



## **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

TITULO DE LA TESIS

### **“EVALUACION DE TRES TIPOS DE ACIDIFICANTE (ACIDO CÍTRICO, JUGO DE LIMÓN Y VINAGRE) EN LA ELABORACION DE REQUESON EXCELSO”**

AUTOR

Ing. MARCO GABRIEL MANZANO HERNÁNDEZ

Tesis presentada ante la Escuela de Postgrado y Educación Continua de la ESPOCH, como requisito parcial para la obtención del Título de Magister en Industrias Pecuarias, Mención Industrias de la Leche.

RIOBAMBA - ECUADOR

2013



## ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

### CERTIFICACIÓN:

EL TRIBUNAL DE TESIS CERTIFICA QUE:

El trabajo de investigación titulado “EVALUACION DE TRES TIPOS DE ACIDIFICANTE (ACIDO CÍTRICO, JUGO DE LIMÓN Y VINAGRE) EN LA ELABORACION DE REQUESON EXCELSO”, de responsabilidad del Sr. Ing. Marco Gabriel Manzano Hernández, ha sido prolijamente revisado y se autoriza su presentación.

Tribunal de tesis:

Dr. Juan Vargas G.  
**PRESIDENTE**

\_\_\_\_\_  
FIRMA

Ing. M.Cs. Milton C. Ortiz T.  
**DIRECTOR**

\_\_\_\_\_  
FIRMA

Ing. M.Cs. Jesús López S.  
**MIEMBRO**

\_\_\_\_\_  
FIRMA

Ing. M.Cs. César I. Flores M.  
**MIEMBRO**

\_\_\_\_\_  
FIRMA

## **AGRADECIMIENTO**

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, a la Escuela de Postgrado y Educación Continua a la Facultad de Ciencias Pecuarias.

De manera especial a a los miembros del tribunal de tesis: Ing. M.Cs. Milton Ortiz, Ing. Mc. Jesús López S., e Ing. M.Cs. Iván Flores M., por su colaboración para el desarrollo de este trabajo de investigación.

De igual manera a los amigos y colaboradores y entre ellos al Ing. M.Cs. José Pazmiño G, Ing. M.Cs. Manuel Almeida G, e Ing. M.Cs. Manuel Zurita L., quienes estuvieron prestos para prestarme la ayuda en el momento requerido.

## DEDICATORIA

A mis padres Luis Gabriel y Rosa América, por darme la vida y quienes están permanentemente cuidándome y dándome la fortaleza para continuar para ser una persona de bien para la sociedad.

A mi Esposa Mayra Ximena, a mis Hijos Luis Vinicio y Rosita Doménica, quienes a lo largo de mi carrera han velado por mi bienestar y educación, siendo mi apoyo en todo momento depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento en mi inteligencia y capacidad.

A mi hermano Luis Vinicio, quien desde el cielo a ha sido mi Ángel; y a mis hermanos que les tengo al lado mío Rosa Cecilia, Marcia Jimena, Edín Cristóbal y Blanca Eugenia, con los que puedo y podre contar en los momentos buenos y difíciles.

Marco Gabriel

## RESUMEN

### **“EVALUACION DE TRES TIPOS DE ACIDIFICANTE (ACIDO CÍTRICO, LIMÓN Y VINAGRE) EN LA ELABORACION DE REQUESON EXCELSON”**

En la Facultad de Ciencias Pecuarias, de la ESPOCH, se evaluó tres tipos de acidificantes (ácido cítrico, limón y vinagre), frente a un tratamiento control (acidificación natural), en la elaboración del requesón excelso, utilizándose 320 lt de leche, distribuidos en 32 unidades experimentales de 10 lt cada una, en dos ensayos consecutivos, distribuidas bajo un DCA.

Los resultados experimentales se sometieron a análisis de varianza y separación de medias con la prueba de Tukey. Encontrándose que al emplear ácido cítrico el tiempo que requiere la leche para que se coagule es de 4.32 horas, frente a 11.88 horas del tratamiento control, con un pH de 5.40, los nutrientes variaron estadísticamente ( $P < 0.01$ ), a excepción del contenido de cenizas y materia orgánica; registrándose mayor materia seca (34.90 %) en los requesones del grupo control, mayor cantidad de proteína (22.42%) con el ácido cítrico, la grasa fluctuó entre 6.35 y 6.87 %, las cenizas variaron de 1.14 a 1.23 %.

Los análisis microbiológicos determinaron presencia de aerobios mesófilos, coliformes totales, mohos y levaduras, en cantidades por debajo de los límites permitidos por Mercosur (2010), siendo menor su presencia con el uso de vinagre.

En la valoración de las características organolépticas, el requesón control recibió una calificación de buena y con el uso de los acidificantes de muy buenos.

Con el empleo del ácido cítrico se encontró menores costos de producción (2.28 dólares/kg) y la mayor rentabilidad (B/C de 1.32), por lo que se recomienda emplear este ácido en la elaboración del requesón excelso.

## ABSTRACT

In the Faculty of Animal Sciences at the ESPOCH three types of acidifiers (citric acid, lemon and vinegar) was evaluated against a control treatment (Natural acidification), in developing the sublime ricotta, using 320 liters of milk, 32 experimental units of 10 liters each, in two consecutive tests, distributed under a DCA.

The experimental results were subjected to analysis of variance and mean separation by Tukey's test. It was found to use citric acid to the time required for clotting milk is 4.32 hours versus 11.88 hours in the control treatment, a pH of 5.40, nutrients varied significantly (  $P < 0.01$ ), except for the content of ash and organic matter; recorded higher dry matter ( 34.90 %) in the control group curds, more protein ( 22.42% ) with citric acid, fat ranged between 6.35 and 6.87% , ash ranged from 1.14 to 1.23 %.

Microbiological analysis determined the presence of aerobic mesophilic bacteria , total coliforms , molds and yeasts, in amounts below the limits allowed by Mercosur (2010), but less presence using vinegar.

In assessing the organoleptic characteristics, control curd was rated good and the use of acidifiers very good.

With the use of citric acid lower production costs ( \$ 2.28 / kg ) and higher profitability ( B / C of 1.32 ) was found , so it is recommended to use this acid in the preparation of the sublime ricotta.

## CONTENIDO

	Pág.
Lista de Cuadros	x
Lista de Gráficos	xi
Lista de Anexos	xiii
I. <u>“EVALUACION DE TRES TIPOS DE ACIDIFICANTE (ACIDO CÍTRICO, JUGO DE LIMÓN Y VINAGRE) EN LA ELABORACION DE REQUESON EXCELSON”</u>	
II. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
A. ANTECEDENTES	1
B. JUSTIFICACIÓN	2
C. OBJETIVOS	2
1. Objetivo general	2
2. Objetivos específicos	3
D. HIPÓTESIS	3
III. <u>REVISIÓN DE LITERATURA</u>	4
A. LECHE	4
1. <u>Definición</u>	4
2. <u>Composición de la leche</u>	5
3. <u>El potencial de la leche para la fabricación de quesos</u>	6
a. El contenido de proteínas coagulables (caseínas)	6
b. El contenido de materia grasa	6
c. La calidad sanitaria y microbiológica de la leche	7
B. EL REQUESÓN	7
1. <u>Definición e importancia</u>	7
2. <u>Características</u>	8
3. <u>Propiedades</u>	9
4. <u>Tipos de requesones</u>	10
5. <u>Composición del requesón</u>	10
6. <u>Elaboración del requesón</u>	11
C. ÁCIDO CÍTRICO	15
1. <u>Descripción</u>	15
2. <u>Obtención</u>	15

3.	<u>Aplicaciones</u>	16
D.	LIMONES	17
1.	<u>Descripción</u>	17
2.	<u>Propiedades de los cítricos</u>	18
3.	<u>Beneficios del limón</u>	19
4.	<u>Valor nutricional</u>	20
E.	VINAGRE	20
1.	<u>Definición</u>	20
2.	<u>Historia</u>	21
3.	<u>Elaboración</u>	22
4.	<u>Acidez del vinagre</u>	22
5.	<u>Variedades</u>	23
6.	<u>Usos</u>	23
IV.	<u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	25
A.	LOCALIZACIÓN Y DURACION DEL EXPERIMENTO	25
B.	UNIDADES EXPERIMENTALES	25
C.	MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES	25
D.	TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL	26
E.	MEDICIONES EXPERIMENTALES	27
1.	<u>Efecto de los acidificantes</u>	27
2.	<u>Valoración bromatológica</u>	27
3.	<u>Valoración microbiológica</u>	28
4.	<u>Valoración organoléptica</u>	28
5.	<u>Análisis productivo</u>	28
6.	<u>Análisis económico</u>	28
F.	ANALISIS ESTADÍSTICO Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA	28
G.	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	29
1.	<u>Elaboración del requesón</u>	29
2.	<u>Programa sanitario</u>	30
H.	METODOLOGÍA DE EVALUACION	31
1.	<u>Efecto de los acidificantes</u>	31
2.	<u>Valoración bromatológica</u>	31
3.	<u>Valoración microbiológica</u>	32
4.	<u>Valoración organoléptica</u>	32



5.	<u>Análisis económico</u>	32
V.	<u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	33
A.	COMPORTAMIENTO DE LOS ACIDIFICANTES	33
1.	<u>Tiempo de acidificación</u>	33
2.	<u>pH</u>	35
B.	VALORACIÓN BROMATOLÓGICA	35
1.	<u>Contenido de humedad</u>	35
2.	<u>Contenido de materia seca</u>	38
3.	<u>Contenido de proteína</u>	41
4.	<u>Contenido de grasa</u>	43
5.	<u>Contenido de cenizas</u>	43
6.	<u>Contenido de materia orgánica</u>	45
C.	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO	45
1.	<u>Aerobios mesófilos</u>	47
2.	<u>Coliformes totales</u>	47
3.	<u>Coliformes fecales</u>	49
4.	<u>Mohos y levaduras</u>	49
D.	VALORACIÓN ORGANOLÉPTICA	52
1.	<u>Color</u>	52
2.	<u>Aroma</u>	52
4.	<u>Textura</u>	55
4.	<u>Sabor</u>	55
5.	<u>Valoración total</u>	55
E.	ANÁLISIS PRODUCTIVOS	58
D.	ANÁLISIS ECONÓMICOS	62
V.	<u>CONCLUSIONES</u>	66
VI.	<u>RECOMENDACIONES</u>	67
VII.	<u>LITERATURA CITADA</u>	68
	ANEXOS	73

## LISTA DE CUADROS

Nº		Pág.
1.	COMPOSICIÓN TÍPICA DE LA LECHE CRUDA DE VACA.	4
2.	ESPECIFICACIONES MICROBIOLÓGICAS DEL REQUESÓN.	9
3.	COMPOSICIÓN QUÍMICA Y BROMATOLÓGICA DE REQUESÓN.	12
4.	VALOR NUTRICIONAL DEL LIMÓN EN 100 g DE SUSTANCIA COMESTIBLE.	20
5.	ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.	27
6.	ESQUEMA ADEVA PARA LAS VARIABLES PARAMÉTRICAS.	29
7.	ESQUEMA ADEVA PARA LAS VARIABLES NO PARAMÉTRICAS.	29
8.	MÉTODOS UTILIZADOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS BROMATOLÓGICOS DEL REQUESÓN EXCELSO.	31
9.	TIEMPO DE ACIDIFICACIÓN Y PH DE LA CUAJADA DEL REQUESÓN EXCELSO POR EFECTO DE EFECTO DE DIFERENTES ACIDIFICANTES.	33
10.	VALORACION BROMATOLÓGICA DEL REQUESÓN EXCELSO ELABORADO CON DIFERENTES TIPOS DE ACIDIFICANTES.	37
11.	VALORACION MICROBIOLÓGICA DEL REQUESÓN EXCELSO ELABORADO CON DIFERENTES TIPOS DE ACIDIFICANTES.	46
12.	VALORACION ORGANOLÉPTICA DEL REQUESÓN EXCELSO ELABORADO CON DIFERENTES TIPOS DE ACIDIFICANTES.	53
13.	VALORACION PRODUCTIVA DEL REQUESÓN EXCELSO ELABORADO CON DIFERENTES TIPOS DE ACIDIFICANTES HASTA LOS 30 DÍAS DE ALMACENAMIENTO.	60
14.	ANÁLISIS ECONÓMICO (DÓLARES), DE LA PRODUCCIÓN DE REQUESÓN EXCELSO ELABORADO CON DIFERENTES TIPOS DE ACIDIFICANTES.	64

## LISTA DE GRÁFICOS

Nº		Pág.
1.	Diagrama de flujo de la elaboración de requesón.	14
2.	Tiempo (horas), para que la leche adquiriera la acidificación y se produzca la cuajada en la elaboración del requesón excelso, por efecto de diferentes tipos de acidificantes.	34
3.	Valores del pH de la leche durante el proceso de acidificación para la elaboración del requesón excelso, por efecto de diferentes tipos de acidificantes.	36
4.	Contenido de humedad (%), en el requesón excelso, elaborado con diferentes tipos de acidificantes.	39
5.	Contenido de materia seca (%), en el requesón excelso, elaborado con diferentes tipos de acidificantes.	40
6.	Contenido de proteína (%), en el requesón excelso, elaborado con diferentes tipos de acidificantes.	42
7.	Contenido de grasa (%), en el requesón excelso, elaborado con diferentes tipos de acidificantes.	44
8.	Presencia de aerobios mesófilos (UFC/g), en el requesón excelso, elaborado con diferentes tipos de acidificantes.	48
9.	Presencia de coliformes totales (UFC/g), en el requesón excelso, elaborado con diferentes tipos de acidificantes.	50
10.	Presencia de hongos y levaduras (NMP/100 g), en el requesón excelso, elaborado con diferentes tipos de acidificantes.	51
11.	Valoración organoléptica del color (sobre 10 puntos), del requesón excelso, elaborado con diferentes tipos de acidificantes.	54
12.	Valoración organoléptica de la textura (sobre 15 puntos), del requesón excelso, elaborado con diferentes tipos de acidificantes.	56
13.	Valoración organoléptica del sabor (sobre 30 puntos), del requesón excelso, elaborado con diferentes tipos de acidificantes.	57
14.	Valoración organoléptica total (sobre 100 puntos), del requesón excelso, elaborado con diferentes tipos de acidificantes.	59

15. Comportamiento de los pesos (kg), hasta los 30 días de almacenamiento del requesón excelso, elaborado con diferentes tipos de acidificantes. 61
16. Pérdida de peso (kg), hasta los 30 días de almacenamiento del requesón excelso, elaborado con diferentes tipos de acidificantes. 63

## LISTA DE ANEXOS

Nº

1. Resultados experimentales del efecto de los diferentes acidificantes en la elaboración del requesón excelso.
2. Análisis estadísticos de los parámetros considerados en el comportamiento de los diferentes acidificantes en la elaboración del requesón excelso.
3. Resultados experimentales de la valoración bromatológica del requesón excelso elaborado con diferentes acidificantes.
4. Análisis estadísticos de los parámetros considerados en la valoración bromatológica del requesón excelso elaborado con diferentes tipos de acidificantes.
5. Resultados experimentales de la valoración microbiológica del requesón excelso elaborado con diferentes acidificantes.
6. Análisis estadísticos de la carga microbiológica en el requesón excelso elaborado con diferentes tipos de acidificantes.
7. Resultados experimentales de la valoración organoléptica del requesón excelso elaborado con diferentes acidificantes.
8. Análisis estadístico del color (sobre 10 puntos), del requesón excelso elaborado con diferentes tipos de acidificantes.
9. Análisis estadístico del aroma (sobre 45 puntos), del requesón excelso elaborado con diferentes tipos de acidificantes.
10. Análisis estadístico de la textura (sobre 15 puntos), del requesón excelso elaborado con diferentes tipos de acidificantes.
11. Análisis estadístico del sabor (sobre 15 puntos), del requesón excelso elaborado con diferentes tipos de acidificantes.
12. Análisis estadístico de la valoración total (sobre 100 puntos), del requesón excelso elaborado con diferentes tipos de acidificantes.
13. Resultados experimentales del comportamiento de los pesos hasta los 30 días de almacenamiento del requesón excelso elaborado con diferentes acidificantes.
14. Análisis estadísticos de los pesos hasta los 30 días de almacenamiento del requesón excelso elaborado con diferentes tipos de acidificantes.

# **I. “EVALUACION DE TRES TIPOS DE ACIDIFICANTE (ACIDO CÍTRICO, JUGO DE LIMÓN Y VINAGRE) EN LA ELABORACION DE REQUESON EXCELSO”**

## **II. INTRODUCCIÓN**

### **A. ANTECEDENTES**

La actividad lechera tiene un gran impacto para la economía por diversos motivos, como por ejemplo: la generación de ingresos y fuentes de empleo, la movilización de recursos e insumos, el espacio territorial que la ocupa, la importancia del producto primario (leche), la diversidad de sus derivados objeto de procesos de industrialización, su comercialización y su aporte como fuente alimenticia para la población en todo el país.

En el plan alimentario, la leche de vaca y sus derivados ocupan un lugar muy importante; representan a uno de los grupos de alimentos protectores, porque aportan proteínas de excelente calidad y son la fuente más importante de calcio.

De acuerdo a Heredia, M. (2006), se calcula que el consumo per capita de derivados lácteos en el Ecuador alcanza los 55 litros anuales de leche distribuidos entre quesos frescos (29 litros), quesos maduros (7 litros), yogur (10 litros) y leche en polvo (9 litros), por tanto se puede indicar que el mercado ecuatoriano se fundamenta en productos lácteos frescos, mientras que Navarrete, J. y Proaño, S. (2006), indican que en el Ecuador se consume aproximadamente 1.36 millones de kilos de queso en un período de un mes, lo que representaría un consumo promedio por hogar de 2.5 unidades de 500 g.

El requesón, llamado en algunos países de Sudamérica como ricota, es un producto lácteo similar al queso, de color blanco, sabor suave, textura blanda y granulosa, obtenida por coagulación ácida y/o enzimática de la leche, empleándose preferentemente acidificantes (ácido cítrico, citrato de sodio, ácido ascórbico, ácido láctico, entre otros), para modificar el sabor al

incrementar la acidez, como amortiguadores de pH, antioxidantes, conservadores, etc., cumpliendo similar papel los acidificantes naturales como el vinagre y el jugo del limón.

## **B. JUSTIFICACIÓN**

El requesón, como el queso, es un notable alimento proteico muy completo. Salvo la lactosa, contiene los mismos elementos que la leche: proteínas, grasas, vitaminas y sales minerales, sobre todo calcio y fósforo, en cantidades importantes. Una de sus notables propiedades del requesón, es la de neutralizar la acidez gástrica. Como es sabido, la mucosa del estómago secreta normalmente un ácido libre, el ácido clorhídrico, que condiciona el ataque de los alimentos cárnicos por la pepsina. En muchas personas, esta secreción es demasiado abundante; la hiperacidez ocasiona entonces ardores, las paredes del estómago se contraen dolorosamente a los efectos de esta agresión interna y pueden llegar a producirse ulceraciones secundarias. Pues bien, en estos casos, el requesón actúa como una verdadera esponja absorbiendo todo el exceso de ácido (Alan, H. et al. 2005).

