

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLÁN.**

**UTILIZACIÓN DE LAS PROTEÍNAS DEL LACTOSUERO, PARA LA  
ELABORACIÓN DE QUESO PANELA.**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA.**

**PRESENTA:**

**JUAN DAVID DE LA O ALBARRÁN**

**ASESOR(A): MCV PATRICIA MORA MEDINA.**

**COASESOR: MPA JOSE DOBLER LOPÉZ**

**COASESOR: MPA MARCELINO EVODIO ROSAS  
GARCÍA**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

<b>ÍNDICE.</b>		<b>Páginas</b>
1.	Resumen.	3
2.	Introducción.	4
2.2	Defectos que se presentan comúnmente en el queso de suero.	11
2.3	Composición de la proteína láctea.	15
2.4	Propiedades de las proteínas.	15
2.5	Influencia del contenido proteico.	16
2.6	Obtención de proteínas mediante el método de Centri- Wey.	17
3.	Objetivos.	22
4.	Materiales y Métodos.	22
4.1	Elaboración de queso panela.	25
4.2	Utilización del lactosuero para extracción de proteínas séricas.	25
4.3	Diagrama de proceso del queso panela, según la técnica empleada en el Taller de Lácteos de la FES-Cuautitlán.	26
4.4	Proceso para obtener las proteínas del lactosuero.	27
4.5	Determinación de la cantidad de lactoproteínas obtenidas de cada proceso y la cantidad que se adicionara a la leche.	27
4.6	Incorporación de las proteínas séricas a la leche para la elaboración de un nuevo queso (experimental)	28
4.7	Diagrama de la Incorporación de las lactoproteínas a la leche para la elaboración del queso experimental.	29
4.8	Evaluación del rendimiento (peso) en base a los litros de leche usados, entre los kilogramos de queso panela experimental producido.	30
4.9	Evaluación sensorial del queso resultante.	30
4.10	Determinación del contenido de proteína cruda del queso resultante.	30
4.11	Evaluación del costo del queso panela adicionando con lactoproteinas en la FESC.	31
5.	Resultados.	32
6.	Discusiones.	44

7.	Conclusiones.	46
8.	Literatura Citada.	47
9.	Anexos.	50

## **RESUMEN.**

El problema que representa proporcionar proteínas adecuadas a la población del mundo es un tanto secundario en el problema general de alimentación mundial.<sup>1</sup>

Con el objeto de determinar el porcentaje de proteína en el queso panela y panela adicionado con lactoproteínas (experimental), se llevó a cabo el siguiente trabajo en la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán (FESC): se realizaron primero 5 procesos de queso panela (referencia), en cada proceso se emplearon 10 litros de leche, obtenida del hato de bovinos de la FESC, la técnica, los aditivos y materiales, fueron de acuerdo a las necesidades del Taller de Lácteos, los procedimientos fueron trabajados en olla de aluminio y estufa, por la pequeña cantidad de leche que se trabajó.<sup>2,3</sup>

De los primeros 5 procesos (quesos de referencia) se obtuvieron los siguientes datos: el peso del queso, el volumen de lactosuero y la cantidad de lactoproteína (o proteínas sericas) obtenida, con esta información se realizaron otros 5 procesos, uno sencillo(testigo) y 5 dobles (testigo y experimental), primer se hizo un queso similar a los del taller de lácteos(testigo), después se continuo con el primer proceso se realizo con el 25% de lactoproteínas adicionadas a la leche del proceso del queso panela (100 g), el segundo con la adición del 50% de lactoproteína.(200 g), el tercero con el 75% de lactoproteínas (300 g), el cuarto con el 100% de lactoproteína (400 g), al igual del quinto procedimiento, varió con respecto al cuarto, en que las proteínas séricas se administraron a la cuajada al momento de salar y no a la leche como en todos los demás procesos.

Todos los quesos obtenidos(experimental) fueron pesados y comparados con su testigo respectivamente, luego se realizó la prueba sensorial y organoléptica entre testigo y experimental, se continuó con la determinación del contenido de proteína cruda, por el método de Kjeldahl, el método de micro - Kjeldahl y otro de micro – Kjeldahl, pero con la mezcla catalizadora del método de Kjeldahl (sulfato de sodio anhidro y sulfato de cobre fino cristalizado) de los tres procesos, se obtuvo el contenido de proteína cruda de cada queso, luego se compararon valores entre cada procedimiento realizado.<sup>4,5</sup>

Con respecto a los datos obtenidos, podemos decir que a mayor lactoproteína agregada a la leche para elaborar queso panela adicionado con lactoproteínas, mayor será su rendimiento, así como su retención de agua, sin embargo puede verse afectado negativamente, su sabor así como su consistencia.<sup>6,7</sup>

## 2. INTRODUCCIÓN

En una planta de procesamiento de productos lácteos del municipio de Cuautitlán Izcalli, Estado de México, se elaboran quesos y derivados lácteos, de los cuales se obtiene lactosuero que se vierte semanalmente en cuerpos de agua (3600 litros aproximadamente).

De acuerdo al Apéndice del Diario Oficial de la Federación (Agosto, 1999.) se denomina leche, “a la secreción natural de las glándulas mamarias de las vacas sanas. En caso de provenir de otras especies se especificará la misma. Se excluye al producto obtenido 15 días antes del parto y 5 días después de éste, o cuando contenga calostro”. Según este mismo documento, entre sus características fisicoquímicas se encuentran las siguientes: debe provenir de animales limpios y sanos, ser pura, exenta de materias antisépticas, conservadores, neutralizantes, tener un color, olor, sabor característico, no coagular por ebullición, no contener ni pus, ni sangre, ser negativa a la prueba de alcohol al 68%, a inhibidores y a la prueba de sacarocinta; tener una densidad no menor de 1.031 a 15.5°C; un índice de refracción no menor a 37 ni mayor a 39 a 20°C por el método de sulfato de cobre; un punto crioscópico no mayor de -0.530 ni menor de -0.550°C; una acidez no menor de 1.3 g/l ni mayor de 1.7 g/l de ácido láctico; tener cloruros no menor de 0.8 g/l ni mayor a 1g/l; tener únicamente la grasa propia de la leche; tener proteínas con un mínimo de 30 g/l propias de la leche; contener lactosa entre 43 g/l y 50 g/l; tener sólidos no grasos no menor a 83 g/l ni más de 89 g/l y someterla a pasteurización o informar al consumidor sobre la necesidad de someterla a un proceso de ebullición.<sup>13</sup>

La leche y los productos lácteos ocupan un lugar preponderante en la nutrición del hombre. Además de ser un alimento fácil de conseguir y de elevada digestibilidad, el valor de la leche se ve aumentado por la presencia en ella de sustancias esenciales determinantes de la calidad. Un litro de leche entera líquida (2.5 % de grasa) contiene alrededor de 32 g de proteína, 25 g de grasa, 46 g de hidratos de carbono 1.2 g de calcio, 0.9 g de fósforo, 0.2 mg de vitamina A, 0.4 mg de vitamina B<sub>1</sub>, 1.8 mg de vitamina B<sub>2</sub> y 17 mg de vitamina C. Con estos datos, una persona adulta que desarrolle actividad ligera, ingiriendo un litro de leche entera cubre aproximadamente las siguientes necesidades de nutrientes y microfactores: proteína 43 %, grasa 30 % hidratos de carbono 15 %, calcio 120 %, fósforo 70 %, vitamina A 40 %, vitamina B<sub>1</sub> 33 %, vitamina B<sub>2</sub> 130 % y vitamina C 20 %.<sup>11</sup>

La leche contiene enzimas propias y de origen microbiano. Hasta el presente se conocen 60 enzimas naturalmente propias de la leche, a saber: 14 oxidorreductasas, 33 hidrolasas, 10 transferasas, 2 lipasas y 1 isómerasa. Se trata de proteínas menores, presentes en solución, ligadas a otros componentes de la leche, como grasa y proteína.<sup>11</sup>

La leche de vaca es considerada un alimento que cubre gran parte de las necesidades nutritivas del ser humano. Rica en nutrientes esenciales y todos los biocatalizadores necesarios para mantener y desarrollar los procesos vitales (grasas, proteínas, sales minerales, vitaminas y enzimas). Un dato especialmente importante es que la leche de vaca es nutritivamente superior a cualquier otro alimento con excepción del huevo: tiene una doble importancia nutritiva, por una parte tiene más del 22% de las sustancias proteicas recomendadas y por otro es una excelente fuente de aminoácidos esenciales: isoleucina, leucina, lisina, metionina, treonina, triptofano, fenilalanina y valina.<sup>12</sup>

Como se aprecia en la Tabla No. 1, el valor alimenticio de los productos de origen animal (huevo, pescado, carne de vacuno) es superior a 70 NPU, (Net Protein Utilization), mientras que en los productos de origen vegetal, el NPU es inferior a 70.<sup>9</sup>

**Tabla No 1.- Valor alimenticio (en unidades de NPU) de algunos alimentos y Contenido de proteína (%).**

<b>Alimento</b>	<b>Valor NPU</b>	<b>Contenido protéico (%)</b>
Huevos	94	13
Legumbres	30	21-26
Harina de trigo	35	10-12
Patatas	67	2
Carne magra vacuno	76	19
Pescado	80	18
Leche	86	3-4

Fuente: Matissek, Frank – M. Schnepel, Gabriela Steiner.1992. Análisis de los alimentos. Fundamentos- Metodos-Aplicaciones.<sup>9</sup>

La leche de vaca contiene gran cantidad de vitaminas necesarias para la vida. Su contenido oscila mucho, sin embargo, ya que depende tanto de la alimentación de las vacas, como de los métodos y tiempos de calentamiento practicados en la industria lechera.<sup>11</sup>

No todas las personas pueden aprovechar bien la leche, puesto que algunas presentan manifestaciones de intolerancia a la lactosa. Esta intolerancia para la lactosa, aparece en personas de todas las edades y se observa en todo el mundo.

Como resultado de reacciones inmunitarias provocadas por la lactosa, actuante como antígeno, aparecen diversas alteraciones, como síntomas gastrointestinales, respiratorios, afecciones cutáneas, llegando incluso al shock anafiláctico.<sup>11</sup>

Cuando la lactosa no puede desdoblarse, por faltar la enzima  $\beta$ -galactosidasa, se origina una intolerancia para la lactosa, cuyo cuadro clínico se traduce en trastornos digestivos y diarrea.<sup>11</sup> El síndrome puede hacerse evidente en las primeras semanas de vida del recién nacido (intolerancia congénita a la lactosa), en el curso posterior de la existencia, o generarse como consecuencia de una afección entérica (forma secundaria).<sup>11</sup>

La lactosa es el hidrato de carbono más importante de la leche y constituye una fuente de energía. Después del desdoblamiento enzimático, se absorbe la glucosa y galactosa que forman el disacárido. La lactosa contribuye en gran medida a la constitución de un sistema buffer ácido en el canal intestinal y a la absorción de elementos minerales macro y microponderables, como el calcio, magnesio, zinc, plomo y hierro, entre otros.<sup>11</sup>

También se cree ampliamente que la leche tiene efectos anticancerígenos, el mecanismo o mecanismos implicados en la protección se desconoce en gran parte, pero en el caso del cáncer de colon, se sugiere que los ácidos biliares pueden ser un factor importante.<sup>10</sup>

Si esta asociación fuese crucial, entonces la acción de la microflora de las leches fermentadas, bien pudieran producir la degradación de los ácidos, antes de que ejercieran el efecto adverso, mientras que el fosfato cálcico de la leche o queso, podría actuar neutralizando los ácidos.<sup>10</sup>

A partir de la leche se obtiene el producto denominado queso, que en la normativa mexicana NOM-121-SSA1-1994, se define como producto elaborado con la cuajada de leche estandarizada y pasteurizada de vaca o de otras especies animales, con o sin adición de crema, obtenida por la coagulación de la caseína con cuajo, gérmenes lácticos, ácidos orgánicos comestibles y con o sin tratamiento anterior por calentamiento, drenada, prensada o no, con o sin adición de fermentos de maduración, mohos especiales, sales fundentes e ingredientes comestibles opcionales, dando lugar a las diferentes variedades de quesos pudiendo por su proceso ser: fresco, madurado o procesado.<sup>14</sup>

El queso contiene niveles apreciables de minerales, de los que el calcio, el hierro y el fósforo son los más importantes.<sup>10</sup>

La caseína es la principal proteína del queso, siendo las diferencias de las cifras analíticas entre la leche y el queso, debidas a la pérdida de las proteínas del suero durante el proceso.<sup>10</sup>

Existen varios estudios que sugieren que el queso puede proteger a los humanos frente a las caries dental, se ha argumentado que los altos niveles de calcio y fósforo afectan a la deposición y extracción de minerales del diente.<sup>10</sup>

Las necesidades proteicas diarias de los adultos es de aproximadamente 1g/Kg de peso corporal de forma que, para una persona que pese 70 Kg, la necesidad diaria sería de unos 70g de proteína. El queso es una fuente adecuada de proteína, por que normalmente tiene todos los aminoácidos esenciales y una porción de 100 g de queso blanco, proporciona el 30-40% de la necesidad proteica diaria del adulto.<sup>10</sup>

Una vez obtenido el queso, como subproducto resultante se deriva el lactosuero, que es el líquido proveniente de la coagulación de la leche durante la fabricación de este después de la separación de la mayor parte de la caseína y de la grasa. El procedimiento utilizado para separar la cuajada del queso, es por medio de la coagulación enzimática y se obtendrá lactosuero dulce. El lactosuero dulce es el más ampliamente empleado en la industria. Contiene aproximadamente 63 a 67g de materia seca por litro, de los cuales 45 a 50g son lactosa, 7 a 10g materias nitrogenadas, 6 a 8g sales y 1 a 2g de grasa. El lactosuero ácido, es el producto de la fabricación de quesos de pasta fresca y pasta blanda así como de la

fabricación de caseína láctica, contiene lactato de calcio. Los lactosueros ácidos tienen una composición muy variable. La composición del lactosuero varía con la de la leche utilizada y con el tipo de queso a fabricar.<sup>6,7,15,16</sup>

El lactosuero contiene alrededor del 50% de los nutrientes de la leche original, entre los que destacan los sólidos totales con un 6.35%, grasa 0.5%, proteínas 0.8%, lactosa 4.85%, sales minerales 0.5% y ácido láctico con un 0.05%.<sup>8,18</sup>

El lactosuero es un subproducto de la quesería y de la caseinería. Tiene una composición variable dependiendo del tipo de fabricación del queso que proviene.<sup>6</sup>

Como se aprecia en la Tabla No. 2, la composición química entre el lactosuero dulce y el lactosuero ácido es muy similar, variando sólo unas cuantas décimas en porcentaje de lactosa, ácido láctico y ácido cítrico, ya que contienen la misma cantidad de proteínas.<sup>7</sup>

<b>Tabla No. 2 Composición del lactosuero fresco.</b>		
Componente	lactosuero dulce	lactosuero ácido
Agua	93-94%	94-95%
Extracto seco	6-7%	5-6%
Lactosa	4.5-5%	3.8-4.2%
Acido láctico	TRAZAS	hasta 0,8%
Proteínas	0.8-1%	0.8-1%
Acido cítrico	0.15	0.1%
Cenizas	0.5-0.7%	0.7-0.8%
Valor de pH	6.45	Alrededor de 5%

