

## ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL LACTOSUERO COMO MATERIA PRIMA PARA LA ELABORACIÓN DE QUESO PETIT SUISE

Trejo-Trejo, Elia <sup>a</sup>; Trejo-Trejo, Natalia <sup>a</sup>; Zúñiga-Morales, Jonatan <sup>a</sup>, Ocampo-Hernández, Anahí <sup>a</sup>; Ramírez-González, María del Carmen <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Universidad Tecnológica del Valle del Mezquital, Procesos Alimentarios. Hidalgo, México. C.P. 42300. [etrejo@utvm.edu.mx](mailto:etrejo@utvm.edu.mx)

Recibido 30 de octubre de 2018; aceptado 08 de febrero de 2019

*Palabras clave:*  
suero, petit suisse, calidad

**RESUMEN.** En los últimos años, ha ido en aumento el interés por utilizar al lactosuero como fuente de materia prima para la elaboración de alimentos. El lactosuero o suero de leche es un subproducto lácteo obtenido durante la elaboración de diferentes tipos de quesos que contiene compuestos con potenciales beneficios nutricionales. Sin embargo, las microempresas lácteas lo aprovechan poco como materia prima por lo que se desecha al suelo y mantos acuíferos, convirtiéndose en un contaminante derivado de la industria láctea. Debido a lo anterior, en la presente investigación se muestra el desarrollo de queso tipo petit suisse sabor fresa a partir de suero derivado de la elaboración de queso manchego, panela y oaxaca. Con la finalidad de encontrar cuál de estos lactosueros es el que genera un queso petit de mayor calidad, se evaluó la calidad fisicoquímica y microbiológica de la leche y los lactosueros. Posteriormente se desarrollaron tres formulaciones para cada uno de los sueros obtenidos de los procesos referidos, donde se varió el contenido de pasta de suero, azúcar y fruta. Se encontró que la calidad de la leche se asocia directamente a la calidad del lactosuero. La formulación que prefirieron los consumidores fue de 70% de pasta para petit suisse, 19% de base de fruta (fresa) y un 2% de azúcar. Las pruebas fisicoquímicas y microbiológicas del nuevo producto mostraron su cumplimiento en relación con la NOM-035-SSA1-1993. De igual manera, los consumidores determinaron que prefieren el queso petit obtenido de la elaboración del queso manchego.

*Key words:*  
serum, petit suisse, quality

**ABSTRACT.** In recent years, interest has been increasing in the use of whey as a source of raw material for food processing. Whey is a dairy byproduct obtained during the manufacture of different types of cheeses containing compounds with potential nutritional benefits. However, the micro-dairy companies take advantage of it as raw material, which is why it is discarded to soil and aquifers, becoming a contaminant derived from the dairy industry. Due to the above, the present research shows the development of cheese type petit suisse strawberry flavor from whey derived from the elaboration of manchego, panela and oaxaca cheese. In order to find which of these whey is the one that generates a petit cheese of higher quality, the physicochemical and microbiological quality of milk and whey is evaluated. Subsequently, three formulations were developed for each of the sera obtained from the referred processes, where the contents of whey, sugar and fruit paste were varied. It was found that the quality of the milk is directly associated with the quality of the whey. The formulation preferred by consumers was 70% petit suisse paste, 19% fruit base (strawberry) and 2% sugar. The physicochemical and microbiological tests of the new product showed their compliance in relation to NOM-035-SSA1-1993. Similarly, consumers determined that they prefer the petit cheese obtained from the elaboration of the manchego cheese.

### INTRODUCCIÓN

En la industria láctea, en particular en las llamadas queserías, microempresas productoras de queso y yogurt, se genera lactosuero. Entendiéndose como la sustancia líquida obtenida por separación del coágulo de leche en la elaboración de queso<sup>1</sup>. La cantidad y composición del lactosuero es variable y está en función de varios factores, tales como: a) El tipo de queso (4L/kg de queso en quesos frescos y hasta 11,3 L/kg de queso para quesos madurados); b) El tratamiento térmico de la cuajada que puede

