



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIAS

**“ELABORACIÓN Y VALORACIÓN BIOLÓGICA DE HARINA DE
QUESO EN BASE A MATERIAL DE REPROCESO EN INDUSTRIA
LECHERA FLORALP S.A.”**

TRABAJO DE TITULACIÓN

Previa la obtención del título de:
INGENIERO EN INDUSTRIAS PECUARIAS

AUTOR:
LUIS ANDRÉS ÑACATO ÑACATO

RIOBAMBA – ECUADOR

2010

Esta tesis fue aprobada por el siguiente tribunal

Ing. M.C. Zurita Montenegro Edwin Dario.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL.

Ing. M.C. Vayas Machado Enrique César.

DIRECTOR DE TESIS.

Ing. M.C. Almeida Guzmán Manuel Enrique.

ASESOR DE TESIS.

Ing. M.C. Díaz Monroy Byron Leoncio.

ASESOR DE TESIS.

Riobamba, 18 de febrero de 2010.

AGRADECIMIENTO

Agradezco primero a Dios, por haberme dado salud y vida para poder llegar a esta etapa tan importante de mi vida.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y por su intermedio a la Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela de Ingeniería Industrias Pecuarias por haberme ayudado de manera incondicional a mi formación profesional.

A los señores miembros del tribunal Ing. M.C. Vayas Machado Enrique César, Ing. M.C. Almeida Guzmán Manuel Enrique, Ing. M.C. Díaz Monroy Byron Leoncio; quienes con su ayuda y apoyo supieron guiarme para culminar el presente tesis.

A todos y cada uno de mis amigos, compañeros y maestros quienes estuvieron presentes para brindarme su apoyo.

DEDICATORIA

Llegar a ser Ingeniero en Industrias Pecuarias un día fue solo un sueño que ahora es toda una realidad y este logro en mi vida lo dedico al motor fundamental a Dios.

De manera muy especial a mis padres; Baltazar Ñacato, María Fernanda Ñacato, quienes con su apoyo y comprensión supieron ayudarme en todo momento hasta culminar mi carrera.

Para mis tres amores lo más maravilloso que Dios me ha dado, mi esposa: Ana María Tipán y para mis hijos Andrés y Joel Ñacato para quienes van todos mis esfuerzos.

A todos mis compañeros, amigos y amigas con los que viví experiencias inolvidables y compartí el sueño de terminar mi carrera.

CONTENIDO

	Pág.
Resumen	v
Abstract	vi
Lista de Cuadros	vii
Lista de Gráficos	viii
Lista de Anexos	ix
I. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
II. <u>REVISIÓN DE LITERATURA</u>	3
A. LOS QUESOS	3
1. <u>Definición</u>	3
2. <u>Clasificación de los quesos</u>	3
3. <u>Ventajas y beneficios de realizar el queso</u>	5
4. <u>Composición del queso</u>	6
B. FACTORES A TENERSE EN CUENTA EN LA CONSERVACIÓN DE LOS QUESOS	7
1. <u>Humedad</u>	7
2. <u>Acidez</u>	7
3. <u>Sal</u>	7
4. <u>Temperatura</u>	7
C. MADURACIÓN DEL QUESO	8
1. <u>Cambios químicos</u>	8
2. <u>Agentes que participan en la maduración</u>	9
3. <u>Factores físicos-químicos que participan en la maduración</u>	10
4. <u>Sistemas de maduración del queso</u>	11
5. <u>Tipos de maduración</u>	12
6. <u>Cambios durante la maduración</u>	14
a. Desarrollo de las bacterias	14
b. Tipos de bacterias	14
c. Contenido de lactosa	15
d. Humedad	15
e. Acidez	15
f. pH (acidez activa – acidez real)	15
g. Olor y sabor	16

h.	Cuerpo y textura	16
i.	Producción de gas	16
D.	QUESOS FUNDIDOS	17
1.	<u>Definición</u>	17
2.	<u>Materias primas</u>	18
3.	<u>Tratamiento térmico</u>	19
F.	EL RENDIMIENTO EN LA FABRICACIÓN DE QUESOS	19
1.	<u>Factores directos</u>	19
a.	Composición del queso	19
b.	Pérdidas en el corte	20
2.	<u>Factores indirectos</u>	20
a.	Recuento de psicrótrofos	20
b.	Recuento de células somáticas (CCS).	21
c.	Actividad de la plasmina	21
d.	Tipo de cuajo utilizado	22
e.	Pasteurización de la leche	22
G.	PROLIFERACIÓN MICROBIANA EN LOS PRODUCTOS LÁCTEOS	23
H.	FACTORES QUE AFECTAN EL CRECIMIENTO DE MICROORGANISMOS	23
1.	<u>Factores intrínsecos</u>	24
a.	pH	24
b.	Actividad del agua (a_w)	25
c.	Potencial de Óxido-Reducción (Redox, Eh)	25
d.	Nutrientes	26
2.	<u>Factores extrínsecos</u>	27
a.	Temperatura	27
b.	Humedad relativa	29
c.	Gases Atmosféricos	29
3.	<u>Factores implícitos</u>	29
I.	PRINCIPALES MICROORGANISMOS PRESENTES EN LOS PRODUCTOS LÁCTEOS	30
1.	<u>Staphylococos</u>	30
2.	<u>Escherichia coli</u>	31
3.	<u>Mohos y levaduras</u>	31

J.	REQUISITOS MICROBIOLÓGICOS DE LOS QUESOS	32
J.	PLACAS PETRIFILM	33
1.	<u>Placa de recuento rápido de staphylococos</u>	33
2.	<u>Placa para recuento de coliformes</u>	34
3.	<u>Placa para recuento de mohos y levaduras</u>	34
4.	<u>Instrucciones de uso de las placas Petrifilm</u>	35
III.	<u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	37
A.	LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO	37
B.	UNIDADES EXPERIMENTALES	37
C.	INSTALACIONES, EQUIPOS Y MATERIALES	37
D.	TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	38
E.	MEDICIONES EXPERIMENTALES	40
F.	ANÁLISIS ESTADÍSTICOS	41
G.	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	41
H.	METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN	42
1.	<u>Pruebas físico-químicas</u>	42
a.	Medición del pH	42
b.	Determinación de la acidez	42
2.	<u>Valoración nutritiva</u>	43
3.	<u>Valoración microbiológica</u>	43
4.	<u>Programa sanitario</u>	43
VI.	<u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	44
A.	VALORACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DE LA HARINA DE QUESO ELABORADA CON DIFERENTES TIPOS DE QUESOS DE REPROCESO	44
1.	<u>Características físico-químicas</u>	44
a.	pH	44
b.	Acidez	47
c.	Contenido de humedad	47
d.	Contenido de materia seca	49
e.	Contenido de proteína	52
f.	Contenido de grasa	54
g.	Contenido de cenizas	56
2.	<u>Valoración microbiológica</u>	56

a.	<i>Staphylococcus sp.</i>	56
b.	<i>Escherichia coli</i>	59
c.	Coliformes totales	59
d.	Hongos	60
e.	Levaduras	62
B.	VALORACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DE LA HARINA DE QUESO ELABORADA CON DOS PROCESOS DE SECADO	62
1.	<u>Características físico-químicas</u>	64
a.	pH	64
b.	Acidez	64
c.	Contenido de humedad	66
d.	Contenido de materia seca	66
e.	Contenido de proteína	66
f.	Contenido de grasa	69
g.	Contenido de cenizas	69
2.	<u>Valoración microbiológica</u>	71
a.	<i>Staphylococcus sp.</i>	71
b.	<i>Escherichia coli</i>	71
c.	Coliformes totales	72
d.	Hongos	74
e.	Levaduras	74
C.	VALORACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DE LA HARINA DE QUESO ELABORADA CON DIFERENTES TIPOS DE QUESOS DE REPROCESO BAJO DOS PROCESOS DE SECADO	77
1.	<u>Características físico-químicas</u>	77
a.	pH	77
b.	Acidez	80
c.	Contenido de humedad	80
d.	Contenido de materia seca	81
e.	Contenido de proteína	83
f.	Contenido de grasa	85
g.	Contenido de cenizas	87

2. <u>Valoración microbiológica</u>	89
a. <i>Staphylococcus sp</i>	89
b. <i>Escherichia coli</i>	92
c. Coliformes totales	92
d. Hongos	94
e. Levaduras	96
D. ANÁLISIS PRODUCTIVO Y ECONÓMICO DE LA OBTENCIÓN DE HARINA DE QUESO ELABORADA CON DIFERENTES TIPOS DE QUESOS DE REPROCESO BAJO DOS PROCESOS DE SECADO	98
1. <u>Rendimiento</u>	98
2. <u>Costo de producción</u>	100
3. <u>Rentabilidad</u>	102
V. <u>CONCLUSIONES</u>	103
VI. <u>RECOMENDACIONES</u>	105
VII. <u>LITERATURA CITADA</u>	106
ANEXOS	108

RESUMEN

Para la elaboración y valoración biológica de harina de queso en base a material de reproceso, se realizó el trabajo experimental, análisis físico-químicos y microbiológicos en Industria Lechera FLORALP S.A., ubicada en la provincia de Imbabura, en la empresa se obtuvo la materia prima, mientras que los análisis proximales se efectuaron en el Laboratorio de Bromatología de la ESPOCH.

Se evaluó la obtención de harina de queso utilizando como materia prima quesos de rechazo que no califican a comercialización, bajas por reproceso y aquellos considerados no viables para el consumo directamente, se dividieron en: Fundido: de baja del proceso, rusty, remanente, Cheddar, Holandés y Parmesano, los mismos que fueron sometidos a dos tipos de secados (natural y en horno con circulación de aire), se consideró dos factores de evaluación, Factor A al tipo de materia prima y el Factor B a los procesos de secado, empleándose un total de 24 unidades experimentales, desglosadas en 6 tipos de materia prima, 2 procesos de secado y dos repeticiones por cada combinación (6 x 2 x 2). Los resultados obtenidos como los factores de valoración microbiológicas de la harina de queso se evalúa de acuerdo a las normas vigentes en el país como INEN-ISO que son organizaciones de estandarización a nivel internacional.

Se recomienda practicar esta investigación no solo en la industria lechera FLORALP S.A, sino a nivel nacional, debido a que esta investigación permite reprocesar materias primas consideradas rechazos, en un subproducto altamente proteico y apto para el consumo humano y animal.

ABSTRACT

For the preparation and biological assessment of cheese flour based on reprocessed material, the experimental work, the physical - chemical and microbiological analysis were performed at FLORALP S.A. company, located at Imbabura province, the raw material was obtained at the company, while the proximal analysis were performed in the Laboratory of Bromatology from the ESPOCH.

The obtaining of cheese flour was evaluated by using cheeses which was not qualified for trading as raw material, disposed for reprocess and those considered not appropriate for direct consumption, classified as: Melted: dispose from the process, rusty, remnant, Cheddar, Dutch and Parmesan, which were dried by two forms (natural and in an air flow oven), two evaluation factors were considered: Factor A to the kind of raw material and Factor B to the drying processes, using a total sample of 24 experimental units, broken down into 6 types of raw material, 2 drying processes and two repetitions per combination (6 x 2 x 2). The results obtained as factors of microbiological assessment of the cheese flour are evaluated according to the current norms in the country such as INEN-ISO which are standardization organizations at international range.

It is recommended to apply this research not only to FLORALP S.A. dairy company, but at national level, since this research work allows to reprocess raw materials considered as dispose into a high protein subproduct quite optimal for human and animal consumption.

LISTA DE CUADROS

Nº		Pág.
1.	APORTE NUTRITIVOS DE DIFERENTES TIPOS DE QUESOS.	6
2.	RANGOS DE pH PARA EL CRECIMIENTO DE LOS MICROORGANISMOS.	25
3.	ACTIVIDAD DE AGUA (a_w) A LA CUAL CRECEN ALGUNOS MICROORGANISMOS.	25
4.	RANGOS DE TEMPERATURA (°C) PARA EL CRECIMIENTO DE LOS MICROORGANISMOS.	29
5.	REQUISITO MICROBIOLÓGICO DEL QUESO.	32
6.	NIVELES DE TOLERANCIA DE MICROORGANISMOS DEL QUESO.	32
7.	NIVELES DE MICROORGANISMOS TOLERABLES DEL QUESO.	33
8.	DIFERENCIAS ENTRE COLONIAS DE LEVADURAS Y MOHOS EN LAS PLACAS PETRIFILM.	35
9.	ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.	39
10.	ESQUEMA DEL ADEVA DE LAS DIFERENCIAS.	41
11.	CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DE LA HARINA DE QUESO ELABORADA CON DIFERENTES TIPOS DE QUESOS DE REPROCESO DE LA INDUSTRIA LECHERA FLORALP S.A.	46
12.	CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS E LA HARINA DE QUESO ELABORADA CON DIFERENTES PROCESOS DE SECADO (AL HORNO Y NATURAL) EN LA INDUSTRIA LECHERA FLORALP S.A.	63
13.	CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE LA HARINA DE QUESO ELABORADA CON DIFERENTES TIPOS DE QUESO DE REPROCESO BAJO DOS SISTEMAS DE SECADO, EN LA INDUSTRIA LECHERA FLORALP S.A.	71

14. CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS DE LA HARINA DE QUESO ELABORADA CON DIFERENTES TIPOS DE QUESOS DE REPROCESO BAJO DOS SISTEMAS DE SECADO, EN LA INDUSTRIA LECHERA FLORALP S.A. 90
15. ANÁLISIS ECONÓMICO (DÓLARES) DE LA PRODUCCIÓN DE HARINA DE QUESO ELABORADA CON DIFERENTES TIPOS DE QUESOS DE REPROCESO BAJO DOS SISTEMAS DE SECADO, EN LA INDUSTRIA LECHERA FLORALP S.A. 99

LISTA DE GRÁFICOS

Nº		Pág.
1.	Acidez (°D) de la harina de queso elaborada con diferentes tipos de queso de reproceso (quesos de rechazo que no califican a comercialización y no viables para el consumo directamente).	48
2.	Contenido de materia seca (%) en la harina de queso elaborada con diferentes tipos de queso de reproceso (quesos de rechazo que no califican a comercialización y no viables para el consumo directamente).	51
3.	Contenido de proteína (%) en la harina de queso elaborada con diferentes tipos de queso de reproceso (quesos de rechazo que no califican a comercialización y no viables para el consumo directamente).	53
4.	Contenido de grasa (%) en la harina de queso elaborada con diferentes tipos de queso de reproceso (quesos de rechazo que no califican a comercialización y no viables para el consumo directamente).	55
5.	Presencia de <i>Staphylococcus sp</i> (UFC/g) en la harina de queso elaborada con diferentes tipos de queso de reproceso (quesos de rechazo que no califican a comercialización y no viables para el consumo directamente).	58
6.	Presencia de Hongos (UPC/g) en la harina de queso elaborada con diferentes tipos de queso de reproceso (quesos de rechazo que no califican a comercialización y no viables para el consumo directamente).	61
7.	Acidez (°D) de la harina de queso obtenida mediante dos procesos de secado (al horno y natural) de quesos de reproceso.	65
8.	Contenido de proteína (%) en la harina de queso obtenida mediante dos procesos de secado (al horno y natural) de quesos de reproceso.	68