Fuente: Spreer E. 1991. Lactología industrial. Leche preparación y elaboración, máquinas, instalaciones y aparatos. Productos lácteos.<sup>7</sup>

El lactosuero presenta, fundamentalmente dos problemas: Representa alrededor del 90% del peso de la leche utilizada, es decir por cada litro de leche se obtienen 900 mililitros de suero, con tales volúmenes, es difícil su utilización total y como una alternativa más de uso, se

pretende emplear las proteínas del lactosuero, no solo en requesón, sino enriquecer, con proteínas propias, la leche destinada a la elaboración del queso panela y así incrementar su rendimiento.<sup>16</sup>

El lactosuero es uno de los materiales más contaminantes que existen en la industria alimentaria. Cada 1.000 litros de lactosuero generan cerca de 35 Kg de demanda biológica de oxígeno (DBO) y cerca de 68 Kg de demanda química de oxígeno (DQO).<sup>17</sup>

Esta fuerza contaminante es equivalente a la de las aguas negras producidas en un día por 450 personas.<sup>17</sup>

Los mismos 1,000 litros de lactosuero a los que nos referimos arriba contienen más de 9 Kg de proteína de alto valor biológico, 50 Kg de lactosa y 3 Kg de grasa de leche. Esto es equivalente a los requerimientos diarios de proteína de aproximadamente 130 personas y a los requerimientos diarios de energía de más de 100 personas.<sup>17</sup>

Antiguamente, el lactosuero se tendía a considerar un producto residual que en parte, no se aprovechaba. Sin embargo, el lactosuero es un subproducto rico en componentes valiosos cuya obtención y uso presenta gran importancia para la economía nacional.<sup>7</sup>

El lactosuero contiene además vitamina B y vitamina C, siendo la vitamina B<sub>2</sub> la lactoflavina, la responsable del color verdoso del lactosuero.<sup>7</sup>

El lactosuero se caracteriza por su sensibilidad a las diversas fermentaciones. Su pureza en azúcar, su pH (6 a 6.5) y su temperatura lo hace un medio especialmente variable para el desarrollo de las bacterias lácticas. Su rápido enfriamiento a temperaturas inferiores a 10-12°C o su pasteurización es necesario si se quiere evitar acidificación.<sup>6</sup>

El lactosuero es un alimento de gran interés, no solamente por la presencia de lactosa si no también por su contenido en proteínas solubles ricas en aminoácidos esenciales (lisina y triptófano) y por la presencia de numerosas vitaminas del grupo B (tiamina, ácido pantoténico, riboflavina, piridoxina, ácido nicotínico y cianocobalamina) y ácido ascórbico. Por otra parte, su contenido relativamente elevado en sales minerales constituye un inconveniente que limita, en algunos casos, el consumo del producto en bruto.<sup>6</sup>

Hasta hace poco tiempo, la utilización industrial del lactosuero planteaba numerosos problemas por lo que un volumen considerable de este producto iba a parar a los ríos y desagües. Actualmente, la lucha contra la contaminación ambiental prohíbe esta práctica y el vertido del lactosuero en un curso de agua debe ir precedido necesariamente de una depuración costosa. Ahora bien, esta operación tiene por objeto recuperar las proteínas, es decir, los componentes más valiosos del lactosuero.<sup>6</sup>

En una época en que las necesidades de la alimentación humana y animal son cada vez más importantes es preferible el aprovechamiento del lactosuero mediante técnicas apropiadas a tirarlo, con lo que se desperdicia por completo.<sup>6</sup>

Durante mucho tiempo, la principal salida fue la alimentación de cerdos, en la granja o en un criadero ajeno a la lechería. El tubo digestivo del cerdo, joven o adulto, contiene cantidades elevadas de lactasa, suficientes para permitir la hidrólisis de la lactosa.<sup>6</sup>

Por otra parte, el consumo de cantidades excesivas de lactosuero puede provocar diarreas.<sup>6</sup>

La utilización del lactosuero en la alimentación de los bovinos jóvenes tropieza con un factor limitante que es la ausencia de lactasa en su intestino grueso. La hidrólisis del azúcar no tiene lugar, en el ternero, más que en los primeros tramos del intestino delgado. Si el régimen alimenticio aporta un exceso de lactosa, una parte transita, otra no hidrolizada por el intestino grueso, donde sirve de sustrato para la multiplicación bacteriana causando diarreas de origen fermentativo. Se admite que el ternero puede consumir diariamente sin peligro 10g de «equivalentes de hexosa» por kilo de peso vivo.<sup>6</sup>

El costo del lactosuero es un juicio de valor. Algunas personas piensan que su costo debe ser muy cercano a cero, puesto que la fabricación del queso tradicionalmente absorbe el 100% del costo de la leche y los demás ingredientes. Sin embargo, aquí se ha adoptado el criterio de que el lactosuero tiene valor monetario distinto de cero, tanto por el valor intrínseco de sus componentes, como por la funcionalidad de los lactosueros y sus derivados.<sup>17</sup>

El lactosuero es un producto que se deteriora fácilmente debido al elevado contenido de gérmenes que presenta y al rápido desdoblamiento de los componentes que esto implica.<sup>7</sup>

Cuanto más fresco sea el lactosuero que se somete al tratamiento industrial, mayor será el rendimiento y la calidad de los productos elaborados.<sup>7</sup>

**Para la conservación del lactosuero existen las siguientes formas de evitar el rápido deterioro:**

- a) Refrigeración inmediata a  $<4^{\circ}\text{C}$ , lo que permite un almacenamiento de hasta 24 h, sin que se produzca una pérdida considerable de calidad.<sup>7</sup>
- b) Pasteurización (rápida), sometiéndolo a  $71^{\circ}\text{-}74^{\circ}\text{C}$  durante 42-45 segundos.<sup>7</sup>
- c) Adición, una vez desnatado el lactosuero, de productos conservantes como por ejemplo, un 0.05% en masa de peróxido de hidrógeno  $\text{H}_2\text{O}_2$  o un 0.5% de sulfito de sodio o de magnesio.<sup>7</sup>

La urgencia de utilizar el lactosuero más eficientemente ha impulsado el uso extensivo del mismo ó sus proteínas en la alimentación humana. La manufactura del queso de lactosuero es un arte antigua practicado en muchos lugares.<sup>10</sup>

Según la Organización para la Agricultura y la Alimentación perteneciente a las Naciones Unidas (FAO), el queso de lactosuero (requesón) es el producto obtenido por concentración o coagulación del lactosuero con o sin adición de leche o grasa de la leche.<sup>10</sup>

Aunque todos los quesos de lactosuero se hacen por métodos similares, la elección de ingredientes ha originado diferentes variedades.<sup>10</sup>

**2.1. Defectos que se presentan comúnmente las lactoproteínas:**

- Grasa inestable, exudada durante la agitación y manipulación.
- Manchas de color claro, por inclusión de granos de caseína.
- Color marrón oscuro, por excesivo calentamiento.
- Textura corta, debido a grasa láctea dura, leche agria o mezcla no uniforme de grasa, proteína y agua.
- Textura dura, por contenido de materia seca excesivamente alto.
- Textura blanda, por contenido de materia seca demasiado bajo o grasas excesivamente blandas.
- Textura arenosa, por enfriamiento rápido que produce grande cristales de lactosa.
- Sabor a quemado, por calentamiento a temperatura demasiado alta.
- Sabor insípido, insatisfactoriamente deficiente parteamiento del queso líquido.
- Sabor ácido, por uso de leche demasiado acidificada o agria.
- Sabor a moho: desarrollo de hongos en el queso o en su superficie.<sup>10</sup>

Frecuentemente se aplican las técnicas de refrigeración y pasteurización de una forma combinada para la conservación del lactosuero.<sup>7</sup>

Las proteínas del lactosuero se definen como aquellas que se mantienen en solución después de precipitar la caseína a pH 4.6, a una temperatura de 20°C.<sup>19</sup>

También son de excepcional calidad, ya que no son deficientes de ningún aminoácido y tienen un valor biológico superior a la de la caseína.<sup>6</sup>

Los métodos para la utilización de las proteínas del lactosuero surgen debido al mal aprovechamiento del lactosuero de leche de vaca y el valor nutritivo de sus sólidos, por lo tanto se presenta la necesidad de desarrollar nuevos productos para el uso del lactosuero.<sup>8</sup>

Todo ello puede lograrse a través de generar procesos que utilicen una cantidad apreciable de lactosuero. Esto puede ser factible reformulando los ya existentes o desarrollando nuevos, para diversificar de esta forma tanto sus propiedades como sus funciones.<sup>8</sup>

El lactosuero desproteínizado puede ser aprovechado de varias formas muy comunes: añadiéndolo a piensos de cerdos y aves, deshidratado para adicionar al pan y a otros alimentos infantiles, para personas con capacidades diferentes, con régimen dietético específico, en inclusión de bebidas carbonatadas, para fermentación de bebidas alcohólicas, para preparados farmacéuticos y cosméticos; para la fabricación de jarabes o para separar la riboflavina en la fabricación de quesos.<sup>7,21</sup>

Se considera que el lactosuero es rico en proteínas. Las proteínas son compuestos altamente polimerizados, que están formados por  $\alpha$ -aminoácidos de configuración L.<sup>9</sup>

Las proteínas se encuentran entre los nutrientes más importantes, junto con los lípidos y los carbohidratos.<sup>9</sup>

El valor nutritivo de las numerosas proteínas alimentarias existentes depende de su digestibilidad, que obedece a su vez de la estructura, es decir, de su composición aminoacídica. Los aminoácidos limitantes más importantes son la lisina (en cereales y patatas) y la metionina (en carne y leche).<sup>9</sup>

El contenido proteico del alimento para el hombre, debe contener aquellos aminoácidos que son nutritivamente esenciales, siendo más probable que las proteínas animales (por ejemplo queso) contengan estos aminoácidos esenciales, que las proteínas vegetales.<sup>10</sup>

Las proteínas séricas (del lactosuero) son de excepcional calidad, ya que, como ocurre con las proteínas del huevo, no son deficientes de ningún aminoácido esencial. Además, su elevado contenido en lisina (11 % en la beta-lactoglobulina y 10-11 % en la alfa-lactoalbúmina) lo hace un complemento ideal para las raciones de cualquier organismo en crecimiento. En el plano nutritivo, las lactoproteínas tienen un valor biológico superior al de la caseína. De estas consideraciones se deduce que su extracción para diversos usos sea de gran interés.<sup>6</sup>

La lactoproteína es un producto obtenido del lactosuero por métodos químicos o físicos de separación.<sup>7</sup>

**La separación de las proteínas del lactosuero puede realizarse por diversos procedimientos, entre los cuales se encuentran:**

- a) Por filtración.
- b) Por precipitación.<sup>7</sup>

En la práctica, el procedimiento más utilizado para la recuperación de las proteínas del lactosuero, es el que combina la acción del calor con la acción de la acidez.<sup>7</sup>

Consiste en calentar el lactosuero a 90-95°C, lo que provoca la coagulación de las proteínas.<sup>7</sup>

La técnica para la obtención de la lactoproteína es simple. El lactosuero, se calienta progresivamente por ebullición e inyección directa de vapor. A partir de los 63°C, la proteína comienza a flocular y poco después de haber empezado la ebullición, se coagula la totalidad del producto.<sup>6</sup>

Se recupera por decantación y el líquido restante puede servir para la extracción de la lactosa.<sup>6</sup>

Los flóculos obtenidos según las técnicas citadas anteriormente, tras su enfriamiento y desuerado, tienen un pH comprendido entre 5.6 y 6. Contienen aproximadamente un 77% de agua, 16 % de proteínas, 3.5% de lactosa, 2.5 % de grasa y 1 % de cenizas.<sup>6</sup>

**Una vez obtenido el producto final, su composición es la siguiente:**

Extracto seco:	Mínimo del 20%
Humedad:	Máximo del 80%
Aspecto, color:	Desde blanco-grisáceo hasta algo amarillento
Olor:	Puro; ligeramente agrio
Sabor:	Puro; desde neutro hasta débilmente ácido
Textura:	Desde pastosa hasta arenosa. <sup>7</sup>

**Los métodos para la cuantificación del contenido proteico se basan en distintos principios:**

- a) Determinación del contenido en nitrógeno (método de Kjeldahl)<sup>9</sup>
- b) Reacción química del enlace peptídico y posterior medida fotométrica (por el método de Biuret)<sup>9</sup>
- c) Reacción química de determinados aminoácidos de la proteína y posterior medida fotométrica (por ejemplo, determinación con el reactivo Folin-Ciocalteu; donde reacciona fundamentalmente la tirosina)<sup>9</sup>
- d) Medida de la absorción ultravioleta (determinación de los aminoácidos aromáticos triptófano, tirosina y fenilalanina; los máximos de absorción se encuentran en torno a los 280 nm)<sup>9</sup>
- e) Medida de la turbidez por floculación de la proteína disuelta mediante un precipitante de proteínas.<sup>9</sup>

En 1883 el investigador danés Johann Kjeldahl desarrolló el proceso básico del conocido método actual de análisis de proteínas por el método Kjeldahl, más propiamente, para analizar nitrógeno orgánico. En esta técnica se digieren las proteínas y otros componentes orgánicos de los alimentos en una mezcla con ácido sulfúrico en presencia de catalizadores. El nitrógeno orgánico total es convertido en sulfato de amonio. La mezcla digerida se neutraliza con una base y se destila posteriormente en una solución de ácido bórico. Los aniones del borato así formado se titulan con Acido clorídrico (HCl) estandarizado, lo cual se convierte en el nitrógeno de la muestra. El resultado del análisis representa el contenido de proteína cruda del alimento ya que el nitrógeno también proviene de componentes no proteicos. Este método ha sufrido varias modificaciones. Así, Kjeldahl usó originalmente permanganato de potasio para llevar a cabo el proceso de oxidación, sin embargo, los resultados no fueron satisfactorios, de manera que este reactivo se descartó. En 1885 Wilforth encontró que se podía acelerar la digestión con ácido sulfúrico añadiendo algunos catalizadores. Gunning en 1889 sugirió la adición de sulfato de potasio para elevar el punto de ebullición de la mezcla de la digestión para acortar la reacción. Por lo tanto, el procedimiento de esta técnica es más correctamente conocido como Método Kjeldahl-Wilforth-Gunning.<sup>1</sup>

## **2.2. Composición de la proteína láctea.**

Las fracciones principales de las proteínas lácteas son la caseína, sintetizada en la ubre de las vacas, en una concentración de 2.8 mg/100 ml de leche, y las proteínas séricas procedentes de la sangre se encuentran en una proporción de 0.6 mg/100 ml de leche.<sup>11</sup>

Ambas fracciones (caseína y lactoproteínas) así como otras proteínas menores reciben en conjunto el nombre de proteína pura. Por otro lado, la proteína pura, junto con los compuestos de nitrógeno no proteico (NNP), constituyen la denominada proteína bruta, determinable por el método Kjeldahl.<sup>11</sup>

