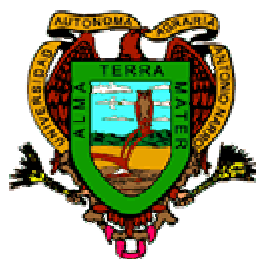


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL



**Efecto de la incorporación de proteínas de suero sobre el
rendimiento de quesos frescos.**

POR:

NEMECIO MARTÍNEZ MARTÍNEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Junio del 2004.

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL**

Efecto de la incorporación de proteínas de suero sobre el rendimiento
de quesos frescos.

Por:

NEMECIO MARTÍNEZ MARTÍNEZ

TESIS

Que se somete a consideración del H. Jurado examinador como requisito parcial
para obtener el título de:

INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

Aprobada por el comité de tesis.

Asesor Principal

M. C. Oscar Noé Reboloso Padilla

Sinodal

Sinodal

LIC. Laura O. Fuentes Lara

QFB. Carmen Pérez Martínez

Dr. Ramón F. García Castillo
Coordinador de la División de Ciencia Animal

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Junio del 2004.

AGRADECIMIENTOS.

A mi Alma Terra Mater por haberme dado la oportunidad de formarme en sus instalaciones y ser parte de ella y ser alguien en la vida para poder aportar los nuevos retos a la sociedad mexicana.

Al M. C. Oscar Noé Reboloso Padilla por ayudar en mi formación durante mi estancia como estudiante así como por aportar su valioso tiempo y conocimiento en mi trabajo final.

Al QFB. Carmen Pérez Martínez por apoyar en este trabajo.

Al LIC. Laura O. Fuentes Lara por participar en este trabajo ya que fue de mucha ayuda su colaboración.

Así como todos aquellos que me ayudaron de diferentes maneras para poder llevar a cabo este trabajo ya que fue de mucha ayuda sus comentarios y apoyos incondicionales.

A todos mis amigos de la generación de alimentos que compartieron su tiempo y amistad conmigo Juan, Bey, Celaya y a mis compañeros del paraíso 14, mil gracias por su comprensión y amistad que me brindaron durante mi estancia en Saltillo.

DEDICATORIA

Le doy gracias a dios por haberme protegido siempre y guiarme desde donde esta para que siguiera los buenos caminos y culminara con éxito una etapa de mi vida.

A mis padres:

FELIPE MARTÍNEZ OSORIO
VICENTA MARTÍNEZ SOLIS

Por todo su apoyo y esfuerzo que hicieron para que pudiera estudiar y por su cariño, comprensión y por estar siempre conmigo en las buenas y en las malas.

A mis hermanos por estar siempre conmigo y apoyarme en todo momento, y por todos sus consejos que me brindaron en todo momento mil gracias.

INDICE

Agradecimientos	i
Dedicatorias.....	ii
Índice de cuadros.....	iv
Índice de figuras.....	v
Resumen.....	vi
I.- INTRODUCCIÓN	
1.1.- Objetivo General.....	2
1.2.- Objetivos específicos.....	2
1.3.- Justificación.....	2
II.- REVISIÓN BIBLIOGRAFICA	
2.1.- La leche.....	3
2.2.- Composición de la leche.....	3
2.3.- El lactosuero lácteo.....	4
2.4.- Queso de suero.....	19
2.5.- El queso.....	22
2.6.- Aplicación de proteína de suero en la industria quesera.....	26
III.-MATERIALES Y METODOS	
3.1.- Materiales.....	28
3.2.- Metodología.....	28
IV.- RESULTADOS Y DISCUSIONES	
4.1.- Análisis del suero.....	34
4.2.- Estudios preliminares de aplicación de proteína.....	34
4.3.- Primera evaluación de los quesos frescos con mejor comportamiento en los estudios preliminares.....	35
4.4.- Segunda evaluación de los quesos frescos con mejor comportamiento en los estudios preliminares.....	37
4.5.- Análisis estadísticos de la evaluación del rendimiento de quesos fresco adicionando proteína de suero.....	38
4.6.- Análisis estadístico del análisis bromatológico de los diferentes quesos de proteína de suero.....	38
4.7.- Evaluación del rendimiento de quesos fresco adicionando de proteína de suero en diferentes estados físicos y concentraciones.....	40
4.8.- Representación gráfica del análisis del queso fresco adicionado proteína de suero en diferentes concentraciones.....	41
V.- CONCLUSIONES.....	45
VI.- REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	46
VII.- APÉNDICE.....	48

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Composición del lactosuero fresco.....	10
Cuadro 2. Proteínas del suero de la leche bovina.....	11
Cuadro 3. Composición del suero en polvo.....	11
Cuadro 4. Valor biológico (v. b.) para las ratas de las proteínas del pan y queso.....	25
Cuadro 5. Análisis bromatológico del suero de quesería después del proceso de obtención de proteína de suero.....	34
Cuadro 6. Rendimiento de queso fresco adicionando proteína húmeda.....	34
Cuadro 7. Rendimiento de queso fresco adicionando proteína en polvo.....	35
Cuadro 8. Rendimiento de queso fresco adicionando proteína en polvo humectada.....	35
Cuadro 9. Rendimiento de queso fresco adicionando proteína húmeda y humectada.....	36
Cuadro 10. Análisis bromatológico del queso fresco adicionando proteína de suero húmeda y humectada.....	36
Cuadro 11. Rendimiento de queso fresco adicionando proteína húmeda y humectada.....	37
Cuadro 12. Análisis bromatológico del queso fresco adicionando proteína húmeda y humectada.....	37
Cuadro 13. Análisis de medias en queso.....	38
Cuadro 14. Análisis de medias en humedad de quesos.....	38
Cuadro 15. Análisis de medias en ceniza de quesos.....	39
Cuadro 16. Análisis de medias en proteína de quesos.....	39
Cuadro 17. Análisis de medias en grasa de quesos.....	40

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Composición de la leche.....	3
Figura 2. Composición del queso.....	23
Figura 3. Rendimiento de quesos frescos con proteína de suero.....	40
Figura 4. Composición de humedad en queso fresco adicionando proteína de suero.....	41
Figura 5. Composición de ceniza en queso fresco con proteína de suero.....	42
Figura 6. Composición de proteína en queso fresco con proteína de suero.....	43
Figura 7. Composición de grasa en queso fresco con proteína de suero.....	44

RESUMEN

Este trabajo de investigación se realizó en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en el taller de lácteos y el laboratorio de nutrición y alimentos.

El suero es un líquido de color verdoso que se obtiene de la elaboración de los diferentes quesos y que casi no es aprovechado en la industria quesera, pero que contiene un alto valor nutritivo principalmente proteína sérica.

Al utilizar el suero se está recuperando una gran cantidad de nutrientes propios de la leche y se vuelen agregar para elevar a un más sus propiedades nutricionales.

Es por ello que en el presente trabajo de investigación se pretenderá extraer la proteína del suero por medio de procesos ya establecidos para posteriormente incorporarlas en el proceso de fabricación de quesos frescos con el objetivo de aumentar el rendimiento estos.

Así mismo se está ayudando a reducir la contaminación ya que estas descargas de efluentes demandan una gran cantidad de oxígeno.

Los tratamientos que se utilizaron para este trabajo son; testigo, proteína húmeda, en polvo y humectada a concentraciones de 5 y 10%.

Los resultados obtenidos nos muestran el aumento de rendimiento de los quesos obtenidos en comparación con el testigo estadísticamente fue significativo entre ellos y se determina que es rentable aplicación de proteínas de suero en quesos frescos.

I.- INTRODUCCIÓN

Los quesos representan una fuente de alimentación muy importante en México y además contiene un valor nutritivo es por ello la importancia de buscar mejorar sus características para el consumidor.

El suero de queso es el líquido resultante de la coagulación de la leche durante la elaboración del queso se obtiene tras la separación de las caseínas y de la grasa, constituye aproximadamente 90% del volumen de la leche y contiene la mayor parte de los compuestos hidrosolubles de esta. Diariamente se sacan toneladas de suero y solo una pequeña parte se aprovecha para sacar otros productos y todo lo demás se desperdicia cuando el suero contiene las proteínas solubles como son; las β -lactoglobulina, α -lactalbúmina, Seroalbuminas, inmonunoglobulinas y estas aplicadas en los alimentos en diferentes maneras tienen efectos muy benéficos.

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). Esta fuerza contaminante es equivalente a la de las aguas negras producidas en un día por 450 personas (Anónimo, 1).

Es por ello que se busca aprovechar el suero obtenido de los quesos ya que esta se sabe que contiene un valor nutritivo muy elevado, sus propiedades funcionales son favorables en algunos alimentos y contiene ciertas propiedades favorables para su diferente aprovechamiento.

Las proteínas del suero pueden también actuar especialmente cuando se han desnaturalizado como agentes emulsificantes de lípidos debido a su facultad de interaccionar con las partículas hidrófobas por una parte y con las moléculas del solvente por otra parte.

Se harán intentos de incorporar la proteína soluble en el proceso de obtención de queso en diferentes maneras y concentraciones esperando que estas se disuelvan en la leche y que ayuden a mejorar las características del queso para que siga teniendo competitividad en el mercado.

Por lo tanto en el presente trabajo se comprobara científicamente si la incorporación de proteína ayuda a aumentar el rendimiento en el queso y así encontrar una alternativa mas de aprovechamiento rentable de este subproducto.

Los equipos para transformar el lactosuero en polvo son lo suficientemente costosos como para que sólo pueda ser rentable su utilización para quienes procesan grandes volúmenes de leche por día (más de 300.000 litros). Sin

embargo, aquellas empresas que tienen acceso a los procesos de membrana, pero no a los de secado, pueden sacar provecho del líquido procedente de la filtración el mismo tiene entre 8 y 24% de sólidos, con distintas concentraciones de proteína, dependiendo del proceso utilizado-. Pero este líquido es un sustrato rico para el crecimiento de microorganismos contaminantes, por lo que es necesario tratarlo adecuadamente para que pueda ser utilizado directamente en la elaboración de alimentos(Engler, 2003).

1.1.- OBJETIVO GENERAL

Aplicar la proteína de suero en queso fresco para ayudar a mejorar el rendimiento y otras características.

1.2.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Extraer la proteína de suero dulce de quesería.

Obtener la proteína húmeda y secar la proteína para tenerla en polvo, para hacer las evaluaciones correspondientes

Hacer aplicaciones de proteína en queso en diferentes concentraciones para evaluar el efecto obtenido.

Determinar la forma mas adecuada de utilizar la proteína y cual ofrece mejor rendimiento.

Ayudar a reducir los costos de producción de queso fresco ya que en la industria los quesos sintéticos le están robando mercado.

1.3.- JUSTIFICACIÓN

El suero es un líquido obtenido en la elaboración de los diferentes quesos y diariamente se obtienen toneladas de suero y estas no se están aprovechando en su totalidad, solo una pequeña parte y la demás es tirada provocando una fuente de contaminación.

En este presente trabajo se pretende extraer la proteína de suero serica para su utilización en el mismo proceso del queso ya sea en forma húmeda o en polvo. Se evaluará el efecto de la incorporación de proteína en el queso fresco si la proteína adicionada ayuda a mejorar las características de este.

II.- REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

2.1.- LA LECHE

La leche de vaca es la que más se consume en la mayoría de los países del mundo, por tal razón, las discusiones aquí presentadas se refieren, en casi su totalidad, a ésta.

El departamento de Salud Publica de los Estados Unidos de Norte América, define a la leche así: "secreción láctea, prácticamente libre de calostro , obtenida por ordeño completo por una o mas vacas en buen estado de salud, dichas secreción láctea no debe tener menos de 3.25% de grasa de leche y no menos de 8.255 de sólidos no grasos de leche".

2.2.- COMPOSICION DE LA LECHE

El interés de saber acerca de los constituyentes de la leche, se basa principalmente en que la leche es un alimento humano de primera necesidad y para determinar su valor como tal es conveniente conocer la clase y cantidad de nutrientes que posee. La elaboración de lácteos, demanda también del conocimiento de los componente de la leche para proporcionar al mercado nuevos productos y así aumentar su consumo (Revilla, 1976).

En esta figura nos muestra como esta constituida principalmente la leche de vaca.

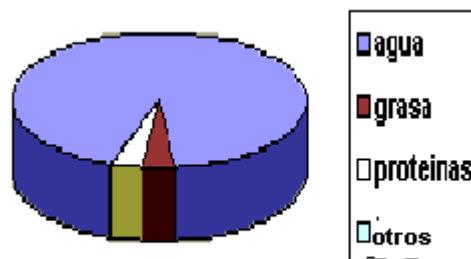


Figura 1. Composición de la leche (Garay, 2001).

Proteínas

El contenido promedio aceptado es de 1.15 gr/100 ml. La proporción entre proteínas del suero y caseína en la leche humana es de 80:20, la de la leche de vaca es de 20:80 y las proteínas de la leche humana consisten principalmente de alfa-lactoalbúmina, importante componente enzimático que es especie-específica del humano y la proteína predominante en la leche de vaca es la beta-globulina bovina, especie-específica para las vacas.

Grasas

Se eleva desde 2 a 4.5 gr/100 ml en la leche madura. Es el componente mas variable con elevaciones al final de la mañana y al inicio de la tarde y representan del 35-50% de las necesidades de energía, además de que aporta lipasa pancreática al mismo tiempo.

Lactosa

Es el principal carbohidrato de la leche humana, aunque también hay pequeñas cantidades de galactosa, fructosa y otros oligosacáridos. Aporta 40% de la energía necesaria para el Niño, facilita la absorción de hierro y promueve colonización de *Lactobacillus bifidus*.

Vitaminas

Sus concentraciones son adecuadas para las necesidades del niño. En el posparto, la concentración de Vitamina K son mas altas en el calostro y leche temprana que en la tardía. La Vitamina E es suficiente pero la D es baja a pesar de lo cual, no se ven casos de deficiencias de las mismas.

Minerales

La concentración de calcio, hierro, fósforo, magnesio, zinc, potasio y fluor, no son afectadas por la dieta materna pero están mejor adaptadas para los requerimientos nutricionales y capacidad metabólica del niño.

