

Efecto de la acidez sobre las características sensoriales, físico-químicas y rendimiento del requesón de lactosuero de queso crema

José Álvaro Ruiz Marroquín

Honduras
Diciembre, 2006

ZAMORANO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA

**Efecto de la acidez sobre las características
sensoriales, físico-químicas y rendimiento del
requesón del lactosuero de queso crema**

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero en Agroindustria en el
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por:

José Álvaro Ruiz Marroquín

Honduras
Diciembre, 2006

El autor concede a Zamorano
permiso para reproducir y distribuir copias
de este trabajo para fines educativos. Para otras
personas físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor

José Álvaro Ruiz Marroquín

Honduras
Diciembre, 2006

**Efecto de la acidez sobre las características sensoriales, físico-químicas y
rendimiento del requesón del lactosuero de queso crema**

Presentado por

José Alvaro Ruiz Marroquín

Aprobado:

Luis Fernando Osorio, Ph.D.
Asesor Principal

Raúl Espinal, Ph.D.
Director
Carrera de Agroindustria

Francisco Javier Bueso, Ph.D.
Asesor

George Pilz, Ph.D.
Decano Académico

Kenneth L. Hoadley, D.B.A.
Rector

DEDICATORIA

A Dios.

A mi familia, con amor a mis padres Alvaro Ruiz Culpatán y Orfa de Jesús Marroquín López y a mi hermano Ludim Mizraim Ruiz Marroquín.

A mi tío Moisés Marroquín López.

A mis abuelos Luis Marroquín Galindo (Q.D.D.G.) y Virgilio Ruiz López (Q.D.D.G).

A la gloriosa Escuela Nacional Central de Agricultura ENCA, Barcenás.

AGRADECIMIENTOS

A Dios porque hasta aquí ha cumplido el pacto que hemos hecho desde hace 8 años. A él infinita gratitud por las bendiciones que me ha dado y por las que vendrán.

A mis padres, Álvaro Ruiz Culpatán y Orfa de Jesús Marroquín López por sus lágrimas derramadas, su esfuerzo extrahumano, sus oraciones incansables, su gran comprensión y por haberme instruido por el camino de la verdad.

A mi hermano, Ludim Mizraim Ruiz Marroquín quien a pesar de su corta edad me ha apoyado en todas mis decisiones, mostrándome sus ganas de vivir, esfuerzo, perseverancia y gran inteligencia.

A mi tío Moisés Marroquín, por sus consejos y sobre todo por hacerme sentir como su propio hijo; por lo cual, él es para mí como mi segundo papá.

A mis amigos, Gustavo Castro, Víctor Taleon, Guillermo Ayestas, Armando Sorto, Juan Guarderas, Daniel Bravo y Rafael López por las convivencias que compartimos. En ellas tuvimos momentos de alegría, así como momentos difíciles. Todo ello permanecerá en mis recuerdos siempre.

A mis amigas, Alba Romero, Jessica Arévalo, Belkys Sedillo, Adriana Alfaro, Elisa Castillo, Carolina Paz, Patricia Montoya y Esperanza Galindo. A todas ellas, muchas gracias por escucharme y estar allí cuando necesitaba su ayuda. Tengan por seguro que no las podré olvidar.

A las familias, Flores Erazo y Paz Delgado por aceptarme en su seno familiar y tratarme como si fuera uno de sus hijos o un hermano más. Los quiero mucho.

Al Dr. Luis Osorio por ser uno de los profesores que más he admirado a lo largo de mi vida estudiantil, por su dedicación al trabajo, objetividad en los cursos que imparte y convivencia, lo considero mi amigo.

AGRADECIMIENTOS A PATROCINADORES

Al respetable señor Yohei Sasakawa y a la Fundación NIPPON.

A mis amados padres Alvaro Ruiz y Orfa de Jesús Marroquín.

A mi querido tío Moisés Marroquín.

RESUMEN

Ruiz, José. 2006. Efecto de la acidez sobre las características sensoriales, fisico-químicas y rendimiento del requesón del lactosuero de queso crema. Proyecto de Graduación del Programa de Ingeniería en Agroindustria Alimentaria, Escuela Agrícola Panamericana “Zamorano”, Honduras. 24 p.

El requesón es el producto obtenido por precipitación de las proteínas mediante aplicación de calor en medio acidificado por un cultivo de bacterias lácticas o por ácidos orgánicos permitidos para ese fin. La planta de procesamiento de productos lácteos de Zamorano tiene un sobrante de 6600 litros de lactosuero a la semana; este subproducto puede ser tanto un contaminante de alto DBO y DQO, como también una materia prima de bajo costo. El objetivo de este estudio fue encontrar el mayor rendimiento de requesón, avalado por las características físico-químicas asociadas a la aceptación de los consumidores. Con este fin, se evaluó el efecto general de la acidez sobre la producción de requesón a base de lactosuero de queso crema. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar (BCA) con tres repeticiones, evaluando dos formas naturales (requesón hecho al día y acidificado a 0.3% ATECAL) y dos acidificadas con ácido cítrico (utilizando 0.5 y 1 g /litro de lactosuero). Se realizó un análisis sensorial exploratorio para establecer aceptación de la textura, apariencia, acidez, aroma y aceptación general. Las características sensoriales de mayor influencia del requesón fueron apariencia, acidez y aceptación general siendo el más aceptado el requesón de suero acidificado ($P < 0.05$). El requesón con mayor rendimiento fue el de 1g ácido cítrico / litro de suero ($P < 0.05$). La elaboración de requesón es una alternativa para diversificar la producción, aprovechar materia prima de bajo costo y reducir la contaminación al ambiente.

Palabras claves: acidificado, contaminante, proteínas, producción, sabor

Luis Fernando Osorio, Ph.D.