## **2.3. Propiedades de las proteínas.**

Caseína: Floclula con pH 4.6, es rica en fósforo, es buena formadora de gel, termoestable.<sup>11</sup>

Proteínas séricas:( lactoproteínas) Sustancias proteicas que quedan en el lactosuero después de separar la caseína; son ricas en azufre y aminoácidos esenciales.<sup>11</sup>

Ambos grupos de proteínas están contenidas en todos los productos lácteos. En el queso, cuajada y leche en polvo constituyen el componente principal del extracto seco.<sup>11</sup>

Determinadas cualidades de las proteínas revisten importancia para la transformación de la leche y calidad de los productos obtenidos. Entre ellas son esenciales las siguientes:<sup>11</sup>

Gelificación: Es la característica peculiar de la caseína. Se produce en el transcurso de la formación del coágulo (cuajada, gelatina, sustancia caseosa).<sup>11</sup>

Importancia: Fabricación de queso de leche agria y cuajada.<sup>11</sup>

Desdoblamiento proteico: Hidrólisis de las proteínas por la acción de ácidos o enzimas (proteolisis), liberación de peptonas, polipéptidos y aminoácidos, siguiendo hasta los escalones de urea, aminas, amoniaco(NH<sub>3</sub>), ácido sulfídrico o sulfuro de hidrogeno (H<sub>2</sub>S) y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).<sup>11</sup>

Importancia: Formación de sustancias sápidas, como: treonina, metionina, fenilalanina; triptófano, arginina, histidina, valina, amargas; ácidos aspártico y glutámico. El proceso se ha mejorado hasta cierto grado en la fabricación de quesos.<sup>11</sup>

Precipitación por sales: Efecto «salting out» por floculación.<sup>11</sup>

Importancia: Sustracción de proteínas a la leche y lactosuero.<sup>11</sup>

#### **2.4. Influencia del contenido proteico.**

La cantidad de proteína presente en la leche depende esencialmente de la raza, alimentación de las hembras, el estado sanitario de la ubre, estadio de lactación y edad de las hembras. Punto principal a este respecto es el contenido energético de la ración, ya que la fuente más importante del surtido de aminoácidos de la proteína láctea es la proteína sintetizada por la flora del rumen, que desdobla la proteína del pienso hasta el escalón de amoníaco, a partir del cual se sintetiza proteína bacteriana.<sup>11</sup>

A diferencia de lo observado cuando se aporta elevada cantidad de energía con grasa y fibra bruta del pienso, se consiguen superiores contenidos proteicos mediante piensos groseros de alta calidad (como las raíces forrajeras) o con proteínas de fácil tránsito.<sup>11</sup>

El incremento de la cantidad de proteína aportada con el pienso aumenta la tasa proteica total a expensas de compuestos de NNP, pero no la fracción de caseína (el descenso de la caseína en torno al 0.1 % reduce el rendimiento quesero en un 2 %).<sup>1</sup>

## **2.5. Obtención de proteínas mediante el procedimiento Centri-Wey.**

A veces, las proteínas del lactosuero se extraen con el fin de incorporarlas a la leche de quesería según la técnica puesta en Francia por Alfa-Laval y Ocnvrain en 1968 (procedimiento Centri-Wey).<sup>6</sup>

### **Procedimiento Centri-Wey.**

Consiste en flocular las proteínas del lactosuero procedentes de un proceso de fabricación de queso, con el fin de incorporarlas a la leche para el siguiente proceso.<sup>6</sup>

Así se incrementa el rendimiento quesero y también el valor nutritivo del queso como consecuencia del elevado contenido de las proteínas en algunos aminoácidos indispensables.<sup>6</sup>

El procedimiento Centri-Wey abarca, no sólo el mecanismo de introducción de las proteínas del lactosuero en el queso, operación bien conocida, sino también las condiciones en que se realiza la floculación y la extracción de las proteínas. Se obtiene de hecho una «leche de proteínas» que puede ser incorporada a la leche destinada a la fabricación de queso.<sup>6</sup>

El procedimiento Centri-Wey ofrece la posibilidad de reintegrar las proteínas desnaturalizadas por el calor al proceso de producción de queso. El procedimiento consiste en lo siguiente:<sup>7</sup>

Lo primero que se realiza es la separación de las partículas de grasa a una temperatura aproximada de 30°C. La grasa así obtenida puede añadirse de nuevo a la leche de quesería. Después de la separación de la grasa, se enfría el lactosuero a aproximadamente 8°C para limitar la autoacidificación. A continuación se introduce en un tanque hasta que se reanuda el procesado, tiempo éste durante el cual se le añaden los álcalis necesarios para alcanzar un valor de pH de 6.2 a 6.3, que es el pH que permite obtener los mejores rendimientos.<sup>7</sup>

Tras pasar el depósito de flotador y la bomba, el lactosuero llega al calentador de placas y aquí es precalentado a unos 70°C. Pasa después a un inyector, donde se mantiene aproximadamente 90 segundos a 95°C por inyección directa de vapor. Acto seguido se

mantiene el lactosuero durante un tiempo de 10-15 minutos en un tanque en el que un mecanismo agitador se encarga de impedir que se sedimenten las proteínas ya coaguladas.<sup>7</sup>

El concentrado así obtenido puede mandarse de vuelta directamente a través de una bomba al depósito de la leche de quesería, o almacenarse durante algún tiempo, después de refrigerarse a unos 10<sup>0</sup> C en un cambiador de placas.<sup>7</sup>

**El concentrado obtenido presenta, según Haustein, la siguiente composición:**

Proteínas:	9.10%
Lactosa:	3.45%
Sales de la leche/Cenizas:	2.15%
Extracto seco total:	14.70%
Índice de SH:	31.60.

Fuente: Spreer E. 1991. Lactología industrial. Leche preparación y elaboración, máquinas, instalaciones y aparatos. Productos lácteos.<sup>7</sup>

**Entre las ventajas del procedimiento, señaladas por los autores, citaremos las siguientes:**

- El rendimiento quesero se incrementa, dado que las proteínas floculadas permanecen en el queso después del desuerado.<sup>6</sup>
- La cuajada obtenida después de la incorporación de las proteínas es más firme y se fragmenta con menor facilidad en el moldeo. El resultado es una mayor regularidad del peso del queso.<sup>6</sup>
- La retención de agua debida a la presencia de las proteínas solubles, permite disminuir el extracto seco total del queso sin modificar el formato ni el aspecto del producto a condición que la reglamentación legal permita tal disminución.<sup>6</sup>
- Además, el afinado se ve acelerado, con lo que la duración de la inmovilización se reduce en un 20-25%.<sup>6</sup>

**Su importancia reside principalmente en los siguientes aspectos:**

- a) Aprovechamiento completo y efectivo de la leche como materia prima.<sup>7</sup>
- b) Obtención de componentes lácteos de alto valor para emplearlos en la industria alimentaría, en la industria farmacéutica y como alimento para el ganado de forma líquida.<sup>7</sup>
- c) Reducción de las aguas residuales conforme a lo dispuesto en las leyes de protección del medio ambiente a través de la disminución del consumo bioquímico de oxígeno en 5 días (valor CBO<sub>5</sub> del lactosuero = 30.000-60.000 mg de O<sub>2</sub> por litro de aguas residuales).<sup>7</sup>

En el taller de lácteos se produce diariamente una considerable cantidad de aguas residuales y sobre todo las que contienen componentes de la leche, pueden ocasionar considerables daños en las instalaciones de tratamiento de las aguas residuales.

Esto se debe a que estas aguas presentan en parte un elevado contenido de sustancias orgánicas muy difíciles de eliminar del agua.<sup>7</sup>

En este tipo de aguas residuales puede no conseguirse introducir la cantidad de oxígeno necesario para que se produzca la descomposición biológica, lo que puede provocar la muerte de los microorganismos.<sup>7</sup>

La tabla No. 3 Muestra la posible composición de aguas residuales con componentes lácteos.

<b>Tabla No. 3 Composición de aguas residuales con nutrientes lácteos procedentes de distintas centrales lecheras.</b>			
	Recepción de la leche	Producción de mantequilla	Producción de queso
Residuos secos g/l	1.5-1.6	0.4-7.5	1.2-16.2
Residuo de recocido g/l	0.5-1.1	0.3-2.1	0.4-2.9
Proteínas g/l	0.2-1.0	0.02-2.9	0.4-2.0
Grasa g/l	0.3-1.1	0.1-0.6	0.3-0.5
Lactosa g/l	0.2-1.4	0.02-2.6	0.1-9.4
Gasto de permanganato de potasio g/l	2.6-7.2	0.08-13.5	4.0-20.1
Valor de Ph	8.3-10.1	6.5-9.7	4.0-7.9

Fuente: Spreer E. 1991. Lactología industrial. Leche preparación y elaboración, máquinas, instalaciones y aparatos. Productos lácteos.<sup>7</sup>

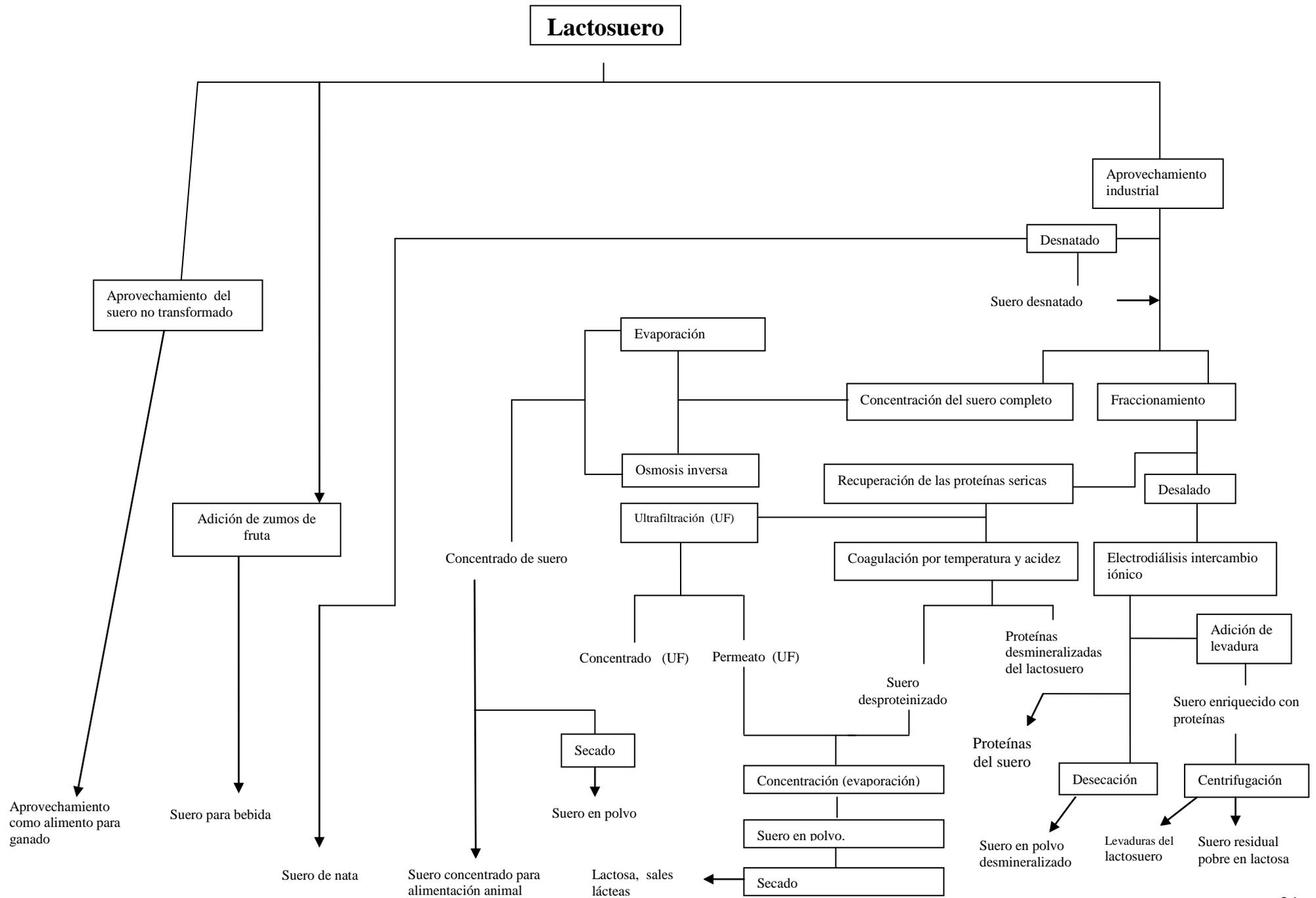
Si estas aguas residuales fuertemente sucias se vierten sin depurar en los ríos o lagos pueden provocar en estos la muerte de los microorganismos, acabando de esta forma con la importante función de estos microorganismos en los procesos de autodepuración biológica de las aguas.<sup>7</sup> Se habla en estos casos de aguas muertas o estancadas.<sup>7</sup>

Por lo tanto, las aguas residuales se han de vertir lo más limpias posible en los ríos y lagos públicos.<sup>7</sup>

El grado de contaminación de las aguas residuales se ha de mantener bajo, independientemente de que el taller de lácteos, vierta sus aguas residuales en los desagües municipales o que disponga de sus propias plantas de depuración, lo que supone un elevado gasto económico.

Más adelante, en la figura No. 1, se muestran los diferentes usos a los que se puede destinar el lactosuero, como se aprecia, a partir del excedente del queso producido, con algunos tratamientos, el lactosuero puede ser empleado para la industria alimentaria para el humano (jugos), para la alimentación animal o bien extraer sus componentes.

Figura No. 1 Usos a los que se puede destinar el lactosuero de leche.<sup>7</sup>



### **3. OBJETIVOS.**

#### **Objetivo general:**

-Obtener las proteínas del lactosuero para adicionarlas a la leche pasteurizada empleada para la elaboración de queso panela.

#### **Objetivos específicos:**

-Determinar la cantidad de proteína del lactosuero que se puede añadir a la leche, para elaborar queso panela sin modificar sus cualidades sensoriales.

-Determinar el contenido de proteína de los distintos quesos panelas elaborados, mediante el método de Kjeldahl, micro-Kjeldahl y un cambio en la mezcla catalizadora en la técnica de micro-Kjeldahl.

-Evaluar la aceptabilidad del queso panela elaborado con la adición de proteínas del lactosuero mediante pruebas sensoriales y organolépticas.

-Evaluar el rendimiento en base a los litros de leche gastados entre los kilogramos obtenidos de queso panela adicionados con proteínas del lactosuero.

-Evaluar el costo del queso panela elaborado en el Taller de Lácteos (FESC), con la adición de proteínas del lactosuero.

