



## CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DEL LACTOSUERO EN EL VALLE DE TULANCINGO

Guerrero Rodríguez W. J. <sup>a\*</sup>, Gomez Aldapa C.A. <sup>a,b</sup>, Castro Rosa J. <sup>a</sup>, González Ramírez C.A. <sup>a</sup> Santos López E.M. <sup>a</sup>

<sup>a</sup>Centro de Investigaciones Químicas, ICBI, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Carretera Pachuca-Tulancingo, Km 4.5 C.P. 42183 Pachuca, Hidalgo, México

<sup>b</sup>Instituto Tecnológico de Durango. Boulevard Felipe Pescador 1830 Ote. Col. Nueva C.P. 34080 Vizcaya, Durango, México

\* [windy\\_jacqueline@yahoo.com](mailto:windy_jacqueline@yahoo.com)

### RESUMEN:

La producción de lácteos en el Valle de Tulancingo ha aumentado considerablemente en los últimos años, a la par de este desarrollo se ha presentado un problema ambiental debido a la producción de lactosuero y a sus constantes descargas al ambiente. El lactosuero puede aprovecharse para la obtención de nuevos productos; conocer las características del suero que se produce en la región de Tulancingo, contribuye a plantear una opción de uso y así evitar su desecho. Los parámetros que se determinaron son: materia grasa, lactosa, proteína, sólidos totales, sólidos no grasos, sales minerales, pH y DQO. La lactosa es el principal componente del lactosuero y así mismo es la responsable de los altos valores de DQO.

### ABSTRACT:

Milk production in the Valley of Tulancingo has increased considerably in recent years, alongside this development has presented an environmental problem due to the production of whey and their constant discharges to the environment. The whey can be used to obtain new products, learn about the characteristics of the serum that occurs in the Tulancingo region contributes to raise a use option and prevent its waste. The parameters determined are: fat, lactose, protein, total solids, solids non fat, mineral salts, pH and COD. Lactose is the main component of whey and is likewise responsible for high COD values.

### Palabras clave:

Lactosuero, sólidos totales, contaminación.

### INTRODUCCIÓN

El lactosuero es el líquido que se obtiene por la coagulación de las proteínas presentes en la leche durante la elaboración del queso, una vez que se separa la cuajada del queso (la caseína) y la grasa (Spreer 1991).

En el Valle de Tulancingo, Hidalgo, existe una producción importante de lactosuero, proveniente de la elaboración de queso tipo Oaxaca principalmente, seguido de queso tipo panela, canasto, morral, manchego, cotija, botanero, crema y requesón.

En la elaboración de quesos, se producen dos tipos de lactosuero, dulce y ácido (Ver Tabla 1), el primero de ellos se obtiene de la coagulación de leches no ácidas por la acción enzimática de la renina, produciendo quesos de pastas prensadas y pastas cocidas como es el tipo: cheddar, manchego, chihuahua, entre otros. El lactosuero ácido se produce cuando el coagulo se forma por acidificación con un pH de 5.1 o menos, en la elaboración de quesos de pastas frescas y pastas



blandas como son el tipo: cottage, ricotta, Oaxaca, entre otros (Zadow, 1992). En la mayoría de las empresas del Valle de Tulancingo se mezclan los dos tipos de lactosuero, generando un tercer tipo de lactosuero, resultado de la mezcla del suero dulce y ácido, el cual es utilizado en la elaboración de requesón. El suero que se genera después de la elaboración de requesón, es el que representa el problema ambiental, debido a que en muchas empresas, este subproducto es desechado al ambiente.

**Tabla 1.** Composición media del lactosuero.

PARÁMETRO	SUERO DULCE	SUERO ÁCIDO
Agua	93-95%	93-95%
Extracto seco	5-7%	5-7%
Lactosa	4.5-5.3%	3.8-5.2%
Proteínas	0.6-1.1%	0.2-1.1%
Grasa	0.1-0.4%	0.1-0.5%
Sales minerales	0.5-0.7%	0.5-1.2%
Valor pH	6.45	5

Para determinar el uso que se le pueda dar a este subproducto es importante conocer sus características fisicoquímicas, los parámetros que se determinaron fueron:

- Materia grasa
- Proteína
- Lactosa
- Sólidos totales
- Sales minerales
- Sólidos no grasos
- pH
- DQO

Sin embargo en este artículo se presentan los resultados obtenidos en la caracterización del suero dulce y del suero producido en la elaboración de requesón, los resultados de la caracterización del suero ácido se presentaran en otro trabajo.