CONTENIDO

	Portadilla.....	i
	Autoría.....	ii
	Hoja de firmas.....	iii
	Dedicatoria.....	iv
	Agradecimientos.....	v
	Agradecimiento a patrocinadores.....	vi
	Resumen.....	vii
	Contenido.....	viii
	Índice de cuadros.....	x
	Índice de figuras.....	xi
	Índice de anexos.....	xii
1.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	1
1.1	Composición de lactosuero.....	1
1.1.1	Proteínas lactoserias.....	1
1.1.1.1	β-Lactoglobulina.....	1
1.1.1.2	α-Lactalbúmina.....	1
1.1.1.3	Seroalbúmina.....	2
1.2	Producción de requesón.....	2
1.3	Costo de lactosuero.....	4
1.4	Análisis microbiológico.....	5
2.	INTRODUCCIÓN.....	6
3.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	7
3.1	Ubicación.....	7
3.2	Materiales utilizados.....	7
3.2.1	Materia prima.....	7
3.2.2	Maquinaria y equipo.....	7
3.3	Diseño experimental.....	8
3.3.1	Tratamientos.....	8
3.3.2	Análisis exploratorio de características sensoriales.....	8
3.3.3	Variables rendimiento.....	8
3.3.4	Conteo microbiológico.....	8
3.3.5	Análisis químicos.....	8
3.3.6	Análisis físicos.....	9
3.3.7	Análisis de costos.....	9
3.3.8	Análisis estadísticos.....	9
3.3	Metodología.....	9
3.3.1	Flujo de proceso.....	9

4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	11
4.1	Análisis sensorial.....	11
4.1.1	Análisis exploratorio.....	11
4.2	Análisis de rendimiento.....	13
4.3	Análisis microbiológico.....	13
4.4	Análisis químico.....	14
4.5	Análisis físicos.....	14
4.5.1	Textura.....	14
4.5.2	Color.....	15
4.6	Costos.....	16
5.	CONCLUSIONES.....	18
6.	RECOMENDACIONES.....	19
7.	BIBLIOGRAFÍA.....	20
8.	ANEXOS.....	21

INDICE DE CUADROS

Cuadro

1.	Parámetros microbiológicos.....	5
2.	Especificación de los tratamientos.....	8
3.	Apariencia del requesón evaluada sensorialmente.....	11
4.	Aroma del requesón evaluada sensorialmente.....	11
5.	Acidez del requesón evaluada sensorialmente.....	12
6.	Textura del requesón evaluada sensorialmente.....	12
7.	Aceptación general del requesón evaluada sensorialmente.....	13
8.	Características de rendimiento de requesón.....	13
9.	Limite microbiológico de OIRSA.....	13
10.	Características microbiológicas de requesón.....	14
11.	Características de composición del requesón.....	14
12.	Análisis de cizalla para requesón.....	15
13.	Análisis de color para requesón L*.....	15
14.	Análisis de color para requesón a*.....	15
15.	Análisis de color para requesón b*.....	16
16.	Análisis de costos para requesón suero acidificado (236 g).....	16
17.	Análisis de costos para requesón suero acidificado (490 g).....	16
18.	Análisis de costos para requesón con 1g de ácido cítrico (236 g).....	17
19.	Análisis de costos para requesón con 1g de ácido cítrico (490 g).....	17

INDICE DE FIGURAS

Figura

1. Diagrama de proceso de elaboración de requesón de lactosuero de queso crema..... 10

INDICE DE ANEXOS

Anexos

1.	Hoja de evaluación sensorial.....	22
2.	Composición de lactosuero.....	23
3.	Características químicas de requesón.....	24

1. REVISIÓN DE LITERATURA

1.1 COMPOSICIÓN DEL LACTOSUERO

Según Schlimme y Buchheim (2002), la proteína en el lactosuero incluye la fracción denominada glicomacropéptido, que constituye aproximadamente el 4% de la caseína total. En un lactosuero la fracción coagulable por calor consiste predominantemente de las proteínas β -lactoglobulina y α -lactalbúmina. La fracción denominada proteosa-peptona y los compuestos a base de nitrógeno no proteico no son coagulables mediante tratamientos térmicos ni mediante manipulación del pH ya que son termoestables y solubles en su punto isoeléctrico.

1.1.1 Proteínas lactoséricas

Como lo indica Mahaut y colaboradores (2003), la fracción proteica soluble a pH 4.6 engloba a todas las proteínas distintas a las caseínas. La mayoría de estas proteínas son globulares y presentan una gran sensibilidad térmica. Las dos proteínas principales de este tipo son la β -lactoglobulina y la α -lactalbúmina, que representan respectivamente el 45% y el 25% de las proteínas solubles. Un segundo grupo está formado por la seroalbúmina bovina y las inmunoglobulinas de origen sanguíneo (12%) y por proteosas peptonas (13%), que provienen en gran parte de la degradación de la caseína por la plasmina. No coagulan por la acción de las enzimas coagulantes, al contrario que las caseínas. La sensibilidad térmica se utiliza en beneficio de las técnicas de fabricación del queso a partir de lactosuero, como el ricotta.

1.1.1.1 β -Lactoglobulina

“El Componente cuantitativamente mayoritario de la fracción de proteínas del suero es β -lactoglobulina (B-GL) con una concentración de 3.5 g/ litro de leche. La secuencia de la B-GL está constituida por 162 aminoácidos con una masa molecular de 18.277 g /mol. La β -lactoglobulina no se encuentra en la leche humana” (Schlimme y Buchheim 2002).

1.1.1.2 α -lactalbúmina

Schlimme y Buchheim (2002), hacen saber que dicha proteína se encuentra en una concentración de 1 g/litro de leche y es el segundo componente más importante de la fracción de proteínas de suero. Su cadena peptídica está compuesta por 123 aminoácidos con una masa molecular de 14.175 g /mol. Tiene el contenido más alto de triptófano (6.6%) de todas las proteínas nutritivas.

1.1.1.3 Seroalbúmina

“Se encuentra en la leche en una proporción del 1% de proteína total. Al contrario que β -lactoglobulina y α -lactoalbúmina, la BSA no se sintetiza en la glándula mamaria sino que pasa de la sangre a la leche. La cadena está compuesta por 582 aminoácidos con una masa molecular de 66.267 g/mol” (Schlimme y Buchheim 2002).

1.2 PRODUCCIÓN DE REQUESÓN

Según Inda (2000), el requesón es una estructura producida por la coagulación de proteínas lactoséricas a través de las siguientes formas: La acidificación, tratamiento térmico y/o adición de calcio. El objetivo del proceso de hacer requesón es recuperar la mayor cantidad de proteína presente en el lactosuero y obtener los valores de pH, humedad y calcio adecuado para consumo humano.