disminuir el porcentaje de proteína del suero resultante; c) La forma de coagulación (ácida o enzimática); d) El cuajo empleado (microbiano, quimosina o mezclas quimosina/pepsina), que aporta amargor residual al suero por inactivación incompleta de las enzimas proteolíticas. Se estima que a partir de 10 litros de leche de vaca se puede producir de 1 a 2 kg de queso y un promedio de 8 a 9 kg de lactosuero, lo cual representa cerca del 85 - 90% del volumen de la leche, que contiene alrededor del 55% de sus nutrientes; es decir, que el volumen de

lactosuero es aproximadamente 7 a 10 veces mayor que el queso producido<sup>2,3</sup>. Actualmente, la producción de lactosuero de las queserías constituye un problema ambiental; si se consideran los altos volúmenes producidos y su derrama a las fuentes naturales de agua o en suelos dado que es eliminado sin un tratamiento previo y con el desconocimiento total o parcial de su carácter contaminante. Esto provoca un gran daño ecológico además de una pérdida significativa de recursos<sup>3,4</sup>.

Por su origen se tienen dos tipos de lactosuero (Tabla 1). El suero dulce es un líquido sobrante de la precipitación de las proteínas por hidrólisis específica de la k-caseína, por coagulación enzimática, con pH próximo al de la leche inicial y sin variación de la composición mineral; mientras que el ácido es obtenido después de la coagulación ácida o láctica de la caseína. Presenta un pH cercano a 4.5 debido a la producción de ácido láctico y alto contenido de minerales (más del 80% de los minerales de la leche inicial sin tratamiento)<sup>5,6,7</sup>.

A pesar de su importancia desde el punto de vista económico, nutricional y ambiental el aprovechamiento del lactosuero en las microempresas es limitado dado que para su correcta transformación se requiere de equipo especializado y desde luego de una fuerte inversión económica. En consecuencia, se le dan usos tradicionales como alimento para animales y fabricación de requesón o en su defecto al no tener opciones de procesamiento, lo que se hace es desecharlo dentro de las descargas de aguas residuales de las empresas. Con esta acción, se tiene pérdida de una fuente de alimentación y se causan serios problemas de contaminación, situación que se espera revertir con el desarrollo de productos donde la materia prima sea el lactosuero.

El objetivo de la presente investigación fue comparar la calidad del queso *petit suisse* a partir de cada uno de los tipos de lactosuero, así como, mostrar el protocolo para el desarrollo de un nuevo producto, con la finalidad de ser una guía para los microempresarios que quieran desarrollar nuevos productos y que carezcan de procesos metodológicos orientados al aprovechamiento integral de la leche.

**Tabla 1.** Composición promedio de los lactosueros dulces y ácidos derivados de quesos<sup>6,7</sup>.

Parámetro	Lactosueros dulces (g/Kg de lactosuero)	Lactosueros ácidos (g/Kg de lactosuero)
Materia seca (MS)	55-75	55-65
Lactosa	40-50	40-50
Grasa bruta (GB)	0-5	0-5
Proteína bruta (PB)	9-14	7-12
Cenizas	4-6	6-8
Calcio	0.4-0.6	1.2-1.4
Fósforo (fosfato g/L)	0.4-0.7 (1.0-3.0)	0.5-0.8 (2.0-4.5)
Potasio	1.4-1.6	1.4-1.6
Cloruros	2.0-2.2	2.0-2.2
Ácido láctico	0-0.3	7-8
pH	>6.0	<4.5
Grados Dornic	<20	>50

## METODOLOGÍA

El estudio se realizó en una microempresa productora de quesos y yogurt, ubicada en el estado de Hidalgo.

**Obtención de la muestra:** la muestra, por triplicado, de leche fue tomada de cada uno de los procesos de queso panela, oaxaca y manchego. Una vez que dichos procesos se realizaron, se tomaron las muestras del lactosuero. Las muestras se mantuvieron a 4°C para su posterior análisis y transformación.

**Evaluación de la calidad de la leche y suero (lactosuero):** para evaluar la calidad de la leche se realizó el análisis fisicoquímico, por triplicado, utilizando el método de referencia de la *Association of Official Analytical Chemical (AOAC)*<sup>7</sup> y se reportaron de acuerdo con lo establecido en la normatividad mexicana correspondiente (Tabla 2). El suero se caracterizó con base a lo sugerido por Abaigar<sup>8</sup>.

