



USO DEL LACTO  
SUERO PARA LA  
ELABORACIÓN DE  
QUESO.



OGILVER TENIZA<sup>1,2</sup>, MYRNA SOLÍS<sup>1</sup>, ERIK OCARANZA<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada del Instituto Politécnico Nacional. CIBA-IPN Tlaxcala, Ex-Hacienda San Juan Molino Carretera Estatal Tecuexcomac-Tepetitla Km 1.5, Tlaxcala C.P. 90700, México. Tels.: 01-248-48707-65 y 66 Conmutador IPN: 5729 6000, Ext. 87814.

<sup>2</sup> Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos del Estado de Tlaxcala.

## RESUMEN

La industria de quesos en México es muy importante por su volumen de producción, al elaborar el queso se obtiene como subproducto el lacto suero, el cual contiene proteínas, azúcares y minerales, compuestos indispensables para la dieta humana. Sin embargo, y a pesar de su valor nutrimental, este subproducto es desaprovechado y en algunos casos desechado en el ambiente ocasionando problemas de contaminación. En este trabajo se evaluó el uso del lacto suero concentrado y del lacto suero deshidratado,

para la elaboración de queso tipo Oaxaca. Se encontró que la adición de hasta 10 % de lacto suero concentrado o 1% de lacto suero en polvo permite obtener un producto con las características del queso Oaxaca y con un rendimiento similar al utilizando únicamente leche.

**Palabras Clave:** lacto suero, deshidratación, queso Oaxaca

## ABSTRACT

The cheese industry in Mexico is very important for the production volume, during the cheese production, the whey is produced too; this sub by-product contains proteins, sugar and minerals, important compounds for the human diet. However, and besides the nutrimental value, this by-product is not used and in some cases is throw to the ambient making contamination problems. In this work we evaluate the use of concentrated whey and powder whey to make Oaxaca cheese. We found that adding until 10% concentrated whey or 1% dehydrated whey, let to produce Oaxaca cheese with the same characteristics and in the same quantity that using only milk.

**Key Words:** whey, dehydratation, Oaxaca cheese

## 1. INTRODUCCIÓN

El queso se obtiene mediante la coagulación de la leche por la acción de cuajo u otros coagulantes (enzimas específicas o ácidos orgánicos permitidos), como subproducto se obtiene el lacto suero (Hinrichs, 2001). La cantidad de lacto suero residual es 5 a 10 veces mayor en volumen que la de queso producido. Este efluente industrial por ser rico en proteínas es muy valioso para la industria alimentaria y farmacéutica (Mehra *et al.*, 2006). En países desarrollados el lacto suero se puede encontrar en el mercado en polvo, concentrado y como aislado proteínico (Johnson, 2006). El lacto suero, además de su aporte nutrimental, contribuye a la cremosidad, a la textura, a la capacidad de retención de agua, y a la opacidad y adhesión de varios alimentos (McIntosh *et al.*, 1998; Johnson, 2006). Los usos del lacto suero comprenden también la formulación

de leches reconstituidas y de alimento para animales (Young, 2005).

Sin embargo el lacto suero forma parte de los contaminantes más severos que existen, ya que para su tratamiento biológico demanda una elevada cantidad de oxígeno de 40,000 a 60,000 mg/L (Cristiani *et al.*, 2000). Cuando un compuesto con una alta demanda bioquímica de oxígeno, como el suero de leche, se vierte a cuerpos de agua, los microorganismos que lo degradan necesitan una gran cantidad del oxígeno disuelto en el agua, y si la cantidad de éste baja significativamente, se producen olores fétidos por putrefacción y se provoca la muerte por asfixia de la fauna de estos ecosistemas (Carrillo, 2006). Por otro lado, se han desarrollado diversas aplicaciones para el lacto suero con el fin de minimizar los costos de su tratamiento y aumentar los beneficios derivados de su comercialización. Sin embargo el utilizar los componentes del lacto suero requiere una tecnología más compleja y por tanto mayor inversión a fin de obtener derivados de alto valor agregado (Vega *et al.*, 1998).

