

**Caracterización fisicoquímica de los diferentes tipos lactosueros producidos en la
Cooperativa Colanta LTDA**

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniería de alimentos

María Clara Álvarez Mira

Asesor

Felipe Montoya Moreno

Zootecnista

Corporación Universitaria Lasallista

Facultad de ingeniería

Ingeniería de Alimentos

Caldas Antioquia

2013

Contenido

Introducción	9
Objetivos	11
Objetivo general.....	11
Objetivos específicos.....	11
Justificación	12
Marco teórico	13
Lactosuero.....	13
Tipos de lactosueros	13
El suero dulce.....	13
“El suero es la fase acuosa que se separa de la cuajada en el proceso de la elaboración del queso o la caseína, de color amarillo verdoso con	13
Suero liquido clarificado.....	14
Suero liquido pasteurizado.....	14
Concentrado de ultrafiltración (WPC).....	14
Suero liquido desmineralizado	15
Crema de suero.....	15
El suero acido.....	16
Descripción del procesamiento del lacto suero en la Cooperativa Colanta.....	16
Proteínas del suero	19
Lactosa.....	20
Aplicaciones del lactosuero	21

Concentrados de proteína de suero.....	22
Productos cárnicos.....	22
Hidrolizados.....	23
Productos lácteos.....	23
Productos de panadería, pastelería, confitería y aperitivos.....	24
Alimentos funcionales.....	24
Beneficios.....	25
Metodología.....	27
Etapa 1 planteamiento del estudio.....	27
Etapa 2 obtención de los sueros.....	28
Etapa 3 análisis de los datos.....	28
Análisis y resultados.....	30
Recomendaciones.....	34
Bibliografía.....	36
Apéndices.....	40

Lista de ilustraciones

ILUSTRACIÓN 1. FLUJOGRAMA	18
ILUSTRACIÓN 2. LACTOSA.....	20

Lista de tablas

TABLA 1. PARÁMETROS ESTABLECIDOS POR LA COOPERATIVA COLANTA.....	30
TABLA 2. RESULTADOS OBTENIDOS	30
TABLA 3. COMPOSICIÓN DE LOS TIPOS DE LACTOSUERO.....	40

Lista de Apéndices

APÉNDICE A COMPOSICIÓN DE LOS TIPOS DE LACTOSUERO	40
APÉNDICE B DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA (KJELDAHL) POR EL MÉTODO DE LA AOAC 991.20	41

Resumen

El presente trabajo tuvo por objeto caracterizar las propiedades fisicoquímicas: temperatura, ph, acidez, proteína y cenizas de los diferentes tipos de lactosueros dulces producidos en la Cooperativa Colanta, con el fin de proponer alternativas en el uso de este a nivel industrial; por ejemplo en productos cárnicos y embutidos como agentes aglutinantes para mejorar su textura y sabor, en la panificación en el reemplazo de ingredientes como el huevo, en confitería y elaboración de postres permitiendo el desarrollo de la reacción de maillard, en bebidas lácteas fermentadas e hidratantes, en hidrolizados para fórmulas lácteas infantiles y en suplementos proteicos para deportistas, además en la elaboración de concentrados para animales.

Según los análisis realizados se encontró que todos los parámetros evaluados en los lactosueros: suero líquido, suero pasteurizado, suero clarificado y crema de suero, cumplen con lo establecido por la empresa para su proceso industrial, excepto la proteína para el suero pasteurizado. La empresa no cuenta con parámetros de referencia para cenizas y respecto a la proteína solo cuenta con el cincuenta por ciento de estos; los resultados obtenidos se dejan como recomendación para ser utilizados en la matriz de la Cooperativa Colanta en el uso de los diferentes lactosueros.

Palabras claves: lactosuero, propiedades fisicoquímicas, reacción de maillard, suplementos proteicos, hidrolizados.

Abstract

This document has as objective characterize the physicochemical properties: temperature, Ph, acidity, protein and ash of the different types of sweet whey produced by the Cooperative Colanta, for propose alternatives in this use in an industrial level; for example meat products and sausages to improve its texture and flavor in baking on replacing ingredients like eggs in making desserts confectionery and enabling the development of the maillard reaction in fermented milk drinks and hydrating, in hydrolysates for formulas for infant milk and protein supplements for athletes as well in the development of concentrated for animals.

According to the analyzes found that all parameters evaluated in whey: liquid whey, whey pasteurized, clarified whey and whey cream, comply with the provisions of the company for the industrial process, except for whey protein pasteurized. The company doesn't have benchmarks regarding ash and protein has only fifty percent of these, the results are left as a recommendation for use in the matrix of the Cooperative Colanta in the use of different whey.

Key words: whey, physicochemical properties of Maillard reaction, protein supplements, hydrolyzed.

Introducción

El presente trabajo relaciona los resultados de la práctica empresarial realizada entre diciembre de 2012 y junio de 2013 en la Coopertiva Colanta, acerca de la caracterización fisicoquímica del lactosuero dulce utilizado por la empresa, el cual se toma como base para la producción de otros lactosueros como el clarificado, el pasteurizado, crema de suero, desmineralizado y concentrado de ultrafiltración.

Actualmente en Colombia el uso del lactosuero ha aumentado considerablemente para la utilización de diferentes productos como: lácteos, bebidas hidratantes, suplementos alimenticios entre otros ya que posee características nutricionales importantes para el ser humano por sus aportes en proteína y minerales.

“La industria láctea es uno de los sectores más importantes de la economía en los países industrializados y en desarrollo. Aproximadamente el 90% del total de la leche utilizada en la industria quesera es eliminada como el lactosuero que retiene cerca de 55% del total de ingredientes de la leche como la lactosa, proteínas solubles, lípidos y sales minerales” (Huertas, 2009). El no aprovechamiento de este subproducto causa contaminación ambiental que afecta física y químicamente la estructura del suelo, “Lo anterior resulta en una disminución del rendimiento de cultivos agrícolas, reduciendo la vida acuática al agotar el oxígeno disuelto” (Huertas, 2009). “Esto motiva a la industria láctea en búsqueda de tecnologías que permitan el aprovechamiento de este subproducto”. (Sanchez et al, 2009).