Cuando se habla de desnaturalización el concepto dependerá de los científicos y tecnólogos que la conceptualicen. En lactología se denomina desnaturalización a los procesos que no involucren la ruptura de enlaces peptídicos y que causen un cambio en la estructura tridimensional de una proteína a partir de la forma existente en estado nativo, pero sí incluye la ruptura de enlaces bisulfuro. Las proteínas del lactosuero pueden ser desnaturalizadas elevando la temperatura entre 60 y 70°C. La desnaturalización a temperaturas mayores provoca la ruptura de enlaces bisulfuro y a pH alcalinos el intercambio de enlaces bisulfito. Las altas temperaturas afectan las interacciones no covalentes, que es importante para elaborar requesón. Asimismo, se pueden desnaturalizar las proteínas por cambios en el pH. Uno de los factores más importantes es la recuperación de proteínas, materia grasa, lactosa y minerales y esta depende de la composición inicial del lactosuero, del tratamiento térmico, de la concentración de Ca y del perfil de pH durante el proceso.

En la producción de requesón por tratamiento térmico y acidificación no se utiliza cuajo, por ello no cuenta con una elasticidad significativa, aunque la firmeza puede variar porque la estructura proteica no proviene de la acción del cuajo. La red proteica está determinada por la proporción entre las concentraciones de proteína, grasa, agua y calcio. Así, la manipulación del tipo y cantidad de proteínas y grasas y de las condiciones de proceso permite obtener un rango amplio de productos.

Las proteínas lactoséricas no reaccionan con el cuajo debido a que tienen un peso molecular relativamente bajo y son solubles en su punto isoeléctrico; por dicha razón es necesario desnaturalizarlas térmicamente para que precipiten. La agregación de estas proteínas por calor o por combinación de calor/ ácido está precedida por la desnaturalización y puede ser seguida por coagulación y precipitación. Durante este proceso, la β -lactoglobulina sufre una alteración estructural en la que quedan expuestos los grupos sulfuro, que juegan un papel central en la formación de puentes covalentes con otras proteínas. Estos cambios estructurales son rápidos a temperaturas mayores de 70°C.

La solubilidad de las proteínas lactoséricas desnaturalizadas es limitada y su susceptibilidad a la precipitación térmica aumenta al aumentar la concentración de proteína (β -lactoglobulina) y al aumentar la concentración de iones de calcio. El calentamiento del lactosuero causa interacciones irreversibles entre las distintas proteínas y junto con la participación del fosfato coloidal causa reacciones de Maillard responsables por el oscurecimiento no enzimático.

Es necesario desnaturalizar las proteínas lactoséricas con tratamiento térmico para que puedan precipitar. La coagulación de los productos secundarios ocurre en la presencia de calcio y a pH cercanos a los puntos isoeléctricos de las proteínas.

Para obtener el mayor rendimiento de requesón se recomienda la precipitación térmica a una acidez titulable de 0.12% y calentar hasta 71 y 101°C y reajustar la acidez de 0.15% a 0.30%. También se puede precipitar las proteínas calentando a 90°C por 10 minutos y acidificar a 4.95 y 5.35 de pH para precipitar la proteína. En la Industria se precalienta a 70°C y la temperatura se eleva luego a 90°C.

Debe haber un tiempo de 15 minutos de reposo, sin ninguna agitación, inmediatamente después de la primera señal de precipitación. Los mejores resultados en rendimiento se han logrado a una acidez titulable menor de 0.14% y una temperatura sostenida de 87.8°C durante 10 o 30 min. y una precipitación entre pH de 4.5 y 5 con ácido acético al 33%. El lactosuero se precalienta a 52°C y el cambio de temperatura debe ser de 1.1°C por minuto. Para que la cuajada sea fina y fácil de separar este proceso debe durar 45 minutos. Se dice que en procesos industriales el factor 0.6 se utiliza para recuperación de proteínas siendo 100% eficientes.

En la elaboración artesanal del requesón generalmente se utiliza vinagre (una solución acuosa de ácido acético) o jugos de frutas ácidas en volúmenes de aproximadamente 5 a 10 % en relación al volumen del lactosuero. El ácido tiene como función bajar el pH hasta valores cercanos al punto isoeléctrico de estas proteínas, que junto con las reacciones de desnaturalización térmica, conducen a la floculación y precipitación de las proteínas lactoséricas.

Para estudiar el efecto de la acidez inicial se realizaron experimentos con lactosueros entre 0.13% y 0.37% de acidez titulable. En este caso, la acidez fue producto de los microorganismos de los fermentos lácticos presentes en los lactosueros. Se calentó previamente a 52°C y luego se llevó hasta 87.8°C, agitando suavemente, y se añadió 0.1 % de ácido cítrico granular al final del calentamiento. En ese momento se dejó de calentar y de agitar y se dejó reposar el lactosuero durante 15 minutos. Se observó que la firmeza de la cuajada aumentó al aumentar la temperatura final de calentamiento, lo cual probablemente se debe a mayor grado de sinéresis.

Se puede apreciar que, al aumentar la acidez inicial (bajar el pH), disminuyó el grado de coagulación de las proteínas lactoséricas. Se obtuvo un rendimiento de 47 gramos por litro, utilizando lactosuero con 0.14% atecal.

Para modificar la humedad del producto, se puede calentar, moldear y prensar para disminuir a voluntad el contenido de humedad, así se pueden conseguir requesones untables hasta requesones que puedan ser rayados y rebanados. Para estandarizar el contenido de grasa se puede aplicar o incorporar crema. No todos los lactosueros son iguales, las diferencias principales entre ellos es su composición, es no solamente la composición de la leche para quesería y el contenido de humedad del queso, sino de la manera muy significativa, del pH al que el lactosuero se separa de la cuajada.

Los lactosueros de quesos más ácidos tienen mayor contenido de minerales que los de quesos menos ácidos. Esto tiene implicaciones importantes a la hora de procesarlos y convertirlos en requesón, en una bebida o en otro alimento.