Para determinar si existe diferencia entre los parámetros de acidez, pH y sólidos totales del lactosuero, provenientes del queso tipo oaxaca (SQO), queso panela (SQP) y queso manchego (SQM) se trabajó con un diseño experimental de

bloques al azar con tres repeticiones ( $p < 0.05$ ). Posteriormente y con la finalidad de evaluar el impacto de la calidad de la leche y el lactosuero obtenido de los tres procesos se realizó un estudio de regresión lineal.

**Desarrollo de formulaciones:** del lactosuero de SQO, SQP, SQM se desarrollaron tres formulaciones (Tabla 3) de queso tipo *petit suisse*.

Para el desarrollo del queso tipo *petit suisse* con lactosuero como materia prima se realizaron las siguientes actividades de inspección visual al lactosuero para verificar la ausencia de materia extraña o contaminante. Posterior al pesaje de la materia prima se pasteurizó a 90 °C durante 15 min. Enfriamiento y sedimentación, hasta que el suero de leche alcanzó una temperatura de 30 – 35 °C. Durante la etapa de enfriamiento, el sólido o requesón se sedimenta por diferencia de densidades, lo que permite separar el lactosuero. El queso tipo *petit suisse*, se obtuvo mediante las siguientes etapas: a) Los sólidos se depositaron en manta cielo para separar los sólidos (precipitado) del

sobrenadante (líquido); b) Reposo de los sólidos en cámara frigorífica a 4°C durante 14 h; c) Elaboración de las nueve formulaciones, mezclado de fruta con azúcar y pasta para *petit suisse* (sólidos precipitados) y d) Envasado y conservación del producto a 4°C.

Con las 9 formulaciones desarrolladas se evaluaron sus características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales. Las dos primeras se atendieron con base a la NOM-035-SSA1-1993<sup>14</sup>. El análisis sensorial se trabajó en dos momentos a) Identificar la preferencia entre las formulaciones e b) Identificar la formulación de preferencia entre los tres tipos de proceso. En ambos casos se diseñó el experimento con cada una de las formulaciones y tres repeticiones. Se midió la aceptación de las características organolépticas: aspecto, consistencia, color, sabor y olor, en un grupo conformado por 150 panelistas mayores de edad, hombres y mujeres. Se evaluó estadísticamente con la prueba de  $X^2$ , con un valor crítico de un grado de libertad y un nivel de significancia de 0.05.

**Tabla 2.** Pruebas fisicoquímicas en leche y suero para su caracterización.

Determinación	Método de referencia AOAC	Normatividad aplicable
Acidez	947.05	NMX-F-420-1982 <sup>9</sup>
Densidad	925.22	NMX-F-737-COFOCALEC-2010 <sup>10</sup>
pH	981.12	NMX-F-737-COFOCALEC-2010 <sup>10</sup>
Sólidos no grasos	925.105	NOM-116-SSA1-1994 <sup>11</sup>
Proteína	920.05	NMX-F-608-S-1980 <sup>12</sup>
Grasa butírica	989.04	NMX-F-490-NORMEX-1999 <sup>13</sup>
Punto crioscópico	-	Determinación del índice crioscópico

**Tabla 3.** Formulaciones de queso tipo *petit suisse* a partir de lactosuero de diferentes tipos de quesos.

Formulación (componente)	Queso Oaxaca (%)			Suero derivado de queso panela (%)			Queso manchego (%)		
	F1	F2	F3	F1	F2	F3	F1	F2	F3
Pasta para <i>petit suisse</i>	80	82	79	80	82	79	80	82	79
Base de fruta (fresa)	17	12	19	17	12	19	17	12	19
Azúcar	3	6	2	3	6	2	3	6	2

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Evaluación de la calidad de la leche.** Como parte de la primera acción al evaluar la calidad de la leche, se observó que esta cumple con los parámetros referidos en la NOM-155-SSA1-1993<sup>15</sup>, siendo indicador de que la leche utilizada como materia prima en la microempresa cumple los requisitos de calidad, aspecto relacionado directamente con la calidad de los productos derivados de su procesamiento (Tabla 4).