### **4. MATERIALES Y METODOS.**

#### **Material empleado para la elaboración del queso panela y la extracción de las proteínas del lactosuero:**

2 Cuchillos

2 cucharas

2 ollas de aluminio

2 cazuelas (más grandes que las ollas de aluminio, para regular la temperatura de la leche)

1 termómetro

2 liras

10 canastos para queso panela

2 coladeras

2 jarras para agua graduadas

1 manta de cielo

**Reactivos:**

Leche

Lactosuero

Cloruro de calcio

Cuajo

Sal

**Material utilizado para la determinación de proteína cruda, mediante la técnica de micro-Kjeldahl es:**

6 matraces de digestión micro-Kjeldahl con capacidad de 30 ml.

1 matraz de Erlenmeyer de 10 ml.

2 matraz de Erlenmeyer de 125 ml.

1 matraz volumétrico de 100 ml.

2 pinzas (nueces).

1 soporte universal

2 pipetas de 10 ml.

2 propipetas.

1 frasco gotero de 25 ml.

1 piceta grande con agua destilada.

1 bureta.

1 embudo

1 mortero

1 vaso de precipitado de 500 ml.

1 imán magnético

2 espátulas

1 Tijeras

Papel cebolla

**Equipo.**

- 1 aparato digestor micro-Kjeldahl
- 1 aparato destilador micro-Kjeldahl
- 1 báscula
- 1 estufa electromagnética.

**Reactivos.**

- Ácido sulfúrico concentrado ( $H_2SO_4$ )
- Ácido bórico al 4% ( $H_3BO_3$ )
- Hidróxido de Sodio al 60% (NaOH)
- Indicador de proteína Wesslob
- Solución de ácido clorhídrico al 0.02 N.
- Sulfato de potasio ( $K_2SO_4$ )
- Oxido de mercurio (HgO)

**Los procedimientos empleados para la utilización de las lactoproteínas en la elaboración del queso panela en este trabajo, consistieron en lo siguiente:**

- a) Elaboración de queso panela.
- b) Utilización del lactosuero para extracción de proteínas séricas.
- c) Determinación de la cantidad de proteínas obtenidas del lactosuero y cantidad de proteínas que se adicionarían a la leche.
- d) Incorporación de lactoproteínas a la leche para elaboración de un nuevo queso.
- e) Evaluación del rendimiento (peso) del queso panela adicionado de lactoproteínas.
- f) Evaluación sensorial del queso resultante.
- g) Determinación del contenido de proteína cruda del queso resultante.
- h) Costos del queso elaborado.

Cada uno de los procedimientos generales será descrito en detalle:

#### **4.1. Elaboración de queso panela:**

Se utilizó leche de vaca proveniente del rancho de la FESC-C4 (UNAM) para la elaboración de los quesos panela. Se realizó dentro del taller de lácteos, se empleó la misma técnica del Taller de Lácteos, tal y como se muestra en la figura No.2.

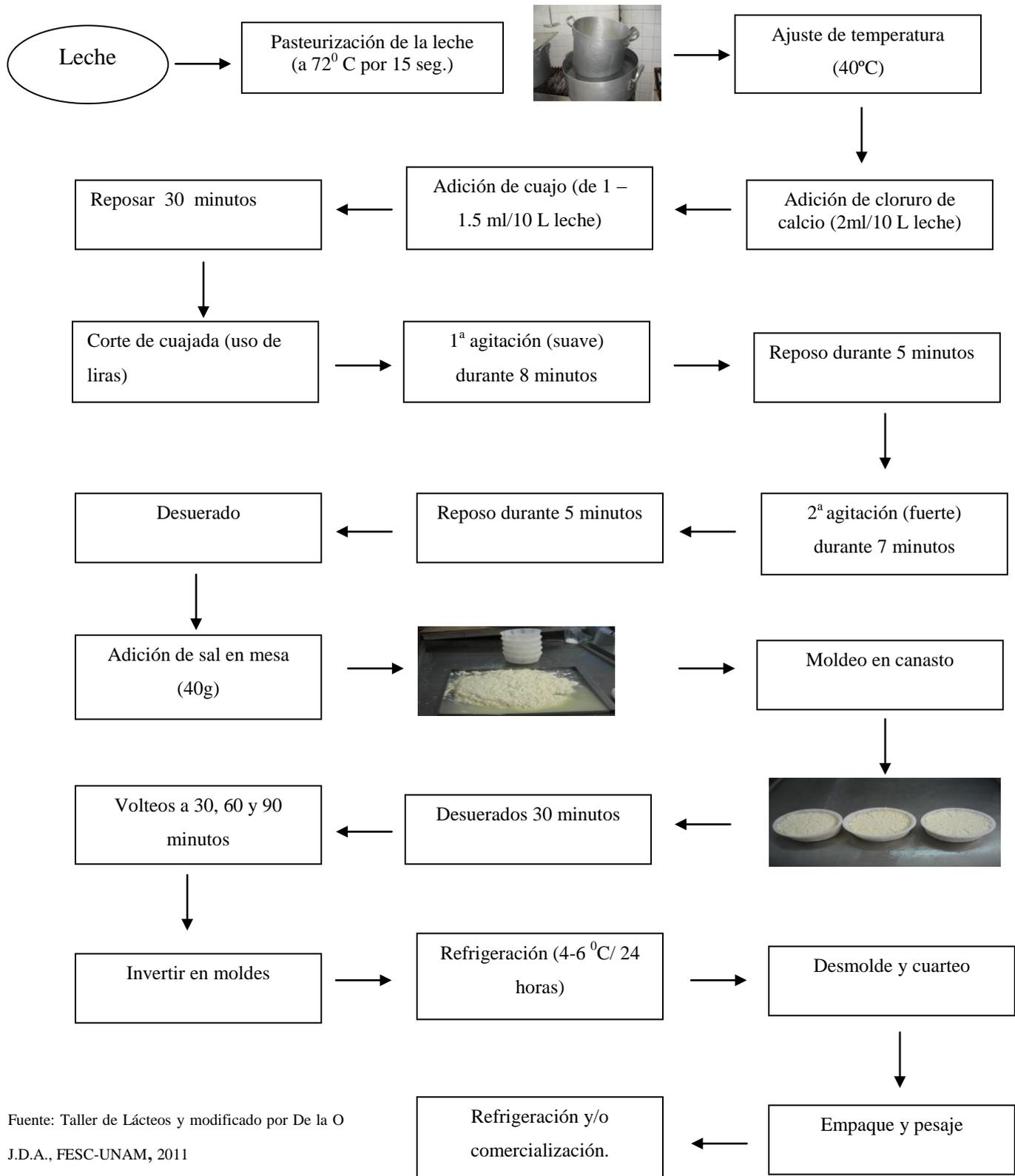
Se elaboraron 5 quesos de referencia, en 5 procesos, en cada proceso se elaboró un queso, con 10 litros de leche cada uno. Se recopiló el lactosuero de cada queso elaborado. Se recuperaron las proteínas del lactosuero, se pesaron y en base a estos datos, se determinó la cantidad de lactoproteínas que se debía adicionar a la leche de los siguientes procesos de queso panela (5 quesos experimentales).

#### **4.2. Utilización del lactosuero para extracción de lactoproteínas:**

El lactosuero generado durante la elaboración del queso panela testigo, fue recopilado y empleado para la extracción de proteínas a través de su calentamiento. Se hizo según la técnica mencionada en el Manual del practicante del taller de lácteos de la FES-Cuautitlán, con una ligera modificación (sin neutralizador), ya que sólo se necesitaba extraer las proteínas séricas, tal como se muestra en la Figura No. 3.

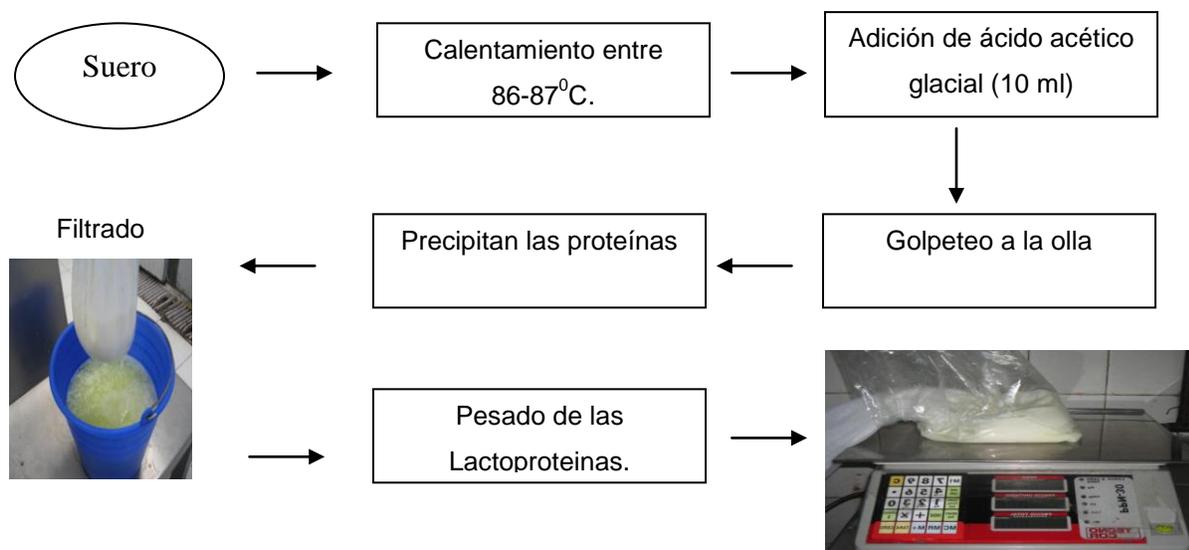
El producto obtenido del procedimiento son las denominadas lactoproteínas (proteínas sericas), que se adicionaron a la leche durante la elaboración del queso panela experimental.

**4.3 Figura No. 2. Diagrama del proceso del queso panela, según la técnica empleada en el Taller de Lácteos de la FES-Cuautitlán.<sup>3</sup>**



Fuente: Taller de Lácteos y modificado por De la O J.D.A., FESC-UNAM, 2011

#### 4.4. Figura No. 3 Proceso para obtener las proteínas del lactosuero.<sup>2</sup>



Fuente: Taller de Lácteos, FESC-UNAM, 2011

#### 4.5. Determinación de la cantidad de lactoproteínas obtenidas de cada proceso y la cantidad que se adicionara a la leche.

Las proteínas del lactosuero obtenidas se calcularon en gramos y se obtuvieron por separado de cada proceso (10 litros).

Estas proteínas fueron pesadas y se obtuvieron los promedios. El promedio calculado de proteína obtenido mediante esta técnica fue considerado a el 100% (400g), de hay se dividió para las demás categorías, al 75% (300g), al 50% (200g) y 25% (100g), que se debía adicionar a la leche (10 litros) destinada para la elaboración de queso panela (experimental).

Para ello, primero se realizaron 5 procesos de queso panela (5 quesos de referencia).<sup>2,3</sup>

#### **4.6. Incorporación de lactoproteínas a la leche para la elaboración de un nuevo queso (experimental):**

Como se muestra más adelante, en la figura No. 4, con los cálculos previamente hechos, se comienza con un proceso de queso panela (testigo) con 10 litros de leche, se recupera el lactosuero, se obtienen las lactoproteínas, se pesa la cantidad que va a ser adicionada a la leche del siguiente proceso de queso panela enriquecido (queso experimental), se mezcla perfectamente primero con un litro de leche (licuadora), después se mezcla con el resto de las leches (9 litros) y se continúa con el proceso normal.

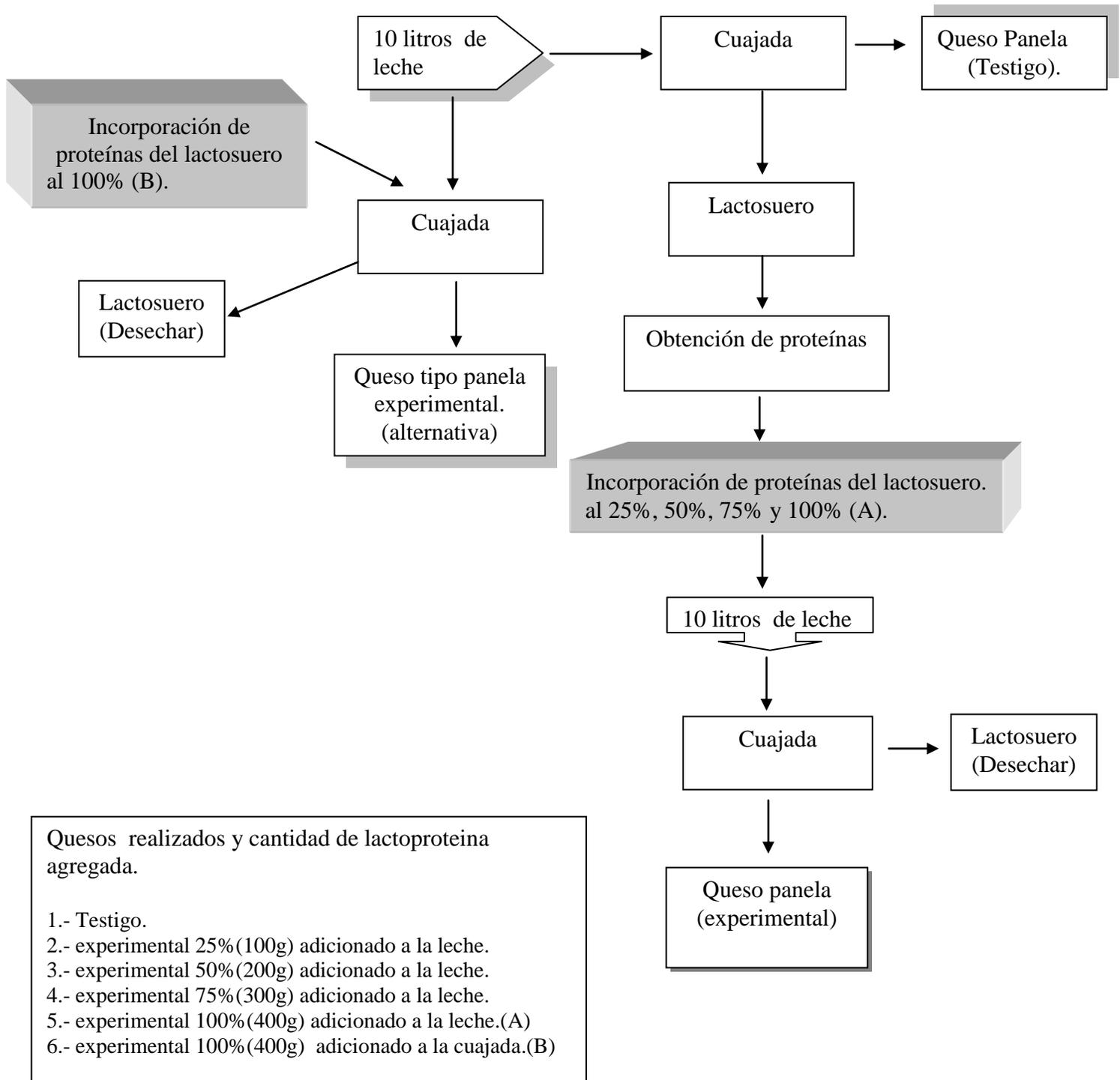
Considerando a el 100% de lactoproteínas a los 400g, el 75% a 300g, el 50% a 200g y el 25% a 100g de lactoproteína que serán adicionadas a la leche.

