceptible)

Tabla 2.1 Características generales de composición de 1m3 biogás.

El biogás se utiliza principalmente para la generación de energía térmica y eléctrica, lo que permite aplicarlo a fuentes de iluminación y alimentación de calderas en el proceso de elaboración de quesos. La Tabla 2.2 muestra los valores de referencia para la producción de biogás de sustrato de suero y estiércol vacuno.

<b>Sustrato</b>	Biogas m3/t
<b>Suero</b>	50
<b>Estiércol vacuno (94% humedad)</b>	22

Tabla 2.2 Valores de referencia de biogás

Cuando se utiliza como sustrato el suero lácteo, estiércol y/o sus mezclas deben considerarse los siguientes factores:

- Biodegradabilidad: puede ser estimada por la relación Demanda Bioquímica de Oxígeno: Demanda Química de Oxígeno (DBO: DQO). En el caso del suero, la relación es de hasta 2:1 mientras que para el estiércol vacuno puede ser hasta 12:1, lo que indica su baja biodegradabilidad.
- Alcalinidad: el suero tiene baja alcalinidad lo cual es una fuente potencial de acidificación en el proceso de biodigestión, lo que hace necesario el agregado de alcalinizantes para evitar la baja productividad del proceso. Mediante la combinación de suero y excretas vacunas (alta alcalinidad) es posible eliminar este agregado luego de alcanzar la estabilidad de funcionamiento del biodigestor.

- c) Nutrientes: desempeñan un rol importante en el proceso de degradación y la consecuente producción de biogás. La literatura indica que el contenido de magnesio, potasio, calcio y fósforo es importante para el proceso de biodigestión.

Resulta indispensable realizar ensayos de laboratorio preliminares de suero, estiércol y de sus mezclas para determinar la adecuada proporción de cada sustrato. Dichos ensayos posibilitarán además la elección del diseño y condiciones de trabajo adecuadas del biodigestor.

Las actuales tecnologías de digestión pueden dividirse principalmente en sistemas continuos, semicontinuos y discontinuos. Los sistemas semicontinuos o rurales son los adecuados para utilizar en los tambos queserías, pues los sistemas continuos son de alta eficiencia pero requieren altos costos de inversión.

En la Figura 2.11 anterior se indica el diagrama de flujo del proceso, señalando los productos finales obtenidos.

Para lograr una efectiva implementación de sistemas de generación de biogás a partir de suero y estiércol en los establecimientos deben considerarse los siguientes aspectos:

- a) Colección y transporte de excretas.  
Sistematización de colección de excretas y transferencia al biodigestor.
- b) Estandarización del sustrato .  
Deberán evaluarse los parámetros de calidad y cantidad necesarios para la generación del biogás, de acuerdo a las condiciones particulares de cada tipo de unidad productiva.
- c) Temperaturas en biodigestor.  
Para la adecuada elección de las condiciones operativas del biodigestor deben considerarse las temperaturas ambientales de cada región pues influyen en la producción de biogas.

La digestión anaeróbica puede realizarse en tres rangos de temperatura: psicrófila (0-20°C), mesófila (20-42°C) y termófila (42-75°C).

El aumento de temperatura disminuye el tiempo de digestión necesario para alcanzar un valor específico de producción de biogás. La operación del biodigestor entre 20 y 42°C permite una óptima generación de biogás para mezclas suero/excretas.

- d) Colección y transporte de biogás generado.  
El biogás proveniente del biodigestor debe purificarse y almacenarse en un gasómetro para su posterior distribución hacia los puntos de consumo.

La purificación mediante filtros y enfriamiento elimina los contaminantes (sulfhídrico, nitrógeno, oxígeno y vapor de agua).

La necesidad de instalar un gasómetro independiente del biodigestor, así como los equipos de purificación del biogás, representan una inversión a considerar. En función del uso final del biogás variarán los requerimientos de purificación definiendo el equipamiento necesario.

e) Monitoreo y puesta en marcha de biodigestor.

Las tareas de monitoreo y operación del biodigestor requieren que el personal a cargo reciba el entrenamiento pertinente.

En América del Sur, la tecnología para la generación de biogás a partir de suero lácteo y/o sus mezclas necesitan aún más desarrollo, así como experiencias de aplicación. Teniendo en cuenta el gran potencial existente, la tecnología a diferentes escalas se encuentra en un camino de perfeccionamiento y alta difusión. Su futuro crecimiento dependerá de dos variables fundamentales: el crecimiento de la demanda de energía y los requerimientos medioambientales.

## 2.6 EL SUERO PARA LA ALIMENTACIÓN ANIMAL

La utilización de suero de quesería para alimentación animal es una de las primeras alternativas de valorización para el pequeño quesero dedicado a la crianza de cerdos y terneros. En pequeñas unidades de producción, las formas de suministro tradicional del lactosuero al animal no requieren de inversión para su puesta en marcha, dado que comprenden el uso directo del lactosuero fresco en forma de agua de bebida, o bien, como sustituto parcial de raciones balanceadas. Mayores esfuerzos de inversión serán requeridos cuando se considere el mejoramiento de la calidad de un alimento con el uso de lactosuero como conservador, tal es el caso de la elaboración de ensilajes o el incremento del valor nutricional del lactosuero como sustrato para el desarrollo de biomasa microbiana como fuente de proteína unicelular.

El desarrollo de productos con suero de quesería para alimentación animal ha cobrado importancia por su efecto comprobado como prebiótico, inmunomodulador, estimulador de la microbiota benéfica y mejorador del bienestar animal. Por otro lado, el empleo como sustituto en raciones balanceadas resulta atractivo en términos económicos por la disminución en los costos de alimentación y mejora de los parámetros productivos. Aunque el uso directo del lactosuero es un tema de discusión por los efectos negativos documentados en la salud animal, no se observan si los volúmenes de ingesta son adecuados para la especie de interés y la edad del animal (ver capítulo 4 para recomendaciones sobre volúmenes y métodos de incorporación del lactosuero en la dieta animal).

## 2.7 CRITERIOS PARA AGREGAR VALOR AL SUERO

Se han presentado una serie de alternativas para la valorización del suero. Existen varios criterios a tener en cuenta incluyendo: el volumen y la calidad del lactosuero producido; la elaboración de ingredientes u otros productos y su mercado potencial y, por último, la tecnología y la inversión necesaria. La Tabla 2.3 incluye la escala de volumen potencial y el ingreso bruto de cada una de las opciones, excepto en el caso de alimentación animal, como guía inicial para toma de decisiones. Estos ingresos están calculados en base a costos del año 2014 y, en algunos casos, para distintos tipos de volúmenes.

Según indica la Tabla 2.3, el volumen disponible determina la posible aplicación para la valorización. La calidad del lactosuero define si pueden considerarse opciones para productos de consumo directo o ingredientes. En el primer caso es determinante contar con un mercado capaz de absorberlos. Existiendo un mercado, la opción de mayor valorización es la producción del queso Ricota, teniendo en cuenta que habrá que darle un destino final al suero generado. La fabricación de bebidas fermentadas y no fermentadas aparece en segundo lugar como valor agregado. Seguramente otros productos de consumo directo interno (por ejemplo, dulce de leche) serán opciones prioritarias antes de entrar en el campo de los ingredientes.

Para el caso de los ingredientes, esta opción implica en primer lugar disponer de una escala mínima de producción estimada en centenares de miles de litros diarios de lactosuero dependiendo del producto final. Además, las inversiones asociadas a dichos procesos son significativas, las tecnologías requeridas son más complejas a medida que se asciende en la cadena de valor, así como también el conocimiento para la fabricación y comercialización de dichos productos.

Aplicación	Rango de volumen de suero para la aplicación (L/día)	Valores de mercado (USD/ton) <sup>1</sup>	Rendimiento industrial aproximado (kg/100 kg de suero líquido)	Ingreso bruto por venta (USD/tonelada suero líquido)
<b>Alimentación animal:</b>				
Sin animales propios	Suero entregado a terceros	no aplica	10	≤0
Animales propios <sup>2</sup> (agua de bebida a cerdo en fases de crecimiento y ceba)	20 L/cerdo (fase crecimiento 30-70 kg) 32 L/cerdo (fase ceba 70-100 kg)	no aplica	100	Ahorro equivalente al reemplazo de la alimentación suministrada por lactosuero
<b>Suero dulce líquido enfriado</b> (puerta de planta)	> 10.000	9	100	9
<b>Suero dulce líquido desmigado, desnatado, pasteurizado y enfriado</b> (puerta de planta)	> 30.000	20	100	20
<b>Suero dulce líquido concentrado al 18-20% y desmineralizado</b>	> 50.000	500 USD/ton materia seca	29	30
<b>Ricota<sup>3</sup>:</b> Sin agregado de leche Con agregado de leche (5%)	Sin límite inferior, depende del acceso al mercado	3.000	4 6	120 180
<b>Bebida fermentada y no fermentada</b> (70% suero líquido)	Estimado > 5.000	900 - 1.100	140	60-80
<b>NHWP</b>	> 300.000	1.200	6	72
<b>D40WP</b>	> 300.000	1.400	5,8	81
<b>D90WP</b>	> 600.000	2.500	4,8	120
<b>WPC35</b>	> 600.000 incluye producción/ valorización de la lactosa	2.700	1,6	43
<b>WPC80</b>	> 600.000 incluye producción/ valorización de la lactosa	9.000	0,6	64
<b>Lactosa</b>	> 600.000 ; incluye producción/ valorización de WPC	1.800	2,8	50
<b>Biogás<sup>4</sup></b>	Depende de la inversión asociada	Poder calorífico 6mil kcal/m <sup>3</sup> biogás Equivalencia por pérdidas 0.6 m <sup>3</sup> biogás /m <sup>3</sup> biogás natural o \$/m <sup>3</sup> biogás		15-20 <sup>5</sup>

Tabla 2.3 Escala de volumen potencial e ingreso bruto de distintas opciones de utilización del suero de quesería

<sup>1</sup> Al año 2014 (referencia).

<sup>2</sup> Diferencia del costo total de alimentar a cerdos en todas sus fases con y sin suero.

<sup>3</sup> Valores de referencia en Argentina y Colombia.

<sup>4</sup> Calculado en base a quesera de 30mil litros.

<sup>5</sup> Ahorro en energía por conversión de biogás en energía eléctrica y su uso.

En la producción de concentrados de proteínas (WPC) para que la inversión sea rentable es necesario asociarle la inversión de la producción de lactosa y viceversa.

Con respecto a la alimentación animal, la valorización del lactosuero depende de la sustitución de la ración en las distintas fases de cría y ceba, por lo cual el quesero deberá evaluar la rentabilidad de las distintas opciones anteriormente mencionadas.

Para tomar la decisión de sustitución del lactosuero por ración, la opción elegida tendrá que tener un incremento del margen de ganancia significativo respecto al uso actual y de los volúmenes disponibles.

Esto es claro en los casos de productos destinados a consumo directo (dependiendo de la escala y calidad) y, en el caso de los ingredientes, deberán buscarse soluciones asociativas para alcanzar las escalas necesarias en dichos procesos. La opción de biogás puede ser una alternativa factible en aquellos tambos queseros con baja producción, que se encuentran en medio del campo, sin acceso a centros de acopio y, a menudo, con altos costos para la provisión de energía. Mediante la generación propia de biogás, adicionalmente a la obtención de energía térmica y eléctrica, se dispondrá de biofertilizante para los cultivos propios.

El uso del suero crudo como sustrato en mezcla con excreta vacuno tiene las siguientes ventajas:

- 1) Elimina el costo de disposición final en planta de tratamiento de efluentes propia o de terceras partes
- 2) Elimina o disminuye los gastos en energía del establecimiento
- 3) Disminuye los costos de fertilizantes por sustitución parcial con los biofertilizantes provenientes de la biodigestión



## 2.8 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Advances in milk processing. Robinson, R. K. 1986. s.l. : Elseirver Science Publishing Co. INC, 1986, Modern Dairy Technology, Vol. 1.
- Bebidas lácteas com soro de queijo e frutas. de Moraes Oliveira Siqueira, A., de Castro Lima Machado, E. y Montenegro Stamford, T. L. 9, s.l. : Santa Maria, 2013, Ciência Rural, Vol. 43, págs. 1693-1700. Revista disponible online. ISSN 0103-8478.
- Bebidas lácteas são consumidas por quase metade dos brasileiros. GfK. 2011, Food Ingredients Brazil, Vol. 16, pág. 8.
- Biogas production by anaerobic co-digestion of cattle slurry and cheese whey. Comino, E., Riggio, V. A. y Rosso, M. 2012. 2012, Bioresource Technology, Vol. 114, págs. 46-53.
- Biogas production from cheese whey in two phase anaerobic digestion. Jasko, J., Skripsts, E. y Dubrovskis, V., Zabarovskis, E., Kotelenecs, V. 2011. 2011, Engineering for Rural Development, págs. 373-376.
- Biogas production from co-digestion of a mixture of cheese whey and dairy manure. Kavacik, B., Topaloglu, B. 2010. 9, 2010, Biomass and Bioenergy, Vol. 34, págs. 1321-1329.
- Brasil. Ministerio de Agricultura, Pecuária e Abastecimiento. Diário Oficial da União. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Bebida Láctea. . Brasília, DF : s.n., 23 de agosto de 2005. Normativa no16, pág. 7.
- Cheryan, Munir. 1998. Ultrafiltration and Microfiltration Handbook. 1998.
- Dairy ingredients in bakery, snacks, sauces, dressings, processed meats and functional foods. Chandan, R. C. s.l. : Wiley-Blackwell, 2011, Dairy ingredients for food processing, págs. 473-502.
- De residuo a biogás: aprovechamiento de suero lácteo. Instituto Nacional de Tecnología Industrial. 2014. Buenos Aires : s.n., 17 de Marzo de 2014, Noticiero Tecnológico Semanal, Vol. 390.
- Enhanced biogas production using cow manure to stabilize co-digestion of whey and primary sludge. Shilton, A., Powell, N., Broughton, A., Pratt, C., Pratt, S., Pepper, C. 2013. 2013, Environmental Technology, págs. 1-6.
- Food Agriculture Organization of the United Nations . Milk availability - Trends in production and demand and médium-term outlook. 2012.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Norma para los quesos de suero; Codex Stan 284-1971. Codex Alimentarius. s.l. : FAO, 1971. Revision 1999-2006. Enmienda 2010.

- Fox, P. F., y otros. Cheese: chemistry, physics and microbiology. Major cheese aspects. s.l. : Elsevier Academic Press, 2004. Vol. 1, 3th edition.
- Harbutt, Juliet. The world cheese book. New York : DK Publishing, 2009.
- Inda, A. Manejo y usos del lactosuero de quesería. Zamorano : s.n., 2001.
- Innovative two-stage anaerobic process for effective codigestion of cheese whey and cattle manure. Bertin, L., y otros. 2012. 2012, Bioresource technology., Vol. 128, págs. 779–783. doi:10.1016/j.biortech.2012.10.118.
- Jelen, P. Whey-based functional beverages. [ed.] Pauk Paquin. Functional and speciality beverage technology. s.l. : Woodhead Publishing India Pvt Ltd., 2009, 10.
- Lactosuero: Importancia en la industria de alimentos. Parra, R. 62, Medellín : s.n., 2009, Revista Facultad Nacional de Agronomía, Vol. 1, págs. 4967-4982.
- Lehman, H. R. y Zettler, K. H. 1993. Separators for the dairy industry. s.l. : Westfalia Separator, 1993.
- Mawson, J. Fermentation of whey. [ed.] B. Caballero. Encyclopedia of foods Sciences and Nutrition. Second. London : Academic Press, 2003, págs. 6157-6163.
- Nielsen, P. S. 1988. Membrane filtration for whey protein concentrate. [Marketing Bulletin, APV]. Aarhus, Denmark : Pasilac A. S., 1988.
- Optimization of biogas production from co-digestion of whey and cow manure. Hublin, A., Zokić, T. I. y Zelić, B. 2012. 6, 2012, Biotechnology and bioprocess engineering, Vol. 17, págs. 1284-1293
- Paz, M. 2000. Utilización de lactosuero de quesería. Seminario - Taller. Santa Fé de Bogotá, Colombia : C. D. P. A. CENTIA E ICTA, 2000. pág. 33.
- Perfil sensorial e aceitação de bebida láctea achocolatada. Pflanzner, S. B., y otros. 2, Campinas: s.n., 2010, Ciência e Tecnologia de Alimentos, Vol. 30, págs. 391-398. Revista disponible online. ISSN 0101-2061.
- Proceedings of the second international whey conference. Fédération Internationale du Lait, International Dairy Federation (FIL/IDF). 1997. Chicago, USA : s.n., 1997.
- P., Jelen. Whey cheese and beverages. Whey and lactose processing. s.l. : J. G. Zadow, 1992, 5.
- Review: Technology, chemistry and microbiology of whey cheeses. Pintado, M. E., Macedo, A. C. y Malcata, F. X. 2, 2001, Food Science and Technology International, Vol. 7, págs. 105-116.