Para la caracterización de los diferentes lactosueros se utilizó los métodos de la Association official analysis chemical (AOAC) para ceniza, proteína y acidez, también se evaluó temperatura, ph y densidad. El trabajo consistió en verificar el cumplimiento de diferentes parámetros tomando como referencia los utilizados por la empresa y ofrecer alternativas de uso de los mismos en la elaboración de productos para consumo humano y en la industria agropecuaria.

Para la ejecución del trabajo se dispuso de los equipos requeridos para la medición de las diferentes variables, además del acompañamiento, asesoría y orientación por parte del personal del laboratorio y administrativo de la empresa. Una de las grandes limitaciones fue el no disponer de legislación en el país acerca de los parámetros fisicoquímicos del lactosuero líquido lo cual impidió disponer de un patrón de referencia; la comparación de algunos aspectos como ph, cenizas, densidad y proteína se realizó basado en dos estudios de (Recinos, 2006) y (Miranda, 2009).

El análisis realizado a los lactosueros permitió corroborar el cumplimiento de la matriz establecida en los aspectos evaluados, excepto en la proteína del suero pasteurizado. Para el análisis de ceniza no se dispuso de un patrón de referencia para los diferentes lactosueros y con relación a la proteína solo se contó con el cincuenta por ciento de estas, aspectos importantes de evaluar ya que permiten tomar medidas para mejorar la calidad de los sueros y por supuesto los productos elaborados con ellos.

Objetivos

Objetivo general

Caracterizar los diferentes tipos de lactosueros resultantes de la transformación de los quesos producidos en la Cooperativa Colanta, ubicada en el municipio de San Pedro de los Milagros, a través de la medición de las propiedades fisicoquímicas: temperatura, ph, cenizas, densidad, proteína, y acidez y proponer aplicaciones en la industria alimenticia.

Objetivos específicos

Describir los procesos de obtención de los diferentes lactosueros a partir del suero líquido (dulce) en la Cooperativa Colanta ubicada San Pedro de los Milagros.

Evaluar el cumplimiento de los parámetros fisicoquímicos: densidad, cenizas, ph, proteína, temperatura y acidez, para los diferentes lactosueros, según la matriz establecida por la Cooperativa Colanta.

Proponer alternativas de uso y manejo de los diferentes tipos de lactosuero en la industria alimenticia según los resultados obtenidos.

Justificación

Los lactosueros que no cumplan con las características fisicoquímicas establecidas por la Cooperativa deben ser rechazados y no se deben procesar pues estos generan gran impacto ambiental por su gran poder contaminante, principalmente por su demanda biológica de oxígeno, la cual oscila entre 40000 y 50000 ppm (Artavia, 1999). Por tal motivo es importante que la Cooperativa aplique tecnologías amigables con el medio ambiente, en el desarrollo e implementación de los procesos donde se utiliza el suero lácteo para la elaboración de nuevos productos y así generar mayor rentabilidad económica, en diferentes aplicaciones para la industria agropecuaria y de alimentos, usándolo como materia prima para la elaboración de concentrados y suplementos alimenticios. También es utilizado en la formulación de suplementos o módulos nutricionales; en la extracción de lactosa como materia prima para la industria alimenticia y agropecuaria, productos proteicos, bebidas hidratantes, y productos cárnicos aumentando el valor nutricional para ser utilizados en niños, adolescentes o deportistas.

Marco teórico

Lactosuero

“El lacto suero es un subproducto líquido obtenido después de la precipitación de la caseína durante la elaboración del queso” (Huertas, 2009). Este representa un 80 a 90% del volumen total de la leche y contiene el 50% de los nutrientes como proteínas (lacto globulina, inmunoglobulina y lacto albúmina), lactosa y sales minerales.’ (Gosta, 2003).

Tipos de lactosueros

Los sueros se pueden clasificar en 2 grandes grupos: el suero dulce y el suero ácido. En la Cooperativa Colanta utilizan solamente el lactosuero dulce, pues este aporta mayor valor agregado a los subproductos. A continuación se describen los diferentes tipos de suero.

El suero dulce

“El suero es la fase acuosa que se separa de la cuajada en el proceso de la elaboración del queso o la caseína, de color amarillo verdoso con un pH entre 5.8-6.6” (Pintado, 2012).

Como se puede observar en el (anexo 1), este presenta menor contenido de cenizas, calcio, fósforo, ácido láctico, lactosa, sólidos totales.

Según Parzanese, Es resultado de la acción proteolítica de enzimas coagulantes sobre las micelas de caseína (CN) de la leche, las cuales catalizan la ruptura del enlace peptídico de la κ -CN entre los aminoácidos fenilalanina en la posición 105 y metionina en la posición 106, provocando la precipitación de las CN para obtener el queso.

Por medio del lactosuero dulce se obtienen los siguientes sueros: suero líquido clarificado, suero líquido pasteurizado, concentrado de ultrafiltración, suero líquido

desmineralizado y crema de suero. A continuación se describen los diferentes tipos de lactosueros y sus aplicaciones.

Suero líquido clarificado

Es el suero al cual se han eliminado las partículas sólidas y de grasa. En la Cooperativa Colanta se realiza este proceso en una centrifuga a 3500rpm, obteniendo un suero más limpio, “y evitando el taponamiento en las membranas de nano y ultra filtración” (Gosta, 2003). Este suero es muy útil para la elaboración de bebidas fermentadas y bebidas saborizadas.

Suero líquido pasteurizado

Es el suero líquido clarificado que ha sido sometido a la pasteurización como lo define Recinos & Saz (2006) “es un proceso térmico que elimina microorganismos patógenos peligrosos para la salud humana y las enzimas que pueden causar la descomposición química de los productos, sin alterar la composición del producto”.

Concentrado de ultrafiltración (WPC)

Es la substancia obtenida por la remoción de los constituyentes no proteicos del suero después de haber sido sometido por los procesos de clarificación y ultra filtración. “El proceso de ultrafiltración consta de separar los componentes de alto peso molecular (proteínas), con los de bajo peso molecular (sales minerales, vitaminas, carbohidratos y agua)”. (Selgas, 1990)

Este concentrado de ultrafiltración tiene grandes propiedades nutricionales, puede ser usado para diferentes productos: bebidas láctea fermentadas, queso crema, adición de proteína en la leche cruda para aumentar su concentración de proteína y sólidos, concentrados para animales, pastelería y panadería.