#### **Para la adición del 100% de lactoproteínas al nuevo proceso, se usaron dos metodologías:**

A) Estas proteínas son previamente mezcladas lo mejor posible en un litro de leche, luego se mezcla con el resto de la leche y se continúa con el proceso normal descrito en el Manual del Practicante del taller de lácteos (2010) hasta su evaluación.<sup>2,3,6,7</sup>

B) Las proteínas se adicionan en la cuajada, durante el salado en mesa (como alternativa, para observar si era posible incorporar en su totalidad las proteínas de la leche en un queso fresco).

**4.7. Figura No 4. Incorporación de las lactoproteínas a la leche para la elaboración del queso experimental:**



Fuente: De la O J.D.A.,2012

#### **4.8. Evaluación del rendimiento (peso) en base a los litros de leche usados, entre los kilogramos de queso panela experimental producido:**

Ya realizado el queso panela testigo con 10 litros de leche, se le extrajeron las proteínas al lactosuero, se pesaron y fueron adicionadas a la leche (10 litros) del siguiente proceso de queso panela enriquecido con lactoproteínas (experimental), se continuó con el proceso normal del queso panela, se moldearon, refrigeraron y a las 24 horas se pesaron y compararon los pesos de ambos quesos.<sup>2,3,6,7</sup>

#### **4.9. Evaluación sensorial del queso resultante (panela adicionado con lactoproteínas):**

Fueron seleccionadas 23 personas, quienes debían participar a lo largo de toda la investigación como catadores, todos pertenecientes a la comunidad académica y estudiantil de la FESC. Todos los catadores como requisito y como menciona María Concepción en su libro de Análisis sensoriales de los quesos (2002), necesitan tener sensibilidad normal a los estímulos y estar en perfecto estado físico. Circunstancias tales como un resfriado, el cansancio, la ingesta previa de ciertos alimentos o medicamentos o un horario de cata inadecuado disminuyen la capacidad del catador.<sup>22</sup>

A estos catadores se les proporcionó un trozo de queso y una cédula para recabar datos (Anexo 2), con la cual fueron evaluados los quesos mediante pruebas sensoriales y organolépticas, el queso testigo (proceso normal del queso panela) y los quesos experimentales (queso panela con adición de lactoproteínas). Entre un queso y el siguiente se dejó un tiempo de descanso, en el que se pudieron eliminar los residuos de la muestra anterior. El tiempo de descanso fue de 5 minutos aproximadamente, enjuagando la boca con agua entre un queso y otro.<sup>22,12</sup>

#### **4.10. Determinación del contenido de proteína cruda del queso resultante:**

Para la determinación de la proteína cruda, se emplearon 3 técnicas distintas: método de Kjeldahl, micro-Kjeldahl y una tercera, en la cual se cambió la mezcla catalizadora en la técnica de micro-Kjeldahl:

##### **a) Método Kjeldahl.**

Para determinar el contenido de proteína por medio del método de Kjeldahl, las muestras de queso se procesaron en el laboratorio de bromatología de la FESC-4, donde se llevó a cabo la determinación, tal y como se describe la técnica en el Manual de Bromatología.<sup>5</sup>

**b) Método de micro-Kjeldahl.**

Se empleó el método de micro-Kjeldahl para determinar el contenido de proteína del queso panela mediante el procedimiento descrito en el A.O.A.C. (Assoiciation of Official Analytical Chemists) 1984.<sup>4</sup>

**c) Método micro-Kjeldahl, con modificación de la mezcla catalizadora.**

En el caso de la determinación de proteína con la técnica modificada de la mezcla catalizadora, se realiza de la misma forma que el método micro-Kjeldahl pero utilizando la mezcla catalizadora que se utiliza en la técnica de Kjeldahl (sulfato de sodio anhidro y sulfato de cobre fino cristalizado).<sup>4,5</sup> La determinación del contenido de proteína cruda, se desarrolló mediante el método modificado de micro-Kjeldahl (Ver Anexo 1), que consiste en dos etapas:

- a) Digestión
- b) Destilación

**4.11. Evaluación del costo del queso panela adicionando con lactoproteínas, elaborado en la FESC:**

Para cada proceso de queso panela se utilizaron 10 litros de leche, que para el año 2010 tuvieron un costo de 9 pesos cada uno, a cada proceso se le obtuvo en promedio 1.5 kilogramos de queso panela con un costo de 65 pesos por kilogramo y 400 gramos de lactoproteína (requesón) con un costo de 32 pesos por kilogramo. Todos los precios fueron obtenidos del módulo de ventas de la FESC-Cuautitlán.

Las lactoproteínas fueron integradas a la leche de un nuevo proceso de queso panela adicionado con lactoproteínas(experimental), para aumentar su contenido de proteína, su rendimiento y darle un valor agregado al queso, partiendo de que el suero en la FESC-4 es desechado, sin considerar que las proteínas obtenidas del lactosuero son de alto valor biológico y el queso realizado con lactoproteínas sería de alto valor nutricional y tendría un precio adicional, los precios del queso elaborado se muestran en la pagina 43.<sup>6,7</sup>

## 5. RESULTADOS.

**Tabla No.4. Cantidad de lactosuero recuperado de los quesos de referencia.**

Quesos de referencia	Lactosuero recuperado (litros)
A	7.400
B	7.000
C	7.300
D	7.100
E	7.600

Promedio de lactosuero  
obtenido del queso de  
referencia  
7.28 litros

Fuente: De la O J.D.A..2011

**Tabla No.5. Cantidad de lactoproteina obtenida (gramos) del lactosuero recuperado durante la elaboración de los quesos de referencia.**

Quesos de referencia	Lactoproteina obtenida de los quesos (Gramos).
A	420
B	510
C	400
D	415
E	395

Promedio de lactoproteina  
Obtenida de los quesos de  
referencia 0.428 Kg.

Fuente: De la O J.D.A..2011

En la tabla No.5, se aprecian los gramos de lactoproteinas obtenidos del lactosuero recuperado de los 5 quesos de referencia realizados con 10 litros de leche cada uno y en promedio se obtuvo 428 gramos de lactoproteina.

**Tabla No. 6 .Cantidad de lactosuero recuperado de los quesos testigos.**

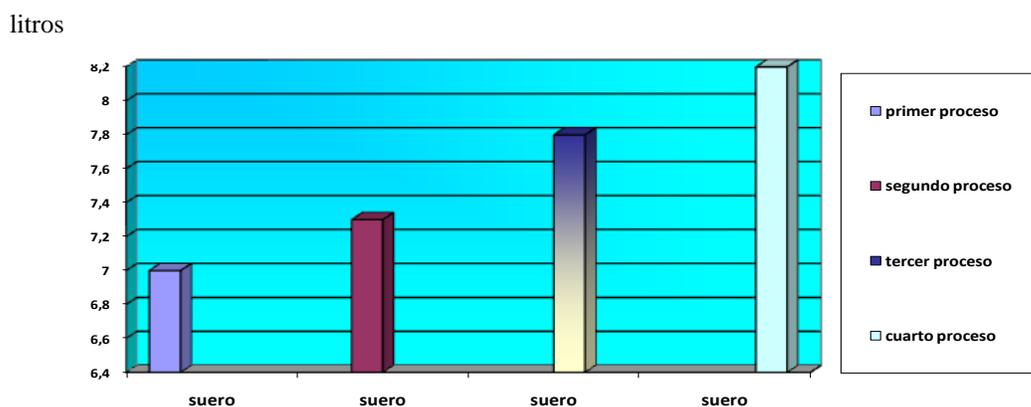
Quesos testigo	Lactosuero recuperado (litros)
Primer proceso para 25%	7.000
Segundo proceso para 50%	7.300
Tercer proceso para 75%	7.800
Cuarto proceso para 100%A	8.200
Quinto proceso para 100%B	8.000

Promedio de lactosuero  
Obtenido del queso  
testigo.  
7.66 litros.

Fuente: De la O J.D.A..2011

Como se observa en la gráfica No. 1, el lactosuero recuperado, va de 7 a 8.2 litros, con un promedio de 7.66 litros, necesario para la extracción de lactoproteinas, requerida para la elaboración del queso experimental.

**Gráfica No.1. Lactosuero recuperado de los quesos testigo.**



Fuente: De la O J.D.A..2011

**Tabla No.7 . Cantidad obtenida de lactoproteína (gramos), del lactosuero recuperado de los quesos testigos.**

Quesos testigos.	Lactoproteína obtenida del lactosuero (gramos).
------------------	---

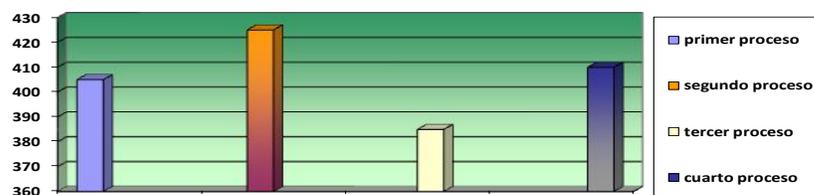
Primer proceso para 25%	405
Segundo proceso para 50%	425
Tercer proceso para 75%	385
Cuarto proceso para 100%A	410
Quinto proceso para 100%B	380

Promedio de lactoproteína  
0.401 Kg.

Fuente: De la O J.D.A..2011

**Gráfica No. 2. Lactoproteína recuperada del lactosuero recolectado de los quesos testigos.**

Gramos



lactoproteínas

Fuente: De la O J.D.A..2011

En la gráfica No. 2; se observan las proteínas recuperadas, que pesaron desde 380g, hasta 425g, y en promedio fue de 401g, éste último dato corresponde al 100% de las lactoproteínas que se adicionaron a la leche.

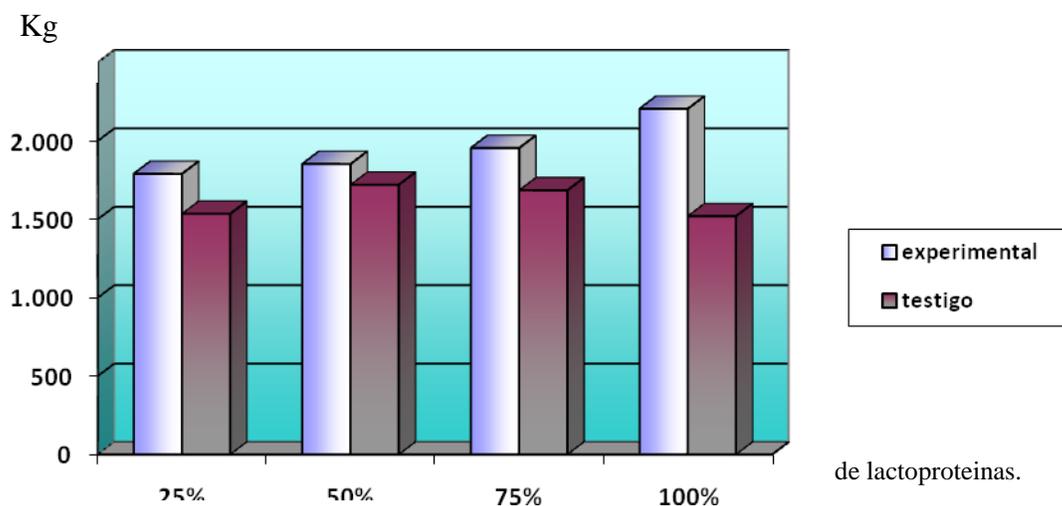
**Tabla No. 8. Cuadro comparativo entre el peso de los quesos testigos y el peso de los quesos experimentales.**

QUESO TESTIGO	PESO DEL QUESO TESTIGO (Kg)	QUESO EXPERIMENTAL	PESO DEL QUESO EXPERIMENTAL	DIFERENCIA (g)
Primer proceso	1.535	Adicionado con 25%	1.790	0.255
Segundo proceso	1.720	Adicionado con 50%	1.853	0.133
Tercer proceso	1.68	Adicionado con 75%	1.955	0.275
Cuarto proceso	1.520	Adicionado con 100%A	2.205	0.685
Quinto proceso	1.455	Adicionado con 100%B	1.980	0.525

Fuente: De la O.J.D.A..2011

Como se aprecia en la tabla No.8 y en la grafica No.3, se elaboraron 10 procesos de quesos, 5 testigos y 5 experimentales y se puede observar que todos los experimentales tienen mayor peso que su testigo.

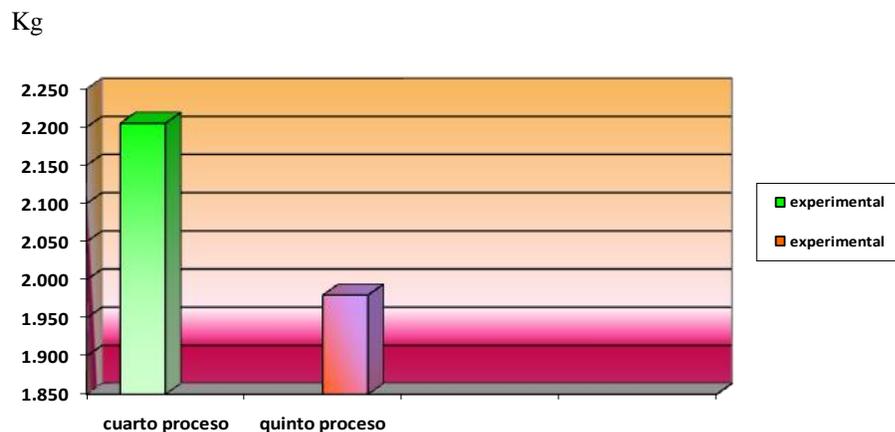
**Gráfica No 3 Comparación del peso, entre el queso testigo y el queso experimental.**



Fuente: De la O.J.D.A..2011

Como se muestra atrás, en la gráfica No.3, se observa la comparación entre el peso del queso testigo y su respectivo experimental, se logra apreciar un aumento en el rendimiento de todos los quesos experimentales con respecto a su testigo.

**Gráfica No. 4. Comparación del peso, entre los 2 quesos experimentales elaborados con diferente metodología, adicionados con lactoproteína (al 100%).**



Fuente: De la O.J.D.A.,2011

En la gráfica No. 4 se observa la comparación entre el cuarto proceso y el quinto proceso de quesos panela adicionados con lactoproteínas al 100%(400g), se logra apreciar que se obtuvo mayor peso y retención de lactosuero en el cuarto proceso, en comparación con el quinto proceso que peso menos y su retención de lactosuero fue mucho menor, a pesar de que a los dos procesos, se les adiciono la misma cantidad de lactoproteína.