Por otro lado, la variación del pH de un lactosuero está determinada principalmente por las concentraciones de lactato y fosfato, por lo que también depende del pH al que el lactosuero fue separado de la cuajada durante la fabricación de queso. Estas propiedades son importantes durante el tratamiento térmico y la precipitación de proteínas lactoséricas para elaborar requesones.

1.3 COSTO DEL LACTOSUERO

El costeo de los lactosueros es un juicio de valor. Algunas personas piensan que su costo debe ser muy cercano a cero, puesto que la fabricación del queso tradicionalmente absorbe el 100% del costo de la leche y los demás ingredientes. Inda (2000), utiliza el criterio que el lactosuero tiene valor monetario distinto de cero, tanto por el valor intrínseco de sus componentes, como por la funcionalidad de los lactosueros y sus derivados. Además, siempre y cuándo se le de un uso comercial al lactosuero, el reconocimiento de que tiene valor monetario permite deducir la cifra correspondiente al costo de la leche, haciendo que el costo de fabricación del queso sea no sólo más cercano a la realidad, sino significativamente menor. Aún en este caso, las cifras a usar siguen siendo juicios de valor. Usando como criterio el valor monetario intrínseco de los componentes del lactosuero por separado, costearíamos la grasa de leche a US \$ 1.5 - 2.0/Kg., la lactosa y los minerales a \$ 0.30/Kg. y las proteínas a un valor menor, pero cercano, al que cuestan las proteínas lactoséricas en forma de lactosuero en polvo. Un valor razonable es US \$ 4/Kg. Bajo este criterio, el valor monetario del lactosuero de quesos blancos pasteurizados sería de US \$0.06/l. En otras palabras, el lactosuero representaría cerca del 25% del valor monetario de la leche a partir de la cuál se obtuvo. Por este motivo, es prudente tomar como valor monetario, para fines de costeo del lactosuero como materia prima, una fracción de la cifra obtenida basándose en el valor intrínseco de los componentes por separado. Desde esta perspectiva el valor US \$ 0.03/l es considerable desde los puntos de vista comercial y tecnológico. Esta cifra es cercana al 10 % del valor comercial de la leche fluida, entera de vaca, cruda, a puerta de planta.

1.4 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

Los análisis microbiológicos son de importancia relevante al momento de realizar control de higiene e inocuidad de los alimentos desde el momento que son elaborados hasta el consumo final del cliente. Para control de higiene se realizo conteo de coliformes totales (UFC/cm³).

Cuadro 1. Parámetros microbiológicos

CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS (UFC/cm ³)				
Microorganismos	n(1)	c(2)	m(3)	M(4)
Staphylococcus aureus	5	1	102	103
Coliformes totales	5	2	200	500
Coliformes fecales	5	1	10	10
Escherichia coli, Salmonella en 25 gramos	5	0	0	0
	5	0	0	0

Fuente: OIRSA, 2000

- (1) n = Número de muestras que deben analizarse
- (2) c = Número de muestras que se permite que tengan un recuento mayor que m pero no mayor que M.
- (3) m = Recuento máximo recomendado
- (4) M = Recuento máximo permitido

2. INTRODUCCIÓN

Según CPML (2004), el lactosuero es uno de los materiales más contaminantes que existen en la industria de alimentos. Por cada 1,000 litros de lactosuero se 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. El lactosuero contiene más del 25 % de las proteínas de la leche, cerca del 8 % de la materia grasa y cerca del 95 % de la lactosa. Por lo menos, el 50 % en peso de los nutrimentos de la leche se quedan en el lactosuero. Siendo el lactosuero un subproducto de bajo valor económico pero de alto valor nutricional, al darle valor agregado se estaría creando un producto procesado rentable.

En la planta de lácteos de Zamorano se realizan procesos para producción de derivados de la leche como quesos, yogur y helados. El rendimiento de queso varía de 10 a 16% dependiendo del tipo de queso que se fabrique. Uno de los sobrantes en este proceso es el lactosuero. Para aumentar la eficiencia en la producción de lácteos, se realizó un estudio del efecto de la acidez, identificando la forma de obtener el mayor rendimiento de requesón a partir del lactosuero de queso crema, asegurando que su implementación sea factible y aceptada por los consumidores. Inda realizó estudios de rendimiento de requesón en el 2000 pero en Zamorano es la primera investigación de rendimientos de este producto. En la planta de lácteos semanalmente se producen 6600 litros de lactosuero de queso crema los que no llevan ningún tipo de tratamiento y tienen un efecto negativo en el ambiente. Por esta razón, es importante que la industria de quesos tenga un portafolio de opciones para usar el lactosuero como base para elaborar alimentos, procurando contaminar menos el medio ambiente y de recuperar el valor monetario del lactosuero.

El objetivo de realizar este proyecto fue evaluar el rendimiento del requesón a partir de lactosuero de queso crema, sus características físico-químicas, sensoriales y microbiológicas. Además, evaluar su factibilidad basado en los costos asociados con su producción. De esta forma se busca diversificar la cantidad de productos de Zamorano.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 UBICACIÓN

La investigación se realizó en la Empresa Universitaria de Industrias Lácteas de la Escuela Agrícola Panamericana “Zamorano” ubicada en el Km. 30 al este de Tegucigalpa, Departamento de Francisco Morazán, Honduras, C.A.

3.2 MATERIALES UTILIZADOS

3.2.1 Materia prima

1. Suero de queso crema sin salar
2. Ácido cítrico anhidro
3. Sal refinada
4. Agua potable

3.2.2 Maquinaria y equipo

1. Marmita con camisa para vapor con capacidad de 50 litros
2. Termómetro bimetálico
3. Butirómetros 50°
4. Butirómetros de 8°
5. Tarros para leche, capacidad 50 litros
6. Balanza de tres pesos OHAUS 700 Series 2610 g
7. Balanza NSF 5k-1000 wp 1000g
8. Balanza Yamato dp-8100 lb. y Kg.
9. Fundas para desuerado
10. Cámaras de refrigeración 4°C
11. Medio de Crecimiento VRBA
12. Micro Kjeldahl
13. Horno 105 °C Fisher Scientific
14. Platos petri
15. Incubadora
16. Instron® (Modelo 4444), Instron Corp.
17. Colorflex Hunter Lab®
18. Materiales de limpieza: cepillos, manguera y detergente

3.3 DISEÑO EXPERIMENTAL

3.3.1. Tratamientos

Se evaluaron dos formas naturales (requesón de suero con 0.15% y acidificado a 0.3%Atecal) y dos de suero acidificados con ácido cítrico (0.5 y 1 g /l).