El propósito de la presente investigación es estudiar los tipos de fermentaciones de la leche para obtener el requesón excelso de la leche entera y evaluarlo técnica y científicamente, con el fin de avalizar su utilización sustentados en los resultados obtenidos y recomendar su aplicación con el fin de garantizar la calidad e inocuidad de este alimento, de consumo masivo, ya sea en la dieta diaria o en conjunto con otros postres y sobre todo, por ser un producto que demanda un sector especial que busca productos alternativos en el mercado abierto.

## **C. OBJETIVOS**

### **1. Objetivo general**

- Evaluar tres tipos de acidificante (ácido cítrico, jugo de limón y vinagre) en la elaboración de requesón excelso.

## **2. Objetivos específicos**

- Establecer las características bromatológicas, microbiológicas y organolépticas del requesón excelso elaborado con diferentes tipos de acidificantes.
- Determinar el mejor acidificante natural, en base a la calidad nutritiva y organoléptica del requesón.
- Analizar su rentabilidad, mediante el indicador beneficio/costo.

## **D. HIPÓTESIS**

La hipótesis planteada fue la siguiente:

Ho: La utilización de acidificantes naturales mejoran la calidad del requesón Excelso.



### **III. REVISIÓN DE LITERATURA**

#### **A. LECHE**

##### **1. Definición**

Magariños, H. (2010), reporta que desde un punto de vista legal, la leche de vaca puede definirse de la siguiente manera: "Leche, sin otra denominación, es el producto fresco del ordeño completo de una o varias vacas sanas, bien alimentadas y en reposo, exento de calostro y que cumpla con las características físicas, microbiológicas e higiénicas establecidas". Estas características pueden ser la densidad, el índice crioscópico, el índice de refracción, la acidez titulable, la materia grasa, los sólidos no grasos, el número de leucocitos, los microorganismos patógenos, la presencia de sustancias inhibidoras, etc..

Castillo, J. y Chaves, J. (2008), manifiestan que la leche es:

- Una emulsión aceite en agua con los glóbulos grasos dispersados en la fase continua del suero.
- Una suspensión coloidal de las micelas de la caseína, proteínas globulares y partículas lipoproteicas.
- Una solución de lactosa, proteínas solubles, minerales, vitaminas entre otros componentes.

Cunningham, A. (2011), afirma que la leche es un suprasistema biológico muy complejo, intrínsecamente inestable, con sistemas dentro de otros sistemas, siendo todos ellos importantes para optimizar los rendimientos y la calidad en quesería. Por ejemplo, dentro del sistema leche se encuentra el subsistema proteínas; dentro de éste se encuentra el subsistema caseínas y dentro de éste último se encuentran las distintas caseínas. Desde un punto de vista macroscópico, la leche se puede describir como un sistema polifásico que contiene agua, grasa emulsificada, micelas de caseína en estado coloidal y proteínas, lactosa, sales y micronutrientes en solución.

## 2. Composición de la leche

Castillo, J. y Chaves, J. (2008), sostienen que la leche es un alimento muy complejo con más de 100,000 especies moleculares diferentes encontradas. Hay muchos factores que pueden afectar composición de la leche tal como variaciones de la raza, variaciones de vaca a vaca, variaciones de grupo-manejo y consideraciones de alimentación, variaciones estacionales y variaciones geográficas. Con todo ello, sólo se puede dar una composición aproximada de la leche.

Dubach, J. (2010), señala que la leche está formada por 7/8 de agua y 1/8 de sólidos, que constituyen su parte nutritiva.

Magariños, H. (2010), señalan que las características más importantes de la leche son su variabilidad, alterabilidad y complejidad. En cuanto a la variabilidad, desde un punto de vista composicional, no es posible hablar de una leche sino de leches debido a las diferencias naturales entre especies o para una misma especie según la región o lugar.

La leche de vaca en la mayoría de los países latinoamericanos tiene la composición que se muestra en el cuadro 1, sabiendo de antemano que siempre hay variaciones por muchos factores tales como raza, genética, alimentación, manejo, estado de salud y estacionalidad climática

Cuadro 1. COMPOSICIÓN TÍPICA DE LA LECHE CRUDA DE VACA.

Nutriente	Contenido			
	(a)	(b)	(c)	(d)
Agua, %		86.9	87,0	87.9
Lactosa, %	4.6	4.9	4,8	4.7
Grasa, %	3.5	4.0	4,0	3.4
Proteína, %	3.25	3.5	3,5	3.1
Sales minerales, %	0.65	0.7	0,7	0.9

Fuente: (a): Castillo, J. y Chaves, J. (2008); (b): Magariños, H. (2010); (c): Dubach, J. (2010); (d): Cunningham, A. (2011).

### **3. El potencial de la leche para la fabricación de quesos**

Para fabricar productos lácteos de buena calidad es imprescindible contar con una materia prima de iguales características: el procesador no puede devolver o incorporar una calidad inexistente y solo podrá, en algunos casos, "disimular" la mala calidad y lograr que la leche o el derivado fabricado con ella pueda ser apto para el consumo (Magariños, H. 2010).

De acuerdo a Cunningham, A. (2011), el potencial de la leche para la fabricación de quesos está determinado principalmente por tres factores:

#### **a. El contenido de proteínas coagulables (caseínas)**

El principal factor es el contenido de caseínas. Del contenido de proteínas de la leche, definido como la cantidad de nitrógeno multiplicada por el factor 6.38, las caseínas (o proteínas coagulables por la acción del cuajo o por la acción de ácidos, a pH 4.7), constituyen cerca del 79%. Usando esquemas clásicos de quesería, éstas son prácticamente las únicas proteínas que contribuyen al rendimiento. Sin embargo, cuando la leche se cuaja usando renina (cuajo), las caseínas pierden en forma natural e inevitable un fragmento (llamado glicomacropéptido), que constituye el 4% de su masa. Este fragmento se transfiere en forma soluble al lactosuero. Esto significa que un proceso ideal de quesería sería capaz de recuperar el 96 % de las caseínas (Cunningham, A. 2011).

La otra fracción, llamada proteínas no coagulables o proteínas del lactosuero, es la que no coagula por acción del cuajo y de la acidez y por eso forma parte de la composición del suero de quesería. Representa el 21% de la proteína total de la leche y no contribuye significativamente al rendimiento, dentro de los esquemas clásicos de la quesería.

#### **b. El contenido de materia grasa**

Por otro lado, la leche de vaca contiene entre 3.2 % y algo más de 4.0 % de

materia grasa. En la práctica, usando métodos clásicos de quesería, es factible recuperar entre el 88 % y el 92 %; y, con atención cuidadosa, lo más que se puede recuperar es el 93 %. Entonces, es razonable considerar este nivel de recuperación como correspondiente a un proceso 100 % eficiente, en cuanto a recuperación de grasa. Esto significa que, en un proceso industrial 100 % eficiente, el queso retiene el 93 % de la grasa de la leche y el lactosuero contiene el 7 % restante (Cunningham, A. 2011).

### **c. La calidad sanitaria y microbiológica de la leche**

La calidad sanitaria y microbiológica de la leche es muy importante porque, la falta de calidad en estos aspectos tiene como consecuencia la degradación parcial de grasas y proteínas, que termina manifestándose también como una disminución en el rendimiento de queso (Cunningham, A. 2011).

## **B. EL REQUESÓN**

### **1. Definición e importancia**

Alan, H. et al. (2005), sostienen que el requesón es un alimento acidógeno, con un predominio de sustancias ácidas, de las que posee 70,1 % frente a 29,9 de sustancias alcalinas y un poder acidógeno de 17 m.e./g.

Castro, E. (2010), indica que el queso requesón es uno de los varios tipos de queso que existen. Se produce a partir de la coagulación de la proteína (lactoglobulina) en un medio ácido y con aplicación de calor a leche entera con suero o solamente al suero. Cuando el ingrediente principal del requesón es la leche, la coagulación de la proteína se puede llevar a cabo mediante la adición de sustancias ácidas o la aplicación de temperatura. Sin embargo cuando el ingrediente principal en la elaboración de requesón es suero, la coagulación de la proteína se realiza mediante la adición de una sustancia ácida y el aumento de temperatura simultáneamente.

De acuerdo a Mercosur (2011), se entiende por requesón al producto obtenido

por la fusión de la masa cuajada, cocida o no, desuerada y lavada, obtenida por coagulación ácida y/o enzimática de la leche, opcionalmente adicionada con crema de leche y/o manteca y/o grasa anhidra de leche o butter oil. El producto podrá estar adicionado con condimentos, especias y/o otras sustancias alimenticias. La denominación Requesón está reservada al producto en el cual la base láctea no contenga grasa y/o proteína de origen no lácteo.

La coagulación de las proteínas lácticas (conocidas como caseínas), por medio del descenso en la acidez de la leche origina la unión de las proteínas unas como otras, formando estructuras de mayor tamaño. Cada molécula de ácido actúa como un cemento que se encargaría de unir las proteínas de la leche que actuarían como ladrillos siendo así muy fáciles de separar de la parte acuosa de la leche (suero) constituyendo lo que se denomina la cuajada (<http://www.capraispana.com>. 2010).

## **2. Características**

Castro, E. (2010), reporta que el requesón es de consistencia débil, color blanco, sin olor, de sabor dulce, aunque también se puede agregar hasta un 5% de sal, según las preferencias o gustos de cada región, de esta forma se aumenta considerablemente su tiempo de conservación, lo que tendría importancia en los países de clima tropical. Sin sal es un producto de consumo inmediato y conservación limitada (hasta 7 días a 4 °C). Los requesones, producidos por tratamiento térmico y acidificación, en ausencia de cuajo, no tienen un grado significativo de elasticidad, aunque pueden ser más firmes o menos firmes, porque la estructura proteica no proviene de la acción enzimática del cuajo. Más aún, la estructura y propiedades de la red proteica están determinadas en gran medida por la proporción entre las concentraciones de proteínas, grasa, agua y calcio.

La Norma Oficial Mexicana NOM-035-SSA1 (2010), indica que los quesos de suero deben ajustarse a las especificaciones sanitarias que se reportan en el cuadro 2.

Cuadro 2. ESPECIFICACIONES MICROBIOLÓGICAS DEL REQUESÓN.

Microorganismos	Unidad de medida	Cantidad
Organismos coliformes totales	(UFC/g)	100
<i>Staphylococcus aureus</i>	(UFC/g)	1000
Hongos y levaduras	(UFC/g)	500
Salmonella	En 25 g	Ausente
<i>Vibrio cholerae</i>	En 50 g	Ausente
<i>Listeria monocytogenes</i>	En 25 g	Ausente

Fuente: Norma Oficial Mexicana NOM-035-SSA1 (2010).

### 3. Propiedades

Según Quintero, A. (2010), el requesón, como el queso, es un notable alimento proteico muy completo. Salvo la lactosa, contiene los mismos elementos que la leche: proteínas, grasas, vitaminas y sales minerales, sobre todo calcio y fósforo, en cantidades importantes. Es un alimento ideal para el crecimiento, la convalecencia y el embarazo. Gracias a su alto contenido en calcio, el requesón activa la osificación y evita descalcificación. Por sus vitaminas favorece la renovación de los tejidos orgánicos. El requesón contiene calcio que en sus formas naturales, ayuda a mantener la salud ósea y dental además de mejorar la coagulación de la sangre, mejora la transmisión de impulsos nerviosos, contracciones y relajaciones musculares, estimulación en la secreción hormonal y activación en las reacciones enzimáticas.

Alan, H. et al. (2005), sostiene que una de sus notables propiedades es la de neutralizar la acidez gástrica. La mucosa del estómago secreta normalmente un ácido libre, el ácido clorhídrico, que condiciona el ataque de los alimentos cárnicos por la pepsina. En muchas personas, esta secreción es demasiado abundante; la hiperacidez ocasiona entonces ardores, las paredes del estómago se contraen dolorosamente a los efectos de esta agresión interna y pueden llegar a producirse ulceraciones secundarias. Pues bien, en estos casos, el requesón actúa como una verdadera esponja absorbiendo todo el exceso de ácido. Por otra parte, hay que saber que los antibióticos modernos tienden desgraciadamente a destruir los microbios benéficos del medio

intestinal. El requesón facilita la repoblación de tales bacterias útiles. De modo que si en el transcurso de enfermedades infecciosas el paciente es sometido al tratamiento mediante antibióticos, es muy conveniente incluir requesón o yogurt en su alimentación.

#### **4. Tipos de requesones**

Cunningham, A. (2011), señala que los requesones son en realidad toda una familia de productos. Por ejemplo, una vez obtenido un requesón tradicional de alto contenido de humedad, mediante calentamiento, moldeado y prensado se puede disminuir a voluntad el contenido de humedad para obtener un rango amplio de productos para distintos usos, desde requesones untables, para rallar y para rebanar. Por otro lado, es posible estandarizar a voluntad su contenido de materia grasa, incorporando crema.

En cambio, Mercosur (2011), los clasifica de acuerdo con las materias primas empleadas en el proceso de elaboración en:

- Requesón: Es aquel obtenido por fusión de una masa de cuajada desuerada y lavada obtenida por coagulación ácida y/o enzimática de la leche con o sin adición de crema de leche y/o manteca y/o grasa anhidra de leche o butter oil.
- Requesón cremoso: Es aquel obtenido por fusión de una masa de cuajada desuerada y lavada mediante coagulación ácida y/o enzimática de la leche con adición de crema de leche y/o manteca y/o grasa anhidra de leche o butter oil.
- Requesón de manteca: Es aquel obtenido por la fusión prolongada con agitación de una mezcla de manteca y masa de cuajada de leche integral, semi-descremada o descremada.

#### **5. Composición del requesón**

La Fundación Eroski. (2011), sostiene que el requesón es un derivado lácteo y, como tal, se considera un alimento rico en proteínas (9,9 g/100 g). Tiene cuatro

veces más proteínas que la misma cantidad de leche y el doble que un yogur. Las más abundantes, la lactoglobulina y la lactoalbúmina, son de gran valor biológico e incluso de mayor calidad nutricional que las de otros lácteos como la caseína. Esto se debe a que el requesón contiene mayor cantidad de seroproteínas (proteínas del suero), que reúnen todos los aminoácidos esenciales. El contenido de grasa es menor que el de la mayoría de los quesos, ya que aporta unos 7,3 g por 100 g, la mitad que la misma porción de queso fresco y cinco veces menos que un queso curado. De su contenido mineral sobresalen el calcio (591 mg/100 g) -cinco veces superior que en la misma proporción de leche-, el fósforo (329 mg/100 g) y el potasio (111 mg/100 g). Entre sus vitaminas, destaca la cantidad de vitamina A (100 mg/100 g), B12 y, en proporciones discretas, el resto de vitaminas del grupo B (B1, B2 y ácido

Quintero, A. (2010), señala que cuando se utiliza como materia prima la leche, el requesón obtenido contendrá el 68,6% de agua, 20.9% de proteínas, 5,6% de grasa, 3.3% de carbohidratos y 1,5% de minerales, como se ve en el cuadro 3.

Cunningham, A. (2011), señala que el contenido de calcio se puede manipular, añadiendo cantidades variables de cloruro de calcio a la leche y/o manipulando el pH de la leche. Al añadir cantidades crecientes de cloruro de calcio, aumentarían el rendimiento y el factor de transferencia para minerales y, por otro lado, al disminuir el pH, disminuye el factor de transferencia para minerales debido a la descalcificación parcial de la estructura. El contenido de materia grasa de un requesón es un reflejo del contenido de materia grasa en la leche.

## **6. Elaboración del requesón**

Cunningham, A. (2011), señala que el mecanismo principal para la elaboración de requesones es la desnaturalización controlada de las proteínas de la leche. Los requesones, producidos por tratamiento térmico y acidificación, en ausencia de cuajo, no tienen un grado significativo de elasticidad, aunque pueden ser más firmes o menos firmes, porque la estructura proteica no proviene de la acción enzimática del cuajo. Más aún, la estructura y propiedades de



Cuadro 3. COMPOSICIÓN QUÍMICA Y BROMATOLÓGICA DE REQUESÓN.

Principios inmediatos	Contenido
Agua	68,6 %
Hidratos de carbono	3,3 %
Grasas	5,6 %
Proteínas	20,9 %
Cenizas	1,6 %
Minerales:	
Potasio	0,141 %
Sodio	0,132 %
Calcio	0,117 %
Magnesio	0,069 %
Hierro	0,050 %
Fósforo	0,198 %
Azufre	0,289 %
Cloro	0,301 %
Cobre	0,125 %
Vitaminas	
Vitamina B1	0,03 mg
Vitamina B2	0,2 %
Vitamina PP	0,1 %

Fuente: Castro, E. (2010).

la red proteica están determinadas en gran medida por la proporción entre las concentraciones de proteínas, 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 amplísimo de productos.

En <http://www.capraispana.com>. (2010), se indica que para elaborar el requesón, entre los ácidos empleados industrialmente se encuentran los ácidos láctico, cítrico, acético y fosfórico. Al seleccionar el ácido se deben considerar varios factores, tales como: disponibilidad, costo, seguridad en su almacenamiento y manejo, características físicas de la cuajada, sabor y rendimiento de los requesones. En su elaboración se debe seguir el siguiente proceso:

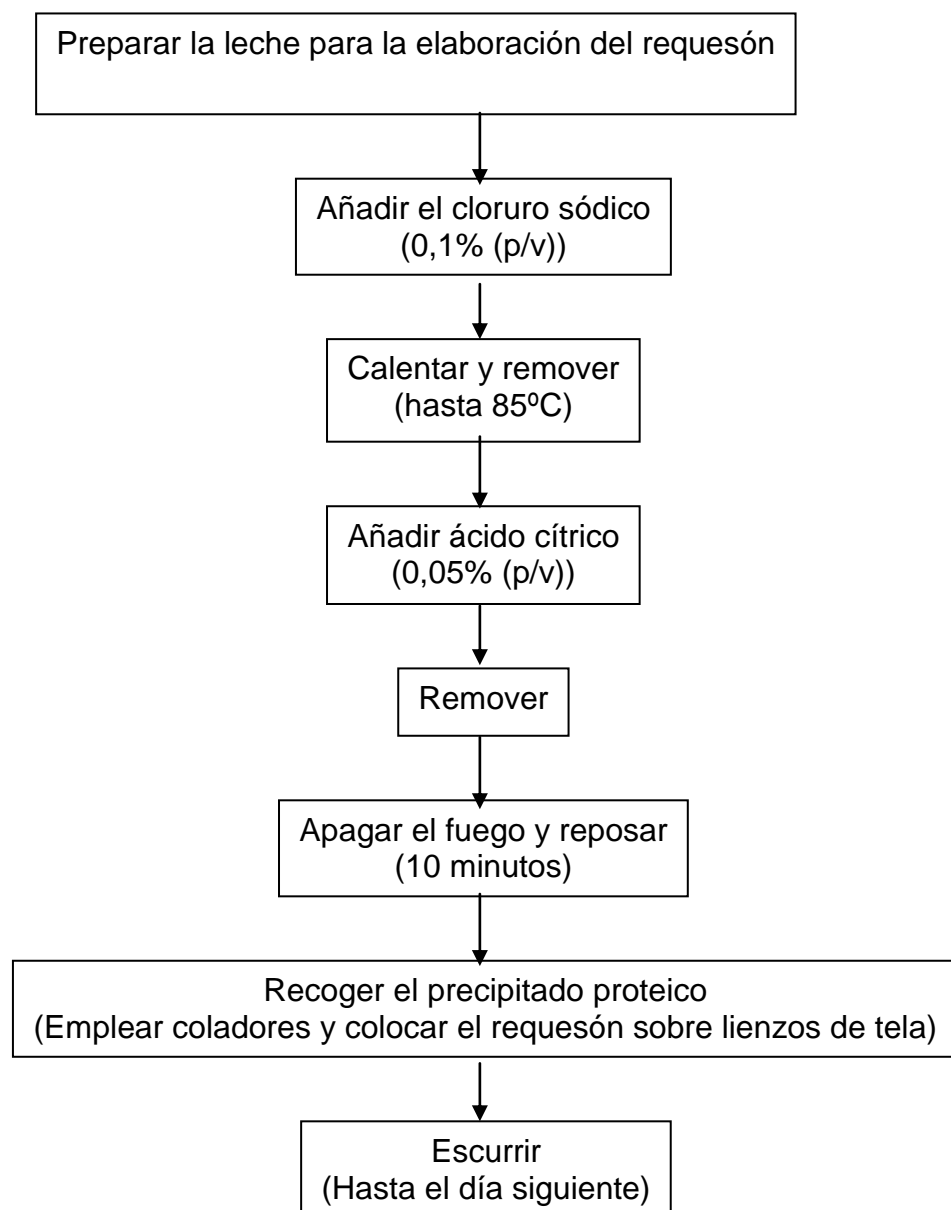
- Pasteurizar la leche si se trabaja con leche no comercial: calentar la leche hasta 70 °C a baño María, nunca directamente y mantener esta temperatura

de 1 a 3 minutos. Enfriar rápidamente introduciendo el recipiente de la leche en agua fría. Bajar la temperatura hasta los 30°C.