**Cuarto proceso.**- se le adicionaron lactoproteínas a la leche del proceso.

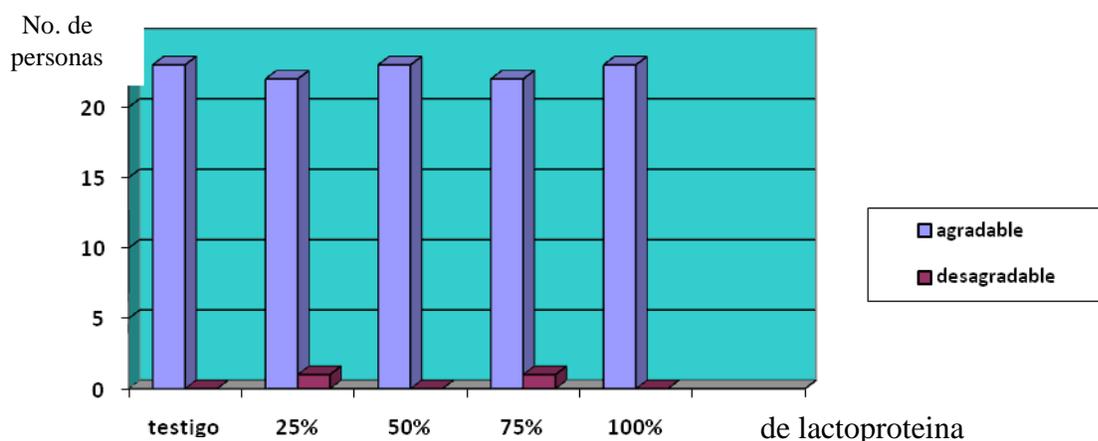
**Quinto proceso.**- se le adicionaron lactoproteínas a la cuajada, al momento de salar.

En la tabla No. 9 y en la Gráfica No. 5, se muestra el número de personas que calificaron la apariencia general de los distintos quesos. Se puede apreciar que prácticamente no hubo diferencia, ya que en el queso experimental adicionado al 25% y en el de 75% de lactoproteínas, solo 1 persona mencionó que le parecía desagradable, mientras que a las otras 22 personas les pareció agradable su apariencia.

**Tabla No. 9 Evaluación de la apariencia general del queso testigo y experimentales por las 23 personas.**

APARIENCIA GENERAL	Porcentaje de lactoproteínas incorporadas a la leche para la elaboración del queso panela				
	testigo	al 25%	al 50%	al 75%	al 100%
Agradable	23	22	23	22	23
Desagradable	0	1	0	1	0
Otros	0	0	0	0	0

**Gráfica No. 5. Evaluación de la apariencia general del queso testigo con respecto a los experimentales.**



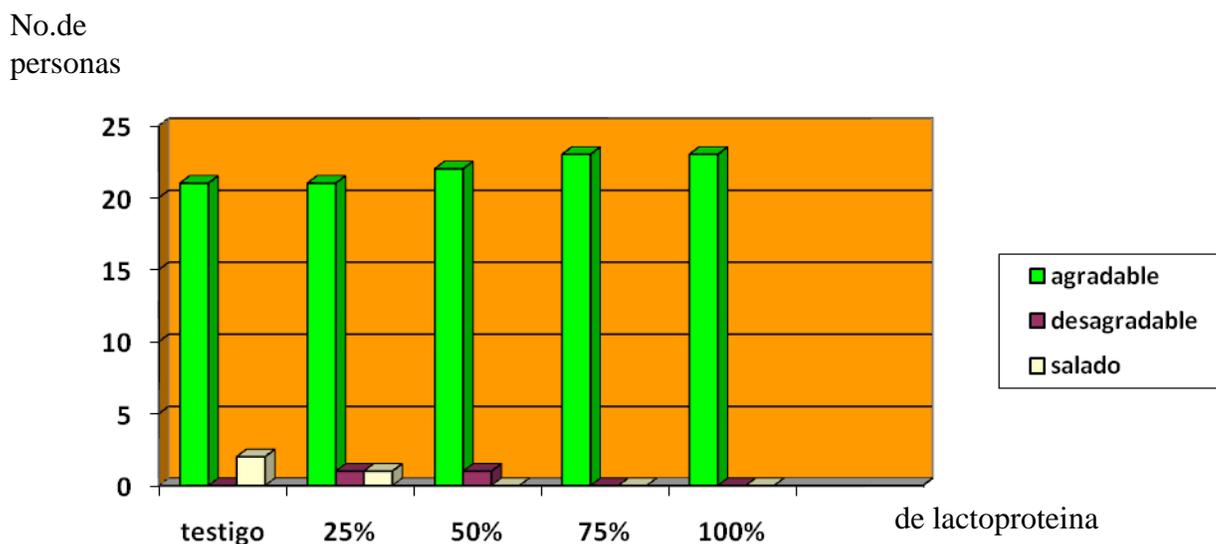
Fuente: De la O.J.D.A., 2011

En la tabla No. 10 y la Gráfica No.6, se observa una ligera diferencia en la evaluación por los catadores con respecto al sabor del queso panela testigo y experimental, teniendo una mayor aceptación los quesos adicionados con 75% y 100% de lactoproteínas a la leche, esto varío en cuestión al gusto por la sal.

**Tabla No. 10. Evaluación del sabor del queso testigo y experimentales.**

SABOR	Porcentaje de lactoproteína incorporada a la leche para la elaboración del queso panela				
	Testigo	al 25%	al 50%	al 75%	al 100%
Agradable	21	21	22	23	23
Desagradable	0	1	1	0	0
Otros	2 salado	1 salado	0	0	0

**Gráfica No.6. Evaluación del sabor del queso testigo con respecto a los experimentales.**



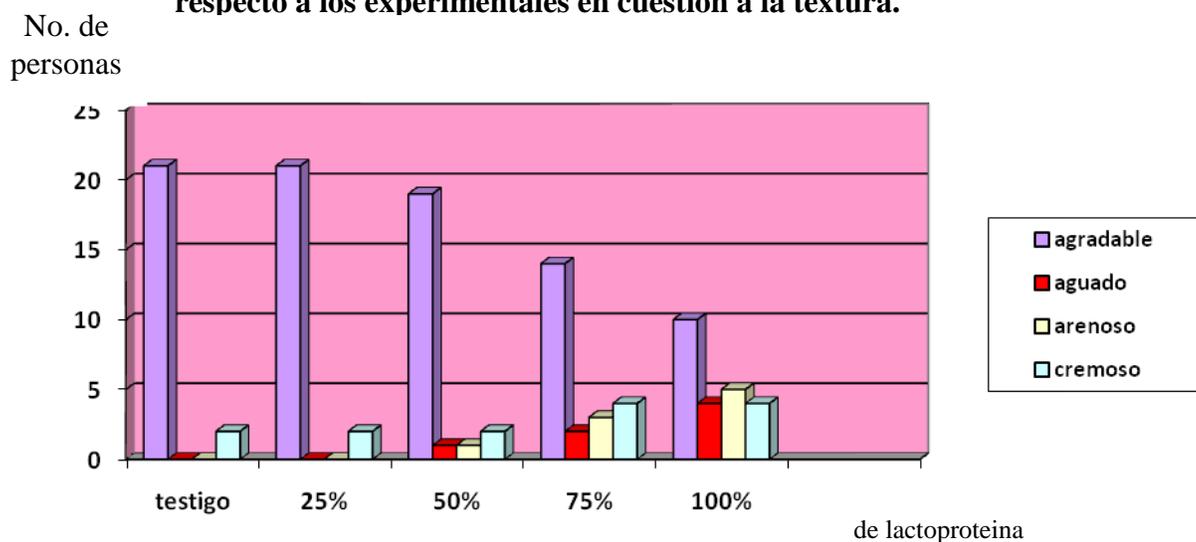
Fuente: De la O.J.D.A..2011

En el caso de la textura, se aprecia en el tabla No. 11 y en la Gráfica No.7, una mayor variación entre los quesos, se observa lo contrario del sabor, aquí hay una mayor aceptación por los catadores sobre el queso panela adicionado con 25% de lactoproteinas a la leche, comparado con el resto de los quesos e igual al queso testigo.

**Tabla No. 11. Evaluación de la textura del queso testigo y experimentales, por los catadores participantes.**

TEXTURA	Porcentaje de lactoproteina incorporada a la leche para la elaboración del queso panela				
	Testigo	al 25%	al 50%	al 75%	al 100%
Agradable	21	21	19	14	10
Aguado	0	0	1	2	4
Arenoso	0	0	1	3	5
Cremoso	2	2	2	4	4

**Gráfica No. 7. Comparación del queso testigo con respecto a los experimentales en cuestión a la textura.**



Fuente: De la O J.D.A..2011

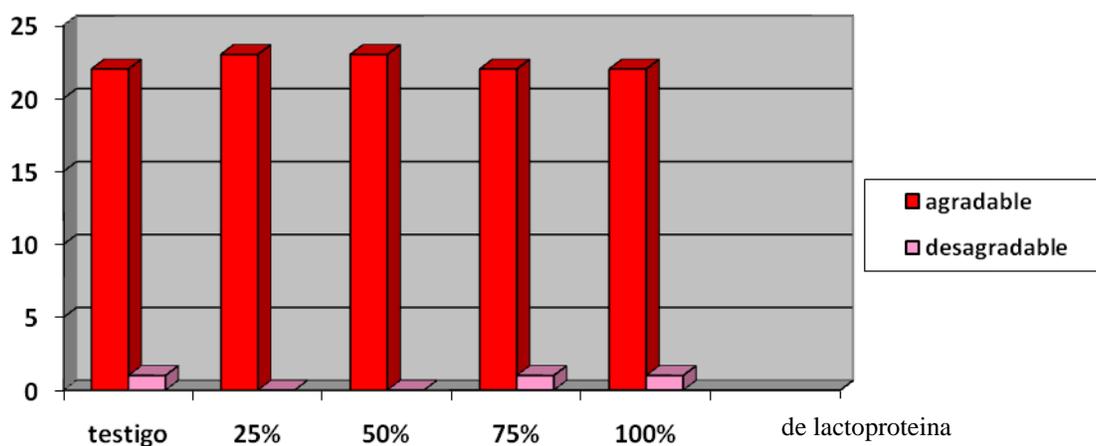
Con respecto al color, se aprecia en el Tabla No. 12 y la Gráfica No. 8, la evaluación del queso testigo y los experimentales. Se puede observar que no hubo una diferencia considerable y al 99% de los catadores, el color de los quesos les pareció agradable, en todos los quesos, tanto testigo como experimentales.

**Tabla No. 12. Evaluación del color del queso testigo y experimentales por los catadores participantes.**

COLOR	Porcentaje de lactoproteína incorporada a la leche para la elaboración del queso panela				
	testigo	al 25%	al 50%	al 75%	al 100%
Agradable	22	23	23	22	22
Desagradable	1	0	0	1	1

**Gráfica No. 8. Evaluación del color del queso testigo y experimentales.**

No. de personas



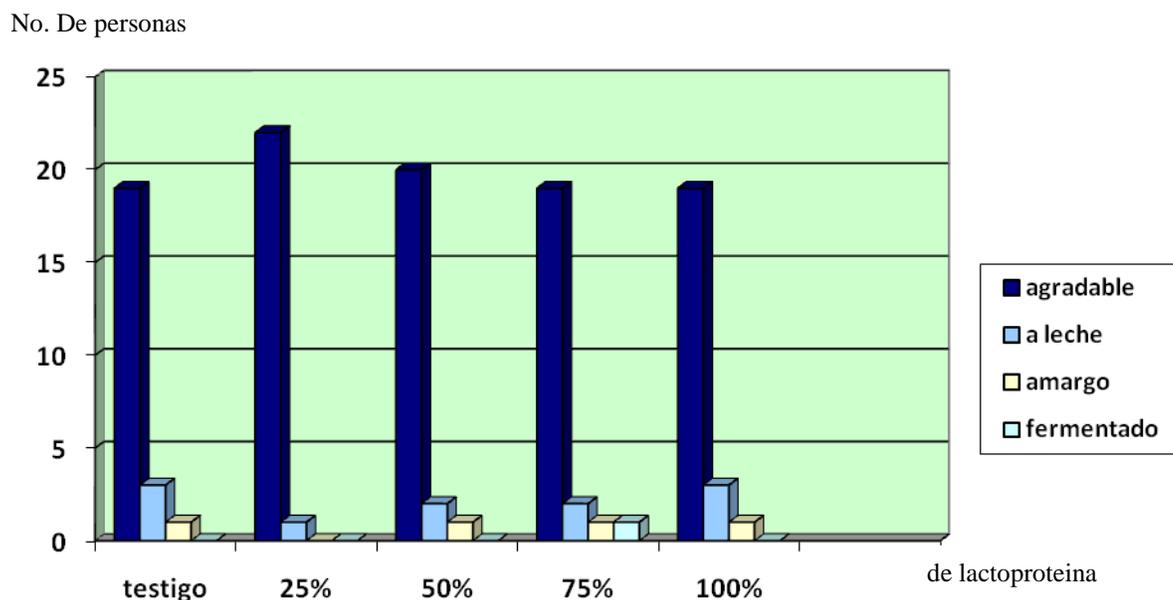
Fuente: De la O.J.D.A., 2011

En el Tabla No.13 y en la Gráfica No. 9, se muestra una variación notoria en la evaluación de todos los quesos con respecto a su olor, sin embargo se considero “agradable” para la mayoría de los quesos, por los catadores

**Tabla No. 13. Evaluación del olor del queso testigo y experimentales por los catadores participantes.**

OLOR	Porcentaje de lactoproteína incorporada a la leche para la elaboración del queso panela				
	testigo	al 25%	al 50%	al 75%	al 100%
Agradable	19	22	20	19	19
a leche	3	1	2	2	3
Amargado	1	0	1	1	1
Fermentado	0	0	0	1	0

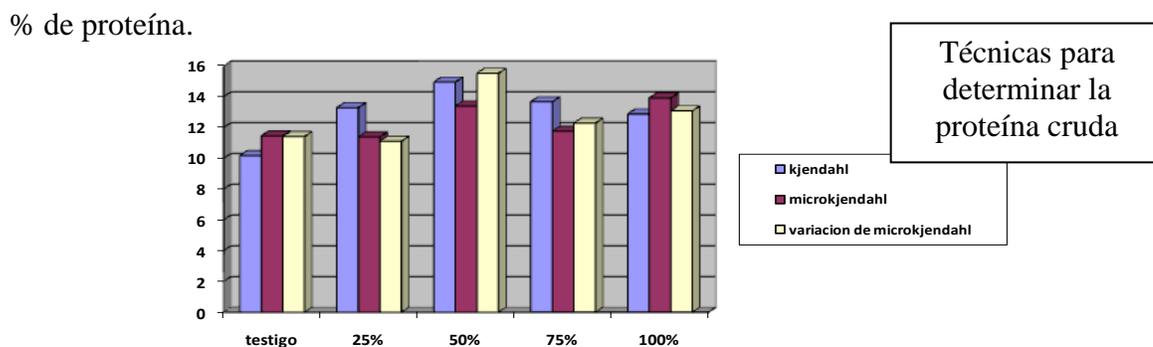
**Gráfica No.9. Comparación del olor por los catadores, en el queso testigo y experimentales.**



Fuente: De la O J.D.A.,2011

## Determinación del contenido de proteína cruda de los quesos resultantes.

Gráfica No. 10. Determinación de proteína cruda mediante 3 técnicas distintas.