Cuadro 2. Especificación de los tratamientos

	TRATAMIENTOS
TRT 1	Al día (0.15 Atecal)
TRT 2	Acidificado (0.30% Atecal)
TRT 3	Con ácido cítrico (0.5 g /l)
TRT 4	Con ácido cítrico (1 g /l)

3.3.2 Análisis exploratorio de características sensoriales

Para mejor disponibilidad se realizó con un panel de 8 personas relacionadas al área de producción de lácteos. Se evaluaron las características organolépticas sabor, textura, apariencia, acidez y aroma del producto final. Para el análisis se utilizó una escala hedónica en un rango de uno a cinco, siendo uno el de menor preferencia y cinco el de mayor aceptación.

3.3.3 Variables rendimiento

El rendimiento fue expresado en kilogramos de requesón producidos por tanda de 50 kilogramos de lactosuero que entraron a proceso.

3.3.4 Conteo microbiológico

Se cuantificaron coliformes totales del requesón en el laboratorio de la planta de lácteos utilizando Violet Red Bile Agar para las placas de crecimiento.

3.3.5 Análisis químicos

Los análisis químicos que se realizaron al requesón fueron los siguientes:

- Humedad: (AOAC 923.23). Los resultados se reportaron en porcentaje de humedad.
- Proteína: (AOAC 991.22). Los resultados se reportaron en porcentaje de proteína.
- Grasa: (AOAC 989.04). Se reportaron como porcentaje de grasa.
- Cenizas: (AOAC 945.46). El resultado fue reportado en porcentaje de cenizas.

3.3.6 Análisis físicos

Se evaluó textura y color del requesón en el Centro de Evaluación de Alimentos mediante el siguiente equipo:

Textura	INSTRON 444
Color	Colorflex Hunterlab

3.3.7 Análisis de costos

Se efectuó un análisis comparando los costos directos de producción para los dos tratamientos mejor evaluados en el análisis sensorial. Para esto se consideraron los costos del suero, ácido cítrico y envases.

3.3.8 Análisis estadístico

El diseño que se utilizó fue Bloques Completos al Azar y los tratamientos fueron evaluados estadísticamente para encontrar diferencias en el rendimiento ($P < 0.05$). Para esto se realizó una separación de medias por método de Tukey utilizando el programa estadístico SAS.

3.4 METODOLOGÍA

Se evaluaron cuatro metodologías para obtener requesón realizando tres repeticiones por tratamiento: requesón partiendo de suero con 0.15% atecal, acidificado a 0.3% atecal, con 0.15% atecal (1g de ácido cítrico /l) y suero con ácido cítrico (0.5g /l).

3.4.1 Flujo de proceso

1. Se utilizó lactosuero fresco con acidez titulable de 0.15 %.
2. Se usó calentamiento indirecto (chaqueta de vapor) a una velocidad tal que alcanzó 93°C en aproximadamente 45 minutos.
3. Se suspendió la agitación y el calentamiento al llegar a 93°C
4. Se añadió ácido cítrico granular (en los tratamientos que requería).
y se aplicó 1% de sal refinada con base en el volumen de suero.
5. Se mantuvo esta temperatura por 15 minutos.
6. Se recuperó la cuajada con una criba, se colocó en fundas de manta y se permitió desuerado por gravedad en un cuarto frío.
7. Se midió el rendimiento y se realizaron análisis sensoriales, físico-químicos y microbiológicos.