9.	Contenido de cenizas (%) en la harina de queso obtenida mediante dos procesos de secado (al horno y natural) de quesos de reproceso.	70
10.	Presencia de coliformes totales (UFC/g) en la harina de queso obtenida mediante dos procesos de secado (al horno y natural) de quesos de reproceso.	73
11.	Presencia de levaduras (UPC/g) en la harina de queso obtenida mediante dos procesos de secado (al horno y natural) de quesos de reproceso.	76
12.	pH de la harina de queso obtenida de diferentes tipos de queso de reproceso sometidos a diferentes procesos de secado (al horno y natural).	79
13.	Contenido de materia seca (%) en la harina de queso obtenida de diferentes tipos de queso de reproceso sometidos a diferentes procesos de secado (al horno y natural).	82
14.	Contenido de proteína (%) en la harina de queso obtenida de diferentes tipos de queso de reproceso sometidos a diferentes procesos de secado (al horno y natural).	84
15.	Contenido de grasa (%) en la harina de queso obtenida de diferentes tipos de queso de reproceso sometidos a diferentes procesos de secado (al horno y natural).	86
16.	Contenido de cenizas (%) en la harina de queso obtenida de diferentes tipos de queso de reproceso sometidos a diferentes procesos de secado (al horno y natural).	88
17.	Presencia de <i>Staphylococcus sp.</i> (UFC/g) en la harina de queso obtenida de diferentes tipos de queso de reproceso sometidos a diferentes procesos de secado (al horno y natural).	91
18.	Presencia de Coliformes totales (UFC/g) en la harina de queso obtenida de diferentes tipos de queso de reproceso sometidos a diferentes procesos de secado (al horno y natural).	93

19. Presencia de hongos (UPC/g) en la harina de queso obtenida de diferentes tipos de queso de reproceso sometidos a diferentes procesos de secado (al horno y natural). 96
20. Presencia de levaduras (UPC/g) en la harina de queso obtenida de diferentes tipos de queso de reproceso sometidos a diferentes procesos de secado (al horno y natural). 97
21. Rendimiento (%) en la obtención de harina de queso utilizando diferentes tipos de queso de reproceso y sometidos a diferentes procesos de secado (al horno y natural). 98

LISTA DE ANEXOS

Nº

1. Resultados experimentales de la evaluación física-química, nutricional y microbiológica de la harina de queso obtenida de diferentes tipos de queso de reproceso sometidos a diferentes procesos de secado (al horno y natural).
2. Análisis estadísticos del pH de la harina de queso elaborada con diferentes tipos de quesos de reproceso de la Industria lechera FLORALP S.A. y secados mediante dos procesos (al horno y natural).
3. Análisis estadísticos de la Acidez (°D) de la harina de queso elaborada con diferentes tipos de quesos de reproceso de la Industria lechera FLORALP S.A. y secados mediante dos procesos (al horno y natural).
4. Análisis estadísticos del contenido de humedad (%) de la harina de queso elaborada con diferentes tipos de quesos de reproceso de la Industria lechera FLORALP S.A. y secados mediante dos procesos (al horno y natural).
5. Análisis estadísticos del contenido de materia seca (%) de la harina de queso elaborada con diferentes tipos de quesos de reproceso de la Industria lechera FLORALP S.A. y secados mediante dos procesos (al horno y natural).
6. Análisis estadísticos del contenido de proteína (%) de la harina de queso elaborada con diferentes tipos de quesos de reproceso de la Industria lechera FLORALP S.A. y secados mediante dos procesos (al horno y natural).
7. Análisis estadísticos del contenido de grasa (%) de la harina de queso elaborada con diferentes tipos de quesos de reproceso de la Industria lechera FLORALP S.A. y secados mediante dos procesos (al horno y natural).
8. Análisis estadísticos del contenido de cenizas (%) de la harina de queso elaborada con diferentes tipos de quesos de reproceso de la Industria lechera FLORALP S.A. y secados mediante dos procesos (al horno y natural).
9. Análisis estadísticos del rendimiento (%) de la harina de queso elaborada con diferentes tipos de quesos de reproceso de la Industria lechera FLORALP S.A. y secados mediante dos procesos (al horno y natural).
10. Análisis estadísticos de la presencia de *Sthaphylococoos* (UFC/g) en la harina de queso elaborada con diferentes tipos de quesos de reproceso de la Industria lechera FLORALP S.A. y secados mediante dos procesos (al horno y natural).

11. Análisis estadísticos de la presencia de E, coli (UFC/g) en la harina de queso elaborada con diferentes tipos de quesos de reproceso de la Industria lechera FLORALP S.A. y secados mediante dos procesos (al horno y natural).
12. Análisis estadísticos de la presencia de Coliformes totales (UFC/g) en la harina de queso elaborada con diferentes tipos de quesos de reproceso de la Industria lechera FLORALP S.A. y secados mediante dos procesos (al horno y natural).
13. Análisis estadísticos de la presencia de hongos (NMP/g) en la harina de queso elaborada con diferentes tipos de quesos de reproceso de la Industria lechera FLORALP S.A. y secados mediante dos procesos (al horno y natural).
14. Análisis estadísticos de la presencia de levaduras (NMP/g) en la harina de queso elaborada con diferentes tipos de quesos de reproceso de la Industria lechera FLORALP S.A. y secados mediante dos procesos (al horno y natural).

I. INTRODUCCIÓN

Las necesidades nutricionales en alimentación a nivel mundial son más exigentes cada día, lo que hace que se investiguen nuevas alternativas de aprovechamiento en la obtención de nutrientes, para su consumo, la presente investigación busca resolver este tipo de inconvenientes, obteniendo un subproducto alternativo como la harina de queso, que puede ser utilizada para el consumo humano y animal, dependiendo de los análisis físico - químicos, microbiológicos y procesos de producción, realizando para ello una valoración nutricional que satisfaga las necesidades en el campo de la alimentación.

Entendiéndose que queso es el producto madurado o sin madurar, sólido o semi-sólido, obtenido coagulando leche, leche descremada, leche parcialmente descremada, crema, crema de suero, suero de queso o suero de mantequilla debidamente pasteurizado o una combinación de estas materias, por la acción de cuajo u otros coagulantes apropiados (enzimas específicas o ácidos orgánicos permitidos) y separando parcialmente el suero que se produce como consecuencia de tal coagulación. Los quesos se encuentran entre los mejores alimentos del hombre, proveen alta cantidad de proteína, grasa, calcio, fósforo y vitaminas; es una fuente muy rica de calcio y proteína (Burdiles, S. 2004).

En este entorno, el producto utilizado para la producción de harina de queso, son los quesos fundidos que se encuentran almacenados en grandes cantidades en la industria lechera FLORALP S.A, siendo este un producto resultado de la emulsificación de quesos de reproceso en los que se incluyen el fresco Cheddar y el Holandés, como también el queso Parmesano.

La elaboración de harina de queso, soluciona varios aspectos como: el aprovechamiento de materia prima que se encuentra almacenada en la empresa Industria Lechera FLORALP S.A., que es un problema de contaminación por lo que se reduciría en un 100% la contaminación cruzada; y por otro lado, el producto procesado (harina de queso) obtendría un valor agregado, al mismo tiempo que es una fuente altamente proteínica obtenida a un bajo costo de producción, ya que se obtiene de la emulsificación de los quesos de reproceso

que muchas de las veces no pueden ser comercializados y presentan una maduración natural. Siendo adicionalmente ideal para la preparación culinaria como ingrediente en diferentes platos como sopas, salsas y sufles, a la que se sumará su considerable valor nutricional y microbiológico, lo que garantizará el consumo de este producto.

Por lo anotado, en el presente trabajo se plantearon los siguientes objetivos:

- Elaborar y valorar la harina de queso utilizando material de reproceso de la Industria lechera FLORALP S.A., mediante dos métodos de producción (secado natural y secado en horno con circulación de aire).
- Procesar el queso de rechazo que no califica a comercialización, bajas por reproceso, y no viable hasta la obtención de harina como alimento alternativo para la alimentación animal y humana.
- Establecer la calidad nutritiva a través del análisis físico químico y proximal, así como las características microbiológicas de la harina de queso, para proyectar su uso en el consumo alimenticio para animales y/o humanos.
- Determinar los costos de producción y su rentabilidad a través del indicador Beneficio/Costo.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

A. LOS QUESOS

1. Definición

Burdiles, S. (2004), señala que el queso es el producto madurado o sin madurar, sólido o semi-sólido, obtenido coagulando leche, leche descremada, leche parcialmente descremada, crema, crema de suero, suero de queso o suero de mantequilla debidamente pasteurizado o una combinación de estas materias, por la acción de cuajo u otros coagulantes apropiados y separando parcialmente el suero que se produce como consecuencia de la coagulación. Los quesos se encuentran entre los mejores alimentos del hombre, proveen alta cantidad de proteína, grasa, calcio, fósforo y vitaminas.

En <http://www.laserenisima.com.ar>. (2005), se indica que queso es un importante derivado de la leche, de muy alto valor nutritivo, de exquisito sabor, obtenido por maduración de la cuajada de la leche, con características propias para cada uno de los tipos, según su origen o método de fabricación. Por tal razón, no existe un único producto llamado queso, sino que hay cientos de tipos, clasificados no solo por su forma, sino también por su aspecto, color, sabor y origen.

Aunque adquiere una gran variedad de formas y texturas, el queso es un producto único por sus valiosas propiedades nutritivas y su agradable sabor, al que pocos pueden resistirse. Este alimento se obtiene por separación del suero, tras la coagulación de la leche natural (<http://www.ultimahora.com.py>. 2003).

2. Clasificación de los quesos

De acuerdo a <http://www.laserenisima.com.ar>. (2005), una de las formas más difundidas de clasificar la gran variedad de quesos existentes es la de identificar el tipo de pasta: fresca, blanda, semidura y dura, como se indica a continuación:

- Quesos frescos: son aquellos que no tienen período de maduración; esto significa que pueden ser consumidos una vez finalizada su elaboración. Se trata de quesos con alto contenido de humedad. Deben conservarse a una temperatura menor de 8 grados centígrados .Ejemplos: Cottage, Blancos.
- Quesos de pasta blanda: son aquellos elaborados con leche entera, parcial o enteramente descremada, cuya pasta es cremosa y elástica. Esta pasta debe ser mantenida a una temperatura inferior a los 8 grados centígrados.
- Quesos de pasta semidura: son aquellos elaborados con leche entera o parcialmente descremada, cuya masa es cocida, de consistencia elástica, con presencia o no de ojos (según la variedad) y de color blanco-amarillento uniforme. Son quesos de mediana humedad.
- Quesos de pasta dura: son característicos por su masa compacta, consistente, de fractura quebradiza y grana fina, con una corteza lisa y bien formada. Son quesos de baja humedad. Debe conservarse en lugares frescos y a temperaturas no superiores a los 18 °C.
- Quesos fundidos: son aquellos que se obtienen partiendo de otros quesos y que posibilitan, a través del calor, el agregado de diversos ingredientes alimenticios y agentes emulsificantes; esto permite obtener una pasta compacta o untable que luego de ser envasada debe ser mantenida a una temperatura menor de 8 °C.
- Quesos de pasta hilada: la característica principal de este tipo de quesos es su consistencia elástica, siendo el más conocido de su clase la mozzarella. El proceso más utilizado parte de una pasta de consistencia semiblanda. A través de su calentamiento en agua y del estiramiento de la masa. La masa así obtenida es moldeada, enfriada y salada, para luego ser envasada en distintas presentaciones.

3. Ventajas y beneficios de realizar el queso

González, M. (2002), indica que el queso es la modalidad más antigua de transformación industrial de la leche, proporciona proteínas ricas en aminoácidos esenciales no sintetizables por el organismo.

<http://www.sica.gov.ec>. (2005), afirma que la producción de queso es la forma más primitiva de conservación de un alimento perecedero tan utilizado como es la leche. Hasta hace 40 años era común la operación de queserías caseras en inmensas haciendas ganaderas de propiedad de un reducido número de familias. Posteriormente, factores como la reforma agraria y la parcelación de tierras convirtieron las grandes haciendas en productores de leche cruda y queso fresco. Sin embargo, el desarrollo más notable del sector de los quesos se evidencia a raíz de las políticas agropecuarias que establecieron el control del precio de la leche en 1.980. Esta situación desmotivó la producción de leche fresca pasteurizada (y por ende la de leche cruda), al tiempo que impulsó el crecimiento de las empresas artesanales y sobre todo industriales del queso.

Rodríguez, A. y Sermeño, A. (2005), señalan las siguientes ventajas:

- Incrementa el Valor Agregado a la producción de leche.
- La transformación de la leche en queso la convierte en producto menos perecedero.
- Disponibilidad de alimento de alto valor nutritivo.
- Contribuye a la diversificación de la industria láctea.

Mientras que entre los beneficios indican:

- Económicos: aumento del ingreso económico del productor al transformar la leche en queso.

- Sociales: generación de empleo en el área rural; creación de microempresas; disponibilidad de derivados lácteos de buena calidad para las comunidades rurales; y formación de mano de obra calificada.
- Ambientales: al eliminar la materia orgánica del suero por medio de la obtención del requesón y usar el suero crudo para alimentar cerdos y aves se evita que el suero se convierta en producto contaminante al ambiente.

4. Composición del queso

Según la Revista Vida (2003), su composición varía de acuerdo al tipo y a los procedimientos de elaboración (cuadro 1), pero fundamentalmente es rico en lípidos (grasas) y proteínas, pero pobre en azúcares e hidratos de carbono. Las proteínas del queso tienen un alto valor biológico, aunque los porcentajes varían de acuerdo al tipo: los de pasta blanda contienen un 22%; los duros, 25%; los quesos frescos, del 10 al 12%; y los fundidos, entre el 12 y el 18% de proteínas. Las grasas están presentes en la mayoría de las variedades, con excepción de las descremadas. Los quesos blandos y los azules son especialmente ricos en vitaminas del grupo B, debido a los mohos. En tanto que los quesos madurados no son aconsejables para los regímenes controlados en sodio, debido a su alto contenido de sal.

Cuadro 1. APORTE NUTRITIVOS DE DIFERENTES TIPOS DE QUESOS.

Quesos	Cal/100 g	Hidratos de carbono	Proteínas	Grasas
Queso Mozzarella	334	--	24,0	26
Queso parmesano	393	2,9	36,0	26
Queso petit suisse	165	3,5	17,5	13
Queso Port Salut	295	--	22,0	23
Queso provolone	392	--	30,5	30
Queso reggianito	334	--	34,0	22
Queso ricotta	185	2,5	14,5	13
Queso roquefort	364	--	20,0	31
Queso tilsit diet.	270	1,0	30,0	17

Fuente: Revista Vida (2003).

B. FACTORES A TENERSE EN CUENTA EN LA CONSERVACIÓN DE LOS QUESOS

1. Humedad

El agua es el elemento imprescindible para el desarrollo microbiano, y por esto, a través de todo el proceso de fabricación del queso se conducen las operaciones para obtener una humedad en el queso siempre igual y constante en cada tipo. Los quesos frescos con 60 a 80 % de humedad tienen una conservación corta mientras que los quesos para rallar, de baja humedad, 20 a 33 %, pueden ser conservados durante 2 o más años (Antonio, M. 1999).

2. Acidez

En la mayor parte de los quesos, a las 24 – 36 horas de fabricado, la acidez real debe ser de por lo menos un pH 5,3 pero en varios tipos de queso puede bajar hasta un pH 4,5. Estos valores de acidez real no son suficientes para impedir el desarrollo de algunas levaduras y hongos, pues éstas aunque prefieren medios de reacción más o menos neutra toleran medios más ácidos que la mayor parte de las bacterias, pero las condiciones existentes en el queso normal son suficientes para inhibir el desarrollo de algunas bacterias perjudiciales (Antonio, M. 1999).

3. Sal

La sal puede actuar en ciertas circunstancias y porcentajes como agente bacteriostático para algunas especies microbianas (Antonio, M. 1999).

4. Temperatura

Las bacterias esporuladas productoras de gas tienen un óptimo de actividad a 37°C; el coli se desarrolla mejor arriba de 30°C, pero todos estos microorganismos pueden desarrollarse a temperaturas más bajas. Las temperaturas usadas para conservar los quesos varían entre 4 y 15 °C. En

general, 12°C sería el límite aconsejable, especialmente si los quesos son pocos ácidos y pocos salados. En la práctica, la conservación de los quesos es obtenida por la combinación de varios de estos factores (Antonio, M. 1999).