- Rodríguez, R., Bailat, F., Testasecca, G. 2013. Generación de Biogas a partir del Lactosuero Ácido. INTI Ambiente. 2013.
- Sensory and microbiological Shelf-Life of a commercial ricota cheese. Hough, G., y otros. 1999, Journal of Dairy Science, Vol. 82, págs. 454-459.
- Tobares, L. 2012. La Importancia y el Futuro del Biogas en la Argentina. [3er Congreso Latinoamericano y del Caribe de Refinación]. 2012.
- Towards the scale-up of agro-food feed mixture for biogas production. Battista, F., y otros. 2013. 4, 2013, Journal of Enviromental Chemical Engineering., Vol. 1, págs. 1223–1230.
- Whey-based beverages - a new generation of dairy products. Jeličić, I., Božanić, R. y Tratnik, L. 2008. 3, 2008, Mljekarstvo, Vol. 58, págs. 257-274.
- Zadow, J. G. 1992. Whey and Lactose processing. 1992

## CAPÍTULO 3

### PROCESAMIENTO: SELECCIÓN DE TECNOLOGÍAS

---

#### Autores:

MARCELO GONZÁLEZ  
MARÍA LAURA CASTELLS  
CARLOS MATTOS  
PABLO JULIANO  
CAROLINE MELLINGER SILVA  
JOSÉ URIEL SEPULVEDA VALENCIA  
SANTIAGO JORCÍN  
JUAN DI RISIO  
LUIS FELIPE GUTIÉRREZ ÁLVAREZ  
EDUARDO WALTER  
ANDRÉ DUTRA  
MARCELO MIRABALLES

---

En el capítulo anterior se presentaron de manera global diferentes alternativas de valorización del suero de quesería. Se demostró que los productos de consumo directo —incluyendo los quesos de suero y las bebidas a base de suero— como negocio complementario interno en pequeñas queserías, agrega mayor valor que la transformación a ingredientes como el suero en polvo. Sin embargo, la formación de centros de acopio que permitan transformar el suero dulce en suero preconcentrado líquido para su posterior secado, es una alternativa viable con el fin de minimizar el impacto ambiental y, además, para la mejora general de las cuencas queseras.

Este manual brinda opciones de agregado de valor al suero para las queseras artesanales a medianas, particularmente de aquellas que encuentren viable asociarse con otras en su región para valorizar el suero. Por lo tanto este capítulo se enfoca en dos alternativas tecnológicas de valorización que pueden ser consideradas por las queseras artesanales a medianas:

- a) la producción de bebidas a base de suero, en forma asociativa o individual.
- b) la preconcentración y el secado del suero, en forma asociativa entre queseros y/o con empresas que posean plantas de secado con capacidad ociosa.

Como se describió en el capítulo 1, países como Brasil y Colombia no disponen de suficiente capacidad tecnológica para producir la cantidad de suero en polvo que utilizan, por lo que deben importarlo. Esto es paradójico respecto a los millones de litros que son desaprovechados y por ende amerita considerar el acopio del suero como una solución a los mercados internos de cada país. Sin embargo, es importante destacar que estos países son pioneros en el uso del lactosuero para la producción de bebidas lácteas en Latinoamérica.

### 3.1 PRODUCCIÓN DE BEBIDAS A BASE DE SUERO

En el capítulo anterior se definieron las bebidas a base de suero como aquellos productos bebibles cuyo componente principal es el suero líquido de quesería. Las bebidas comerciales de este tipo contienen hasta un 90% de lactosuero en su formulación y concentraciones menores de azúcares, estabilizantes, acidulantes, saborizantes, colorantes y zumos de frutas, entre otros. Por lo tanto, de acuerdo con la legislación vigente de cada país, es posible obtener una gran variedad de este tipo de bebidas a partir de diferentes formulaciones y procesos tecnológicos.

La pasteurización y la fermentación son los procesos tecnológicos más utilizados en la elaboración de este tipo de productos. El tratamiento térmico garantiza la inocuidad microbiológica del producto y prolonga su vida útil, mientras que la fermentación produce cambios favorables respecto a sus características sensoriales, propiedades funcionales y valor nutricional.

Los procedimientos básicos para la elaboración de bebidas fermentadas y no fermentadas, se describen a continuación de manera general, a modo de ejemplo.

#### 3.1.1 Bebidas no fermentadas

Disponibles actualmente en el mercado, están compuestas principalmente por suero líquido, jugos o pulpa de frutas. El suero puede ser concentrado o no, o bien, puede usarse el permeado de ultrafiltración. El sabor del suero de quesería, especialmente el ácido, es más compatible con el jugo de frutas cítricas, principalmente naranja, limón, pomelo, mango, maracuyá, pera, ananá, durazno, manzana, frutilla o mezclas de estos. Adicionalmente, es posible desarrollar bebidas que contengan cacao y cereales, así como jugos vegetales de zanahoria, tomate y remolacha.

Este tipo de bebidas generalmente cumplen un rol similar al de los jugos de frutas, pero su contenido adicional de proteína, carbohidratos, vitaminas y minerales genera una imagen positiva en el consumidor por su valor nutricional. Además, a fin de atender las exigencias de los nuevos mercados, la fortificación con fibra, minerales como el hierro y otros metabolitos de interés nutricional, son igualmente posibles.

La Figura 3.1 muestra un diagrama de flujo general para la elaboración de este tipo de bebidas.

El suero es inicialmente filtrado con el fin de eliminar los finos de caseína remanentes de la elaboración del queso. En caso de no ser utilizado inmediatamente, debe ser termizado (61°C entre 2 y

5 minutos), pasteurizado (72°C, 15 segundos, o bien, 63°C, 30 minutos), enfriado y almacenado a 4°C hasta su posterior procesamiento (<48 h). Cabe destacar que deben mantenerse muy buenas condiciones higiénico-sanitarias durante el almacenamiento, previo a su procesamiento.

Para comenzar con la elaboración, se realiza un precalentamiento del suero a 45°C y se agregan, bajo agitación moderada, los ingredientes sólidos: azúcares (2-10%), estabilizantes (0.1-1%) y citratos (0.05-0.2%). Pueden utilizarse diferentes fuentes de azúcares, como la miel de caña y de remolacha, y también es posible el uso de edulcorantes, tanto naturales como sintéticos. En el caso de los estabilizantes se sugiere seleccionar el (los) adecuado (s) y la dosis recomendada por el fabricante de este ingrediente, de acuerdo a las características de consistencia deseadas en el producto final. También pueden utilizarse hidrocoloides como por ejemplo, goma guar, carragenina, pectina, carboximetilcelulosa, goma xántica, entre otros, solos o en combinación. El agregado de citrato de sodio mejora la estabilidad de las proteínas del suero durante el tratamiento térmico.

El mezclado y la agitación suave aseguran una correcta hidratación y homogeneización de todos los ingredientes.

La etapa de pasteurización puede llevarse a cabo por lotes a 63°C durante 30 minutos.

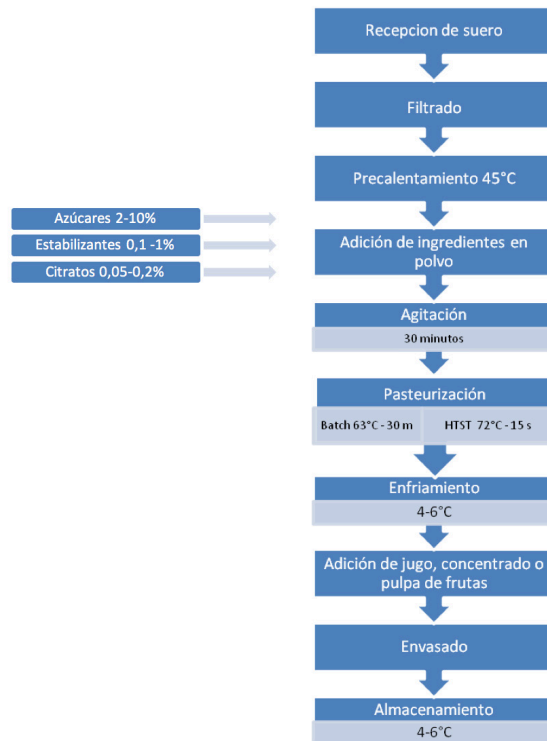


Figura 3.1 Diagrama de flujo para la elaboración de bebidas lácteas no fermentadas.

Posteriormente, la mezcla se enfría rápidamente y se adiciona el jugo concentrado o pulpa de frutas (pasteurizado), que puede representar entre un 5 y 20% de la formulación. Si es necesario, también pueden añadirse colorantes y/o aromatizantes en cantidades recomendadas por el fabricante para mejorar el sabor.

El producto terminado es finalmente envasado y almacenado a 4°C.

El pH en este tipo de bebidas puede variar entre 3 y 6,5 dependiendo de las diferentes combinaciones entre tipo de suero (dulce o ácido), sabor de jugo, concentrado o pulpa utilizados (cítrico o no), así como también del uso o no de acidulantes.

Este tipo de productos, con una vida útil aproximada de 30 días, debe mantenerse y comercializarse en condiciones de refrigeración, a menos que el producto haya sido esterilizado.

A partir de este tipo de bebidas pueden obtenerse distintas variaciones mediante la combinación de ingredientes y tecnologías. Por ejemplo, el uso de suero líquido concentrado se utiliza en bebidas con altos contenidos de proteína, minerales y vitaminas. Mediante la hidrólisis enzimática de la lactosa se logran productos deslactosados destinados a la población intolerante.

La Figura 3.2 muestra ejemplos de bebidas comerciales no fermentadas a base de suero en distintas presentaciones, disponibles en algunos mercados de América del Sur y Europa, principalmente en Alemania, Austria, Suiza y Rusia.



Figura 3.2 Bebidas comerciales no fermentadas a base de suero

A modo de ejemplo, la Tabla 3.1 muestra el etiquetado nutricional de una bebida no fermentada a base de suero de quesería.

INFORMACIÓN NUTRICIONAL			
Porción: 200 ml (1 vaso)			
	Por 100 ml	Por porción	% VD (*)
Valor energético (Kcal)	57	114	6
Carbohidratos (g)	11	28	7
Proteínas (g)	0,3	0,6	0
Grasas totales (g)	0	0	0
Grasas saturadas (g)	0	0	-
Grasas trans (g)	0	0	-
Fibra alimentaria (g)	0	0	0
(*) Valores diarios en base a una dieta de 2000 kcal u 8400 kJ. Pueden variar de acuerdo a sus requerimientos energéticos.			

Tabla 3.1 Etiquetado nutricional de una bebida no fermentada comercial compuesta por suero de quesería y jugo de naranja, tomando como ejemplo una porción de 200 ml.

### 3.1.2 Bebidas fermentadas

El alto contenido de lactosa del lactosuero junto a otros nutrientes, lo convierten en una materia prima con gran potencial para el desarrollo de productos fermentados. Esta aplicación tiene la ventaja de que el proceso productivo es similar al de elaboración de un yogur batido convencional.

El proceso de elaboración de este tipo de bebidas es muy similar al de la bebida no fermentada, pero incluye una etapa de fermentación que comprende transformación de la lactosa en ácido láctico por acción de cultivos específicos.

Generalmente se utilizan bacterias ácido lácticas (LAB, por sus siglas en inglés) solas o en combinación, principalmente de los géneros *Lactobacillus* y *Bifidobacterium*. Además de acidificar la bebida, estas bacterias pueden hidrolizar las proteínas de la leche produciendo péptidos bioactivos, y algunas de ellas pueden degradar la  $\beta$ -lactoglobulina, una de las principales proteínas del suero y el mayor alérgeno de la leche.

Varias cepas de los géneros *Lactobacillus* y *Bifidobacterium* son consideradas como microorganismos probióticos. Cuando son administrados en cantidades adecuadas, confieren beneficios en la salud del huésped por el aumento del balance de microorganismos en la flora intestinal y en las defensas contra microorganismos patógenos. Un grupo de expertos en probióticos, convocados por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) reconoció el papel de los probióticos en funciones inmunológicas, digestivas y respiratorias, y en el alivio de las enfermedades infecciosas en los niños y otros grupos de riesgo. Sin embargo, debe tenerse especial cuidado si se pretende usar alegaciones funcionales sobre los beneficios del consumo de alimentos probióticos, ya que para eso deben cumplirse las leyes y reglamentaciones nacionales de cada país.



La elaboración de bebidas fermentadas se realiza fundamentalmente a partir de suero dulce, el cual debe cumplir con los parámetros de calidad mencionados en el capítulo 1.

La elaboración de bebidas fermentadas a base de suero incluye, además de las etapas descritas en la Figura 3.2, una etapa de fermentación (resaltada en la Figura 3.3 por bloques de color rojo).

En este tipo de bebidas suele adicionarse, junto con los ingredientes en polvo, un porcentaje de leche de hasta el 50% con el fin de mejorar las características reológicas (aumentar la viscosidad) y organolépticas del producto final.

La etapa de pasteurización puede ser llevada a cabo por lotes a 85°C durante 30 minutos en un pasteurizador de placas de tipo HTST, a 90°C durante 5 minutos, o bien, a 95°C durante 3 minutos. En esta etapa no sólo se busca disminuir la carga bacteriana de la mezcla, sino también, producir cambios estructurales en las proteínas del suero, en especial la de la  $\beta$ -lactoglobulina, con el fin de obtener una mejora en la viscosidad de la bebida.

Posteriormente, la mezcla se enfría rápidamente a 42-43°C, temperatura a la cual se agregan los fermentos (*Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*) y se realiza la incubación, permitiendo la acidificación del medio. En el caso de utilizar bacterias mesófilas (*Lactobacillus lactis* y *Streptococcus lactis*) la mezcla debe enfriarse a 25-30°C, temperatura en la que se lleva a cabo la fermentación.

La Figura 3.3 muestra un diagrama de flujo para la elaboración de este tipo de bebidas.

El proceso de fermentación, realizado en un tanque fermentador, es monitoreado por medio de la medición del pH y finaliza cuando se alcanza un valor de pH de 4,6. El tiempo de fermentación dependerá no sólo de los fermentos utilizados sino también de la formulación de la bebida, pudiendo variar entre 3 y 6 horas con bacterias termófilas y hasta 12 horas cuando se emplean microorganismos mesófilos.

Tras la fermentación, la mezcla se enfría rápidamente hasta 15°C, se realiza un agitado suave con el fin de romper el coágulo formado y se agrega el jugo concentrado, pulpa de frutas y/o los saborizantes, siguiendo las dosis sugeridas por el proveedor.

El producto terminado es finalmente envasado y almacenado a 4°C.

Al igual que la bebida no fermentada, la vida útil esperada del producto es de 30 días aproximadamente, conservado en condiciones de refrigeración a 4-6°C.

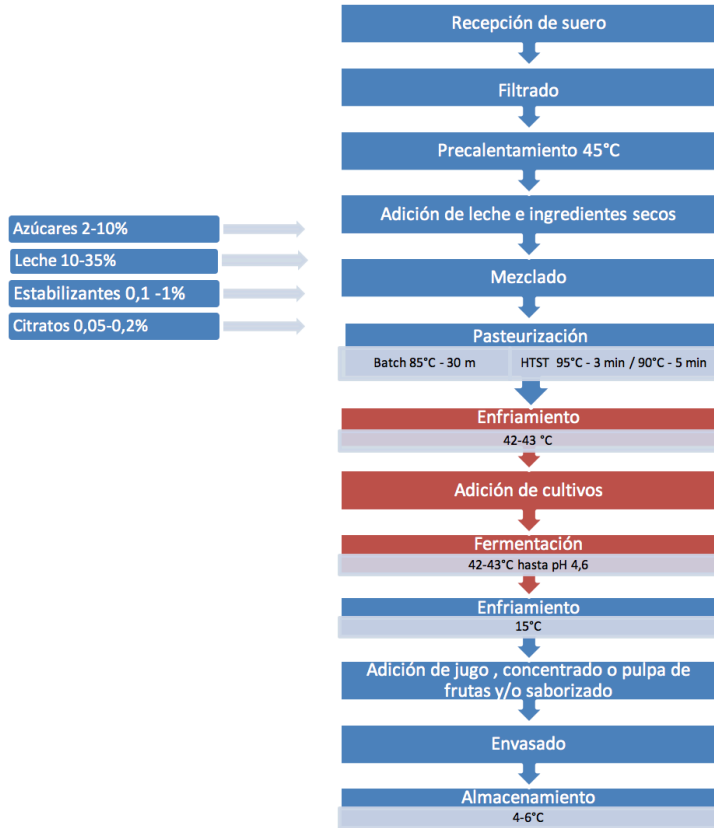


Figura 3.3 Diagrama de flujo para la elaboración de bebidas lácteas fermentadas saborizadas.

Estas bebidas pueden ser adicionadas con microorganismos probióticos y/o con ingredientes prebióticos (fibras), a fin de mejorar sus cualidades sensoriales y funcionales, en particular la regulación de la actividad intestinal.