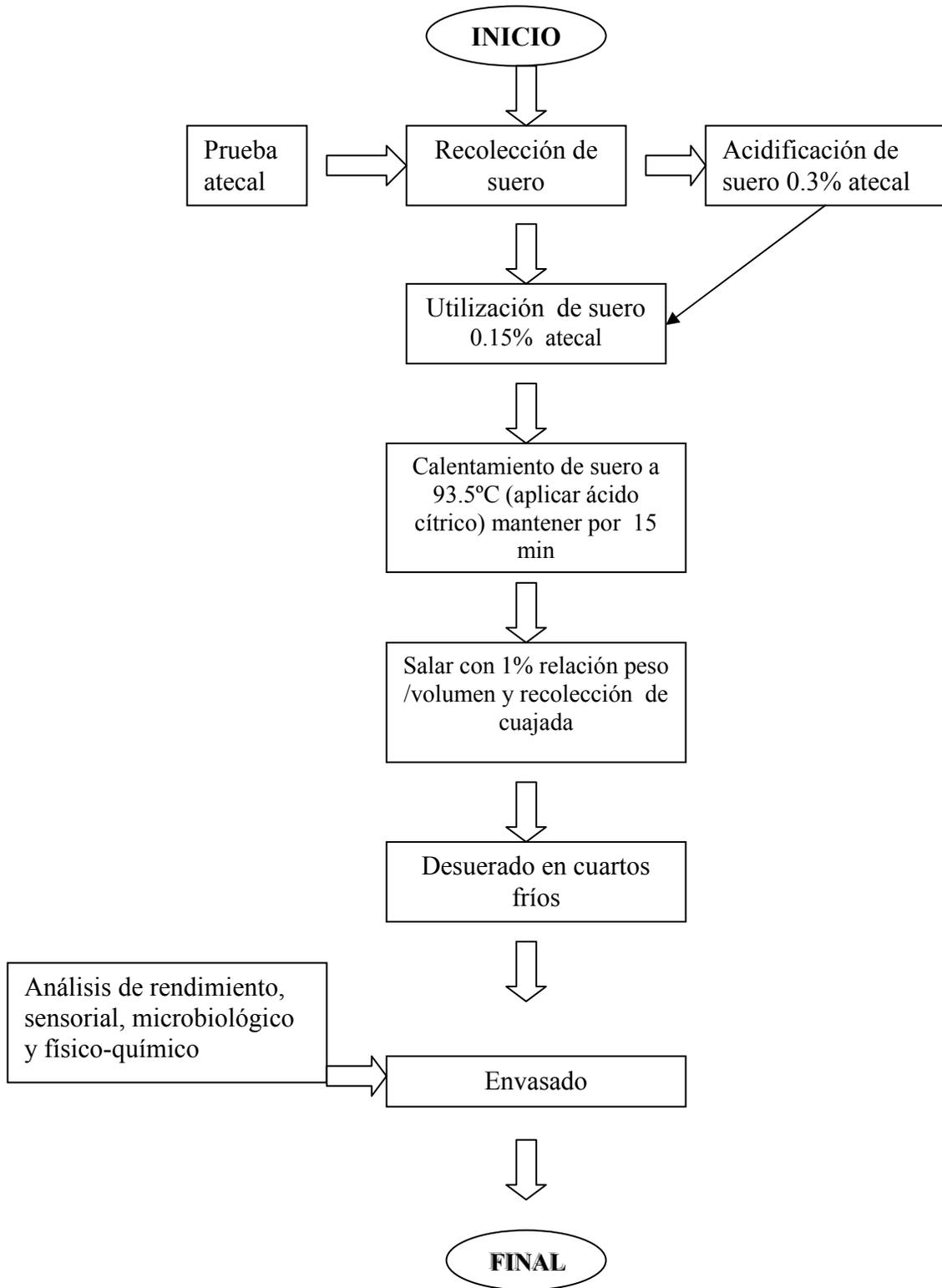


Figura 1. Diagrama de proceso de elaboración de requesón de lactosuero de queso crema

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 ANÁLISIS SENSORIAL

4.1.1 Análisis exploratorio

La calificación sensorial de los panelistas indican un gusto medio por el requesón seguramente porque los panelistas no están habituados al producto.

En el cuadro 3 se muestra que los tratamientos de suero con 1g de ácido cítrico y 0.3% ATECAL fueron significativamente mejor evaluados que el resto de tratamientos ($P < 0.05$). Relacionado con el análisis del Colorflex se encontró que los panelistas dieron una mejor calificación a los requesones que tienen un color más claro, con menor intensidad de rojo y una mayor intensidad de amarillo.

Cuadro 3. Apariencia del requesón evaluada sensorialmente

TRATAMIENTOS	Apariencia	Separación de medias*	
1g Ácido cítrico	3.85±0.62	A	
0.3 ATECAL	3.77±0.61	A	B
0.5g Ácido cítrico	3.57±0.60		B
0.15 ATECAL	3.55±0.62		B

*Tratamientos seguidos de diferente letra son significativamente diferentes ($P < 0.05$)

En el Cuadro 4 se observa que los panelistas calificaron de igual forma todos los tratamientos, no encontrando diferencia significativa ($P > 0.05$). Se esperaba que el aroma se percibiera mejor debido a que el requesón tiene un aroma lácteo fácilmente perceptible.

Cuadro 4. Aroma del requesón evaluada sensorialmente

TRATAMIENTOS	Aroma	Separación de medias*	
0.3 ATECAL	3.47±0.55	A	
1g Ácido cítrico	3.47±0.55	A	
0.5g Ácido cítrico	3.42±0.54	A	
0.15 ATECAL	3.42±0.54	A	

*Tratamientos seguidos de igual letra no son significativamente diferentes ($P > 0.05$)

La acidez de los tratamientos de sueros con 0.3 y 0.15% ATECAL presentaron una mejor aceptación, existiendo diferencia significativa con los de ácido cítrico ($P < 0.05$). Los

panelistas tuvieron una mayor aceptación por los requesones con una mayor acidez resultado de la fermentación de bacterias ácido lácticas.

Cuadro 5. Acidez del requesón evaluada sensorialmente

TRATAMIENTOS	Acidez	Separación de medias*
0.3 ATECAL	3.57±0.563	A
0.15 ATECAL	3.55±0.563	A
1g Ácido cítrico	3.40±0.562	B
0.5g Ácido cítrico	3.20±0.560	C

*Tratamientos seguidos de diferente letra son significativamente diferentes (P<0.05)

El tratamiento con mejor textura fue el requesón con 0.3% ATECAL (Cuadro 6). Se encontró que el requesón de suero acidificado 0.3% ATECAL es diferente significativamente respecto al tratamiento suero con 0.5 g ácido cítrico e igual al resto (P<0.05). Los resultados del Instron relacionan el gusto de los panelistas a requesones suaves. Esta consistencia blanda se debe que a 93.5°C y una buena acidificación, se obtiene un buen gel y el desuerado es moderado dándole esta característica particular al requesón.

Cuadro 6. Textura del requesón evaluada sensorialmente

TRATAMIENTOS	Textura	Separación de medias*
0.3 ATECAL	3.62±0.60	A
1g Acido Cítrico	3.42±0.58	A B
0.15 ATECAL	3.37±0.58	A B
0.5g Ácido Cítrico	3.35±0.58	B

*Tratamientos seguidos de diferente letra son significativamente diferentes (P<0.05)

Los tratamientos con una mejor aceptación general por los panelistas fueron los quesos más acidificados debido a la mejor fermentación de estos tratamientos (Cuadro 7). El sabor suave y ácido de estos requesones es producto del crecimiento de bacterias ácido lácticas comprobado por el menor pH (4.7-4.8) y mayor atecal (0.38-0.4%) presente en ellos. Entre el requesón de suero acidificado 0.3% ATECAL y 1g ácido cítrico no se observó diferencia estadística significativa, pero si entre el requesón de suero acidificado a 0.3% ATECAL y el resto (P<0.05).

Cuadro 7. Aceptación general del requesón evaluada sensorialmente

TRATAMIENTOS	Aceptación General	Separación de medias*	
0.3 ATECAL	3.62±0.59	A	
1g Ácido Cítrico	3.42±0.55	A	B
0.5g Ácido Cítrico	3.40±0.58		B
0.15 ATECAL	3.40±0.58		B

*Tratamientos seguidos de diferente letra son significativamente diferentes (P<0.05)

4.2 ANÁLISIS DE RENDIMIENTO

El tratamiento con 1 g de ácido cítrico produjo el mejor rendimiento superando a los otros tratamientos para los cuales no se encontraron diferencias entre ellos (P<0.05), estos resultados tienen similitud con el experimento que realizó Inda en el 2000.