C. MADURACIÓN DEL QUESO

<http://www.ecuarural.gov.ec>. (2008), manifiesta que la maduración es la transformación, por la acción de los microbios, de la cuajada ácida y sin olor en una masa de sabor agradable y aroma característico, propio del queso maduro. <http://www.senacyt.gob.pa>. (2007), indica que la maduración comprende una serie de cambios de las propiedades físicas y químicas adquiriendo el queso su aspecto, textura y consistencia, así como su aroma y sabor característicos.

1. Cambios químicos

<http://www.senacyt.gob.pa>.(2007), reporta que los cambios químicos responsables de la maduración son:

Fermentación o glucólisis: es la fermentación de la lactosa a ácido láctico, pequeñas cantidades de ácido acético y propiónico, CO₂ y diacetilo. Es realizada fundamentalmente por las bacterias lácticas. Comienza durante la coagulación y el desuerado y se prolonga hasta la desaparición casi completa de la lactosa. El ácido láctico procedente de la degradación de la lactosa no se acumula en la cuajada sino que sufre distintas transformaciones de naturaleza diversa. En quesos blandos madurados por mohos, es metabolizados por éstos. En queso tipo Gruyère se transforma en propiónico, acético y CO₂.

- **Proteólisis:** es uno de los procesos más importantes de la maduración que no sólo interviene en el sabor, sino también en el aspecto y la textura. Como resultado de la proteólisis se acumulan una gran variedad de productos en el queso durante la maduración. Por otra parte, este proceso no es siempre uniforme en toda la masa del queso, pudiendo ser más intenso en la superficie que en el interior (por ejemplo, en quesos blandos madurados superficialmente).

- Lipólisis: o hidrólisis de las grasas afecta a una pequeña proporción de éstas. Sin embargo, los ácidos grasos liberados y sus productos de transformación, aunque aparecen en pequeñas cantidades, influyen decididamente en el aroma y sabor del queso.

2. Agentes que participan en la maduración

<http://www.senacyt.gob.pa>. (2007), indica que los agentes responsables de la transformación de la cuajada son los enzimas procedentes de:

- La leche: la leche contiene proteasas y lipasas, así como otros sistemas enzimáticos. Su papel en la maduración es limitado, ya que su concentración es baja y en algunos casos son termosensibles y presentan un pH óptimo de actividad alejado del pH de la cuajada.
- El cuajo o agente coagulante: el cuajo es un enzima proteolítico que no sólo interviene en la formación del coágulo, sino también en su evolución posterior. Su participación dependerá de la tecnología de elaboración de cada variedad, según las diferentes variedades de cuajo utilizadas y retenidas en la cuajada.
- La flora microbiana: los microorganismos intervienen en la maduración liberando a la cuajada sus enzimas exocelulares y tras su lisis o ruptura, mediante sus enzimas contracelulares. La cuajada contendrá microorganismos procedentes de la leche, si se parte de la leche cruda, de los fermentos adicionados y otros que se desarrollen en la superficie y el interior. La flora microbiana se encuentra en constante evolución, sucediéndose distintos grupos microbianos a lo largo de la maduración del queso. La población microbiana de un queso es extremadamente densa, sobrepasando a menudo los 10⁹ microorganismos por gramo.

El período de maduración puede comprender desde una o dos semanas hasta más de un año.

Las condiciones físicas y químicas influirán sobre la actividad microbiana y enzimática, de la que depende esencialmente la maduración del queso.

3. Factores físicos-químicos que participan en la maduración

<http://www.senacyt.gob.pa>. (2007), señala que los factores físicos-químicos que participan en la maduración, son:

- Aireación: el oxígeno condiciona el desarrollo de la flora microbiana aerobia o anaerobia facultativa. La aireación asegurará las necesidades de oxígeno de la flora superficial de los quesos. Mohos, levaduras, *Brevibacterium*, etc.
- Humedad: favorece el desarrollo microbiano. Las cuajadas con mayor contenido de humedad maduran rápidamente, mientras que en las muy desueradas el período de maduración se prolonga considerablemente.
- Temperatura: regula el desarrollo microbiano y la actividad de los enzimas. La temperatura óptima para el desarrollo de la flora superficial del queso es de 20 - 25 °C; las bacterias lácticas mesófilas más rápidamente a 30 - 35 °C, y las termófilas a 40 - 45 °C. La producción máxima de enzimas tiene lugar generalmente a una temperatura inferior a la óptima de desarrollo y la actividad de los enzimas, generalmente es máxima a 35 - 45 °C. En la práctica industrial, la maduración se efectúa a temperaturas muy inferiores a las óptimas, generalmente comprendidas entre 4 y 20 °C, según las variedades.
- Contenido de sal: regula la actividad de agua y, por lo tanto, la flora microbiana del queso. El contenido de cloruro sódico de los quesos es generalmente de un 2,0 a 2,5%, que referido a la fase acuosa en que está disuelto supone el 4-5%.
- pH: condiciona el desarrollo microbiano, siendo a su vez resultado de éste. Los valores del pH del queso oscilan entre 4,7 y 5,5 en la mayoría de los

quesos, y desde 4,9 hasta más de 7 en quesos madurados por mohos. La primeras fases de fabricación determinan la velocidad de producción de acidez hasta la adición de cloruro sódico, que junto a la pérdida de lactosa, determina el pH más bajo del queso.

- Posteriormente, la actividad de bacterias y mohos origina la degradación de los componentes de la cuajada a compuestos neutros o alcalinos que eleven el pH, cuyos niveles máximos se registran cuando la actividad proteolítica es muy fuerte.

4. Sistemas de maduración del queso

<http://www.senacyt.gob.pa>. (2007), señala que básicamente, pueden distinguirse dos sistemas de maduración:

- Los quesos duros: maduran en condiciones que eviten el crecimiento superficial de microorganismos y disminuyan la actividad de los microorganismos y enzimas del interior. La maduración ha de ser un proceso lento y uniforme en toda la masa del queso, no debe afectar el tamaño.
- Los quesos blandos: se mantienen en condiciones que favorezcan el crecimiento de microorganismos en su superficie, tanto mohos (*Penicillium camemberti* en queso Camembert), como bacterias (*Brevibacterium linens* en queso Limnurger). Los enzimas producidos por estos microorganismos se difundirán hacia el interior del queso, progresando la maduración en esta dirección. La forma plana y el tamaño relativamente pequeño de estos quesos favorecerán dicho proceso.
- Un sistema intermedio sería el utilizado en los quesos madurados internamente por mohos. Al inicio, los microorganismos y sus enzimas son responsables de cambios en el interior del queso. Posteriormente se favorece la penetración de aire al interior del queso, introduciéndose, de forma natural o mediante inoculación, mohos como *Penicillium roqueforti*, responsable del sabor/aspecto característicos de estos quesos.

Adicionalmente, se señala que generalmente, el tamaño y forma del queso están ligados al tipo de maduración que experimenta y a las condiciones de temperatura y humedad a las que se mantiene. Los quesos duros maduran lentamente, de varios meses hasta de un año, a temperaturas de 4 a 14°C y humedad relativa baja (86 a 88%) para evitar el desarrollo de mohos, pero suficiente para impedir una evaporación excesiva. Algunas variedades se revisten de parafina, emulsiones plásticas o películas especiales que excluyan el aire, con lo que se impide el crecimiento de los mohos y la pérdida de humedad. Cuando se requiere el desarrollo superficial de microorganismos, se aumenta la superficie en relación con la masa del queso, se sala en seco con el fin de controlar la flora y se madura a 15-20°C y humedad relativa del 90-95%. Estas condiciones tienen lugar una sucesión de microorganismos idónea, consistente en levaduras y mohos halotolerantes que utilizan el ácido láctico, neutralizando la pasta y permitiendo el desarrollo posterior de bacterias.

5. Tipos de maduración

<http://www.ecuarural.gov.ec>. (2008), manifiesta en general existen dos tipos de maduración:

- La maduración interna o primaria, que es la que ocurre en el interior de la masa por la acción de los microbios del fermento láctico. En la maduración primaria, el fermento láctico transforma toda la lactosa en ácido láctico.
- La maduración externa o secundaria que se produce en la superficie del queso, progresando de afuera hacia adentro, al cabo de algunas semanas de maduración. Se debe a los microbios que se desarrollan en la corteza.

En la maduración secundaria, se produce la acción de microbios aerobios, que empiezan a crecer y a multiplicarse sobre la corteza del queso. Como los microbios del fermento láctico han transformado toda la lactosa en ácido láctico, el queso es muy ácido y en estas condiciones nuevos microbios sólo pueden

desarrollarse en su corteza. Si se deja el queso abandonado en la cámara de maduración, se cubrirá de una capa verde azulada de mohos y pronto deteriorará.

Para impedir esto, los quesos son sometidos a tratamientos de volteo y frotamiento cada dos días. Se frota las superficies del queso para favorecer la formación de la corteza y permitir la maduración de afuera hacia adentro.

El frotamiento se realiza en forma suave con un trapo humedecido. Esto constituye una verdadera inoculación de bacterias encima de la corteza, pues con esa misma solución antes se han lavado los quesos viejos. Esta operación se realiza en dos fases:

- Se frota primero una de las caras del queso y los costados. Se regresa el queso a las tablas secas, apoyándolo sobre la cara no tratada, para evitar que se moje.
- Dos días más tarde se toma el mismo queso y se frota la otra cara y nuevamente los lados.

Además, <http://www.ecuarural.gov.ec>. (2008), añade que los organismos que se desarrollan en la superficie son esenciales para producir un sabor suave. Especialmente el *Bacterium linens* es el causante del sabor y del aroma. Las enzimas producidas por estas bacterias se defienden dentro del queso y contribuyen a los cambios durante la maduración. La corteza rojiza también protege al queso contra el moho. Durante este proceso, la masa del queso se neutraliza. Si el queso, después del moldeo tiene un pH entre 5,0 y 5,2, a las cuatro semanas el pH subirá hasta 5,4 o 5,6 y a las 8 semanas a 5,8 o 6,0, sin embargo, si por un defecto en la elaboración el pH del queso fresco baja demasiado, es posible que durante la maduración suba muy lentamente y el queso resulta sobre acidificado y amargo. Si se deja el queso dos meses o más con la superficie pegajosa de microbios, se desarrollará un sabor y olor fuerte (Tilsit picante), si se desea que el queso tenga un sabor suave, se lava el fango superficial, se seca el queso y se lo recubre con Mowilith (o cera) antes de la maduración final.

Antonio, M. (1999), manifiesta que durante la maduración, se desarrollan varios procesos químicos, físicos, microbiológicos y enzimáticos que resultan en el aspecto y sabor característico del queso.

El aspecto de los quesos de pasta dura y firme en relación con la formación de ojos o agujeros dependen de la elasticidad de la pasta. El gas de los microorganismos puede producir ojos esféricos y regulares en una pasta elástica. Pero, en la pasta quebradiza y dura, los gases no pueden difundirse uniformemente causando grandes perforaciones irregulares y fisuras o grietas. La forma de los agujeros también depende del tipo de gas que los provoca.

6. Cambios durante la maduración

Los quesos al salir de la prensa o de la salmuera, no están listos para el consumo y entran en otra fase del proceso de fabricación que es la maduración. En resumen el queso durante la maduración sufre los siguientes cambios.

a. Desarrollo de las bacterias

Durante los primeros días de la maduración, las bacterias se desarrollan rápidamente en su interior. En los primeros días su número puede subir a centenas de millón, pero después su número va bajando. Este aumento y disminución depende del pH, del porcentaje de sal (NaCl), del momento y método de salar, de la humedad y de las temperaturas de tratamiento de la cuajada (<http://www.ecuarural.gov.ec>. 2008).

b. Tipos de bacterias

Los distintos tipos de bacterias se suceden unos a otros en el queso, aprovechando unos las condiciones favorables preparadas por los anteriores. Evidentemente que esta cadena no es nítida ni separada, pues algunas bacterias viven al mismo tiempo imponiendo su predominio mientras el medio les es más favorable.

Durante los primeros tiempos los *Streptococcus lactis* y sus afines dominan, más tarde disminuyen y en los quesos duros de pasta “no cocida” dan paso a los *Lactobacillus*, mientras que en los quesos en que la cuajada es tratada a alta temperatura pasan a dominar las bacterias termófilas. En otros el predominio es tomado por hongos (<http://www.ecuarural.gov.ec>. 2008).

c. Contenido de lactosa

La lactosa desaparece del queso entre 6 a 8 horas, de 2 a 3 días, o una a dos semanas según la especie del queso y las temperaturas a que son mantenidos (<http://www.ecuarural.gov.ec>. 2008).

d. Humedad

La humedad baja lentamente en los quesos aun en los parafinados (las mermas por pérdida de humedad pueden ser de 6 a 10% y aún más), cuanto más húmedo es el queso más humedad pierde, dependiendo de la humedad relativa de la bodega (<http://www.ecuarural.gov.ec>. 2008).

e. Acidez

La acidez sube a su máximo en las primeras horas o días según el queso y baja después porque el ácido láctico se combina poco a poco con el calcio y sales tampón existentes en el queso.

En general la acidez alcanza el límite que las bacterias toleran y después se mantienen porque los microorganismos sólo producen más ácido a medida que el ácido producido anteriormente se va combinando con los elementos tampón o tope (<http://www.ecuarural.gov.ec>. 2008).

f. pH (acidez activa – acidez real)

El pH alcanza su mínimo entre 24 horas a 2 o 3 días y después va subiendo. Quesos de acidez poco pronunciada presentan en los primeros días un pH 5,1 a

5,3. Quesos medios ácidos presentan un pH de 5,0 y quesos muy ácidos pueden presentar un pH de 4,5 a 4,9 (<http://www.ecuarural.gov.ec>. 2008).

g. Olor y sabor

El queso en los primeros días presenta un sabor y olor suave y acídulo, después éstos se van desarrollando y acentuando con la formación de ácidos volátiles y productos nitrogenados (<http://www.ecuarural.gov.ec>. 2008).

h. Cuerpo y textura

El cuerpo y textura varía de acuerdo al tipo de queso (<http://www.ecuarural.gov.ec>. 2008).

- En algunos se presenta al principio como una masa blanca ácida que por acción proteolítica se va quedando amarilla y mantecosa.
- En otros, la masa es al principio elástica y homogénea y va quedando menos elástica y más soluble pudiendo llegar a quedar mantecosa y cremosa.
- En otros, aun la masa al comienzo es dura, de consistencia que recuerda al caucho, insoluble y después queda con aspecto de cera.

i. Producción de gas

<http://www.ecuarural.gov.ec>. 2008, señala normalmente en todos los quesos se produce gas, generalmente anhídrido carbónico.

Si este gas se forma lentamente se va difundiendo por la masa y algo sale al exterior, pero si el gas se forma con más intensidad entonces se forman burbujas que quedan atrapadas en el interior del queso formando ojos.

D. QUESOS FUNDIDOS

1. Definición

González, M. (2002), manifiesta que el queso fundido se fabrica a partir de quesos madurados, que son sometidos a tratamientos posteriores. Existen dos tipos:

- Queso fundido en bloques de consistencia firme, de mayor acidez y con un contenido de humedad relativamente bajo.
- Queso para untar, con una consistencia blanda, menor acidez y mayor contenido de humedad. Se les puede añadir diversos aromatizantes. También se incluye variedades con sabor a ahumado.