El objetivo del presente trabajo fue demostrar que el lacto suero concentrado o deshidratado puede usarse en la misma empresa para la elaboración de queso tipo Oaxaca, ello como una alternativa para minimizar la contaminación que se produce hoy en día por el desechado de dicho subproducto.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1 Caracterización fisicoquímica del lacto suero

El lacto suero fue proporcionado por una empresa fabricante de quesos ubicada en el estado de Tlaxcala. A las muestras se les

determinó: pH (potenciómetro ORION modelo 410a) y se cuantificó el contenido de grasa, proteína, lactosa, sales minerales, sólidos no grasos, sólidos totales y humedad con el analizador de lácteos MilkoScan (S-54B, FOSS Electric A/S, Hilleroed, Dinamarca).

## 2.2 Ultrafiltración del lacto suero

Para obtener el lacto suero concentrado, se empleó un equipo de ultrafiltración (Marquardt et al., 1985) multi-etapas NIRO (RO, modelo R, marca GEA, Wisconsin, EUA), bajo las condiciones de operación siguientes: presión de entrada a la membrana  $5.5 \text{ kg cm}^{-2}$ , flujo de concentrado  $9.3 \text{ L s}^{-1}$ , presión  $3.7 \text{ kg cm}^{-2}$ , temperatura  $25 - 45 \text{ }^\circ\text{C}$ , y tamaño de corte de membrana de  $10 \text{ KDa}$ . Una vez ultrafiltrado el lacto suero con el Milkoscan se analizó su composición.

## 2.3 Deshidratación de lacto suero concentrado

El deshidratado del lacto suero se efectuó por el método de secado por aspersion en un secador tipo *spray dryer* Marca Galaxi (Modelo 2520, Buenos Aires, Argentina). Las condiciones de operación fueron: temperatura de aire de entrada  $200^\circ\text{C}$  y de salida  $80^\circ\text{C}$ ; velocidad de evaporación de  $250 \text{ L h}^{-1}$ . El lacto suero deshidratado obtenido tuvo un contenido de humedad de aproximadamente 3%.

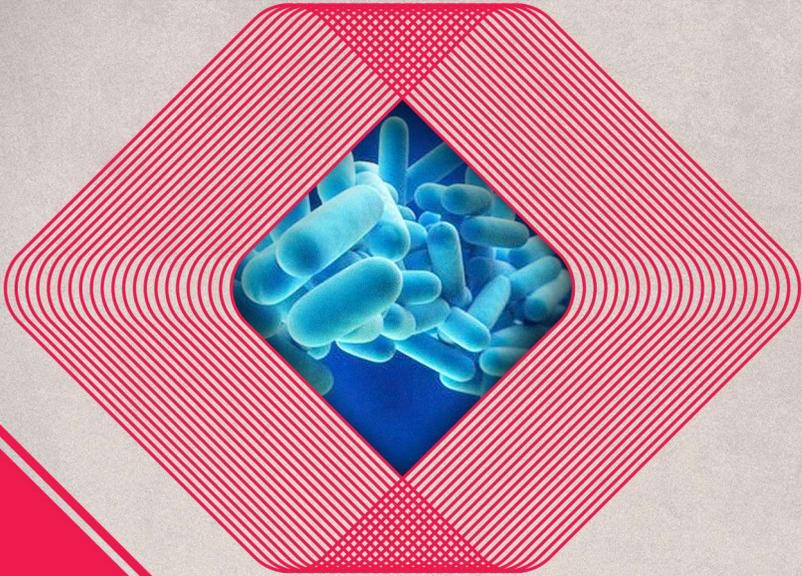
## 2.4 Formulación de queso con lacto suero concentrado

Se elaboró queso tipo Oaxaca

siguiendo el proceso de elaboración indicado la empresa que proporcionó el suero, con la variante de que se utilizaron diferentes cantidades de lacto suero concentrado: 0, 5, 7, 10, 12, 15 y 19 % en volumen, mismo que se adicionó a leche bronca previamente pasteurizada; en todos los casos el volumen de trabajo fue de 4 L. A las mezcla de leche y suero se adicionó el cuajo, la mezcla se mantuvo a  $35 \text{ }^\circ\text{C}$  por 2 horas hasta la separación de fases y formación de la cuajada. La cuajada se separó del lacto suero por prensado manual,



Lotto Bio Nano Laboratories (Lotto Labs) es una compañía que nació con la convicción de innovar, desarrollar, aplicar y generar riqueza en el campo de la bionanotecnología.