Suero líquido desmineralizado

Es el suero líquido el cual se le ha eliminado gran cantidad de sales inorgánicas. La desmineralización se basa principalmente en la utilización de membranas de flujo cruzado, para retener partículas de un diámetro muy pequeño. (Gosta, 2003)

En la empresa el suero líquido desmineralizado pasa por las etapas de cristalización y secado. Este tiene gran uso en la fabricación de postres, de dulces de leche, en panificación, galletería, en la industria animal en la utilización de concentrados.

Crema de suero

Es un producto obtenido a partir del suero, rico en grasa mediante un proceso de descremado, ya sea manual o mecánico. En la empresa la extracción de la grasa se realizó por un medio mecánico a través de una centrifuga.

Se puede utilizar la crema de suero para la elaboración de crema agria, adición en diferentes productos lácteos para aumentar sólidos, elaboración de postres, crema chantilly, mantequilla de suero.

El suero ácido

Es el que se produce en las industrias lácteas cuando la coagulación se lleva a cabo con un ácido, disminuyendo el valor del pH hasta 5.1. (Riera et al, 2004). Este suero contiene más del 80% de los minerales de la leche de partida por lo que para la mayoría de sus aplicaciones debe neutralizarse, además su contenido en lactosa se ve reducido a causa de la fermentación láctica.

El suero ácido tiene un gran contenido de ácido láctico secuestra el calcio del complejo de paracaseinato cálcico, produciendo lactato cálcico. El suero ácido tiene gran cantidad de minerales. También es rico en fósforo (unas 10-12 veces más que el que puede estar presente como promedio en un residuo acuoso) igualmente es rico en calcio (Hernandes et al, s.f). Como se puede ver (anexo 1)

Este puede ser utilizado para la elaboración de una bebida cítrica de sabor a limón o naranja por su bajo pH, elaboración de un queso ricotta también se emplea para la elaboración de un quesillo el cual se logra mediante la fermentación natural de la misma o adición de suero ácido (Reyes, 2005)

Descripción del procesamiento del lacto suero en la Cooperativa Colanta

El Proceso de producción del suero de la cooperativa Colanta proviene de las queseras de San Pedro y Entrerrios. Cada dos horas arriban a la empresa el suero extraído del procesamiento de los diferentes tipos de queso como: el queso blanco, mozzarella, fresco y madurados, de los cuales solo se utiliza el suero dulce.







Todos los sueros llegan al silo 22, llamado “pulmón”, con una temperatura entre 28 y 34°C, luego pasa por un proceso de clarificación a 3500RPM, donde hay una retención de estas partículas para obtener un suero más puro. “Se debe tener en cuenta que el lacto suero contiene partículas muy finas de caseína, estas tienen un efecto adverso para la separación de la grasa” (Gosta, 2003).

Luego de la clarificación, el suero pasa a ser pasteurizado donde se elimina la carga microbiana e inactivación de enzimas a una temperatura de 73°C por 10 segundos.

Posteriormente se elige el modo de filtración dependiendo del tipo de producto que se quiere extraer. Por un lado, en el proceso de nano filtración según Cuartas, permite el paso del agua y sales, por su parte la lactosa y aminoácidos que quedan retenidos causando su concentración, con el cual se obtiene el permeado y el suero líquido desmineralizado. Este último pasa al evaporador hasta concentrarlo, para someterlo a un proceso de cristalización. A este procedimiento se le adiciona una siembra hasta llegar al 70% de sólidos. Finalmente llega a la fase de secado, donde se obtiene el suero en polvo parcialmente desmineralizado. Por otra parte, la fase de ultrafiltración se define como un proceso de membrana que conduce a la separación de los componentes de alto y bajo peso molecular como las sales minerales, los carbohidratos, las vitaminas y el agua bajo unas determinadas condiciones de temperatura y pH.

La ultrafiltración se constituye como el proceso más adecuado hoy en día para la obtención industrial del concentrado de proteína. (Selgas, 1990)

Ilustración 1. Flujograma

#	ETAPA	PROCEDIMIENTO	OPERACIÓN	TRANSPORTE	INSPECCIÓN	DEMORA	ALMACENAMIENTO TEMPORAL	ALMACENAMIENTO FINAL	OBSERVACIONES
									
1	RECEPCIÓN DEL SUERO	Muestreo							se realiza el transporte de los sueros por tuberías si provienen de la misma planta. Los sueros provenientes de las queseras son transportados en carrotaques
2		Análisis		X					se le realiza la toma de temperatura, ph, acidez y densidad. Solo a los sueros provenientes de los carrotaques
3	ALMACENAMIENTO	Almacenamiento							todos los sueros son almacenados en el silo 22
4		Análisis						X	
5		Análisis		X	X				Se realiza el análisis de temperatura, acidez, ph y densidad
6	CLARIFICACIÓN	Clarificación	X						En esta etapa es donde se retienen las partículas de suciedad y se obtiene la crema de suero
7		Almacenamiento						X	El suero líquido clarificado es almacenado en el silo 21
8		Análisis		X	X				Se realiza el análisis de temperatura, acidez, ph y densidad
9	PASTEURIZACIÓN	Pasteurización	X						se realiza a 73 °C por 5 segundos
10		Almacenamiento						X	el suero líquido pasteurizado es almacenado en el silo 20
11		Análisis		X	X				Se realiza el análisis de temperatura, acidez, ph y densidad
12	ULTRAFILTRACIÓN	Ultrafiltración	X						En esta etapa es donde se obtiene el concentrado de ultrafiltración (proteína) y la lactosa
13		Almacenamiento						X	El concentrado de ultrafiltración es almacenado en el silo 23
14		Análisis		X	X				Se realiza el análisis de temperatura, acidez, ph y densidad
15	NANO FILTRACIÓN	Nano filtración	X						En esta etapa se obtiene el suero líquido desmineralizado, que posteriormente va a ser secado
16		Almacenamiento						X	El suero líquido desmineralizado es almacenado en el silo 18
17		Análisis		X	X				Se realiza el análisis de temperatura, acidez, ph y densidad
18	CRISTALIZACIÓN	Cristalización	X						Se le adiciona una siembra, hasta obtener unos sólidos del 70%
19		Análisis			X				se debe realizar un análisis controlado de los sólidos.
20	SECADO	Secado	X						Se realiza el secado por spray dry
21		Análisis			X				Se realizan análisis composicional y fisicoquímico
22	EMPAQUE	empaque	X						se empaqueta en una bolsa de papel kraft y en su interior bolsa de polietileno
23	ALMACENAMIENTO							X	se debe almacenar en un lugar fresco y seco

Elaborado por María Clara Álvarez Mira.