Cuadro 8. Características de rendimiento de requesón

TRATAMIENTOS	Rendimiento (Kg./ Tanda)	Separación de medias*	
1g Ácido cítrico	1.429±0.0635	A	
0.3 ATECAL	1.152±0.118		B
0.5g Ácido cítrico	1.127±0.139		B
0.15 ATECAL	1.065±0.115		B

*Tratamientos seguidos de diferente letra son significativamente diferentes (P<0.05)

4.3 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

El crecimiento de coliformes estuvo dentro del rango permitido por el Organismo Internacional Regional de Sanidad Animal quien regula la sanidad y calidad de productos pecuarios de la región.

Cuadro 9. Limite microbiológico de OIRSA

CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS (UFC/cm ³)				
Microorganismos	n(1)	c(2)	m(3)	M(4)
Coliformes totales	5	2	200	500

(1) n = Número de muestras que deben analizarse

(2) c = Número de muestras que se permite que tengan un recuento mayor que m pero no mayor que M.

(3) m = Recuento máximo recomendado

(4) M = Recuento máximo permitido

Cuadro 10. Características microbiológicas de requesón

TRATAMIENTOS	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO	
	Coliformes Totales (UFC/cm ³)	ATECAL
0.15 ATECAL	50	0.35
0.3 ATECAL	60	0.38
0.5g Ácido cítrico	60	0.38
1g Ácido cítrico	50	0.4

4.4 ANÁLISIS QUÍMICO

Se puede observar que los tratamientos con mayor humedad son los de acidificación natural, siendo esto un efecto del desuerado inmediato que tiene el gel producido por el ácido orgánico al momento de ocurrir la precipitación. La mayor cantidad de grasa y cenizas se encuentra en el requesón de suero con 0.15% de ATECAL; se cree que al bajar el pH el ácido orgánico provocó la pérdida de grasa durante la precipitación y el desuerado.

Cuadro 11. Características de composición del requesón

Descripción	COMPOSICIÓN DEL REQUESÓN					
	%Humedad	%Grasa	%Cenizas	%Proteína	%Azúcares	pH
0.3 ATECAL	76.07	4.67	1.99	9.39	7.88	4.8
0.15 ATECAL	75.41	9	2.75			5
1g Ácido cítrico	75.11	5.6	1.87	9.5	7.92	4.7
0.5g Ácido cítrico	71.38	6	2.07			4.9

*Tratamientos seguidos de diferente letra son significativamente diferentes ($P < 0.05$)

4.5 ANÁLISIS FÍSICOS

4.5.1 Textura

En el Cuadro 12 se reportó la fuerza máxima en Newtons (N) utilizada para cortar un trozo de requesón. Entre los tratamientos naturales y los provocados se encontró diferencia significativa, con la excepción de los tratamientos 1g ácido cítrico y 0.15% atecal que fueron similares ($P < 0.05$).

En orden ascendente del más suave al más resistente se enumeran: el de suero 0.3% ATECAL, el de suero con 0.15% ATECAL, el de suero con 1 g ácido cítrico y el requesón a partir de suero con 0.5 g de ácido cítrico.

Cuadro 12. Análisis de cizalla para requesón

TRATAMIENTOS	Cizalla	Separación de medias*	
0.5g Ácido cítrico	5.75+/-0.07	A	
1g Ácido cítrico	5.40+/-0.14	A	B
0.15 ATECAL	4.90+/-0.28		B C
0.3 ATECAL	4.40+/-0.14		C

*Tratamientos seguidos de diferente letra son significativamente diferentes (P<0.05)

4.5.2 Color

Los resultado del Cuadro 13 para el valor L* muestran que el requesón con mayor claridad fue el acidificado y el de 1g de ácido cítrico para los que no se encontró diferencia significativa y los más tenues los de 0.5g de ácido cítrico y 0.15% ATECAL(P<0,05).

Cuadro 13. Análisis de color para requesón L*

TRATAMIENTOS	L*	Separación de medias*	
0.3 ATECAL	89.33+/-0.59	A	
1g Ácido cítrico	88.92+/-0.014	A	B
0.15 ATECAL	88.42+/-0.076		B
0.5g Ácido cítrico	87.55+/-0.054		C

*Tratamientos seguidos de diferente letra son significativamente diferentes (P<0.05)

En el Cuadro 14 para el valor a* se encontró diferencia significativa entre los tratamientos al día y 0.5 g ácido cítrico mientras para 1g de ácido cítrico y acidificado no se encontró diferencia (P<0,05). El tratamiento con suero del mismo día presenta una mayor intensidad de rojo y el acidificado la menor intensidad.

Cuadro 14. Análisis de color para requesón a*

TRATAMIENTOS	a*	Separación de medias*	
0.15 ATECAL	0.72+/-0.028	A	
0.5g Ácido cítrico	0.54+/-0.035		B
1g Ácido cítrico	0.43+/-0.042		B C
0.3 ATECAL	0.35+/-0.028		C

*Tratamientos seguidos de diferente letra son significativamente diferentes (P<0.05)

En el Cuadro 15 para b* se encontró diferencia significativa entre los tratamientos, siendo los tratamientos 1g de ácido cítrico y acidificado similares entre ellos (P<0,05). El

requesón de 1g de ácido cítrico presento un amarillo más intenso y el del 0.5g ácido cítrico la menor intensidad.

Cuadro 15. Análisis de color para requesón b*

TRATAMIENTOS	b*	Separación de medias*		
1g Ácido cítrico	12.59+/-0.08	A		
0.3 ATECAL	12.49+/-0.06	A	B	
0.15 ATECAL	12.25+/-0.07		B	C
0.5g Ácido cítrico	12.02+/-0.02			C

*Tratamientos seguidos de diferente letra son significativamente diferentes (P<0.05)

Relacionando la calificación sensorial y los resultados de laboratorio se dice que los panelistas prefirieron los requesones más claros, con mayor intensidad de rojo y una menor intensidad de amarillo.