- Tomar 1 o 2 litros de leche pasteurizada y templarla al baño María (unos 30° aproximadamente).
- Tomar la dosis de acidificante y diluirlo en leche templada. Añadir al resto de leche revolviendo suavemente.
- Dejar reposar la mezcla sin molestar a temperatura nunca inferior de 20° ni superior a 35° durante 8 a 24 horas dependiendo de la temperatura ambiente. Es conveniente cubrir con una tela o trapo para evitar que se ensucie la leche pero que se airee.
- La cuajada está lista para desuerar cuando al introducir el cuchillo y levantar la punta se produzca una grieta en la superficie. Esto significará que la leche se ha coagulado o “solidificado” y por lo tanto la cuajada está a punto.
- Humedecer con agua la gasa de quesería y forrar con ella el colador.
- Sacar con cuidado la cuajada y depositarla sobre la tela.
- Si fuera necesario tomar la tela por sus extremos y levantarla ligeramente para destaponar la parte de la gasa que está en contacto con la cuajada y deje salir el suero.
- Si se desea recuperar el suero para utilizarlo posteriormente poner debajo del colador un recipiente limpio y vaciarlo de vez en cuando.
- El tiempo de desuerado es muy variable y depende de cómo de consistente queramos dejar el queso y la temperatura ambiente, como orientación entre 4 y 8 horas.
- Cuando tenga el queso la consistencia deseada es el momento de añadirle los condimentos que queramos: sal, pimienta, nueces molidas, ajo, perejil, orégano, finas hierbas, azúcar, etc.
- Y se envasa en un recipiente hermético para meterlo en la nevera donde se conservará hasta 10 días. Al enfriarse su consistencia se endurece.
- Para obtener máximo rendimiento de requesón, Cunningham, A. (2011), recomienda la precipitación térmica a pH ~ 4.6, también se puede ajustar (bajar) la acidez titulable a valores entre 0.07 % y 0.12 %, usando álcali, a temperaturas por debajo de 65°C; calentar hasta temperaturas entre 71 y 101°C y reajustar (subir) la acidez a valores entre 0.15 % y 0.30 %.

También recomienda ajustar el pH de la leche a valores entre 6.3 y 6.6, usando solución de NaOH; calentando luego hasta 90°C y acidificando con ácido hasta valores de pH entre 4.95 y 5.35 para precipitar la proteína. Se puede recuperar más proteína a medida que se aumenta el tiempo de retención a 90°C (se recomienda un mínimo de 10 minutos) y a medida que se neutraliza (sube) el pH del lactosuero antes del tratamiento térmico.

González, V. (2010), resume el proceso de elaboración del requesón en el siguiente gráfico.



Fuente: González, V. 2010.

Gráfico 1. Diagrama de flujo de la elaboración de requesón.

## **C. ÁCIDO CÍTRICO**

### **1. Descripción**

Carvajal, C. y Rojas, C. (2003), manifiestan que el ácido cítrico, es un sólido translucido o blanco, se ofrece en forma granular; es inodoro, sabor ácido fuerte, fluorescente al aire seco; Cristaliza a partir de soluciones acuosas concentradas calientes en forma de grandes prismas rómbicos, con una molécula de agua, la cual pierde cuando se calienta a 100 °C, fundiéndose al mismo tiempo. El ácido cítrico tiene un fuerte sabor ácido no desagradable.

El Consejo Argentino para la Información y Desarrollo de la Biotecnología (ARGENBIO, 2011), señala que el ácido cítrico es un compuesto natural que se encuentra en todos los seres vivos, pero está particularmente concentrado en las frutas cítricas. Por su sabor agradable, baja toxicidad y otras propiedades físico-químicas, el ácido cítrico tiene un sinnúmero de aplicaciones. Es uno de los principales aditivos alimentarios, usado como conservante, anti-oxidante, acidulante y saborizante de golosinas, bebidas gaseosas y otros alimentos. Se lo usa además en la industria farmacéutica, para lograr efervescencia y sabor, y también como anticoagulante de la sangre. Se agrega a detergentes y otros productos de limpieza, para estabilizarlos, otorgarle acidez, y reemplazar a los corrosivos más fuertes. Hoy la producción mundial de ácido cítrico alcanza las 550.000 toneladas por año, y es producido principalmente en Estados Unidos, la Unión Europea y China.

### **2. Obtención**

Geanta, R. (2009), indica que originalmente, el ácido cítrico se obtenía por extracción física del ácido del zumo de limón. Actualmente la producción comercial de ácido cítrico se realiza mediante procesos de fermentación que utilizan dextrosa o melaza de caña de azúcar como materia prima y *Aspergillus niger* como organismo de fermentación. También se obtiene gracias a la fermentación de diversas materias primas, por ejemplo, de la melaza de caña de azúcar. Debido a su sabor agradable, a la baja toxicidad que presenta y

otras propiedades, el ácido cítrico tiene un sinnúmero de aplicaciones. El ácido cítrico es uno de los aditivos más utilizados en diversos sectores, en especial en la industria alimenticia.

Makymat S.A. (2011), señala que el proceso de obtención tiene varias fases como la preparación del sustrato, la fermentación aeróbica de la sacarosa por el *Aspergillus*, la separación del ácido cítrico del sustrato por precipitación al añadir hidróxido de calcio o cal apagada para formar citrato de calcio. Después se añade ácido sulfúrico para descomponer el citrato de calcio. La eliminación de impurezas se realiza con carbón activado o resinas de intercambio iónico, se continúa con la cristalización del ácido cítrico, el secado o deshidratación y el empaquetado del producto.

### **3. Aplicaciones**

De acuerdo a Carvajal, C. y Rojas, C. (2003), el ácido cítrico ha llegado a ser el acidulante preferido por la industria de las bebidas, debido a que es el único que otorga a las bebidas gaseosas, en polvo o líquidas, propiedades refrescantes, de sabor y acidez naturales. El ácido cítrico y sus sales de sodio y potasio, actúan como preservativos en las bebidas y jarabes, contribuyendo al logro del gusto deseado mediante la modificación de los sabores dulces. Se aprovecha también su capacidad para remover metales extraños que causan turbiedad, deterioran el color, el sabor y la vitamina C. El ácido cítrico supone casi las tres cuartas partes del consumo acidulante total en la Comunidad.

Los laboratorios Bristhar C. A. (2011), indican que el ácido cítrico es uno de los aditivos más utilizados por la industria alimentaria. Se obtiene por fermentación de distintas materia primas, especialmente la melaza de caña de azúcar. El ácido cítrico es un ácido orgánico tricarbóxico que está presente en la mayoría de las frutas, sobre todo en cítricos como el limón y la naranja.

- Es un buen conservante y antioxidante natural que se añade industrialmente en el envasado de muchos alimentos como las conservas vegetales enlatadas.

- En bioquímica aparece como una molécula intermediaria en el ciclo de los ácidos tricarbónicos, proceso realizado por la mayoría de los seres vivos.
- En el organismo humano el ácido cítrico ingerido se incorpora al metabolismo normal, degradándose totalmente y produciendo energía en una proporción comparable a los azúcares. Es perfectamente inocuo a cualquier dosis concebiblemente presente en un alimento.
- El ácido cítrico y sus sales se pueden emplear en prácticamente cualquier tipo de producto alimentario elaborado.
- El ácido cítrico es un componente esencial de la mayoría de las bebidas refrescantes, (excepto las de cola, que contienen ácido fosfórico) a las que confiere su acidez, del mismo modo que el que se encuentra presente en muchas frutas produce la acidez de sus zumos, potenciando también el sabor a fruta.
- Con el mismo fin se utiliza en los caramelos, en pastelería, helados, etc.
- Es también un aditivo especialmente eficaz para evitar el oscurecimiento que se produce rápidamente en las superficies cortadas de algunas frutas y otros vegetales.
- También se utiliza en la elaboración de encurtidos, pan, conservas de pescado y crustáceos frescos y congelados entre otros alimentos.
- Los citratos sódico o potásico se utilizan como estabilizantes de la leche esterilizada o UHT.

Geanta, R. (2009), por su parte manifiesta que el ácido cítrico es uno de los principales aditivos alimentarios que es usado como conservante, acidulante, anti-oxidante y saborizante de dulces, bebidas con gas y otros alimentos.

## **D. LIMONES**

### **1. Descripción**

El Limonero *Citrus limonium* es un pequeño árbol perteneciente a la familia de las rutáceas, de ramas de corteza verde y provistas de espinas. Las hojas son elípticas, coriáceas y con el borde finamente dentado. Las flores son muy olorosas, con los pétalos gruesos y de color blanco, aunque suelen presentar

un tinte rosado en su cara exterior. El fruto, llamado limón, es ovoide terminado en un mamelón, con una corteza de color amarillo pálido que puede ser rugosa o lisa. El Limón se cultiva por su sabor ácido. Su jugo, muy rico en vitamina C, se utiliza en bebidas y tiene varios empleos culinarios. Los principales productos secundarios son el ácido cítrico, que se extrae del jugo, y el aceite del limón, que se saca de la cáscara (Cairo, M. 2010).

Carvajal, C. y Rojas, C. (2003), indican que el limón es una baya de color amarillo claro y forma elíptica. Contiene una esencia usada en perfumería y para elaborar aromas de limón. La pulpa, contiene de ocho a diez segmentos o gajos que encierran pequeñas semillas de color blanco amarillento. El zumo o jugo de limón se usa mucho como refresco, como ingrediente de otras bebidas, para aderezar ensaladas y platos de pescado y como aromatizante. La pulpa se usaba antes para obtener ácido cítrico, por su alto contenido (entre 6 y 7%) y ahora se emplea para elaborar zumo o jugo de limón concentrado, que se usa en medicina por su elevado contenido en vitamina C.

## **2. Propiedades de los cítricos**

<http://www.botanical-online.com>. (2011), señala que los cítricos se caracterizan fundamentalmente por sus frutos grandes que contienen cantidades abundantes de vitamina C, limonoides, flavonoides y ácido cítrico. El ácido cítrico es un componente con fórmula  $C_3H_4OH(COOH)_3$ , que es el que les proporciona el característico sabor ácido. La presencia de limonoides (limonina y nomilina) y flavonoides (Limoneno, citral, linalol, citronelal, nerol, etc.), les otorgan aromas muy profundos. Son precisamente estos fitoquímicos los que otorgan a estas plantas sus propiedades medicinales tan características. Son reconocidas sus propiedades antioxidantes capaces de neutralizar los radicales libres, e impedir el desarrollo de células cancerosas. No menos importantes son sus propiedades antiinflamatorias o su capacidad para prevenir la formación de coágulos en la sangre, responsable de numerosos accidentes cardiovasculares o su capacidad para protegernos y curarnos las enfermedades de los ojos. Dentro de los fitoquímicos, los más numerosos son los flavonoides con elevadas cantidades de carotenos (en forma de

betacarotenos), de rutina, hesperidina, luteína, zeaxantina, licopeno etc. La vitamina C que proporcionan la mayoría de sus frutos, además de ser un potente antioxidante, ha sido utilizada desde siempre por sus propiedades antiescorbúticas y para mejorar la recuperación y los síntomas en enfermedades como la gripe y el resfriado.

### **3. Beneficios del limón**

Medina, V. (2007), indica que si bien es un fruto de sabor ácido son tantas sus propiedades que este pequeño defecto, se transforma en una virtud luego de conocer las ventajas nutritivas y curativas que nos otorga. El limón ocupa un primer lugar entre los frutos curativos, preventivos y de aporte vitamínico, transformándolo en un gran eliminador de toxinas y un poderoso bactericida. Posee vitamina C en abundancia que refuerza las defensas del organismo para evitar enfermedades, sobre todo de las vías respiratorias que van desde un simple catarro, ronquera, amigdalitis, hasta pulmonías, bronquitis, congestiones, gripe, pleuresías, asma, etc.

Meroño, A. (2007), señala que al limón se le atribuye los siguientes beneficios.

- Contiene notables propiedades curativas: beneficioso para la circulación, ayuda a la digestión, blanqueador, astringente, y por su alto contenido en vitamina C ayuda prevenir resfriados y a fortalecer el sistema inmunológico.
- Buen protector en la prevención de algunos tipos de cáncer. Reduce niveles de colesterol, astringente, antiviral y antibacteriano. Eficaz en dietas de adelgazamiento.
- Es estimulante para las funciones del páncreas y del hígado.
- Se utiliza en mucho remedios caseros: gárgaras para el alivio del dolor de garganta, úlceras de boca y gingivitis,
- Actúa contra las grasas por este motivo es un ingrediente frecuente de las dietas y curas de adelgazamiento e incluso de muchos detergentes anti-grasa.



#### 4. Valor nutricional

Según Medina, V. (2007), el valor nutricional del limón es el que se reporta en el cuadro 4.

Cuadro 4. VALOR NUTRICIONAL DEL LIMÓN EN 100 g DE SUSTANCIA COMESTIBLE.

Nutriente	Contenido
Agua (g)	90.1
Proteínas (g)	1.1
Lípidos (g)	0.03
Carbohidratos (g)	8.2
Calorías (kcal)	27
Vitamina A (U.I.)	20
Vitamina B1 (mg)	0.04
Vitamina B2 (mg)	0.02
Vitamina B6 (mg)	0.06
Ácido nicotínico (mg)	0.1
Ácido pantoténico (mg)	0.2
Vitamina C (mg)	45
Ácido cítrico (mg)	3840
Sodio (mg)	6
Potasio (mg)	148
Calcio (mg)	26
Magnesio (mg)	9
Manganeso (mg)	0.04
Hierro (mg)	0.6
Cobre (mg)	0.26
Fósforo (mg)	16.0
Azufre (mg)	8.0
Cloro (mg)	4.0

Fuente: Medina, V. (2007).

#### E. VINAGRE

##### 1. Definición

Sáiz, M. (2005), indica que el vinagre es un líquido ácido que procede de la fermentación acética del alcohol. El vinagre: no contiene sal, no contiene

grasa, evita la contaminación bacteriana de los alimentos, tiene cero calorías, es un preservante natural y saludable de los alimentos, resalta el sabor de las comidas, salsas y aderezos, es un ingrediente muy versátil en la limpieza de muchos materiales., ayuda como remedio casero en la prevención de enfermedades y neutraliza los malos olores.

Lozano, F. (2011), reporta que vinagre deriva del francés "vin aigre" (vino agrio), por lo que solamente el proveniente del vino merece ese nombre. Por extensión se denominan vinagres a los productos resultantes de la fermentación acética de diversos sustratos correspondientes como vinagre de sidra, de malta, etc. Las propuestas sobre vinagre en la FAO/OMS en relación a las Normas Alimentarias que han sometido a la discusión por todos los países miembros de dichas organizaciones han coincidido en definir como "un líquido apto para el consumo humano, producido exclusivamente a partir de materias primas de origen agrícola, que contengan almidón o azúcares o almidón y azúcares, por un doble proceso de fermentación: alcohólica y acética".

Los vinagres deben contener cantidades determinadas de ácido acético e ingredientes opcionales tales como hierbas, especias, sal que se especificarán por la Comisión del Codex Alimentarius.

## **2. Historia**

Durán, E. (2008), señala que el vinagre es originario de Oriente y ya se conocía su existencia en Babilonia 5.000 años antes de nuestra era, las escrituras bíblicas lo mencionan e Hipócrates lo usó como medicina. El empleo del vinagre en gastronomía posiblemente esté ligado al comienzo de la elaboración de bebidas alcohólicas, en aquellos tiempos es posible que alguien se diera cuenta de lo adecuado de su empleo como conservante. El primer testimonio escrito del empleo culinario del vinagre viene del romano cuando el gastrónomo Apicio (contemporáneo del emperador Tiberio) y autor del libro de cocina más antiguo que se conoce "DE RE COQUINARIA" en la cultura occidental, en él ya aparecen recetas que emplean vinagre.

### **3. Elaboración**

De acuerdo a Sáiz, M. (2005), el vinagre es esencialmente una solución diluida de ácido acético hecho por fermentación, a la que se le agregan sales y extractos de otras materias. El azúcar es la base en la producción del vinagre. Cualquier solución diluida de un azúcar fermentable puede transformarse en vinagre en condiciones favorables. Muchos zumos de frutas son aptos para este fin si contienen una proporción apropiada de azúcar y otras sustancias necesarias o deseables. Todo vinagre se hace por dos procedimientos bioquímicos distintos y ambos son el resultado de la acción de microorganismos.

- El primer proceso es llevado a cabo por la acción de fermentos que transforman el azúcar en alcohol y en dióxido de carbono. Esta es la fermentación alcohólica.
- El segundo proceso resulta de la acción de un grupo amplio de acetobacterias que tienen el poder de combinar el oxígeno con el alcohol, para así formar ácido acético. Esta es la fermentación acética o acetificación.