Proteínas del suero

Son denominadas proteínas séricas con excelentes propiedades funcionales y un alto valor nutritivo cuyos aminoácidos (lisina, triptófano y aminoácidos azufrados) son considerados biológicamente óptimos y son altamente utilizados en la industria alimentaria. Las proteínas más utilizadas del suero son la alfa-lactoalbumina y beta-lactoglobulina.

Alfa-lactoalbumina: contiene un 25% del total de la proteína del suero. El alfa-lactoalbumina es adicionado a fórmulas infantiles para hacerlas similares al patrón aminoacídico de la leche humana. Por su alto contenido de aminoácidos de cadenas ramificadas es utilizado también en suplementos para deportistas. (Recino& Saz, 2006)

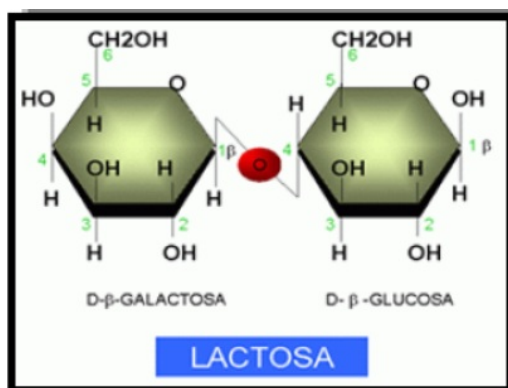
Beta-lactoglobulina: contiene de un 50 a 60% del total de la proteína del suero. Es una fuente rica en cisteína considerado como un aminoácido esencial para la síntesis de glutatión. Según Cribbs la glutatión es la pieza central de los sistemas de defensa antioxidante e inmune del cuerpo. De igual forma también une minerales, vitaminas liposolubles y lípidos. Contiene una gran cantidad de aminoácidos ramificados incrementando la protección frente al cáncer del colon. (Cribb, s.f)

Inmunoglobulina: Este grupo de proteínas contribuye al sistema inmune de los adultos y proporciona la inmunidad pasiva de los infantes. Estas incluyen IgA y fragmentos IgG1, IgG2. (Recino& Saz, 2006)

Lactosa

Es el azúcar que se encuentra únicamente en la leche, es un disacárido compuesto por 2 moléculas de galactosa y glucosa (monosacáridos) y son fuente principal de energía en la dieta del ser humano, presente en el suero en un 4.99%

Ilustración 2. Lactosa



Fuente: Huertas 2009

La lactosa también es utilizada en la industria farmacéutica y si esta se divide en galactosa y glucosa.

Ciertos microorganismos, bacterias y levaduras son capaces de fermentar la lactosa produciendo ácido láctico como se muestra en la siguiente reacción



Muchas veces estas fermentaciones son producidas por bacilos anaerobios, apreciándose un olor desagradable y abundante formación de gas. (Madrid, 2009).

El ácido láctico puede ser consumido por levaduras *saccharomycesfragilis*, por acción aeróbica que crecen hasta convertirse en una biomasa que se puede concentrar y secar para producir un pienso rico en proteínas. (Madrid, 2009).

Otra aplicación utilizada en la industria según Pelayo; se ha modificado mediante técnicas de manipulación el *lactobacilluscasei* para que esta produzca 2 compuestos químicos (el diacetilo y la acetoina). El diacetilo es usado como precursor en la fabricación de fármacos, mientras que la acetoina es usada para uso alimentario y cosmético.

Mediante la fermentación del suero con bacterias del género *lactobacillus*, entre estas el *lactobacillus bulgaricus* se obtiene el ácido láctico, este sirve como regulador de ph y conservante. (Jakymeck et al, 2001)

Aplicaciones del lactosuero

El lactosuero tiene diversas aplicaciones en la industria alimenticia, agropecuaria, farmacéutica, por sus grandes ventajas en cuanto aspectos nutricionales, por sus altos contenidos en proteína y minerales.

Por tener diversas aplicaciones las empresas deben buscar nuevas alternativas en el uso del lactosuero para tener mayor rentabilidad y ofertas en la industria.

A continuación se describen algunas aplicaciones

Concentrados de proteína de suero

Los concentrados de lacto suero (WPC) son elaborados mediante el proceso de ultrafiltración. El tratamiento se realiza a través de una membrana semipermeable selectiva, la cual deja pasar moléculas de bajo peso molecular como lactosa, agua, iones y retiene la proteína.

Los WPC no solo proporcionan una fuente pura de proteína de alta calidad con un mínimo de grasa, carbohidratos y lactosa, sino también están bioquímicamente diseñados para promover una inmunidad fuerte, una eficiente recuperación del músculo y expandir el beneficio de la actividad física en salud de manera global. (Cribb, s.f.)

La mayoría de los concentrados del lacto suero del mercado contiene desde un 35 hasta un 80% de proteína. Además estos tienen diversas aplicaciones como en la elaboración de bebidas lácteas fermentada, quesos, salsas, galletas, productos cárnicos y formulaciones infantiles. (Huertas, 2009).

Productos cárnicos

Según Keeton “Las proteínas de suero se utilizan como agentes aglutinantes, modifican su textura, intensifican el sabor del producto, poseen un alto valor nutritivo, contienen aminoácidos esenciales digeribles y biodisponible”. “También poseen propiedades funcionales: capacidad de retener agua y la capacidad de formar y estabilizar emulsiones cárnicas” (Diaz et al, 2007).

Estos concentrados son utilizados en diversos productos como carnes procesadas, carnes de ave de corral, pescados y mariscos. (Keeton, 2008)

Hidrolizados

“Son las proteínas que pasan por un proceso de hidrolisis, las cadenas más largas de proteína se descomponen en péptidos o aminoácidos por acción de enzimas proteolíticas” (Benitez et al, 2008). “Estos representan una mejor forma de utilización de las proteínas y se utilizan como suplementos dietéticos, para necesidades fisiológicas en personas de la tercera edad, bebés prematuros o lactantes con síndromes de mala absorción y deportistas que controlan su peso. Son muy utilizados debido a su rápida y completa absorción a nivel digestivo en comparación a la proteína intacta sin hidrolizar”. (Huertas, 2009). “También permite aprovechar las propiedades nutritivas y funcionales de las proteínas del lactosuero” (Riera et al, 2004).