La alta biodisponibilidad del hierro de la leche humana es el resultado de una serie de complejas interacciones entre los componentes de la leche materna y el organismo del niño, de tal manera que mas del 70% del hierro de la leche materna se absorbe, comparado con el 30% en la leche de vaca.

Otros componentes

También hay hormonas como la oxitócina, prolactina, esteroides ováricos, adrenales y prostaglandinas y otras más, así como enzimas sumamente importantes como la lisozima y otras con acción y funciones inmunológicas (Anónimo, 2).

2.3.- EL SUERO LACTEO

Hasta hace un par de décadas la producción de la industria láctea tenía como contrapartida un derivado altamente contaminante: el lactosuero, un líquido que se separa de la leche cuando ésta se coagula para la obtención de queso.

Este subproducto, que generalmente se desechaba, contiene un poco más del 25 % de las proteínas de la leche, cerca del 8% de la materia grasa y aproximadamente el 95% de la lactosa (el azúcar de la leche), por lo que resulta un inmenso desperdicio de nutrientes no usar el lactosuero como alimento (Engler, 2003).

El lactosuero es un líquido que se obtiene por la coagulación de la leche en la elaboración de queso, una vez que se separan la cuajada del queso (la caseína) y la grasa.

Según el procedimiento utilizado para separar la cuajada del queso, es decir, según que haya sido empleada la coagulación ácida o la enzimática (por el cuajo), se obtendrá lactosuero dulce (por el cuajo) o lactosuero ácido (suero de Quark). El empleo de uno u otro procedimiento de separación de la cuajada del queso va a determinar también una diferente composición del lactosuero.

La acción del ácido láctico provoca, cuando la coagulación es puramente ácida, que el calcio abandone el complejo caseína-calcio y que se forme lactato de calcio, quedándose así la caseína sin la protección del calcio, lo que origina su precipitación (quark de la leche ácida).

-El lactosuero ácido contiene lactato de calcio.

Se sabe que cuando la coagulación de la leche se realiza por el cuajo, el complejo caseína-calcio se desdobra en paracaseinato de calcio y proteínas del suero, permaneciendo en este caso el calcio unido a las proteínas coaguladas.

-El lactosuero dulce contiene una cantidad mayor o menor de calcio dependiendo de que la coagulación se haya realizado en mayor o menor medida por la acidez o

por el cuajo. En el lactosuero dulce (por el cuajo), al carecer de calcio, no se pueden formar lactatos y aunque se someta a una acidificación no puede transformarse en lactosuero ácido (Spreed, 1991).

El lactosuero industrial, que es otra variedad de lactosuero, se obtiene coagulando las proteínas por la adición de otros ácidos, por ejemplo por la adición de ácido clorhídrico, de ácido sulfúrico o de ácido acético.

El contenido de grasa depende del que tuviera la leche de que sería empleada. Si el contenido de grasa del lactosuero es superior al 0.1 %, este se ha de desnatar. La nata obtenida se transforma en mantequilla de lactosuero o se utiliza para normalizar el contenido de grasa de los quesos.

El lactosuero contiene además vitaminas B₂, la lactoflavina, la responsable del color verde del lactosuero (Madrid, 1994).

La fabricación de queso, tanto por los sistemas tradicionales como los modernos dan inevitablemente lugar a la producción de una gran cantidad de suero (aproximadamente el 83% del volumen total de la leche empleada).

Resulta difícil separar el problema de la eliminación del suero del de la propia tecnología de la fabricación del queso, ya que la eliminación de aquel se está convirtiendo en uno de los problemas de mayor importancia desde el punto de vista industrial y de la salud pública.

Como el suero contiene nutrientes muy valiosos (como por ejemplo, proteínas, carbohidratos y minerales) no debe deshacerse sino aprovecharse para la alimentación humana y del ganado (Scott, 1991).

De los 23 billones de libras de suero que se producen anualmente en los EUA, alrededor del 25% corresponden al suero ácido (pH 4.7) obtenido de la producción de queso cottage. El resto es suero dulce de cuajo (pH 6.2) del queso cheddar, del suizo y de los quesos especiales. El suero de caseína, que se produce en poca cantidad en este país, contiene el ácido precipitante, ya sea clorhídrico, sulfúrico o láctico de formación natural. En otros países se producen billones de libras de suero principalmente en Europa, Australia y Nueva Zelandia. En cada área productora de suero el problema de utilizarlo o descartarlo a las corrientes fluviales o drenajes está sujeto a una investigación intensa de nuevos usos que sean lucrativos (Desrosier, 1983).

Características generales

El suero de leche o suero de queso es el líquido resultante de la coagulación de la leche durante la elaboración del queso se obtiene tras la separación de las caseínas y de la grasa, constituye aproximadamente 90% del volumen de la leche y contiene la mayor parte de los compuestos hidrosolubles de esta. Su composición varía dependiendo de las características de la leche y de las condiciones de elaboración del queso de que proceda, pero, en términos generales, podemos decir que el suero contiene: 4.9% de lactosa , 0.9% de

proteína cruda, 0.6% de ceniza, 0.3% de grasa, 0.2% de ácido láctico y 93.1% de agua. Aproximadamente 70% del nitrógeno total (proteína cruda), corresponde a proteína verdadera, la cual tiene un valor nutritivo superior al de la caseína (198), y esta compuesta por la β -lactoglobulina, la α -lactoalbumina, las inmunoglobulinas, la proteasa-peptona y las enzimas nativas; el resto lo forman aminoácidos, urea, creatina, amoníaco y ácidos nucleicos. Además, el suero contiene las proteínas hidrosolubles de la leche.

El suero de leche, según su acidez, se divide en tres tipos: suero dulce con pH mayor a 5.8, suero medio ácido con pH entre 5.8 y 5.0, y suero ácido con pH menor a 5.0. En México, el suero de queso que se produce es principalmente dulce y medio ácido.

La producción mundial de suero se estimó en 1981 en 90 millones de toneladas, la cual se ha incrementado en años recientes; los países productores más importantes son en orden decreciente: Estados Unidos, Francia, Alemania, Italia, la antigua Unión Soviética y Holanda. Estados Unidos es el principal país productor de quesos en el mundo y, por lo tanto, es el que más suero genera; en 1981 produjo 32 millones de toneladas.

En México la producción de suero de leche se incrementa año con año: de acuerdo con los datos de producción de queso de la Cámara de Productos Alimenticios Elaborados con Leche (CPAEL85), se puede estimar que en 1980 se produjeron 914 mil toneladas de suero; en 1984 la cantidad de este subproducto fue de 1.15 millones de toneladas, y solo al año siguiente se incrementó a 1.3 millones de toneladas. Las proyecciones son que para 1990 la producción se habrá incrementado en 43% y para 1995 en 85% con respecto a la cifra de 1985. Las 1.3 millones de toneladas de suero producidas en 1985 contienen 62 mil toneladas de lactosa y 6 mil toneladas de proteína verdadera, lo cual puede satisfacer el requerimiento calórico durante un año de 260 mil personas adultas y el requerimiento proteico de 390 mil de éstas.

Debido a su capacidad contaminante, con una DBO de 30 000 a 50 000 mg/l, y al valor nutritivo de los componentes del suero de leche, en todo el mundo se ha realizado considerables esfuerzos dirigidos a su aprovechamiento, tanto a nivel de investigación tecnológica como a políticas gubernamentales que alienten o presionen a los industriales a hacer uso de este subproducto evitando que sea vertido al seno de recursos acuíferos donde resulta altamente perjudicial.

Existe a nivel mundial una gran variedad de tecnologías para la utilización del suero de leche; sin embargo, recientemente la biotecnología ha abierto alternativas muy interesantes para ello, fundamentalmente porque permite la transformación de la lactosa, sólido más abundante en el suero pero con poca demanda y escaso valor, en productos de mayor valor agregado (García et al., 1999).

Calidad del suero

Los sueros de quesería varían de acuerdo con el tipo de queso elaborado y por tanto también su contenido en proteínas, sales, ácidos grasos, lactosa o ácido láctico.

En algunos casos el queso es de importancia secundaria siendo de mayor interés la obtención de suero con poca acidez. Tal es el caso cuando se trata de la suplementación de dietas o de la elaboración de alimentos para niños o inválidos, para lo que se requiere un suero en bajo contenido de ácido láctico (0.12-0.13% de acidez). Este tipo de suero resulta también muy adecuado cuando lo que se persigue es una mayor concentración de lactosa no degradada en los mismos.

Los sueros procedentes de quesos blandos o quesos de veteado azul son más ácidos (0.18-1.25% de acidez), pero los procedentes de quesos muy prensados lo suelen ser más (0.22-0.4%). Los sueros obtenidos durante el corte de la cuajada de los quesos texturizados (Edam) son menos ácidos que los que se obtienen durante la texturización o el prensado.

Los del prensado suelen tener una elevada concentración de sal, por lo que no pueden emplearse directamente para la alimentación del ganado.

La tendencia actual, es, por tanto, hacia la obtención del suero por separado, para someterlo a su tratamiento posterior o para su eliminación. La concentración de lactosa en el suero es bastante constante pero depende de la producción de lactosa original que ha sido degradada a ácido láctico. El contenido proteico depende de su mayor parte del tipo de coágulo y de su tratamiento y la presencia en el mismo de partículas de cuajada puede aumentarla considerablemente.

También el porcentaje de grasa en el mismo depende en su mayor parte del tratamiento que se dio a la cuajada y una manipulación poco cuidadosa de la misma también lo incrementa. Aunque el contenido en sales suele ser bastante constante, depende de la adición a la leche de algunos compuestos como nitratos, etc., pero muy especialmente de cloruro o hidróxido cálcicos.

Tanto el tamizado como el centrifugado del suero modifican su contenido en grasas y proteínas. De hecho constituye una práctica corriente en muchas queserías la recuperación de la grasa del suero por centrifugación para la elaboración de mantequilla. El rendimiento normal de este proceso es de unos 13.6 kgs., de mantequilla por cada 4.500 litros de suero. Una medida muy real de la eficacia del proceso de elaboración de queso que está siendo empleada eficazmente en las fábricas, se basa en la cantidad de cuajada que puede recuperarse a partir del suero por tamizado o centrifugación. Si esta es grande indica: o bien un manejo inadecuado de la cuajada, o un cuajo defectuoso por falta de cuajo, falta de capacidad de retención de calcio por la misma, o también que la leche empleada era inadecuada para la fabricación (Scott, 1991).

Valor nutritivo

El valor nutritivo del suero es alto en algunos aspectos pero bajo en otros. La grasa y la mayoría de las proteínas se han concentrado en el queso. Sin embargo, el valor biológico de las proteínas restantes del suero es mas alto que el de la caseína, pero su concentración es baja. El calor excesivo durante el procesamiento, en especial durante el secado del suero en rodillos, puede disminuir su contenido en aminoácidos haciendo que no estén disponibles biológicamente, en especial la lisina.

La mayoría de la lactosa y los minerales permanecen en el suero dulce, menos en el suero ácido (fermentado). En algunas personas que no tienen capacidad para hidrolizar los azúcares existe una intolerancia a la lactosa ; esto produce trastornos abdominales temporales. Como el 17% de los sólidos del suero son lactosa, la cantidad de suero que pueden consumir las personas intolerantes a la lactosa es limitado. Los sólidos del suero pueden hacer una contribución nutricional positiva a los alimentos cuando se utilizan a niveles de 3 a 10% de sólidos.

Cuando el suero se concentra y se seca hay un incremento aproximado de 11 veces en el contenido de sólidos y este aumento en concentración se refleja en un aumento en la mayoría de las vitaminas (Desrosier,1983).

Propiedades funcionales

El lactosuero o suero de quesería es un líquido pobre en extracto seco (5 a 6.5%) que se altera rápidamente bajo la acción de diversos microorganismos; debe utilizarse o tratarse sin dilación. En todos los casos, es preciso tener en cuenta su origen:

1. Lactosuero dulce, procedente de la coagulación por el cuajo de leches no ácidas; es conveniente para todas las transformaciones y utilidades mencionadas mas adelante; su acidez varia, de 15 a 25⁰ Dornic, según las fabricaciones.

2. Lactosuero ácido, procedente de la fabricación de quesos frescos de pasta blanda, o bien de la fabricación de la caseína láctica; debe neutralizarse previamente, para la mayor parte de sus aplicaciones. El contenido de lactosa se reduce a causa de la fermentación láctica, y la acidez puede elevarse hasta 120⁰D (Robinson,1991).

Propiedades funcionales del suero

Solubilidad

Agente de volumen

Formación de espuma y aeración

Emulsificación

Gelificación (calor o frío)

Baja viscosidad (Romo, 2003).

También se sabe que:

- Es posible gelatinizar las proteínas derivadas del suero sin la presencia de calor, alterando el ambiente iónico (por ejemplo, agregando calcio u otras sales o modificando el pH). Factor muy importante para la producción de algunos productos reducidos en grasa.
- En teoría, si se alteran las estructuras de gelatinización, sería posible crear un impacto en la percepción del sabor, de tal forma que se puedan elaborar alimentos modificados, tales como productos bajos en grasa que sean comparables a productos similares con grasa. Es decir, si se manipula la estructura de la gelatinización se afectarían las condiciones físicas que afectan la retención o liberación del sabor.
- Es factible conseguir una proteína aislada selectivamente de suero que se comporte como un portador de materiales de grasa solubles, vitaminas y ácidos grasos esenciales, lo que eliminaría el inconveniente de conservar concentraciones adecuadas de estos componentes en sistemas bajos en grasa. Estas proteínas derivadas de la leche, pueden ser muy útiles para llegar a una buena estabilización de moléculas de grasa solubles.

Se está investigando la habilidad que las proteínas derivadas del suero pueden tener para estabilizar los alimentos congelados. La teoría es que debido a la forma en que las proteínas derivadas del suero estructuran el agua, es factible de alguna manera alterar la estructura del agua en postres lácteos congelados, retardando el crecimiento de los cristales de hielo.