Es posible obtener una gran variedad de productos a partir de distintas combinaciones de ingredientes, saborizantes y/o jugos, concentrados o pulpas de frutas utilizadas.

Asimismo, también es posible elaborar bebidas fermentadas a base de suero dulce concentrado al 22% (Sección 2.3). Para ello, es necesario incorporar al proceso de elaboración, previo al precalentamiento a 45°C, una etapa de concentración por ósmosis inversa o desmineralización parcial por membranas de nanofiltración.

La Figura 3.4 muestra ejemplos de bebidas fermentadas a base de suero en distintas presentaciones, disponibles en algunos mercados de Latinoamérica, principalmente en Brasil y Colombia.



Figura 3.4 Bebidas comerciales fermentadas a base de suero

La Tabla 3.2 muestra el etiquetado nutricional de una bebida fermentada a base de suero de quesería.

INFORMACIÓN NUTRICIONAL			
Porción 200 ml (1 vaso)			
	100 ml	Por porción	% VD (*)
Valor energético (Kcal)	57	145	7
Carbohidratos (g)	13,5	27	9
Proteínas (g)	2	4	5
Grasas totales (g)	1,1	2,2	4
Grasas saturadas (g)	0,65	1,3	6
Grasas trans (g)	0	0	0
Fibra alimentaria (g)	0	0	0
Calcio (mg)	0,85	107	11
Sodio (mg)	28	56	2

(\*) Valores diarios con base a una dieta de 2000 kcal u 8400 kJ. Pueden variar de acuerdo a sus requerimientos energéticos.

Tabla 3.2 Etiquetado nutricional de una bebida láctea fermentada con pulpa de ciruela que se comercializa en Brasil, tomando como ejemplo una porción de 200 ml.

### 3.2 CONCENTRACIÓN Y SECADO DEL SUERO

En el capítulo 2 se estableció la ventaja de producir suero parcialmente desmineralizado en comparación con otros ingredientes para la industria alimenticia a partir de lactosuero, por lo que a continuación se describen las tecnologías necesarias para su producción. La Figura 3.5 muestra un diagrama de flujo para la obtención de suero en polvo desmineralizado D40 a partir de suero crudo.

Una vez obtenido, el suero dulce se desmiga para separar los finos o partículas de caseína remanentes del proceso de elaboración del queso, utilizando filtros rotativos u oscilantes con una eficiencia del 40 al 50%, o por medio de centrífugas específicas de alta velocidad con una eficiencia cercana al 100%. Esta etapa es fundamental para evitar que las descremadoras y membranas se bloqueen con dichos finos durante el proceso. El desmigado puede realizarse en la propia quesería o en un centro de acopio, dependiendo de la escala de la quesería y de los equipos disponibles.

El proceso siguiente es el descremado (separación de grasa) por medio de centrífugas de alta velocidad. La separación centrífuga, si bien puede optimizarse con la temperatura del proceso (la ideal es de 40 a 55°C), tiene un límite dado por el tamaño del glóbulo graso (es muy difícil separar glóbulos menores a una micra de diámetro) debido al diseño del equipo. La grasa obtenida puede luego ser comercializada por el propio quesero con destino a manteca de suero, logrando un rédito por este producto.



Figura 3.5 Diagrama de flujo para la obtención de suero en polvo desmineralizado D40 a partir de suero crudo.

El descremado puede contribuir a prolongar la vida útil del producto a elaborar. Si la materia grasa en el producto deshidratado es superior al 2% de los sólidos totales, pueden generarse sabores desagradables por reacciones de oxidación, limitando su utilización como ingrediente en la industria alimenticia. Una segunda razón radica en que un exceso de grasa en el procesamiento posterior por membranas, reduce su vida útil por contribuir al bloqueo de los poros.

El proceso final del pretratamiento es la pasteurización a 72°C durante 15 segundos en un pasteurizador de placas de tipo HTST. El pre-tratamiento puede hacerse a nivel de empresa individual o en un centro de acopio que procese el suero de varias queserías de una región, al que deberían enviarlo al menos enfriado y de ser posible desmigado. Cabe destacar que cada una de las queserías que entregue suero para su posterior tratamiento, debe contar con un sistema independiente de almacenamiento higiénico sanitario.

El suero pretratado pasa a ser concentrado, etapa denominada de preconcentración, por medio de membranas espirales (spiral wound), generalmente de nanofiltración (NF) o, en algunos casos, de ósmosis inversa (OI), teniendo en cuenta que utilizando esta última, la planta de secado deberá disponer de un sistema de NF para desmineralizar el preconcentrado recibido. En este caso, se obtiene un preconcentrado del 18 al 22% de sólidos totales con una reducción del 40% de los iones monovalentes del suero (sodio, cloruro y potasio), y un permeado con un nivel de sólidos del 0,5% que debe disponerse en una planta de tratamiento de aguas residuales de acuerdo a la normativa propia de cada país. La Figura 3.6 muestra un equipo de NF instalado en una empresa procesadora de sueros. En el caso de la OI se obtiene el mismo nivel de concentración que en NF, pero se necesita trabajar a mayor presión. En contraparte, la OI tiene la ventaja que implica menores costos de procesamiento de las aguas residuales.



Figura 3.6 Equipo de nanofiltración en una planta de sueros

El preconcentrado obtenido está en condiciones de entrar al proceso siguiente de evaporación y secado. Ver composición en la Tabla 3.3.

En el caso de tratarse de un centro de acopio, el suero preconcentrado debe ser transportado en condiciones higiénico sanitarias (camión cisterna) y refrigerado hasta la planta de secado.

Parámetros	Suero crudo	Suero preconcentrado	Permeado	Pérdidas
Sólidos totales	6.5 %	18.5 %	0.37 %	
Proteínas totales (% ST)*	12.8	13.5	0	0
Materia grasa (% ST)	0.7	0.8	0	0
Nitrógeno no proteico (%ST)	0.5	0.36	4.32	31%
Lactosa (% ST)	74.4	77.0	26.2	1.3 %
Ácidos orgánicos (% ST)	3.4	3.37	4.9	5%
Cenizas (% ST)	7.7	5.3	68.8	28%
Calcio (% ST)	0.42	0.41	0.7	6%
Magnesio (% ST)	0.12	0.12	0.21	6%
Sodio (%ST)	0.61	0.38	6.5	40%
Potasio (% ST)	2.36	1.48	25.2	40%
Azufre (% ST)	0.16	0.15	0.55	12%
Fósforo (% ST)	0.62	0.57	2.05	12%
Cloruro (% ST)	1.44	0.68	21.1	54%

\* (% ST) porcentaje expresado respecto a los sólidos totales

Tabla 3.3 Tabla de composición comparativa del suero crudo, preconcentrado por nanofiltración, permeado y pérdidas.

El concentrado obtenido es enviado a tanques cristalizadores donde combinando siembra de micro cristales, agitación y reducción progresiva de la temperatura, se logra un nivel de cristalización de la lactosa en su forma alfa mono hidrato del orden del 70-80%. Esto permite que el producto final no sea higroscópico.

El concentrado cristalizado se seca en una torre spray. Este proceso consiste en pulverizar el líquido concentrado por medio de un disco centrífugo (alrededor de 12 mil RPM) o por toberas de alta presión, dentro de una corriente de aire caliente a una temperatura de aproximadamente 200°C. Generalmente se utilizan torres de dos etapas de secado con una temperatura de salida del aire del orden de 80°C.

Por último, el polvo se separa del aire por medio de ciclones que actúan por fuerza centrífuga o por filtros de bolsa. El aire de transporte es enfriado previa condensación del agua. En las torres con lechos fluidos dinámicos puede lograrse un producto no pulverulento que se envía a una tolva para ser envasado en bolsas de polietileno de 80 micras de espesor que está dentro de una bolsa multipliego de papel kraft, con un peso de 25 kg netos por bolsa. La composición del producto obtenido puede verse en la Tabla 3.4. El lugar para el almacenamiento de las bolsas debe ser fresco y seco, libre de olores extraños y agentes contaminantes.

Parámetros	Suero en polvo desmineralizado parcialmente D40
Humedad (%)	3.50
Proteínas totales (%)	12.00
Materia grasa (%)	1.50
Lactosa (%)	77.50
Cenizas (%)	5.50
Partículas quemadas	Disco A-B
pH (solución al 10 %)	> 6.0

Tabla 3.4 Tabla de composición aproximada del suero en polvo desmineralizado parcialmente D40.

La Figura 3.7 muestra la vista exterior de una planta de procesamiento de suero con una capacidad de 300.000 l/día. En la parte central se observa la torre de secado, mientras que a la izquierda se encuentran los tanques cristalizadores.



Figura 3.7 Planta secado de suero con capacidad de recepción de 300 mil l/día



### 3.3 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Advances in milk processing. Robinson, R. K. 1986. s.l. : Elseirver Science Publishing Co. INC, 1986, Modern Dairy Technology, Vol. 1.
- Caracterização de bebidas lácteas funcionais fermentadas por probióticos e acrescidas de prebióticos. Thamer, K. G. y Penna, A. L. B. 2006. Campinas : s.n., 2006, Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos, Vol. 26, págs. 589-595.
- Cheryan, Munir. 1998. Ultrafiltration and Microfiltration Handbook. 1998Effect of oligofructose incorporation on the properties of fermented probiotic lactic beverages.
- Dalgallarrondo, M., Chobert, J.M., Haertlé, T. 2002. 4, 2002, Nahrung-Food, Vol. 46, págs. 283-289.
- De Castro, F. P., Cunha, T. M., Barreto L. M., Amboni, R. D, Prudencio, E. S. 2009. 1, 2009, International Journal of Dairy Technology, Vol. 62, págs. 68–74. DOI: 10.1111/j.1471-0307.2008.00447.x.
- Development of whey-based beverages. Djuric, M., y otros. 2004. 2004, European Food Researche Technology, Vol. 219, págs. 321-328.
- Jelen, P. 2009. Whey-based functional beverages. [ed.] Pauk Paquin. Functional and speciality beverage technology. s.l. : Woodhead Publishing India Pvt Ltd., 2009, 10.
- Lehman, H. R. y Zettier, K. H. 1993. Separators for the dairy industry. s.l. : Westfalia Separator, 1993.
- Mounthfeel and flavour of fermented whey with added hydrocolloids. Gallardo-Escamilla, F. J, Kelly, A. L. y Delahunty, C. M. 2007. 2007, International Dairy Journal , Vol. 17, págs. 308-315.
- Nielsen, P. S. 1988. Membrane filtration for whey protein concentrate. [Marketing Bulletin, APV]. Aarhus, Denmark : Pasilac A. S., 1988.
- Oliveira, F. A. 2011. Desenvolvimento de bebida láctea não fermentada com soro de leite ácido. Universidad Tecnológica Federal do Paraná. Francisco Beltrão/PR. : s.n., 2011. pág. 37, Monografía.
- Probiotics in food - Health and nutritional properties and guidelines for evaluation. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO); World Health Organization (WHO). 2006. Roma : s.n., 2006, Food and Nutrition Paper, Vol. 85.
- Proceedings of the second international whey conference. Fédération Internationale du Lait, International Dairy Federation (FIL/IDF). 1997. Chicago, USA : s.n., 1997.
- Sensory quality evaluation of whey-based beverages. Legarová, V. y Kourimska, L. 2010. 4, 2010, Mljekarstvo,, Vol. 60, págs. 280-287.



- SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL (SENAR). 2010. Iogurte, bebidas lácteas e doce de leite. Produção de derivados do leite. Brasília : SENAR, 2010. pág. 68.
- Tecnología de fabricación de bebida láctea fermentada e não fermentada. Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG). 2011. Juiz da Fora : EPAMIG, 2011, pág. 19.
- Thermal modifications of structure and co-denaturation of  $\alpha$ -lactalbumin and  $\beta$ -lactoglobulin induce changes of solubility and susceptibility to proteases. Bertrand-Harb, C., Baday, A.,
- Whey fermentation by thermophilic lactic acid bacteria: Evolution of carbohydrates and protein content. Pescuma, M., Hébert, E. M., Mozzi, F., Font de Valdez, G. 2008. 3, 2008, Food Microbiology, Vol. 25, págs. 442–451. doi:10.1016/j.fm.2008.01.007.
- Zadow, J. G. 1992. Whey and Lactose processing. 1992.

## CAPÍTULO 4

### ALIMENTACIÓN ANIMAL

---

#### Autores:

CLARA GILMA GUTIÉRREZ CASTAÑEDA

YESID AVELLANEDA AVELLANEDA

JUAN DI RISIO

PABLO JULIANO

---

El lactosuero es un producto de gran valor en la alimentación de rumiantes y porcinos. Su incorporación en la dieta genera ahorros en los costos de producción y mejora el rendimiento de la carne producida por animal. El lactosuero también es conocido por sus propiedades funcionales, ya que puede mejorar el tracto digestivo y prevenir la aparición de enfermedades a nivel intestinal.

En pequeñas queserías, el lactosuero líquido o suero entero es revalorizado principalmente a través de su incorporación en la dieta animal. No obstante, productos y residuos generados en el proceso de industrialización del lactosuero (suero en polvo o permeado) han sido también conducidos en esta dirección. La situación actual permite identificar disponibilidad de productos a base de lactosuero con destino para animales, así como la aparición de nuevas patentes, lo cual convierte el destino animal en un nicho de mercado propio para el fortalecimiento de esta cadena de valor.

El lactosuero genera aportes significativos a las necesidades proteicas y energéticas en la dieta animal, su contenido de lactosa favorece la acidificación gástrica y el mantenimiento de la flora láctica intestinal, mejorando la solubilidad y digestibilidad de la proteína, así como del calcio. El contenido de ácido láctico del lactosuero, la presencia de aminoácidos azufrados y minerales, y la concentración de bacterias ácido lácticas como *Lactobacillus delbreueckii*, *L. helveticus*, *Streptococcus thermophilus* generan las condiciones adecuadas para la acidificación de ensilajes. Por otro lado, el lactosuero se utiliza para la incorporación de probióticos y prebióticos en la alimentación animal por las bacterias ácido lácticas presentes en el mismo, a las que se le atribuye entre otras funciones el aumento de los niveles de fósforo disponible.

El lactosuero puede ser suministrado a los animales en forma líquida (existen diversos métodos de incorporación), o bien, a través de la elaboración de dietas o raciones formuladas. Por otro lado, el permeado de lactosuero y el lactosuero en polvo constituyen una alternativa de alimentación. En la actualidad se están desarrollando nuevos productos en base a biomasa microbiana, generada por fermentación a partir de lactosuero líquido, de gran interés por su contenido proteico y probiótico.

## 4.1 LACTOSUERO LÍQUIDO

Los métodos de incorporación del lactosuero líquido en la alimentación de rumiantes y porcinos comprenden la utilización directa en el agua de bebida, elaboración de ensilajes y lactoreemplazador.

### 4.1.1 Lactosuero como agua de bebida

Este es el método menos costoso de suministro de lactosuero a los animales cuando se encuentran cerca de las plantas procesadoras de queso. Estudios han demostrado que rumiantes jóvenes y adultos ingieren grandes cantidades de lactosuero en parcial o total sustitución de agua potable. Los volúmenes de ingesta se relacionan con la edad del animal y su estado productivo. Los trabajos con vacas lactantes reportan de manera regular consumos entre el 10 y el 12% de la ingesta total de materia seca. Sin embargo, otros trabajos aseguran que no se observan problemas de uso hasta el 30% de la materia seca total diaria como lactosuero, lo que corresponde a un rango de ingesta entre 40 a 100 litros por día, sin causar efectos negativos en la producción de leche, la duración de la lactancia o la calidad láctea. Los terneros en crecimiento pueden consumir entre 40 a 50 litros por día o entre 30 y 50% del consumo total de materia seca. De manera general y para evitar problemas de timpanismo (hinchamiento) que limitan el desempeño animal, asociado a la variación en la calidad del lactosuero, se recomienda para rumiantes una ingestión de 10 a 12 litros de lactosuero por cada 100 kg de peso vivo. En cerdos, en fase de levante se recomiendan volúmenes de 20 litros diarios y en ceba hasta 32 litros.

### 4.1.2 Lactosuero como aditivo o ingrediente de ensilajes

El costo y disponibilidad de los aditivos comerciales para la elaboración de ensilajes constituyen un factor limitante para la masificación de esta estrategia de conservación de alimento. Estudios previos han determinado que la utilización de lactosuero líquido como aditivo mejora la calidad fermentativa y nutricional del ensilaje. Cuando se agrega el lactosuero al ensilaje, provoca una rápida disminución del pH que inhibe el crecimiento de microorganismos indeseados, lo que conlleva a una mayor preservación de los nutrientes del ensilaje. La adición de lactosuero genera una reducción lineal en el pH, un incremento de la proteína soluble y un aumento de la degradabilidad de la materia seca (MS), la fibra detergente neutra (FDN) y la fibra detergente ácida (ADF, por sus siglas en inglés) de los ensilajes.