Productos lácteos

Los concentrados de proteína del suero también se añaden a los quesos procesados y quesos cremosos para incrementar la textura, color, apariencia y aumentar el contenido proteico y de calcio.

Estos también se emplean como reemplazantes de la grasa de bebidas lácteas bajas en calorías, proporcionando una textura similar a la de los yogures enteros.

Son utilizados en la elaboración de helados, obteniendo productos con menor contenido de grasa, mayor estabilidad al punto de congelación, sirve de sustituto para la incorporación de aire. (Díaz et al, 2007)

Productos de panadería, pastelería, confitería y aperitivos.

Los concentrados de proteína de suero son ingredientes muy comunes en la industria panadera y pastelera debido en buena parte al sabor lácteo, a la blandura que imparten los productos, además de mejorar el valor nutritivo, el color y la apariencia. Sirven también para reemplazar total o parcialmente a los huevos en la elaboración.

Una aplicación importante es la coloración de los caramelos y dulces de chocolate, es causada principalmente por reacciones químicas de caramelización y de maillard, ambas reacciones necesitan disponer de una fuente de azúcares reductores (glucosa, lactosa, etc). La de maillard, además, necesita disponer de una fuente de aminoácidos, péptidos o proteínas. Los productos del lactosuero suministran los ingredientes apropiados para esta reacción: la proteína y la lactosa. (Von, 200)

Alimentos funcionales

Los alimentos funcionales son los que contienen componentes biológicamente activos que ejercen efectos beneficiosos en una o varias funciones del organismo, mejorando la salud, reduciendo el riesgo de sufrir enfermedades. Ejemplos de estos alimentos son las proteínas bioactivas, los probióticos y prebióticos. (Diaz et al, 2007)

Debido a una continua investigación se está logrando incrementar las aplicaciones funcionales como fuentes de péptidos como actividad biológica: hipotensivos, antioxidantes e inmunomoduladores entre otros y nutricionales como fuente de energía aminoácidos esenciales,

vitaminas y minerales promoviendo el lactosuero como ingrediente y como alimento funcional. (Alvarado et al, 2010)

Beneficios

El lacto suero posee diversos beneficios de los cuales se destaca su permanencia soluble y estabilidad a pH bajos por lo que es apropiado su uso en productos acidificados, de igual modo es también estable a altas temperaturas. Es importante resaltar que la desnaturalización y pérdida de solubilidad ocurre a una temperatura mayor a 60°C y a un rango de ph de 4.6 a 6

De otro lado, posee una muy buena capacidad de gelatinización y su resistencia está influenciada principalmente por la concentración de proteína. Además, provee textura, tiene un sabor neutro, tiene alta digestibilidad, es una fuente rica en proteína (AlimlogiaFoodConsulting, s.f.) y puede reemplazar la leche en polvo descremada en la elaboración de helados para reducir costos.

También, dispone de una buena capacidad para aumentar la viscosidad, lo que permite estabilizar emulsiones en los productos horneados. Puede ser utilizado como remplazo del huevo “La cantidad de espuma, el tamaño pequeño de las celdas de aire, se incrementan al aumentar las concentraciones de proteína disminuye por la desnaturalización de las proteínas y la concentración de productos no proteicos como lípidos” (Huginin, 2008).

La proteína de suero de leche y los aislados de proteína satisface los requerimientos de las personas que llevan a cabo el ejercicio de manera regular.

Se debe tener en cuenta que el perfil del aminoácido del suero de la leche es idéntico al del esqueleto humano, de manera que la proteína de suero contribuye y proporciona todos los aminoácidos correctos (material básico de las proteínas en una proporción aproximada a la proporción que estas tienen en el musculo esquelético).

Otro de sus beneficios es que ayuda al sistema inmunológico a través de las proteínas de suero que están involucradas en los efectos prebióticos, la generación de la reparación del tejido, el mantenimiento de la integridad intestinal, la destrucción de patógenos y la eliminación de toxinas. (Cribb, s.f)

Con este proyecto se pretende dar la suficiente información a la Cooperativa Colanta para que los diferentes procesos de los tipos de lacto suero sean más eficientes a través de un diagnóstico, con el fin de tener mejor control de la acidez y así obtener productos con mejores características fisicoquímicas, sensoriales, de mayor calidad y de vida útil más prolongada.

Metodología

El proyecto se realizó en la planta de derivados lácteos de la Cooperativa Colanta ubicada en el municipio de San Pedro Antioquia en la sección de pulverización. Para el proyecto se analizaron 6 tipos de sueros mediante pruebas fisicoquímicas como pH, densidad, temperatura, cenizas, acidez y proteína.

La metodología empleada fue la siguiente:

Etapas 1 planteamiento del estudio.

La Cooperativa Colanta cuenta con diferentes líneas de producción, dentro de las cuales se investigó la línea de los sueros. El principal propósito de este proyecto radica en analizar los diferentes lactosueros como: el suero líquido, desmineralizado, crema, pasteurizado, clarificado y concentrado de ultrafiltración para proponer usos en la industria alimenticia.

Por medio de este proyecto se quiere dar información acerca de las diferentes etapas registradas en el procesamiento del lactosuero como: la recepción, el almacenamiento, permanencia en los silos y variables que afectan los sueros como el tiempo, lavado de los silos, manipulación por parte de los operadores. Con esta información se quiere proponer estrategias para un mejor manejo y uso de este.

Etapa 2 obtención de los sueros

En esta etapa se realizó la obtención de 20 muestras de cada suero por duplicado. Los sueros fueron, el pasteurizado en el silo 20 (suero 1), el clarificado que se encontraba en el silo 21 (suero 2), concentrado de ultrafiltración en el silo 23 (suero 3), desmineralizado en el silo 18 (suero 4), crema de suero (suero 5) y suero líquido en el silo 22 (suero 6)

Las muestras fueron recolectadas en envases plásticos de 100 ml, estas son llevadas al laboratorio de pulverización donde se analizó solamente temperatura, densidad, ph y acidez. La proteína fue analizada en el laboratorio del recibo de leche y; la determinación de cenizas se realizó en el laboratorio de aguas.