**Tabla 4.** Evaluación de la calidad de la leche.

Parámetro	Resultado ( $\bar{x} \pm s$ )	Límite permisible (NOM-155-SSA1-1993)
Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	1.03 ± 0.001	1.029 mín.
Grasa Butírica	31.50 ± 1.04	30 mín.
Acidez (expresada como ácido láctico) g/L	1.50 ± 0.14	1.3 mín. 1.7 máx.
Sólidos Totales g/L	83.66 ± 0.81	83 mín.
Punto crioscópico °C (°H)	-0.51 ± 0.00	Entre -0.510 (-0.530) y -0,536 (-0,560)
Proteína g/L	32.01 ± 1.26	30 mín

**Evaluación de la calidad del lactosuero.** Una vez evaluada la calidad de la leche, esta fue procesada para la elaboración de queso SQO, SQP, SQM. Se

recolectó el suero obtenido de cada uno de los procesos y se evaluó su calidad. En el Tabla 5, se observa que de acuerdo a la acidez (en grados Dornic), pH y sólidos totales el suero obtenido en los procesos del queso SQO y SQP se clasifican como sueros ácidos mientras que el suero del proceso de queso SQM se clasifica como suero dulce. Es importante destacar que al comparar la calidad de los tres tipos de suero para el parámetro de sólidos totales no se encontró diferencia significativa ( $p > 0.05$ ), caso contrario para la acidez y el pH, donde los parámetros variaron significativamente ( $p < 0.05$ ) en cada uno de los tipos de suero. Por lo tanto, se recomienda poner especial atención al momento de utilizarlos como materia prima para la elaboración del queso tipo *pettit* dado que pueden afectar el proceso y/o modificar las propiedades sensoriales finales del producto. Debido a que la acidez<sup>3,4,7</sup> influye directamente en el sabor del producto terminado, es decir, entre más ácido el lactosuero se espera obtener un producto más ácido y este sabor habrá de reducirse añadiendo mayor cantidad de azúcares y base de fruta. Con respecto al pH, en los tres tipos de lactosuero, no se observó un impacto directo en la elaboración del nuevo producto, contrariamente el pH favorece el inicio del proceso, dado que el pH combinado con una temperatura entre 15 y 50°C favorece la precipitación de las caseínas, haciendo que estas se desestabilicen y precipiten<sup>4,7</sup>. Por otra parte, al utilizar los sólidos totales, que en mayor concentración favorecen el rendimiento de los quesos<sup>7</sup>, de cada uno de los lactosueros, deben analizarse antes de entrar al proceso para la elaboración del *pettit* garantizando las características organolépticas propias del nuevo producto.

**Tabla 5.** Evaluación de la calidad del lactosuero, residuo del proceso de elaboración de queso Oaxaca, panela y manchego.

Parámetro	SQO	SQP	SQM	Referencia <sup>7</sup>	
				Suero dulce	Suero ácido
Acidez	24.96±0.30 <sup>a</sup>	11.9±0.31 <sup>b</sup>	20.10±0.11 <sup>a</sup>	12 - 20 °D	20 - 50 °D
pH	4.96±0.11 <sup>a</sup>	5.01±0.20 <sup>b</sup>	5.00±0.010 <sup>b</sup>	5.8 - 6.02 °D	4.5 - 5.1 °D
Sólidos Totales (%)	6.41±0.10 <sup>a</sup>	6.3±0.21 <sup>a</sup>	6.31±0.21 <sup>a</sup>	6.3 - 7.0 °D	6.3 - 7.0 °D

Letras diferentes por renglón indican diferencia significativa ( $p < 0.05$ ).

La correlación de la calidad de la leche y los tipos de suero obtenidos (Tabla 6) muestran que existe una relación directa, es decir, si se inicia con leche de alta calidad el tipo de suero obtenido también será de alta calidad. Lo anterior, es de importancia porque el lactosuero será la materia prima para la elaboración del queso *petit* por lo que se espera que éste también sea de buena calidad<sup>2,3</sup>.