El queso fundido contiene normalmente un 30 ó 45% de grasa sobre el contenido total de sólidos, aunque también se elaboran variedades de quesos fundidos con mayor o menor contenido en grasa que los citados. El queso para fundir es de la misma calidad que el queso utilizado para el consumo directo. Los quesos con defectos en su superficie, color, textura tamaño y forma, así como los quesos con una vida comercial limitada, pueden ser también utilizados para la producción de quesos fundidos. También se pueden utilizar quesos fermentados por bacterias coli, siempre y cuando se encuentren libres de aromas anormales. Los quesos fermentados por bacterias butíricas suelen provocar problemas, ya que dichas bacterias pueden hacer fermentar al queso fundido elaborado. Solamente se pueden producir quesos fundidos de alta calidad a partir de materias primas que también lo sean.

Burdiles, S. (2004), reporta que queso fundido, es el producto procesado untable o cortable, obtenido por molienda, mezclado, fundición y emulsificación con la ayuda de calor y agentes emulsificantes de una o más variedades de queso aptos para el consumo, con o sin la adición de sólidos lácteos y otros productos alimenticios, tales como crema, mantequilla, grasa de mantequilla, cloruro de sodio y especias. A los quesos fundidos procesados untables o cortables se les

podrá adicionar aditivos alimentarios autorizados.

En la página <http://eris.unalmed.edu.com>. (2005), se indica que el queso fundido resulta de la mezcla de varios quesos como son los quesos frescos, Holandés, Mozzarella y Cheddar. Obtenido mediante el proceso de calentar y fundir una mezcla molida de quesos, adicionado con agua y sales fundentes. De cuerpo suave, compacto y color uniforme. Puede ser de carácter semiduro o untable. Rico en proteínas, constituyendo una alternativa nutricional importante en cualquier etapa del crecimiento. Contiene minerales como el calcio, fósforo y vitaminas A, D y B₂. Su composición como su contenido calórico depende de los quesos que intervienen en su elaboración. Sin embargo su composición corresponde a los límites legales del queso natural y se ajusta a los siguientes estándares: grasa 28%, proteína 26%, humedad no más del 44% para quesos semiduros y 65% para untables, carbohidratos 2%, contenido calórico de 360 cal por 100 g consumidos o 70 cal por porción (20 g).

2. Materias primas

González, M. (2002), reporta que el grado de maduración de los quesos influye en el proceso de fusión. El queso poco madurado facilita la emulsión de la grasa y tienen una elevada capacidad para absorber líquidos. Fundiendo esta clase de queso, se obtiene un producto con una pasta correosa y un sabor un poco ácido e insípido. Por otro lado, el queso muy madurado proporciona un queso fundido, con un aroma pronunciado y de una pasta esponjosa y sin cohesión. Este producto tiene menor poder de conservación. Normalmente se utilizan mezclas de quesos de diferentes etapas de maduración. Una mezcla de 55% de queso poco madurado, el 35% de queso de maduración mediana y del 10% de queso madurado proporcionará un producto de buena calidad. A la mezcla, se le puede añadir ingredientes como mantequilla, crema y suero en polvo para alcanzar un contenido graso proteico deseados. Además, se agregan sales fundentes a la mezcla de ingredientes para dispersar los componentes y para estabilizar la emulsión, estas sales también regulan el pH en el queso fundido.

3. Tratamiento térmico

Durante su fabricación, los productos que respondan a la definición de la norma, deberán calentarse a una temperatura de 70 °C durante 30 segundos, o someterse a cualquier otra combinación equivalente de tiempo/temperatura.

E. EL RENDIMIENTO EN LA FABRICACIÓN DE QUESOS

Para Revilla, A. (1996), el control técnico de los factores relacionados al rendimiento y a la reducción de pérdidas, contribuye para garantizar la competitividad del producto en el mercado. Dos importantes parámetros influyen decisivamente en la variabilidad económica de la elaboración de quesos: el rendimiento (o sea, la cantidad máxima de quesos que se pueda fabricar con un volumen determinado de leche) y la reducción del descarte (o sea, la obtención de productos de calidad con una buena durabilidad). Ambos parámetros están relacionados con una serie de factores, incluyendo la calidad de la leche y de los ingredientes utilizados, que pueden y deben ser controlados técnicamente con un objetivo de transformar el producto resultante en un producto que sea más expresivo y competitivo dentro del mercado. A continuación se mencionan los factores que influyen directa e indirectamente sobre el rendimiento.

Según Hansen, C. (2001), los principales factores que afectan el rendimiento de la fabricación de quesos pueden dividirse en directos e indirectos.

1. Factores directos

a. Composición del queso

La influencia más importante es el tenor de humedad del queso. Naturalmente, cuanto mayor sea el tenor de agua de un queso mayor será el rendimiento de dicha fabricación. El aumento del tenor de humedad es limitado por las alteraciones paralelas que pueden ocurrir en el queso, como una aceleración del proceso de maduración (hidrólisis más intensa) que en quesos frescos. Siempre se busca mantener un tenor de humedad compatible con las características

funcionales y sensoriales deseadas; el mejor abordaje es la estandarización de la humedad en el extracto seco sin grasa de queso, un parámetro cada vez más usado en las modernas fábricas queseras. Obviamente, cuando mayor sea el tenor de proteínas o de grasa de un queso, más positivo será el efecto en el rendimiento de esta manera, el "punto" de la elaboración, junto con el corte de la cuajada y el proceso de acidificación en el tanque y en la prensa, son factores fundamentales en la definición del rendimiento, pues regulan el tenor final de la humedad del queso. El uso de un cuajo a base de quimosina también ayuda a una mayor retención de humedad (Hansen, C. 2001).

b. Pérdidas en el corte

Es imposible cortar una cuajada sin que se produzcan pérdidas parciales de componentes de la leche en el suero. Sin embargo estas pérdidas pueden ser minimizadas a través de una coagulación de la leche bien controlada y de un cuidadoso corte de cuajada. La rapidez del corte y el tamaño de los granos, así como la intensidad de la agitación realizada inmediatamente después del corte tienen gran influencia en las pérdidas de grasa y proteína en el suero. Por otro lado, el proceso de coagulación se ve afectado por otros factores, como la temperatura de pasteurización de la leche, su tenor de calcio y de proteínas, la acidez y el pH, la temperatura de adición del cuajo, etc. (Hansen, C. 2001).

2. Factores indirectos

a. Recuento de psicrótrofos

Los psicrótrofos son microorganismos, como los de género *Pseudomonas* y *Achromobacter* (*P fluorescens*, por ejemplo), que pueden desarrollarse rápidamente en la leche inclusive a bajas temperaturas de almacenamiento. Son productores de lipasas y proteasas altamente termoresistentes que soportan la pasteurización y hasta la esterilización de la leche. Estas proteasas pueden degradar lentamente la caseína aumentando la pérdida de nitrógeno y partículas de la cuajada en el corte. El recuento de psicrófilos superior a 1×10^6 puede comprometer no solamente el rendimiento de la elaboración, sino también el

sabor del queso, especialmente si este es de maduración prolongada como el Parmesano, por medio de la acción de las lipasas que degradan triglicéridos provocando la rancidez del queso. La buena higiene en la obtención de la leche puede reducir drásticamente este tipo de contaminación (Hansen, C. 2001).

b. Recuento de células somáticas (CCS)

La mastitis es una infección microbiana que ataca la ubre de matrices lecheras deteriorando el tejido celular y promoviendo la secreción sanguínea de glóbulos blancos leucocitos. Los cuales son parcialmente transferidos a la leche aumentando así el CCS. Si este recuento sobrepasa 2×10^6 células/ml las enzimas proteolíticas producidas alcanzan una concentración suficiente para degradar la caseína al punto de disminuir el rendimiento de la elaboración.

Además, las células somáticas contienen fuertes componentes antimicrobianos que pueden ser liberados en la leche e inhibir la actividad de las células lácticas (Hansen, C. 2001).

c. Actividad de la plasmina

La plasmina es la proteasa natural de la leche. La mayor parte de esta enzima se encuentra en la leche en la forma de su precursor, plasminogenio, que no tiene actividad proteolítica. Células somáticas, especialmente en recuentos elevados, producen un activador del plasminogenio que puede convertirlo en plasmina activa estando todavía en la glándula mamaria.

Como la temperatura ideal para la actuación de la plasmina es próxima a la temperatura corporal de la vaca, la mayor parte del daño provocado por su actividad proteolítica en la caseína ocurre en la ubre. Si la leche es enfriada rápidamente después del ordeño los efectos negativos en el rendimiento son considerablemente reducidos. La mastitis termina por tener otra influencia negativa en el rendimiento: la activación del plasminogenio por medio del alto recuento de células somáticas (Hansen, C. 2001).

d. Tipo de cuajo utilizado

Todos los cuajos utilizados son caracterizados por la presencia de una o más proteasas que atacan la fracción K de la caseína, provocando la coagulación de la leche. Algunas de estas proteasas son más proteolíticas o menos específicas en su actuación que otras. Aquellas más proteolíticas, como la pepsina porcina o las proteasas ácidas de origen fúngico llamadas "coagulantes microbianas", además de romper la ligación específica 105-106 de la caseína K, continúan degradando rápidamente el resto de la cadena de aminoácidos durante la coagulación de la leche y pueden provocar mayor pérdida de nitrógeno, grasa y partículas durante el corte de la cuajada.

La enzima que tiene la mejor actuación coagulante con la más alta especificidad y que permite el mejor aprovechamiento de los elementos de la leche en la cuajada proporcionando así mayor rendimiento, es la quimosina presente en los cuajos obtenidos por fermentación, seguida por la pepsina bovina. Escoger el cuajo adecuado es por lo tanto un factor de gran importancia en el control del rendimiento en la fabricación de quesos (Hansen, C. 2001).

e. Pasteurización de la leche

Cuando la leche es pasteurizada, un pequeño porcentaje de las proteínas del suero son desnaturalizadas (2 a 3%). La B-lactoglobulina desnaturalizada tiende a asociarse a la K-caseína y pasa en parte para la cuajada, en contraposición con la pérdida en el suero que ocurre usualmente con las proteínas séricas. Este fenómeno provoca un ligero aumento en el rendimiento, por la presencia de la proteína sérica y también por su conocida capacidad de hidratación. Se deduce que al comparar la leche cruda con la pasteurizada, ésta última es la que posibilita el mayor rendimiento. Cuando mayor sea la temperatura de pasteurización, mayor será el índice de desnaturalización. Sin embargo, no es aconsejable el uso de temperaturas superiores a 75°C/15 s, pues la cuajada se torna más blanda, con riesgo de mayores pérdidas en el corte y el queso se tornará más húmedo, madurando más rápidamente y con mayor riesgo de presentar gusto amargo (Hansen, C. 2001).

F. PROLIFERACIÓN MICROBIANA EN LOS PRODUCTOS LÁCTEOS

Tortora, J. (1993), manifiesta que las bacterias se reproducen normalmente por fisión binaria, en que el primer paso de la división es la elongación celular y la duplicación de ADN cromosómico, luego la pared celular y la membrana plasmática cercanas al centro de la célula se invaginan separando las dos regiones del ADN cromosómico y finalmente las paredes en crecimiento se unen formándose dos células individuales. Pocas especies de bacterias geman, es decir mediante la formación de protuberancias. Algunas bacterias filamentosas se reproducen formando cadenas esporas que aparecen en los extremos de los filamentos. Unas pocas especies filamentosas simplemente se fragmentan y sus fragmentos dan lugar a nuevas células.

<http://www.unavarra.es>. (2003), indica que en el recuento de microorganismos indicadores se trata de conocer el número total de microorganismos presentes en el alimento. Este número no guarda relación con el de microorganismos patógenos por lo que no puede usarse como índice de su presencia y sólo debe considerarse un indicador de las características higiénicas generales del alimento. Dependiendo de las características del medio utilizado (medio rico, medio limitado en nutrientes para medida de la flora no láctica de alimentos fermentados) y de las condiciones de incubación (mesófilos, psicrófilos) los microorganismos analizados serán miembros de poblaciones diferentes. En general se investiga la presencia de microorganismos aerobios o aerotolerantes (anaerobios facultativos); aunque, en ciertas situaciones (alimentos envasados al vacío), puede ser de interés hacer recuentos de anaerobios totales.

G. FACTORES QUE AFECTAN EL CRECIMIENTO DE MICROORGANISMOS

<http://www.doschivos.com>. (2005), señala que una vez que los microorganismos han alcanzado la leche comienza un periodo de adaptación de estos al medio circundante, la duración de este periodo así como la capacidad para multiplicarse está condicionada al efecto de varios factores intrínsecos, extrínsecos e implícitos.

1. Factores intrínsecos

Los factores intrínsecos son aquellos que tienen que ver con el alimento en sí, su composición y características. Dentro de este grupo está el pH, actividad de agua, potencial de óxido reducción, cantidad de nutrientes y sistemas antimicrobianos (<http://www.doschivos.com>. 2005).

a. pH

La mayoría de las bacterias se desarrollan entre un pH 4,5 y 9 con una óptima de crecimiento comprendido entre 6,5 a 7,5. Existen excepciones como las bacterias lácticas y acéticas, que pueden soportar pH inferiores a 3,5, la mayoría de los hongos son ácidos resistentes y tienen un óptimo de crecimiento entre 4 y 6 existiendo valores extremos de 2 a 9 para las levaduras y de 11 para los mohos. Dentro de las bacterias patógenas, los de género vibrio y clostridium son más sensibles a las variaciones de pH que el resto de las bacterias (Larrañaga, I. 1999).

<http://www.doschivos.com>. (2005), indica que las bacterias y hongos crecen a pH cercano a la neutralidad (cuadro 2). El pH de la leche normal es de 6,5 a 6,7, ligeramente ácido, esto favorece el crecimiento de una flora microbiana diversa. Sin embargo son las bacterias y de ellas el grupo de las ácido lácticas las que se ven favorecidas para crecer en la leche a pH normal (<http://www.doschivos.com>. 2005).

Cuadro 2. RANGOS DE pH PARA EL CRECIMIENTO DE LOS MICROORGANISMOS.

Grupo	Rango	Optimo
Bacterias	4,5 - 9	6,5 - 7,5
Levaduras	2 – 11	4 – 6
Mohos	2 - 9	-

Fuente: <http://www.doschivos.com>. (2005).

b. Actividad del agua (a_w)

Como actividad de agua se conoce la cantidad de agua libre disponible para el crecimiento microbiano y para los procesos químicos y enzimáticos. En los alimentos no toda el agua se encuentra en estado libre, una parte está ligada a las proteínas o formando parte de otros compuestos. La actividad de a_w de la leche está estimada en 0,99, la del agua pura es 1,00.

Los microorganismos como los seres vivos necesitan presencia de agua para la mayoría de los procesos metabólicos (cuadro 3). Sin embargo debido a la excesiva humedad de la leche, algunos mohos y levaduras se les dificulta la multiplicación de allí que sean considerados de mayor importancia en productos lácteos deshidratados que en leche fluida (<http://www.doschivos.com>. 2005).

Cuadro 3. ACTIVIDAD DE AGUA (a_w) A LA CUAL CRECEN ALGUNOS MICROORGANISMOS.

Grupos	a_w
Bacterias Gram –	0,97
Bacterias Gram +	0,90
Levaduras	0,88
Bacterias halófilas	0,75
Hongos xerófilos	0,61

Fuente: <http://www.doschivos.com>. (2005).

c. Potencial de Óxido-Reducción (Redox, Eh)

Larrañaga, I. (1999) afirma que un medio es oxidante cuando captura electrones y es reductor cuando cede. El oxígeno atmosférico, ya sea en la superficie o en el interior del producto, atrapado en la masa, hacen que estos productos tengan un potencial redox positivo. El potencial redox tiene un efecto fundamental sobre la microbiología de un alimento. Aunque el crecimiento microbiano puede dentro de un amplio margen de potencial redox. Los aerobios estrictos como son los micrococcos necesitan de oxígeno. Los anaerobios facultativos como las enterobacterias pueden desarrollarse en presencia o ausencia de oxígeno.