Una vez que se realizó la caracterización, se observó que el suero proveniente de la elaboración del requesón es desechado sin ningún tipo de tratamiento a una temperatura que se encuentra entre 70-80 °C. Debido a la cantidad de material orgánico contenida en el lactosuero, este se vuelve un excelente sustrato para diferentes microorganismos presentes en el ambiente.

## METODOLOGÍA

Se analizaron los parámetros fisicoquímicos del lactosuero generado en el Valle de Tulancingo, determinándose al mismo tiempo el volumen de lactosuero generado y su disposición, para ello se eligieron 15 empresas queseras ubicadas en el Valle de Tulancingo y sus alrededores; esta elección se hizo en base a su ubicación, volumen de leche procesada, origen de la materia prima (leche), productos elaborados y disposición de los dueños para participar en el muestreo.

Las muestras de lactosuero fueron analizadas por espectrofotometría en el equipo MilkoScan FT 6000, ubicado en el Laboratorio de Constatación de la Leche, en la ciudad de Pachuca, Hgo.

Se tomaron 2 muestras de lactosuero en cada una de las empresas seleccionadas, la primera corresponde al lactosuero proveniente de la elaboración de queso tipo panela, la segunda corresponde al lactosuero generado en la elaboración de requesón.

Las muestras se etiquetaron y se conservaron a 4 °C hasta su ingreso al laboratorio. Una vez en el laboratorio, las muestras se colocaron en frascos viales, fueron sometidas a Baño María para llevarlas a una temperatura de 37 a 42°C permitiendo homogeneizarla, posteriormente se colocaron en una gradilla metálica llamada Rack con capacidad de 10 frascos y a su vez fueron llevadas por medio de una cinta transportadora hasta el sistema de pipetas, en donde se aspiró de 3 a 6 mL de muestra a analizar.

Los parámetros que se obtuvieron en el equipo MilkoScan FT 6000 fueron materia grasa, proteína, lactosa, sólidos totales, sales minerales y sólidos no grasos. La medición de cada parámetro de composición de la muestra se realizó en valores porcentuales (%) expresando los gramos del componente por litro de lactosuero (g/L). Durante la toma de muestras se midió la temperatura (°C) y el pH con un equipo de la marca Oakton pH5/6.

Se tomaron muestras de lactosuero para la determinación de DQO, usando la metodología descrita en la norma NMX-AA-030-SCFI-2001, las cuales fueron preservadas con ácido sulfúrico y se mantuvieron a 4 °C hasta el momento de su análisis.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Materia grasa en lactosuero

La Figura 1 presenta los resultados obtenidos de concentración de grasa en lactosueros. El intervalo de referencia que se utilizó para el análisis de los datos de contenido de grasa es de 0.1 – 0.5 % (Spreer, 1991). Los contenidos de grasa fluctuaron desde 0.29 % hasta 1.09 % con un promedio de 0.622 % en suero dulce. El contenido de grasa en suero de requesón se encuentra entre 0.18 % y 0.33 % con un promedio de 0.266%. Ninguno de las muestras de lactosuero analizadas presentó contenidos menores a 0.1 % de grasa, por lo que ningún suero fue descremado. En el caso del suero dulce el 66.6% de las muestras presentan valores mayores a 0.5 % de grasa, lo que puede evidenciar la adición de grasas de otros orígenes.

En las muestras de suero de requesón el 100 % muestran valores menores a 5 % de grasa, en este proceso, la única materia prima es la mezcla de suero dulce y ácido, no se adiciona ningún tipo de grasa vegetal, por lo que el contenido de grasa es menor. Cabe destacar que la grasa presente en este lactosuero puede afectar la permeabilidad del suelo cuando es desechado al ambiente sin ningún tipo de tratamiento.