**Tabla 6.** Correlación de la calidad de la leche y suero obtenido.

Parámetro analizado	Coefficiente de correlación (r)
Leche vs SQO	0.9908
Leche vs SQP	0.9912
Leche vs SQM	0.9931

**Desarrollo de formulaciones del queso tipo *petit suisse*.** Para las tres formulaciones de queso *petit suisse* se observa en las Tablas 7, 8 y 9, los parámetros evaluados de proteína, humedad, cenizas, carbohidratos y grasa, donde los valores son superiores a los reportados en la Norma Oficial Mexicana. NOM-035-SSA1-1993<sup>14</sup>. Esto está relacionado directamente con la calidad de la leche que dio origen a cada uno de los productos. De igual manera, no se identificó diferencia estadística significativa ( $p > 0.05$ ) entre las tres formulaciones en los parámetros antes mencionados.

En atención a la evaluación microbiológica, las nueve formulaciones se encuentran dentro de los valores de la norma de referencia (Tabla 10, 11 y 12) para coliformes totales, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella*, mohos y levaduras. Esto indica que microbiológicamente los quesos tipo *petit suisse* desarrollados no presentaron problemas de patógenos alterantes que supongan un riesgo para el consumidor, consecuentemente el proceso y manipulación del producto es el adecuado. En resumen, tanto los resultados físico-químicos y microbiológicos dan cuenta que las formulaciones evaluadas se encuentran aptas para el consumo humano.

**Selección de la formulación de mayor aceptación.**

Al presentar las nueve formulaciones de queso *petit suisse* desarrolladas con lactosuero de queso oaxaca, panela y manchego a los 150 panelistas, en el análisis sensorial. Éstos identificaron a la formulación tres, con mayor contenido de fruta y menor contenido de azúcar elaborada con lactosuero de queso manchego, como la de mayor preferencia por su aspecto, color, sabor, olor y consistencia ( $X^2$  del 95%).

**Tabla 7.** Evaluación fisicoquímica de las tres formulaciones de queso *petit suisse* a base de suero de queso oaxaca.

Parámetro	<i>Petit suisse</i> elaborado a base de suero de queso oaxaca			Límite permisible <sup>14</sup>	mínimo
	F1 ( $\bar{x} \pm s$ )	F2 ( $\bar{x} \pm s$ )	F3 ( $\bar{x} \pm s$ )		
Proteína (%)	5.22 ± 0.01 <sup>a</sup>	5.30 ± 0.00 <sup>a</sup>	5.26 ± 0.01 <sup>a</sup>	5.00	
Humedad (%)	74.10 ± 0.01 <sup>a</sup>	75.30 ± 0.01 <sup>a</sup>	74.45 ± 0.02 <sup>a</sup>	60.00	
Cenizas (g)	1.14 ± 0.01 <sup>a</sup>	1.06 ± 0.01 <sup>a</sup>	1.11 ± 0.07 <sup>a</sup>	0.34	
Carbohidratos (g)	16.14 ± 0.01 <sup>a</sup>	16.20 ± 0.02 <sup>a</sup>	16.12 ± 0.04 <sup>a</sup>	13.70	
Grasa (g)	3.10 ± 0.01 <sup>a</sup>	3.14 ± 0.01 <sup>a</sup>	3.06 ± 0.01 <sup>a</sup>	4.00	

Nota: Análisis estadístico realizado por renglones.

**Tabla 8.** Evaluación fisicoquímica de las tres formulaciones de queso *petit suisse* a base de suero de queso panela.

Parámetro	<i>Petit suisse</i> elaborado a base de suero de queso panela			Límite permisible <sup>14</sup>	mínimo
	F1 ( $\bar{x} \pm s$ )	F2 ( $\bar{x} \pm s$ )	F3 ( $\bar{x} \pm s$ )		
Proteína (%)	5.42 ± 0.00 <sup>a</sup>	5.50 ± 0.01 <sup>a</sup>	5.45 ± 0.01 <sup>a</sup>	5.00	
Humedad (%)	75.00 ± 0.01 <sup>a</sup>	74.00 ± 0.02 <sup>a</sup>	74.5 ± 0.02 <sup>a</sup>	60.00	
Cenizas (g)	0.84 ± 0.01 <sup>a</sup>	2.10 ± 0.01 <sup>a</sup>	1.45 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.34	
Carbohidratos (g)	13.48 ± 0.01 <sup>a</sup>	13.20 ± 0.03 <sup>a</sup>	13.3 ± 0.01 <sup>a</sup>	13.70	
Grasa (g)	5.26 ± 0.02 <sup>a</sup>	5.20 ± 0.01 <sup>a</sup>	5.30 ± 0.02 <sup>a</sup>	4.00	

Nota: Análisis estadístico realizado por renglones.