<http://www.doschivos.com>. (2005), reporta que el potencial redox de los alimentos está determinado por la presencia de elementos reductores (que ganan oxígeno o pierden electrones) y oxidante (que pierden oxígeno o ganan electrones). Según las necesidades de oxígeno los microorganismos se clasifican en:

- **Aerobios estrictos:** los que necesitan oxígeno para desarrollarse, no se multiplican en ambientes anaeróbicos. Ejemplos: *Pseudomonas*, *Micrococcus*, *Bacillus*, mohos.
- **Anaerobios facultativos:** Son microorganismos que pueden crecer en presencia o ausencia de oxígeno. Ejemplo: Enterobacterias, *Staphylococcus*.
- **Anaerobios estrictos:** microorganismos que solo crecen en ausencia de oxígeno. Ejemplos: *Clostridium*, *Propionibacterium*.
- **Microaerofilos:** aquellos que para crecer necesitan solo una pequeña fracción de oxígeno en la atmósfera. Ejemplos: *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Pediococcus*.

Por lo general en ciertos alimentos el desarrollo inicial de los microorganismos es aeróbico y posteriormente al reducirse el Eh comienza el desarrollo de los anaeróbicos. En la leche las bacterias ácido lácticas se consiguen en abundancia y por ser varias de ellas anaerobias facultativas.

d. Nutrientes

Los microorganismos necesitan agua, fuentes energéticas, nitrógeno, sales minerales, y eventualmente de oxígeno y factores de crecimiento para su desarrollo. Son capaces de utilizar alimentos para conseguir todos estos elementos esenciales y energía. Los microorganismos que contaminan los alimentos suelen ser quimioorganótrofos y utilizan los hidratos de carbono, más que los ácidos grasos o las sustancias nitrogenadas, como fuente de energía, pero solo monómeros o las moléculas más pequeñas suelen atravesar la

membrana de los gérmenes, mientras que los polímeros deben hidrolizarse previamente. Los microorganismos protótrofos se puede desarrollar desde una fuente de nitrógeno mineral y de un hidrato de carbono, esto ocurre con las cepas de *E. Coli*. Los auxotótrofos como estreptococos necesitan uno o varios aminoácidos y vitaminas (Larrañaga, I. 1999).

2. Factores extrínsecos

Los factores extrínsecos son los que tienen que ver con el ambiente donde se almacenan los alimentos. Entre ellos están la temperatura, la humedad relativa y los gases atmosféricos.

a. Temperatura

Los efectos de la temperatura sobre el crecimiento de los microorganismos se deben a las modificaciones que causa en el estado físico del agua a su mayor o menor disponibilidad para el germen, la congelación y ebullición disminuyen la fracción líquido, con las alteraciones celulares que esto supone. Además, la temperatura influye en la velocidad de reacciones químicas y bioquímicas y, por tanto, en la tasa de crecimiento y en el tiempo de generación, puede ejercer una acción diferencial sobre diferentes rutas metabólicas y producir cambios de tamaño celular, secreción de toxinas, formación de moléculas, etc. La mayoría de los microorganismos proliferan a temperatura iguales o superiores 20 °C, aunque admite que las células pueden crecer a temperaturas comprendidas entre -18 y 100°C. A estos valores extremos el crecimiento es muy limitado pero la actividad metabólica del germen puede ser significativa. Las bacterias psicrófilos que se desarrollan a una temperatura de 0 a 15 °C pocas veces son patógenas. La mayoría de los mohos y levaduras son psicrótrofos. Los mesófilos desarrollan a una temperatura entre 15 y 40°C.

La mayoría o los más importantes se desarrollan a 37°C. Su tasa de crecimiento es elevada y la duración de su proliferación es relativamente corta de uno a 6 días hasta llegar a la fase estacionaria. Se encuentra en alimentos que está a temperaturas ambientes o refrigeradas en los que se ha roto la cadena frío. Este

grupo es la más importante de microorganismos, pues comprende la mayoría de las especies patógenas para los seres humanos y los animales. Los termófilos, que se desarrollan a temperaturas entre 55 a 75°C. Tienen una tasa de crecimiento muy alta pero muy corta. Se puede encontrar en el aire como en el agua o el suelo. Con relación a bajas temperaturas la mayor parte de los microorganismos soportan los tratamientos de congelación rápida que los lentos, señala que las bacterias Gram + son más resistentes que las bacterias Gram - (Larrañaga, I. 1999).

En <http://www.doschivos.com>. (2005), se indica que no todos los microorganismos crecen a la misma temperatura. Según la temperatura óptima de crecimiento se pueden distinguir tres grupos: los mesófilos, los psicrófilos y los termófilos.

- Al grupo de las bacterias Mesófilas pertenece la mayoría de la flora que se encuentra con mayor frecuencia en la leche, principalmente las bacterias lácticas.
- Bacterias Psicrófilas son las que crecen a temperaturas de refrigeración. Son bacterias psicrófilas los miembros del género *Pseudomonas*, *Flavobacterium*, *Acinetobacter*, *Alcaligenes*, *Bacillus*.
- Bacterias Termófilas son aquellas que crecen bien a temperaturas entre 45 a 55 °C, en este grupo están el *Lactobacillus bulgaricus*, *L. fermenti*, *L. Lactis*, *L. helveticus*, *L. acidophilus*, *Streptococcus termophilus*.

La mayor proporción de la flora bacteriana presente, son microorganismos mesófilos, es por ello que la inmediata refrigeración a temperaturas de 4 a 5 °C se hace fundamental para asegurar la calidad de los productos lácteos. Pero su almacenamiento no debe ser prolongado, ya que se favorecería el aumento en número de la flora psicrotrofa (cuadro 4).

Cuadro 4. RANGOS DE TEMPERATURA (°C) PARA EL CRECIMIENTO DE LOS MICROORGANISMOS.

GRUPOS	Temperatura		
	Mínima	Optima	Máxima
Termófilos	40-45	55-75	60-90
Termotrofos	15-20	30-40	45-50
Mesófilos	5-15	30-40	40-47
Psicrófilos	-5 - +5	12-15	15-20
Psicrotrofos	-5 - +5	25-30	30-35

Fuente: <http://www.doschivos.com>. (2005).

b. Humedad relativa

La humedad de la atmósfera influye en la humedad de las capas superficiales de los alimentos en almacenamiento. En leche fluida no juega un papel importante, contrario al que puede jugar en quesos en almacenamiento o en cavas de maduración (<http://www.doschivos.com>. 2005).

c. Gases Atmosféricos

Los gases atmosféricos no influyen marcadamente en la calidad microbiológica de la leche cruda, salvo que la misma sea sometida a procesos de agitación fuerte donde el oxígeno del aire pueda ser incorporado al alimento y favorecer el crecimiento microbiano aeróbico.

Este factor debe ser considerado en el almacenamiento de los derivados lácteos los cuales pueden verse alterados por una alta presión de oxígeno en la atmósfera (<http://www.doschivos.com>. 2005).

3. Factores implícitos

Dentro de los factores implícitos tenemos los relacionados directamente con las especies microbianas, su metabolismo y las relaciones que establecen. No todas las bacterias tienen la capacidad de crecer en la leche, aun cuando encuentren

condiciones óptimas. Esto es debido al estado como se encuentran los diferentes componentes. Por ejemplo, no todas las especies tienen la capacidad de metabolizar la lactosa, si no que necesitan que esta esté hidrolizada para poder utilizar la glucosa o galactosa. De manera aquellas que estén capacitadas para producir las enzimas necesarias se verán más favorecidas en crecer. Así en la leche y productos lácteos se pueden observar varios ejemplos de relaciones simbióticas, siendo la más destacada la que se da entre el *Streptococcus thermophilus* y el *Lactobacillus bulgaricus*, durante la elaboración del yogurt (<http://www.doschivos.com>. 2005).

H. PRINCIPALES MICROORGANISMOS PRESENTES EN LOS PRODUCTOS LÁCTEOS

1. Staphylococos

Son anaerobios facultativos, que provocan una fermentación acidificante de la glucosa con un descenso del pH (hacia 4,3 y 4,5), producen acetoina (Alais, C. 1998).

Larrañaga, I. (1999), afirma que estas bacterias producen numerosas enzimas: proteasas, lipasas, coagulasas, termonucleasa, etc. Es un mesófilo típico con una temperatura de desarrollo entre 7 y 48 °C, la óptima oscila entre 35 y 40 °C está dotado de una termo resistencia notable. Su pH óptimo se encuentra entre 6 y 7, con valores extremos de 4 y 10, la producción de toxinas se produce, con escasa cantidad por debajo de 6 y por encima de 8 es muy tolerante a una actividad de agua reducida y crece en valores de 0,83, resiste a altas concentraciones de sal hasta un 20%. Su habita principal es la piel, en las fosas nasales, se encuentra en un 20 a 50% en sujetos sanos, ocasionalmente se puede aislar de las heces. También se puede aislar del medio: aire, ropa, superficies, agua dulce, superficies de plantas, etc. Las enterotixias de esta especie es una de las causas fundamentales de toxiinfección alimentaria ocupando el segundo lugar en importancia tras la salmonelosis. Los productos industrializados el alimento más usualmente implicado son los derivados lácteos, como es caso de los quesos frescos son las más habituales dentro del primer grupo.

2. Escherichia coli

La bacteria *Escherichia coli* es la única bacteria productora de indol, produce mucho gas y ácidos orgánicos (láctico, acético, succínico, etc.). Sin embargo, es menos acidificante que las bacterias lácticas, que lo inhiben cuando el pH desciende debajo 5,0-5,2 (Alais, C. 1998).

Larrañaga, I. (1999), afirma que la *Escherichia coli* es un bacilo corto, Gram. negativo, no esporógeno, anaerobio facultativo, catalasa positivo, oxidasa negativo, fermentador y genéticamente muy relacionado con el género shigella, aunque el sustrato de fermentación y su actividad bioquímica lo diferencian. La *Escherichia coli* es un mesófilo típico cuya temperatura óptima es de 37 °C con rango que van desde 7 hasta los 50 °C. El pH casi neutro es el mejor para su crecimiento, aunque puede crecer a un pH inferior a 4, siempre cuando el resto de las condiciones sean óptimas. Su actividad mínima de crecimiento es de 0,95.

3. Mohos y levaduras

Alais, C. (1998), indica que las levaduras en las queserías pueden provocar fermentaciones gaseosas y sabores indeseables como es el caso de *Torulopsis sphaerica*, también las levaduras presentan alteraciones como de las floras esponjosas de la corteza húmeda del queso, especialmente de cubierta roja.

Las levaduras fundamentales que se puede encontrar en la leche son: *Debaryomyces hansenii*, *Kluyveromyces lactis*, *Sacharomyces cerevisiae*, *Varrowia lipolytica*, *Candid kefir* y *Torulopsis lactis*. Y los mohos más frecuentes son: *Geotrichum candidum*, *Scopulariopsis brevicaulis*, *Sporendonema sabi*, *Penicillium casei*, *P roqueforti*, *P camemberti*, *Rhizopus stolonifer* y *R. mucor*. Si los animales han sido alimentados con piensos o forrajes contaminados por *Apergillus flavus*, es posible que aparezcan aflatoxinas en la leche: las tolerancias actuales son de 0,01 mg a 0,5 mg (Larrañaga, I. 1999).

I. REQUISITOS MICROBIOLÓGICOS DE LOS QUESOS

El Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización (INEN, 1996), indica que el queso de acuerdo con las normas ecuatorianas deberá cumplir con los siguientes requisitos microbiológicos (cuadro 5):

Cuadro 5. REQUISITO MICROBIOLÓGICO DEL QUESO.

Requisitos	clase	n	c	m	M	Método de ensayo
<i>E coli</i>	3	5	2	100/g	500/g	INEN 1529
<i>S aureus</i>	3	5	2	100/g	1000/g	INEN 1529
Salmonella	3	5	0	0	0	INEN 1529

n = Número de muestras que deben analizarse.

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

m = Recuento máximo recomendado.

M = Recuento máximo permitido.

Fuente: INEN Norma 1528 (1996).

El Mercosur en la Norma NTP 202,087 establece como requisitos microbiológicos para el queso: coliformes de 10^2 a 10^3 NMP/g; *Escherichia coli*, de 10 hasta 10^2 NMP/ g; ausencia de *Salmonella* spp en 25 g (cuadro 6).

Cuadro 6. NIVELES DE TOLERANCIA DE MICROORGANISMOS DEL QUESO.

Microorganismos	Criterio de Aceptación	Categoría ICMSF	Métodos de Ensayo
Coliformes/g (30°C)	m=100 M=1000	5	FIL 73A: 1985
Coliformes/g (45°C)	m=50 M=500	5	APHA 1992
Estafilococos/g	m= 10 M=100	8	FIL 145: 1990
Hongos y Levaduras/g	m=500 M=5000	2	FIL 94B: 1990
<i>Salmonella</i> sp/25g	m=0	10	FIL 93A: 1985

m = Recuento máximo recomendado.

M = Recuento máximo permitido.

Fuente: Mercosur (2000).

Madrid, V. (1999), señala que en las normas españolas, la tolerancia de microorganismos indicadores se indica en el siguiente cuadro 7.

Cuadro 7. NIVELES DE MICROORGANISMOS TOLERABLES DEL QUESO.

Bacteria	n	c	m	M
Entero bacterias totales/g	5	2	1×10^3	1×10^4
<i>E coli</i> / g	5	2	1×10^2	1×10^3
<i>Staphylococcus aureus</i> /g	5	1	1×10^2	1×10^3
Salmonella o shigella/25g	5	0	0	0

n = Número de muestras que deben analizarse.

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

m = Recuento máximo recomendado.

M = Recuento máximo permitido.

Fuente: Madrid, V. (1999).

J. PLACAS PETRIFILM

Las placas Petrifilm son un método fiable para la detección de contaminación microbiana ambiental. La constitución de las placas Petrifilm permite que puedan ser utilizadas para control ambiental, así como por contado directo o mediante hisopos. Se pueden usar varios diluyentes con Petrifilm: peptona sal tamponada, tampón de Butterfield, agua de peptona al 0,1%, o caldo letheen. No utilizar diluyentes que contengan tiosulfato o citrato sódico. Controlar que el pH del diluyente que esté entre 6,0 y 7,2. En caso de presencia de desinfectantes, usar caldo letheen tanto para el método de contacto directo como para el método del hisopo. El caldo letheen es efectivo para neutralizar los halógenos, amonios cuaternarios y desinfectantes ácidos (Whirlpac, N. 1994).

1. Placa de recuento rápido de staphylococos

De acuerdo a Whirlpac, N. (1994), la placa de recuento rápido de staphylococos (RSA, por sus siglas en inglés) Petrifilm de 3M consta de dos partes: la placa Petrifilm RSA, que contiene nutrientes Baird-Parker con un agente gelificante soluble en agua fría, y el disco reactivo de Nucleasa Termoestable Petrifilm (en inglés llamado "TNase reactive disk"), que contiene DNA, o-toluidina azul y un indicador de tetrazolium que facilita la enumeración de las colonias y la confirmación de la presencia de una nucleasa termoestable producida por estafilococos.

La nucleasa termoestable (TNasa) es una enzima producida por *S. aureus* que permanece estable a altas temperaturas. La detección de la TNasa, al igual que la coagulasa, es un método de confirmación de la presencia de *S. aureus*. En la placa Petrifilm RSA, la reacción de la TNasa se ve como una zona de color rosado alrededor de una colonia roja o azul.

El disco reactivo Petrifilm TNasa *debe* utilizarse con las placas Petrifilm RSA. Si se utiliza sola, la placa Petrifilm RSA no mostrará las colonias, puesto que el colorante indicador que facilita la enumeración de las colonias está en el disco reactivo Petrifilm y no en la placa Petrifilm RSA. Cuento todas las colonias que tengan zonas de color rosado como colonias de staphylococos. Las colonias también pueden ser rojas o azules.