El nivel de inclusión del lactosuero como aditivo acidificante y fuente de bacterias ácido lácticas para la elaboración de ensilaje de materiales forrajeros está directamente relacionado con las características mismas del recurso, ya que, si tiene baja concentración de azúcares, el descenso del pH durante el proceso fermentativo se demorará, lo que puede originar una alteración de los nutrientes. Por ello, para recursos con bajo nivel de proteína y alto nivel de carbohidratos, como maíz y otras gramíneas, se recomienda el 2% del volumen a ensilar, mientras que, para materiales con bajo nivel de azúcares, como pasturas y leguminosas, el nivel deberá ser del 5%, ya que valores superiores de inclusión pueden conducir a pérdida de la MS, la materia orgánica (MO) o la FDN.

La utilización de lactosuero como ingrediente en la elaboración de ensilaje permite mejorar la palatabilidad de alimentos vastos que consumen los animales (henos o pajas) además de hacer un mayor aporte de lactosa.

En la elaboración de ensilaje de suero (estrategia que busca utilizar grandes cantidades de suero, junto con residuos de cosecha) puede incluirse entre el 35 y el 51% de este recurso, mezclado con fuentes de fibra como pajas o salvados, que pueden reemplazar hasta el 65% de la ración ofrecida en el caso de los sistemas de dietas completamente mezcladas (forrajes frescos y conservados, granos, harinas proteicas y sales mineralizadas), estrategia que permite el consumo de hasta 10 litros por vaca al día, con resultados similares a los que se obtienen con dietas comerciales, pero maximizando la inclusión de forrajes fibrosos, lo que lleva a una disminución de costos. Con relación al tipo de recurso para complementar el ensilaje se recomienda la mezcla con concentrado y materiales de residuo de molinería como salvado de maíz, harina de arroz y mogolla de trigo.

#### **4.1.3 Lactosuero como ingrediente en la elaboración de dietas**

El lactosuero líquido puede mezclarse con residuos de molinería, se recomiendan 15 litros en la fase de levante y 21 litros en la fase de ceba. Niveles de reemplazo de lactosuero líquido del 50% con relación a fuentes proteicas, como la harina de soya o pescado, disminuyen la ganancia de peso en cerdos, sin embargo, en cerdos en fase de crecimiento, el lactosuero puede reemplazar entre el 40 y el 50% el consumo de concentrado, lo que aumenta la rentabilidad en el engorde.

#### **4.1.4 Lactosuero sustituto lácteo para la crianza animal**

Los sustitutos lecheros en la alimentación de terneros pueden reducir los costos de crianza hasta el 50% de la leche que consume el ternero. El suministro del alimento puede realizarse en forma de papilla (suero lácteo y pienso, relación 1:1.5 en peso) o en forma líquida directamente. En cerdos destetados, entre 33 y 75 días de edad, se logran ganancias significativas en el peso final y la ganancia promedio diaria. La presentación del alimento en forma de papilla proporciona ventajas frente a dietas secas que pueden ser menos apetitosas; con la alimentación líquida o semilíquida se evitan alteraciones morfológicas en la mucosa intestinal propias del destete.

### **4.2 PERMEADO**

Evaluaciones realizadas por el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), a través de su sede en Rafaela, provincia de Santa Fe (Argentina), demuestran que el suministro de permeado de lactosuero mejora el metabolismo ruminal en vacunos. En este sentido, la incorporación de 20 litros/día en dietas constituidas por forraje en pastoreo y heno de alfalfa genera un ambiente ruminal estable con aumento en los niveles de N-NH<sub>3</sub> y los ácidos valérico y caproico. Además, mejora la síntesis de grasa butirosa incrementando la cantidad de grasa en leche producida por los animales. El permeado de suero puede reemplazar al grano de maíz en las dietas de vacas lecheras en pastoreo de alfalfa hasta un nivel de 3,6 kg de MS/vaca/día con valores de 20 litros/día.

### 4.3 PRODUCCIÓN DE BIOMASA MICROBIANA

La producción de biomasa microbiana a partir de desechos agroindustriales constituye una fuente de proteína unicelular (SCP, por sus siglas en inglés) para animales. El contenido de proteína en la biomasa microbiana es mayor que en otras fuentes proteicas como la soja; producida con bacterias es mayor al 65%, con levaduras oscila entre el 40 al 55%, con hongos entre el 33-55% y con microalgas 30-40%. A pesar de las ventajas nutricionales que representa la proteína de origen microbiano, algunos autores citan desventajas como riesgos en animales monogástricos (el cerdo) por el elevado contenido de ácidos nucleicos (4-6% en algas, 10-16% en bacteria, 6-10% en levadura y 2,5-6% en hongos) que puede resultar en la elevación de niveles de ácido úrico y presencia de cristales de urato, así como en la degeneración del hígado, sumado a problemas de indigestión y alergias por baja digestibilidad de la pared celular microbiana en el tracto digestivo.

Las Bacterias Ácido Lácticas (BAL) y las levaduras se han evaluado para la generación de biomasa a partir de lactosuero dulce y ácido desnatado. Entre las levaduras utilizadas se encuentran las siguientes especies: *Saccharomyces unisporus*, *Candida kefir*, *Saccharomyces cerevisiae*. Los biopreparados que se obtienen a partir de estas levaduras pueden alcanzar contenidos de proteína de hasta el 34%. En la mayoría de los ensayos, *Kluyveromyces marxianus* es la levadura con mayor velocidad de crecimiento, sin embargo, no es posible generalizar porque el comportamiento puede variar entre aislados de la misma especie microbiana, requiriéndose para su implementación estudios de selección de inóculos. Otras alternativas de producción de biomasa plantean procesos de fermentación con bacterias ácido lácticas y adición de la microalga *Spirulina platense* como suplemento proteico. La incorporación de microalga constituye una alternativa para la incorporación de probióticos y proteína en rumiantes, quienes generalmente utilizan más eficientemente la proteína algal en comparación a los animales monogástricos.

Existe poca información científica que demuestren el efecto de los microorganismos mencionados anteriormente en el rendimiento animal, en este aspecto, el hongo más documentado ha sido *Geotrichum candidum*. El consumo de SCP obtenida a partir de lactosuero con este hongo genera en rumiantes un buen rendimiento de peso y ganancia de carne en comparación a las dietas donde se utiliza lactosuero no suplementado con SCP. Ariza y Franco, (2006) recomiendan en rumiantes dietas compuestas entre un 60 a 80% de lactosuero enriquecido con *Geotrichum*, 20 a 30% de torta de palmiste y 10 al 20% de pasto elefante. En dietas para pollos de engorde se ha introducido SCP de *Geotrichum candidum* producida en un sustrato con base en lactosuero, melaza, urea, fertilizante triple quince y sulfato de magnesio, y se han observado mejoras en la producción de leche cuando la dieta de animales, como las cabras, fue suplementada con SCP.

En relación a los métodos de producción de SCP existen modelos que pueden ser implementados en fincas y para esto hay que considerar varias etapas, como la preparación del sustrato, la inoculación del microorganismo y la cosecha de la biomasa. En cuanto a las necesidades locativas debe disponerse de un espacio cerrado y desinfectado con sustancias como el yodo o hipoclorito de sodio antes de iniciar el proceso de producción.

#### 4.3.1 Preparación del sustrato para biomasa y suministro a comederos

La preparación del lactosuero como sustrato es factible realizarla en tanques plásticos que permitan la mezcla de diferentes ingredientes. Se recomienda la adición de fuentes de proteína y fósforo para mejorar el crecimiento del hongo, como urea, fertilizante triple 15 (N, P, K) y sulfato de amonio. Posterior a la mezcla de los sustratos podrán ser dispuestos en bandejas plásticas y continuar con la etapa de inoculación. En el caso de *Geotrichum* se utilizan trocitos de queso Camembert como fuente de inóculo. Al cabo de 48 horas de la inoculación se observará una película de color ceniza, que se irá colocando más densa hasta aparecer un crecimiento corrugado y espeso del micelio. El suministro del alimento podrá realizarse a través de un sistema de drenaje y bombeo por tuberías con conexión directa a comederos.

#### 4.4 ESPECIFICACIONES DE CALIDAD DEL LACTOSUERO

Entre las consideraciones de calidad fisicoquímica que el lactosuero debe cumplir, el nivel de sal no debe superar el 3% porque puede generar intoxicaciones agudas que se manifiestan en debilidad y temblores musculares; es posible que el lactosuero genere un estado de coma en el animal hasta provocar su muerte. Caballero y Acosta recomiendan valores de pH entre 3.5 y 4.5 y de grasa entre 1.4 y 2.0%. La relación recomendada como ideal para el ácido láctico en lactosuero se encuentra entre 1.6% y 1.8%. Si la relación de ácido láctico se encuentra entre el 0.8% y 2.4% la ganancia de peso disminuye.

#### 4.5 CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS

La utilización de suero de leche como un recurso alimenticio para los animales presenta una gran ventaja competitiva al permitir reducir los costos de alimentación en escenarios donde la disponibilidad y calidad de biomasa es escasa. Asimismo, el lactosuero mejora la funcionalidad del tracto gastrointestinal previniendo la aparición de enfermedades. Sin embargo, el uso de este recurso debe contemplar la racionalidad de cada modelo animal, es decir, las particularidades de cada especie, para que la calidad del suero pueda maximizar el desempeño de los animales.

En rumiantes la ingesta de hasta 12 litros de lactosuero por cada 100 kg de peso vivo no registra problemas de orden nutricional. Por otro lado, puede incluirse hasta un 5% de lactosuero como aditivo para elaborar ensilaje. Si el lactosuero se selecciona como un ingrediente para mejorar la palatabilidad de forrajes altos en fibra, puede usarse hasta en un 50% junto con subproductos de cereales, elaborando lo que se conoce como ensilaje de suero.

Los cerdos en fase de levante pueden consumir 20 litros diarios de lactosuero, mientras que en ceba su ingestión superaría los 32 litros. Este recurso puede considerarse como un aditivo modulador del tracto gastrointestinal, por su contenido de bacterias lácticas y ácido láctico, lo que permite una disminución en el uso de antibióticos promotores de crecimiento y con ello el precio de las dietas.

Es recomendable establecer modelos económicos que apunten los beneficios de la implementación del lactosuero en la dieta animal o en la elaboración de ensilaje de suero. Asimismo, es de interés desarrollar ensilaje de suero para el mejoramiento nutricional de los forrajes que presentan una baja calidad nutricional. También es necesario medir la inclusión de lactosuero en dietas de lechones como agente funcional para el reemplazo de acidificantes del tracto gastrointestinal y así determinar la conveniencia económica de esta práctica.

#### 4.6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A nutritious whey silage fed to beef cows during maintenance. Zobell, D., Olson, K., Wiedmeier, R., Stonecipher, C. and Chapman, K. 2006. 12, 2006, Journal of Animal and Veterinary Advances, Vol. 5, págs. 1117-1120
- Ariza, C.J. & franco G, J.(2006). Mejoramiento de dietas líquidas a partir del lactosuero inoculado con el micelio *Geotrichum* sp para ceba de cerdos. Trabajo de grado de Ingeniería Agroindustrial. Valledupar: Universidad Popular Del Cesar.
- Bebida fermentada de suero de queso fresco inoculada con *Lactobacillus casei*. Londoño, U. M., y otros. 1, Medellín : s.n., 2008, Rev. Facultad Nacional de Agronomía, Vol. 61, págs. 4409-4421.
- Co-products used in swine liquid feeding: aspects of food safety and nutritional value. Braun, K., and C. F. M. de Lange. 2004. Eastern Nutrition Conference, Ottawa, May 12-12 2004, págs. 205-222.
- Efectos de la nutrición sobre la salud intestinal y el crecimiento de lechones. Allee, G., Touchette, K. 2000. Anaporc.
- Effects of feeding wheat straw and middlings ensiled with whey on digestibility and growth of cattle. Zobell, D., Okine, O., Olson, K., Wiedmeier, R., Goonewardene, L. and Stonecipher, C. 2005. Canadian Journal of Animal Science, Vol. 85, págs. 69–74.
- Effect of homofermentative lactic acid bacteria concentrates on the aerobic stability of grass silage. Opitz von Boberfeld, W. 2001. German Journal of Agronomy, Vol. 85, págs. 7-14.
- Effect of liquid feeding weaned pigs on growth performance to harvest. Lawlor, P.G., Lynch, P. B., Gardiner, G. E., Caffrey P. J., O'Doherty, J. V.. 2002. Journal of Animal Science, Vol. 80, págs. 1725-1735.
- Effect of liquid whey feeding of fecal microbiota of mature and growing pigs. Kobayashi Y., Itoh, A., Miyawaki, K., Koike, S., Iwabuchi, O., Iimura, Y., Kobashi, Y., Kawashima T., Wakamatsu, J., Hattori, A., Murakami, H., Morimatsu, F., Nakaebisu, T., Hishinuma, T. 2011. 4, 2011, Animal Science Journal, Vol. 82, págs. 607–615. DOI: 10.1111/j.1740-0929.2011.00876.x
- Effect of sugarcane molasses and whey on silage quality of maize. Bautista-Trujillo, G., Cobos, M., Ventura-Canseco, L., Ayora-Talavera, T., Abud-Archila, M. and Oliva-Llaven, M. 2009. 1, 2009, Asian Journal Crop Science, págs.34-39.

- Effects of whey and molasses as silage additives on potato hash silage quality and growth performance of lambs. Nkosi, B. and Meeske, R. 2010. 3, 2010, South African Journal of Animal Science, Vol. 40, págs. 229-237.
- Enhanced lactic acid fermentation of silage by the addition of green tea waste. Kondo, M., Nao-ki, N., Kazumi, K. and Yolota, H. 2004. Journal of Science Food Agriculture, Vol. 84, págs. 728-734.
- European Whey products Association (EWPA). 2005. Whey in animal nutrition a valuable ingredient. Brussels, Belgium. Editorial Staff EWPA.
- Evaluation of feed grains with dried skim milk and added carbohydrate sources on weanling pig performance. Mahan, D. C., Newton, E. A. 1993. 12, 1993, Journal of animal science, Vol. 71, págs. 3376-3382.
- Feeding liquid whey to dairy cattle. Anderson M., Lamb R., Mickelsen C. and Wiscombe R. 1974. 10, 1974, Journal of Dairy Science, vol. 57, págs. 1206–1210.
- Fermented and non-fermented liquid feed to growing pigs: effects on aspects of gastrointestinal ecology and growth performance. Canibe, J., Jensen, B. B. 2003. Journal of Animal Science, Vol. 81, págs. 2019-2031.
- Lactose utilization by the growing pig. Shearer, I., Dunkin, A. C. 1968. 2, 1968, New Zealand Journal of Agricultural Research, Vol. 11, págs. 465-476. DOI: 10.1080/00288233.1968.10431442
- Lewandowski, R. Fermentation process of a substrate using a mixed culture for the production of an edible biomass for animal and/or human consumption. EP 2569415 A1 Montreal, Quebec, Canada, 2013. European Patent Office.
- Liquid feeding diets to pigs. Recent Advances in Animal Nutrition. Jensen, B.B., Mikkelsen, L. L. 1998. [ed. P. C. Garnsworthy and J. Wiseman]. Nottingham University Press. Nottingham. págs. 107-126.
- Liquid feeding of pigs: potential for reducing environmental impact and for improving productivity and food safety. Brooks, P. H., Beal, J.D, Niven, S. 2001. Recent Advances in Animal Nutrition, Vol. 13, págs. 49-63.
- Liquid swine feed ingredients: Nutritional quality and contaminants. Braun K. y de Lange K. 2004. Presented at the ANAC Eastern Nutrition Conference, Ottawa, Ontario, 2004.
- Manual de porcicultura. capacitación tecnológica para pequeños productores con subproductos de la caña en el departamento de Cundinamarca (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Corpoica ed.) .Luis Carlos Albarracín Calderon, Luis Humberto Fierro. 2003.
- Microorganisms as an Alternative Source of Protein. Ramesh Chander Kuhad Ph.D, Ajay Singh Ph.D, K.K. Tripathi Ph.D, R.K. Saxena Ph.D, Karl-Erik L. Eriksson Ph.D. 1997. Nutrition Rewiev 1:65-75