Fuente: De la O J.D.A..2011

de lactoproteína

La gráfica No.10 Se observa una comparación entre los resultados obtenidos, de las 3 técnicas distintas realizadas, para la determinación de proteína cruda.

Tabla No.14. Porcentaje de proteína cruda obtenido en promedio por las 3 técnicas.

Queso.	Técnica de micro-Kjeldahl	Técnica de micro-Kjeldahl modificada	Técnica de Kjeldahl
<b>Muestra</b>	<b>% de proteína</b>	<b>% de proteína</b>	<b>% de proteína</b>
Queso testigo	11.46	11.41	10.17
Primer proceso al 25%	11.39	11.12	13.29
Segundo proceso al 50%	13.40	15.52	14.95
Tercero proceso al 75%	11.76	12.28	13.67
Cuarto proceso al 100%	13.93	13.08	12.88
Quinto proceso al 100%	12.45	12.16	12.64

Fuente: De la O J.D.A..2011

### Costos del queso panela elaborado.

Concentración de lactoproteínas adicionadas	Costo del queso (g)
Queso testigo	99.77
Primer proceso con 25%	116.35
Segundo proceso con 50%	120.44
Tercer proceso con 75%	127.00
Cuarto proceso con 100%A	143.30
Quinto proceso con 100%B	128.70

Fuente: De la O J.D.A..2011

## 6. DISCUSIONES.

Se obtuvieron las lactoproteínas del lactosuero calentándolo a 83<sup>0</sup> C de la misma forma como lo mencionado por Islas, et al (2010). La diferencia con este estudio fue la utilización de materia prima en menor cantidad y en lugar de usar vapor para calentar el lactosuero se utilizó gas.

Para la determinación de lactoproteínas que se debían adicionar a la leche, se realizaron 5 procesos de quesos panela de referencia de los cuales se extrajo el lactosuero, extrayéndose las lactoproteínas de la misma forma como lo menciona Islas, et al (2010), se estableció el porcentaje de agregación a la leche, a pesar de no haber encontrado ningún estudio similar al realizado se innovó en este estudio los porcentajes de agregación ( 25%, 50%, 75% y 100%).

En este estudio se demostró que entre los tres métodos para obtención de lactoproteínas, no hubo diferencia con respecto a la cantidad de proteína cruda determinada, aunque la A.O.A.C.(1998) señala que la técnica de micro- kjeldahl es la más indicada para la determinación de proteína cruda en el queso, mientras la técnica de kjeldahl descrita por Morfin (2010) es más utilizada en forrajes, a pesar de esto las tres técnicas distintas realizadas en este trabajo presentaron resultados muy similares.

La evaluación de la aceptabilidad del queso panela mediante pruebas sensoriales y organolépticas se tomó en cuenta en primer lugar como lo descrito por Concepción (2002) en el que todos los catadores deben tener sensibilidad normal a los estímulos y estar en perfecto estado físico, en segundo lugar Veisseyre (1998) y Spreer (1991) mencionan que el rendimiento quesero se incrementa, la cuajada es más firme y el afinado se ve acelerado, aunque en este estudio realizado se encontró que la consistencia se afectaba negativamente al aumentar la cantidad de lactoproteína.

Cabe hacer la referencia que aunque no se utilizó el mismo queso para la evaluación, en este estudio sólo se vio modificada la consistencia, por lo que se puede considerar que en el queso panela del estudio, podría variar sólo la consistencia por ser un tipo de queso fresco.

En cuanto a la evaluación del rendimiento, cabe mencionar que todos los quesos elaborados con adición de lactoproteínas tuvieron una mejor ganancia de peso con respecto a su testigo. Estos resultados coinciden por lo mencionado por Veisseyre (1998) y Spreer (1991) que encontraron que el rendimiento se ve incrementado al igual que su firmeza, aunque en este estudio la consistencia y firmeza se afectaba negativamente conforme la cantidad de lactoproteínas se incrementaba.

En cuanto a la evaluación del precio del queso panela en este estudio se obtuvo un costo de \$ 65.00 pesos, mientras que para el queso panela adicionado con proteínas del lactosuero fue de \$80.00. Estos valores no coinciden con lo encontrado en los datos de la página oficial de la Procuraduría del Consumidor (2007), en el que se indica que el precio del queso panela va de los \$60.00 a \$70.00 pesos, y el de los quesos enriquecidos varían entre los \$60.00 y \$90.00 pesos. Cabe destacar que no se encontró una variedad de queso similar a la de este estudio.

## 7. CONCLUSIONES.

De acuerdo al procedimiento realizado, se obtuvo en promedio 428 gramos de lactoproteínas, de un total de 10 litros de leche bronca.

De los 428 gramos que se obtuvieron de lactoproteínas, solo se pudieron añadir 200 gramos, para mantener sus cualidades sensoriales y organolépticas, ya que añadiendo más lactoproteínas a la leche, se afecta negativamente su consistencia.

De los dos lotes elaborados al 100% con lactoproteína, se determinó que el queso al que se le añadieron las lactoproteínas a la leche, tuvo mayor rendimiento, aunque al que se le adicionaron a la cuajada las lactoproteínas tuvo mejor consistencia.

En cuanto a los tres métodos Kjeldahl, micro – Kjeldahl y micro – Kjeldahl modificada empleados para la determinación de proteína cruda de los quesos, no se observó diferencia, aunque se sugiere realizar la técnica de micro-Kjeldahl modificada porque se emplea menor tiempo para obtener resultados, se le agrega menor cantidad de mezcla catalizadora además de ser menos tóxica.

En la evaluación de la aceptabilidad del queso panela adicionado con lactoproteínas o independientemente del porcentaje adicionado, se observó que al 95% de los catadores les pareció agradable la apariencia general, que el sabor y el color; en cuanto a la textura solo al 74% les pareció agradable, el olor solo fue agradable para el 87%.

El mayor rendimiento lo presentó el queso adicionado con 100% de lactoproteínas adicionadas a la leche, aunque su consistencia se afectó negativamente haciéndolo friable.

El precio del queso panela es muy variado, desde \$40.00 a \$80.00 al igual que el del queso enriquecido, sin embargo se debe considerar que se tiene que realizar una etapa extra, la cual incrementa el costo en el queso enriquecido con lactoproteínas.

## 8. LITERATURA CITADA.

1.- Análisis de alimentos. Práctica # 3. Análisis bromatológico básico. Análisis de proteínas. determinación de nitrógeno en proteínas por el método de Kjeldahl.

[docencia.izt.uam.mx/lyanez/analisis/practicas/KJELDAHL.rtf](http://docencia.izt.uam.mx/lyanez/analisis/practicas/KJELDAHL.rtf) [revisado 28 de abril del 2011].

2.- Islas J.D, Ramírez M.L.R, Pérez M.L.M. Manual del Practicante. Taller Derivados lácteos. Parte 1. México. (Estado de México); 2010. Pp 31

3.- Islas J.D, Ramírez M.L.R, Pérez M.L.M. Manual del Practicante. Taller Derivados lácteos. Parte 2. México. (Estado de México); 2010. Pp 46

4. - A.O.A.C. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists. USA; 1984. Pp 988.

5.- Morfin L.L y Camacho D.M. Manual de laboratorio de bromatología. UNAM. Departamento de ciencias pecuarias. México (Estado de México). Medicina Veterinaria y Zootecnia; 2010. Pp 72,73

6.- Veisseyre R. Lactología Técnica. Composición, recogida, tratamiento y transformación de la leche. 2ª ed. España. Acribia.;1988. Pp 573,574, 579-582

7.- Spreer E. Lactología industrial. Leche preparación y elaboración, máquinas, instalaciones y aparatos. Productos lácteos. 2ª ed. España: Acribia, 1991. Pp 527-540, 570-579

8.- XII Congreso nacional de ciencia y tecnología.

[www.respyn.uanl.mx/especiales/2010/ee-09-2010/.../frutas.../FH79.pdf](http://www.respyn.uanl.mx/especiales/2010/ee-09-2010/.../frutas.../FH79.pdf) [revisado 21 de febrero del 2011].

- 9.- Reinhard M, Frank M. Schnepel, Gabriela Steiner. Análisis de los alimentos. Fundamentos-Métodos-Aplicaciones. España. Acribia. 1992. Pp89-98.
- 10- Robinson. R.K y Wilbey. R.A. 2002. Fabricación de queso. 2<sup>a</sup> ed. España. Acribia. Pp 15-18, 355-358
- 11- Fehlhaber K y Janetschke P. Higiene Veterinaria de los alimentos. España Acribia. 1995 Pp 585-590
- 12- Amito J, Bergeron, J, Bergeron L, Blais, A, Bonin G, Boudreau A, et al. Ciencia y tecnología de la leche. Principios y aplicaciones. Acribia. España. 1991. Pp 55-56
- 13.- Secretaría de Salud. Apéndice del Reglamento de Control Sanitario de Productos y Servicios, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 9 de agosto de 1999.
- 14.- Norma Oficial Mexicana NOM-121-SSA1-1994. [homepage on the Internet ]. Bienes y Servicios. Quesos: frescos, maduros y procesados especificaciones sanitarias.1996.[revisado21 de feb. del 2011]. Available from: <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/121ssa14.html>.
- 15.- Madrid V.A., Modernas Técnicas de Aprovechamiento del Lactosuero. España. Acribia. 1981.Pp 14-19, 63,64
- 16.- Beyart O.M., Alternativas de comercialización del lactosuero residual de una quesería rural del municipio de Miacatlán, Morelos. (Tesis de licenciatura). México (DF): Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM, 2004. Pp 11-12
- 17.-Cunningham A. E., Optimización de Rendimiento quesero y Aseguramiento de Inocuidad en la Industria de la Quesería. Opciones para darle valor agregado al lactosuero de quesería. [revisado 6 de marzo del 2011]. <http://es.scribd.com/doc/6410825/Valor-Agregado-Al-Lactosuero>
- 18.- Madrid V.A., Manual de industria láctea. España. Acribia. 1990. Pp 261

19.- Calvo M. Bioquímica de los alimentos. [ homepage on the Internet ]. Proteínas del lactosuero. 2009. Available from:[ revisado 21 de febrero del 2011].

<http://milksoci.unizar.es/bioquimica/temas/proteins/lactosuero.html>

20.- Herrera M.M., Verdalet G.Í. [ homepage on the Internet ]. El suero de queso: ¿producto vital o simple desecho? Instituto de Ciencias Básicas de la Universidad Veracruzana. 2009. Available from: [revisado 21 de febrero del 2011].

<http://www.uv.mx/cienciahombre/revistae/vol18num2/articulos/queso/index.htm>

21.- Robinson R.K, Wilbey R.A., 2002. Fabricación de queso. España. Acribia. Pp 21

22.-Concepción C. M y Losada M.M., 2002. Tecnología de Alimentos. El análisis sensorial de los quesos. España. AMV Ediciones y Mundi-prensa. Pp 25,53-78

23.- Procuraduría general del consumidor.

[www.profeco.gob.mx/revista/pdf/est\\_07/quesos\\_mzo07.pdf](http://www.profeco.gob.mx/revista/pdf/est_07/quesos_mzo07.pdf): [ revisado 20 de febrero del 2012].

## 9. ANEXOS.

### **Anexo 1. MÉTODO, PARA LA DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA CRUDA MEDIANTE LA TECNICA DE MICRO- KJELDAHL**

Material de Laboratorio utilizado, para la determinación de proteína cruda, mediante la técnica de micro-Kjeldahl.



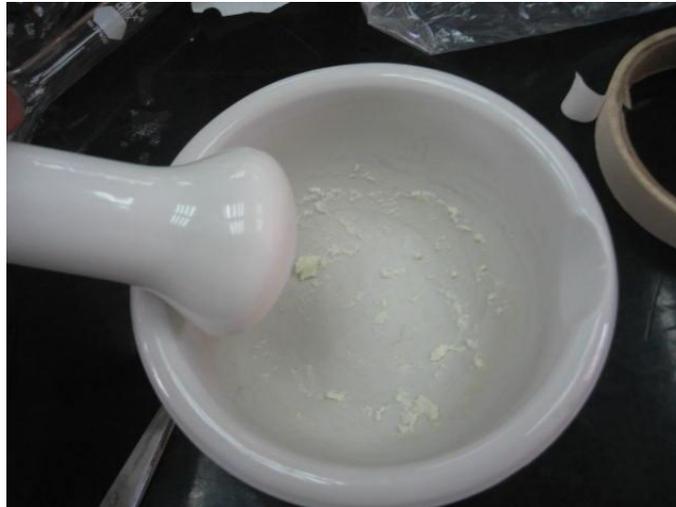
Fuente: De la O J.D.A..2011

## **PROCEDIMIENTO**

### DIGESTIÓN

1.- Pese exactamente 0.15g del queso (mézclelo perfectamente) y colóquelo en papel cebolla de forma que se pueda introducir al matraz de micro-Kjeldahl cuidando que la muestra no se adhiera a las paredes o al cuello del matraz.

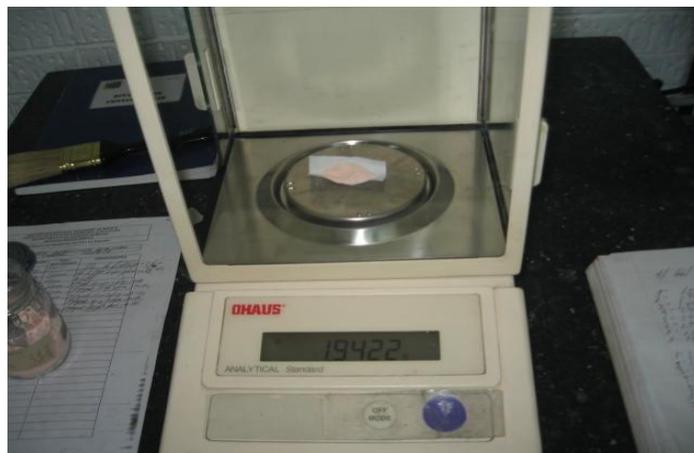
Mortero (para mezclar perfectamente la muestra del queso antes de ser procesada).



Fuente: De la O J.D.A..2011

2.- Pese aproximadamente 1.94 g de mezcla catalizadora en papel cebolla e introdúzcalo cuidadosamente también al matraz de micro-Kjeldahl y añada 2 ml. de  $H_2SO_4$  concentrado.

#### BALANZA ANALÍTICA



Fuente: De la O J.D.A..2011

3.- Someta a digestión la muestra en el aparato de micro-Kjeldahl bajo una campana de extracción, con el matraz ligeramente inclinado, usando baja temperatura al inicio y aumentando el calor a medida que procede la digestión, rotando los matraces de vez en cuando para asegurarse de que se digiera toda la muestra.

## Digestor micro kjeldahl.



Fuente: De la O.J.D.A.,2011

La digestión terminará cuando el color de la muestra sea transparente. El proceso tomará aproximadamente 90 minutos. (Depende de la temperatura que tenga la digestión).

Matraz de micro-Kjeldahl, mostrando como se observa la muestra de queso, al finalizar la digestión.