Durán, E. (2008), indica que el vinagre proviene de la actividad de las bacterias *Mycoderma aceti* que realizan la reacción química de fermentación del alcohol etílico (vino) a ácido acético (vinagre), para que ocurra esta transformación debe existir las condiciones apropiadas de acidez, pH, concentración del alcohol, nutrientes (proteínas en el vino). Cuando se produce la actividad de las *Mycoderma aceti* se forma una película en la superficie exterior del vino con la intención de ir tomando el oxígeno del aire y convertir el alcohol en vinagre, el fin del proceso resulta cuando ya no hay una concentración alta de alcohol en el vino.

### **4. Acidez del vinagre**

Según Lozano, F. (2011), como la acidez de un vinagre es producida por el ácido acético, la determinación se reduce a valorar directamente el acético contenido en la muestra. Se trata entonces de una volumetría de neutralización

de un ácido débil (el acético, pH=4.8) frente a una base fuerte (el hidróxido sódico) empleado como indicador la fenolftaleína. Los resultados se acostumbran a dar en tanto por ciento de ácido acético. El vinagre común contiene alrededor de un 5% de ácido acético. Puesto que el peso molecular de este ácido es 60,05, el vinagre es alrededor de 5/6 normal en acético.

## **5. Variedades**

Durán, E. (2008), sostiene que dependiendo de las zonas existen diferentes variedades de vinagre, todo es función de la disponibilidad de una bebida alcohólica que hace de fundamento, por ejemplo: en la zona mediterránea la base del vinagre suele ser el vino, en Inglaterra donde la cerveza es está más disponible predomina el vinagre de malta y en el sur donde se cultivan las manzanas se elabora el vinagre de sidra, en Asia donde el vino de arroz es tan habitual se produce el vinagre de arroz. En Latinoamérica el vinagre es destilado de alcohol de caña. De esta forma cada región, de acuerdo con el clima y los cultivos propios ha ido proporcionando la materia prima para producir vinagre.

Lozano, F. (2011), reporta que los hay aromatizados con hierbas y de varios tipos: vinagre de vino (el que más se consume), vinagre blanco (proviene de la fermentación del alcohol de caña de azúcar), se usa generalmente para la limpieza en el hogar, vinagre de jerez ( se obtiene de vinos de jerez, es fuerte y tiene color marrón caoba, requiere una maduración larga (12 años) en toneles de madera), vinagre de sidra o vinagre de manzana (fermentación alcohol de manzana en sidra), vinagre de Oporto (se prepara con vino de Oporto), vinagre de arroz (elaborado de la fermentación del arroz, es muy suave y de color blanco, típico de la gastronomía japonesa, en el sushi) y el aceto balsámico de la cocina italiana.

## **6. Usos**

De acuerdo a Sáiz, M. (2005), el vinagre puede ser usado en muchas formas. Existen más de 300 aplicaciones de cómo usarlo. A veces se piensa que sólo

se utiliza en la cocina como acompañante de las ensaladas mezclándolo con aceite y/o pimienta y sal. Sin embargo, el vinagre tiene usos que van desde ser un ingrediente versátil de sus comidas como resaltador del sabor o condimento, un ablandador de las carnes, un preservante natural de alimentos, un agente medicinal y un elemento de gran utilidad en la limpieza del hogar y los equipos utilizados en la industria de alimentos. En fin, el vinagre se utiliza en cualquier medio donde se requiera de un acidulante natural, así:

- Se utiliza junto con el aceite para aliñar verduras y vegetales en las ensaladas. El vinagre es una pieza clave en los escabeches, los marinados y los encurtidos, se emplea en éstos como un conservante ya que ralentiza los efectos de la putrefacción alimenticia.
- El vinagre es un excelente ingrediente para marinar ya que es un ablandador natural porque desdobra las fibras y proteínas de las carnes.
- El vinagre es un resaltador del sabor.
- El vinagre es un preservante natural de los alimentos.
- El vinagre es ampliamente utilizado en la industria alimenticia por tener la propiedad de reducir el pH de los alimentos para evitar el crecimiento de bacterias.

## **IV. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **A. LOCALIZACIÓN Y DURACION DEL EXPERIMENTO**

La presente investigación se realizó en la Planta de Lácteos de la Estación Experimental Tunshi, perteneciente a la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ubicada en el km 12 de la vía Riobamba-Licto, Provincia del Chimborazo, a 2750 m.s.n.m., 79° 40' Longitud Oeste y 01°65' de Latitud Sur.

El trabajo experimental tuvo una duración de 90 días, distribuidos en dos réplicas, y en cada una se realizaron las siguientes actividades: elaboración del requesón, análisis bromatológicos, microbiológicos y organolépticos.

### **B. UNIDADES EXPERIMENTALES**

En la elaboración del requesón, el tamaño de la unidad experimental fue de 10 litros de leche, utilizándose un total de 32 unidades experimentales en las dos réplicas y en cada réplica se trabajó con 16 unidades experimentales, por lo que se trabajó con un total de 320 litros de leche. Para las pruebas bromatológicas, microbiológicas y organolépticas, se utilizaron muestras de 200 g cada una de las repeticiones de los diferentes tratamientos experimentales.

### **C. MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES**

Los materiales, equipos e instalaciones que se utilizaron fueron los siguientes:

Instalaciones:

- Sala de procesamiento
- Cámara de refrigeración

Equipos:

- Acidómetro
- Peachímetro

- Quemador de gas
- Olla doble fondo acero inoxidable
- Frigorífico

**Materiales:**

- Tubos de ensayo
- Termómetro
- Colador
- Envases de plástico
- Baldes plásticos
- Moldes
- Paño para filtrar el producto
- Equipo de protección personal (cofia, guantes, botas y mandil)

**Materias primas:**

- Leche
- Jugo de limón
- Vinagre
- Ácido Cítrico
- Sal

**Materiales de oficina:**

- Registros
- Computador personal

## **D. TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL**

Se evaluó el efecto de la utilización de tres tipos de acidificantes naturales (ácido cítrico, jugo de limón y vinagre), en la elaboración del requesón Excelso, frente a un tratamiento control, que se basó en fermentación natural de la leche (ácido láctico); las unidades experimentales fueron distribuidas bajo un diseño completamente al azar, considerándose cuatro tratamientos experimentales con cuatro repeticiones cada uno, en dos ensayos consecutivos, por lo que para su análisis se ajustaron al siguiente modelo lineal aditivo:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij}$$

Donde:

$Y_{ijk}$  = Parámetro de determinación

$\mu$  = Media general

$\alpha_i$  = Efecto de los tipos de acidificantes

$\epsilon_{ij}$  = Efecto del error experimental

El esquema del experimento empleado se detalla en el cuadro 5.

Cuadro 5. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.

Acidificante	Código	Repetición		TUE	Litros leche /tratamiento.
		I Ensayo	II Ensayo		
Testigo (A. láctico)	T0	4	4	10	80
Ácido cítrico	T1	4	4	10	80
Jugo de limón	T2	4	4	10	80
Vinagre	T3	4	4	10	80
Total, litros de leche					320

TUE: Tamaño de la unidad experimental, 10 litros de leche.

## E. MEDICIONES EXPERIMENTALES

Las mediciones experimentales consideradas fueron las siguientes:

### 1. Efecto de los acidificantes

- Tiempo de acidificación, minutos
- pH

### 2. Valoración bromatológica

- Contenido de humedad, %
- Contenido de materia seca, %
- Contenido de proteína, %



- Contenido de grasa, %
- Contenido de cenizas, %
- Contenido de materia orgánica, %

### **3. Valoración microbiológica**

- Coliformes totales, UFC/g
- Coliformes fecales UFC/g
- Aerobios mesófilos UPC/g
- Hongos y levaduras, NMP/100 g

### **4. Valoración organoléptica**

- Color, 10 puntos
- Aroma, 45 puntos
- Textura, 15 puntos
- Sabor, 30 puntos
- Total, 100 puntos

### **5. Análisis productivo**

- Peso del requesón a los 10, 20 y 30 días de almacenamiento, kg.

### **6. Análisis económico**

- Costos de producción, dólares/kg.
- Beneficio / Costo.

## **F. ANALISIS ESTADÍSTICO Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA**

Los resultados experimentales fueron sometidos a las siguientes pruebas:

- Análisis de varianza (ADEVA) para las diferencias en las variables paramétricas (físico-químicas).

- Separación de medias a través de la prueba de Tukey al nivel de probabilidad  $P \leq 0.05$ .
- Prueba de Rating test en las variables no paramétricas (organolépticas).

Debiendo indicarse, que los resultados experimentales del segundo ensayo, para su análisis se consideraron como repeticiones, con la finalidad de incrementar los grados de libertad del error experimental y dar un mayor nivel de precisión, por lo cual el esquema del análisis de varianza empleado se reporta en el cuadro 6.

Cuadro 6. ESQUEMA ADEVA PARA LAS VARIABLES PARAMÉTRICAS.

Fuente de variación	Grado de libertad
Total.	31
Tipo de acidificante (Tratamientos)	3
Error experimental	28

El esquema del ADEVA empleado en las variables no paramétricas se reportan en el cuadro 7.

Cuadro 7. ESQUEMA ADEVA PARA LAS VARIABLES NO PARAMÉTRICAS.

Fuente de variación	Grado de libertad
Bloques (no ajustados)	3
Tratamientos (ajustados)	3
Error intrabloques	9
Total	15

## **G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL**

### **1. Elaboración del requesón**

El requesón excelso se realizó de la siguiente manera:

- Recepción de la leche

- Acidificación utilizando los diferentes tipos de acidificante (leche acidificada natural, ácido cítrico, jugo de limón y vinagre), utilizando dosis del 0.05 % con respecto a la cantidad de leche.
- Someter a un proceso de calentamiento de la leche a 55 ° C., hasta que se forme la cuajada.
- Escurrir en un paño de forma natural por un espacio de tiempo de 12 horas
- Recoger la proteína (caseína y albúmina) de la leche en recipientes por tratamiento y repetición conforme se establece en el esquema del experimento
- Neutralizar la acidez del requesón con un lavado de la cuajada con el 5 % de agua tibia en relación al volumen de leche utilizada.
- Fundir la masa con una fuente de calor añadiendo el 0.1 % de mantequilla durante el hilado.
- Moldeado del requesón excelso, al mismo tiempo que se realiza el salado utilizando el 0.2 % de sal.
- Almacenar en refrigeración hasta su comercialización, lo que también permitirá determinar su cambio de peso.

## **2. Programa sanitario**

Previa a la elaboración del requesón, se realizaron las siguientes actividades:

- Lavado de instalaciones, equipos y utensilios, utilizando jabón líquido y agua.
- Se desinfectó el ambiente con vapor de agua y aplicación de hipoclorito.
- Durante el procesamiento de los requesones, la limpieza del área se realizó solamente con agua
- Al final de cada proceso, se realizó la desinfección del local con cloro en una proporción de 0.5 litros de cloro disueltos en 10 litros de agua.
- La olla de doble fondo y otros materiales, que se utilizaron durante el proceso, se lavaron con agua caliente y luego fueron desinfectados con vapor de agua.

## H. METODOLOGÍA DE EVALUACION

### 1. Efecto de los acidificantes

El tiempo de acidificación, se estableció tomando el tiempo desde que se añadió los productos acidificantes (ácido cítrico, jugo de limón y vinagre), a la leche hasta que se comprobaba que la cuajada estaba lista para ser desuerada.

La valoración del pH se realizó a través de la siguiente metodología:

- En un vaso de precipitación colocar 10 g de la muestra.
- Lavar y secar los electrodos del peachímetro.
- Calibrar con la solución buffer de pH 4 y luego con la pH 7.
- Realizar la lectura.

### 2. Valoración bromatológica

Para el control de los parámetros bromatológicos del requesón, se tomaron muestras de 200 g y se las enviaron al Laboratorio de Servicios Analíticos, Químicos y Microbiológicos (SAQMIC), para la determinación del contenido de humedad, proteína, grasa, cenizas y materia orgánica, en base a los métodos de laboratorio que se reportan en el cuadro 8.

Cuadro 8. MÉTODOS UTILIZADOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS BROMATOLÓGICOS DEL REQUESÓN EXCELSON.

Medición	Método utilizado
Proteína	AOAC/Kjeldhal
Grasa	AOAC/Golfish
Humedad	AOAC/Gravimétrico
Materia seca	AOAC/Gravimétrico
Cenizas	AOAC/Gravimétrico
Materia orgánica	AOAC/Gravimétrico

Fuente: Servicios Analíticos, Químicos y Microbiológicos (SAQMIC, 2011).

### **3. Valoración microbiológica**

Para los análisis microbiológicos, se tomaron muestras de 200 g de cada unidad experimental, luego de su identificación se las enviaron al Laboratorio de Servicios Analíticos, Químicos y Microbiológicos (SAQMIC), para determinar la carga microbiológica presente en base al método de siembra vertido en placa de aerobios mesófilos, en cambio en la determinación de coliformes totales y fecales, así como mohos y levaduras, se emplearon placas Petrifilm.

### **4. Valoración organoléptica**

Para la obtención de los resultados organolépticos, se procedió a coordinar con el Tutor de tesis, para seleccionar el panel de degustadores, que calificaron los quesos excelsos, bajo los siguientes parámetros propuestos:

Color	10 puntos
Aroma	45 puntos
Textura	15 puntos
Sabor	30 puntos
Total	100 puntos

El panel calificador cumplió con ciertas normas como: estricta individualidad entre panelistas; disponer a la mano de agua o té, para equiparar los sentidos y no haber ingerido bebidas alcohólicas. Una vez definidas las muestras, se procedió a la evaluación sensorial, para lo cual se entregó a cada juez la encuesta correspondiente. Este proceso se repitió en cada sesión, con todos los resultados obtenidos se procedió a la evaluación estadística.

### **5. Análisis económico**

Los costos de producción se determinaron dividiendo los egresos totales para la cantidad obtenida y sus resultados se expresan en dólares por kg. Mientras que el beneficio/costo, se obtuvo dividiendo los ingresos totales para los egresos totales realizados.

## V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### A. COMPORTAMIENTO DE LOS ACIDIFICANTES

Los efectos presentados por los diferentes tipos de acidificantes utilizados en la elaboración del requesón excelso, en la formación de la cuajada, se presentan en el cuadro 9.

Cuadro 9. TIEMPO DE ACIDIFICACIÓN Y pH DE LA CUAJADA DEL REQUESÓN EXCELSON POR EFECTO DE DIFERENTES ACIDIFICANTES.

Acidificantes	Tiempo de acidificación, horas		pH	
Ácido láctico	11,88	a	5,400	ab
Ácido cítrico	4,32	c	5,398	b
Jugo de limón	4,45	c	5,400	ab
Vinagre	5,34	b	5,403	a
Prob.	0,000	**	0,042	*

Prob. < 0.05: Existen diferencias significativas (\*).

Prob. < 0.01: Existen diferencias altamente significativas (\*\*).

Promedios con letras diferentes dentro de cada columna difieren estadísticamente según la prueba de Tukey.

Fuente: Manzano, M. (2011).

#### 1. Tiempo de acidificación

El tiempo para acidificar la leche presentó diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ), entre las medias por efecto de los diferentes tipos de acidificantes evaluados, encontrándose que al emplear el ácido láctico o leche acidificada natural (tratamiento control), requirió un tiempo de 11.88 horas, es decir esta acidificación requiere de un tiempo prolongado, a diferencia del empleo del ácido cítrico y el jugo de limón, que se redujo a 4.32 y 4.45 horas, respectivamente (gráfico 2). Teniza, G. (2008), indica que la leche entre una de sus propiedades es que puede ser calentada a altas temperaturas y nunca llega a coagular a menos que el medio se convierta en ácido, lo que se logra mediante la adición de sustancias ácidas; Castro, E. (2010), señala que el requesón se produce a partir de la coagulación de la proteína (lactoglobulina) en un medio ácido y con aplicación de calor.

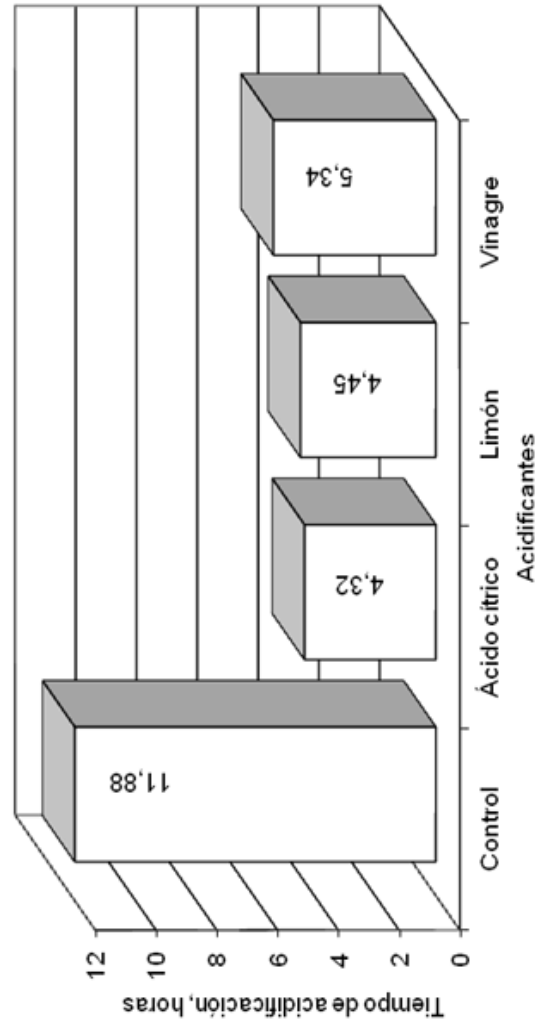


Gráfico 2. Tiempo (horas), para que la leche adquiera la acidificación y se produzca la cuajada en la elaboración del requesón excelso, por efecto de diferentes tipos de acidificantes.

Por otra parte, los tiempos determinados, a pesar de ser en los casos extremos entre 4.32 y 11.88 horas, estos guardan relación con el reporte de <http://www.capraispana.com>. (2010), donde se sostiene que una vez que se añade la dosis de acidificante se debe dejar reposar la mezcla durante 8 a 24 horas dependiendo de la temperatura ambiente, por consiguiente, se establece que al utilizar el ácido cítrico y el jugo de limón, en ese momento comienza la reacción química, el ácido reduce el pH de la leche, la vuelve ácida y, en consecuencia, precipitan las proteínas (Fundación Eroski. 2011).

## **2. pH**

Los valores del pH de la leche durante el proceso de acidificación para la elaboración del requesón presentaron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ), por cuanto al utilizar ácido cítrico el pH determinado fue de 5.398 mientras con el vinagre la leche alcanzó un pH de 5.403, que son los casos extremos (gráfico 3), valores que concuerdan con Cunningham, A. (2011), quien indica que para obtener el máximo rendimiento de requesón, se debe acidificar la leche con ácido hasta obtener valores de pH entre 4.95 y 5.45 para precipitar la proteína, además se puede recuperar más proteína a medida que se neutraliza (sube), el pH antes del tratamiento térmico, sin embargo, es importante tomar en cuenta que, al aumentar el pH antes del tratamiento térmico, también aumenta el contenido de minerales en el coágulo.