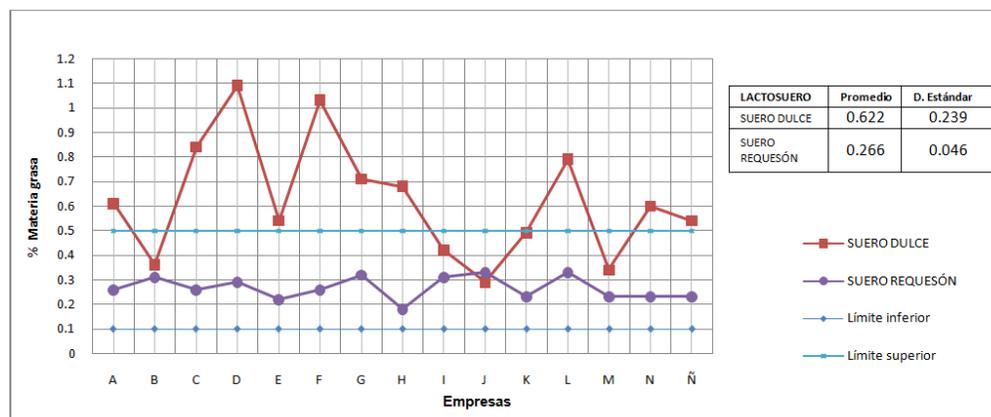


Figura 1. Contenido de materia grasa en lactosuero.

### Proteína en lactosuero

Spreer (1991), reportó un intervalo de concentración proteínica en lactosueros de 0.2% a 1.1%. El contenido de proteína en suero dulce fluctuó desde 0.96% hasta 1.72% con un promedio de 1.118%. El contenido de proteína en suero de requesón se encuentra entre 0.48% y 0.69% con un promedio de 0.608% (Figura 2). Con base a los datos reportados por este autor, se observó que el 83 % del total de muestras de lactosuero presentan contenidos de proteína entre 0.2 y 1.1 %.

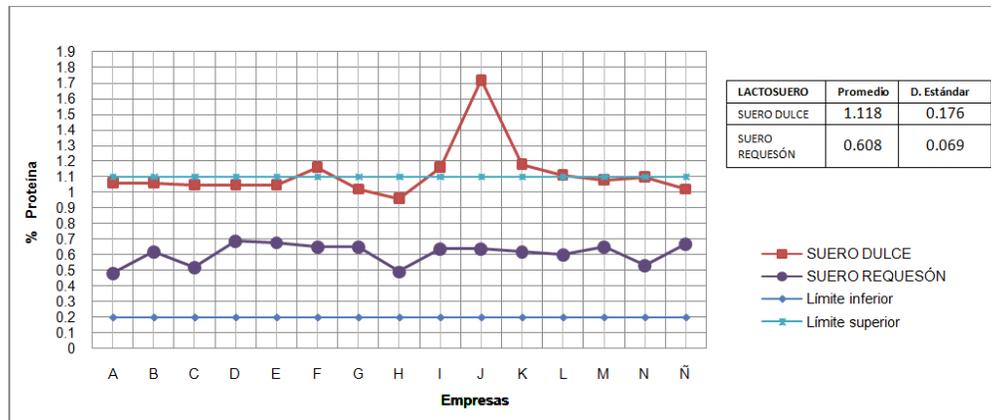


Figura 2. Contenido de proteína en lactosuero.

### Lactosa en suero

El intervalo reportado para la concentración de lactosa en suero es 3.8 hasta 5.3% lactosa (Spreer, 1991). El contenido de lactosa en suero dulce fluctúa desde 3.89% hasta 6.81% con un promedio de 4.648%. El contenido de lactosa en suero de requesón se encuentra entre 3.95% y 4.7% con un promedio de 4.169% (figura 3). Se encontró sólo un caso con una concentración de lactosa mayor (6.7%) al máximo reportado por Spreer (1991) para este tipo de lactosueros. Este resultado era esperado de acuerdo con el tipo de quesos elaborados en la región, en donde la coagulación se realiza principalmente a través de acidificación directa o bien mediante coagulación enzimática sin acidificación (queso panela, queso fresco), a diferencia de coagulaciones mixtas donde microorganismos ácido-lácticos consumen la lactosa de la leche para producir metabolitos responsables del sabor, textura y olor de los quesos (quesos madurados).