Fuente: De la O.J.D.A.,2011

- 4.- Enfríe el matraz durante unos 4 minutos para que no se endurezca al solidificarse la muestra.
- 5.- Añada 10 ml. de H<sub>2</sub>O destilada cuidadosamente, poco a poco a la muestra digerida. Mezcle perfectamente y permítale enfriarse.

## DESTILADOR MICROKJELDAHL.



Fuente: De la O.J.D.A..2011

- 6.- Encienda la unidad destiladora.
- 7.- Si es posible ajuste la velocidad de destilación.
- 8.- Abra la llave del agua para tener H<sub>2</sub>O circulando por el refrigerante todo el tiempo.

## BOMBA DE ACUARIO, PARA LA RECIRCULACIÓN CONSTANTE DE AGUA EN EL DESTILADOR.



- 9.-Coloque agua destilada en la copa del digestos asta el tope, deje que fluya.
- 10.-Permita que empiece a ebuyir el agua del destilador y enjuague.
- 11.-Repita este procedimiento de tres a cuatro veces.
- 12.- Luego añada la muestra a la copa del digestor, se abre la llave para que pase a la cámara de ebullición, luego enjuague el matraz con aproximadamente 5ml. de H<sub>2</sub>O destilada y también

colóquela en la copa del destilador por los restos de muestra que llegaran a quedar pegados en el matraz.

13.- Coloque 1 frasco Erlenmeyer de 125ml con 10 ml de ácido bórico y de 2 a 3 gotas de indicador bajo la salida de destilación.

14.- Añada aproximadamente de 8 a 10 ml. de la solución de NaOH y tiosulfato a la cámara de ebullición LENTAMENTE. La mezcla digerida se tornará oscura (azúl-gris o café oscuro). Si no cambia de color añada más.

#### DESTILADOR MICROKJELDAHL



Fuente: De la O J.D.A..2011

15.- Deje un poco de NaOH en la copita superior del destilador.

16.- Colecte aproximadamente entre 50 y 70 ml. del destilado (4-5 minutos). El destilado cambiara de color violeta a color verde en el matraz receptor.

Matraz Erlenmeyer de 125 ml, recibiendo la muestra destilada.



Fuente: De la O.J.D.A., 2011

17.- Retire el matraz de Erlenmeyer y limpie la unidad destiladora enjuagando la cámara de ebullición varias veces (de 3 a 4) con agua destilada. Cada vez que se añada agua destilada hasta llenar la copita superior de la unidad destiladora para el enjuague deje que ésta hierva primero. Luego abra la llave de la parte que permite salir las muestras hacia fuera de la unidad destiladora. Una vez vacía la parte en donde se procesa la muestra asegúrese de que esté bien vacía. Si queda todavía un poco de agua en el fondo permita que hierva para que se vaya toda hacia esa segunda parte de la unidad destiladora. El matraz estará listo para recibir la segunda cantidad de agua destilada para lavar la unidad destiladora. Esta operación se repite al menos unas 4 veces.

NOTA: La llavecita de la segunda parte de la unidad destiladora (que conduce la muestra procesada hacia el vasito permanece cerrada (en posición horizontal) durante el procesamiento de la muestra. Sólo se abre cuando se enjuaga el destilador.

En caso de que no quiera salir la muestra del destilador al abrir la llave, apague el destilador.

## **FUENTES DE ERROR DURANTE LA REALIZACIÓN DE LA TÉCNICA DE MICROKJELDAHL.**

Constituyen fuentes de error en este método son: la inclusión de nitrógeno no proteico como parte de la proteína; la pérdida de nitrógeno durante la digestión, la digestión incompleta de la muestra.<sup>19</sup>

Las proporciones excesivas de sulfato de sodio o potasio que se añaden al ácido (para elevar el punto de ebullición) pueden resultar en una descomposición por calor y la consecuente pérdida de amoníaco. Generalmente se recomiendan temperaturas de digestión de 370-410°C.<sup>19</sup>

También puede ocurrir pérdida de nitrógeno si se utiliza demasiado selenio o la temperatura de la digestión no se controla cuidadosamente; las condiciones son aún más críticas que con el cobre o el mercurio cuando se usan como catalizadores.<sup>19</sup>

**ANEXO 2. CÉDULA PARA RECABAR LA PERCEPCIÓN DE LOS CATADORES SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS DEL QUESO TIPO PANELA**

El presente cuestionario es confidencial, los datos aquí recabados que usted proporcionará serán utilizados con fines de investigación.

**INSTRUCCIONES:**

Marque con una “X” la respuesta que describa mejor su percepción hacia el queso

**APARIENCIA GENERAL**

	<i>Muestra 1</i>	<i>Muestra 2</i>	<i>Muestra 3</i>	<i>Muestra 4</i>	<i>Muestra 5</i>	<i>Muestra 6</i>
<i>Agradable</i>						
<i>Desagradable</i>						
<i>Otros</i>						

**SABOR**

	<i>Muestra 1</i>	<i>Muestra 2</i>	<i>Muestra 3</i>	<i>Muestra 4</i>	<i>Muestra 5</i>	<i>Muestra 6</i>
<i>Agradable</i>						
<i>Desagradable</i>						
<i>Otros</i>						

**TEXTURA**

	<i>Muestra 1</i>	<i>Muestra2</i>	<i>Muestra 3</i>	<i>Muestra 4</i>	<i>Muestra 5</i>	<i>Muestra 6</i>
<i>Agradable</i>						
<i>Aguado</i>						
<i>Arenoso</i>						
<i>Cre moso</i>						
<i>Duro</i>						
<i>Otros</i>						

**COLOR**

	<i>Muestra 1</i>	<i>Muestra 2</i>	<i>Muestra 3</i>	<i>Muestra 4</i>	<i>Muestra 5</i>	<i>Muestra 6</i>
<i>Agradable</i>						
<i>Desagradable</i>						
<i>Otros</i>						

**OLOR.**

	<i>Muestra 1</i>	<i>Muestra 2</i>	<i>Muestra 3</i>	<i>Muestra 4</i>	<i>Muestra 5</i>	<i>Muestra 6</i>
Agradable						
a leche						
Amargado						
Fermentado						
Desabrido						
Otros						



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN  
U.N.A.M.  
SECRETARÍA GENERAL  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS PECUARIAS  
SECCIÓN DE MEDICINA PREVENTIVA

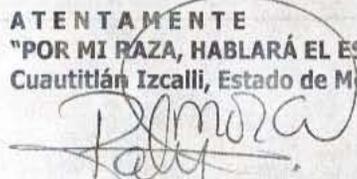
**Asunto:** Solicitud de apoyo para trabajo de tesis

**IBQ. SATURNINO MAYA RAMÍREZ**  
**RESPONSABLE DE LABORATORIO DE**  
**CIENCIA BÁSICA**  
**Presente**

Por el conducto, me dirijo a usted, para solicitarle muy atentamente, que el alumno De la O Albarrán Juan David, con número de cuenta 30027005-9, pueda verse favorecido con su apoyo para llevar a cabo la **determinación del contenido de proteína en 30 muestras de queso panela**, como parte de su trabajo de tesis de licenciatura "Utilización de las proteínas del lactosuero para aumentar el rendimiento del queso panela". En el entendido de que el estudiante, realizará las pruebas en sus instalaciones bajo su supervisión y en los horarios que usted amablemente disponga para este fin.

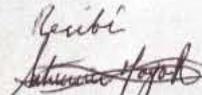
Agradeciendo de antemano la atención que se sirva a dar a la presente, aprovecho la oportunidad para enviarle un saludo y ponerme a sus órdenes para cualquier aclaración al respecto en el 56 23 1992 o en el correo electrónico [mormed2001@yahoo.com.mx](mailto:mormed2001@yahoo.com.mx)

**ATENTAMENTE**  
**"POR MI RAZA, HABLARÁ EL ESPÍRITU"**  
Cuautitlán Izcalli, Estado de México; a 20 de Octubre de 2009

  
**MCV. PATRICIA MORA MEDINA**  
**PROFESORA DE LA SECCIÓN**

Tel. 56 23 1992  
Fax. 58 70 5665  
Correo electrónico [mormed2001@yahoo.com.mx](mailto:mormed2001@yahoo.com.mx)

Ccp. Interesado  
Archivo

  
6/NOV/09



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

Solicitante: Juan David de la O Albarrán  
Muestra: Queso tipo panela  
Análisis solicitado: Proteína Cruda

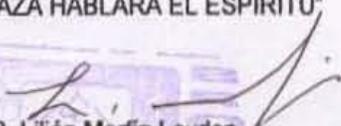
RESULTADOS

	1a	1b	1c
Proteína Cruda (%N X 6.38)	10.12. %	10.16 %	10.24 %
Promedio		10.24%	

6.38 = Factor para leche y productos lácteos

Cuatitlán Izcalli, México a 09 de diciembre del 2010.

Atentamente  
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"

  
Q.B. Lilián Morfín Loyden  
Responsable del área de Bromatología





UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

Solicitante: Juan David de la O Albarrán  
Muestra: Queso tipo panela 11 de febrero 2011  
Análisis solicitado: Proteína Cruda

RESULTADOS

Repetición	% PC	Promedio % PC
1	14.96	14.95
2	15.02	
3	14.89	

6.38 = Factor para leche y productos lácteos

Cuautitlán Izcalli, México a 14 de febrero del 2011.

Atentamente  
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"

  
Q.B. Lilián Morfín Loyden  
Responsable del área de Bromatología

TM



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTILÁN

Solicitante: Juan David de la O Albarrán  
Muestra: Queso tipo panela 24 de enero 2011  
Análisis solicitado: Proteína Cruda

RESULTADOS

Repetición	% PC	Promedio %PC
1	12.30	12.64
2	12.99	

6.38 = Factor para leche y productos lácteos

Cuatitlán Izcalli, México a 14 de febrero del 2011.

Atentamente  
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"

Q.B. Lilián Morfín Loyden  
Responsable del área de Bromatología





UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTILÁN

Solicitante: Juan David de la O Albarrán  
Muestra: Queso tipo panela 12 de enero 2011  
Análisis solicitado: Proteína Cruda

#### RESULTADOS

Repetición	% PC	Promedio %PC
1	12.77	12.88
2	12.99	

6.38 = Factor para leche y productos lácteos

Cuautitlán Izcalli, México a 14 de febrero del 2011.

Atentamente  
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"

  
Q.B. Lilián Morfín Loyden  
Responsable del área de Bromatología

M V Z



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

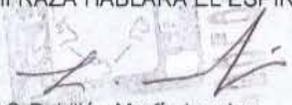
Solicitante: Juan David de la O Albarrán  
Muestra: Queso tipo panela 25%  
Análisis solicitado: Proteína Cruda

Repetición	RESULTADOS	
	% PC	Promedio % PC
1	13.27	13.29
2	13.50	
3	13.10	

6.38 = Factor para leche y productos lácteos

Cuatitlán Izcalli, México a 25 de febrero del 2011.

Atentamente  
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"



Q.B. Lilián Morfin Loyden  
Responsable del área de Bromatología



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

Solicitante: Juan David de la O Albarrán  
Muestra: Queso tipo panela 75%  
Análisis solicitado: Proteína Cruda

Repetición	RESULTADOS	
	% PC	Promedio % PC
1	13.61	13.67
2	13.61	
3	13.80	

6.38 = Factor para leche y productos lácteos

Cuatitlán Izcalli, México a 25 de febrero del 2011.

Atentamente  
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"

  
Q.B. Lilián Morfín Loyden  
Responsable del área de Bromatología



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

NOMBRE DE LA ENTIDAD O DEPENDENCIA  
CLAVE: 441.01  
SECRETARÍA O UNIDAD ADMINISTRATIVA  
SERVICIOS GENERALES



SOLICITUD ÚNICA DE SERVICIOS

FECHA 14 DE FEBRERO DE 2011



FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES AAUTLÁN

15 FEB 2011

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS PECUARIAS

UNIDAD RESPONSABLE LABORATORIO DE NUTRICIÓN  
NOMBRE DEL USUARIO DAVID DE LA O'ALBARRAN

TELÉFONO/E-MAIL

RECIBIDO

SUPERINTENDENCIA DE OBRAS

DIVERSOS	
SALA DE JUNTAS	<input type="checkbox"/>
SALA AUDIOVISUAL	<input type="checkbox"/>
AUDITORIO	<input type="checkbox"/>
AULAS	<input type="checkbox"/>
EQ. AUDIOVISUAL	<input type="checkbox"/>
CAFETERIA	<input type="checkbox"/>
LIMPIEZA	<input type="checkbox"/>

CORRESPONDENCIA	
OFICIOS	<input type="checkbox"/>
IMPRESOS	<input type="checkbox"/>
PAQUETES	<input type="checkbox"/>
CORREO	<input type="checkbox"/>
MENSAJERIA	<input type="checkbox"/>
PROPIO	<input type="checkbox"/>

MANTENIMIENTO A EQUIPO Y VEHÍCULOS	
MECÁNICA	<input type="checkbox"/>
FABRICACIÓN	<input type="checkbox"/>
REFRIGERACIÓN	<input type="checkbox"/>
AIRE ACONDIC.	<input type="checkbox"/>
EQ. DE COMPUTO	<input type="checkbox"/>
REPARACION EQ.	<input type="checkbox"/>
OTRO	<input type="checkbox"/>

VIGILANCIA PARA EVENTOS	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

REPRODUCCIÓN Y ENGARGOLADO	
FOTOCOPIADO	<input type="checkbox"/>
ENGARGOLADO	<input type="checkbox"/>

TRANSPORTE	
LOCAL	<input type="checkbox"/>
FORNEO	<input type="checkbox"/>
PASAJEROS	<input type="checkbox"/>
CARGA	<input type="checkbox"/>

SERVICIOS A INMUEBLE			
ALBAÑILERÍA	<input type="checkbox"/>	ELECTRICIDAD	<input checked="" type="checkbox"/>
CARPINTERÍA	<input type="checkbox"/>	PLOMERÍA	<input type="checkbox"/>
HERRERÍA	<input type="checkbox"/>	PINTURA	<input type="checkbox"/>
CERRAJERÍA	<input type="checkbox"/>	OTRO	<input type="checkbox"/>

OTROS ESPECIFICAR

DESCRIPCIÓN DEL SERVICIO REPARACIÓN DEL EXTRACTOR DE LA CAMPANA DEL LABORATORIO DE NUTRICIÓN

FECHA Y HORA DEL SERVICIO

OBSERVACIONES:

URGE PORQUE SE ESTÁN METIENDO LOS OLORES A LOS LABORATORIOS, PARA EVITAR QUE SE INTOXIQUEN LOS ESTUDIANTES.

Fecha compromiso de entrega:

Fecha de Liberación (Fecha en que el servicio esta listo para su entrega al Usuario):

AUTORIZÓ

REALIZÓ EL SERVICIO

USUARIO

SECRETARIO O JEFE DE UNIDAD ADMINISTRATIVA O RESPONSABLE DE SERVICIOS GENERALES

NOMBRE Y FIRMA

NOMBRE Y FIRMA DE CONFIRMACIÓN AL RECIBIR EL SERVICIO EN LA FECHA ESTABLECIDA

Nota: Es necesario elaborar una solicitud por cada servicio requerido

F01 PSG Rev. 0