Se ha encontrado que el impacto de las proteínas en el tamaño de los cristales de hielo, depende del tipo de proteína, y que las proteínas no retardaron el crecimiento de los cristales de hielo, pero los produjeron de menor tamaño inicial. Por lo que se está investigando la relación entre el crecimiento de los cristales de hielo y la influencia de varias fracciones de suero y tipos de azúcar (Anónimo, 3).

Composición

El suero contiene la mitad de los sólidos de la leche original; la grasa y gran parte de la proteína se eliminan en la fabricación de queso. En el cuadro 1 aparece la composición del suero. En realidad el suero es una solución de lactosa al 5% que contiene 2% de otros componentes de leche. Contiene casi tanta riboflavina como la leche. El suero ácido contiene mas calcio y fosfatos que el suero dulce debido a la acción disolvente del ácido que se utiliza para precipitar la caseína. La grasa residual (0.3%) en el suero de queso dulce se recupera por separación centrifuga.

La proteína se calcula del contenido de nitrógeno del suero o de las fracciones separadas de este. El suero que no esta tratado para separar su proteínas contiene β -lactoglobulina, α -lactoalbumina, albumina del suero, globulina del suero y otras proteínas desnaturizables por calor. El tratamiento de la leche con cuajo

deja en el suero un macropéptido que tiene un peso molecular de 8 000; este macropéptido se rompe de la K-caseína en la etapa inicial del proceso de coagulación. La proteína del suero puede separarse por calor o calor y ácido y utilizarse en la preparación de alimentos (Desrosier,1983).

En el siguiente cuadro se muestra la comparación del suero dulce y ácido en %.

Cuadro 1. Composición del lactosuero fresco¹

	Suero dulce	Suero ácido
Agua	93-94%	94-95%
Extracto seco	6-7%	5-6%
Lactosa	4.5-5%	3.8-4.2%
Ácido láctico	Trazas	Hasta 0.8%
Proteína	0.8-1%	0.8-1%
Ácido cítrico	0.15	0.1%
cenizas	0.5-0.7%	0.7-0.8%
Valor de pH	6.45	Aprox. 5
	(índice de SH 4)	(índice de SH-20-25)

¹Roeder, G: Grundzüge der Milchwirtschaft und des Molkereiwesns.Hamburg und Berlin: Verlag Paul Parey 1954. (Obtenido de Spreed, 1991).

En el cuadro 2 se muestran las principales proteínas del suero de leche bovina

Cuadro 2. Proteínas del suero de leche bovina

Proteína	Concentración (g/litro)	Porcentaje de proteína del suero	Peso molecular aproximado
β-lactoglobúmina	3.0	54	18.300 (dímero 36.600)
α-lactoalbúmina	0.7	21	14.000
Seroalbuminas	0.3	5	63.000
inmunoglobulinas	0.6	10	Hasta 1 millón

(Marshall,1982 y Kinslerlla, 1985). (obtenido de Robinson, 1991).

En el cuadro 3 se muestra la composición del suero en polvo del dulce y ácido.

Cuadro 3. Composición del suero en polvo

	Suero dulce	Suero ácido
Proteína	13.0%	12.1%
Humedad	3.2%	3.5%
Lactosa	74.4%	70.0%
Grasa	1.1%	0.5%
Ceniza	8.4%	10.8%

(Romo,2003).

Minerales presentes en el suero en polvo son Na, Cl, Ca, Mg, y fosfatos. Suero en polvo ácido normalmente es alto en minerales.

Principales proteínas del suero

Con el nombre de proteínas del lactosuero se denomina al conjunto de sustancias nitrogenadas, que no flocculan cuando el pH de la leche se lleva a 4.6. Por lo mismo también son nombradas proteínas solubles. Constituyen el 17 % del total de las proteínas de la leche de vaca. Las principales proteínas que componen el lactosuero son: α -lactoalbúmina, β -lactoglobulina, Inmunoglobulina, Seroalbúmina, Proteosa-peptona, Proteínas menores. (Santos,1981).

β -lactoalbumina: Esta es la proteína principal del lactosuero, constituye alrededor del 50% del total de las proteínas solubles. A temperatura ambiente la β -lactoglobulina de la leche no parece ligarse a otras fracciones proteicas. Por el contrario durante el calentamiento forma un complejo con la caseína K. Siendo este más estable que los componentes separados debido a que el enlace se hace por puentes de disulfuro. La β -lactoglobulina es la principal portadora de grupos sulfhídricos, que son fácilmente separados durante la desnaturalización y que intervienen en la formación del sabor a cocido de la leche hervida.

La *β -lactoalbumina* es una proteína de gran valor nutritivo. Se han preparado hidrolizados enzimáticos con los que se suplementan las dietas de reanimación para convalecientes, ya que muchos de los péptidos que se obtienen pueden ser absorbidos directamente por el intestino. También a partir de hidrolizados de *β -lactoalbumina* se pueden preparar leches con bajo contenido de fenilalanina, las cuales se utilizan en la alimentación de recién nacidos que padecen fenilcetonuria, una enfermedad de origen genético en la que no se puede metabolizar la fenilalanina, y que causa, entre otros problemas, retardo mental. De la α -lactoglobulina puede obtenerse otra exorfina, el péptido tirosina, leucina, leucina, fenilalanina (Tyr-Leu-Leu-Phe), el cual es farmacológicamente semejante al que se obtiene a partir de la α -lactoalbúmina. Finalmente, además de poseer buenas propiedades espumantes, la *β -lactoalbumina* puede ser usada para la fortificación de bebidas soft y jugos de fruta gracias a su gran solubilidad y estabilidad (Grasselli, y Cascone 1996).

α -lactoalbúmina: Esta proteína constituye alrededor del 22% del total de proteínas del lactosuero. Se caracteriza por su bajo peso molecular (17000), también tiene un contenido elevado de triptofano (7.2%). La α -lactoalbúmina tiene como actividad biológica, el de intervenir en la biosíntesis de lactosa (Santos, 1981).

La α -lactoalbúmina es una proteína extremadamente rica en el aminoácido triptofano -alrededor del 6% en peso-, y es quizás la de más bajo costo con estas características. A partir de ella pueden obtenerse fragmentos -denominados

péptidos- que contienen triptofano, los cuales son precursores de la serotonina, una sustancia que regula la vigilia y el sueño. También por hidrólisis de la α -lactalbúmina se obtiene un péptido formado por la unión secuencial de los aminoácidos tirosina, glicina, leucina y fenilalanina (Tyr-Gly-Leu-Phe), el cual es una exorfina -o morfina exógena-, ya que posee acción opiácea. Este compuesto podría ser utilizado en el tratamiento de trastornos psicossomáticos (Grasselli, y Cascone 1996).

Seroalbúmina: Esta fracción parece ser idéntica a la albúmina del suero sanguíneo. Tiene el mismo peso molecular (69 000), la misma movilidad electroforética e iguales propiedades inmunológicas. Constituye el 5% del total de las proteínas solubles.

Inmunoglobulinas: La leche contiene dos globulinas, que presentan grandes similitudes con la gama globulina del suero sanguíneo. Su peso molecular es cercano a 180 000, contienen un grupo prostético glicocídico y poseen las propiedades inmunológicas de la gama globulina. Son las moléculas mayores que se encuentran en la leche. Son también las primeras en desnaturalizarse durante el calentamiento. Las leches sanas contienen muy poca cantidad de estas globulinas (un promedio de un 0.6g/1, o sea 2% de las proteínas totales). Se ha demostrado en la fracción de las inmunoglobulinas la presencia de aglutininas, que provocan la aglutinación de ciertas bacterias, de esta manera desempeñan un papel importante entre las sustancias inhibitoras del desarrollo de microorganismos en la leche cruda.

Proteosas-peptonas: Estas sustancias de bajo peso molecular (10 000), se consideran dentro del grupo de las proteínas por flocular con el ácido tricloroacético al 12% y no dializarse. Son proteínas que no precipitan por calentamiento a 95-100°C, durante 30 minutos, como las demás proteínas del lactosuero.

Representan aproximadamente el 10% de las proteínas solubles. Su composición es distinta al resto de las proteínas del lactosuero, ya que contienen carbohidratos en proporción notable y además hasta un 6% de fósforo. En este grupo se engloban fundamentalmente 4 componentes denominados componentes 3,5,8, rápido y 8 lento. El componente 3 se encuentra exclusivamente en el suero lácteo.

Es rico en hexosas (7%), hexosaminas (6%) y ácido siálico (3%), pero pobre en fósforo (0.5%). Los tres componentes restantes son menos ricos en carbohidratos y ácido siálico, pero más ricos en fósforos, se encuentran tanto en el suero lácteo, como en las micelas. Las proteosas-peptonas, también se encuentran formando parte de la película del granulo de grasa.

Proteínas menores: En este grupo encontramos proteínas que son difíciles de clasificar. Entre ellas tenemos las transferrinas o proteínas rojas, las lactolinas y las proteínas de la membrana del glóbulo de grasa. En conjunto representan aproximadamente el 5% de las proteínas del lactosuero (Santos, 1981).

Utilización del suero

Las practicas industriales y ecológicas sanas requieren que el suero se salve para propósitos constructivos. Las normas estatales y federales de calidad del agua materialmente han eliminado la practica de desechar el suero en ríos y corrientes.

La mayoría de los municipios están cobrando una cuota basada en la DBO para el desecho en los drenajes de la ciudad. El suero contiene 6.3% de sólidos orgánicos. Su demanda biológica de oxigeno (DBO) es la cantidad de oxigeno disuelto que la muestra absorbe expresada en partes por millón (ppm). La medida de la DBO en un periodo de 5 días se expresa como DBO₅. El DBO₅ de 45 kg de suero de queso cheddar es 3.5 y el equivalente de la población es 21. Así pues, se considera que 2.3 kg de suero provoca una contaminación igual al desperdicio de un individuo promedio. Una fabrica de queso que descarta 45 ton de suero al día requeriría de instalaciones de drenaje del tamaño de una población de 20 000 personas. Esto indica claramente la importancia del procesamiento del suero para obtener alimentos o productos alimenticios útiles.

Desde hace mucho se ha alimentado con suero a los cerdos y otros animales de granja, pero ahora parte de suministro esta logrado mejores precios como ingrediente de alimentos. El ácido láctico, el alcohol y el vinagre fueron productos de suero durante muchos años. Sin embargo, hace poco el suero ha sido desplazado por materiales fermentables menos costosos, El suero es la materia prima para la producción de lactosa y la cantidad de lactosa fabricada esta limitada solo por los usos que puede encontrársele a este carbohidrato único.

Cantidades limitadas de sólidos de suero pueden utilizarse en la fabricación de quesos para untar y quesos procesados y han sido desplazados gradualmente por la leche baja en grasa que se utiliza en pastelerías, dulces y helados. Es especialmente adaptado a los productos de panaderías dulces porque produce una textura suave como de pastel. En helados, la adición de sueros se permite en una cantidad que no exceda un 25% de sustitución de los sólidos no grasos de leche. Cuando se emplea para aumentar los sólidos de leche mas que para sustituirlos se produce una mejoría en cuerpo y en sabor. De 10 a 15% de los sólidos en caramelos y dulces pueden ser sólidos de suero con lo que mejora el cuerpo y el sabor de estos dulces. Nutricionalmente el suero puede ser un importante ingrediente en las bebidas y refrescos con sabor a fruta.

Las proteínas del suero y las fracciones de lactosa se preparan para la fabricación de alimentos con varios procesos de fraccionamiento o concentración. Con frecuencia no se requiere un alto grado de pureza cuando el suero va a utilizarse directamente en alimentos. La electrodiálisis eliminara parte de las sales a partir de las cuales ya pude haberse eliminado algo de la lactosa. El fraccionamiento por ultrafiltración (membranas UF, una forma de osmosis inversa) es un proceso de desarrollo reciente que se ha hecho posible por la disponibilidad de membranas de larga duración. En forma típica, una membrana de separación puede eliminar el 90% de suero de queso cottage como una solución que contiene 80% de la

lactosa y mas del 90% de las cenizas. La fracción residual de alta proteína se asemeja a la de leche descremada en sus proporciones de lactosa, proteína y sales. Así pues, podría elaborarse un concentrado seco de proteínas que contuviera 33% de proteína y 52% de la lactosa.

La permeacion en geles puede utilizarse para obtener fracciones con alto contenido de proteína haciendo fluir el suero sobre una columna empacada con un gel adecuado (Sephadex) que retiene las moléculas mas pequeñas de sales y lactosa. La separación puede ser mas efectiva si primero se hace una separación con membranas de ultrafiltración. Este concentrado puede contener hasta el 80% de sus sólidos como proteína. La concentración de proteína de 60 a 75% de sólidos también pueden producirse diluyendo el primer concentrado UF con agua y refiltrándolo.

Los aspectos económicos de la utilización del suero con los que gobiernan principalmente su disposición final. Este tiene muchos usos posibles, pero el costo para prepararlos para propósitos especiales no debe hacer que pierda su posición competitiva con materiales alternos. Cuesta casi tanto secarlo y embolsarlo como otro ingrediente en alimentos (alrededor de 8 centavos por kilogramo). En forma liquida no procesada puede darse a los cerdos o recircularse de nuevo a las vacas, pero de nuevo los costos de manejo casi no se recuperan como nutrientes disponibles para el animal. Sin embargo, el procesarlo a precio de costo es mejor que pagar una multa de acuerdo a la DBO por desecharlo a los drenajes. Los sólidos de suero son valiosos como alimento para los humanos, especialmente cuando se preparan de ellos composiciones de alto contenido de proteína. Estas también deben competir con la caseína, la proteína vegetal y la clara de huevo (Desrosier,1983).

Realmente, la eliminación del suero merece, por si misma, que se trate en una obra aparte pero no estará de mas hablar aquí brevemente de este tema.