También realizamos estudios para el establecimiento y/o escalamiento de bioprocesos utilizando enzimas, archeas, bacterias, levaduras, mohos, células animales y células vegetales. Además de brindar servicios de renta de equipos, construcción de bioreactores y maquila de productos en el área de la biotecnología.



Lotto Bio Nano Laboratories  
Poetas 446 Panorama  
León, Guanajuato, México  
Tel. 52.477.717.1496  
info@lotto-labs.com  
www.lotto-labs.com

se pasó por agua caliente a 80 oC durante 2 minutos (amasado) y se procedió a hilar y por último se saló. Una vez formulado el queso se determinó el rendimiento promedio por litro de leche. Las muestras se prepararon por triplicado para reportar el rendimiento promedio por litro de leche utilizada.

### 2.5 Formulación de queso tipo Oaxaca con lacto suero deshidratado

Se preparó queso tipo Oaxaca siguiendo el mismo procedimiento indicado en 2.4, pero en este caso se adicionando 1 % en peso de lacto suero deshidratado, como control se utilizó 1% de leche en polvo, ya que es la proporción en que se maneja en la empresa cuando la oferta de leche baja o incrementa la demanda de queso. Se determinó el rendimiento promedio de las tres muestras que se prepararon.

## 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 3.1 Caracterización fisicoquímica del lacto suero

La tabla 1 muestra la composición promedio de: a) la leche utilizada para elaborar el queso, b) del lacto suero obtenido de la formulación de queso tipo Oaxaca, c) del lacto suero concentrado por ultrafiltración y d) del lacto suero deshidratado.

Se observa que durante la elaboración del queso se aprovechó solamente la grasa de la leche y parte de las proteínas, componentes que se coagularon al formarse el queso; el resto se eliminó en el lacto suero, por lo que este contiene casi la mitad de las proteínas originales de la leche y prácticamente la totalidad de la lactosa.

Después de concentrar el suero por ultrafiltración, el contenido de grasa y de proteínas aumentaron, en el caso de la grasa en 3.7 veces y en el caso de las proteínas se duplicó su contenido, alcanzando valores cercanos al contenido nutricional de la leche. Mientras que al deshidratar el suero el contenido de proteína aumentó sustancialmente en 17 veces y la grasa aumentó ahora en 2.6 veces respecto al suero concentrado. Mediante los procesos de ultrafiltración y el deshidratado se concentraron los componentes básicos del lacto suero, por lo que es factible elaborar queso ya que se incrementaron los contenidos de la grasa y las proteínas a valores cercanos a los de la leche.

### 3.2 Uso del lacto suero concentrado para la formulación de queso tipo Oaxaca

Una vez verificada la composición y características del lacto suero se procedió a formular queso tipo Oaxaca, se evaluó

Tabla 1. Análisis de la leche, lacto suero de queso Oaxaca, lacto suero concentrado y lacto suero deshidratado

Parámetro	Leche bronca	Suero del queso Oaxaca	Suero concentrado	Suero deshidratado
pH	6.42	6.30 ± 0.124	5.77 ± 0.52	7.97
% de grasa	3.25	0.29 ± 0.062	1.08 ± 0.13	2.82
% de proteína	3.12	1.25 ± 0.029	2.66 ± 0.26	47.32
% de lactosa	4.46	4.48 ± 0.047	4.67 ± 0.27	14.9
% de sales minerales	0.88	0.75 ± 0.004	0.82 ± 0.01	9.1
% de sólidos totales	11.51	6.47 ± 0.038	9.23 ± 0.59	94.86

Tabla 2. Rendimiento de queso Oaxaca con la adición de lacto suero concentrado

<b>% Lacto suero Concentrado adicionado</b>	<b>Rendimiento (g queso/L leche)</b>
Testigo sin suero	112.7 ± 0.41
5%	113.5 ± 0.08
7%	113.6 ± 0.57
10%	113.8 ± 0.68
12%	113.2 ± 0.06
15%	11.07 ± 0.61
19%	10.76 ± 0.72

el rendimiento al adicionar diferentes cantidades de lacto suero concentrado. En la tabla 2 se muestran los rendimientos de las formulaciones de queso tipo Oaxaca con la adición de diversos porcentajes de lacto suero concentrado y del testigo sin la adición del mismo.