En esta etapa se realizó la determinación de los parámetros fisicoquímicos para cada uno de los sueros utilizando diferentes métodos de la AOAC para la determinación de proteína (Kjeldahl), acidez titulable y determinación de cenizas. Igualmente se midió la temperatura con un termómetro digital, el ph con un ph-metro mettler Toledo, seven easy y la densidad por aerometría.

Ver anexo 2 procedimientos de obtención de parámetros fisicoquímicos

Etapa 3 análisis de los datos

Los análisis de los datos se realizaron a través del programa SPSS (Statistical Package for the Social Sciences). El cual se analizaron los 6 sueros: el clarificado, pasteurizado, líquido, crema de suero, concentrado de ultrafiltración y el desmineralizado, con 6

variables: ph, densidad, temperatura, cenizas y proteína este programa arrojo datos de media, mediana, curtosis y desviación estándar para cada suero con un intervalo de confianza del 95%.

Para el análisis solo se tomó el promedio y su desviación estándar.

Análisis y resultados

La Cooperartiva ha establecido la matriz para los parámetros de temperatura, acidez, ph, proteína, cenizas y densidad como se muestra en la tabla1. Los resultados obtenidos al ejecutar las pruebas de análisis de los diferentes sueros se muestran en la tabla2.

Tabla 1. Parámetros establecidos por la Cooperativa Colanta

	suero 1	suero2	suero 3	suero 4	suero 5	suero 6
Temperatura	0-16				0-30	0-34
Acidez	0,1-0,47	0-0,16	0,1-0,47	max 0,38	0-0,16	
Ph	5,9-6,5		sin parametro	5,9-6,5		5,9-6,7
Proteina	sin parametro	min 0,4	min 5	min 0,2	sin parametro	
Cenizas	sin parametro					
Densidad	1,025-1,034		1,07-1,1	1,025-1,080	0,99	1,030

Tabla 2. Resultados obtenidos

	suero 1	suero 2	suero 3	suero 4	suero 5	suero 6
Temperatura	11,47 ± 1,35	12,15 ± 1,05	10,97 ± 3,43	12,08 ± 2,04	20,66 ± 8,30	28,6 ± 3,27
Acidez	0,18 ± 0,21	0,12 ± 0,013	0,39 ± 0,06	0,28 ± 0,036	0,15 ± 0,047	0,12 ± 0,022
Ph	6,38 ± 0,13	6,2 ± 0,035	6,27 ± 0,23	6,25 ± 0,08	5,78 ± 0,54	6,29 ± 0,35
Proteina	0,89 ± 0,12	0,9 ± 0,15	7,28 ± 0,55	2,14 ± 0,22	0,74 ± 0,15	0,9 ± 0,13
Cenizas	0,55 ± 0,03	0,54 ± 0,04	1.0847 ± 0,08	0,91 ± 0,19	0,21 ± 0,08	0,47 ± 0,14
Densidad	1.0280 ± 0,001	1.0280 ± 0,001	1.0868 ± 0,002	1.070 ± 0,003	0,985 ± 0,01	1.031 ± 0,005

Al comparar los resultados obtenidos con los establecidos por Colanta para el parámetro de temperatura donde la mínima 10.97 y la máxima es 28.6 se puede observar que todos los sueros se encuentran dentro de los parámetros permitidos por la empresa, aunque estos son los que presentan mayor desviación estándar. El suero líquido presentó el parámetro más alto de temperatura, y esto se debe principalmente a la mezcla del suero procedente de los diferentes tipos de queso como: quesos frescos, madurados e hilados. “Para la elaboración del queso

mozzarella se utilizan cultivos mesófilos y termófilos” (Atamer et al, 2013). Sin embargo es importante que estos lactosueros se conserven a una temperatura de refrigeración entre 4-5°C ya que con esta temperatura “los microorganismos se encuentran en una fase de latencia” (Atamer et al, 2013) evitando así la fermentación láctica y la acidificación de estos.

Analizando la tabla 2 se puede observar que los sueros, presentan un rango entre 0, 12-0,39 para acidez, los cuales están acordes, con los parámetros establecidos por la empresa. El suero que presento mayor acidez fue el concentrado de ultrafiltración. Esto se debe que cuando el ph se encuentra por encima de 5.18, que es el punto isoeléctrico de la B -lacto globulina hay mayor interacción de iones monovalentes y divalentes (Pan, 2011).

Se pudo observar en la tabla 2 que el suero desmineralizado obtuvo 0.91 de cenizas, esto se debe al proceso de nanofiltración “ya que estas membranas (NF) tienen alta permeabilidad para las sales monovalentes (por ejemplo, NaCl, KCl) y compuestos orgánicos de bajo peso molecular, y muy baja permeabilidad para los compuestos orgánicos de peso molecular superior” (Pan et al, 2011), para el resto de los sueros se observa que hay buen contenido de cenizas, los cuales pueden ser utilizados para la elaboración de bebidas hidratantes y concentrados para animales.

Con respecto a la proteína también se pudo observar que el concentrado de ultrafiltración obtuvo mayor contenido de esta, “esto se debe principalmente al proceso de ultrafiltración ya que este consigue separar las proteínas presentes en el suero” (Uribe, 2005) lo cual puede ser útil para la elaboración de productos con aportes nutricionales como en hidrolizados y suplementos proteicos.

Se puede observar que a mayor contenido de cenizas, existe mayor contenido de densidad para todos los sueros, como se observa en la tabla 2 los sueros concentrados (el

concentrado de ultra filtración y el suero líquido desmineralizado) son los que presentaron estas características. Esto se debe principalmente que estos sueros presentan mayor contenido de sólidos no grasos, a diferencia de la crema de suero que presenta menor contenido de cenizas y menor densidad, ya que esta tiene mayor contenido de grasa y menos minerales en su composición. Lewis (como se citó en López, s.f)

Según los datos obtenidos y comparándolos con (Recinos, 2006) se llegó al resultado que el suero líquido, pasteurizado y el clarificado cumplen con los parámetros de cenizas, proteína y ph. Y con respecto al estudio de (Miranda, 2009) se llegó al resultado que el suero líquido y clarificado cumplen con los parámetros de ph.