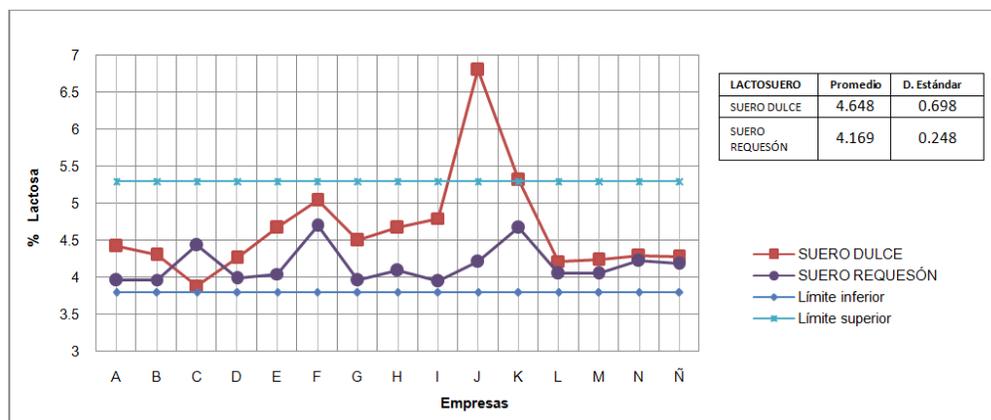


Figura 3. Contenido de lactosa en suero.

### Sólidos totales en lactosuero

La Figura 4 muestra el contenido de sólidos totales en las diferentes muestras de lactosuero. Según Spreer (1991), el contenido de extracto seco en lactosuero se encuentra entre 5 y 7%. En suero dulce los sólidos totales están presentes entre 6.05 y 9.21% con un promedio de 6.788%. Las muestras de suero de requesón presentan menor cantidad de sólidos totales, los cuales fluctúan entre 5.05 y 5.9%, con un promedio de 5.357%. Este último resultado es de esperarse, ya que en la elaboración de requesón se precipita una gran cantidad de sólidos. El 8.5 % del total de muestras, tienen un contenido mayor de 7 % de sólidos totales.

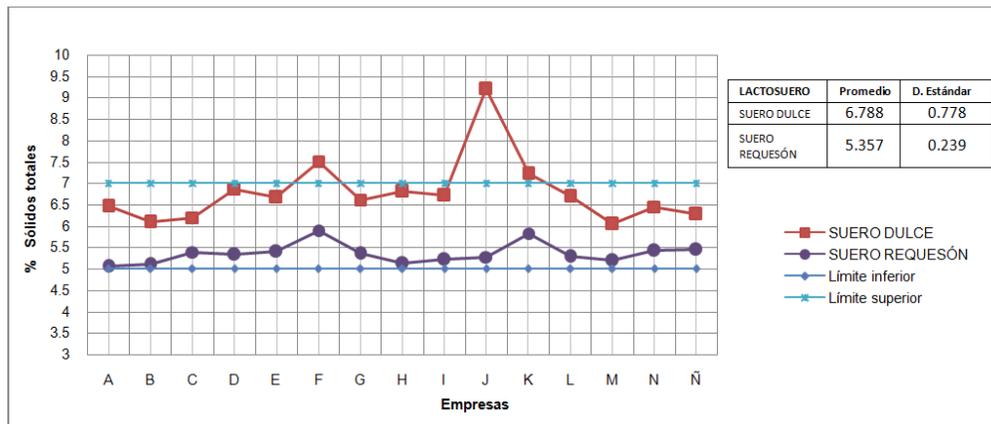


Figura 4. Contenido de sólidos totales en lactosuero.

### Sales minerales en lactosuero

En la Figura 5 se muestra el contenido de sales minerales presentes en muestras de lactosuero. El contenido de sales minerales en lactosuero según Spreer (1991) es entre 0.5 y 1.2%. En suero dulce las sales minerales se encuentran entre 0.24 y 0.57% con un promedio de 0.399%. Las muestras de suero de requesón presentan entre 0.1 y 0.45% de sales minerales, con un promedio de 0.313 %. El 93.3% del total de muestras, tienen un contenido menor de 0.5% de sales minerales.