En todos los casos al adicionar lacto suero concentrado el rendimiento fue similar al del testigo empleando 100 % leche, mismo que fue de alrededor de 110 g/L leche. Este rendimiento coincide con el reportado por SAGARPA (2004), quien indica que al formular queso el rendimiento es de 9 a 11 kg/100 L leche. Se observó que los quesos que se elaboraron con la adición de 5, 7 y 10 % de lacto suero concentrado fueron fáciles de hilar, pero al incrementar este porcentaje, el producto adquirió una constitución chiclosa, por lo que no fue posible obtener el queso con la apariencia y consistencia típica del queso tipo Oaxaca.

Esto se puede explicar porque al adicionar mayores cantidades de lacto suero concentrado la cantidad total de proteínas y grasa en la mezcla leche-lacto suero bajó. Se sabe que las proteínas son las responsables de la alineación espacial de las hebras del

queso, por ello debe haber una cantidad mínima de éstas para que se obtenga el queso tipo Oaxaca; si la cantidad de proteínas en la mezcla leche-lacto suero es baja, se dificulta la obtención del queso hilado. Por otro lado, es importante el contenido de grasa

butírica, ya que en la pasta amasada e hilada la grasa se distribuye en las hileras siguiendo la orientación de los arreglos de las fibras de proteína, por lo que si es pequeña la cantidad de grasa, el hilado es deficiente (Mehmet y Sundaram, 1997); lo cual explica porque con las mezclas con contenidos de lacto suero concentrando mayores al 10 % el hilado fue deficiente y se obtuvo una masa con consistencia chiclosa. La cantidad sugerida de lacto suero concentrado a adicionar a la leche para la producción de queso tipo Oaxaca es máximo del 10 %.

Las formulaciones de queso obtenidas con máximo 10% de lacto suero concentrado presentaron las siguientes ventajas sobre las demás formulaciones estudiadas: a) buena incorporación de los componentes del lacto suero (principalmente grasa y proteínas), b) el comportamiento en el proceso de elaboración del queso tipo Oaxaca fue aceptable, c) se obtuvo el mismo rendimiento pero utilizando menor cantidad de leche, lo que se traduce en un ahorro económico por el costo de leche. Por otro lado hay reportes que indican que el uso del lacto suero fermentado puede reducir el tiempo de acidificación de la leche, que es la etapa más larga durante la elaboración de

Tabla 3. Rendimiento de queso Oaxaca elaborado con lacto suero deshidratado o leche en polvo

Formulación del queso R	rendimiento (g queso/L leche)
1 % Lacto suero deshidratado	125.0 $\pm$ 0.51
1 % Leche en polvo	117.5 $\pm$ 0.55

queso Oaxaca (Aguilar-Uscanga et al., 2006).

El análisis fisicoquímico de los lacto sueros resultantes de cada una de las muestras experimentales fue similar respecto a la muestra formulada sin la adición de lacto suero, esto indica que el lacto suero que se vaya obteniendo se puede seguir concentrando y aplicando para la elaboración del queso tipo Oaxaca.

### 3.3 Uso de lacto suero deshidratado para la formulación de queso tipo Oaxaca

El lacto suero deshidratado se empleó para la elaboración de queso tipo Oaxaca, ello con la finalidad de evaluar la sustitución de la leche en polvo por este subproducto. Es común que en las empresas cuando la demanda de queso es mayor o cuando la oferta de leche baja se utiliza leche en polvo. En la tabla 3 se

# WILEY

Libros en línea, Revistas Científicas, Base de datos

Descubre más en:  
[Wileyonlinelibrary.com](http://Wileyonlinelibrary.com)



muestran los rendimientos obtenidos al formular queso tipo Oaxaca con la adición de 1 % de lacto suero deshidratado y se hizo la comparación con una muestra formulada con 1 % de leche en polvo (que es la cantidad usualmente adicionada por las empresas).