2. Placa para recuento de coliformes

Según Whirlpac, N. (1994), es muy fácil contar las colonias coliformes en las placas Petrifilm. Un indicador rojo presente en la placa, colorea todas las colonias, y la película superior atrapa el gas producido por los coliformes. Los coliformes producen colonias de color rojo asociadas con las burbujas de gas. Los no-coliformes producen colonias rojas las cuales no están asociadas con las burbujas de gas. Algunas veces el gas desorganiza las colonias y hace que éstas contorneen la burbuja. Las burbujas de recipiente pueden resultar de la inoculación inapropiada de la placa Petrifilm para recuento de coliformes. Estas son de forma irregular y no están asociadas con la colonia roja. No cuente las colonias que aparecen en la barrera de espuma.

3. Placa para recuento de mohos y levaduras

Whirlpac, N. (1994) reporta que es fácil contar las colonias de levaduras y de mohos utilizando las placas Petrifilm para recuento de Mohos y Levaduras. Un indicador coloreará las colonias para dar contraste y facilitar el recuento. Para diferenciar las colonias de levaduras y mohos en las Placas Petrifilm, busque algunas de las siguientes características típicas del cultivo (cuadro 8).

Cuadro 8. DIFERENCIAS ENTRE COLONIAS DE LEVADURAS Y MOHOS EN LAS PLACAS PETRIFILM.

Levadura	Moho
<ul style="list-style-type: none"> • Pequeñas colonias • Las colonias tienen bordes definidos • Color rosado oscuro a verde-azul • Las colonia pueden aparecer tri-dimensionales • Usualmente aparece sin centro 	<ul style="list-style-type: none"> • Colonias grandes • Colonias con bordes difusos • Color variable (El moho puede producir su pigmento propio) • Colonias planas • Usualmente se presenta núcleo central

Fuente: Whirlpac, N. (1994).

Las colonias de las levaduras son pequeñas de color azul con bordes definidos y sin centro, las colonias de mohos: son grandes, de color variable, con bordes difusos y núcleo.

4. Instrucciones de uso de las placas Petrifilm

La preparación de los medios de cultivo, la siembra y la lectura se realizó de acuerdo a la guía de cada una de las placas Petrifilm y que se resumen en las siguientes actividades (Whirlpac, N. 1994):

- Preparar una dilución de 1:10 o mayor del producto alimenticio (yogur).
- Pesar o colocar con la pipeta el producto alimenticio en un tubo de ensayo, añadir la cantidad apropiada de los siguientes diluyentes estériles: Solución amortiguadora de fosfato de Butterfield, agua peptonada al 0.1%, diluyente de sales de peptona, solución salina al 0.85 -0.90 %, caldo lethheen libre de bisulfito o agua destilada.
- Mezclar y homogenizar la muestra de acuerdo al procedimiento estándar, debiendo ajustarse los productos ácidos (yogur) a un pH de 6.5 a 7.5 con NaHO.

- Colocar la placa Petrifilm en una superficie nivelada, Levante la película superior. Con la pipeta perpendicular a la placa Petrifilm, colocar 1 ml de muestra en el centro de la película inferior.
- Cuidadosamente deslizar la película hacia abajo evitando atrapar burbujas de aire. No dejar caer la película superior.
- Suavemente aplicar presión en el esparcidor para distribuir el inóculo en un área circular antes de que se forme el gel. Esperar por lo menos un minuto para que el gel se solidifique.
- Incubar las placas, con el lado transparente hacia arriba, en pilas de hasta 10 placas. Incubar entre temperaturas de 35 a 37 °C durante dos horas. Después de la incubación, es posible que haya colonias pero que aún no sean visibles en la placa Petrifilm debido a que los indicadores se encuentran en el disco reactivo Petrifilm.
- Transfiera las placas Petrifilm a un incubador con temperatura de 62°C y realizar otra Incubación durante una a 4 horas.
- Con forceps estériles, quitar el disco reactivo redondo del marco cuadrado exterior. Levantar la película superior de la placa Petrifilm y colocar el disco reactivo Petrifilm en la cavidad de la placa. Baje la película superior.
- Para asegurarse que haya un contacto uniforme del disco reactivo Petrifilm con el gel y para eliminar las burbujas de aire, aplique presión suavemente en toda el área del disco.
- Incubar las placas con los discos reactivos de 1 a 3 horas a 35 – 37 °C.
- Las placas Petrifilm se pueden contar en contador de colonias estándar o en otro amplificador iluminado.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

El presente trabajo experimental se realizó en la Industria Lechera FLORALP S.A., ubicada en la provincia de Imbabura, cantón Ibarra, barrio Caraqui, donde se obtuvo la materia prima (quesos de rechazo que no califican a comercialización, bajas por reproceso y los considerados no viables), realizándose además los análisis físico-químicos y microbiológicos, mientras que los análisis proximales se efectuaron en el Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Nutrición y Salud Pública de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ubicada en el km 1½ de la Panamericana Sur de la ciudad de Riobamba, Provincia del Chimborazo.

El ensayo tuvo una duración de 120 días (4 meses) distribuidos en la maduración de los quesos, elaboración de la harina, exámenes nutritivos y microbiológicos.

B. UNIDADES EXPERIMENTALES

En la elaboración de la harina de queso se utilizaron un total de 120 kg de queso de rechazo que no califican a comercialización, bajas por reproceso y de aquellos considerados como no viables para el consumo directamente, en dos ensayos consecutivos, el tamaño de la unidad experimental fue de 5 kg, trabajándose dos unidades experimentales por semana, por efectos de producción y métodos de secado (natural y al horno).

Para la valoración de las características nutritivas y microbiológicas se utilizaron muestras de 200 g de cada una de las repeticiones de los diferentes tratamientos experimentales.

C. INSTALACIONES, EQUIPOS Y MATERIALES

Los materiales, equipos e instalaciones que se utilizaron en el presente trabajo fueron:

De procesamiento:

- Molino
- Cuchillos
- Mezcladora
- Horno
- Cocineta a gas
- Contenedor de acero inoxidable
- Mesas para secado de los quesos
- Balanza de precisión digital
- Báscula
- Gavetas plásticas

De laboratorio:

- Cocineta eléctrica
- Erlenmeyer de 1000 ml.
- Varilla de agitación.
- Pipetas de 1 y de 11 ml
- Acidómetro
- Potenciómetro
- Centrífuga GERBER
- Butirómetro GERBER
- Pipetas de 1, 10 y 11 ml
- Probetas
- Vasos de precipitación
- Equipo Kendall para determinar grasa y cenizas
- Placas Petrifilm para los análisis microbiológicos

D. TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

El presente trabajo evaluó la obtención de harina de queso utilizando como materia prima quesos de rechazo que no califican a comercialización, bajas por reproceso y de aquellos considerados como no viables para el consumo directamente, que se dividieron en: Fundido de baja del proceso, Fundido Rusty, Fundido remanente, Cheddar, Holandés y Parmesano, los mismos que fueron

sometidos a dos tipos de secados (natural y en horno con circulación de aire), por lo que se consideró dos factores de evaluación, el Factor A al tipo de materia prima y el Factor B a los procesos de secado, empleándose un total de 24 unidades experimentales, desglosadas en 6 tipos de materia prima, 2 procesos de secado y dos repeticiones por cada combinación (6 x 2 x 2)(Cuadro 9).

Cuadro 9. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.

Tipo de queso	Tipo de secado	Código	Repet.	TUE	Kg /tratam.
Fundido de baja	Al Horno	A1A1	2	5	10
Fundido de baja	Natural	A1B2	2	5	10
Fundido Rusty	Al Horno	A2B1	2	5	10
Fundido Rusty	Natural	A2B2	2	5	10
Fundido remanente	Al Horno	A3A1	2	5	10
Fundido remanente	Natural	A3B2	2	5	10
Cheddar	Al Horno	A4B1	2	5	10
Cheddar	Natural	A4B2	2	5	10
Holandés	Al Horno	A5A1	2	5	10
Holandés	Natural	A5B2	2	5	10
Parmesano	Al Horno	A6B1	2	5	10
Parmesano	Natural	A6B2	2	5	10
Peso total de los quesos, kg					120

TUE*: Tamaño de la Unidad Experimental de 5 kg de queso de rechazo.

Las unidades experimentales se distribuyeron bajo un diseño completamente al azar en un arreglo combinatorio, considerándose los dos factores de evaluación (Tipo de materia prima y proceso de secado) y que se ajustarán al siguiente modelo lineal aditivo:

$$Y_{ij} = \mu + A_i + B_j + AB_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

- Y_{ij} = Valor del parámetro en determinación
 μ = Media general
 A_i = Efecto del Factor A (Tipo de materia prima)
 B_j = Efecto del Factor B (tipo de secado)

AB_{ij} = Efecto de la interacción entre tipo de materia prima y tipo de secado

ε_{ijk} = Efecto del error experimental.

E. MEDICIONES EXPERIMENTALES

Los parámetros experimentales que se consideraron fueron los siguientes:

Análisis físico químico de la harina de queso:

- pH.
- Acidez (Ácido láctico).

Análisis nutricional de la harina de queso:

- Contenido de humedad, %.
- Contenido de materia seca, %.
- Contenido de proteína, %.
- Contenido de grasa, %.
- Contenido de cenizas, %.

Análisis microbiológicos:

- Staphylococcus sp., UFC/g.
- Escherichia coli, UFC/g.
- Coliformes totales, UFC/g.
- Hongos, UPC/g.
- Levaduras, UPC/g.

Análisis productivos:

- Rendimiento, %.
- Costo de producción, dólares/kg.
- Beneficio / Costo.

F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

Los resultados experimentales se sometieron a los siguientes análisis:

- Análisis de varianza para las diferencias (ADEVA).
- Separación de medias de acuerdo a la prueba de Tukey al nivel de significancia de $P < 0,05$.

El esquema del análisis de varianza empleado fue el siguiente (cuadro 10):

Cuadro 10. ESQUEMA DEL ADEVA DE LAS DIFERENCIAS.

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	23
Factor A (Tipo de materia prima)	5
Factor B (Proceso de secado)	1
AxB (Interacción)	5
Error experimental	12

G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

En la presente investigación se utilizaron 24 unidades experimentales de 5 kg de queso de rechazo (no califican a comercialización, bajas por reproceso, y de aquellos considerados como no viables para el consumo), con los que se elaboraron la harina de queso, bajo dos tipos de secado.

Primeramente se realizó la recolección y selección de la materia prima, luego se procedió con el raspado y lavado de los quesos, para picarlos. El queso de rechazo en trozos se sometió a los procesos de secado experimentales.

En el primer caso, el secado natural se realizó extendiendo el queso en una mesa para exponerlos directamente a la luz solar, cuidando principalmente que sea una área limpia y completamente higiénica, protegiéndole del polvo y de posibles inclemencias del tiempo, este proceso duro aproximadamente 6 semanas hasta

que presente una consistencia completamente sólida.

Mientras que para el secado en horno, estos se ingresaron en el horno casero (de panadería), manteniendo la temperatura a 80 °C, para que el producto no se quemara, el mismo que constantemente se procedió a ventilarlo para dar la suficiente corriente de aire y de esta manera propender a eliminar de la humedad en un menor tiempo posible, la duración de este proceso fue de aproximadamente 48 horas.

Posteriormente se efectuó el molido de los quesos secados y se tomaron las muestras correspondientes para realizar los análisis físico-químicos y microbiológicos.

H. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

1. Pruebas físico-químicas

a. Medición del pH

- En un vaso de precipitación se colocaron 10 ml de la muestra.
- Se lavó y se secó los electrodos del pHímetro.
- Se calibró con la solución buffer de pH 4 y luego con la pH 7.
- Posteriormente se realiza la lectura.

b. Determinación de la acidez

- Se colocó 10 g de la harina de queso disuelto en agua destilada en un vaso de precipitación con la ayuda de la pipeta.
- Se agregó 2 a 3 gotas de fenolftaleína y se tituló.
- Proceder a la lectura con el acidímetro.

2. Valoración nutritiva

Para el control de los parámetros nutritivos del producto terminado (harina de queso) se tomaron muestras de 200 g y se enviaron al Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Nutrición y Salud Pública de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, para realizar la determinación del contenido de humedad, materia seca, proteína, grasa y cenizas.

3. Valoración microbiológica

Para la determinación de las colonias de bacterias de E. coli, coliformes totales y bacterias aerobias, se utilizaron las placas Petrifilm, las cuáles vienen ya preparadas para cada tipo de bacterias en estudio.

Una vez esterilizados todos los materiales se procedió a desinfectar el área de trabajo, luego se realizó la respectiva siembra colocando 1 ml de muestra en cada una de las placas Petrifilm dependiendo del tipo de bacteria que se desea observar.

4. Programa sanitario

Previo a la elaboración de la harina de queso, se realizó una limpieza a fondo de las instalaciones, equipos y materiales a utilizarse, con agua, detergente; todo esto con la finalidad de que se encuentren asépticos y libres de cualquier agente patógeno que pueda alterar los resultados. Debiendo indicarse que este procedimiento se realizó cada vez que se elaboró el producto.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos de la valoración física-química y microbiológica de la elaboración de harina de queso utilizando quesos de rechazo que no califican a comercialización y no viables para el consumo directamente, así como por efecto de la utilización de diferentes tipos de secado (al horno y natural), resultan ser referenciales, por cuanto, hasta la actualidad no se ha realizado estos estudios, evaluándose únicamente la utilización de estas materias primas en la elaboración de queso fundido, el mismo que presenta diferencias notorias con la harina de queso que se obtiene mediante procesos de deshidratación, por consiguiente no existe resultados con los cuales se pueda comparar, pero si establecer su comportamiento y la diferencias entre estas, como se detallan a continuación.

A. VALORACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DE LA HARINA DE QUESO ELABORADA CON DIFERENTES TIPOS DE QUESOS DE REPROCESO

1. Características físico-químicas

a. pH

Los valores determinados de pH en la harina de queso presentaron diferencias altamente significativas por efecto del tipo de materia prima utilizada, por cuanto en el producto obtenido de los quesos de rechazo que no califican a comercialización y no viables para el consumo directamente como el Holandés, Parmesano y Cheddar, que han permanecido por un tiempo considerable en almacenamiento sin ningún cuidado presentaron pH de 1,45, 1,55 y 1,68, lo que denotan que la presencia alta de humedad, contribuye a elevar la acidez de los quesos y elevar los índices microbiológicos, por cuanto Antonio, M.(1999), indica que el agua es el elemento imprescindible para el desarrollo microbiano, el mismo que a su vez está condicionado por el pH (<http://www.senacyt.gob.pa>. 2007), ya que durante los primeros días de la maduración, las bacterias se desarrollan rápidamente en su interior, las enzimas producidas por estas bacterias se defienden dentro del queso y contribuyen a los cambios durante la maduración

lo que determina la velocidad de producción de acidez, determinando el pH más bajo del queso; observándose por el contrario cuando se emplearon los quesos fundidos dados de baja por el proceso, el Rusty y el remanente, que presentaron valores de pH de 4,65, 4,40 y 4,23, respectivamente, considerándose por tanto que la harina de queso obtenida presenta mejores características, que se deben posiblemente a que en la fabricación de los quesos fundidos según González, M. (2002), se agregan sales fundentes a la mezcla de ingredientes para dispersar los componentes, estabilizar la emulsión y regular el pH en el queso, lo que al parecer se mantiene durante largos períodos de almacenamiento, por cuanto en <http://www.senacyt.gob.pa>.(2007), se reporta que los valores del pH oscilan entre 4,7 y 5,5 en la mayoría de los quesos, aptos para el consumo humano(cuadro 11).