- Nota sobre el efecto del suero lácteo en la alimentación de cerditos destetados. Almaguel R.E, Tolón N, Camino Y y Ramírez M. 2004. 1, 2004, Revista Computadorizada de Producción Porcina, vol. 11, págs. 54-58.
- Nutrition-Single cell protein, twenty years later. Israelidis, C. J. 2003. Food Technology Institute. Professor of Biology at Southeastern College. Athens, Greece.
- Opciones tecnológicas para pequeños y medianos productores de cerdos. Sabogal, R., Portela, R. 2001. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Bogotá, Colombia. Instituto Colombiano Agropecuario, Bogotá, Colombia.
- Peralta, D & Guevara, Y. (2009). Revista colombiana de ciencias pecuarias. [Elaboración de un probiótico y Spirulina platense sobre lactosuero dulce con potencial en la alimentación animal] 22(3), 497. Retrieved from <http://rccp.udea.edu.co>
- Performance, water use and effluent output of weaner pigs fed ad libitum with either dry pellets or liquid feed and the role of microbial activity in the liquid feed. Russell, P. J., Geary, T. M., Brooks, P.H., Campbell, A. 1996. Journal of Science Food and Agriculture, Vol. 72, págs. 8-16.
- Prebiotics in human milk: a review. Coppa, G.V., Zampini L., Galeazzi T., Gabrielli O. 2006. Supplement 2, 2006, Digestive and Liver Disease, Vol. 38, págs. 291-294.
- Producción de biomasa del hongo Geotrichum sp. En fermentación en fase líquida para suplementar alimentos para aves. Hernandez, D. Piñeros, L and Weis D. Alimentica N° 5 Disponible en: <http://avalon.utadeo.edu.co/dependencias/publicaciones/alimentica5.pdf>
- Proteolysis during ensilage of forages varying in soluble sugar content. Davies, D., Merry, R., Williams, A., Bakewell, E., Leemans, D., Tweed, J. 1998. Journal of Dairy Science. Vol. 81, págs. 444-453.
- Reynel Escarria, Gentil Mayor, Danelly Palacio y Paola A. Moreno . Revista de INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL. 2010 (3): 10 -14. [http://www.intep.edu.co/Es/Usuarios/Institucional/file/CIPS/Revista\\_Investigacion/REVISTA-CIPS%202010.pdf](http://www.intep.edu.co/Es/Usuarios/Institucional/file/CIPS/Revista_Investigacion/REVISTA-CIPS%202010.pdf)
- Rotz, C. and Muck, R. 1994. Changes in forage quality during harvest and storage. [ed.] Fahey, G.C. Forage Quality, Evaluation and Utilization. Madison, WI, USA, págs. 828-868.
- Sugarcane molasse and whey as additives in the silage of lemongrass (Cymbopogon citratus [dc.] Stapf) leaves. Ventura-Canseco, L., Mendoza, J., Abud-Archila, M., Oliva-Llaven, M., Dendooven, L. and Gutiérrez-Miceli, F. 2012. 1, 2012, Chilean Journal of Agricultural Research, págs. 87-91.
- Sustitutos lecheros en la alimentación de terneros. Garzón B. 2008, Sitio Argentino de Producción Animal, págs.. 1-20 disponible en: [http://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_bovina\\_de\\_leche/cria\\_artificial/131-sustitutos.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_bovina_de_leche/cria_artificial/131-sustitutos.pdf)

- Swine Liquid Feeding: Nutritional Considerations. de Lange, C. F. M., Zhu, C. H., Niven, S., Columbus, D., Woods, D. 2006. Proceedings 27th Western Nutrition Conference. Department of Animal Science, University of Manitoba, Winnipeg, MB, Canada, págs. 37-50.
- Temperate forages ensiled with molasses or fresh cheese whey: Effects on conservation quality, effluent losses and ruminal degradation. Cajarville, C., Britos, A., Garciarena, D and Repetto, J. 2012. Animal Feed Science and Technology, Vol. 171, págs. 14– 19.
- The effect of additives in silages of pure timothy and timothy mixed with red clover on chemical composition and in vitro rumen fermentation characteristics. Hetta, M., Cone, J., Gustavsson, A. and Martinsson, K. 2003. Grass and Forage Science, Vol. 58, 249-257.
- The effects of feeding liquid acid whey in the diet of lactating dairy cows on milk production and composition. Ben Salem, M and Fraj, M. 2007. 1, 2007, Journal of Cell and Animal Biology, Vol. 1, págs. 007-010.
- The effect of inoculation and additives on D(-) and L(+) lactic acid production and fermentation quality of guineagrass (*Panicum maximum* Jacq.) silage. Zhang, J., Tanaka, O., Uegaki, R., Cali, Y. and Kobayashi, R. 2000. Journal of Science Food Agriculture, Vol. 80, págs. 2186-2189.
- The feasibility of feeding high levels of whey silage and effects on production in growth cattle. Zobel, D., Okine, O., Olson, K., Wiedmeier, R., Goonewardene, L. and Stonecipher, C. 2004. 12, 2004, Journal of Animal and Veterinary Advances, Vol. 3, págs. 804-809.
- Use of fresh and fermented whey mixed to a concentrate for feeding piglets before and after weaning. Caballero, N., Acosta, R. 2002. Revista Computadorizada de Producción Porcina (Cuba).
- Use of liquid whey and rice water in feeding of Holstein dairy cattle. Valizadeh, R., Tymori, A. and Ali Nasserian, A. 2000. 13 Supplement, July 2000, Asian-Australian Journal of Animal Science, págs. 40-41
- Use of fresh cheese whey as an additive for Lucerne silages: Effects on chemical composition, conservation quality and ruminal degradation of cell walls. Repetto, J., Echarri, V., Aguerre, M. and Cajarville, C. 2011. Animal Feed Science and Technology, Vol. 170, págs. 160-164.
- Utilizzazione de siero concentrate di latte nella bovina in lattazione. Crovetto, G., Rapetti, L., Succi, G. and Tamburini, A., 1991.. In: Atti de1 IX Congresso Nazionale, Associazione Scientifica Produzione Animale, 3-7 June 1991, Rome, Vol. 1, págs. 1271-281
- Utilization of whey in swine nutrition. Poveda Huertas, C. A, Moncada Bueno, A. 1988.
- Utilización de permeado de suero como suplemento alternativo al grano de maíz en vacas lecheras bajo condiciones de pastoreo. Gallardo, M., Gaggiotti, M., Abdala, A., Leva, P., Maciel, M., Charlón, V. 2001. Anuario 2001, EEA Rafaela, Argentina, Producción Animal, Alimentación.



## CAPÍTULO 5

# ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS, LOGÍSTICOS Y NORMATIVOS PARA LA CREACIÓN DE LA CADENA DE VALOR DEL SUERO DE QUESERÍA

---

### Autores:

ILBA BURBANO CAICEDO  
RICARDO QUINTERO PEÑARANDA  
RICARDO SIMANCAS TRUJILLO  
CLARA GILMA GUTIÉRREZ CASTAÑEDA  
PEDRO VALDERRAMA SALAZAR  
MARCELO GONZÁLEZ  
TOMÁS LÓPEZ  
SANTIAGO JORCÍN  
ROSANGELA ZOCCAL  
RODOLFO GARCÍA FLORES  
PABLO JULIANO

---

Luego de mostrar en los capítulos anteriores las potencialidades del suero de quesería y su valorización desde diferentes usos y aplicaciones, es el momento de precisar que toda iniciativa que pretenda capitalizar las opciones aquí presentadas, en cualquier región del mundo, no podrá ejecutarse de manera individual y privada. La estructura de este sector, donde se encuentran muchos y variados actores en cuanto a tamaño y ubicación con sus propias particularidades, sugiere la creación de una cadena de valor compartida, ajustada a la realidad del contexto, donde se ubique el proyecto y en donde todos los eslabones de la cadena logren salir fortalecidos y en consecuencia beneficiados, como única opción para la consolidación de este tipo de iniciativas.

En línea con lo anterior, en este último capítulo se abordarán cuatro temas fundamentales para apalancar la viabilidad de cualquier iniciativa vinculada al suero de quesería:

- La asociatividad como política pública de desarrollo y mejoramiento económico.
- La importancia del estado como impulsor de políticas de desarrollo empresarial.

- Las políticas públicas ambientales existentes.
- Los modelos económicos que pueden ayudar a tomar la decisión de la construcción de la cadena de valor del lactosuero.

Estos temas se abordarán desde dos contextos: inicialmente se justificará la importancia del tema para la consolidación de cualquier tipo de iniciativas respecto al suero de quesería y, en segunda instancia, se hará una revisión bibliográfica sobre la normativa existente en los cuatro países objeto del proyecto (Argentina, Brasil, Colombia y Uruguay).

## 5.1 ASOCIATIVIDAD Y MEJORAMIENTO ECONÓMICO

El concepto de asociatividad en el siglo XXI está vinculado al desarrollo de clúster, lo que constituye una nueva forma de pensar donde se abandona el concepto de sector económico, que tradicionalmente ha tenido connotación nacional, y se adopta un nuevo paradigma en función del desarrollo de clúster, que posee una connotación regional. Las teorías económicas enfocan a los clústeres como encadenamientos productivos agrupados en un espacio geográfico delimitado y, aunque compiten entre sí, se complementan dentro de la cadena para obtener mejoras productivas que incidan en calidad de vida y en el bienestar del productor y del consumidor. Dirven (2000) menciona que en Sudamérica las condiciones de las economías fuera de las áreas urbanas son menos desarrolladas, lo que conduce a que exista poco aprovechamiento de las ventajas de un clúster. Es por esto que recomienda incentivar la asociación de las pymes para lograr mejores posiciones en el mercado y poder enfrentarse a las grandes empresas que cada día concentran más.

El sector de alimentos que incluye la producción láctea no es ajeno a las situaciones de concentración propia de las economías emergentes. Eso se traduce en desigualdad social y económica, que se observa en la existencia de un alto número de productores artesanales versus unas pocas empresas medianas y grandes. En ese mismo orden de ideas, este productor artesanal tiene costos de operación mucho más elevados que lo colocan siempre en desventaja frente al mercado.

Ahora bien, un elemento común en las economías emergentes, es el hecho que las pequeñas y medianas empresas constituyen el grueso de empresas, mientras que solo un pequeño puñado está constituido por grandes empresas. En consecuencia, la asociatividad constituye una alternativa que permitiría enfrentar factores como innovación, posición financiera, mejoras tecnológicas y penetración en otros mercados, entre otros.

De manera general, se observa que cada vez más países de la región cuentan con estímulos y organismos de financiación (estatales, privados o mixtos), que propician los modelos asociativos como una forma de lograr un desarrollo sostenido.

Los clústeres en el sector lácteo sudamericano presentan diversas opciones para mejorar sus condiciones en el mercado, donde se compite con productos de alta calidad y a precios competitivos. Ahora bien, en razón a la importancia socioeconómica del subsector del suero de quesería y su constitución en un clúster fortalecido, urge la necesidad del diseño de una política que sobrepase el plano declaratorio y direcciona la ruta estratégica que permita, por vía asociativa, unificar criterios de análisis e impacto a nivel socioeconómico en los países de referencia.

Sin embargo, es un hecho que las pequeñas unidades de producción, tanto en el sector lácteo y todos sus sub-sectores de esta cadena económica, enfrentan limitaciones de inversión, de gestión y de acceso a los mercados (financieros, tecnológicos y productivos), restando competitividad frente a la gran industria, lo que explica múltiples fracasos cuando no existe asociatividad. A esta problemática se suma otro aspecto vinculado al género, ya que la mujer rural generalmente ha estado en desventaja a pesar del papel importante que juega en la seguridad alimentaria y nutricional de la familia; de ahí que el ingreso a pequeñas unidades productivas en empresas asociativas proyecta oportunidades para su desarrollo personal e intelectual, redundando en mayores aportes a la sociedad.

Por consiguiente, la estrategia para salir adelante y ser competitivo podría darse con la formación de una cadena del lactosuero o, indistintamente del rótulo que se coloque (asociatividad, aglomeración, agremiación, uniones temporales o permanentes, cadenas de producción y articulación), sea un reflejo o tendencia internacional para que los gobiernos promuevan incentivos y mecanismos de apoyo, en particular, políticas de promoción del desarrollo tecnológico e industrial que pueden ayudar a generar ventajas competitivas sustentables.

### **5.1.1 Asociatividad en Argentina, Brasil, Colombia y Uruguay**

El punto de partida es aunar esfuerzos, destinando recursos para implementar medidas hacia este subsector, vía créditos y subsidios, inversiones, transferencias tecnológicas y recursos provenientes de los Estados, pero también de la cooperación internacional. La Asociación de Pequeñas y Medianas Empresas Lácteas (APYMEL) en Argentina es un claro ejemplo de asociatividad y mejoramiento económico; esta experiencia que puede replicarse en otros países surgió en 1988 cuando un pequeño grupo de productores de leche que habían decidido incursionar en la actividad industrial, se dieron cuenta que no eran competencia entre sí, por el contrario, tenían los mismos problemas, realidad que los motivó a constituirse como asociación. Hoy APYMEL cuenta con 234 socios (empresas) que procesan un total de 4.880.000 litros de leche por día y emplean un total de 3.850 personas.

En el año 2011, más de 70 productores e instituciones vinculadas a la actividad láctea cordobesa en Argentina, conformaron la Asociación Clúster Quesero de Villa María, entidad que buscaba evaluar las alternativas para el sector, además de mejorar la competitividad a través de desarrollo de diversos planes de trabajo para los actores productivos locales. Este proyecto fue liderado por el Ente Intermunicipal para el Desarrollo Regional (ENINDER) y se materializó con el apoyo del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación, las universidades, la escuela de lechería y demás instituciones.

Asimismo, desde el año 2012, en el Noroeste Argentino (NOA) se encuentra en marcha el desarrollo del Clúster Lácteo de Tucumán con el objetivo de consolidar el polo lechero de Trancas, una cuenca estratégica para el gobierno nacional porque garantiza la producción de leche para la región y, además, genera la posibilidad de elaborar productos y subproductos lácteos. Dentro del territorio del clúster existen 45 productores de leche. Para la etapa de procesamiento hay tres industrias medianas, seis industrias artesanales y aproximadamente diez elaboradores de queso, típico de la región. A su vez, hay 11 instituciones públicas y privadas que brindan soporte a los distintos actores de la cadena láctea.

Otro ejemplo de clúster que se está desarrollando desde el 2013, es el Clúster Quesero de Tandil (Buenos Aires) integrado por productores, universidades e instituciones públicas y privadas que comparten el interés por un sector económico y estratégico. Juntos se han propuesto impulsar la mejora competitiva de la industria quesera de la región a través de diversas acciones estratégicas como son: la consolidación de una marca regional de quesos sustentada por la calidad, la resolución de la problemática del abastecimiento de la leche, el posicionamiento estratégico en conjunto con el sector de chacinados y la transformación del suero en subproductos con valor agregado.

En 1988 en Brasil, se creó la Asociación Brasileña de la Industria Quesera (AIBQ), entidad que representa al sector nacional, cuyas principales acciones se relacionan con la tributación y los aspectos legislativos. Tiene 75 miembros en el país responsables de la producción de 330 mil toneladas de queso por año y una facturación alrededor de US\$ 2,2 mil millones, que representa cerca del 65% de la producción nacional de quesos con servicios de inspección federal. La AIBQ tiene como función la articulación con entidades relacionadas, tales como sindicatos estatales, la Asociación G-100 de las cooperativas de la pequeña y mediana empresa láctea, la Confederación de Agricultura y Ganadería de Brasil, la Asociación Brasileña de la Industria Alimentaria (ABIA), la Asociación Brasileña de Leche Larga Vida, la Confederación Brasileña de Cooperativas Lecheras, entre otras. El objetivo de la AIBQ se orienta a aumentar la protección de los intereses de la industria nacional quesera.

Por su parte, la Asociación Brasileña de Pequeñas y Medianas Empresas Lácteas (G-100) tiene entre sus objetivos evaluar los encargos tributarios y las legislaciones higiénico – sanitaria para proveer competitividad a los asociados. En 2004 hizo un gran esfuerzo de valorización sobre la bebida láctea para que continuara su producción y comercialización. Otras acciones incluyen la valorización de los productos lácteos por medio de programas del gobierno, la distribución de 700 mil litros de leche por día en las regiones menos desarrolladas, para las mujeres embarazadas, ancianos y niños desde seis meses hasta seis años e incentivar el uso de nuevas tecnologías, procesos e investigación de productos. El objetivo de la asociación es luchar para que las pequeñas y medianas empresas lácteas tengan buenas condiciones de competencia, principalmente en lo referido a la manipulación de precios, distorsiones del mercado y formación de monopolio u oligopolios.

Recientemente, en Brasil se unieron 26 grandes industrias lácteas líderes del país (concentran el 70% de la producción de leche), que junto a 3 asociaciones crearon “Viva Lácteos”, programa que emplea a 4 millones de personas, la mayoría de ellos en el área rural. Surgió con la finalidad de unir el sector y desarrollar políticas que permitan incrementar su competitividad y productividad, así como aumentar las exportaciones y estimular el consumo de leche y derivados.

Con un total de 2.126 empresas queseras registradas y otro centenar que trabajan principalmente con quesos artesanales en diferentes regiones de Brasil, los clústeres y las asociaciones de queseros son de gran importancia para el aprovechamiento del suero. Se estima que en el país se produce diariamente 17,8 millones de litros de suero en las pequeñas queserías.

Así también en Colombia, a partir de iniciativas público – privadas lideradas por el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, INNpula Colombia y el Consejo Privado de Competitividad, se creó en el 2013 la Red Clúster Colombia con el fin de apalancar el proceso de transformación productiva del país desde las regiones.

Actualmente el país cuenta con tres iniciativas de clúster lácteo:

El Clúster Lácteo Competitivo se inició en 2012 en la región del Departamento del Cesar, bajo el liderazgo de la Cámara de Comercio de Valledupar donde ya se agrupan 180 empresas.