Los queseros han considerado durante muchos años que el suero era un producto de desecho. Tradicionalmente una parte del suero producido se ha ido empleando en la alimentacion de cerdos, pero el resto se vertia al mar, a los ríos , canteras, minas o lugares mas o menos adecuados. Sin embargo en los últimos veinte años su empleo en agricultura y en la alimentacion de los cerdos ha variado como consecuencia de los cambios experimentados en los sistemas de cultivo. Las modernas medidas tendentes a paliar la solución impiden la utilización de los ríos y torrentes como lugar de vertido. Por otro lado se a tomado conciencia su elevado valor nutritivo, tanto para el hombre como para los animales, lo que ha motivado la iniciación de investigaciones para el descubrimiento de nuevos métodos de aprovechamiento (Scott, 1991).

Ejemplos de aplicaciones del suero

1.-Desnatado batido de la crema =mantequilla de suero.

2.- Lactosuero liquido:

a) Alimentación animal (especialmente cerdos).

b) Alimentación humana (muy limitada):

- Bebidas fermentadas o aromatizadas.

- Preparación de sorbetes, galletas, etc.

3.- Lactosuero concentrado o desecado =jarabe, pasta y lactosuero en polvo:

a) Alimentación animal.

b) Galletas, panadería, confitería.

c) Fabricación de lactosa por el procedimiento del alcohol (a partir del polvo).

d) Fabricación de quesos fundidos.

4.- Calentamiento a 95°:

= proteínas precipitadas:

a) Productos para alimentación humana: “serac”, lactoalbúmina.

b) Productos para alimentación animal; proteínas desecadas, hidrolizados de proteína.

= aguas madres, que por concentración y cristalización dan lactosa:

a) Alimentación infantil, farmacia.

b) Industria de la penicilina.

5.- Concentración y cristalización :

= Lactosa (mas arriba)

= Lactosuero sin parte de lactosa:

a) Extracción de proteínas.

b) Lactosuero en pasta (tras concentración), rico en proteínas y vitaminas.

6.- Fermentación:

+ Bacterias lácticas = ácido láctico:

a) Alimentación (conservas).

b) Industria textil, curtidos, etc.

+ Clostridios (fermentos butíricos) = ácido butírico, para la industria química.

+ Levaduras = alcohol:

a) Bebidas alcohólicas, “cerveza de suero”, etc.

b) Disolvente industrial, industria química.

c) Fermentación por bacterias acéticas = vinagre de suero.

7.- Lactosuero fermentado por cultivo con levaduras de panadería:

= producto concentrado o desecado para la alimentación animal.

8.- Obtención de vitamina B₂ (riboflavina), extraída de diversas aguas madres (Alais, 1986).

Procesamiento y tratamiento del suero

El suero dulce debe procesarse pocas horas después de ser eliminado de la cuajada del queso para preservar su calidad. El suero ácido producido en la fabricación de caseína o queso cottage es mas estable ya que el desarrollo de las

bacterias del ácido láctico y muchos otros organismos se inhibe cuando la acidez es baja, inferior a un pH de 4.7 aproximadamente.

La primera etapa en el procesamiento es la pasteurización a la cual sigue la concentración y el secado. La pasteurización se lleva a cabo a 82 o 96°C. Si debe evitarse la desnaturalización de las proteínas del suero, deberán emplearse temperaturas menores a 74°C. El suero se concentra al vacío hasta 40 o 50% de sólidos excepto en los nuevos procedimientos de osmosis inversa (OI). La OI puede utilizarse para concentrar pequeñas cantidades de suero (hasta 45 ton por día) a 25% de sólidos. Esta reducción en volumen facilita el embarque a una planta de procesamiento o secado central donde se dispone de equipo a gran escala para evaporación y secado. Debe disponerse cuando menos de 45 a 340 ton de suero al día para justificar la instalación de un evaporador al vacío o un secador por aspersión. Las grandes operaciones de secado del suero manejarán de uno a varios miles de toneladas de suero al día.

La mayor parte del suero que se procesa, se seca y así es preservado para su almacenamiento, embarque y manejo como alimento o ingrediente para alimentos animales. Con este propósito se requiere un producto no higroscópico. Como el 70% del suero seco es lactosa, que normalmente al secarse produce un vidrio higroscópico, en general la lactosa se cristaliza en el concentrado se produce un azúcar estable cristalina que no absorbe la humedad como la forma de jarabe. El polvo se envasa en bolsas de hoja múltiples con 23 o 45 kg de capacidad (Desrosier, 1983).

El suero requiere antes de su utilización, una pasteurización para destruir los microorganismos presentes (especialmente las bacterias lácticas). La neutralización del suero con sosa o hidróxido cálcico da lugar a la formación de lactatos que, si no se eliminan previamente, dificultan su utilización para la alimentación de terneros, etc. Por lo tanto antes de su empleo es esencial proceder a su neutralización y subsiguiente desmineralización. Esta puede realizarse por intercambio iónico, mediante un doble lecho de resinas, o por electrodiálisis, eliminando las sales a través de membranas adecuadas. Ambos sistemas resultan caros y su utilización solo resulta justificarse cuando el precio del producto final en el mercado es elevado (Scott, 1991).

Tratamientos aplicados al suero

1. La pasteurización es necesaria antes de sembrar con bacterias y levaduras, cuando el lactosuero se destina a la fermentación; se recomienda como base previa a toda utilización y no puede aplicarse más que al suero dulce.

2. La concentración permite tener un jarabe o producto pastoso; en este último caso la lactosa se encuentra parcialmente cristalizada. La concentración provoca un descenso del pH que favorece la conservación. La difusión de esta forma concentrada en algunos países, tienen por objeto facilitar el empleo del suero en la cría animal.

3. Desecación es mas difícil de realizar que en el caso de la leche, a causa de que la lactosa alcanza el 70% del extracto seco. Los procedimientos clásicos por medio de cilindros o por atomización, deben modificarse. Habitualmente se obtiene un polvo muy higroscópico, que tiene tendencia a pegarse. Una mejora consiste en provocar la cristalización parcial de la lactosa, como para la obtención de leche en polvo instantánea.

4. La separación de las proteínas del suero se obtiene por desnaturalización tras calentamiento a un pH cercano a 5.2, que es el punto isoeléctrico del componente mas abundante, la β -lactoglobulina. El lactosuero demasiado ácido se neutraliza con cal.

Tras desuerado y presión, la cuajada permanece húmeda a causa de su elevado contenido en proteínas, alrededor del 60% del extracto seco. Así se prepara la llamada "proteína verde" y, en la región del Gruyere, el "Serac" o "Serai". Para obtener una buena separación del "Serac" se calienta el lactosuero sin acidificar (10^0 D) a unos 90^0 ; a continuación se hace el cortado por adición de "Aisy" o vinagre.

El recocido es el nuevo suero desproteinado, que bajo fermentación láctica se convierte en "Aisy". El "Serac" se sala y a veces se ahuma; de esta forma se prolonga su conservación, que habitualmente es corta. El producto es, en efecto, muy sensible a la acción de las enzimas proteolíticas; la maduración le da un sabor muy fuerte. Los países escandinavos se interesan mucho por la fabricación del "queso de suero" llamado también "requesón".

Las proteínas separadas del suero, lavadas y secadas, dan la "lactoalbumina" que se emplea en algunas industrias alimenticias en lugar de la ovoalbumina o clara de huevo.

5. La separación de la lactosa se basa en sus propiedades de solubilidad. Tras la concentración del lactosuero desproteinado, o también del lactosuero bruto sin acidificar, se obtiene una solución saturada que cristaliza en el curso de la refrigeración. El rendimiento no es muy alto, de modo que solamente se separa el 50% de la lactosa. Se mejora el rendimiento eliminando las sales, que dificultan la cristalización, haciendo pasar el lactosuero por resinas cambiadoras de iones.

Un procedimiento original, mas reciente permite obtener la lactosa muy pura y con un rendimiento de 70%. La lactosa se extrae del lactosuero en polvo mediante alcohol etílico en caliente.

Las aguas madres que quedan tras la separación de la lactosa, son ricas en materias nitrogenadas y vitaminas, por lo que se emplean para la preparación de alimentos para el ganado.

6. Tratamientos especiales del lactosuero para la alimentación del ganado.

a) Eliminación de lactosa: El lactosuero es muy rico en lactosa; empleado puro tiene un efecto purgante; este inconveniente se elimina por medio de tres procedimientos.

- Hidrólisis de la lactosa en hexosas (glucosa y galactosa) por acción de lactasa, enzima extraída de los cultivos de levaduras en el lactosuero; mejora el sabor y las cualidades nutritivas;

- Eliminación de una parte de lactosa por cristalización tras concentración;

- Fermentación por medio de levaduras; se forma alcohol, que luego se extrae; el residuo es un excelente suplemento nitrogenado y vitamínico.

b) Enriquecimiento mediante levaduras de panadería. Estas levaduras se multiplican activamente en presencia del aire, que inhibe la fermentación alcohólica (efecto PASTEUR); es interesante aportar fósforo al medio. La lactosa, y también el ácido láctico, se transforma en materia seca de levadura, que posee un destacado valor alimenticio por su alto contenido de proteínas y vitaminas, especialmente las del grupo B. Pueden tratarse todos los lactosueros, sea cual sea su acidez.

Al final de la fermentación el producto líquido tiene 5% de extracto seco, del que 1.5 a 2% procede de la levadura. Puede consumirse tal cual si existe una explotación porcina adjunta, o concentrarse y luego secarse. El producto seco tiene una composición muy interesante desde el punto de vista nutritivo.

c) Incorporación del lactosuero concentrado o en polvo en mezclas de harina vegetales o de frutos.

d) Hidrólisis de las proteínas por una enzima o por el ácido clorhídrico en caliente. Se obtiene hidrolizados comparables a los de la caseína, pero mas ricos en lisina y en cisterna que estos últimos.

2.4.- QUESO DE SUERO

La necesidad de utilizar el suero de una forma mas conveniente ha impulsado la difusión de su utilización y de sus proteínas para la alimentación humana. La elaboración de queso a partir de suero es una técnica antigua todavía empleada en muchas zonas. En épocas antiguas la elaboración de estos quesos se realizaba especialmente en las granjas, principalmente de aquellas regiones montañosas en las que las cabras y ovejas cubrían las necesidades, tanto de leche como de carne.

Los quesos Mysost, Gjetost y Niesost noruegos son muy semejantes.

Todos los quesos de suero se elaboran de forma semejante, pero los ingredientes empleados en su elaboración son los que confieren las características que distinguen a las distintas variedades. El Flotemisost con suero de leche de vaca a la que se añade cierta proporción de leche o nata y el Blandet Gjesost con suero de leche de cabra a la que se ha adiciona cierta proporción de nata.

El Gudbarandsdalost se elabora con suero de leche de vaca a la que se le adiciona cierta proporción de crema o de leche de cabra y el Meger-Mysost con suero de leche de vaca a la que se adiciona cierta porción de leche. Para la elaboración de queso Pultost, Surost Suprim se emplea suero agrio y leche desnatada.

El queso constituye un alimento muy energético como indica el análisis del queso Gjetost que a continuación se incluye.

Grasa (Extracto Seco Total)	33%
Extracto seco total	82%(no incluye el agua de hidratación de la lactosa)
Grasa	28.5%
Proteína	12.05
Lactosa	36.0%
Ceniza	4.5%

Este queso que es dulce y con sabor cocido, cuando se elabora con leche de cabra es también algo picante.

Los métodos manuales de elaboración de quesos de suero como el Myzrithra (Grecia), apenas requieren mas utillaje que una cuba que permita el calentamiento para provocar la precipitación de las proteínas de suero. Sin embargo, los métodos mas sofisticados incluyen equipos para la concentración por evaporación de la mezcla de suero y otros componentes antes del cuajado. Esta mezcla esta constituida por suero, leche, leche desnatada y nata en unas proporciones que, dependen de cada variedad en cuestión. Para la concentración inicial pueden utilizarse evaporadores a vacío de múltiples etapas, pero la segunda concentración hasta un contenido en extracto seco total (EST) del 18% se realiza en un concentrador al alto vacío en el que se obtiene la viscosidad deseada y la reacción de Maillard (caramelización de los azucares) que contribuye al desarrollo del sabor. Las operaciones finales de enfriamiento mezcla y envasado están destinadas a provocar una cristalización de los azucares que evite el desarrollo de la (arenosidad).

La instrumentación para el control de la temperatura es una parte muy importante de estas instalaciones ya que esta resulta esencial para la evaporación y caramelización, y para el enfriamiento que provoca la cristalización de los azucares.

Los defectos mas corrientes de los quesos de suero son los que se indican a continuación.

- Desestabilización de la grasa, que provoca la exudación durante su manejo y agitación.
- Moteado producido por la mala distribución de las partículas de caseína.
- Color marrón oscuro, provocado por un calentamiento excesivo.

- ❑ Escasez de textura, provocado por la presencia de grasa láctea excesivamente dura, de leche agria o por una mezcla defectuosa de la grasa, la proteína y el agua.
- ❑ Textura excesivamente dura, provocado por un exceso de extracto seco total.
- ❑ Textura excesivamente blanda, producida por la presencia de grasa de bajo punto de fusión o escaso contenido en extracto seco total.
- ❑ Arenosidad, provocada por un enfriamiento excesivamente rápido que da lugar a la formación de cristales de lactosa excesivamente grandes.
- ❑ Sabor a cocido, por un calentamiento a una temperatura excesivamente elevada.
- ❑ Insipidez, producida por la insuficiencia caramelización de la mezcla, a coagular.
- ❑ Acidez excesiva producida por la utilización de leche muy ácida.
- ❑ Sabor a mohos provocado por el crecimiento de estos en la masa del queso o en su corteza.

Algunos investigadores han tratado sobre las instalaciones utilizadas para la elaboración de quesos de suero y este último autor también de los sistemas de elaboración de diversas de estas variedades.

Algunos autores han propuesto para incrementar el rendimiento quesero la adición a la leche de quesería de suero en polvo. Sin embargo otros opinan que las proteínas sericas tienden a debilitar la consistencia del queso y a provocar el desarrollo de aromas y sabores extraños durante su maduración. El suero en polvo deshidratado en rodillos o tambores no resulta adecuado para estos propósitos.