**Tabla 9.** Evaluación fisicoquímica de las tres formulaciones de queso *petit suisse* a base de suero de queso manchego.

Parámetro	<i>Petit suisse</i> elaborado a base de suero de queso manchego			Límite permisible <sup>14</sup>	mínimo
	F1 ( $\bar{x} \pm s$ )	F2 ( $\bar{x} \pm s$ )	F3 ( $\bar{x} \pm s$ )		
Proteína (%)	5.50 ± 0.02 <sup>a</sup>	5.66 ± 0.013 <sup>a</sup>	5.60 ± 0.01 <sup>a</sup>	5.00	
Humedad (%)	72.90 ± 0.01 <sup>a</sup>	73.30 ± 0.02 <sup>a</sup>	73.10 ± 0.02 <sup>a</sup>	60.00	
Cenizas (g)	1.90 ± 0.03 <sup>a</sup>	1.03 ± 0.12 <sup>a</sup>	1.30 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.34	
Carbohidratos (g)	16.70 ± 0.01 <sup>a</sup>	16.91 ± 0.01 <sup>a</sup>	16.80 ± 0.00 <sup>a</sup>	13.70	
Grasa (g)	3.00 ± 0.01 <sup>a</sup>	3.10 ± 0.02 <sup>a</sup>	3.20 ± 0.02 <sup>a</sup>	4.00	

Nota: Análisis estadístico realizado por renglones.

**Tabla 10.** Evaluación microbiológica de las tres formulaciones de queso *petit suisse* a base de suero de queso oaxaca.

Microorganismo	<i>Petit suisse</i> elaborado a base de suero de queso oaxaca			Límite máximo permisible (UFC/g) <sup>14</sup>
	F1	F2	F3	
Coliformes totales	50	60	40	100
<i>Staphylococcus aureus</i>	900	800	850	1000
<i>Salmonella</i>	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Mohos y levaduras	100	150	120	500

**Tabla 11.** Evaluación microbiológica de las tres formulaciones de queso *petit suisse* a base de suero de queso panela.

Microorganismo	Petit suisse elaborado a base de suero de queso panela			Límite máximo permisible (UFC/g) <sup>14</sup>
	F1	F2	F3	
Coliformes totales	45	40	38	100
<i>Staphylococcus aureus</i>	650	550	600	1000
<i>Salmonella</i>	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Mohos y levaduras	120	140	110	500

**Tabla 12.** Evaluación microbiológica de las tres formulaciones de queso *petit suisse* a base de suero de queso manchego.

Microorganismo	Petit suisse elaborado a base de suero de queso manchego			Límite máximo permisible (UFC/g) <sup>14</sup>
	F1	F2	F3	
Coliformes totales	25	30	35	100
<i>Staphylococcus aureus</i>	250	300	200	1000
<i>Salmonella</i>	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Mohos y levaduras	40	60	80	500

## CONCLUSIONES

Los análisis fisicoquímicos y microbiológicos realizados a la leche y al lactosuero proveniente de los procesos de elaboración de queso panela, oaxaca y manchego indican la importancia de partir de la leche de alta calidad para obtener un suero también de alta calidad. A su vez la calidad del suero garantiza la calidad del queso tipo *petit suisse*.

De las nueve formulaciones desarrolladas, se encontró que los consumidores prefieren la formulación con 70% de pasta para *petit suisse*, 19% de base de fruta (fresa) y con 2% de azúcar. Por otro lado, los análisis fisicoquímicos y microbiológicos determinaron que las nueve formulaciones propuestas son aptas para consumo humano y responden a los parámetros de la norma de referencia.

En conclusión, mediante el desarrollo de nuevos productos en la industria láctea se puede revalorizar un subproducto que es considerado un desecho inherente a este tipo de industria.