Comparando la tabla 1 (parámetros establecidos por Colanta) con la tabla 2 (resultados obtenidos) se puede observar que todos los sueros analizados cumplen con los parámetros establecidos por la empresa a excepción de la proteína del suero pasteurizado que se encuentra por encima de este.

Conclusiones

De acuerdo al análisis de los resultados obtenidos, se encontró que todos los parámetros cumplen por la matriz establecida por Colanta, excepto para la proteína del suero 2 que está por encima del parámetro.

Se puede concluir que el estudio realizado fue acorde para los sueros líquidos en los parámetros de ph, cenizas, y proteína, que concuerdan con (Recinos, 2006) y (Miranda, 2009)

Como la empresa no reporta parámetros de cenizas en ninguno de los sueros, se dejan estos resultados como referencia. Lo mismo acontece para la proteína en los sueros pasteurizados, crema de suero y suero líquido, los cuales son muy útiles para la elaboración de productos con grandes propiedades nutricionales.

La caracterización de los sueros estudiados y una óptima estandarización de los parámetros fisicoquímicos, aporta a la empresa mayor conocimiento para un mejor aprovechamiento sobre el uso de estos en las diversas aplicaciones en la industria alimenticia.

Con una adecuada combinación de utilización de membranas como la ultra y nano filtración y con una adecuada pasteurización se garantiza una mejor calidad en los productos obtenidos de los lactosueros.

Recomendaciones

Bajo los resultados que se encontraron en este trabajo y de acuerdo al proceso de análisis que tuvo el mismo, se puede recomendar a la empresa analizar previamente los sueros obtenidos en los diferentes procesos antes de ser enviados a pulverización, con el fin de garantizar los parámetros establecidos por la empresa y mejorar las propiedades fisicoquímicas para evitar acidificación en el silo.

El suero líquido, suero pasteurizado, suero clarificado se puede utilizar en diversas aplicaciones como: bebidas refrescantes, bebidas lácteas fermentadas, bebidas hidratantes, bebidas enriquecidas con vitaminas; el concentrado de ultrafiltración para proteínas hidrolizadas, bebidas lácteas, concentrados proteicos, producción de hidrolizados de proteína; el suero líquido desmineralizado se pulveriza para ser usado en panificación, concentrado animal, en productos cárnicos y confitería.

Se recomienda estudiar más a fondo todo lo relacionado con el lactosuero para generar futuras investigaciones que aporten un mejor desarrollo en cuanto a la calidad de los parámetros fisicoquímicos.

Asimismo se propone realizar futuras investigaciones para el óptimo aprovechamiento de la lactosa, por ejemplo la cristalización de la misma para ser destinada como fuente de alimentación para el ganado.

De igual forma es importante disminuir el tiempo de permanencia de los sueros en los silos. Con el fin de tener sueros con mejores características fisicoquímicas y así obtener subproductos de mejor calidad.

De otro lado, se sugiere que todos los sueros pasen por un sistema de refrigeración para prevenir el aumento de microorganismos, y alargar la vida útil de los sueros.

Es importante que la empresa cuente con los parámetros de referencia para cenizas y proteína en cada uno de los lactosueros, ya que de esto depende el valor nutricional para tener un uso adecuado en la industria alimenticia.

Bibliografía

AlimlogiaFoodConsultingCia Ltda. (s.f.). El suero de leche y sus aplicaciones en los alimentos. Recuperado de http://www.alimlogia.com/recursos/biblioteca/doc_download/10-el-suero-y-sus-aplicaciones-en-los-alimentos.

Atamer, Zeynep, Santlebe, Meike, Neve, Horst, Heller, J Knut & Joerg Hinrichs. (2013). Elimination of bacteriophages in whey and whey products. *Frontiers in microbiology*. Recuperado de http://www.frontiersin.org/Food_Microbiology/10.3389/fmicb.2013.00191/abstract.

Association official analysis chemical.AOAC international.Determinación de cenizas: método gravimétrico. 15th ed. Washington: Official method 935.42.

Alvarado Carrasco, Carlos & Guerra Marisa. (2010). Lactosuero como fuente de péptidos bioactivos. *Anales venezolanos de nutrición*. Vol 23 no 1. Recuperado de http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-07522010000100007

Benitez, Ricardo, Ibarz, Albert & Pagan Jordy. (2008). Hidrolizados de proteína: Procesos y aplicaciones. *Acta Bioquímica clínica latinoamericana*. Recuperado de <http://www.scielo.org.ar/pdf/abcl/v42n2/v42n2a08.pdf>

Cribb, J Paul. (s.f).Las proteínas de suero de leche de los Estados Unidos y la nutrición en los deportes. *U.S dairyexportcouncil*. Recuperado de [http://www.usdec.org/files/PDFs/2008Monographs/WheySportsNutrition_Spanish_Mexico.p](http://www.usdec.org/files/PDFs/2008Monographs/WheySportsNutrition_Spanish_Mexico.pdf)
[df](http://www.usdec.org/files/PDFs/2008Monographs/WheySportsNutrition_Spanish_Mexico.pdf)

Diaz, Olga, Pereira D, Carlos & Cobos Angel. (2007). Aplicaciones de los concentrados y aislados de proteínas de lactosuero en la industria alimentaria. *Alimentaria: revista de tecnología e higiene en los alimentos*, No 379, pp 117-124.

Giner, O & Raventos, M. (2001). Tecnología del procesado del lactosuero. *Alimentación: Equipos y tecnología*, vol 20, No 160, pp 79-89.

Gosta, Bylund. (2003) *Manual de Industrias lácteas*. Madrid: Ediciones mundi- prensa.

Hernandez Callejas, Judith, Garcia Prieto, Francisco, Cruz Reyes, Victor E, Santillan Marmolejo, Yolanda & Marzo Mendez, Maria A. (s.f) Caracterización fisicoquímica de un lactosuero: potencialidad de recuperación de fósforo.

Huertas Parra, Ricardo Adolfo. (2009). Lactosuero: importancia en la industria alimentaria. *Revista facultad nacional de agronomía*. Vol 62, No 1, pp 4967-4978.

Hugunin G, Alan. (2008). Aplicaciones de productos de lactosuero en Estados Unidos y posibles aplicaciones en Mexico y otros países latinoamericanos. *Industria alimenticia*, vol 10, No 104, pp 44-50.