Requesón

Este queso se fabrica en varios países europeos, pero no en Gran Bretaña. Se obtiene precipitando las proteínas del suero mediante el calentamiento de suero ácido. El queso italiano Ricota y los escandinavos Mysost y Gjetost son tres de las numerosas variedades de requesones existentes.

El Mysost se fabrica en suero de leche de vaca y el Gjetost con una mezcla de suero de leche de vaca y de cabra. El suero se concentra, por ebullición hasta alrededor de $\frac{1}{4}$ de su volumen original. La masa se agita durante la cocción y a continuación se introduce en pequeños moldes. Estos requesones contiene un 10 % de agua y están formados principalmente por lactosa acaramelada (hasta un 40% además de los otros constituyentes del suero. Se conservan casi indefinidamente (Porter, 1981).

Procedimiento de obtención

Es este un queso, empleado en panadería, que esta constituido esencialmente por la proteína serica en forma líquida (80% de agua) o sólida (15%) obtenidas por prensado de la cuajada.

<i>Suero</i>	Desnatado
<i>Aditivos</i>	Neutralizado con fosfato o con hidróxido de calcio.
<i>Tratamiento térmico</i>	Se calienta a 91-96 ⁰ C por un procedimiento indirecto.
<i>Desuerado</i>	El suero se deja enfriar lentamente y a continuación se decanta (solución de lactosa).
<i>Prensado</i>	Se coge la proteína de suero en sacos de tela que se presan en una prensa de quesería durante 4 hrs; al cabo de este tiempo se voltean y se presan de nuevo.
<i>Envasado</i>	Se envasa en películas plásticas papel encerado, cartón encerado o vasijas de cerámica.
<i>Almacenamiento</i>	Se almacena hasta su uso en refrigeración protegiéndolo contra el crecimiento de mohos.
<i>Método alternativo</i>	Si va a utilizarse para panadería se emplea en forma líquida y de lo contrario se deseca según convenga (scott,1991).

2.5.- EL QUESO

Concepto de queso

Queso, es el producto fresco o madurado obtenido por coagulación y separación de cualquiera de los siguientes productos: leche, nata, leche desnatada (total o parcialmente), suero de mantequilla o de una mezcla de cualquiera de ellos.

Quesos frescos

Son quesos blandos no madurados obtenidos por coagulación con ácido de la leche desnatada. Tienen una textura blanda y suave y un sabor delicado y son un producto popular. El queso fresco se prepara inoculando la leche desnatada pasteurizada con cultivos de bacterias productoras de ácido láctico, *Streptococcus cremoris*; la cuajada resultante, se corta, calienta, lava y deseca. El queso fresco normalmente se empaqueta en pequeñas cajitas de cartón fino. Deben almacenarse en el refrigerador y usarse pasada una semana mas o menos después de su fabricación. No madura ni mejora durante su conservación porque su bajo contenido en ácido y su textura húmeda y abierta permite la proliferación de microorganismos, principalmente mohos, que crecen y se multiplican alterando al queso (Porter, 1981).

Etapas generales de elaboración de quesos

Recepción y pretratamiento

La leche cuando se recibe, se higieniza con el fin de eliminar las impurezas sólidas que procedan de la ganadería, una vez higienizada, la leche se homogeniza si se quiere que la leche tenga unos parámetros definidos de materia grasa, para ello se utilizan desnatadoras que a través de procedimientos centrífugos separa la grasa láctea. En el caso de no realizar tratamientos de homogenización, se dice que el queso se ha fabricado con leche entera.

Posteriormente si la leche no se fuera a someter al proceso de fabricación en ese mismo momento, se enfría a 3-4° , que es la temperatura óptima de conservación.

Tratamiento térmicos de la leche

Antes de comenzar la fabricación, bien con leche recién ordeñada, bien con leche refrigerada procedente de ordeños anteriores, la leche se puede someter a un proceso térmico a 70-80° durante 15-40 segundos, a dicho proceso se le llama pasterización y el objeto es eliminar microbios patógenos de la leche. Cuando este proceso no se aplica se dice que el queso está fabricado con leche cruda.

La leche pasteurizada puede presentar ciertas ventajas y desventajas respecto de la leche cruda:

Leche pasteurizada: Se han eliminado los microorganismos patógenos lo que minimiza el riesgo de ser perjudiciales para el hombre en quesos con curación menor a 60 días.

Leche cruda: Al no haber sido sometida a procesos térmicos los microorganismos “buenos” no han sido eliminados con lo que se obtiene un queso de gusto mucho más de intenso y sabroso.

El queso fabricado con leche cruda, es exquisito, y se puede consumir sin ningún problema siempre que tengan más de 60 días de curación, o bien con una maduración inferior si la leche procede de ganaderías higiénicamente aceptadas. Es importante decir que antiguamente, no se solía aplicar procesos térmicos a la leche puesto que no existían los pasteurizadores.

Llenado de cuba y adición de fermentos

Una vez que disponemos de leche tratada o no, térmicamente, esta se vierte en una cuba, llevándose a cabo un proceso de calentamiento hasta 25-30° temperatura, en la que se añaden cultivos de bacterias lácticas, fermentos, mohos cuya misión es que crezcan y aporten aromas y sabores que se desarrollarán en el proceso de maduración.

Coagulación

Acto seguido, se añade el cuajo (extracto obtenido del cuajar del estómago de los rumiantes –cuajo animal- o a partir de determinadas plantas –cuajo vegetal) Es en este momento cuando la leche pasa a transformarse en queso puesto que la caseína (la más importante proteína de la leche) es coagulada a unos 30-32°, englobando la mayor parte de la grasa y otros componentes. Otra forma de coagulación es la que se consigue mediante la acidificación de la leche, ya que si ésta se deja a temperatura ambiente, su acidez va subiendo progresivamente, hasta que adquiere un aspecto de cuajada ó de “leche cortada”. Mediante este sistema de fabricación se elabora el famoso queso Afuega'l Pitu.

En esta figura se presenta la composición química del queso fresco hecha a base de leche de vaca.



Figura 3. Composición del queso

Corte

Cuando la coagulación ha finalizado, la gran masa cuajada, pasa a ser cortada mediante cuchillas o liras, el objeto de cortar la masa es conseguir granos de mayor o menor tamaño dependiendo del suero que se quiera retener, normalmente un queso más húmedo está formado por grano más grande, que actúa a modo de “esponja”. Es en esta fase cuando se extrae el suero sobrante (suero = parte líquida de la leche que no ha sido aprovechada en la fabricación del queso) leche -> queso + suero.

Calentamiento

La pasta una vez ha sido cortada y desuerada, se procede al calentamiento entre 30 y 48° C, mientras es agitada para que los granos permanezcan separados y no se vuelvan a unir. Cuanto más se caliente el grano, más seco resultará el queso, puesto que el incremento de temperatura, provoca un mayor desprendimiento de suero. En función de la temperatura a la que ha sido sometida la pasta, hablamos de pasta blanda, pasta semicocida, pasta cocida.

Prensado

Finalizado el calentamiento, se procede al llenado de los moldes (recipientes que dan la forma y el tamaño al queso). Los moldes pueden ser sometidos o no a una presión exterior. Esta presión produce una expulsión del suero y permite al queso adoptar formas mucho más acentuadas. Hablamos de quesos de pasta prensada y quesos de pasta no prensada. Los “ojos” de los quesos, muchas veces se producen en esta fase, si el grano se prensa con mucho suero, se consigue que los granos se fundan entre sí y que por consiguiente NO haya ningún ojo. Si por el contrario los moldes se llenan con grano seco, el corte del queso aparecerá con gran cantidad de “ojos”. Salvo en casos muy contados, (butírico etc.), la presencia o no de ojos no supone un indicativo de que el queso sea mejor o peor.

Salado

Una vez el queso está prensado, se pasa a la fase del salado, ésta puede ser en seco, aplicándola directamente sobre la masa, o por inmersión en agua con sal o salmuera.

Madurado

La maduración es la última fase de la fabricación, ésta puede durar desde unas horas, hasta varios meses.

En la maduración se desarrollan una gran cantidad de aromas y sabores. La curación se lleva a cabo en zonas especialmente acondicionadas para ello, donde la temperatura y la humedad son las adecuadas para cada tipo de quesos. Estas bodegas de maduración pueden ser naturales, como las cuevas donde maduran los quesos de Cabrales o los de Picon-Tresvijo, o cámaras especialmente preparadas para ello.

A lo largo de la maduración, el queso va perdiendo progresivamente humedad mediante la evaporación. Esto provoca una disminución en su peso y un incremento también progresivo del extracto seco porcentual en el peso total del queso. Esto significa que si por ejemplo 1Kg. de queso, el primer día está compuesto por 450 grs. de materia seca y 550 grs. de agua, al cabo de un tiempo de maduración este queso, ya no pesará 1 kg., sino 900 grs., y la composición será, los mismos 450 grs. de materia seca y 450 grs. de agua. En función del tiempo que está un queso madurando en las cámaras se habla de queso fresco, tierno, oreado, curado, viejo y añejo (Garay, 2001).

Valor del queso en la dieta

El queso es sin duda un excelente alimento. Puede ingerirse solo, con pan o galletas, o puede añadirse a un gran número de platos cocinados.

Todos los quesos contienen una gran proporción de proteínas y todos, excepto los quesos frescos, son una buena fuente de calcio y son ricos en grasas, un buen aporte de energía. El queso es un alimento concentrado y, a pesos iguales, el contenido de energía del queso duro es el mismo que el del azúcar.

En el siguiente cuadro se presenta el valor biológico de la proteína del pan y del queso hecha la evaluación sobre el efecto en las ratas.

Cuadro 4. Valor biológico (V.B.) para las ratas de las proteínas del pan y queso

	Valor biológico
Pan	53
Queso	76
Pan y queso (tomados juntos)	76
Pan y queso (en días alternos)	67

La proteína del queso, la caseína tiene un valor biológico ligeramente inferior a las proteínas de la leche entera, pero es una excelente fuente de lisina que le permite complementar las proteínas de cereales tales como el maíz y el trigo. Esto se demostró claramente en un experimento en el que se administró a ratas pan y queso, y se midió en cada caso el valor biológico de las proteínas. Los resultados (cuadro 5) confirmaron que las proteínas del pan eran inferiores a las del queso, pero cuando el pan y el queso se daban juntos el valor de las proteínas combinadas era igual a al del queso. Un dato de importancia es que, cuando se administraba a las ratas pan y queso en días alternativos, el valor biológico de las proteínas disminuía claramente. Experimentos similares realizados con sujetos humanos han demostrado que, efectivamente, las proteínas se complementan unas con otras solo cuando se ingieren al mismo tiempo o con un intervalo de tiempo relativamente pequeño. Es razonable por tanto, comer pan con queso.

El queso fresco ha aumentado su popularidad como alimento de “bajo valor calorífico, pero rico en proteínas”. Es una exacta descripción del producto. Su contenido de energía es solo un quinto del contenido del queso duro, aunque desgraciadamente la cantidad de calcio en estos quesos es mucho mas bajo que en otros tipos.(Porter,1981).

2.6.- APLICACIÓN DE PROTEINA DE SUERO EN LA INDUSTRIA QUESERA

Fundamentos del uso del suero en quesos

Emulsificación

Las proteínas de suero son emulsificantes de grasa y aceite muy eficiente. Forman fácilmente emulsiones estables y pueden utilizarse para subsistir emulsificantes químicos en ciertos sistemas. Adicionalmente la grasa de los productos de suero es relativamente alta en fosfolípidos (es decir, lecitina),

además de la capacidad de emulsificación de los ingredientes de suero. Las emulsiones estables son altamente recomendables durante el molido.

Ligar agua

Las proteínas de suero también ligan grandes cantidades de agua a través de ciertos medios físicos y químicos. Esto tiende a incrementar la viscosidad de la mezcla. La naturaleza precisa de este incremento en la viscosidad puede utilizarse para manejar la viscosidad final de la mezcla. Debido a la propiedad de ligar agua de las proteínas de suero, se recomienda utilizar sueros pre-tratados a temperaturas bajas para no afectar las características del producto final.

Viscosidad

Las proteínas agregan cuerpo (que mejora la palatabilidad) y mejoran la textura (aumenta la suavidad/cremosidad, reduce las texturas granuladas, gruesas).

Sin embargo, las proteínas de suero no se derriten, estiran, untan o retienen la firmeza del queso terminado como las proteínas de caseína. Esto puede realizarse con la adecuada selección del tipo y la cantidad de producto de suero utilizado. La viscosidad también causa impacto en la extruibilidad, rebanado, rallado y relleno del empaque.

Eficiencia de costos

Mucho del desempeño del producto de suero en los quesos procesados es la capacidad de disminuir al mínimo el costo de los ingredientes de la mezcla. Se pueden lograr ahorros importantes si se seleccionan adecuadamente los productos de suero correctos.

Agente de volumen

Los ingredientes de suero pueden utilizarse como sustitutos de sólidos de bajo costo (es decir, queso, sólidos de leche sin grasa, grasa de leche y sustitutos de grasas).

Solubilidad

Los productos de suero (es decir, proteínas) son altamente solubles en un rango amplio de pH y estables ante el ácido agregado. Esto ayuda a crear textura cremosa, suave, no granulada con muy poco o ningún sabor a polvo. El suero es una maravillosa fuente de nutrientes: proteínas, minerales y vitaminas de alta calidad. La relación precio-valor es tal, que existen muy pocas fuentes equivalentes de nutrientes esenciales. Los productos de suero contienen nutrientes como calcio y una variedad de componentes biológicamente activos. (Anónimo 4.)

Beneficios del uso de ingredientes de suero en queso americano pasteurizado, sin grasa, para untar.

Devuelve algunos de los sólidos de leche perdidos durante la fabricación del queso.

Proporciona un sabor algo dulce que los consumidores esperan de un queso americano pasteurizado.

Sorprendente agente espesante. Se mezcla frecuentemente con ingredientes a bajos niveles para lograr una dispersión uniforme en el producto final.