## **B. VALORACIÓN BROMATOLÓGICA**

### **1. Contenido de humedad**

El contenido de humedad del requesón excelso elaborado con los diferentes tipos de acidificantes (cuadro 10), presentaron diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ), registrándose el mayor contenido (66.85 %), por el uso del jugo de limón, seguidos por los requesones elaborados con el vinagre y el ácido cítrico, con valores de 66.17 y 65.57 %, respectivamente. Al contrario los requesones del tratamiento control o acidificación natural (ácido láctico), presentaron menores contenidos de humedad que fueron de 65.10 % (gráfico



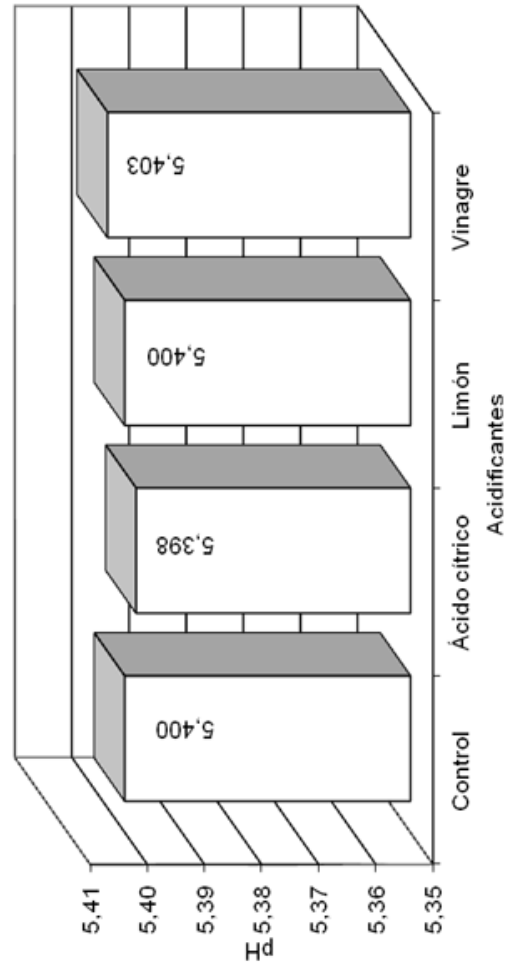


Gráfico 3. Valores del pH de la leche durante el proceso de acidificación para la elaboración del requesón excelso, por efecto de diferentes tipos de acidificantes.

Cuadro 10. VALORACION BROMATOLÓGICA DEL REQUESÓN EXCELSON ELABORADO CON DIFERENTES TIPOS DE ACIDIFICANTES.

Contenido de	Acidificantes				
	Control	Ácido cítrico	Jugo de limón	Vinagre	Prob.
Humedad, %	65,10 d	65,57 c	66,85 a	66,17 b	0,000 **
Materia seca, %	34,90 a	34,43 b	33,15 d	33,83 c	0,000 **
Proteína, %	22,31 a	22,42 a	22,01 b	22,22 ab	0,000 **
Grasa, %	6,87 a	6,62 ab	6,46 b	6,35 b	0,000 **
Cenizas, %	1,23 a	1,21 a	1,22 a	1,14 a	0,232 ns
Materia orgánica, %	98,78 a	98,79 a	98,78 a	98,86 a	0,232 ns

Prob. > 0.05: No existen diferencias estadísticas (ns).

Prob. < 0.01: Existen diferencias altamente significativas (\*\*).

Promedios con letras diferentes en una misma fila, difieren estadísticamente según la prueba de Tukey.

Fuente: Manzano, M. (2011).

4), comportamiento que puede deberse a lo que señala Cunningham, A. (2011), quien reporta que el mecanismo principal para la elaboración de quesos es la desnaturalización controlada de las proteínas de la leche, lo que se logra a través de tratamientos térmicos y la acidificación, por cuanto la adición de sustancias ácidas tienen como función bajar el pH hasta valores cercanos al punto isoeléctrico de las proteínas, esto, junto con las reacciones de desnaturalización térmica, conduce a la floculación y precipitación de las proteínas lactoséricas, lo que produce como consecuencia que el queso contenga mayor contenido de humedad, a diferencia de lo que sucede al acidificar la leche en forma natural, que requiere de un mayor tiempo, por lo que existe una mayor precipitación de los sólidos totales de la leche y que el producto final contenga una menor proporción de humedad.

Los valores de humedad encontrados son inferiores con los reportados por Castro, E. (2010), señalando que el queso se compone de 68,3% de agua, mientras que Cunningham, A. (2011), manifiesta que el queso tradicional de alto contenido de humedad, mediante el calentamiento, moldeado y prensado se puede disminuir a voluntad el contenido de humedad para obtener un rango amplio de productos para distintos usos, desde quesos untables hasta quesos para rallar, incluyendo quesos para rebanar.

## **2. Contenido de materia seca**

Los contenidos de materia seca en el queso excelso por efecto de los tipos de acidificantes empleados, registraron diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ), ya que los contenidos determinados fueron de 34.90 %, en los quesos del grupo control, 34.33 % con el empleo de ácido cítrico, 33.83 % con el vinagre y 33.15 % con el uso del jugo de limón (gráfico 5), por cuanto al acidificar la leche, existe una mayor desnaturalización de las proteínas, por consiguiente se incrementa el contenido de humedad y se reduce su aporte de materia seca;

Castillo, J. y Chaves, J. (2008), señalan que las proteínas que aparecen en el sobrenadante de la leche después de la precipitación a pH 4.6 se llaman proteí

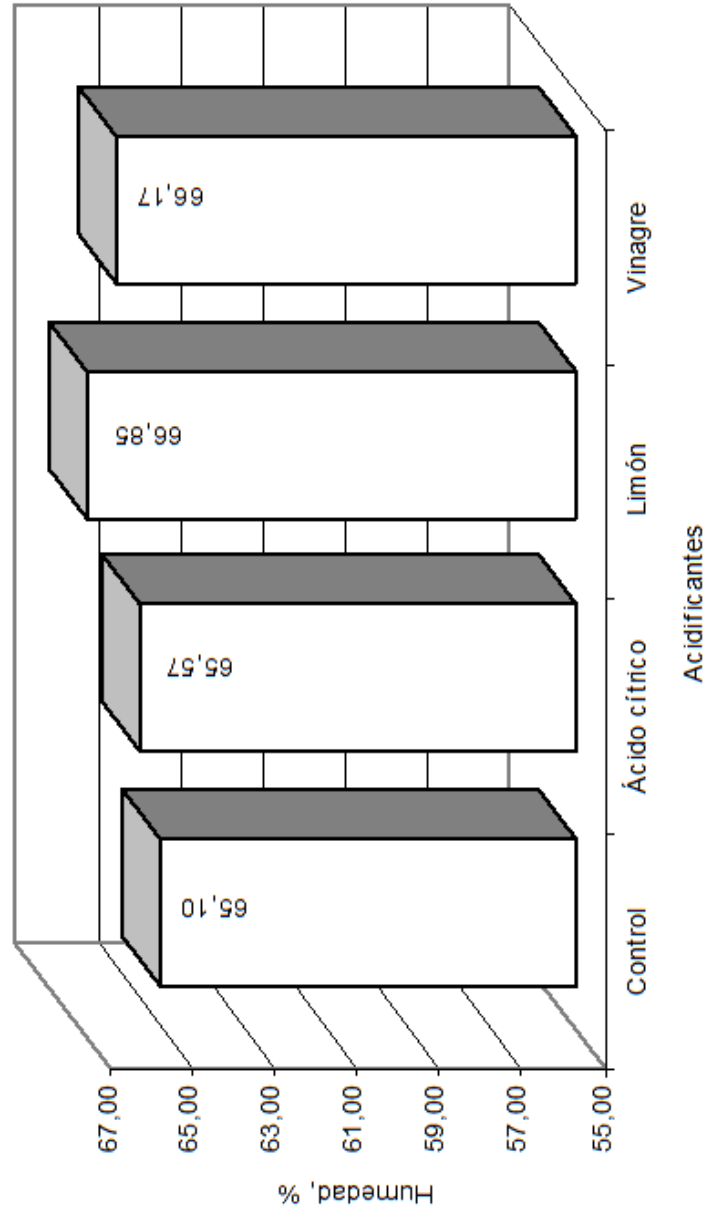


Gráfico 4. Contenido de humedad (%), en el requesón excelso, elaborado con diferentes tipos de acidificantes.

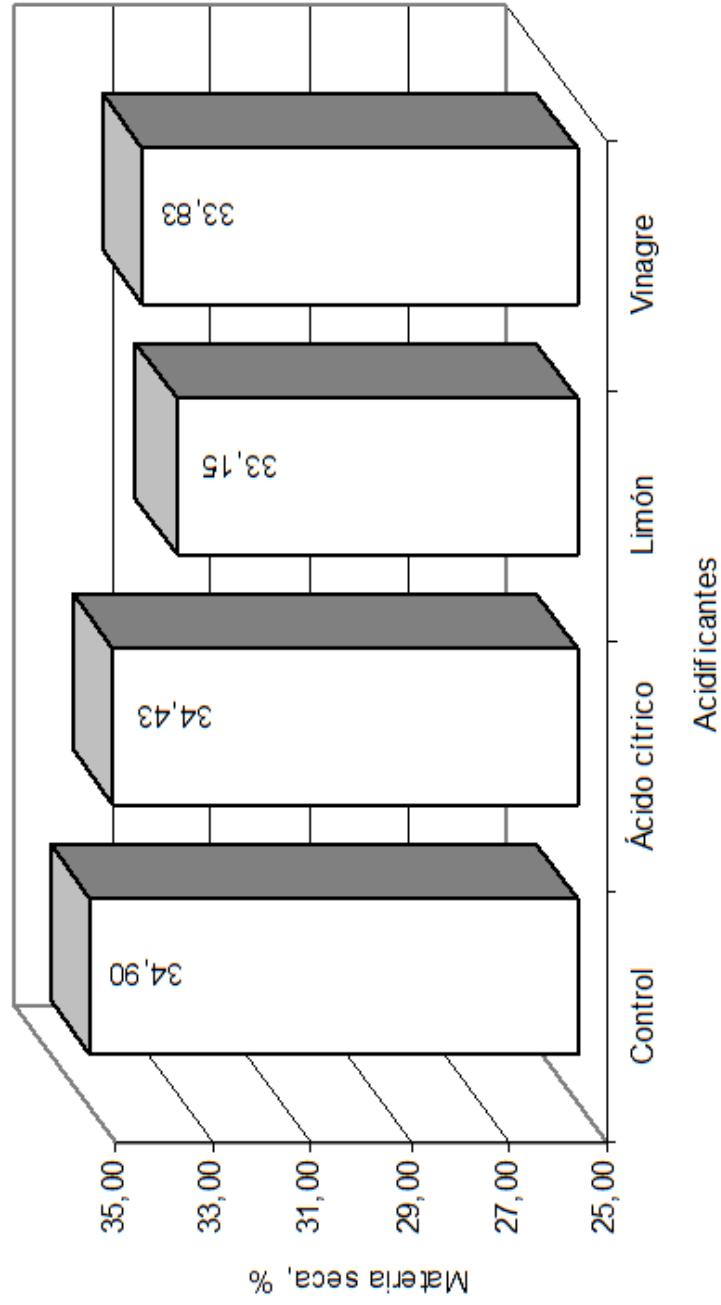


Gráfico 5. Contenido de materia seca (%), en el requesón excelso, elaborado con diferentes tipos de acidificantes.

nas del suero colectivamente. Estas proteínas globulares son más solubles en agua que las caseínas y son objeto de desnaturalización por el calor, por lo tanto la desnaturalización aumenta su capacidad de retención de agua, lo que no sucede cuando la leche tiene una acidificación lenta, donde existe una mayor precipitación de los sólidos totales que conforman el requesón.

Castro, E. (2010), estableció que el requesón se compone de 68,3% de agua, por lo tanto tendrá un contenido de materia seca de 31.7 %, aduciéndose además, que este porcentaje puede variar de acuerdo al tipo y tiempo de desuerado sometido después de su obtención.

### **3. Contenido de proteína**

La cantidad de proteína valorada en los requesones excelsos presentaron diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ), los mayores contenidos presentan el requesón elaborado con ácido cítrico y los del grupo control, con 22.42 y 22.31 %, en su orden, seguidos por los elaborados con vinagre con 22.22 %, en cambio la menor cantidad se obtuvo al utilizar el jugo de limón con el 22.01 % de proteína (gráfico 6), Teniza, G. (2008), señala que la leche está compuesta principalmente por dos grupos de proteínas: las caseínas y el suero, las que llegan a coagularse cuando a la leche se le agrega limón o vinagre, generando un medio ácido que provoca que todas las caseínas se aglomeren juntas para formar el coagulo, mientras que las proteínas del suero se mantienen suspendidas en el líquido, de ahí que posiblemente las cantidades de proteínas registradas en el requesón del grupo control fueron menores que cuando se empleó el ácido cítrico; los valores determinados son superiores a los señalados por Quintero, A. (2010), quien indica que cuando se utiliza la leche como materia prima, el requesón contiene el 20.9 % de proteínas, Castro, E. (2010), menciona que el requesón preparado con suero de leche o suero de queso su aporte proteico es del 14,9%, por lo que se puede afirmar que al acidificar la leche con ácido cítrico se puede extraer la mayor cantidad de la proteína de la leche.

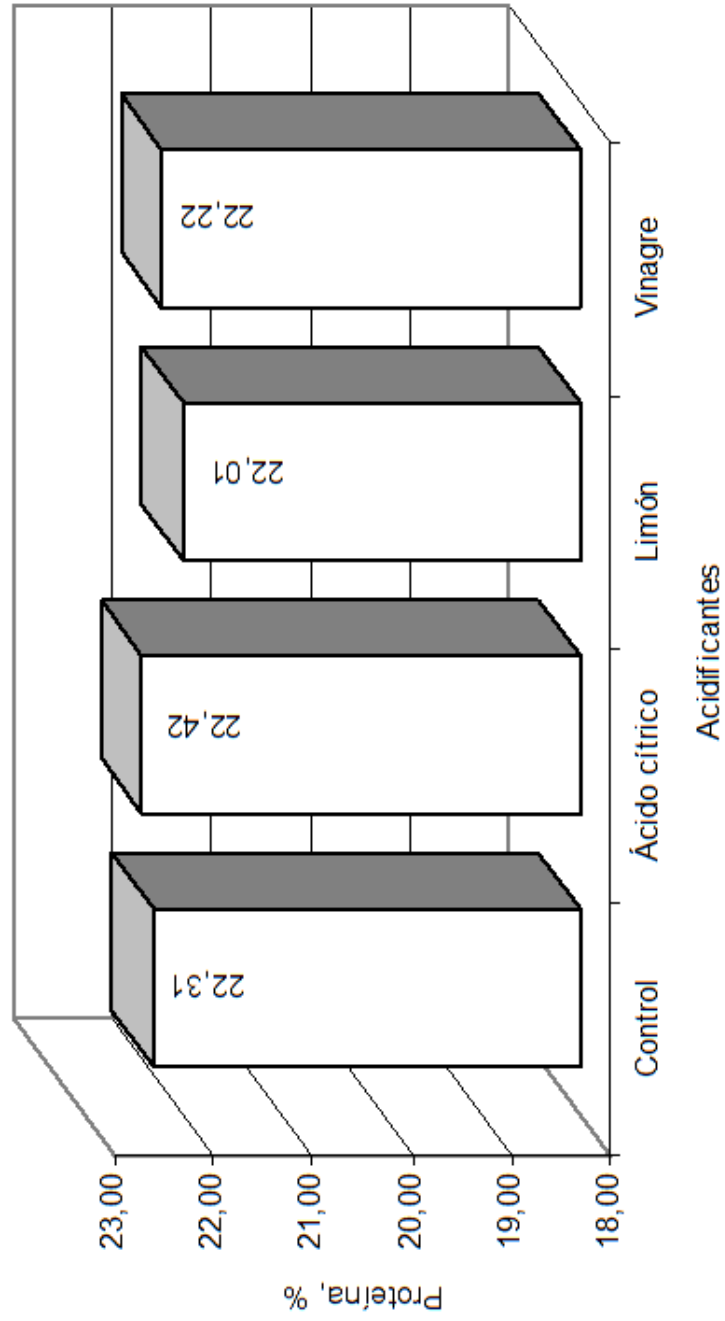


Gráfico 6. Contenido de proteína (%), en el requesón excelso, elaborado con diferentes tipos de acidificantes.

#### **4. Contenido de grasa**

El contenido de grasa del requesón presentaron diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ), entre los tratamientos. Los requesones del grupo control presentaron el mayor contenido de grasa (6.87 %), que se redujo al 6.62 % con el empleo del ácido cítrico, a pesar de que estadísticamente son similares, no así con el empleo del vinagre y el jugo de limón que presentaron menores contenidos de grasa y que fueron de 6.46 y 6.35, respectivamente (gráfico 7), notándose por tanto que la adición de vinagre y el jugo de limón por contener fitoquímicos les otorgan propiedades antioxidantes capaces de neutralizar los radicales libres principalmente de la grasa (Meroño, A. 2007), lo que influyen en el porcentaje de grasa en el requesón, no así en la acidificación natural, donde el porcentaje de grasa se mantiene reportándose en mayor proporción en el requesón elaborado con acidificación natural, Cunningham, A. (2011), indica que el contenido de materia grasa de un requesón es un reflejo del contenido de materia grasa en la leche.

El contenido de grasa del requesón excelso, es superior a los reportados por Quintero, A. (2010), quien señala que el requesón obtenido de leche entera contendrá el 5,6% de grasa, diferencia que puede deberse a que durante el proceso de elaboración, se añadió el 0.1 % de mantequilla durante el hilado, valores que concuerdan con los señalados por <http://www.fao.org>. (2010), en que este producto (requesón), es un queso fresco, suave y cremoso y tiene una textura delicada. Se caracteriza por tener poca sal y poca grasa, por lo que es excelente para personas con problemas de colesterol y presión alta, además de que la Fundación Eroski. (2011), reporta que el requesón es apropiado para dietas bajas en calorías y en grasas, debido a que el contenido de grasa es menor que el de la mayoría de los quesos, por cuanto aporta el 5.3 %, que es la mitad que la misma porción de queso fresco y cinco veces menos que un queso curado.