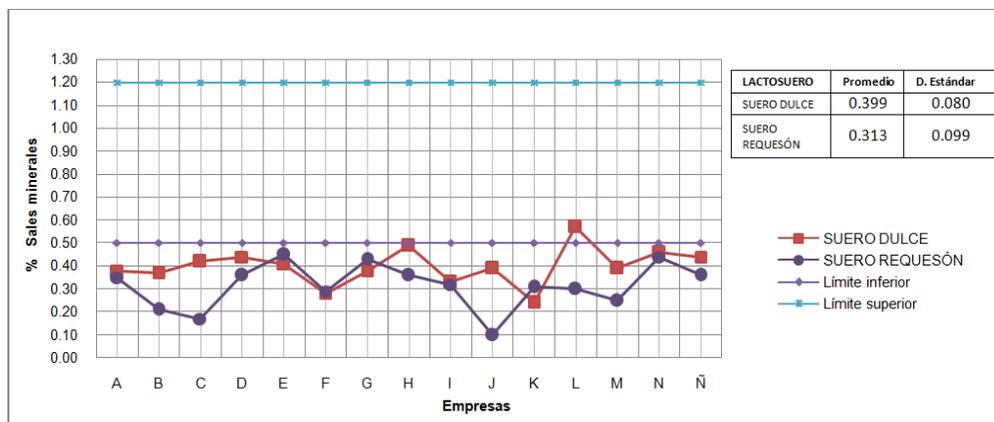


Figura 5. Contenido de sales minerales en lactosuero.

### Sólidos no grasos en lactosuero

El contenido de sólidos no grasos fluctuaron desde 5.36% hasta 8.92% con un promedio de 6.166% en suero dulce. El contenido de sólidos grasos en suero de requesón se encuentra entre 4.79 y 5.64% con un promedio de 5.166% (Ver Figura 6).

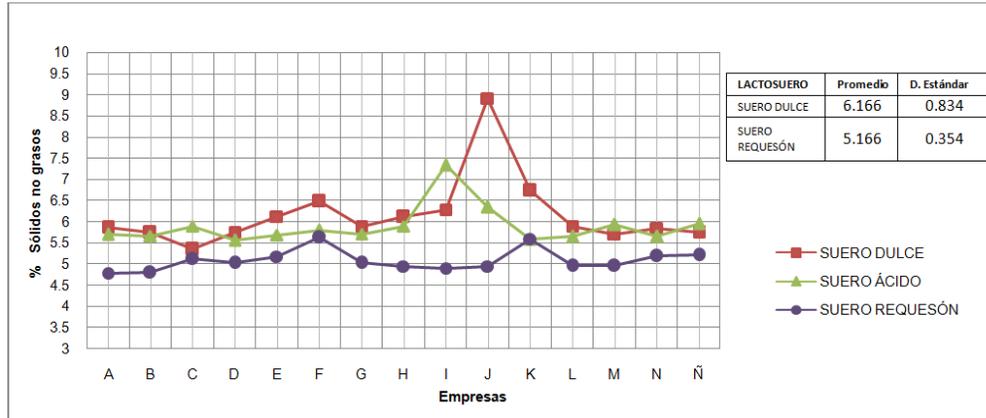


Figura 6. Contenido de sólidos no grasos en lactosuero.

### pH en lactosuero

El suero dulce se genera durante la elaboración de quesos frescos, donde la coagulación es predominantemente enzimática (queso panela), como se observa en la figura 7, el pH en lactosuero se encuentra entre 5.95 y 6.59, mientras que el suero de requesón tienen valores entre 5.48 y 6.8 (Ver figura 7). Tomando en cuenta el valor de pH 5 reportado para sueros ácidos (Spreer 1991), se observa que se generan sueros dulces, aunque el suero de requesón no tiene un valor específico, se puede observar que entra dentro de la clasificación de sueros dulces.