## REFERENCIAS

1. Foegeding, E. and P. Luck. (2002). Whey protein products. 1957-1960. In: Caballero, B., L. Trugo, P. Finglas (eds.). *Encyclopedia of Foods Sciences and Nutrition*. Academic Press, New York.
2. Liu X., Chung Y.K., Yang S.T., Yousef A.E. 2005. Continuous nisin production in laboratory media and whey permeate by immobilized *Lactococcus lactis*. *Process Biochemistry*. 40(1): 13-24.
3. Callejas J., Prieto F., Reyes V., Marmolejo Y., Méndez M. 2012. Caracterización fisicoquímica de un lactosuero: potencialidad de recuperación de fósforo. *Acta Universitaria*. 22(1): 11-18
4. Guerrero W., Castilla P., Cárdenas K., Gómez C., Castro J. 2012. Degradación anaerobia de dos tipos de lactosuero en reactores UASB. *Tecnología Química*. 33(1): 99-106
5. Jelen, P. (2003). *Whey processing. Utilization and Products*. 2739-2745. In: H. Roginski, J.W. Fuquay and P.F. Fox (eds.). *Encyclopedia of Dairy Sciences*. Academic Press, London, UK.
6. Inda, A., (2000). *Optimización de Rendimiento y Aseguramiento de Inocuidad en la Industria de la Quesería*. Capítulo IV. Opciones para darle valor agregado al lactosuero de quesería. Editado por Organización de los Estados Americanos (OEA). División de Ciencia y Tecnología: pp. 63-93.
7. Abaigar, A. (2009). *El lactosuero en alimentación del ganado porcino*. México : ITG Ganadero.
8. Association of Official Analytical Chemistry. (1997). *Methods of Analysis of the AOAC International*. 3 ed. Volumen II, Maryland. USA.

9. Norma Mexicana. NMX-F-420-1982. Productos alimenticios para uso humano. Determinación de acidez en leche fluida. Food products for human use determination of acidity in fluid milk. Normas Mexicanas. Dirección general de normas. Consultado en Red en <http://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-420-S-1982.PDF>

10. Norma Mexicana. NMX-F-737-COFOCALEC-2010. Sistema producto leche-alimento-lácteo-leche cruda de vaca-especificaciones fisicoquímicas, sanitarias y métodos de prueba. Recuperado de [vlex.com.mx/tags/normas-cofocalec-634162](http://vlex.com.mx/tags/normas-cofocalec-634162).

11. Norma Mexicana. NOM-116-SSA1-1994. Determinación de humedad en alimentos por tratamiento térmico, mediante método por arena o gasa. Consultado en red en <https://www.ecolex.org/fr/details/legislation/nom-116-ssa1-1994-determinacion-de-humedad-en-alimentos-por-tratamiento-termico-mediante-metodo-por-arena-o-gasa-lex-faoc013501/>

12. Norma Mexicana. NMX-F-608-S-1980. Alimentos. Determinación de proteínas. Foods. Determination of proteins.

Normas Mexicanas. Dirección general de normas. Consultado en red en <http://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-068-S-1980.PDF>

13. Norma Mexicana. NMX-F-490-NORMEX-1999. Alimentos. Aceites y grasas. Determinación de la composición de ácidos grasos a partir de C6 por cromatografía de gases. Consultado en red en [dof.gob.mx/nota\\_to\\_doc.php?codnota=5242779](http://dof.gob.mx/nota_to_doc.php?codnota=5242779).

14. Norma Oficial Mexicana. NOM-035-SSA1-1993. Especificaciones sanitarias de los quesos de suero. Consultada en red en <https://www.ecolex.org/es/details/legislation/nom-035-ssa1-1993-especificaciones-sanitarias-de-los-quesos-de-suero-lex-faoc013329/>

15. NORMA Oficial Mexicana NOM-155-SCFI-2012, Leche-Denominaciones, especificaciones fisicoquímicas, información comercial y métodos de prueba. Consultada en red en <http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/4692/seeco/seeco.htm>

16. Badui, S. (2006). *Química de los Alimentos*. Estado de México: Mexicana. Reg. Núm. 1031.