#### **5. Contenido de cenizas**

Los diferentes acidificantes utilizados en la elaboración del requesón excelso,



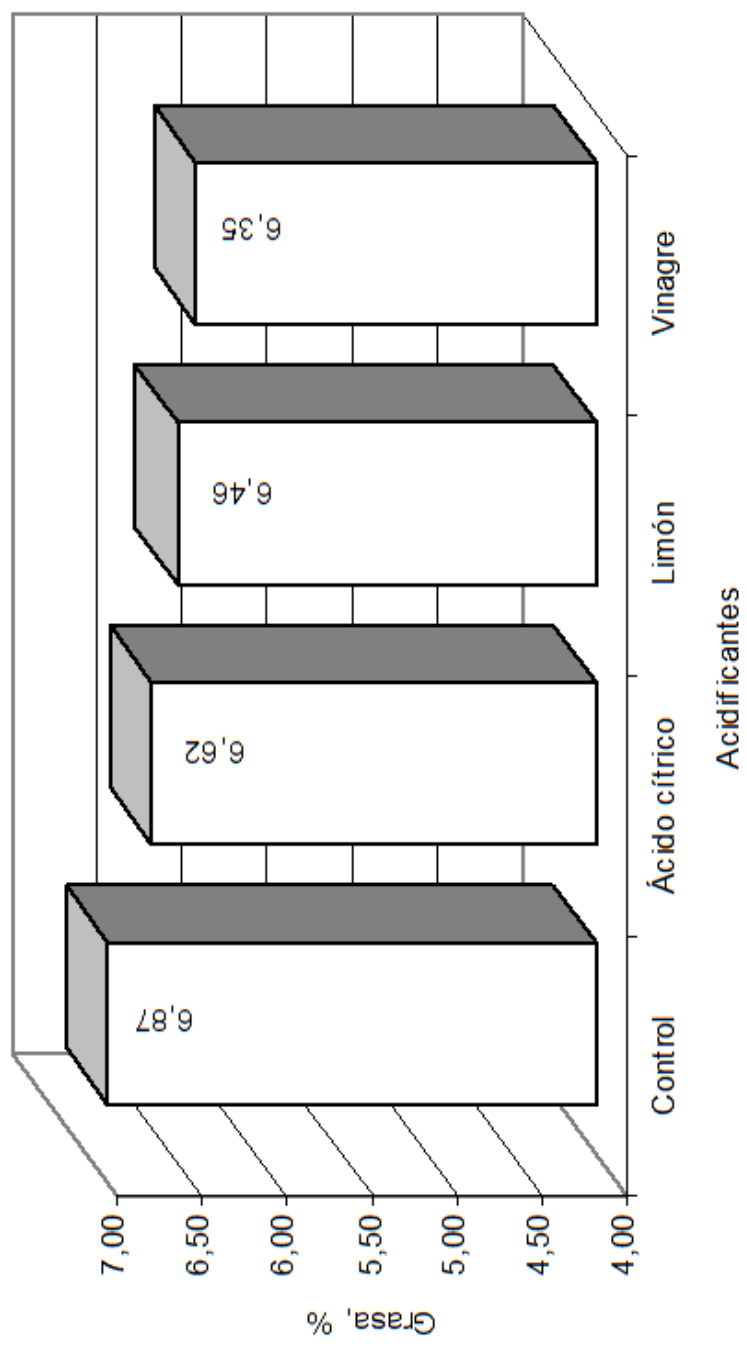


Gráfico 7. Contenido de grasa (%), en el requesón excelso, elaborado con diferentes tipos de acidificantes.

no afectaron estadísticamente ( $P>0.05$ ), los contenidos de ceniza, determinándose valores entre 1.14 y 1.23 % cuando se empleó el vinagre y la acidificación natural, respectivamente. Quintero, A. (2010), quien utilizó como materia prima la leche, indica que el requesón contiene el 1,5% de minerales, de los cuales el calcio y el fósforo, se encuentran en cantidades importantes. Cunningham, A. (2011), señala que los minerales de la leche, principalmente calcio, potasio y fósforo, constituyen muy cerca del 0.9 % de la masa de la leche. El porcentaje que se retiene en el requesón depende de la acidez o pH durante el proceso de quesería, por cuanto, al aumentar el pH antes del tratamiento térmico, también aumenta el contenido de minerales en el coágulo, y, por otro lado, al disminuir el pH, disminuye el factor de transferencia para minerales debido a la descalcificación parcial de la estructura.

## **6. Contenido de materia orgánica**

Con relación al contenido de materia orgánica, no se registraron diferencias estadísticas entre las medias registradas en los requesones obtenidos con los diferentes tipos de acidificantes, por cuanto los valores determinados fluctuaron entre 98.78 a 98.86 %, que corresponden a los requesones obtenidos con el empleo del jugo de limón y del vinagre, respectivamente, que son los casos extremos, por lo que se considera que estos valores son ligeramente superiores al reportado por Quintero, A. (2010), quien señala que cuando se utiliza como materia prima la leche, el requesón contiene el 1,5% de minerales, por consiguiente contendrá el 98.5 % de materia orgánica, por lo que en base a las respuestas encontradas se puede establecer que los diferentes acidificantes que se evaluaron para la producción del requesón excelso no modificaron la cantidad de la materia orgánica presentada en este producto.

## **C. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO**

Los resultados de los análisis microbiológicos de los requesones obtenidos por efecto de los diferentes tipos acidificantes se reportan en el cuadro 11.

Cuadro 11. VALORACION MICROBIOLÓGICA DEL REQUESÓN EXCELSO ELABORADO CON DIFERENTES TIPOS DE ACIDIFICANTES.

Parámetro	Acidificantes				Prob.		
	Control	Ácido cítrico	Jugo de limón	Vinagre			
Aerobios mesófilos, UFC/g	387	a	316	ab	249	b	0,041 *
Coliformes totales, UFC/g	247	a	238	a	227	a	0,477 ns
Coliformes fecales, UFC/g	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	
Hongos y levaduras, NMP/100 g	470	a	402	a	404	a	0,689 ns

Prob. > 0.05: No existen diferencias estadísticas (ns).

Prob. < 0.05: Existen diferencias significativas (\*).

Promedios con letras diferentes en una misma fila, difieren estadísticamente según la prueba de Tukey.

Fuente: Manzano, M. (2011).

## **1. Aerobios mesófilos**

La presencia de Aerobios mesófilos encontrados en los requesones presentaron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ), por efecto de los acidificantes empleados, por cuanto se encontró una menor cantidad en los requesones elaborados con vinagre con 249 UFC/g, 316 UFC/g cuando se empleo el ácido cítrico y 332 UFC/g con el jugo de limón, en cambio, la presencia en los requesones del grupo control (fermentación ácida natural), fue mayor con 387 UFC/g (gráfico 8), por lo que se establece que los productos acidificantes a más de reducir el pH de la leche, tienen actividad antimicrobiana, ya que Makymat S.A. (2011), sostiene que el ácido cítrico es un buen conservador y antioxidante natural que se añade industrialmente como aditivo. Sus funciones son como agente secuestrante, agente dispersante y acidificante; Domínguez, R. (2004), indica que el jugo de limón ha sido apreciado desde la antigüedad por sus potentes propiedades depurativas, antibacteriales y antimicrobianas, aunque hoy en día se lo conoce más por su aporte de vitamina C; y, Sáiz, M. (2005), señala que el vinagre es ampliamente utilizado en la industria alimenticia por tener la propiedad de reducir el pH de los alimentos y evitar el crecimiento de bacterias, de ahí que las cantidades encontradas de aerobios mesófilos sean menores con su empleo que en el requesón obtenido por acidificación natural.

En base a las cantidades anotadas, se considera que el requesón obtenido es apto para el consumo humano, por cuanto Mercosur (2011) y la Norma Oficial Mexicana NOM-035-SSA1 (2010), que tienen como estructura básica la norma del Codex Alimentarius de la FAO/OMS (CODEX STAN 283-1978), que señala que los niveles máximos permitidos para su aceptación es de 1000 UFC/g.

## **2. Coliformes totales**

La presencia de coliformes totales no presentaron diferencias estadísticas ( $P > 0.05$ ); entre las medias de los diferentes tratamientos, sin embargo, numéricamente en el requesón del grupo control se registraron una presencia de 247 UFC/g, cantidad que se redujo al emplearse los acidificantes evaluados,

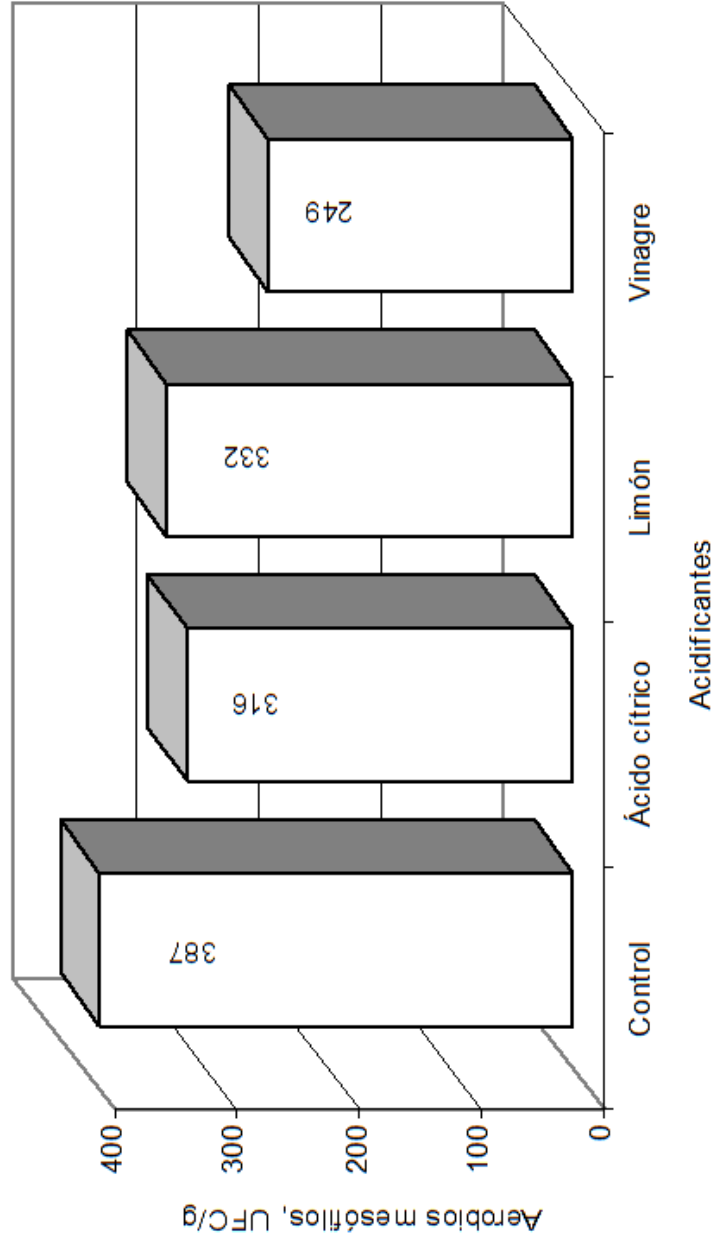


Gráfico 8. Presencia de aerobios mesófilos (UFC/g), en el requesón excelso, elaborado con diferentes tipos de acidificantes.

registrándose 238, 227 y 192 UFC/g, cuando se empleó el ácido cítrico, jugo de limón y vinagre, respectivamente (gráfico 9), notándose por tanto que el vinagre tiene mejores propiedades antimicrobianas, a pesar de que Makymat S.A. (2011), Domínguez, R. (2004) y Sáiz, M. (2005), concuerdan que los acidificantes son aditivos alimentarios, usados como conservantes, antioxidantes, acidulantes, saborizantes y antimicrobianos, ya que todos provienen de concentrado de frutas cítricas, cuyo compuesto principal es el ácido cítrico y el ácido acético.

Las respuestas anotadas, se encuentran por debajo de los límites máximos permitidos señalados por Mercosur (2011) y la Norma Oficial Mexicana NOM-035-SSA1 (2010), que tienen como base legal la norma del Codex Alimentarius de la FAO/OMS (CODEX STAN 283-1978), que indica que la presencia de coliformes totales no debe ser superior a las 500 UFC/g.

### **3. Coliformes fecales**

Respecto a la determinación de coliformes fecales, en todas las muestras analizadas del requesón elaborado con los diferentes tipos de acidificantes, en ninguna existió la presencia de coliformes fecales, lo que es el reflejo de que en su elaboración se utilizaron estrictas medidas higiénicas, considerándose por tanto aptos para el consumo humano.

### **4. Mohos y levaduras**

La presencia de hongos y levaduras en los requesones elaborados con diferentes acidificantes no presentaron diferencias estadísticas ( $P > 0.05$ ); al emplearse el vinagre se registró una presencia de hongos y levaduras de 385 NMP/100 g, con el ácido cítrico y del jugo de limón fueron de 402 y 404 NMP/100g, respectivamente; y, en los requesones del grupo control fueron de 470 NMP/100g (gráfico 10), respuestas que ratifican que el vinagre tiene mejores propiedades antimicrobianas y fungicidas que el ácido cítrico y el jugo de limón, ya que los mohos y las levaduras tienen la capacidad de adaptarse a condiciones del entorno que no todos los microorganismos son capaces de --

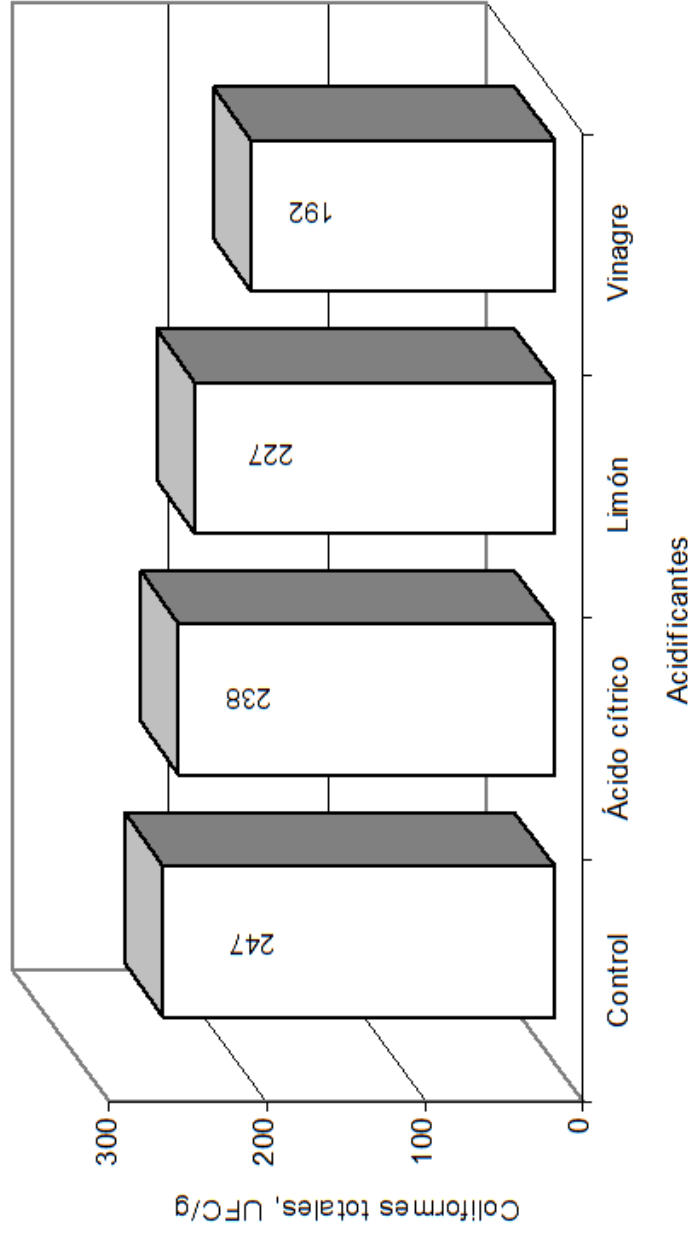


Gráfico 9. Presencia de coliformes totales (UFC/g), en el requesón excelso, elaborado con diferentes tipos de acidificantes.

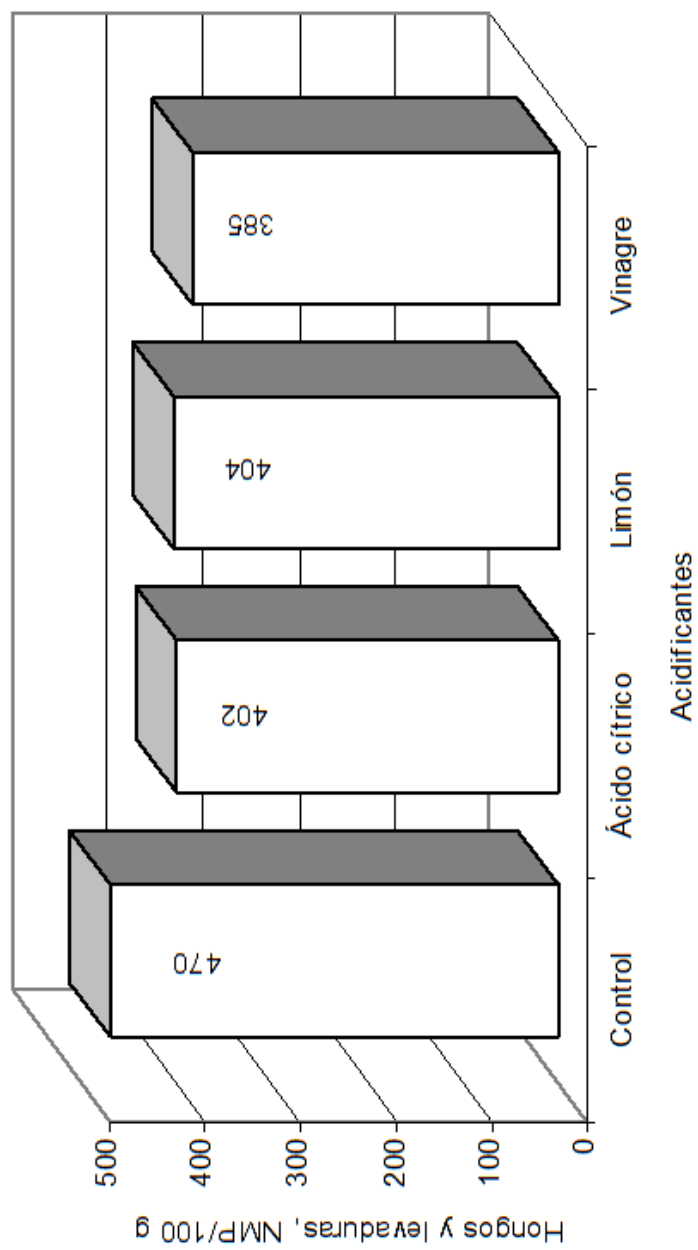


Gráfico 10. Presencia de hongos y levaduras (NMP/100 g), en el requesón excelso, elaborado con diferentes tipos de acidificantes.



tolerar, como un nivel de acidez o basicidad en un rango mayor que las bacterias, debido a que viven en productos que presentan valores entre 2 y 9 de pH (Magariños, H. 2010).

Las cantidades anotadas se encuentran por debajo de las indicadas en la norma del Codex Alimentarius de la FAO/OMS (CODEX STAN 283-1978), que señala que los niveles máximos permitidos para su aceptación como producto apto para el consumo es cuando no sobrepase los Hongos y levaduras el límite de 500 NMP/g, cantidad que se encuentra lejos de las determinadas en el presente trabajo.