Cuadro 11. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DE LA HARINA DE QUESO ELABORADA CON DIFERENTES TIPOS DE QUESOS DE REPROCESO DE LA INDUSTRIA LECHERA FLORALP S.A

Parámetros	Tipo de queso de reproceso						Prob.	Referencia INEN *
	Fundido de baja	Fundido Rusty	Fundido remanente	Cheddar	Holandés	Parmesano		
Físico - químicas								
pH	4,65 a	4,40 b	4,23 b	1,68 c	1,45 d	1,55 cd	<0,001	
Acidez, °D	24,00 a	22,50 b	21,75 b	7,25 d	7,75 cd	8,75 c	<0,001	
Humedad, %	8,73 a	7,55 b	7,99 b	7,38 b	7,36 b	7,59 b	<0,001	
M. Seca, %	91,27 b	92,45 a	92,01 a	92,62 a	92,64 a	92,41 a	<0,001	
Proteína, %	25,58 ab	25,10 b	26,00 a	25,28 ab	25,15 b	23,13 c	<0,001	
Grasa, %	46,00 a	44,00 b	40,00 c	46,00 a	46,00 a	35,00 d	<0,001	
Cenizas, %	7,25 ab	7,13 b	7,50 a	7,13 b	7,25 ab	7,10 b	0,018	
Microbiológicas								
Staphylococcus sp., UFC/g	40,00 a	27,50 b	25,00 b	10,00 c	10,00 c	10,00 c	<0,001	1,0x10 ²
Escherichia coli, UFC/g	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00		1,0x10 ²
Coliformes totales, UFC/g	475,00 a	200,00 b	127,50 b	100,00 b	100,00 b	100,00 b	<0,001	5,0x10 ²
Hongos, UPC/g	1025,00 a	1225,00 a	1225,00 a	975,00 a	900,00 a	1150,00 a	0,067	5,0x10 ³
Levaduras, UPC/g	900,00 ab	950,00 a	925,00 a	650,00 b	925,00 a	950,00 a	0,018	5,0x10 ³

Prob: >0,05 No existen significativas de acuerdo al ADEVA.

Prob: <0,05 Existen diferencias significativas de acuerdo al ADEVA.

Prob: <0,01 existen diferencias altamente significativas de acuerdo al ADEVA.

Promedios con letras diferentes en la misma fila difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey.

INEN *: Norma INEN 1528 (INEN, 1996).

b. Acidez

Las respuestas de la acidez de la harina de queso obtenida, presentaron diferencias altamente significativas entre las diferentes medias obtenidas, ya que las harinas que presentaron un mayor grado de acidez fueron las elaboradas con quesos de rechazo que no califican a comercialización y no viables para el consumo directamente como el Holandés, Parmesano y Cheddar, que presentaron valores de 7.25, 7.75 y 8.75 °D, en su orden, no así con el empleo de los diferentes quesos fundidos que presentaron valores de 24.0 °D cuando se utilizó el queso fundido que se dio de baja en el proceso, 22.50 °D con el fundido Rusty y 21.75 °D con el fundido remanente (gráfico 1), notándose por consiguiente que los productos lácteos cuando se maduran, por acción bacteriana la lactosa contenida en estos, sufre un proceso de fermentación formándose ácido láctico y otros componentes que aumentan la acidez titulable, a lo que se suma lo señalado en <http://www.senacyt.gob.pa> (2007), donde se indica que el pH del queso está relacionado con la acidez, lo que a su vez condicionan el desarrollo microbiano, por lo tanto se considera que los valores de pH y acidez determinados en la harina de queso son elevados debido a que la materia prima de donde procede, se maduraron al natural, es decir sin tener en cuenta cuidados higiénicos, presentando la harina obtenida de los quesos fundidos mejores características, debido a que en la tecnología de elaboración de los quesos se adicionan sales fundentes, que detienen en gran parte su deterioro.

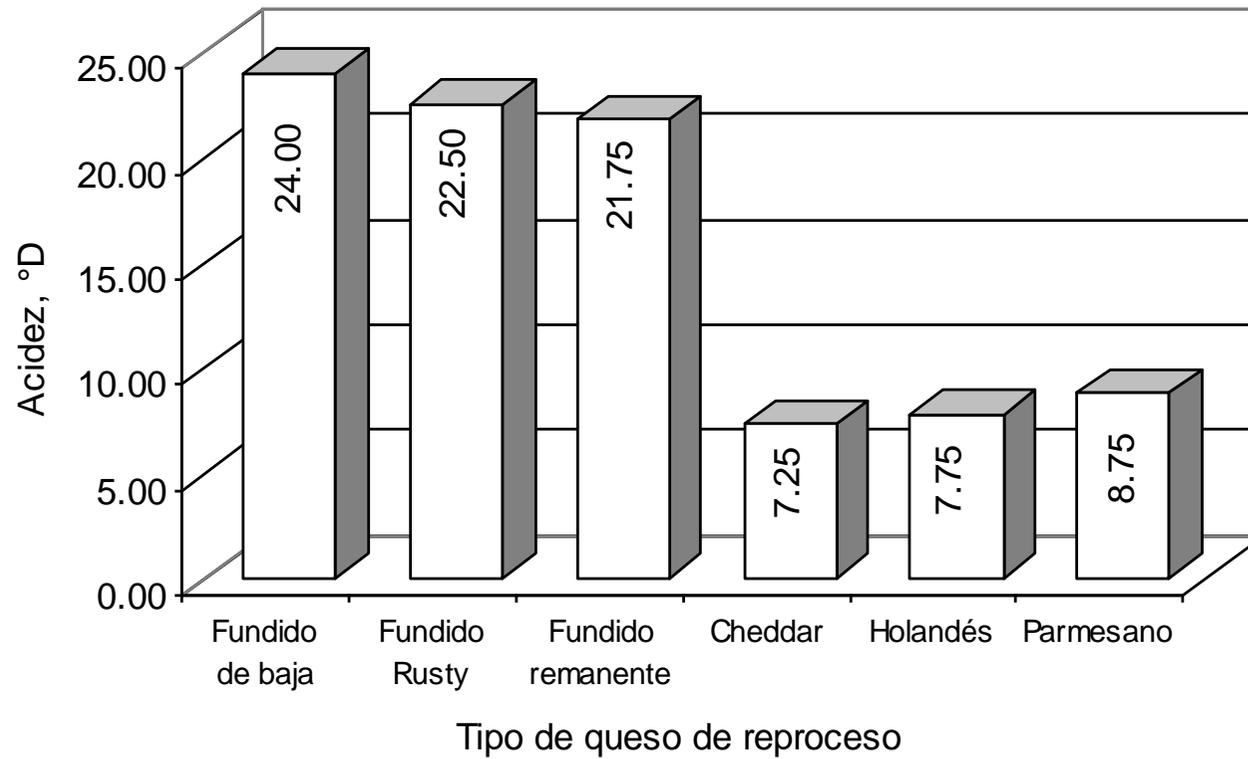


Gráfico 1. Acidez (°D) de la harina de queso elaborada con diferentes tipos de queso de reproceso (quesos de rechazo que no califican a comercialización y no viables para el consumo directamente).

c. Contenido de humedad

La harina de queso elaborada con el queso fundido dado de baja contiene 8.73 % de humedad, valor que presenta diferencias altamente significativas con las respuestas determinadas en la harina obtenida con los otros quesos de rechazo que no califican a comercialización y no viables para el consumo directamente, ya que los valores encontrados fluctuaron entre 7.36 y 7.99 %, que corresponden a los elaborados con queso holandés y el fundido remanente, que son los casos extremos; debiendo aclararse que este contenido de humedad se debe más al efecto del proceso de secado al cual fue sometido la materia prima, que al contenido de humedad de las materias primas.

Aunque <http://www.senacyt.gob.pa> (2007), señala que generalmente, el tamaño y forma del queso están ligados al tipo de maduración que experimenta y a las condiciones de temperatura y humedad a las que se mantiene, estas condiciones tienen lugar una sucesión de microorganismos consistente en levaduras y mohos que utilizan el ácido láctico, neutralizando la pasta y permitiendo el desarrollo posterior de bacterias, notándose también que la humedad de la atmósfera influye en la humedad de las capas superficiales de los alimentos en almacenamiento (<http://www.doschivos.com>, 2005), características que hacen que la materia prima empleada en el presente trabajo sean considerados como quesos de rechazo, lo que permitió a su vez realizar el presente trabajo y obtener una harina que puede ser utilizada en la alimentación humana y animal.

d. Contenido de materia seca

El contenido de materia seca de la harina obtenida de los quesos fundidos dados de baja fue de 91.27 %, que es el menor valor determinado y que presenta diferencias altamente significativas con los contenidos de materia seca en las harinas elaboradas con las otras materias primas que fluctuaron entre 92.10 y 92.64 %, que pertenecen a las harinas elaboradas con el queso fundido remanente y el holandés, pero que en general guardan las características de las harinas, es decir, un bajo contenido de humedad pero altos en materia seca,

logradas a través de los procesos de deshidratación, observándose que el queso fundido de baja presentó mayor dificultad de deshidratación, por cuanto presenta el mayor contenido de humedad y menor proporción de materia seca, que las harinas obtenidas de las otras materias primas (gráfico 2).

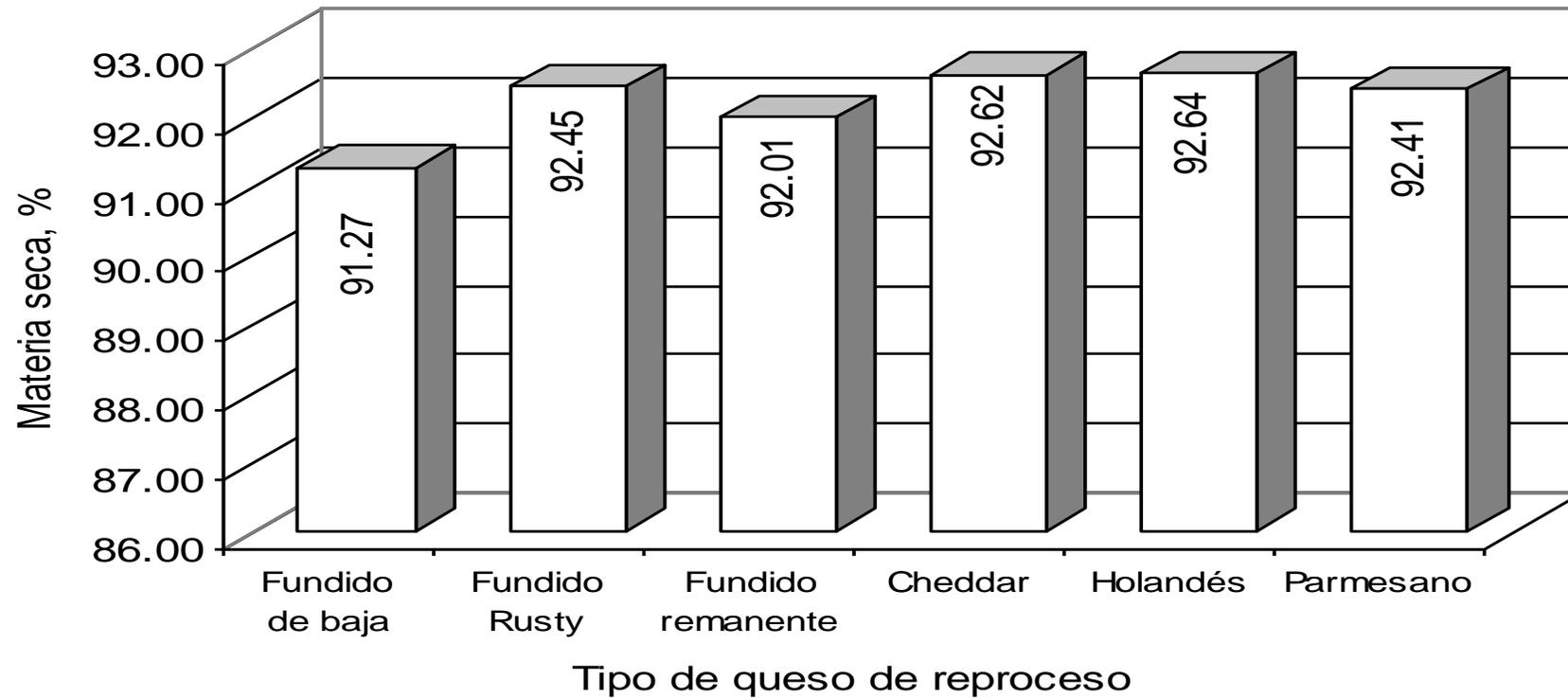


Gráfico 2. Contenido de materia seca (%) en la harina de queso elaborada con diferentes tipos de queso de reproceso (quesos de rechazo que no califican a comercialización y no viables para el consumo directamente).

e. Contenido de proteína

Los contenidos de proteína en las harinas de quesos obtenidas, presentaron diferencias altamente significativas por efecto del tipo de materia prima empleada, determinándose que cuando se utilizó el queso fundido remanente la harina contiene el 26.0 % de proteína, valor que es similar estadísticamente a los contenidos observados en las harinas elaboradas con el queso fundido de baja y el Cheddar, que presentaron contenidos de 25.58 y 25.28 % de proteína, seguidas de aquellas elaboradas con el empleo de los quesos Holandés y fundido Rusty (25.15 y 25.10 %, respectivamente), en cambio que al emplearse el queso parmesano el aporte proteico de la harina fue de apenas el 23.13 % (gráfico 3), respuestas que guardan relación con lo que se indica en la página <http://eris.unalmed.edu.co> (2005), donde se señala que el queso fundido por ser la mezcla de varios quesos semimadurados como el Holandés, Mozzarella y Cheddar, presentan un contenido del 26 % de proteína, debiendo tenerse en cuenta también lo reportado por la Revista Vida (2003), donde se sostiene que la composición nutritiva principalmente el aporte de proteína varía de acuerdo al tipo y a los procedimientos de elaboración del queso, ya que según este reporte los de pasta blanda contienen un 22%; los duros, 25%; los quesos frescos, del 10 al 12%; y los fundidos, entre el 12 y el 18% de proteínas, notándose por consiguiente que la harina de queso por ser un producto deshidratado contiene una mayor concentración proteica pero que está en función de la materia prima empleada para su elaboración, pero que a su vez se considera altamente proteica apta para el consumo humano y animal, ya que en el mismo reporte se señala que las proteínas del queso tienen un alto valor biológico.