Jakymeck, Miguel, Morán, Héctor, Páez, Gisela, R, José, Mármol, Zulay & Ramones Eduardo. 2001. Cinética de la producción de ácido láctico por fermentación sumergida con lactosuero como sustrato

.Recuperado de <http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/27444/2/articulo8.pdf>

Lopez, Jose Andres. (s.f). Estandarización del proceso artesanal e industrial de fabricación de queso doble crema con leche de ganado criollo Hartón del Valle en el Valle del Cauca. Recuperado de

<https://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCwQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.reuna.unalmed.edu.co%2Ftemporales%2Fmemorias%2Faground>

ustria%2Ftg%2F05quesoharton.doc&ei=g0oAUuHoNcqAygHt5YGABw&usg=AFQjCNGhxbLgX6wbhmyxcLnGB8IHgwOqeA

Madrid, Antonio. (1981). *Modernas técnicas del aprovechamiento del lactosuero*. Madrid: editorial Antonio Madrid ediciones.

Miranda Miranda, Oscar, Palma Ponce, Isela, Palma Fonseca, Pedro Luis & Cutiño Magalis. (2009) Características fisicoquímicas de sueros de queso dulce y ácido producidas en el combinado quesos de Bayamo. *Revista cubana de alimentación y nutrición*, No 9, pp 21-25.

Pan, Kai, Song, Qi, Wang, Lei & Cao, Bing. (2011). A study by desmineralization of whey by nanofiltration membrane. Recuperado de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0011916410006788>

Pelayo, Maite. (2009). Lactosuero de residuo a aditivo alimentario. *Despertar lechero*, edición 31, pp 96-97.

Phrabu, G & Keeton, Jimmy (2008). Aplicaciones de productos de suero y lactosa en carnes procesadas. *Mundo lácteo y cárnico*. Pp 18 -25. Recuperado de http://www.lactodata.com/lactodata/docs/lib/prabhu_g_%20aplicaciones_2003.pdf

Pintado Vallejo, Pamela Jacqueline. (2012). *Elaboración de manjar utilizando suero de quesería a diferentes niveles como sustituto de la leche en el cantón Pastaza*. (Trabajo de graduación), Universidad Estatal Amazonica, Puyo, Pastaza, Ecuador.

Recinos Rivas, Lisete Aracely & Saz Guerrero, Oscar Alejandro (2006). *Caracterización del suero lácteo y diagnóstico de alternativas de sus usos potenciales en El Salvador* (Trabajo de graduación), Universidad del Salvador, San Salvador, El Salvador.

Reyes Moncada, Marvin Leonel. (2005). *Efecto de la acidez y cantidad de suero en las características físico-químicas y sensoriales del queso Zamorano*. (Trabajo de graduación), Zamorano, Honduras.

Riera. F, Alvarez. A & Muñiz. D. (2004). Avances en el fraccionamiento de proteínas del lactosuero no desnaturalizadas. *Alimentacion: equipos y tecnología*, Vol 23, No 192 pp47-56.

Sánchez Sánchez, Guillermo León, Gil Garzón, Miriam Janet, Gil Garzón, Maritza Andrea, Giraldo Rojas, Francisco Javier, Millán Cardona, Leónidas de Jesús & Villada Ramírez, María Eugenia. (2009). Aprovechamiento del suero lácteo de una empresa del norte de antioqueño mediante microorganismo eficientes. Recuperado de <http://www.lasallista.edu.co/fxcul/media/pdf/RevistaLimpia/Vol4n2/65-74.pdf>

Selgas, A, (1990), Procesos de membrana y su aplicación en el tratamiento del lactosuero. *Alimentacion: Equipos y tecnología*, vol 9, no 105, pp 117-123.

Uribe Cuartas, Beatriz E. (2005). Estudio del proceso de nano filtración para la desmineralización de lactosuero dulce. (Tesis doctoral) Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España.

Von, Elbe, J.H. (2000). La proteína del lactosuero en la confitería. *Industria alimenticia*. No 11, pp 29-31.

Apéndices

Apéndice A Composición de los tipos de lactosuero

Tabla 3. Composición de los tipos de lactosuero

	suero dulce	suero acido
	%	%
solidos totales	6,4	6,5
agua	93,6	93,5
grasa	0,05	0,04
proteína	0,55	0,55
nitrógeno	0,18	0,18
lactosa	4,8	4,9
cenizas	0,5	0,8
calcio	0,043	0,12
fosforo	0,04	0,065
sodio	0,05	0,05
potasio	0,16	0,16
cloruro	0,11	0,11
ácido láctico	0,05	0,4

Fuente: Gosta 2003

Apéndice B Determinación de proteína (Kjeldahl) por el método de la AOAC 991.20

Primera etapa:

La digestión: En los tubos butch se adicionó 3 perlas de ebullición, mas 1g para los sueros clarificados, pasterizados, líquido y 0,5g para concentrados.

Se ubicaron los tubos en el digestor y se inició el proceso.

Segunda etapa:

Destilación: Se dejaron enfriar los tubos a una temperatura más o menos de 50 °C. Para iniciar el procedimiento de destilación.

Tercera etapa:

Titulación: A cada erlenmeyer se agregaron 10 gotas de indicador tashiro, posteriormente se adicionó 50ml de ácido bórico al 4% y se Tituló hasta obtener un viraje de color rosa tenue.

Determinación acidez titulable por el método de la AOAC 942.15

Se tomaron 9ml de suero líquido, el cual fue vaciado a una capsula de porcelana, en el que se adicionaron 5 gotas de fenolftaleína al 1% se tituló con hidróxido de sodio hasta obtener un rosa tenue.

Determinación de densidad por el método de aerometría

En primer lugar se purgó la probeta, para luego tomar un volumen de muestra superior a 50ml, y se introdujo de manera vertical el lactodensímetro para los sueros líquidos, pasterizados y clarificados. El aerómetro de 1 a 1,5 para el concentrado de ultrafiltración y el aerómetro de 0.9 a 1 para la crema.

Determinación de cenizas por el método de la AOAC 930.30

Se pesaron las capsulas de porcelana vacías, de igual forma se pesó 1g de muestra para ponerlas en una mufla a 550°C durante 1h y 20 min, luego las capsulas de porcelana se meten en el desecador hasta que se enfríen para ser pesadas.