Proporcionan opacidad, especialmente en formulas bajas en grasa.

Debido a las regiones hidrofobicas e hidrofílicas presentes en la proteína del suero, el suero dulce seco promueve la emulsificación en quesos pasteurizados, resultado en una palatabilidad cremosa y suave (Romo,2003).

III.- MATERIALES Y METODOS

3.1.- MATERIALES

Materia prima:

Leche

Suero

Queso

Cuajo

Cloruro de calcio

Material de laboratorio:

Para determinar proteína por el método Kjeldhal

Para determinar grasa por el método Gerber

Material de usos comunes

Reactivos:

Para determinar proteína por método Kjeldhal

Para determinar grasa por el método Gerber

Para usos comunes

Equipos:

Balanza analítica

Estufa

Mufla

Cuarto de fermentación

Prensadora

Baño maría

Centrífuga

Lactodensímetro

Potenciómetro

3.2.- METODOLOGÍA

El presente trabajo se realizó en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en el taller de lácteos, se empleó leche fresca del establo de la misma.

Obtención de suero dulce de quesería

Proceso de obtención de queso fresco.

1.- Pasteurizar la leche a 72 centígrados por 1 minuto.

2.- Enfriar a 40⁰ centígrados.

3.-Adicionar cloruro de calcio y cuajo.

4.-Reposar por 30 minutos.

5.- Cortar y reposar por 10 minutos.

6.- Calentar y agitar lentamente hasta llegar a 45 grados centígrados.

7.- Desuerar y (*obtención de suero*)

8.- Agregar sal.

9.- Poner en moldes y prensar

Una vez obtenido el suero dulce de quesería se prosiguió a obtener la proteína de suero.

Proceso de obtención de la proteína suero.

Se acidificó el suero hasta 24-26 % de acidez.

Calentar el suero hasta que alcance una temperatura de 90 grados centígrados y adicionar sal.

Se calentó hasta ebullición.

Se enfrió el suero

Se filtra

Se obtiene la proteína suero húmeda y se envasa

Una vez obtenida la proteína suero húmeda se prosiguió a obtener la proteína en polvo y al suero resultante que salió de la filtración se le hizo un análisis bromatológico para comprobar la efectividad del proceso empleado.

Obtención de la proteína en polvo

En charolas de papel aluminio se extendió de manera uniforme la proteína húmeda.

Se ajustó la estufa a 50⁰ C.

Se puso a secar la proteína por 24 horas.

Se retira de las charolas

Se muele en un mortero hasta que quede completamente pulverizada

Análisis bromatológico del suero

% Ceniza

Tomar 25 ml de muestra y colocarlo en un crisol

Someter a baño maría para reducir el volumen

Acelerar la reducción agregando unas gotas de alcohol

Quemar la muestra hasta que ya no salga humo

Pasarlos aun a mufla de 600⁰ C por 2 horas.

Secar, enfriar y pesar

Calcular

$$\% \text{ de ceniza: } \frac{\text{peso de crisol+ceniza} - \text{peso del crisol solo}}{\text{gramos de muestra}} \times 100$$

Densidad

Colocar 200 ml de suero, homogenizar bien

Colocarlo en una probeta de 250 ml

Tomar temperatura

Introducir el lactodensímetro a 15.55⁰ C y tomar lectura

Calcular

Arriba de 15⁰C sumar 0.0002

Menos de 15⁰C restar 0.0002

pH

Se colocan 100 ml de suero, se disuelven bien por 30 minutos

Tomar lectura con un potenciómetro y anotar

Acidez

Tomar 9 ml de muestra

Adicionar 5 gotas de indicador (fenoftaleína) y agitar

Titular con hidróxido de sodio al 0.1N

Vire de blanco a rosa

Tomar los ml gastados

Calcular

$$\% \text{ de acidez: } \frac{\text{ml de NaOH} \times 0.09 \times 100}{\text{ml de muestra}}$$

Grasa (Gerber)

Tomar 9 ml de suero y agregar al butirómetro
Colocar 10 ml de ácido sulfúrico concentrado
1 ml de alcohol isoamilico
Centrifugar por 5 minutos
Tomar lectura

Proteína (Kjeldhal)

Adiciono 5 ml de suero al matraz Kjeldhal
Agregar 6 perlas de vidrio
Una cucharada de mezcla de selenio (catalizador)
Agregar 30 ml de ácido sulfúrico concentrado
Digerir hasta que alcance un color verde cristalino claro
Enfriar el matraz
Adicionar 300ml de agua destilada
Agregar 6 granallas de zinc
Adicionar 110 ml de hidróxido de sodio al 45%
En un matraz elermeyer adicionar 50 ml de ácido bórico al 4%
Agregar 6 gotas de indicador mixto
Destilar a 250 ml
Titular y tomar lectura
Calcular

$$\% \text{ de N: } \left(\frac{\text{ml gast de ac. Sulf} - (\text{ml gast del blanco})(n \text{ del acio})(\text{meq. ml n})}{\text{ml de muestra}} \right) \times 100$$

% de proteína= % de nitrógeno X Factor de la leche 6.38

Posteriormente se realizaron estudios preliminares par elegir los tratamientos utilizar entre ellos se utilizó proteína húmeda, en polvo y humectada, aplicando diferentes concentraciones de proteína en diferentes estados se concluyó trabajar con 3 tratamientos diferentes y a si como en concentración diferente.

Se realizaron dos aplicaciones de proteína en queso con los siguientes tratamientos: testigo, proteína húmeda al 5-10% y proteína humectada al 5-10%.

Proceso de elaboración del queso adicionando proteína húmeda

Pasteurizar la leche a 72 centígrados por 2 minutos.
Enfriar a 50⁰ C y adicionar la proteína, disolver bien.
Enfriar a 40⁰ centígrados.
Adicionar cloruro de calcio y cuajo.
Reposar por 30 minutos.
Cortar y reposar por 10 minutos.
Calentar y agitar lentamente hasta llegar a 45⁰ centígrados.

Desuerar y agregar sal.
Poner en moldes y prensar

Proceso de elaboración de queso panela adicionando proteína humectada

Pasteurizar la leche a 72 centígrados por 2 minutos.
Humectar la proteína en polvo el de 5% con 250ml de agua y el 10% con 500ml de agua .
Enfriar a 50^o C y agregar la proteína humectada
Enfriar a 40 centígrados.
Adicionar cloruro de calcio y cuajo.
Reposar por 30 minutos.
Cortar y reposar por 10 minutos.
Calentar y agitar lentamente hasta llegar a 45 grados centígrados.
Desuerar y agregar sal.
Poner en moldes y prensar

Esta evaluación se hizo con dos repeticiones por lote para las diferentes tratamientos y concentraciones.

Se prensan los quesos por 24 horas posteriormente se sacaron de los moldes y se evaluó el rendimiento de los diferentes quesos.

Método de evaluación en rendimiento del queso

Se pesan los quesos de cada uno de los lotes
Anotar los pesos
Cálculos
%de rendimiento: $\frac{\text{kilogramos de queso} \times 100}{\text{litros de leche}}$

Estos cálculos se utilizaron para los lotes de queso que se evaluaron y para sus diferentes concentraciones.
Posteriormente se prosiguió a hacerles una evaluación bromatológica a todos los quesos que se obtuvieron.

% Humedad

Se pesan los crisoles que estan ya a peso constante
Se agregan 2 gramos de muestra
Colocarlos en la estufa por 24 hrs, enfriar 10- 15 minutos
Pesar los crisoles.
Calcular
% de Humedad: $\frac{\text{peso de crisol} + \text{muestra seca} - \text{peso crisol solo} \times 100}{\text{gramos de muestra}}$

% Ceniza

Se utilizan las mismas muestras utilizadas en humedad una ves que se tienen secas.
Quemar la muestra hasta que ya no salga humo

Pasarlos a un a mufla de 600⁰ C hasta que estén de color blanco .

Calcular

% de ceniza:
$$\frac{\text{peso de crisol+ceniza} - \text{peso del crisol solo} \times 100}{\text{gramos de muestra}}$$

Grasa (Gerber)

Pesar 3 gramos de muestra

Colocarlo en un butirometro para queso

Agregar 10 ml de ácido sulfúrico concentrado

Agregar 1 ml de alcohol isoamilico

Agregar agua caliente (35- 40⁰C) hasta el borde

Tapar agitar e invertir el tubo y colocarlo en baño maría a 65⁰C por 10 minutos

Centrifugar a 110 rpm por 5 minutos

Pasar a baño maría y tomar lectura

Proteína (kjeldhal)

Pesar 1 gramo de muestra en un papel filtro

Colocar al matraz kjeldhal

Agregar 6 perlas de vidrio

Una cucharada de mezcla de selenio (catalizador)

Agregar 30 ml de ácido sulfúrico concentrado

Digerir hasta que alcance un color verde cristalino claro

Enfriar el matraz

Adicionar 300ml de agua destilada

Agregar 6 granallas de zinc

Adicionar 110 ml de hidróxido de sodio al 45%

En un matraz elermeyer adicionar 50 ml de ácido bórico al 4%

Agregar 6 gotas de indicador mixto

Destilar a 250 ml

Titular y tomar lectura

Calcular

% de N:
$$\frac{(\text{ml gast de ac. Sulf}) - (\text{ml gast del blanco})(n \text{ del acio})(\text{meq. del n}) \times 100}{\text{gramos de muestra}}$$

% de proteína: % de nitrógeno X Factor de la leche 6.38

Todos estos análisis se realizaron por triplicado a todos los lotes de queso que se obtuvieron en esta investigación.

IV.- RESULTADOS Y DISCUSION

En esta sección se presentan los diferentes resultados obtenidos durante las diferentes fases del trabajo experimental

4.1.- ANÁLISIS DEL SUERO DESPROTEINIZADO

En el siguiente cuadro se muestran la composición química del suero después de extraer la proteína.

Cuadro 5. Análisis bromatológico del suero de quesería después del proceso de obtención de proteína suero.

Suero dulce	%
Acidez	2.4
pH	5.77
Densidad	1.0358

Proteína	.638
Grasa	1.65

En este cuadro podemos observar que después de que el suero, se sometió al proceso de extracción de proteína, todavía contiene algunas propiedades pero en menor cantidad esto se debe a que el método utilizado no tiene una efectividad del 100%, por lo tanto para una mejor extracción se pudiera utilizar otro método.

4.2.- ESTUDIOS PRELIMINARES DE APLICACIÓN DE PROTEINA

En el siguiente cuadro se muestra el rendimiento obtenido en quesos frescos adicionando proteína húmeda a diferentes concentraciones comparándola con el testigo.

Cuadro 6. Rendimiento de queso fresco adicionando proteína húmeda.

Queso	Rendimiento
Testigo	13%
5% de proteína húmeda	16.2%
10% de proteína húmeda	18%

Los quesos que se elaboran no se noto ninguna diferencia en cuanto apariencia y consistencia con el testigo ni con los concertados de proteína. La proteína en la leche se disolvió fácilmente.

En el siguiente cuadro se muestra el rendimiento obtenido en quesos frescos adicionando proteína en polvo a diferentes concentraciones comparándolo con el testigo.

Cuadro 7. Rendimiento de queso fresco adicionando proteína en polvo.

Queso	Rendimiento
Testigo	12.45
5% de proteína en polvo	17.85
10% de proteína en polvo	19.6%

A simple vista se puede observar en la tabla que si hay un incremento de rendimiento en los quesos agregando diferentes concentraciones de proteína en polvo.

En esta aplicación se observó que la proteína agregada no se disolvió bien en la leche ya que al momento de desuerar se vió el sedimento de proteína, había una separación entre la cuajada y la proteína no disuelta esto quizá se deba a que el método utilizado para pulverizar la proteína seca no fué la adecuada o no lo suficientemente fina.

Los quesos obtenidos a simple vista tenían un color amarillento, una consistencia regular, pero la apariencia no era muy buena ya que se observaba pequeños gránulos de proteína.

En el siguiente cuadro se muestra el rendimiento de queso fresco adicionando proteína en polvo humectada comparándola con el testigo.

Cuadro 8. Rendimiento de queso fresco adicionando proteína en polvo humectada.

Queso	Rendimiento
Testigo	12.3%
5% de proteína humectada	19%

Como se puede observar que el queso que se le adicionó proteína humectada tuvo un incremento de masa en comparación con el testigo.

Los quesos que se obtuvieron no tuvieron diferencias en cuanto a apariencia ni en consistencia y al momento de disolver la proteína en la leche fue satisfactoria ya que se disolvió fácilmente.

4.3.- PRIMERA EVALUACIÓN DE LOS QUESOS FRESCOS CON MEJOR COMPORTAMIENTO EN LOS ESTUDIOS PRELIMINARES.

El siguiente cuadro se muestra el rendimiento de queso fresco adicionando proteína de suero en diferentes estados físicos y concentración comparándola con el testigo.

Cuadro 9. Rendimiento de queso fresco adicionando proteína húmeda y humectada.

Queso	Rendimiento
Testigo	12%
5% Húmeda	15.8%
10% Húmeda	17%
5% Humectada	19%
10% Humectada	23%

En este cuadro se puede observar fácilmente que hay un aumento del porcentaje de rendimiento de queso en la que se adicionó proteína en diferentes concentraciones en comparación con el testigo.

En el caso de los quesos no se observó diferencia en apariencia, ni en color y ni en consistencia entre los quesos que se utilizó como testigo junto al queso que se adicionó proteína húmeda.

En el caso de los quesos que se adicionaron proteína humectada junto al testigo si presento una diferencia en cuanto color ya que esta más amarillo que un queso normal, pero no presento diferencia en cuanto consistencia.

El siguiente cuadro se muestra la composición química de los diferentes quesos frescos adicionados con proteína de suero comparándolos con el testigo.

Cuadro 10. Análisis bromatológico del queso fresco adicionado proteína suero húmeda y humectada.