## **D. VALORACIÓN ORGANOLÉPTICA**

### **1. Color**

La valoración del color (cuadro 12), no presentó diferencias estadísticas ( $F_{cal} < F_{tab} 0.05$ ), por efecto de los tipos de acidificantes utilizados, ya que estos variaron entre 8.00 y 8.50 puntos sobre 10 de referencia, que corresponden a los requesones elaborados con la acidificación natural y en el que se añadió el ácido cítrico, respectivamente (gráfico 11), el color del requesón no se alteró por el empleo de los acidificantes, por cuanto en todos los casos se observó un color blanco ligeramente amarillento, que se debió la adición de la mantequilla durante el hilado, ya que según González, J. (2005), el color del queso debe ser uniforme, sin manchas y típico del producto del que se trate y de los tratamientos que se le hayan dado, por cuanto los quesos frescos tienen un color blanco cremoso, pero cuanto más ácido es un queso su pasta será más blanca.

### **2. Aroma**

Las respuestas de la evaluación organoléptica del aroma, no presentaron diferencias estadísticas ( $F_{cal} < F_{tab} 0.05$ ), por efecto de los acidificantes empleados, por cuanto los degustadores les asignaron calificaciones entre 39.25 y 42.00 puntos sobre 45 de referencia, que pertenecen a los requesones

Cuadro 12. VALORACION ORGANOLÉPTICA DEL REQUESÓN EXCELSO ELABORADO CON DIFERENTES TIPOS DE ACIDIFICANTES.

Característica	Acidificantes					F & Ftab <sub>0,05</sub>
	Control	Ácido cítrico	Jugo de limón	Vinagre		
Color, 10 puntos	8,00	a 8,50	a 8,00	a 8,25	a	0,508 3,863 ns
Aroma, 45 puntos	39,25	a 40,50	a 40,25	a 42,00	a	1,011 3,863 ns
Textura, 15 puntos	13,00	a 13,00	a 13,00	a 13,25	a	0,086 3,863 ns
Sabor, 30 puntos	23,75	a 25,00	a 24,50	a 22,25	a	1,971 3,863 ns
Total, 100 puntos	84,00	a 87,00	a 85,75	a 85,75	a	0,515 3,863 ns
Valoración (1)	B	MB	MB	MB	MB	

(1): Escala de valoración de calidad de productos alimenticios según Witting (1981).

Descripción de calidad	Puntaje
Excelente	100,00
E	95,00
Muy bueno	MB
Bueno	B
Regular	R
Límite no comestible	LNC
	60,00

F & < Ftab<sub>0,05</sub>: No existen diferencias estadísticas (ns).

Fuente: Manzano, M. (2011).

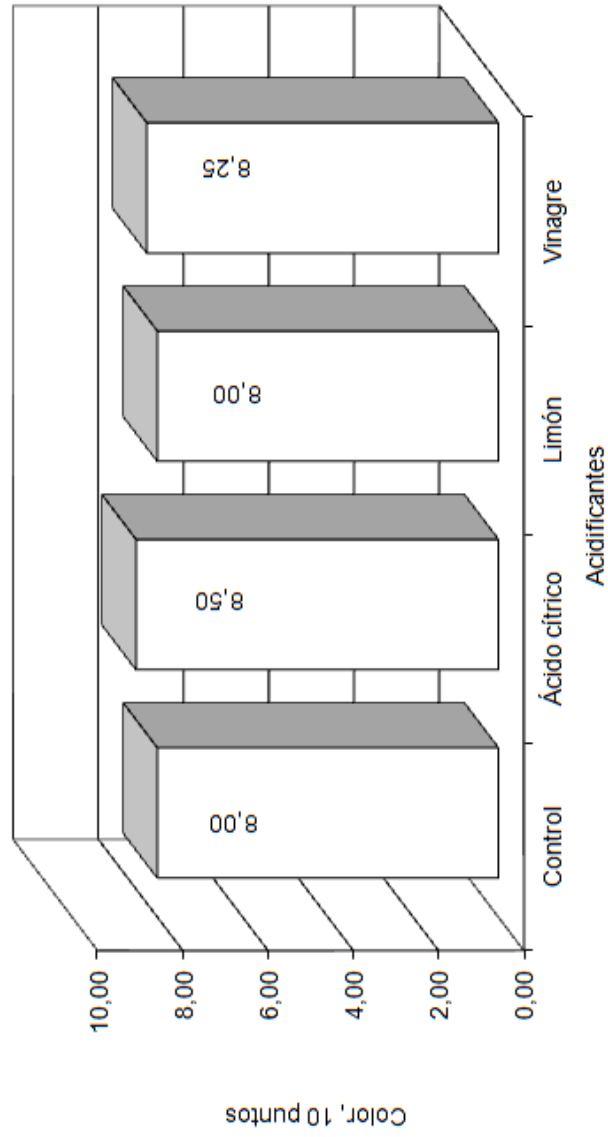


Gráfico 11. Valoración organoléptica del color (sobre 10 puntos), del requesón excelso, elaborado con diferentes tipos de acidificantes.

obtenidos por fermentación natural y a los elaborados con vinagre, respectivamente.

#### **4. Textura**

Al evaluar la textura del requesón, no existen diferencias estadísticas ( $F_{cal} < F_{tab} 0.05$ ), por efecto de los diferentes acidificantes empleados, por cuanto las respuestas alcanzadas fueron de 13.00 puntos sobre 15 de referencia, cuando se empleó la leche acidificada natural, ácido cítrico y jugo de limón, en cambio con el vinagre fue de 13.25 puntos (gráfico 12), por lo que se considera que los acidificantes utilizados no influyeron en la textura del requesón, por cuanto se observó una textura elástica, de humedad aceptable, lo que concuerda con lo reportado por González, J. (2005), quien indica que la textura de un producto está relacionada con lo que se llama su reología, es decir su respuesta a la deformación al aplicarle una fuerza y la posterior recuperación parcial de la forma inicial. Los quesos son sólidos visco-plasto-elásticos, si bien según el tipo se comportan más como unos que como otros.

#### **4. Sabor**

Las calificaciones del sabor del requesón no presentaron diferencias estadísticas ( $F_{cal} < F_{tab} 0.05$ ), alcanzando puntuaciones entre 22.25 y 25.00 puntos sobre 30 de referencia, que corresponden a los requesones elaborados con vinagre y ácido cítrico, en su orden (gráfico 13). De los cuatro gustos básicos (dulce, salado, ácido y amargo), los más frecuentes en un queso son el ácido y el salado, considerándose que el sabor menos ácido del requesón elaborado con vinagre posiblemente se debe a que no se maduró lo suficientemente o se produjo insuficiente acidez durante la elaboración.

#### **5. Valoración total**

Las puntuaciones totales de la valoración organoléptica del requesón por efecto de los acidificantes, no presentaron diferencias estadísticas ( $F_{cal} < F_{tab} 0.05$ ), por cuanto la valoración más alta (87.00 puntos sobre 100), recibieron los

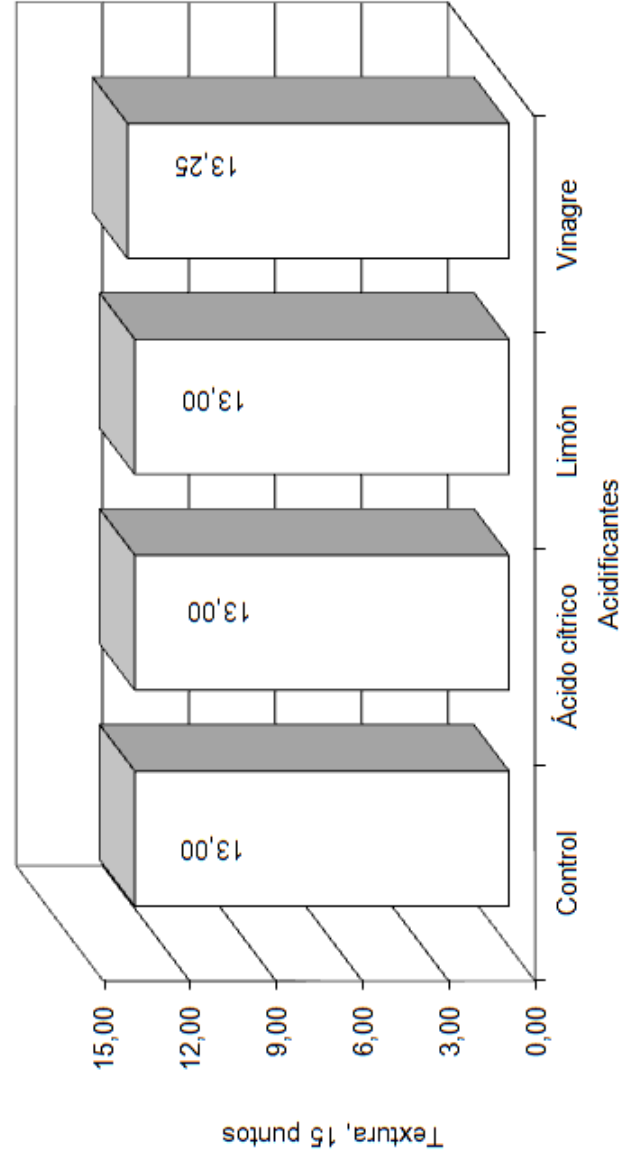


Gráfico 12. Valoración organoléptica de la textura (sobre 15 puntos), del requesón excelso, elaborado con diferentes tipos de acidificantes.

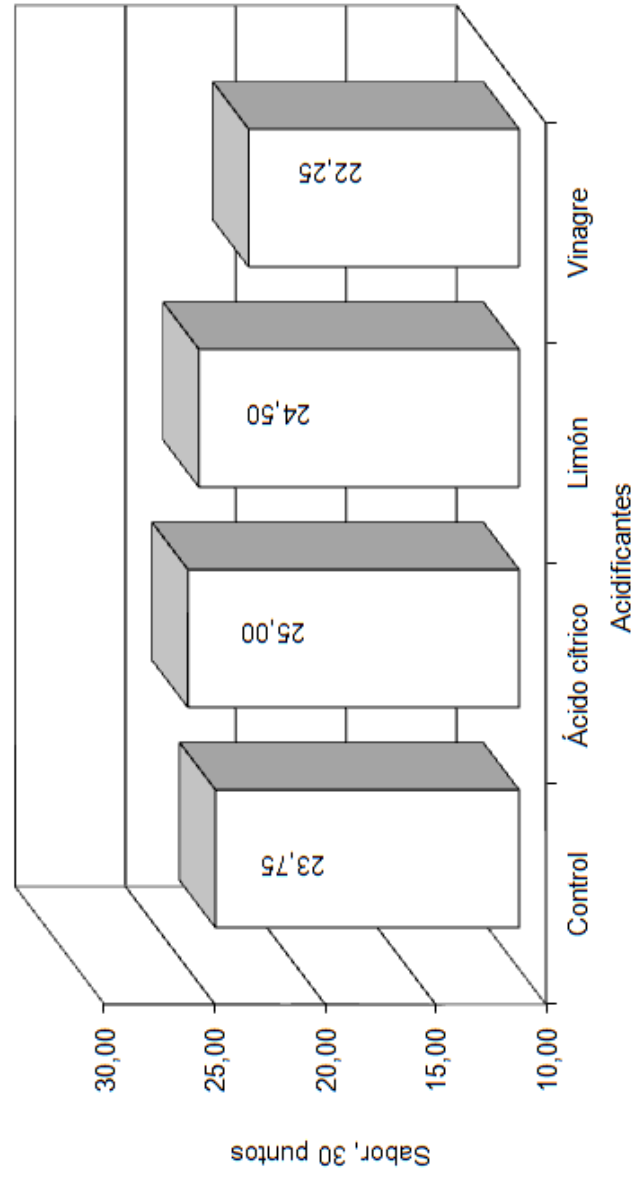


Gráfico 13. Valoración organoléptica del sabor (sobre 30 puntos), del requesón excelso, elaborado con diferentes tipos de acidificantes.

requesones elaborados con ácido cítrico, y la menor puntuación los requesones del grupo control (con acidificación natural), con 84.00 puntos (gráfico 14); por lo que puede señalarse que cuando se utiliza el ácido cítrico se tiene una mejor acogida por parte de los consumidores, a pesar que de acuerdo a la escala de valoración de los alimentos propuesta por Witting, E. (1981), se establece que el requesón que recibió la más baja puntuación (grupo control), le corresponde una calificación de buena, en cambio cuando se emplearon los diferentes acidificantes, reciben una valoración de Muy buenos, lo que demuestra que tienen mayor preferencia, a pesar de que González, J. (2005), indica que la cata o evaluación o análisis sensorial de un queso consiste en la valoración de sus características organolépticas por parte de un panel de catadores o jueces. La razón de este análisis está motivada por ser el queso un alimento y porque, más allá de sus características nutritivas como tal, se demanda de él una valoración de su aceptabilidad o calidad gustativa. El queso es un alimento que presenta multiplicidad de tipos, por ello su evaluación sensorial es complicada y quizá también por ello su cata se encuentra poco normalizada.

## **E. ANÁLISIS PRODUCTIVOS**

El comportamiento de los quesos respecto a los pesos por unidad experimental (10 litros de leche), hasta los 30 días de almacenamiento se reportan en el cuadro 13, valores que permiten establecer que los diferentes pesos registrados en los requesones obtenidos presentaron diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ), por efecto de los acidificantes, siendo superiores aquellos elaborados con el tratamiento control (acidificación natural), que aquellos elaborados con el jugo de limón, por cuanto los valores registrados a los 10 días de almacenamiento fueron de 3.49 y 3.32 kg, en su orden, a los 20 días de almacenamiento de 3.29 y 3.15 kg, respectivamente, terminando al finalizar el estudio con pesos de 3.16 y 3.10 kg cada uno en el mismo orden, que son los casos extremos; cuyo comportamiento se reporta en el gráfico 15.

Si se toma en cuenta la pérdida de peso durante el tiempo de almacenamiento, se establece en cambio un comportamiento inverso al comportamiento de los pesos, por cuanto las mayores pérdidas se registraron en los requesones del

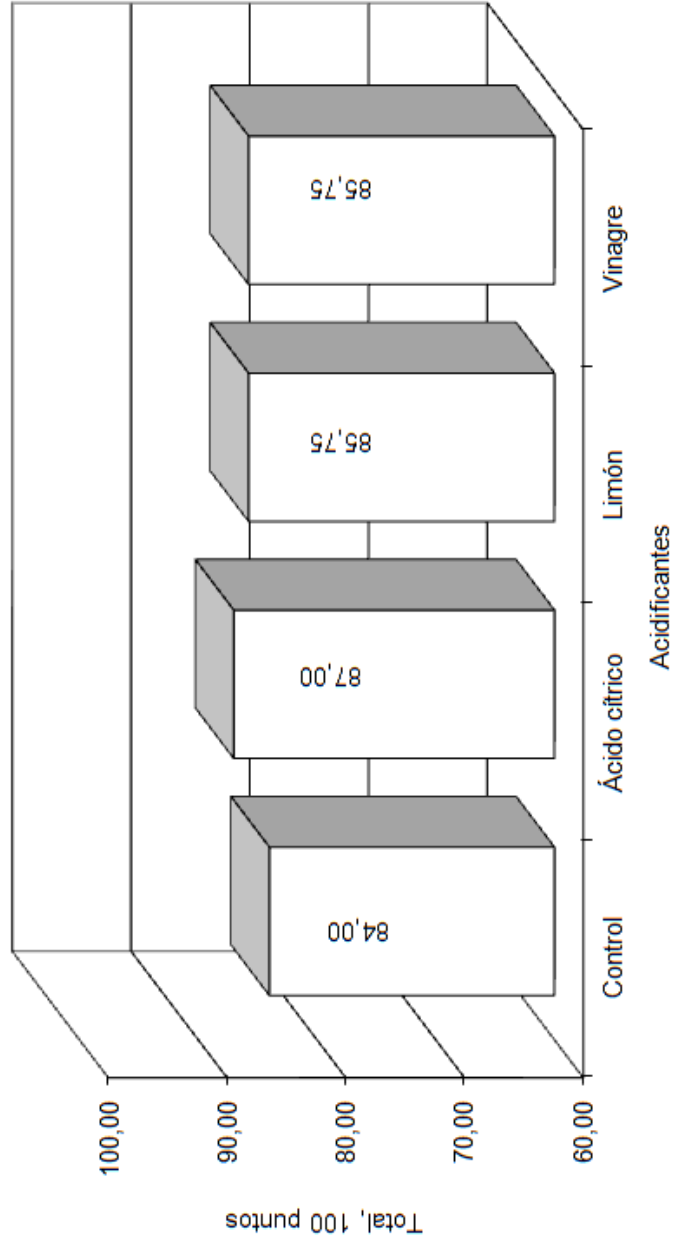


Gráfico 14. Valoración organoléptica total (sobre 100 puntos), del requesón excelso, elaborado con diferentes tipos de acidificantes.



Cuadro 13. VALORACION PRODUCTIVA DEL REQUESÓN EXCELSO ELABORADO CON DIFERENTES TIPOS DE ACIDIFICANTES HASTA LOS 30 DÍAS DE ALMACENAMIENTO.

Característica	Acidificantes				Prob.
	Control	Ácido cítrico	Jugo de limón	Vinagre	
Peso a los 10 días, kg/10 lt de leche	3,490 a	3,443 b	3,318 d	3,385 c	0,000
Peso a los 20 días, kg/10 lt de leche	3,293 a	3,288 a	3,150 c	3,215 b	0,000
Peso a los 30 días, kg/10 lt de leche	3,163 a	3,158 a	3,098 b	3,093 b	0,000
Diferencia de peso (10 a 30 días), g	0,328	0,285	0,220	0,293	

Prob. < 0.01: Existen diferencias altamente significativas (\*\*).

Promedios con letras diferentes en una misma fila, difieren estadísticamente según la prueba de Tukey.

Fuente: Manzano, M. (2011).