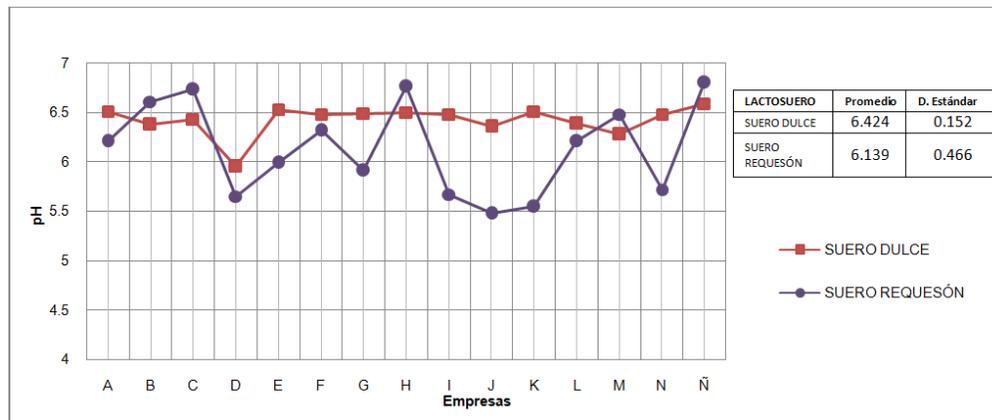


Figura 7. pH en lactosuero.

### DQO en lactosuero

La demanda química de oxígeno (DQO) es la medida de la capacidad que tiene la materia orgánica a la oxidación, bajo condiciones específicas de un agente oxidante, temperatura y tiempo. Las muestras de lactosuero analizadas presentan altas cargas de materia orgánica, por lo que los

valores de DQO son muy altos ( Figura 8), el lactosuero proveniente de requesón tiene valores menores de DQO en todos los casos analizados. Las muestras de lactosuero dulce contienen altos valores de DQO, los cuales disminuyen aproximadamente un 32% con la elaboración de requesón. Sin embargo la DQO del lactosuero proveniente de muestras de requesón es muy alta, y es por ello que se presentan afectaciones en el ambiente.

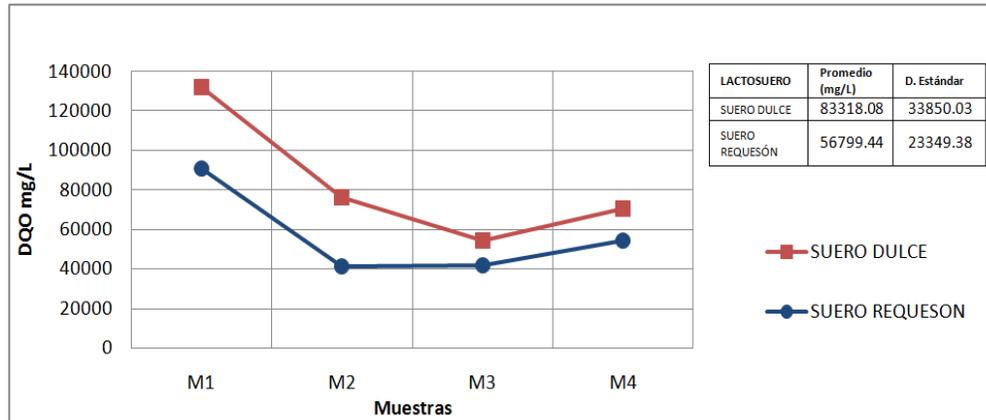


Figura 8. DQO en muestras de lactosuero.

### Comparación de resultados en muestras analizadas

Con los valores obtenidos en las 30 muestras se realizó una comparación entre los resultados (Figura 9), con lo cual se observó que la lactosa fue el principal componente del lactosuero y que esto se mantiene en los diferentes tipos de lactosuero. Los sólidos totales se mantienen constantes en las muestras de suero dulce, mientras que en el suero de requesón se observa una disminución notoria. Las proteínas se encuentran en mayor cantidad que la materia grasa y sales minerales.