Queso	Humedad %	Ceniza %	Proteína %	Grasa %
Testigo	47.20	3.34	5.41	21.3
5% Húmeda	45.25	3.24	6.09	19.83
10% Húmeda	40.45	3.87	6.58	19.83
5% Humectada	42.59	3.07	5.37	19
10% Humectada	40.65	3.22	5.27	17.33

Estos resultados que se presentan en el cuadro nos muestran que entre el testigo y los demás parámetros utilizados no hay una gran diferencia entre cada uno de ellos por lo tanto podemos decir que pudiera ser que la concentración que se utilizo no es lo suficientemente significativo como para alterar notoriamente su composición química del queso o la proteína que se agrego se volvió a perder en el proceso del mismo.

4.4.- SEGUNDA EVALUACIÓN DE LOS QUESOS FRESCOS CON MEJOR COMPORTAMIENTO EN LOS ESTUDIOS PRELIMINARES.

El siguiente cuadro se muestra el rendimiento de queso fresco adicionando proteína de suero en diferentes estados físicos y concentración comparándola con el testigo.

Cuadro 11. Rendimiento de queso fresco adicionando proteína húmeda y humectada.

Queso	Rendimiento
Testigo	11%

55 Húmeda	16.3%
10% Húmeda	17.5%
5% Humectada	18.5%
10% Humectada	23%

En este cuadro se puede observar fácilmente que hay una diferencia notoria entre los parámetros utilizados en comparación con el testigo.

Se observo que los quesos obtenidos con proteína húmeda no presentaron ninguna diferencia con el testigo en cuanto a apariencia en color y consistencia.

En los quesos que se agrego proteína humectada no presentó ninguna diferencia en cuanto a apariencia de color y en consistencia en 10 % se noto un cambio ya que el queso se obtuvo con un poco mas suave de lo normal.

El siguiente cuadro se muestra la composición química de los diferentes quesos frescos adicionados con proteína de suero comparándolos con el testigo.

Cuadro 12. Análisis bromatológico del queso fresco adicionando proteína húmeda y humectada.

Queso	Humedad %	Ceniza %	Proteína %	Grasa %
Testigo	43.52	3.96	4.95	18.16
5% Húmedo	40.38	3.39	5.105	17.83
10% Húmedo	39.80	3.12	5.16	18.66
5% Humectada	35.23	3.02	5.43	14
10% Humectada	34.46	3.35	5.49	14.83

En este cuadro que muestra la composición química de los diferentes quesos con las diferentes concentraciones de proteína que se agregaron ,nos indican que hay una ligera variación entre ellas, esto es debido a que las concentraciones que se agregaron no es lo suficiente como para que haya un cambio notorio en su composición química de estos quesos o que las proteínas se volvieron perder durante el proceso.

4.5.- ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE MEDIAS DE LA EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE QUESO FRESCO ADICIONANDO PROTEÍNA DE SUERO.

En el siguiente cuadro nos muestra las medias obtenidas en la evaluación del rendimiento de queso fresco comparando lo con el testigo.

Cuadro 13. Análisis de medias en queso

TRATA.	REP..	MEDIA
--------	-------	-------

1	2	11.500000
2	2	16.049999
3	2	17.250000
4	2	18.750000
5	2	23.000000

En el cuadro se muestran las medias obtenidas de los diferentes quesos con los tratamientos utilizados.

4.6.- ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DE LOS DIFERENTES QUESOS ADICIONADOS DE PROTEÍNA DE SUERO.

En el siguiente cuadro nos muestra las medias obtenidas en cuanto a la humedad de los quesos frescos adicionados proteína de suero con los diferentes tratamientos y concentraciones utilizados.

Cuadro 14. Análisis de media en humedad de queso

TRATA.	REP.	MEDIA
1	2	45.360001 A
2	2	42.815002 A
3	2	40.125000 A
4	2	38.910000 A
5	2	37.555000 A

En este cuadro nos muestra las medias de los diferentes tratamientos estadísticos utilizados en la cual podemos observar que no hay diferencias .

En el siguiente cuadro nos muestra las medias obtenidas en cuanto a la ceniza de los quesos frescos adicionados con proteína de suero con los diferentes tratamientos y concentraciones utilizados.

Cuadro 15. Análisis de medias en ceniza de quesos

TRATA.	REP.	MEDIA
1	2	3.650000 A
2	2	3.315000 A
3	2	3.495000 A
4	2	3.045000 A
5	2	3.285000 A

Este cuadro nos muestra que no hay diferencias de medias entre los tratamientos utilizados con el testigo.

En el siguiente cuadro nos muestra las medias obtenidas en cuanto a la proteína de los quesos frescos adicionados proteína de suero con los diferentes tratamientos y concentraciones utilizados.

Cuadro 16. Análisis de medias en proteína de quesos

TRATA.	REP.	MEDIA
1	2	5.180000 A
2	2	5.597500 A
3	2	5.870000 A
4	2	5.400000 A
5	2	5.380000 A

Esta cuadro nos muestra las medias de los diferentes tratamientos utilizados y que no hay diferencias significativas entre ellos.

En el siguiente cuadro nos muestra las medias obtenidas en cuanto a la grasa de los quesos frescos adicionados proteína de suero con los diferentes tratamientos y concentraciones utilizados.

Cuadro 17. Análisis de medias en grasa de quesos

TRATA.	REP.	MEDIA
1	2	19.730000 A
2	2	18.830000 A
3	2	19.244999 A
4	2	16.500000 A
5	2	16.080000 A

En este cuadro nos muestra las medias de los diferentes tratamientos utilizados junto con el testigo y estadísticamente nos representa que no hay diferencias entre ellos.

4.7.- EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE QUESO FRESCO ADICIONADO DE PROTEÍNA DE SUERO EN DIFERENTES ESTADOS FISICOS Y CONCENTRACIONES.

En la siguiente figura nos muestra gráficamente el rendimiento de los quesos frescos adicionados con proteína de suero.

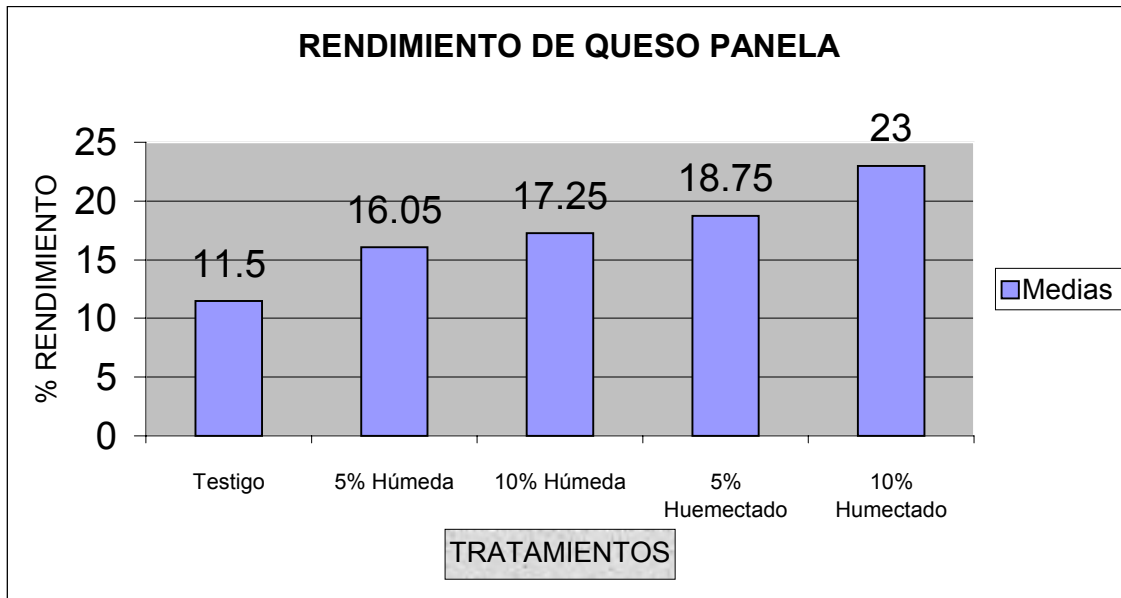


Figura 3. Rendimiento de queso fresco con proteína de suero

La figura 3 nos representa el rendimiento de queso panela adicionando proteína de suero, la cual nos indica que todos los tratamientos tuvieron un efecto favorable entre ellos mismos y junto al testigo existe una diferencia mas importante.

La grafica muestra que el tratamiento que tuvo mayor rango de efectividad es el 10% humectado pero en cuanto consistencia el queso se sintió un poco blando en comparación con los demás y aparte que para disolverlo en la leche es mas tardado y no se disuelve totalmente cosa que no sucedió con los demás tratamientos.

También se puede observar que la concentración de proteína mientras mas sea más aumenta el rendimiento.

4.8.- REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL ANÁLISIS DEL QUESO FRESCO ADICIONANDO PROTEÍNA DE SUERO EN DIFERENTES CONCENTRACIONES.

En la siguiente figura nos representa el porcentaje de humedad que tienen los diferentes quesos frescos adicionados proteína de suero comparándolos con el testigo.

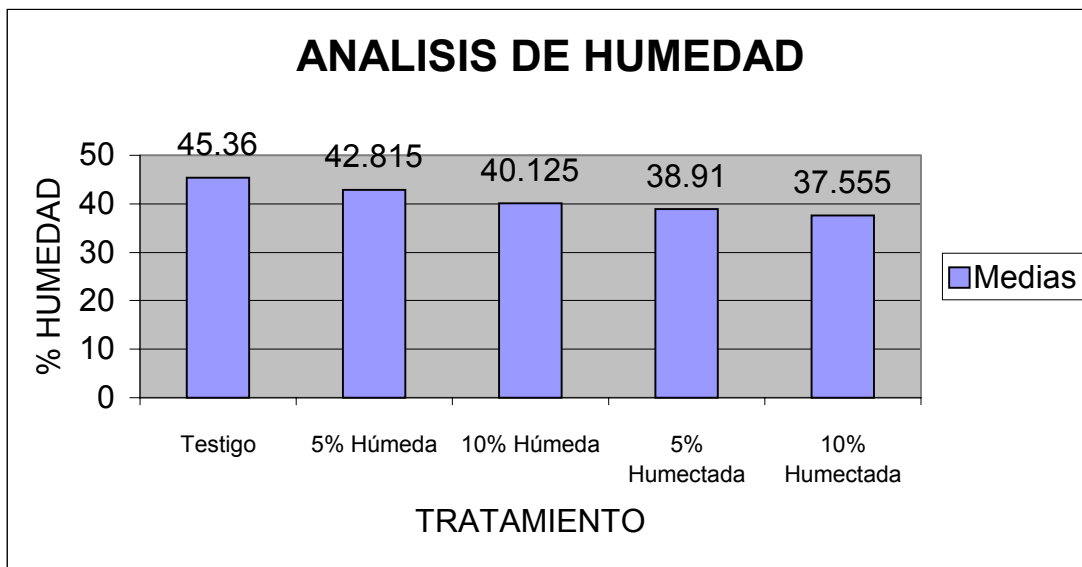


Figura 4. Composición de humedad en queso fresco adicionando proteína de suero.

La figura 4 nos representa la humedad de los diferentes quesos obtenidos con las diferentes concentraciones de proteína que se adicionaron y esta nos muestra que el testigo contiene mayor cantidad de humedad que los que se adicionaron proteína y que el 10% de proteína humectado es el que contiene menos humedad, podemos decir que aquí se demuestra que los tratamientos contienen menor cantidad de humedad debido a la adición de proteína.

La siguiente figura nos representa el porcentaje de ceniza que tienen los diferentes quesos frescos adicionados con proteína de suero comparándolos con el testigo.

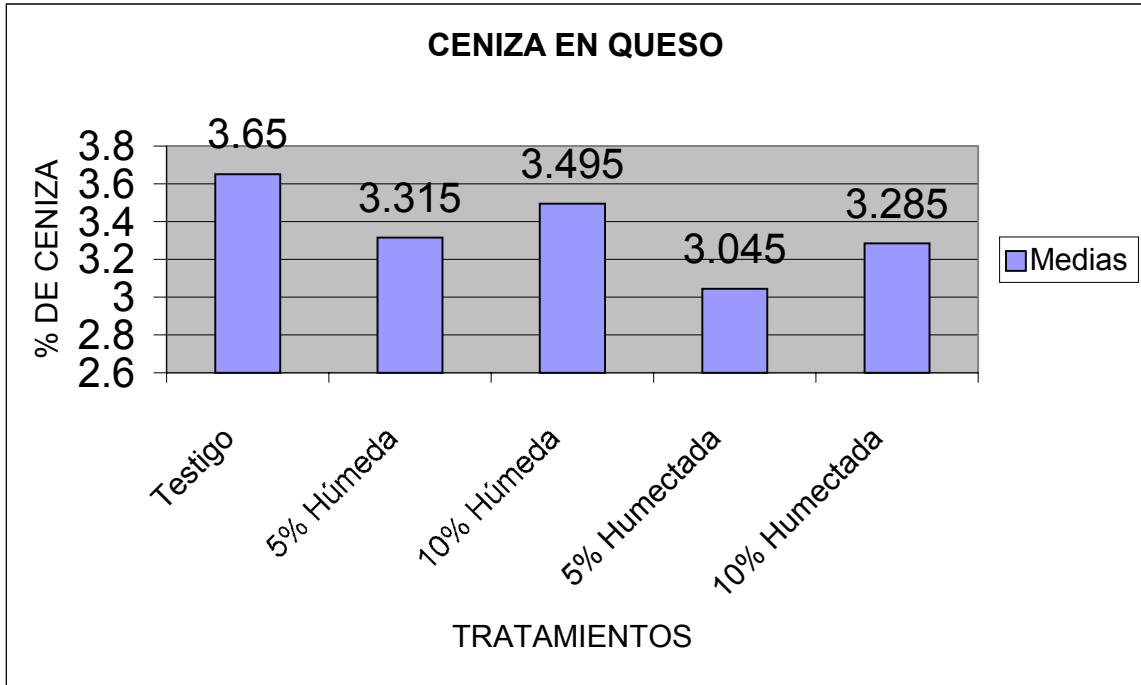


Figura 5. Composición de ceniza en queso fresco con proteína de suero.