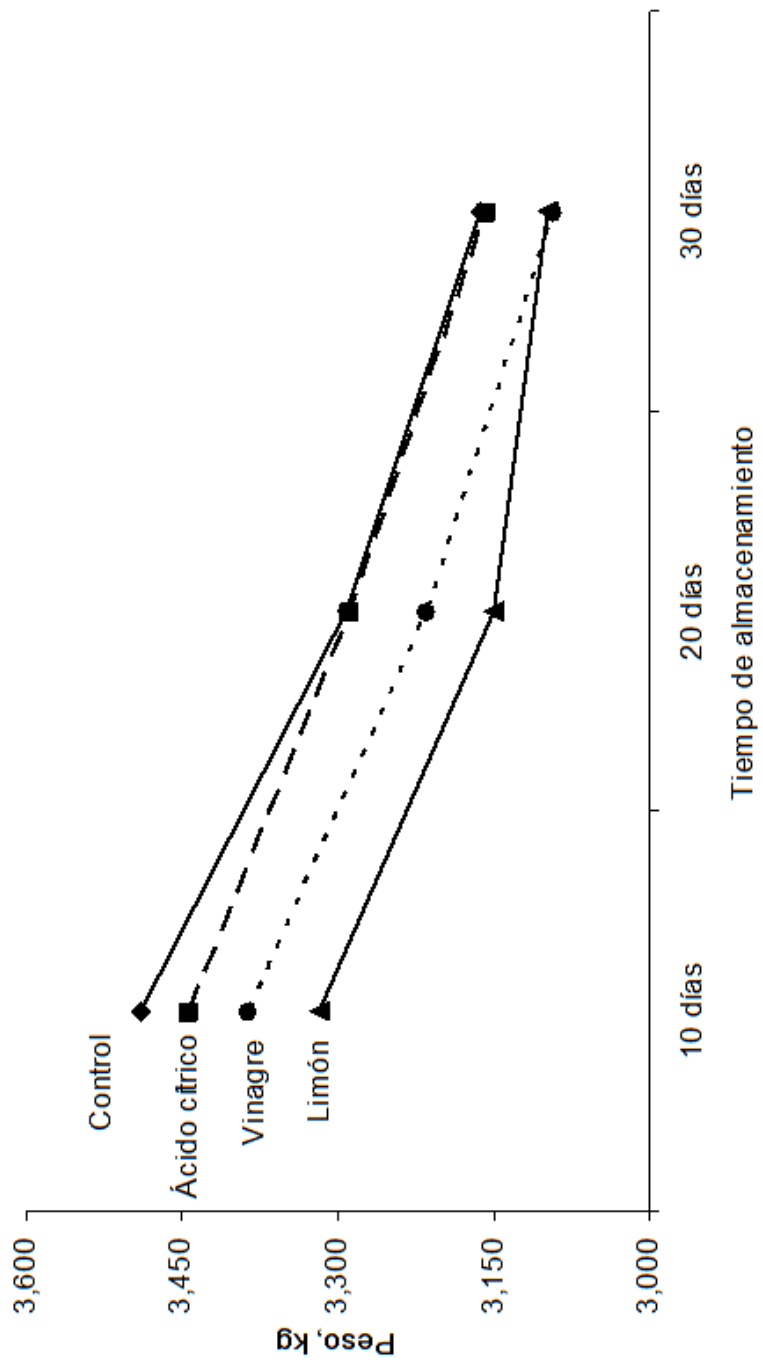


Gráfico 15. Comportamiento de los pesos (kg), hasta los 30 días de almacenamiento del requesón excelso, elaborado con diferentes tipos de acidificantes.

grupo control, con una disminución de peso de 0.328 kg, a diferencia del empleo del jugo de limón como acidificante, que la merma de su peso hasta los 30 días de almacenamiento fue de apenas 0.220 kg, mientras que al usar los acidificantes ácido cítrico y vinagre, las pérdidas fueron de 0.285 y 0.293 kg, en su orden (gráfico 16), por lo que se puede señalar, que a pesar de que este tipo de queso al haber presentado en su composición bromatológica el mayor contenido de humedad, esta se retiene en su estructura, debido posiblemente a que el jugo de limón propicia mejores características gelificantes en la cuajada y favorece la desnaturalización de las proteínas, lo que aumenta su capacidad de retención de agua, lo que no se observa en el tratamiento control, donde la acidificación se produce de manera natural mediante la formación de ácido láctico a partir de la misma leche.

#### **D. ANÁLISIS ECONÓMICOS**

De los resultados del análisis del costo de producción del requesón excelso, que se reporta en el cuadro 14, se establece que cuando se elabora el requesón a través de acidificación natural (control), su costo es de 2.29 dólares/kg, que se reduce a 2.28 dólares/kg cuando se emplean como acidificantes el ácido cítrico y el vinagre, pero con el empleo del jugo de limón los costos de producción se elevan a 2.34 dólares/kg, presentando por consiguiente mejores respuestas con el uso del ácido cítrico o el vinagre, además de que presentan una muy buena preferencia por los consumidores, de acuerdo a la valoración organoléptica total.

Al analizar el beneficio/costo (cuadro 14), tomando en consideración los tipos de acidificantes, se encontró que mejores respuestas presenta la utilización del ácido cítrico, con un B/C de 1.32, que representa que por cada dólar invertido se tiene una rentabilidad de 32 centavos de dólar, seguidos de los tratamientos control y en el que se empleó el vinagre ya que su B/C es de 1.31, en tanto que al emplearse el jugo de limón, su utilidad económica se reduce a un B/C de 1.28, considerándose por consiguiente que mejores rentabilidades se obtienen al emplearse el ácido cítrico. Por otra parte, las rentabilidades económicas obtenidas que son entre 28 y 32 %, se consideran altas, ya que el tiempo de

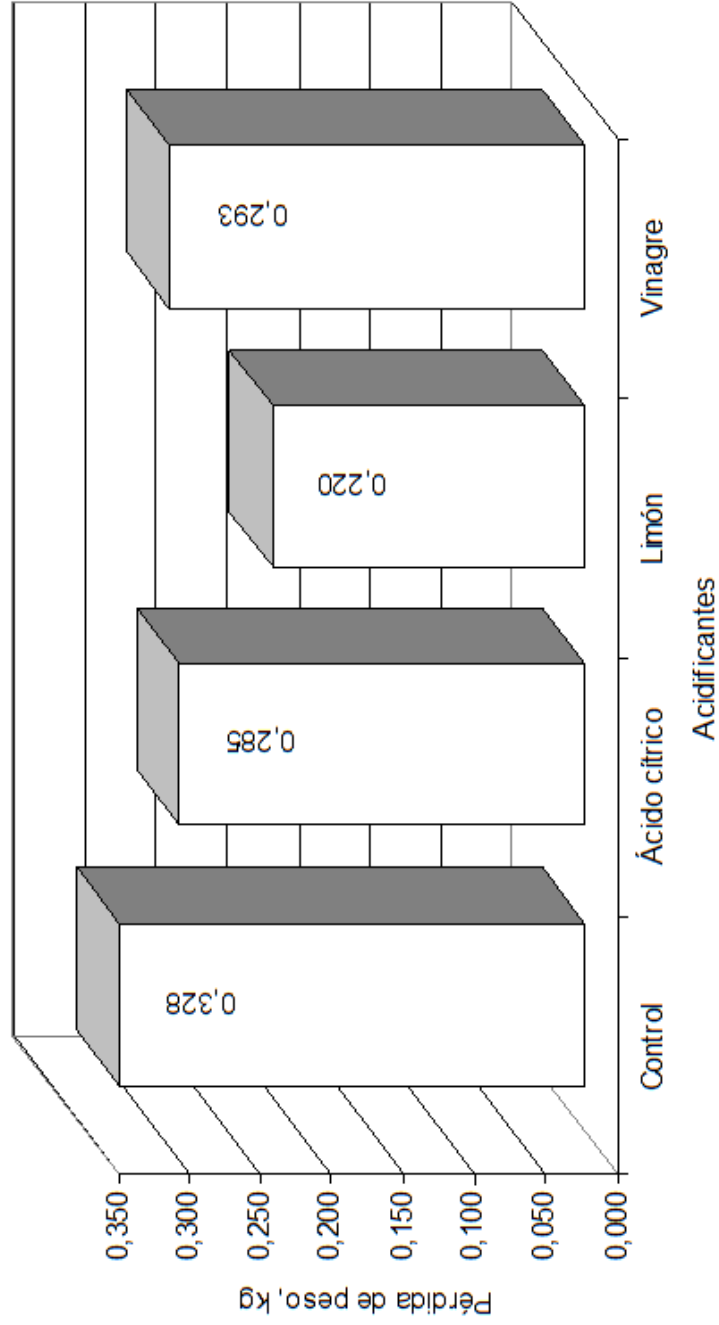


Gráfico 16. Pérdida de peso (kg), hasta los 30 días de almacenamiento del requesón excelso, elaborado con diferentes tipos de acidificantes.

Cuadro 14. ANÁLISIS ECONÓMICO (DÓLARES), DE LA PRODUCCIÓN DE REQUESÓN EXCELSO ELABORADO CON DIFERENTES TIPOS DE ACIDIFICANTES.

	Unidad	Costo				
		(dólares)	Control	Acido cítrico	Jugo de limón	Vinagre
Leche utilizada	lt		80,00	80,00	80,00	80,00
EGRESOS						
Leche	lt	0,60	48,00	48,00	48,00	48,00
Leche acidificada	lt	1,20	2,40			
Acido cítrico	g	0,030		1,20		
Limón	cc	0,010			0,40	
Vinagre	cc	0,004				0,16
Sal	g	0,0008	0,13	0,13	0,13	0,13
Mantequilla	g	0,0082	0,66	0,66	0,66	0,66
Gas	unidad	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Paño	metro	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Mano de obra			10,00	10,00	10,00	10,00
Egresos totales			63,98	62,78	61,98	61,74
Rendimiento, %			34,90	34,43	33,15	33,83
Requesón obtenido, kg			27,92	27,54	26,52	27,06
Costo de producción, dólares/kg			2,29	2,28	2,34	2,28
Precio de venta, dólares/kg			3,00	3,00	3,00	3,00
Ingresos totales			83,77	82,63	79,56	81,19
Beneficio/costo			1,31	1,32	1,28	1,31

Fuente: Manzano, M. (2013).

producción y comercialización, puede realizarse una parada por semana, lo que hace atractiva emprender en actividades productivas como es la industria láctea con productos innovadores.

## V. CONCLUSIONES

Mediante el análisis de los resultados obtenidos al elaborar el requesón excelso con diferentes acidificantes, se pueden señalar las siguientes conclusiones:

- Con la adición del ácido cítrico el tiempo que requiere la leche para que se coagule es de 4.32 horas, a diferencia de la acidificación natural (tratamiento control), que es de 11.88 horas.
- Los nutrientes del requesón variaron estadísticamente por efecto de los acidificantes, registrándose mayor cantidad de materia seca (34.90 %) en los requesones del grupo control, la mayor cantidad de proteína (22.42 %) con el ácido cítrico, en tanto que la concentración de grasa fluctuó entre 6.35 y 6.87 %, y el contenido de cenizas variaron de 1.14 a 1.23 %.
- Los análisis microbiológicos determinaron ausencia de coliformes fecales, pero se encontró aerobios mesófilos, coliformes totales, así como mohos y levaduras, siendo menor su presencia cuando se utilizó el vinagre como acidificante, en cantidades que están por debajo de los límites permitidos por el Mercosur (2010).
- La valoración total de las características organolépticas, estadísticamente fueron similares, pero según la escala de valoración de los alimentos propuesta por Witting, E. (1981), únicamente el requesón control recibió una calificación de buena, mientras que con el uso de acidificantes su calidad se mejoró, ya que las puntuaciones alcanzadas fueron de 87.00 a 87.75 puntos sobre 100 de referencia.
- Las mayores pérdidas de peso se registraron en los requesones del grupo control, con una disminución de 0.328 kg, a diferencia del empleo del jugo de limón cuya merma fue de 0.220 kg,
- En el análisis económico, los menores costos de producción y la mayor rentabilidad económica se alcanzó con el ácido cítrico (B/C de 1.32).

## **VI. RECOMENDACIONES**

Las recomendaciones que se desprenden del presente trabajo son las siguientes:

- Emplear en la elaboración del requesón excelso, el ácido cítrico como acidificante, por cuanto con su uso se obtiene una mayor cantidad de proteína, menor porcentaje de grasa, así como también se reducen los costos de producción y se alcanza una rentabilidad económica del 32 %.
- Replicar el presente trabajo, pero evaluando diferentes niveles de los acidificantes estudiados, para establecer los niveles óptimos de empleo de cada uno de los acidificantes.
- Promocionar este tipo de productos innovadores como el requesón excelso en el mercado local, regional y nacional, ya que en su elaboración se emplea leche entera, por lo que tiene cuatro veces más proteínas que la misma cantidad de leche y el doble que un yogur.



## **VII. LITERATURA CITADA**

1. ALAN, H. VERNAM, JANE P. SUTHERLAND. Leche y productos lácteos. 2a ed. Zaragoza, España. Edit. Acribia S.A. 2005. pp 187- 188.
2. ARGENTINA, CONSEJO ARGENTINO PARA LA INFORMACIÓN Y DESARROLLO DE LA BIOTECNOLOGÍA (ARGENBIO). ¿Para qué sirve el ácido cítrico?. Disponible 2011, en <http://www.argenbio.org/index.php?action=novedades&note=433&opt=11>
3. CAIRO, M. Aceite esencial a partir de la corteza del limón. Disponible 2010, en <http://www.monografias.com>.
4. CALLEJÓN, R. Caracterización química y sensorial del aroma del vinagre de vino. Tesis de grado. Facultad de Farmacia. Universidad de Sevilla, España. 2008. pp 24-55.
5. CARVAJAL C., ROJAS, C. Diseño de un proceso del filtrado de Citrato Tricálcico. Tesis Ingeniero Químico. Facultad de Ingeniería. Universidad del Valle Cali, Colombia. 2003. pp 12-46.
6. CASTILLO, J. Y CHAVES, J. Implementación de la documentación de las buenas prácticas de manufactura y establecimiento de los manuales de procedimiento de las pruebas fisicoquímicas en la planta de enfriamiento. Facultad de Ciencias. Pontificia Universidad Javeriana. Bogota, Colombia. Tesis. 2008. pp 31 – 39.
7. CASTRO, E. Elaboración de requesón en la Planta Industrializadota de Productos Lácteos. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo. Morelia, México. Tesis 2010. pp 84 – 95.
8. CODEX ALIMENTARIUS. Norma general del Codex para el queso.

CODEX STAN 283-1978. Disponible 2011, en <http://www.codexalimentarius.org/normas-oficiales/lista-de-las-normas/es/>

9. CUNNINGHAM, A. Optimización del rendimiento y aseguramiento de inocuidad en la industria de quesería. Oficina de Ciencia y Tecnología (OCyT) de la Organización de los Estados Americanos. Disponible 2011 , en: <http://www.science.oas.org>.
10. DOMÍNGUEZ, R. Implementación de la mejora continua en una empresa exportadora de limón. Escuela de Negocios, Departamento de Administración de Empresas. Universidad de las Américas Puebla, México. Tesis, 2004. pp 32 – 36.
11. DUBACH, J. El "ABC" para la quesería rural de los Andes. 2a ed. mejorada. Edit. Proyecto queserías rurales del Ecuador. Convenio MAG-COTESU. Disponible 2010, en <http://www.concope.gov.ec>.
12. DURÁN, E. Control de los procesos de elaboración, calidad y trazabilidad del vinagre de Jerez. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias. Universidad de Cádiz, España. Disponible 2008, en <http://minerva.uca.es/publicaciones/asp/tesis/duranguerrero.pdf>
13. FUNDACIÓN EROSKI. El requesón, un lácteo muy equilibrado. Disponible 2011, en <http://www.consumer.es/web/es/alimentacion/>
14. GEANTA, R. Recuperación de ácidos láctico y cítrico utilizando extracción micelar con membranas. Departamento de Biotecnología y Ciencia de los Alimentos. Facultad de Ciencias, Universidad de Burgos, España. Tesis 2009. pp 24 – 26.
15. GONZÁLEZ, J. Charla evaluación sensorial de quesos CPR Cáceres. Instituto Tecnológico Agroalimentario (INTAEX). Disponible 2005, en <http://intaex.juntaextremadura.net>.

16. GONZÁLEZ, V. Práctica 4.- Productos lácteos II: Elaboración de yogur de leche desnatada, cuajada de leche enriquecida y requesón. Asignatura de Tecnología de la leche. Facultad de Veterinaria. Universidad de León. España. 2010. pp 1 – 3.
17. HEREDIA, M. Aplicación de Antibut (bactericida) para eliminar bacterias del grupo *Coli aerogenes* en la elaboración de queso Andino. Facultad de Ciencias Pecuaria, ESPOCH. Riobamba, Ecuador. Tesis 2006. p 2.
18. LABORATORIO DE SERVICIOS ANALÍTICOS, QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS (SAQMIC). Reporte de resultados del análisis bromatológico y microbiológico del requesón excelso. Riobamba, Ecuador. 2011.
19. LABORATORIOS BRISTHAR, C. A. Ácido Cítrico (E 330). Disponible 2011, en <http://www.bristhar.com.ve/acidocitrico.html>
20. LOZANO, F. Manual de laboratorio de Auxiliar de laboratorio y control de calidad del Centro de Formación Ocupacional de Don Benito. Badajoz, España. Disponible 2011, en <http://perceianadigital.com/index.php>.
21. MAGARIÑOS, H. Producción higiénica de la leche cruda, una guía para la pequeña y mediana empresa. Oficina de Ciencia y Tecnología (OCyT) de la Organización de Estados Americanos. Disponible 2010, en <http://www.science.oas.org>.
22. MAKYMAT S.A. Ácido Cítrico. Productos químicos. Guadalajara, México. Disponible 2011, en <http://www.makymat.com/MainF.htm>.
23. MEDINA, V. Determinación de las características físicas y químicas del limón meyer (*Citrus limon*). Facultad de Ingeniería en Ciencias

Agropecuarias y Ambientales, Universidad Técnica del Norte. Ibarra, Ecuador. Tesis 2007. pp 40 – 46.

24. MERCOSUR. Reglamento técnico Mercosur de identidad y calidad del requesón. MERCOSUR/GMC/RES N° 82/96. Disponible 2011, en [http://www.mercosur.int/.../PT/RES\\_082\\_1996\\_ES\\_RTM-Requeson.doc](http://www.mercosur.int/.../PT/RES_082_1996_ES_RTM-Requeson.doc)
25. MEROÑO, A. El Aceite esencial de limón producido en España. Contribución a su evaluación por Organismos Internacionales. Departamento de Tecnología de Alimentos, Nutrición y Bromatología. Universidad de Murcia, España. Tesis 2007. pp 10 – 16.
26. MEXICO, MINISTERIO DE SALUD. Norma oficial mexicana NOM-035-SSA1. Disponible 2010, en <http://www.salud.gob.mx>.
27. NAVARRETE, J. Y PROAÑO, S. Proyecto para la producción y comercialización del queso de leche de cabra para el consumo local de la ciudad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Humanísticas y Económicas, Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil, Ecuador. Tesis 2006. p 4.
28. QUINTERO, A. Requesón y los efectos del calcio. Memoria Técnica. División de Ingeniería y Ciencias de la Salud, Ingeniería en Alimentos. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT), Tabasco, México. 2010. pp 4-10.
29. SÁIZ, M. Caracterización, clasificación y detección de fraudes en vinagres mediante técnicas multivariantes. Universidad de La Rioja, España. Disponible 2005, en <http://dialnet.unirioja.es>.
30. SOCIEDAD ARGENTINA DE NUTRICIÓN (SAN). Lácteos y derivados. Disponible 2011, en <http://www.sanutricion.org.ar/>

31. TENIZA, G. Estudio del suero de queso de leche de vaca y propuesta para el reuso del mismo. Instituto Politécnico Nacional. Centro de Investigación en Biotecnología. Tlaxcala, México. Tesis 2008. pp 44-50.
32. WITTING, E. Evaluación sensorial. Una metodología actual para tecnología de alimentos. sn. Santiago, Chile. Edit. Talleres gráficos USACH. 1981. pp 4-10.

Sitios de Internet:

1. <http://www.botanical-online.com>. Propiedades de los cítricos. 2011.
2. <http://www.capraispana.com>. La elaboración de queso de fermentación láctica (queso de untar). Disponible 2010, en <http://www.capraispana.com/queso/untar/untarfotos.htm>.
3. <http://www.fao.org>. Ficha Técnica 37. Elaboración de queso Ricotta. 2010.

# ANEXOS