El Clúster de Derivados Lácteos de Boyacá se inició en 2013 en la región del Departamento de Boyacá, bajo el liderazgo de la Cámara de Comercio de Duitama donde ya se agrupan 58 empresas.

El Clúster Lácteo del Atlántico se inició en 2014 en la región del Departamento del Atlántico, bajo el liderazgo de la Comisión Regional de Competitividad del Atlántico con la vinculación de la Cámara de Comercio de Barranquilla y otras instituciones de la región donde ya se agrupan 4800 empresas. Además, este departamento cuenta con la Mesa Técnica del Queso Costeño que articula a las universidades con todas las entidades gubernamentales de control de la calidad, desde el punto de vista de trazabilidad, para tratar fundamentalmente de dar solución al tema de inocuidad de este producto de alto consumo en la región.

En Uruguay es importante también remarcar el trabajo asociativo fomentado por el Ministerio de Industria, a través del Programa de Apoyo a la Competitividad y Promoción de Exportaciones (Pacpymes). El proyecto se enfoca en la consolidación de clústeres de quesería artesanal de los departamentos de Colonia y San José, haciendo hincapié en actividades de implementación de Buenas Prácticas Agrícolas y de Manufactura, en formación de recursos humanos, en la caracterización de su producción y en las habilitaciones para exportación. Históricamente el sector ha generado diversas iniciativas asociativas, como el primer gremio de queseros artesanales (Unión de Queseros Artesanales); el Grupo de los 30 (asociatividad para excelencia en calidad y exportación entre otros fines); la Mesa del Queso (integrada por productores, acopiadores, transformadores y los gobiernos municipales de San José y Colonia); la Asociación de Queseros Artesanales de San José; la Asociación Nacional de Productores Queseros Artesanales; las Sociedades de Fomento de Colonia Suiza y Colonia Valdense; la Asociación de Desarrollo de Colonia del Este (ADEste), entre otras vinculadas a la producción de leche y quesos.

La Tabla 5.1 muestra la asociatividad y el mejoramiento productivo en los países participantes del proyecto.



ASOCIATIVIDAD Y MEJORAMIENTO PRODUCTIVO	
ARGENTINA	BRASIL
<p>– Asociación de Pequeñas y Medianas Empresas Lácteas (APYMEL), ejemplo de asociatividad y mejoramiento económico, cuenta con 234 socios (empresas) que elaboran un total de 4.880.000 litros de leche por día y emplea un total de 3.850 personas.</p> <p>– Asociación Clúster Quesero de Villa María, provincia de Córdoba, busca evaluar las alternativas para el sector, además de mejorar la competitividad a través de desarrollo de diversos planes de trabajo para los actores productivos locales.</p> <p>– Clúster Lácteo de Tucumán. Tiene por objetivo consolidar el polo lechero de Trancas para garantizar la producción de leche para la región y, además, generar la posibilidad de elaborar productos y subproductos lácteos. Cuenta con 45 productores tamberos, tres industrias medianas, seis industrias artesanales y aproximadamente diez elaboradores de quesillo. A su vez, hay 11 instituciones públicas y privadas que brindan soporte a los distintos actores de la cadena láctea.</p> <p>– Clúster Quesero de Tandil, provincia de Buenos Aires, busca consolidar una marca regional de quesos, la resolución de la problemática del abastecimiento de la leche, el posicionamiento estratégico en conjunto con el sector de chacinados y la transformación del suero en subproductos con valor agregado.</p>	<p>– La Asociación Brasileña de la Industria Quesera (AIBQ) representa las industrias que producen el 65% de los quesos brasileiros. Su objetivo principal es evaluar los encargos tributarios y las legislaciones que se refieren a los quesos.</p> <p>– La Asociación Brasileña de Pequeñas y Medianas Empresas de Lácteos (G-100) tiene entre sus objetivos evaluar los encargos tributarios y las legislaciones higiénico – sanitaria para proveer competitividad a los asociados.</p> <p>– Viva Lácteos es la unión de 29 grandes industrias lácteas del país, líderes del mercado (concentran el 70% de la producción de leche). El enfoque de ese clúster es servir de unión entre el sector y el desarrollo de políticas que permitan aumentar la competitividad, mayores aumentos de productividad, así como de las exportaciones.</p>
COLOMBIA	URUGUAY
<p>– Clúster de Derivados Lácteos de Boyacá. Creado en 2013, agrupa a 58 empresas de la región del Departamento de Boyacá.</p> <p>– Clúster Lácteos Competitivos. Creado en 2013, agrupa a 180 empresas de la región del Departamento del Cesar.</p> <p>– Clúster Lácteo del Atlántico. Creado en 2014, agrupa a 4800 empresas de la región del Departamento del Atlántico. Adicionalmente cuenta con la Mesa Técnica del Queso Costeño.</p>	<p>– Ministerio de Industria, a través del Programa de Apoyo a la Competitividad y Promoción de Exportaciones (Pacpymes), enfocado en la consolidación del clúster de quesería artesanal de los departamentos de Colonia y San José, impulsa las Buenas Prácticas Agrícolas y de Manufactura, la formación de recursos humanos, la caracterización de la producción y las habilitaciones de exportación.</p> <p>– Instituto Nacional de la Leche (INALE) desarrolla el Programa Estrategias Asociativas, forma parte del plan de desarrollo de la lechería donde se presentan las estrategias para generar competitividad mediante el asociativismo y las herramientas de apoyo.</p> <p>– Iniciativas asociativas: Unión de Queseros Artesanales, el Grupo de los 30, la Mesa del Queso, la Asociación de Queseros Artesanales de San José, la Asociación Nacional de Productores Queseros Artesanales, las Sociedades de Fomento de Colonia Suiza y Valdense, la Asociación de Desarrollo de Colonia del Este (ADEste), entre otras.</p>

Tabla 5.1 Asociatividad y mejoramiento productivo en Argentina, Brasil, Colombia y Uruguay

## 5.2 POLÍTICAS PÚBLICAS PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA LÁCTEA

Un estudio del Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (Unicef) sobre los avances hacia los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM), pone de manifiesto grandes amenazas para lograr avances en el cumplimiento de los objetivos. Entre ellas se encuentran la crisis alimentaria y financiera, el cambio climático y la degradación del ecosistema. Las condiciones cada vez más duras de los mercados globalizados podrían acentuar esta problemática, especialmente en el área rural donde la infraestructura y la tecnología están menos desarrolladas que en las zonas urbanas. Es precisamente en las áreas rurales donde, de acuerdo al informe de Unicef, los niños tienen 1.5 más probabilidades de manifestar los efectos negativos de la desnutrición. Es en este sentido, la quesería, que por lo general se desarrolla en zonas distantes de las grandes urbes, se vuelve un tópico de relevancia para asociarlo a programas de intervención estatal.

En países donde se afronta esta problemática, los gobiernos han incluido dentro de sus políticas públicas el desarrollo de programas dirigidos a mejorar la dieta de poblaciones vulnerables con desnutrición. México cuenta con el “Programa Desarrollo Humano Oportunidades”, Colombia tiene el “Programa de Cero a Siempre”, en Brasil se encuentra el “Programa Fome Zero” y Nicaragua tomó este último para implementar su “Programa Hambre Cero”. Algunos se basan en la distribución de alimentación escolar (desayunos y almuerzos), promoción del consumo de alimentos de la canasta básica familiar, fortificación de alimentos con micronutrientes, entre otros. En este aspecto, el desarrollo de una cadena de valor del suero de quesería podría constituirse en un elemento clave para introducirse dentro de estos programas con el propósito de combatir la desnutrición, implementando el potencial portafolio de productos expuestos en el capítulo 2, concretamente en lo concerniente a bebidas fermentadas y no fermentadas.

Las políticas públicas no solamente están enfocados a la nutrición, también se orientan a estimular la producción con el fin de mantener la seguridad alimentaria, generar empleo y crecimiento económico. En este sentido, la globalización de la economía centrada en el libre comercio ha obligado a los estados a buscar formas de protección de su industria, ante la inminente entrada de grandes competidores de talla mundial que, de no ser por estos estímulos, acabarían por completo con sectores económicos completos generando una problemática conexa de graves repercusiones.

Es acá donde cualquier proyecto de desarrollo de una cadena de valor del suero de quesería deberá igualmente apalancarse con todas las políticas públicas existentes al respecto. Ejemplos en algunos países sudamericanos ratifican que la industria quesera, especialmente la artesanal, forma parte integral de los programas sociales de apoyo para generar condiciones que logren el acceso a alimentos nutritivos en comunidades desfavorecidas, inclusive se promueve la concertación pública y privada tanto a nivel local, regional, nacional como internacional para crear condiciones propicias de competitividad para cooperativas y pymes lácteas.

### 5.2.1 Políticas públicas en Argentina, Brasil, Colombia y Uruguay

En Argentina son numerosas las herramientas de financiamiento que ofrecen los distintos ministerios tanto a nivel nacional como provincial. Entre los fondos más destacados del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, se encuentran el Fondo Tecnológico Argentino (FONTAR) que financia proyectos dirigidos a la modernización tecnológica y la innovación en el sector productivo, mientras que el Fondo Argentino Sectorial (FONARSEC) financia la mejora integral de las capacidades de I+D para la transferencia a dicho sector. Además, cuenta el Programa Consejo de la Demanda de Actores Sociales (PROCODAS), cuyo objetivo es promover e impulsar la inclusión con participación y protagonismo de todos los actores sociales, a través del desarrollo y/o la implementación de tecnologías que mejoren la calidad de vida de las poblaciones.

En el Ministerio de Industria de Argentina (2014) también son variados los instrumentos de financiamiento entre los que se destacan: el Fondo Nacional para el Desarrollo y Fortalecimiento de las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas (FONDyF), que otorga créditos para proyectos de inversión, tendientes a incrementar la capacidad y eficiencia en los procesos vinculados con la generación de valor de una empresa y la recomposición del capital de trabajo; el Programa de Acceso al Crédito y la Competitividad que permite la incorporación de las micro, pequeñas y medianas empresas a servicios profesionales de asistencia técnica y al financiamiento de los gastos de capacitación e inversiones asociadas; el Capital Semilla que tiene por objetivo promover y fortalecer las economías regionales, impulsando proyectos productivos que incorporen innovación, diseño, impacto regional o que presenten alto valor agregado en origen.

A través del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (MAGyP) de Argentina se están impulsando políticas de incentivo para el desarrollo de la producción y la apertura de nuevos mercados para la exportación de productos lácteos elaborados con valor agregado. Entre las herramientas de fortalecimiento se encuentra la creación de un fideicomiso financiero para la lechería, con el objetivo de facilitar el acceso al crédito priorizando al cooperativismo lácteo argentino, y una línea para productores lecheros mipymes de todo el país para inversiones en criterio amplio y capital de trabajo asociado a la inversión.

Por su parte Brasil, a través del Ministerio de Agricultura, Pecuaria y Abastecimiento (MAPA) estableció el plan “Más Leche”, cuyo objetivo es aumentar el 40% de la producción lechera en un plazo de 10 años, con expectativas de crecimiento en queserías y, consecuentemente, en la producción de suero. Las acciones de ese plan incluyen el apoyo a la comercialización, al financiamiento de créditos para los costos y las inversiones, la garantía de precios mínimos y de seguridad rural. Dentro de dicho ministerio está la Cámara Sectorial de la Leche, que organiza las acciones para el sector lechero.

El Ministerio de Ciencia y Tecnología de Brasil por medio de sus fundaciones o instituciones financia proyectos de investigación, modernización tecnológica e innovación del sector agropecuario. En la mayoría de los estados brasileños, las fundaciones estatales tienen el enfoque más específico para las prioridades de la región.

El Ministerio de Desarrollo Agrario Brasileño (MDA) tiene dos importantes departamentos con programas para la agricultura familiar o pequeños productores, donde los queseros pueden solicitar ayuda: el Departamento de Generación de Renta y Agregación de Valor, que posee varios programas de ayuda técnica en distintas áreas, y el Departamento de Financiación y Protección de la Producción, que ofrece créditos financieros para ejecutar los proyectos.

Los principales programas del MDA son: Agroindustria, que apoya la inclusión de los productores al proceso de agroindustrialización y comercialización de la producción; Alimentación Escolar, donde el 30% de los recursos del gobierno destinados a la compra de alimentos para los niños en la escuela deben tener origen en el pequeño productor, si es posible en la misma ciudad; Más Alimento, que aporta recursos financieros para inversiones en infraestructura en la propiedad rural; Adquisición de alimentos – PAA, es un programa para la compra de productos destinados a la formación de estoques estratégicos y de distribución a la población de baja renta, también ofrecidos a entidades asistenciales, restaurantes populares, bancos de alimentos y cocinas comunitarias.

El Departamento de Financiación y Protección de la Producción cuenta con el Programa Nacional de Fortalecimiento de la Agricultura Familiar (PRONAF), que tiene como objetivo principal estimular la generación de la renta y mejorar el uso de la mano de obra familiar que vive en el medio rural, aportando recursos financieros. Existen varios subprogramas de aporte financiero, entre ellos dos muy interesantes para la inclusión social: Pronaf Mujer y el Pronaf Joven, que es el aporte de crédito destinado a las mujeres o a los jóvenes que quieren empezar una actividad con productos agropecuarios. Para las pequeñas y medianas empresas existe el Pronaf Agroindustria con disponibilidad de crédito financiero.

Brasil cuenta también con el Servicio Brasileño de Apoyo a las Micro y Pequeñas Empresas (Sebrae), entidad privada sin fines lucrativos, agente de capacitación y de promoción del desarrollo que no ofrece crédito financiero, pero trabaja junto a los bancos, cooperativas de crédito e instituciones de microcrédito para garantizar el atendimento a los pequeños y medianos emprendedores. Su enfoque en la línea agro es la de promover la competitividad y sustentabilidad de los pequeños negocios.

En Colombia, el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, a través del Fondo de Modernización e Innovación para las Mipymes (iNNpulsa Mipyme) y el Programa de Transformación Productiva (PTP) ponen a disposición de las empresas lácteas un instrumento de apoyo, que cofinancia un porcentaje del costo de proyectos encaminados al fortalecimiento de las micro, pequeñas y medianas empresas del sector. El iNNpulsa Mipyme asigna recursos de cofinanciación no reembolsables, a través de dos pilares fundamentales: el desarrollo de productos y servicios innovadores que les permita a las Mipymes llegar a nuevos mercados y, por supuesto, generar más ingresos; y el fortalecimiento de las cadenas productivas para que puedan cumplir con los requerimientos de los mercados.

Por su parte, el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural en Colombia cuenta con el Programa de Oportunidades Rurales ofreciendo servicios técnicos y financieros a los microempresarios rurales, contribuyendo con esto a la lucha contra la pobreza rural, a través del incremento del empleo y de los ingresos de las familias más pobres, mejorando para ello la competitividad e integración a los mercados de las microempresas rurales. En el caso del servicio técnico, las actividades están centradas en la cofinanciación de perfiles, planes de negocio y programas empresariales, de acuerdo con el nivel de desarrollo de cada organización beneficiaria. Además, se amplían las oportunidades de acceso a mercados, a través de eventos comerciales especializados como ferias, ruedas de negocios, misiones comerciales, etc. Para el caso del servicio financiero, las actividades están dirigidas a aumentar el microcrédito rural, acceder a instrumentos de protección social (seguros de vida, funerarios, entre otros.), fortalecer operadores e intermediarios microfinancieros, crear y validar nuevos productos microfinancieros especializados en el sector rural como remesas, transferencias y microleasing.

Del mismo modo, en el Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014 (PND) se establecieron lineamientos estratégicos y metas para mejorar la competitividad del sector agropecuario colombiano. También formó parte el Programa de Transformación Productiva (PTP), conformándose así una alianza público privada, creada por el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo de Colombia, y administrada por Bancóldex, que tiene como propósito fomentar el crecimiento, la productividad y la competitividad de 16 sectores estratégicos de la economía colombiana con elevado potencial exportador, agrupados a su vez en 3 macrosectores: servicios, manufacturas y agroindustrias. En este último, el objetivo del PTP es que esta industria láctea logre escalar su posición en términos de producción regional y se convierta en una industria de talla mundial.

En el año 2013, el Ministerio de Hacienda y Crédito Público (MHCP) expidió una normativa que permite crear zonas francas permanentes dedicadas exclusivamente a las actividades relacionadas con el sector lácteo, particularmente a actividades de higienización y pulverización de la leche, así como la producción de derivados lácteos mediante procesos tecnológicos. Con esta medida se busca que muchos productores artesanales se formalicen y creen vínculos asociativos entre ellos, con el fin de hacerlos competitivos mediante la realización de proyectos agroindustriales. Inversores nacionales y extranjeros con capacidad para invertir en el sector pueden postularse para el financiamiento de dichos proyectos.