La figura 5 nos muestra que el % de ceniza en los diferentes quesos con proteína nos indica que si hay diferencias entre ellos pero el testigo es el que contiene mayor cantidad y el que contiene menor es el 5% de proteína humectado, esto se puede deber a que estas propiedades se perdieron en el proceso o que el método utilizado no es muy confiable por lo que se recomienda hacer mas repeticiones ya que no se pueden definir con exactitud cual es la causa de estas variaciones.

En la siguiente figura nos representa el porcentaje de proteína que tienen los diferentes quesos frescos adicionados con proteína de suero comparándolos con el testigo.

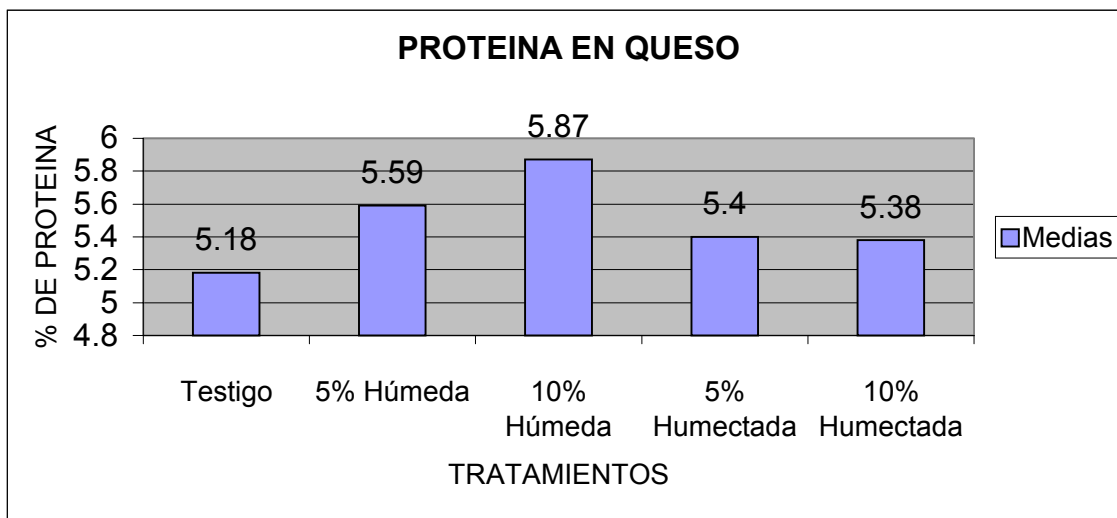


Figura 6. Composición de proteína en queso fresco con proteína de suero

En la figura 6 nos indica que la adición de proteína en el queso si es notorio entre las diferentes concentraciones que se aplicaron ya que el testigo es el menor pero la diferencia entre la proteína húmeda y humectado se observa que la proteína húmeda tiene mayor presencia en el queso, esto quizá se deba a que la proteína en polvo humectada perdió ciertas propiedades durante su proceso de secado.

En la siguiente figura nos representa el porcentaje de grasa que tienen los diferentes quesos frescos adicionados proteína de suero comparándolos con el testigo.

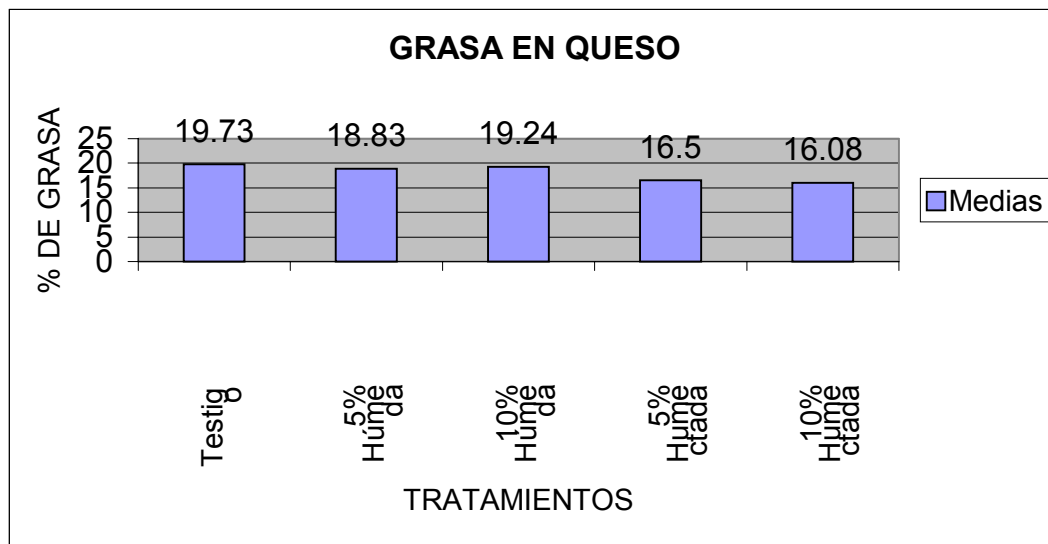


Figura 7. Composición de grasa en queso fresco con proteína de suero.

La figura 7 nos indica que el queso testigo contiene mayor contenido de grasa que los que contienen proteína pero que la diferencia es muy poca que se puede decir que están dentro del rango, pero en los que se aplicó proteína humectado son los más bajos en grasa esto es posible que durante el proceso la grasa se haya perdido o hacer más repeticiones para hacer un criterio más claro.

V.- CONCLUSIONES

De acuerdo a todos los resultados obtenidos en cuanto a la incorporación de proteína de suero en queso se puede concluir que con todos los tratamientos y concentraciones si se vio el aumento de la masa corporal del queso comparándolo con el testigo unos en mayor cantidad pero todos los tratamientos tuvieron efecto positivo.

Para la extracción de proteína de suero tal vez no fue al 100% ya que al hacer los análisis correspondientes al suero se detecto que tenia ciertas propiedades aunque muy poco ya, pero con esto nos indica que nuestro método no es eficiente por lo cual se recomienda utilizar un método mas moderno para aprovechar al máximo el suero de quesería.

Para la obtención de la proteína en polvo el método de secado no fue muy bueno ya que la proteína adquiría un color muy amarillo si esta se dejaba secar más tiempo de lo establecido en la literatura y si se reducía el tiempo la proteína resultaba con mas humedad lo cual perjudicaba al momento de pulverizarla, por lo tanto se hicieron algunos ajustes en cuanto al tiempo y temperatura de secado para conseguir las características buscadas.

Se realizaron diferentes aplicaciones de proteína en la elaboración de queso fresco con el objetivo de buscar la forma mas adecuada de utilizar llegando a las siguientes conclusiones:

En cuanto a aumento de rendimiento el mejor fue la proteína en polvo humectada al 10 % pero la consistencia no fue muy buena.

En cuanto a apariencia el mejor fue el 5 y 10 % húmeda ya que no se notó para nada la incorporación de estas y tenia muy buena consistencia aparte de registrar un aumento en el rendimiento bastante bueno.

Se puede determinar que el aprovechamiento del suero en la industria quesera es bastante factible ya que la incorporación de proteína en quesos frescos el aumento de rendimiento es notorio en masa como en costos al obtener un rendimiento del 12 % sube a un 23 % lo cual hay una diferencia de un 11% mas.

VI.- REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ANÓNIMO 1. (1998) El suero. <http://www.monografias.com/trabajos12/suero/suero.shtml>.

ANONIMO 2. 1996. La leche humana y de vaca similitudes y diferencias. <http://mundolactancia.iespana.es/mundolactancia/comparat.htm>

ANÓNIMO 3. Propiedades funcionales del la proteína de suero <http://www.mundohelado.com/materiasprimas/proteinas-suero-leche.htm>

ANÓNIMO 4. (2001) Productos de suero en queso de empaque en frío, queso procesado pasteurizado y productos de queso para untar. Texas Estados Unidos.

ALAIS C. (1986) Ciencia de la leche: Principios tecnológicas lecheras. 6ª impresión. Ed. Continental, S. A de C. V México. 550-555 p.

DESROSIER. W. N.(1983) Elementos de tecnología de los alimentos. 2ª ed. Editorial continental. S. A. de C: V. México.

ENGLER V. 2003 Reciclando los desechos de la leche. http://omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/16/htm/SEC_13.html

GARCIA G. M.; Quintero R. R.; López A. y Canales M. (1999) Biotecnología alimentaría. editorial limusa, S. A de C. V.

GRASSELLI, M. AND CASCONI, O. 1996. "Separation of lactoferrin from bovine whey by dye affinity chromatography". Neth. Milk Dairy J. 50: 551-561.

GARAY B. 2001 Fabricación de quesos. <http://www.quesos.com/enciclopedia.asp?P=Fabricacion> .

MADRID .A. V.(1994) Nuevo manualde tecnología quesera.1ª edición ed.AMV, Ediciones. Madrid Esp.527-540 p.

PORTER J. W. G.(1981) Leche y productos lacteos, Editorial Acribia. 53,56, 57 p.

SANTOS M. A. (1982) Bioquímica de la leche y sus productos. Industrias agrícolas, Chapingo, México. 74-86 p.

SPREED E.(1991) Lactologia industrial . 6^a ed. Acribia
.zarazosa,España. 527-540 p.

SCOTT R. (1991) Fabricación de quesos. 1^a ed. Acribia S.A. 311-319,
383 p.

REVILLA A. Tecnología de la leche.5^a edición. Herrero Hermanos, Sucesores, S.
A. México.

ROMO E.(2003) Manual de referencia para productos
norteamericanos de suero. 7^a conferencia anual. Export council. U. S.
Daiary.

ROBINSON K. R.;Phil D.(1987) Microbiología lactologica .1^a ed.
editorial Acribia S. A. Zaragoza-España. 13,14 p.

VII.- APÉNDICE

METODO DISEÑO COMPLETAMENTE AL AZAR

EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LOS QUESOS FRESCOS ADICIONANDO PROTEINA DE SUERO.

TABLA DE DATOS
VARIABLE = RENDIMIENTO DEL QUESO

TRATA.

1	12.0000	11.0000
2	15.8000	16.3000
3	17.0000	17.5000
4	19.0000	18.5000
5	23.0000	23.0000

ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRAT	4	139.593750	34.898438	199.4196	0.000
ERROR	5	0.875000	0.175000		
TOTAL	9	140.468750			

C.V. = 2.42 %

TABLA DE MEDIAS

TRATA.	REP.	MEDIA
1	2	11.500000
2	2	16.049999
3	2	17.250000
4	2	18.750000
5	2	23.000000

RESULTADOS DE LA COMPARACION DE MEDIAS

TRATAMIENTO	MEDIA
5	23.0000 A
4	18.7500 B
3	17.2500 C
2	16.0500 D
1	11.5000 E

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

dms(5 3) = 1.0755
dms(5 2) = 1.0755
dms(5 1) = 1.0755
dms(4 5) = 1.0755
dms(4 3) = 1.0755
dms(4 2) = 1.0755
dms(4 1) = 1.0755
dms(3 5) = 1.0755
dms(3 4) = 1.0755
dms(3 2) = 1.0755
dms(3 1) = 1.0755
dms(2 5) = 1.0755
dms(2 4) = 1.0755
dms(2 3) = 1.0755
dms(2 1) = 1.0755
dms(1 5) = 1.0755
dms(1 4) = 1.0755
dms(1 3) = 1.0755
dms(1 2) = 1.0755

ANÁLISIS BROMATOLOGICO DEL QUESO FRESCO CON ADICION DE PROTEINA DE SUERO.

T A B L A D E D A T O S
VARIABLE = HUMEDAD

TRATA.

1	47.2000	43.5200
2	45.2500	40.3800
3	40.4500	39.8000
4	42.5900	35.2300

5 40.6500 34.4600

ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRAT	4	78.589844	19.647461	1.5094	0.326
ERROR	5	65.083984	13.016797		
TOTAL	9	143.673828			

C.V. = 8.81 %

TABLA DE MEDIAS

TRAT.	REP.	MEDIA
1	2	45.360001 A
2	2	42.815002 A
3	2	40.125000 A
4	2	38.910000 A
5	2	37.555000 A

TABLA DE DATOS

VARIABLE = CENIZA

TRATA.

1	3.3400	3.9600
2	3.2400	3.3900
3	3.8700	3.1200
4	3.0700	3.0200
5	3.2200	3.3500

ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
----	----	----	----	---	-----

TRAT.	4	0.418373	0.104593	1.0578	0.464
ERROR	5	0.494392	0.098878		
TOTAL	9	0.912766			

C.V. = 9.36 %

TABLA DE MEDIAS

TRATA.	REP.	MEDIA
1	2	3.650000 A
2	2	3.315000 A
3	2	3.495000 A
4	2	3.045000 A
5	2	3.285000 A

TABLA DE DATOS VARIABLE = PROTEINA

TRATA.		
1	5.4100	4.9500
2	6.0900	5.1050
3	6.5800	5.1600
4	5.3700	5.4300
5	5.2700	5.4900

ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRAT.	4	0.544342	0.136086	0.4187	0.791
ERROR	5	1.625122	0.325024		
TOTAL	9	2.169464			

C.V. = 10.39 %

TABLA DE MEDIAS

TRATA.	REP.	MEDIA
--------	------	-------

1	2	5.180000 A
2	2	5.597500 A
3	2	5.870000 A
4	2	5.400000 A
5	2	5.380000 A

TABLA DE DATOS
VARIABLE = GRASA

TRATA.

1	21.3000	18.1600
2	19.8300	17.8300
3	19.8300	18.6600
4	19.0000	14.0000
5	17.3300	14.8300

ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRAT.	4	22.276855	5.569214	1.1982	0.414
ERROR	5	23.239258	4.647851		
TOTAL	9	45.516113			

C.V. = 11.93 %

TABLA DE MEDIAS

TRATA.	REP.	MEDIA
1	2	19.730000 A
2	2	18.830000 A
3	2	19.244999 A
4	2	16.500000 A
5	2	16.080000 A