4.6 COSTOS

De los dos tratamientos que tuvieron la mejor respuesta en el análisis exploratorio se realizó un análisis de costos para producción en dos presentaciones una de 236 g y la otra de 490 g utilizando envases de polietileno de alta densidad.

Cuadros 16. Análisis de costos para requesón de suero acidificado (236 g)

0.3% ATECAL					
Ingredientes	Unidades	Costo Unitario L.	Unidades	Total L.	Total USD
Suero	g	0.023	236	5.55	
Envase	vaso 236 g	1.3	1	1.3	
Total 236 g				6.85	0.36

Cuadros 17. Análisis de costos para requesón de suero acidificado (490g)

0.3% ATECAL					
Ingredientes	Unidades	Costo Unitario L.	Unidades	Total L.	Total USD
Suero	g	0.023	490	11.51	
Envase	vaso 490 g	1.78	1	1.78	
Total 490 g				13.29	0.70

Cuadros 18. Análisis de costos para requesón con 1g de ácido cítrico (236 g)

Ingredientes	Unidades	1 g de Ácido cítrico		Total L.	Total USD
		Costo Unitario L.	Unidades		
Suero	g	0.017	236	4.13	
Ácido cítrico	g requesón	0.0008	236	0.19	
Envase	vaso 236 g	1.3	1	1.3	
Total 236 g				5.62	0.30

Cuadros 19. Análisis de costos para requesón con 1g de ácido cítrico (490 g)

Ingredientes	Unidades	1 g de Ácido cítrico		Total L.	Total USD
		Costo Unitario L.	Unidades		
Suero	g	0.017	490	8.57	
Ácido cítrico	g requesón	0.0008	490	1.39	
Envase	vaso 490 g	1.78	1	1.78	
Total 490 g				10.74	0.56

Se encontró en los Cuadros del 16 al 19 que el tratamiento con menores costos fue el de 1g de ácido cítrico debido a su mejor rendimiento (2.86%). Los costos para la producción de dicho tratamiento en presentaciones de 236 y 490g son de L. 5.62 y L. 10.74 respectivamente. En supermercados “La colonia” y tiendas minoristas el precio del requesón es L. 27.90 y L.32.00 respectivamente, si el precio de venta del requesón Zamorano fuese de L.21.00 se obtendría una rentabilidad sobre costos directos de producción de 95.5%.

5. CONCLUSIONES

Los tratamientos suero acidificado a 0.3% ATECAL y con 1g de ácido cítrico son considerados los mejores en el análisis sensorial sobresaliendo en textura, apariencia, acidez y aceptación general.

El tratamiento con mayor rendimiento fue el que utilizó 1g de ácido cítrico.

El suero que brindo el menor costo de producción de requesón fue el de 1g de ácido cítrico.

6. RECOMENDACIONES

Agregar leche entera al lactosuero para mejorar rendimiento y características sensoriales del requesón.

Realizar un estudio de mercado y de vida útil para este nuevo producto.

Efectuar prueba de preferencia comparando requesón “Zamorano” con el producido comúnmente en Honduras.

7. BIBLIOGRAFÍA

AOAC, 2006. Official Methods of Analysis of AOAC International (en línea). Consultado el 9 de junio de 2006. Disponible en: <http://www.aoac.org/pubs/pubshp.htm>

CPML. 2004. Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta procesadora de bebidas para infantes a base de lactosuero (en línea). Consultado el 10 de septiembre de 2006. Disponible en: <http://www.cpml.uni.edu.ni/docs/suero.pdf#search=%22coliformes%20requeson%20honduras%22>

Inda, 2000. Optimización del rendimiento y aseguramiento de la inocuidad en la industria de la quesería (en línea). Consultado el 14 de septiembre de 2006. Disponible en http://www.science.oas.org/OEA_GTZ/LIBROS/QUESO/queso.htm

Mahaut y equipo, 2003. Introducción a la tecnología quesera. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza, España. 189 p.

OIRSA, 2000. Normas de quesos frescos no madurados (en línea). Consultado el 12 de septiembre de 2006. Disponible en: http://www.oirsa.org/OIRSA/Miembros/Nicaragua/Decretos_Leyes_reglamentos/NTON-03-022-99.htm

Schlimme y Buchheim, 2002. La leche y sus componentes: Propiedades químicas y físicas. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza, España. 121 p.

8. ANEXOS

Anexo 1. HOJA DE EVALUACIÓN SENSORIAL**EVALUACIÓN SENSORIAL DE REQUESÓN**

Tratamiento _____

Nombre _____

Fecha _____

Encierre en un círculo el número para indicar la calificación que merece cada muestra analizada considerando cada una de sus características

SABOR				
1	2	3	4	5
Me disgusta mucho	No me gusta	No me gusta Ni me disgusta	Me gusta poco	Me gusta mucho
TEXTURA				
1	2	3	4	5
Me disgusta mucho	No me gusta	No me gusta Ni me disgusta	Me gusta poco	Me gusta mucho
APARIENCIA				
1	2	3	4	5
Me disgusta mucho	No me gusta	No me gusta Ni me disgusta	Me gusta poco	Me gusta mucho
ACIDEZ				
1	2	3	4	5
Me disgusta mucho	No me gusta	No me gusta Ni me disgusta	Me gusta poco	Me gusta mucho
AROMA				
1	2	3	4	5
Me disgusta mucho	No me gusta	No me gusta Ni me disgusta	Me gusta poco	Me gusta mucho

Observaciones: _____

Anexo 2. Composición de lactosuero

COMPOSICIÓN DE LACTOSUERO TÍPICO	
	Contenido en porcentaje
Proteínas	0.9
Caseína 1	0.13
Lactoséricas	0.78
Grasas	0.3
Lactosa	5.1
Sales y minerales	0.5
Sólidos totales	6.8
Contenido Energético	275 Kcal/l
1 Glicomacropeptico	

Anexo 3. Características químicas del requesón

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

Tipo de queso	Humedad % en masa máximo	Grasa Láctea %
Queso de suero	80	> 10 < 33