En Uruguay, el Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP) junto con el Fondo de Desarrollo del Interior, el Instituto Nacional de la Leche (INALE), el Banco interamericano de Desarrollo (BID) y el Banco Mundial firmaron un convenio para fortalecer la producción de la quesería artesanal. Ya en el año 2009, el Banco de la República y el INALE habían establecido, como prevención a los efectos del cambio climático e incentivo a la producción láctea, subsidios y créditos blandos anuales del orden de los US\$ 4.5 millones, incluyendo en algunos casos capital semilla y períodos de gracia de hasta un año.

Considerando las políticas públicas que favorecen la producción láctea en Uruguay, el sector cuenta con un sistema de devolución de impuestos que en términos porcentuales se ubica en el 3% para todos los productos lácteos de exportación sin distinción.

En resumen, actualmente la competitividad y la globalización van de la mano en cualquier sector productivo, incluido el de la quesería. Es por esto que proponer procesos de reconversión láctea, concretamente con el suero de la quesería, añadiría valor a los productos de las pequeñas y medianas empresas queseras reflejándose en un incremento de ingresos y, por ende, en la calidad de vida. A su vez, en algunos casos, el producto final podría ser destinado para colaborar en disminuir las tasas de desnutrición.

El Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) señala que, en todos los casos de reconversión productiva, el factor de éxito está relacionado con la asociatividad y la consolidación de cadenas productivas con visión empresarial.

La Tabla 5.2 describe las políticas públicas de desarrollo de la industria láctea en los países participantes del proyecto.

POLÍTICAS PÚBLICAS DESARROLLO DE LA INDUSTRIA LÁCTEA	
ARGENTINA	BRASIL
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Ministerio de Agricultura: impulsa políticas de incentivo para el desarrollo de la producción (centralmente en cooperativas y pymes), y la apertura de nuevos mercados para la exportación de productos lácteos, elaborados con valor agregado.</li> <li>– Fondo Tecnológico Argentino (FONTAR): financia proyectos dirigidos a la modernización tecnológica y a la innovación en el sector productivo.</li> <li>– Fondo Argentino Sectorial (FONARSEC): financia la mejora integral de las capacidades de I+D para la transferencia a al sector productivo.</li> <li>– Fondo Nacional para el Desarrollo y Fortalecimiento de las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas (FONDyF): otorga créditos para proyectos de inversión tendientes a incrementar la capacidad y eficiencia en los procesos de generación de valor y a la recomposición del capital de trabajo.</li> <li>– Programa de Acceso al Crédito y la Competitividad: posibilita el acceso de las mipymes a servicios profesionales de asistencia técnica y al financiamiento de los gastos de capacitación e inversiones asociadas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Programas Ministerio de Desarrollo Agrario: financia los programas de Agroindustria, Alimentación Escolar, Más Alimento y Adquisición de Alimentos – PAA. En el Departamento de Generación de Renta y Agregación de valor hay programas de ayuda técnica. En el Departamento de financiación y protección de la producción (PRONAF) hay crédito disponible para las inversiones.</li> <li>– Pronaf Mujer y Pronaf Joven: créditos destinados a las mujeres y a jóvenes que quieren empezar una actividad con productos agropecuarios.</li> <li>– Ministerio de Agricultura, Pecuaria y Abastecimiento (MAPA): financia y ofrece aporte técnico para el plan Más Leche.</li> <li>– El Ministerio de Ciencia y Tecnología financia proyectos de investigación, modernización tecnológica y de innovación del sector agropecuario.</li> <li>– Servicio Brasileño de Apoyo a las Micro y Pequeñas Empresas: ofrece capacitación a los micro y pequeños emprendedores.</li> </ul>

COLOMBIA	URUGUAY
<p>– Programa De Cero a Siempre: integrado por los componentes de salud, nutrición, educación inicial, cuidado y protección. La atención integral a la primera infancia está dirigida a niños y niñas desde la gestación hasta los 5 años y 11 meses de edad.</p> <p>– iNNpula Mipyme y el Programa de Transformación Productiva (PTP): proponen cofinanciar a las empresas del sector lácteo con hasta un 65% del costo de proyectos, encaminados al fortalecimiento de las micro, pequeñas y medianas empresas del sector.</p> <p>– Programa de Transformación Productiva: tiene como propósito fomentar el crecimiento, la productividad y la competitividad de 16 sectores de la economía con elevado potencial exportador, entre ellos el sector lácteo.</p> <p>– Programa de Oportunidades Rurales: ofrece servicios técnicos y financieros a los microempresarios rurales para contribuir a la lucha contra la pobreza rural, incrementando el empleo y los ingresos de las familias más pobres, mejorando la competitividad e integración a los mercados de las microempresas rurales.</p> <p>– Zonas Francas Lácteas del Ministerio de Hacienda.</p>	<p>– Banco de la República y el INALE: establecieron como prevención a los efectos del cambio climático e incentivo a la producción láctea, subsidios y créditos blandos anuales del orden de los US\$ 4.5 millones, incluyendo en algunos casos capital semilla y períodos de gracia de hasta un año.</p> <p>– El sistema de devolución de impuestos que va desde 5,8 dólares por litro para la leche líquida hasta 163,33 dólares por tonelada para la caseína de calcio. En términos porcentuales, la devolución de impuestos se ubica entre 2,75% y 4%.</p> <p>– Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP), el Fondo de Desarrollo del Interior, el Instituto Nacional de la Leche (INALE), el Banco Interamericano de Desarrollo y el Banco Mundial firmaron convenio para fortalecer la producción de la quesería artesanal.</p>

Tabla 5.2 Políticas públicas de desarrollo de la industria láctea en Argentina, Brasil, Colombia y Uruguay

### 5.3 POLÍTICA AMBIENTAL COMO IMPULSORA DE LA REVALORIZACIÓN DEL SUERO DE QUESERÍA

La presión ejercida por la sociedad y el Estado en la protección del derecho fundamental a gozar de un ambiente sano, constituye un factor determinante para el desarrollo de la cadena del suero de quesería. Esta presión bajo condiciones de una política ambiental bien definida, con suficientes elementos de vigilancia y control pueden favorecer la selección de tecnologías de reutilización del suero por parte del productor, en lugar de su vertido a los cuerpos de agua. De acuerdo al Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (2000), los gobiernos pueden utilizar instrumentos económicos para que el costo de la contaminación sea menor que el de la producción contaminante.

Históricamente, el cobro de tarifas como cánones por vertidos contaminantes, cargas por efluentes o tasas retributivas se han constituido en los principales instrumentos económicos utilizados por el Estado para obligar a las empresas a reducir sus cargas contaminantes y se les cobra en compensación a la utilización del recurso hídrico como receptor de vertimientos. La carga contaminante se verifica a través de la determinación de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y los sólidos en suspensión, ambas constituyen las variables principales para calcular el valor de la tasa.

La aplicación de tasas o tarifas por el uso del agua para el vertido de líquidos industriales puede favorecer la toma de decisiones en las empresas para la selección de tecnologías de control al “final del tubo”, o bien, el cambio tecnológico para la valorización y aprovechamiento del suero de quesería. Las empresas optarán por realizar las descargas a los cuerpos de agua a un tratamiento, si el costo de la tarifa o las multas por incumplimiento de la norma es mayor a los costos asociados al tratamiento del vertido en el largo plazo. No obstante, inclinar la decisión hacia la utilización de nuevos métodos, tecnologías y producción de bienes con el suero requiere de otros elementos motivadores.

La realidad ha mostrado que la carencia de sistemas de tratamiento para aguas residuales, especialmente en las pequeñas queserías, predispone a que las descargas sean realizadas directamente al alcantarillado público o al ambiente, a pesar de su prohibición legal. En estos casos, los instrumentos económicos parecieran no funcionar por múltiples factores como la ineficiencia de los sistemas de vigilancia y monitoreo de los parámetros de calidad del recurso hídrico cercano a las unidades productivas, y los altos costos operativos y de infraestructura del sistema de tratamiento, entre otros.

### 5.3.1 Política Ambiental en Argentina, Brasil, Colombia y Uruguay

En el caso de Argentina, la provincia de Buenos Aires cuenta con la Ley 12257 que reglamenta el Código de Aguas, el cual establece el régimen de protección, conservación y manejo del recurso hídrico de la provincia. A partir de esta ley se han establecido resoluciones y decretos que pretenden hacer cumplir lo dispuesto; es así como por medio de la Resolución 336/2003 se establecen los valores de los parámetros para el vuelco de los efluentes, que en el 2008 se complementó con la Resolución 335, debido a la necesidad de instrumentar normativas que permitan abordar en tiempo y forma la recuperación ambiental de un área contaminada que esté afectando al recurso hídrico subterráneo.

En Santa Fe (Argentina), la Ley 11.717 de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable requiere un estudio de impacto ambiental de toda obra que pueda afectar el medio ambiente y sus requisitos se establecen en el decreto 101/2003. Además, la Resolución 1089/82, Reglamento para el Control del Vertimiento de Líquidos Residuales establece las condiciones a las que deberá ajustarse todo efluente, especificando parámetros límite para las descargas y la obligatoriedad de contar con una Autorización Condicional de Volcamiento.



En Córdoba (Argentina), la Ley 7343 expresamente prohíbe el vuelco o inyección de efluentes contaminantes a las masas superficiales y subterráneas de agua cuando superen los valores máximos permitidos o alteren las normas de calidad fijadas. El Código de Aguas de esta Provincia (Ley 5589) contiene normas sobre el uso del recurso y, en decretos complementarios, se establecen pautas para la protección de los recursos hídricos superficiales y subterráneos que se aplican a todas las actividades industriales, cuyos residuos son vertidos a cuerpos receptores finales. De acuerdo a las categorías establecidas para el tipo de vertimiento como resultado de la actividad industrial (categoría I: Muy contaminante, categoría II: Contaminante y categoría III: Poco contaminante) los productos lácteos se encuentran en la categoría I, muy contaminante.

En Brasil, la política ambiental está a cargo del Ministerio del Medio Ambiente coordinada por el Consejo Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), que establece las normas y criterios para el licenciamiento de actividades efectivas. En cada uno de los Estados también existe una política ambiental que pueden cambiar su enfoque de acuerdo al ecosistema en el que esté ubicado.

En el estado brasileño de Minas Gerais, el control de los efluentes o residuales que pueden dañar el ambiente producido por las industrias queseras se determinan en las instrucciones normativas de la Fundación Estadual del Medio Ambiente (FEAM), que ejecuta las políticas de protección, conservación y mejora de la calidad ambiental; y por el Instituto Minero de Gestión de las Aguas (IGAM), responsable de la planeación y promoción de acciones encaminadas a la preservación de la cantidad y calidad de las aguas superficiales y subterráneas. Si la quesería está ubicada en zonas rurales, aún es necesario seguir la legislación del Instituto Estadual de Floresta (IEF) que orienta, desarrolla, promueve y tiene la supervisión de actividades de mantenimiento del equilibrio ecológico y protección de la biodiversidad. Todas las instrucciones normativas aplicadas adecuadamente fortalecen la cadena productiva y valoración de las prácticas de administración.

En el caso de Colombia, el Decreto 2667 (2012) reglamenta la tasa retributiva por la utilización directa e indirecta del recurso hídrico como receptor de vertimientos puntuales. La vigilancia para el cumplimiento de este decreto está a cargo de autoridades ambientales competentes, como la Corporación Autónoma Regional, corporaciones para el desarrollo sostenible o los grandes centros urbanos, y aplica en su totalidad para las industrias que realicen vertimientos a un recurso hídrico. El valor de la tasa retributiva se establece teniendo en cuenta una tarifa mínima y un factor regional; este último representa los costos sociales y ambientales de los efectos causados por los vertimientos puntuales al recurso hídrico y se relaciona con el cumplimiento de indicaciones ambientales de calidad para el cuerpo de agua, ubicado en la zona de influencia a la actividad productiva.

También se ha establecido que cualquier actividad que genere un deterioro ambiental y no realice ninguna medida para mitigarlo o corregirlo, será procesada por la Ley 1333/2009, por la cual se reglamenta el procedimiento sancionatorio ambiental; esta le da la potestad al Ministerio de Ambiente y a la autoridad ambiental competente, de imponer sanciones e incluso de retirar licencias ambientales concedidas, en caso de infringir la Ley. Del mismo modo, con el Decreto 3930/2010, se prohíbe realizar vertimientos sin tratamiento al recurso hídrico, al suelo asociado a un acuífero y al alcantarillado público, que altere sus características y ocasione riesgos para la salud o para los recursos hidrobiológicos.

Las exigencias en las características que deben cumplir los vertidos realizados por las industrias se establecen en la Resolución 631/2015; los criterios de calidad de los vertidos fueron establecidos diferencialmente para las empresas, de acuerdo a la actividad económica establecida por la Clasificación Internacional Industrial Uniforme (CIIU).

En Uruguay, el Decreto 253/79 rige las normas para prevenir la contaminación ambiental mediante el control de las aguas; por su parte el INALE con el respaldo de la Comisión de Efluentes, y el Ministro de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP) junto con la dirección Nacional de Medio Ambiente (Dinama) establecen los lineamientos que permitan implementar el Plan para la Autorización y Control Ambiental de los tambos para dar cumplimiento a lo establecido en el anterior decreto.

Con el Decreto 62/002 se faculta a la Autoridad Sanitaria Oficial (ASO) la elaboración del Programa de Monitoreo del agua potable en plantas lácteas y se plantea, entre otras medidas, la necesidad de desarrollar una matriz de riesgo geográfico y predial para la explotación lechera. Con la Resolución 1479/2013 se establece que los tambos ubicados en la cuenca del río Santa Lucía, con un total de más de 500 vacas en ordeño en una misma sala, deberán contar con autorización de desagüe de conformidad con el Decreto 253/979, y con un plan de manejo de residuos sólidos según el Decreto 182/013.

Diversos gobiernos incorporaron dentro de sus políticas incentivos tributarios como la exención de impuestos a las ventas y deducción de renta a las empresas que realizan inversiones de carácter ambiental, esta política de incentivos favorece la instalación, tanto de tecnologías de control “al final del tubo”, como de aquellas que permitan la generación de nuevas cadenas de valor bajo los principios de producción más limpia. Por otro lado, desde la banca privada existe la posibilidad de acceso a líneas de crédito ambiental, desarrolladas para ayudar a las empresas a cumplir sus lineamientos de responsabilidad ambiental. En ambos casos, la otorgación del incentivo tributario y el crédito están sujetos a la eficiencia tecnológica ofrecida por el nuevo proceso, a implementar en el mejoramiento de los indicadores y parámetros de calidad ambiental.

La Tabla 5.3 describe las políticas ambientales como impulsoras de la revalorización del lactosuero en los países participantes del proyecto.

POLÍTICA AMBIENTAL COMO IMPULSORA DE LA REVALORIZACIÓN DEL LACTOSUERO	
ARGENTINA	BRASIL
<p>– La provincia de Buenos Aires cuenta con la Ley 12257 que reglamenta el Código de Aguas, en el cual se establece el régimen de protección, conservación y manejo del recurso hídrico de la provincia.</p> <p>– La Resolución 336/2003 establece los valores de los parámetros para el vuelco de los efluentes, en el 2008 se complementó con la Resolución 335 por la necesidad de normativas que permitan abordar en tiempo y forma la recuperación ambiental de un área contaminada, afectando el recurso hídrico subterráneo.</p> <p>– En Santa Fe, la Resolución 1089/82, Reglamenta el Control del Vertimiento de Líquidos Residuales, especifica parámetros límites para las descargas y la obligatoriedad de una Autorización Condicional de Volcamiento.</p> <p>– En Córdoba, la Ley 7343 prohíbe el vuelco o inyección de efluentes contaminantes a las masas superficiales y subterráneas de agua cuando superen los valores máximos permitidos o alteren las normas de calidad fijadas.</p> <p>– De acuerdo a las categorías establecidas para el tipo de vertimiento como resultado de la actividad industrial (categoría I: Muy contaminante, II: Contaminante y III: Poco contaminante), los productos lácteos se encuentra entre la categoría I, es decir, muy contaminante.</p>	<p>– El Ministerio del Medio Ambiente cuenta con el Consejo Nacional del Medio Ambiente, que establece las normas y criterios para el licenciamiento de actividades potencialmente contaminantes.</p> <p>– En Minas Gerais, el control de los efluentes que pueden dañar el ambiente, producido por las industrias quesera, está determinada en las instrucciones normativas de las entidades siguientes:</p> <p>– Fundación Estadual del Medio Ambiente (FEAM): ejecuta las políticas de protección, conservación y mejora de la calidad ambiental con la prevención y corrección de polución o degradación ambiental.</p> <p>– Instituto Minero de Gestión de las Aguas (IGAM): es responsable por planear y promover acciones direccionadas a la preservación de la cantidad y calidad de las aguas superficiales y subterráneas.</p> <p>– Instituto Estadual de Floresta (IEF): orienta, desarrolla, promueve y tiene la supervisión de la ejecución de las acciones de mantenimiento del equilibrio ecológico y protección de la biodiversidad.</p>
COLOMBIA	URUGUAY
<p>– Decreto 2667/2012, reglamenta la tasa retributiva por la utilización directa e indirecta del agua como receptor de los vertimientos puntuales y se toman otras determinaciones.</p> <p>– Resolución 372/98, establece el valor de la tarifa mínima de las tasas retributivas por vertimientos líquidos. La tarifa tiene un incremento anual de acuerdo al Índice de Precios al Consumidor (IPC).</p> <p>– Ley 1333/2009, reglamenta el procedimiento sancionatorio ambiental.</p> <p>– Decreto 3930/2010, reglamenta los usos del agua y los residuos líquidos y establece el control para su vertido, prohibiendo realizar vertimientos sin tratamientos.</p> <p>– Resolución 631/2015, establece los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de agua superficiales y a los sistemas de alcantarillado público.</p>	<p>– Decreto 253/79 rige las normas para prevenir la contaminación ambiental mediante el control de las aguas.</p> <p>– El INALE con el respaldo de la Comisión de Efluentes, el MGAP, conjuntamente con la DINAMA, establecen los lineamientos que permitan implementar el Plan para la Autorización y Control Ambiental de los tambos.</p> <p>– Decreto 62/002 faculta a la Autoridad Sanitaria Oficial (ASO.) la elaboración del Programa de Monitoreo del agua potable en plantas lácteas, también se plantean la necesidad de desarrollar una Matriz de Riesgo geográfico y predial para la explotación lechera.</p> <p>– Resolución 1479/2013: establece que los tambos ubicados en la cuenca del río Santa Lucía, con un total de más de 500 vacas en ordeño en una misma sala, deberán contar con autorización de desagüe de conformidad con el Decreto 253/979.</p>

Tabla 5.3 Política ambiental como impulsora de la revalorización del lactosuero en Argentina, Brasil, Colombia y Uruguay.