El rendimiento utilizando lacto suero deshidratado fue similar que empleando leche en polvo, por lo que el lacto suero deshidratado se puede utilizar perfectamente para sustituir la leche en polvo que se usa en las empresas productoras de queso. Por otro lado, el uso de lacto suero deshidratado en lugar de leche en polvo, no afectó al procesado de queso Oaxaca; el producto se obtuvo con las características propias de este tipo de queso, fue fácil de hilar y la consistencia fue aceptable. Al analizar el lacto suero obtenido en esta serie de experimentos, nuevamente se constató que se tienen parámetros muy similares a los obtenidos para el lacto suero en una formulación típica de queso tipo Oaxaca. Es decir, que el lacto suero resultante de estas formulaciones adicionado ahora lacto suero deshidratado también se puede volver a procesar para la formulación de más queso.

Por otro lado, se sabe que hay fluctuaciones importantes en los precios, oferta y demanda de la leche, lo que afecta a los productores, como es el caso del periodo de invierno, donde se eleva el costo de manutención de las vacas, ya que hay un encarecimiento de los forrajes y con ello, en algunas ocasiones hacen incosteable la elaboración del queso. Los resultados obtenidos abren adicionalmente un campo de aplicación para el lacto suero y una alternativa para los productores, que pueden emplear su mismo subproducto en cualquier época del año para la elaboración de queso, teniendo mayor interés su uso en épocas de escasez

o encarecimiento de la leche en cualquiera de sus presentaciones. Además, al contar con una alternativa para el uso del lacto suero, se evita su eliminación a cielo abierto y reduce los problemas de contaminación que esto genera.

## **CONCLUSIONES**

El lacto suero ya sea concentrado o deshidratado puede utilizarse para elaborar más queso, por lo que la implementación de estos resultados pueden ser una alternativa atractiva para las empresas económicamente hablando, ya que además pueden comercializar el suero deshidratado con las empresas que utilizan leche en polvo; adicionalmente evitarían la construcción y operación de una planta de tratamiento para que sus descargas cumplan con la normatividad ambiental, pero lo principal es el beneficio ya que al valorizarse el lacto suero las empresas reducirán su desecho al medio ambiente.

## **AGRADECIMIENTOS**

Ogilver Teniza García fue becario CONACyT; con el registro número 203575 en los años 2006-2007.

REFERENCIAS

- Aguilar-Uscanga R., Montero-Lagunes B., De la Cruz L., Solís-Pacheco R., y García H. (2006).** Uso de lacto suero fermentado para reducir el tiempo de acidificación del queso Oaxaca. *Agrociencias*, 40, 569-575.
- Carrillo A. (2006).** Tratamiento y reutilización del suero de leche. *Mundo lácteo y cárnico*, 6, 27-30.
- Cristiani E., Netzahuatl A., Juárez C., Ruiz N., Galindez J. (2000).** Batch and fed batch cultures for the treatment of whey with mixed yeast culture. *Proces Biochem.* 35, 549-657.
- Hinrichs J. (2001).** Incorporation of whey in cheese. *Intern Dairy J.* 11, (4), 495-503.
- Johnson B. (2006).** Los concentrados de proteínas de lacto suero y sus aplicaciones en productos bajos en grasa. *Mundo lácteo y cárnico*, 2, 24-28.
- Marquardt F., Pederson T., y Francis H. (1985).** Modified whey product and process including ultrafiltration and demineralization. US patent 4,497,836.
- McIntosh G., Royle P., Le Leu R., Regester G., Johnson M., Grinsted R., Kenward R. y Smithers G. (1998).** Whey proteins as functional food ingredients. *Internal Dairy J.* 8, 425-434.
- Mehmet A. y Sundaram K. (1997).** Anisotropy in tensile properties of mozzarella cheese. *J. Food Scien.* 62, 1031-1033.
- Mehra R., Marnila P. y Korhonen H. (2006).** Milk immunoglobulins for health promotion. *Intern Dairy J.* 16, 1262-1271.
- SAGARPA (2004).** Subsecretaria de Desarrollo Rural. Elaboración de quesos tipo panela y Oaxaca. Sistema de agronegocios pecuario, México, 10.
- Vega A., Fernández J., Coca J. (1998).** Revalorización del suero lácteo. Productos derivados de la lactosa de interés en la industria alimentaria. *Alimentación, Equipos y Tecnología*, 3, 113-120.
- Young S. (2005).** Productos de lacto suero de leche en quesos procesados empacados en frío y pasteurizados. *Mundo Láctico y Cárnico*, 3, 10-15.