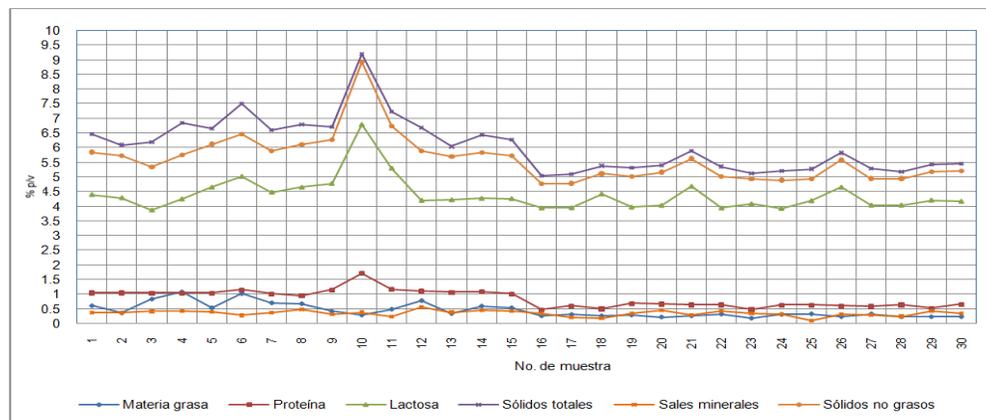


Figura 9. Comparación de resultados en muestras de lactosuero.

### CONCLUSIONES

Las empresas que fueron seleccionadas para el muestreo generan tres tipos de lactosuero durante su operación: suero dulce, suero ácido y suero de requesón.



De los 125 460 litros de lactosuero que producen las empresas muestreadas, se estimó que el 36.01% del lactosuero es desechado al ambiente, 3.72% es reutilizado para la elaboración de quesos y el 60.25% es utilizado en la alimentación de ganado.

Los resultados que se muestran en la determinación de los componentes fisicoquímicos de los tipos de lactosuero muestran mucha variabilidad entre uno y otro, esto debido a los distintos procesos de elaboración de quesos. La lactosa es el principal componente, seguido de proteínas, materia grasa y sales minerales.

En el caso del suero de requesón, es una mezcla del suero ácido y el suero dulce, presenta menor cantidad de sólidos totales en comparación con el suero dulce, ya que durante la elaboración del requesón se elimina la mayor cantidad de sólidos presentes.

En general se observó que el lactosuero proveniente de la elaboración de requesón tiene valores bajos de DQO en comparación con el lactosuero dulce, sin embargo los valores son muy altos, es por ello que se presentan afectaciones en el ambiente cuando este subproducto es descargado a cuerpos de agua o suelos.

El suero dulce puede ser utilizado para la obtención de subproductos a través de la desecación, y de esta manera se pueden obtener concentrados de proteínas o lactosa, sin embargo el suero de requesón tiene pocas cantidades de sólidos, por lo que en este caso sería viable la concentración del mismo para utilizarlo como sustrato para otros productos como bebidas, flanes, etc.

## REFERENCIAS

- Carrillo AJL. 2006. Tratamiento y reutilización del suero de leche (online). Disponible en: [http://www.alimentariaonline.com/apadmin/img/upload/MLC015\\_REUSOSUERO.pdf](http://www.alimentariaonline.com/apadmin/img/upload/MLC015_REUSOSUERO.pdf)
- Chartrain M, Zeikus JG. 1986. Microbial Ecophysiology of Whey Biomethanation: intermediary metabolism of lactose degradation in continuous culture. *Applied and Environmental Microbiology* 51(1):180-187.
- Demiral B, Yenigun O, Onay TT. 2005. *Process Biochemistry* 20:2583-2595.
- García GM. 1984. Alternativas de utilización del suero de leche. *Información científica y tecnológica* 6(95):35-41.
- Lactodata. 2009. Destino de la leche en México (online). Disponible en: [http://www.lactodata.info/lactodata/lactodata\\_descargas.php?idCat=109](http://www.lactodata.info/lactodata/lactodata_descargas.php?idCat=109)
- Madrid A. (1999). *Tecnología quesera*. Mundi-Prensa:Madrid, pp. 209-211.
- NMX-AA-030-SCFI-200. Determinación de la demanda química de oxígeno en aguas naturales, residuales y residuales tratadas.
- Spreer D. E. (1991). *Lactología industrial*. Acribia:Zaragoza, pp.527-549.
- Zadow JG. 1992. *Whey and lactose processing*. Elsevier Science Publishers LTD: England, pp2-5.