## 5.4 MODELOS PARA TOMA DE DECISIÓN EN LA VALORIZACIÓN DEL LACTOSUERO

En el escenario competitivo actual, las empresas, más allá de su tamaño o el sector en el que se inserta su actividad económica, deben adaptarse a diversas situaciones tanto en períodos de éxito como de crisis.

Para evaluar ese imaginario de incertidumbre es necesario trabajar bajo el marco de modelos económicos que direccionen la asociación y gestión integral de esas empresas asociativas, a nivel individual o colectivo, con la finalidad de disminuir la contaminación producida por el suero vertido al medio ambiente mediante la fabricación de un nuevo producto con agregado de valor. La valorización del suero de quesería puede ser realizada a nivel de empresa con modelos de cálculos financieros, o bien, a nivel de clúster quesero con modelos del tipo logístico tecnológicos. Ambos permiten agilizar la toma de decisiones gerenciales de queseros asociados, así como decisiones de inversión a nivel gubernamental y privado, teniendo en cuenta las contingencias que se presenten durante el desarrollo y el funcionamiento de una cadena de suero.

### 5.4.1 Modelo de DIAL

La aplicación desarrollada por Dairy Innovation Australia Ltda. (DIAL), el consorcio australiano de industrias lácteas, es un ejemplo de un modelo aplicable a nivel de empresa ya que proporciona al usuario un análisis comercial y operativo para un rango seleccionado de volumen de queso y su respectiva cantidad de generación de suero. Los usuarios de esta aplicación empiezan introduciendo las cantidades de producción de queso o curva de producción de leche esperada. El volumen y composición de lactosuero se calcula después del plan de producción de queso seleccionado (tipo y cantidad). Una vez realizado este paso, los usuarios pueden seleccionar entre un rango de productos de suero y subproductos, y la aplicación da una indicación del capital requerido, costos de operación, tasa interna de retorno (TIR) y valor presente neto (VPN) por cada una de estas opciones.

Los productos de suero disponibles actualmente en la aplicación de DIAL son concentrados líquidos D40 y WPC35 más suero entero, D40 y polvo WPC35. El modelo ejecuta cálculos operativos o financieros detallados para el producto con suero elegido y escala seleccionada. Estos cálculos se basan en la estructura operativa y financiera de las empresas de fabricación de lácteos en Australia, pero el usuario puede establecer sus propios insumos incluyendo factores como el capital, la mano de obra, gastos generales, el rendimiento del producto y la utilización de los servicios públicos y el costo.

### 5.4.2 Modelo del proyecto financiado por AusAID

Los modelos logístico tecnológicos de toma de decisión tienen como objetivo informar sobre el financiamiento de varias opciones para el desarrollo de la cadena de lactosuero. Brindan una visión global a largo plazo de las posibilidades de distribución y transformación del lactosuero recuperado en clústeres de queseros asociados a varios actores de la cadena. Estos actores incluyen inversores de índole gubernamental (municipal, regional, estatal y federal) y privado (nacional y multinacional, por ejemplo, bancos de desarrollo), multinacional (Naciones Unidas), a las queseras individuales y sus respectivas asociaciones queseras, y aquellas grandes empresas con potencial de absorber el suero producido por clústeres de la región.

El primer modelo matemático desarrollado dentro del proyecto AusAID en el año 2014 es capaz de predecir la inversión que una cadena requiere luego de combinar los aspectos logísticos y tecnológicos para la recolección y transformación del suero en clústeres queseros. El modelo optimiza:

- La selección de sitios para el pre tratamiento del suero dentro del clúster, presupuesto de infraestructura y equipamiento requerido de centros de acopio, y su preconcentración a través de la nanofiltración.
- La instalación de plantas de secado, incluyendo su posicionamiento, costos de infraestructura y equipamiento requerido.
- El uso de plantas de la región con capacidad ociosa.
- La posible instalación de plantas de producción de bebidas y otros productos de consumo directo a partir de suero de quesería.

En este marco, el modelo considera la producción de consumo directo:

- En el mismo sitio quesero a partir de suero dulce, ácido o de queso Ricota.
- En centros de acopio a partir de suero líquido o concentrado por nanofiltración.

El modelo toma las coordenadas de los queseros integrantes del clúster, los queseros candidatos a ser centros de acopio, costos de construcción de planta, infraestructura, costos operativos y de logística como datos de entrada.

Brinda como resultados:

- Un mapa de la red formada en el clúster con la selección de sitios de colección de suero dulce, plantas de secado y sitios de implementación de plantas de productos con otros tipos de suero (ver ejemplo en Figura 5.1).
- Los volúmenes de suero transportados a cada sitio en la red y la producción total de producto o de suero en polvo (WD40 o entero).
- Resultados financieros incluyendo retornos de la inversión en años, costos de procesamiento por sitio y totales, y ganancia diaria por venta de suero concentrado a terceros.
- La selección de equipos (nuevos o usados) o capacidades disponibles y resultados operativos, incluyendo los costos de construcción y el terreno, así como los balances de masa de todos los procesos.

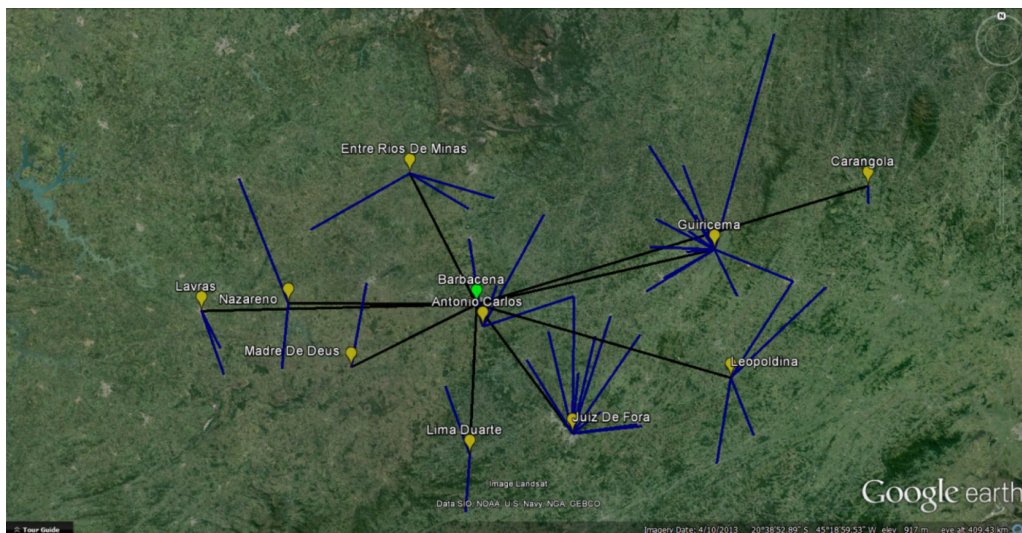


Figura 5.1 Ejemplo de resultado de un modelo logístico tecnológico. Facilita en un mapa de Google Earth la red logística y de procesamiento de suero establecida en un clúster de queseros en el estado brasileiro de Minas Gerais. La solución del modelo sugiere la instalación de 10 centros de acopio de lactosuero (círculos) y la utilización de la capacidad ociosa de una planta de secado en Barbacena. El transporte del suero líquido se indica con líneas conectoras blancas y el transporte del suero concentrado con líneas conectoras negras.

El modelo también tiene el potencial de considerar fluctuaciones en el volumen disponible del lactosuero, basándose en cambios climáticos o consideraciones de retorno teniendo en cuenta variaciones históricas en el costo del lactosuero.

En resumen, con este modelo logístico tecnológico se busca que los gobiernos y los grupos de queseros se asesoren sobre las opciones logísticas, de utilización y transformación de lactosuero más viables para la región. Consecuentemente disminuirán los problemas ambientales asociados a su mala utilización, y se promoverá el desarrollo empresarial a través de la fabricación de nuevos productos a base de suero de quesería.

## 5.5 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arias, J., Olórtegui, J., Salas, V. 2007. Lecciones aprendidas sobre políticas de reconversión y modernización de la agricultura en América Latina. Lima, Perú: IICA, 2007.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal). 2000. Instrumentos económicos para el control de la contaminación del agua: condiciones y casos de aplicación. División de recursos e infraestructura. [en línea] Disponible en: [http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/34886/S2000524\\_es.pdf?sequence=1](http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/34886/S2000524_es.pdf?sequence=1)
- Dirven, M. 2000. El clúster: un análisis indispensable...una visión pesimista.. [en línea]. En: X Congreso Nacional de Estudiantes de Economía, Universidad Nacional San Antonio del Abad del Cuzco, Perú. Disponible en: [http://www.pa.gob.mx/publica/cd\\_estudios/Paginas/autores/dirven%20martine%20el%20cluster%20un%20analisis.pdf](http://www.pa.gob.mx/publica/cd_estudios/Paginas/autores/dirven%20martine%20el%20cluster%20un%20analisis.pdf)
- Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (Unicef). 2010. Progreso para la infancia: lograr los objetivos de Desarrollo del Milenio con equidad. [en línea]. Número 9, septiembre de 2010. Disponible en: [http://www.unicef.org/spanish/publications/files/Progress\\_for\\_Children-No.9\\_SP\\_081710.pdf](http://www.unicef.org/spanish/publications/files/Progress_for_Children-No.9_SP_081710.pdf)
- García-Flores, R., Martins, R., Vieira de Souza Filho, O., González, M., Mattos, C., Rosenthal, A., Juliano, P. 2015. A novel facility and equipment selection model for whey utilisation: a Brazilian case study, Computer and Electronics in Agriculture, Vol. 117, págs. 127-140.
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). 2000. Desafíos y propuestas para una implementación más efectiva de instrumentos económicos en la gestión ambiental de América Latina y el Caribe. [en línea] En: XII Reunión del Foro de Ministros de Medio Ambiente de América Latina y el Caribe. Disponible en: <http://www.pnuma.org/forodeministros/12-barbados/bbdt08e-DesafiosyPropuestas.pdf>



## Índice de Figuras

---

Figura 1.1 Suero líquido	15
Figura 1.2 Composición aproximada del suero de queso Gouda (Dr J N de Wit Lectures Handbook on Whey and Whey Products 2001)	17
Figura 1.3. Obtención de suero pretratado	21
Figura 2.1 Alternativas tecnológicas para el uso del suero y posibles productos finales. WPC y WPI son acrónimos en inglés de “Whey Protein Concentrate” o concentrado de proteína de suero y “Whey Protein Isolate” o aislado de proteína de suero	24
Figura 2.2 Suero en polvo	25
Figura 2.3 Queso Ricota	26
Figura 2.4 Queso Brocciu	27
Figura 2.5 Quesos marrones o brown cheeses	28
Figura 2.6 Bebidas no fermentadas de fresa, kiwi y plátano	29
Figura 2.7 Diagrama de flujo para la obtención de lactosuero concentrado líquido	31
Figura 2.8 Esquema de la cadena de valor agregado de utilización del suero	33
Figura 2.9 Esquema de la cadena de valor agregado de productos obtenidos a partir del suero	34
Figura 2.10 Diagrama de flujo para la obtención de D40WP	36
Figura 2.11 Diagrama de flujo del proceso de producción de biogás	37
Figura 3.1 Diagrama de flujo para la elaboración de bebidas lácteas no fermentadas	49
Figura 3.2 Bebidas comerciales no fermentadas a base de suero	50
Figura 3.3 Diagrama de flujo para la elaboración de bebidas lácteas fermentadas saborizadas	53
Figura 3.4 Bebidas comerciales fermentadas a base de suero	54
Figura 3.5 Diagrama de flujo para la obtención de suero en polvo desmineralizado D40 a partir de suero crudo	55
Figura 3.6 Equipo de nanofiltración en una planta de sueros	56
Figura 3.7 Planta secado de suero con capacidad de recepción de 300.000 l/día	58
Figura 5.1 Ejemplo de resultado de un modelo logístico tecnológico	89



## Índice de Tablas

---

Tabla 1. Producción anual de leche y suero a alimentación animal o vertido al medio ambiente en países seleccionados (2012-2013)	12
Tabla 1.1 Parámetros de pH, acidez y cenizas del suero dulce y ácido (Adaptado de Keith Glewis, FoodPlus Technical Consultant, 2014)	16
Tabla 1.2 Ejemplos de composición de suero ácido y dulce (Dr J N de Wit Lectures Handbook on Whey and Whey Products 2001)	16
Tabla 1.3 Propiedades funcionales y usos de las proteínas del lactosuero (Adaptado de Tamime A. Y. 2013. Membrane processing. Dairy and beverages applications. Blackwell Publishing Ltd. Capítulo 9, Whey processing)	19
Tabla 2.1 Características generales de composición de 1m3 biogás	38
Tabla 2.2 Valores de referencia de biogás	38
Tabla 2.3 Escala de volumen potencial e Ingreso bruto de distintas opciones de utilización del suero de quesería	42
Tabla 3.1 Etiquetado nutricional de una bebida no fermentada comercial compuesta por suero de quesería y jugo de naranja, tomando como ejemplo una porción de 200 ml	51
Tabla 3.2 Etiquetado nutricional de una bebida láctea fermentada con pulpa de ciruela que se comercializa en Brasil, tomando como ejemplo una porción de 200 ml	54
Tabla 3.3 Tabla de composición comparativa del suero crudo, preconcentrado por nanofiltración, permeado y pérdidas	57
Tabla 3.4 Tabla de composición aproximada del suero en polvo desmineralizado parcialmente D40	58
Tabla 5.1 Asociatividad y mejoramiento productivo en Argentina, Brasil, Colombia y Uruguay	76
Tabla 5.2 Políticas públicas de desarrollo de la industria láctea en Argentina, Brasil, Colombia y Uruguay	82
Tabla 5.3 Política ambiental como impulsora de la revalorización del lactosuero en Argentina, Brasil, Colombia y Uruguay	86

# » VALORIZACIÓN DEL LACTOSUERO

COMPILACIÓN GRACIELA MUSET Y MARÍA LAURA CASTELLS

“Valorización del lactosuero” fue elaborado en el marco del proyecto Fortalecimiento de las comunidades vulnerables en Argentina, Brasil, Colombia y Uruguay, a partir de datos relevados entre los años 2012 y 2016. Dicha iniciativa estuvo financiada por la Agencia Internacional Australiana para el Desarrollo (AusAID) y coliderado por el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) de Argentina y la Agencia Nacional de Investigación Australiana (CSIRO, por sus siglas en inglés). El proyecto vinculó a instituciones del sector público, académico e industrial de Argentina, Australia, Brasil, Colombia y Uruguay con los objetivos de comprender el escenario de producción y uso del suero en regiones específicas de los países involucrados, evaluar los posibles usos del suero para su valorización de acuerdo a la tecnología disponible y analizar modelos económicos y logísticos como herramientas de planeamiento de cadenas de valor de lactosuero. Este manual está dirigido a pequeños y medianos productores de queso, técnicos y profesionales del sector, instituciones de educación y autoridades gubernamentales con el propósito de brindar una herramienta que contribuya a aportar conocimientos y mejorar la utilización del lactosuero, tanto en los países involucrados en el proyecto como en otros países de Sudamérica y el mundo.



INTI



Ministerio de Producción  
Presidencia  
de la Nación



Ediciones INTI



9 789505 323418