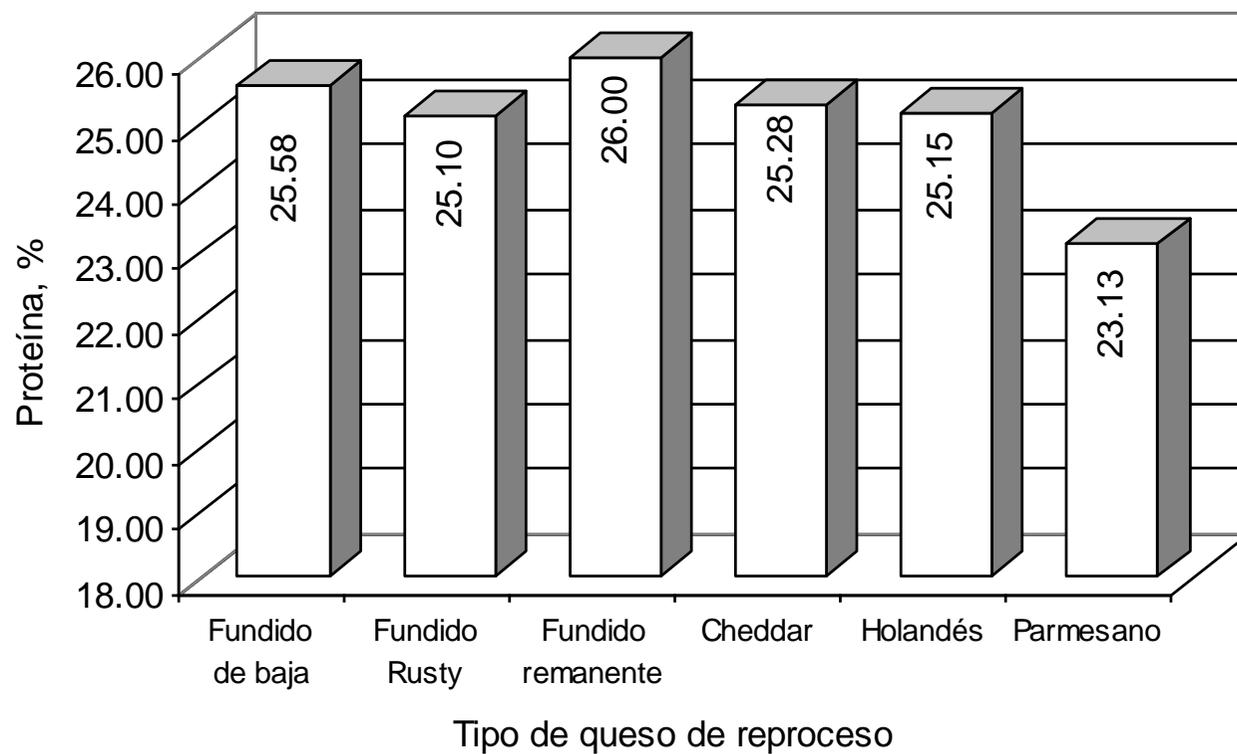


Gráfico 3. Contenido de proteína (%) en la harina de queso elaborada con diferentes tipos de queso de reproceso (quesos de rechazo que no califican a comercialización y no viables para el consumo directamente).

f. Contenido de grasa

El contenido de grasa en la harina de queso presenta diferencias altamente significativas por efecto de los diferentes tipos de materia prima empleadas en su elaboración, ya que cuando se utilizaron quesos de fundido de baja, Cheddar y Holandés, el aporte graso de las harinas fueron del 46 %, reduciéndose al 44 con el uso del queso Rusty, 40 % con el queso fundido remanente y apenas el 35 % en el parmesano (gráfico 4), diferencias que ratifican que la composición nutritiva de los quesos varía de acuerdo al tipo y a los procedimientos de elaboración (Revista Vida, 2003), así como también se considera que el proceso de maduración facilita la emulsión de la grasa, por lo que el queso madurado contiene normalmente entre el 30 y 45% de grasa sobre el contenido total de sólidos (González, M. 2002), pero que en todo caso los valores determinados presentan contenidos grasos altos, lo que hacen suponer que en la actualidad el consumo de este tipo de harina podría presentar una ligera restricción, principalmente por parte de personas que buscan alimentos bajos en niveles de grasa.

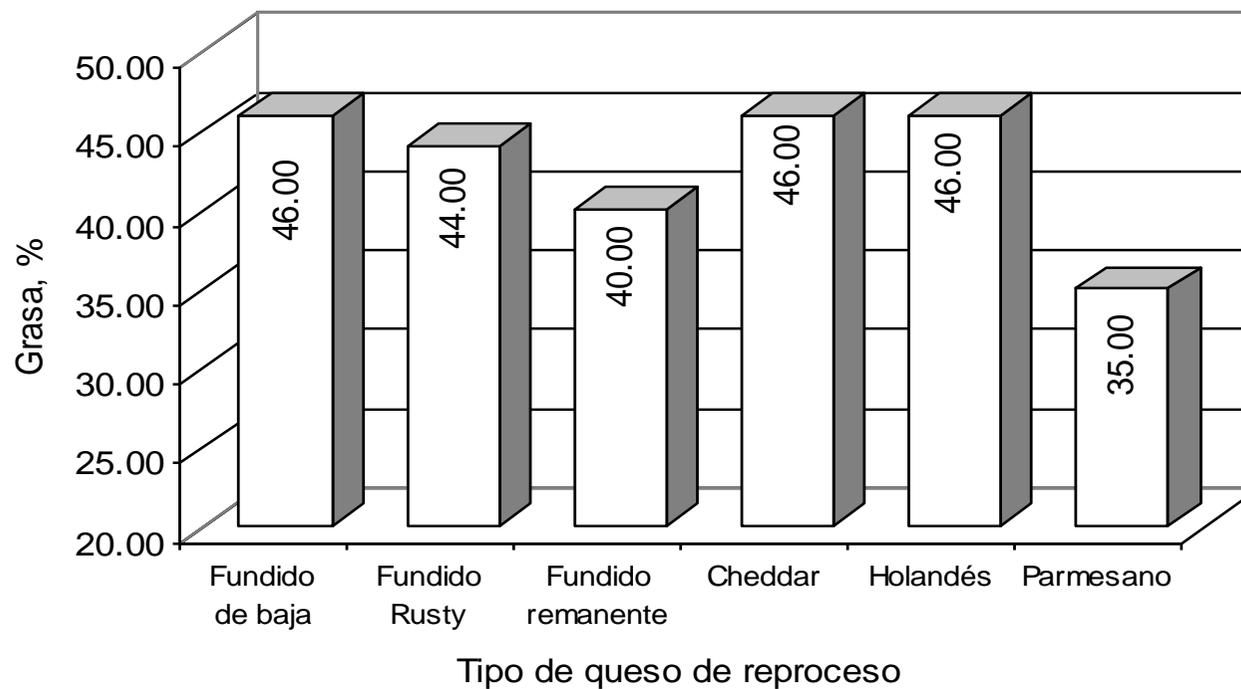


Gráfico 4. Contenido de grasa (%) en la harina de queso elaborada con diferentes tipos de queso de reproceso (quesos de rechazo que no califican a comercialización y no viables para el consumo directamente).

g. Contenido de cenizas

De igual manera que en los parámetros anteriores, el contenido de cenizas en la harina de queso elaboradas con diferentes quesos de rechazo que no califican a comercialización y no viables para el consumo directamente, presentaron diferencias altamente significativas, por cuanto el producto obtenido del queso fundido remanente registró el 7.5 % de cenizas, a diferencia del empleo de los quesos Cheddar y Fundido Rusty en los cuales se determinaron 7.13 % de cenizas, que son los casos extremos, valores que guardan relación con lo enunciado en la Revista Vida (2003), en que los quesos madurados no son aconsejables para los regímenes controlados en sodio, debido a su alto contenido de sal, a lo que se añade lo reportado por <http://www.senacyt.gob.pa>. (2007), donde se indica que para la maduración de los quesos se emplea el cloruro de sodio, lo que incrementa el nivel final de cenizas.

2. Valoración microbiológica

a. Staphylococcus sp.

Las medias determinadas de la presencia de Staphylococcus sp en la harina de queso presentaron diferencias altamente significativas por efecto de los tipos de queso de rechazo que no califican a comercialización y no viables para el consumo directamente que se emplearon para su elaboración, por cuanto el producto obtenido de los quesos fundidos de por baja del proceso presentó 40,0 UFC/g, seguidos por la harina elaborada con quesos fundidos Rusty y los remanentes, en los cuales se observaron 27,50 y 25,00 UFC/g, respectivamente, en cambio que en menor cantidad se registraron (10.00 UFC/g) en las harinas de queso de obtenidas de los quesos Cheddar, Holandés y parmesano que no fueron viables para la comercialización pudiendo deberse las cantidades encontradas al pH que presentan las harinas de queso obtenidas, ya que según Larrañaga, I (1999), cuando el pH es casi neutro las bacterias tienen un mayor crecimiento, aunque puede crecer a un pH inferior a 4, siempre cuando el resto de las condiciones sean óptimas, como son los casos en los que se emplearon los

quesos fundidos de baja del proceso, el Rusty y el remanente, que presentaron pH entre 4,23 a 4,65, en cambio su actividad mínima de crecimiento es de pH 0,95, razón por lo cual en las harinas obtenidas de los quesos Cheddar, Holandés y parmesano fue menor la presencia de *Staphylococcus* sp debido a que su pH fluctuó entre 1,45 y 1,68, comportamiento que es ratificado por <http://www.ecuarural.gov.ec> (2008), que indica que durante los primeros días de la maduración, las bacterias se desarrollan rápidamente en su interior, pero después su número va bajando, este aumento y disminución depende principalmente del pH, por consiguiente, las cargas microbiológicas de *Staphylococcus* sp, en la harina de queso son aceptables si se toma en cuenta los requisitos exigidos por el INEN en la Norma INEN 1528 (INEN, 1996), donde se indica que la cantidad máxima permitida de *Staphylococcus* es de 100 UFC/g (gráfico 5).

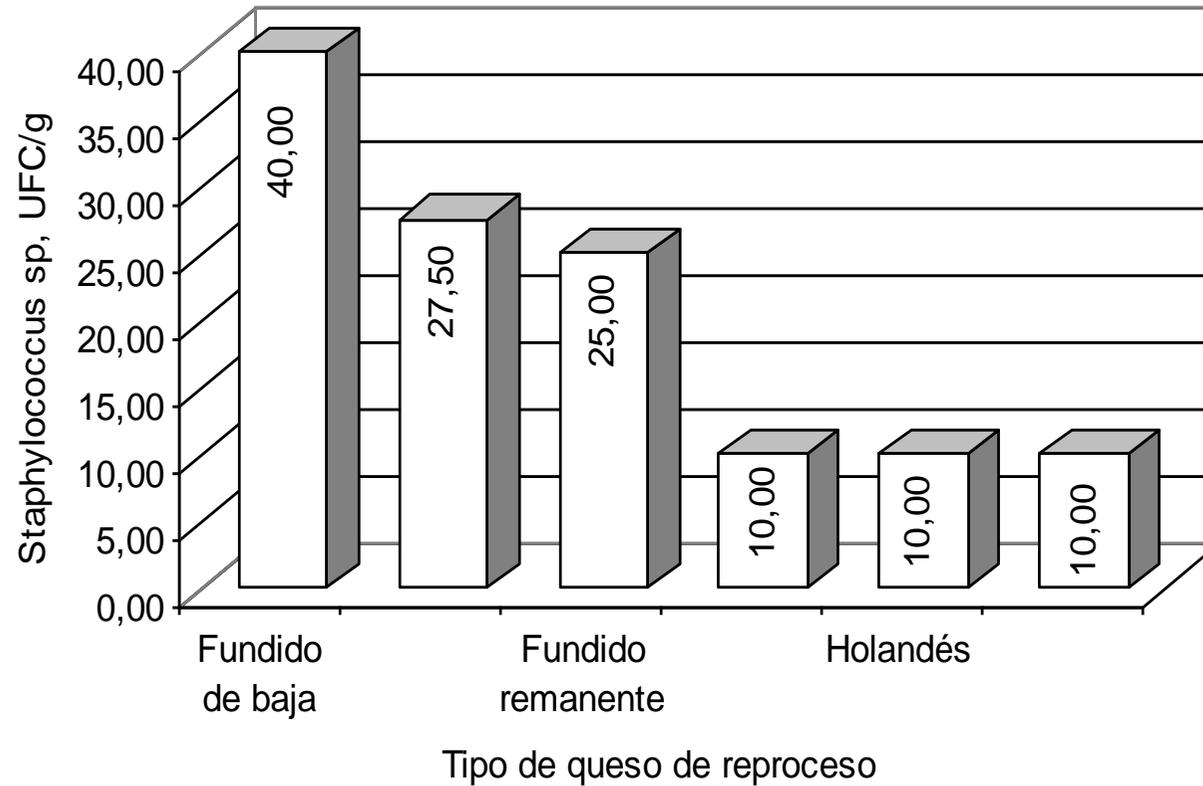


Gráfico 5. Presencia de *Staphylococcus sp* (UFC/g) en la harina de queso elaborada con diferentes tipos de queso de reproceso (quesos de rechazo que no califican a comercialización y no viables para el consumo directamente).

b. Escherichia coli

La carga bacteriana de *Escherichia coli* encontrada en las harinas de queso obtenidas al emplearse quesos de rechazo que no califican a comercialización y no viables para el consumo directamente, presentaron en todos los casos cantidades de 100 UFC/g, valor que se encuentra dentro de los límites de tolerancia que señalan las Normas INEN, (1996), donde se reporta que un queso para que sea apto para el consumo humano deben presentar la E. coli en un máximo de 100 UFC/g, ratificándose por tanto, lo que se señala en <http://www.senacyt.gob.pa>. (2007), en que el pH condiciona el desarrollo microbiano, así como también la harina de queso al presentar un bajo contenido de humedad (7,4 a 8,7 %), exista una escasa disponibilidad de agua libre, que impide el desarrollo de los microorganismos (Miranda, L. 2000).

c. Coliformes totales

La mayor cantidad de coliformes totales se observó en la harina de queso que se elaboró con queso fundido de baja del proceso con 475,00 UFC/g, valor que difiere estadísticamente ($P < 0,01$), con las cargas microbianas encontradas en las harinas obtenidas por empleo de los otros tipos de quesos de rechazo que no califican a comercialización y no viables para el consumo directamente, por cuanto las cantidades encontradas fueron de 200,00 UFC/g, cuando se empleó el queso fundido Rusty, 127,50 UFC/g con el fundido remanente y 100.00 UFC/g, en cada una de las harinas elaboradas con quesos Holandés, Parmesano y Cheddar, valores que comparados con las exigencias emitidas por el INEN (1996), así como por el Mercosur (2002), se encuentran entre los límites tolerables, ya que estas instituciones indican que un queso para que sea apto para el consumo deben presentar un máximo recomendado de 100 UFC/g y un recuento máximo permitido de 500 UFC/g, debiendo indicarse que las cantidades encontradas se debe principalmente a que la materia prima para la elaboración de la harina permaneció un tiempo considerable en almacenamiento, sin proveerles ningún tratamiento específico sanitario ni higiénico, sino que la baja carga microbiana encontrada puede deberse a los valores de pH de la harina, ya que según

Larrañaga, I. (1999), el pH casi neutro es el mejor para su crecimiento, pero se reduce su desarrollo con pH inferior a 4 y su actividad mínima de crecimiento es en pH de 0,95.

d. Hongos

Con respecto a la presencia de hongos (UPC = Unidades por Colonia) en la harina de queso, las medias determinadas no fueron diferentes estadísticamente ($P > 0.05$), por efecto de los diferentes tipos de quesos empleados en su elaboración, aunque numéricamente se observó mayores cantidades en las harinas elaboradas con los quesos fundidos Rusty y de los remanentes con 1225 UPC/g, reduciéndose a 1150 y 1025 UPC/g en las harinas elaboradas con el queso parmesano y el fundido de baja del proceso, en cambio que en menor cantidad se observaron por efecto del empleo de quesos Cheddar y Holandés con 975 y 900 UPC/g, respectivamente (gráfico 6), pudiendo indicarse que estas cantidades encontradas son efecto del manejo y tipo de almacenamiento que reciben los quesos de rechazo que no califican a comercialización y no viables para el consumo directamente, los mismos que son considerados como desperdicios, pero que en la actualidad, se lo puede emplear como materia prima para la elaboración de la harina de queso. Por otra parte, los valores registrados son superiores a los máximos recomendados por el INEN (1996), así como por el Mercosur (2002), pero son inferiores al recuento máximo permitido por estas instituciones, ya que los valores que señalan oscilan entre 500 y 5000 UPC/g, sin embargo las cantidades encontradas indican cierto grado de riesgo, ya que estos microorganismos producen micotoxinas que son compuestos producidos por diversos hongos de bajo peso molecular, aunque hay que destacar que las cantidades que hay que ingerir han de ser muy elevadas para producir efectos tóxicos (Larrañaga, I. 1999).

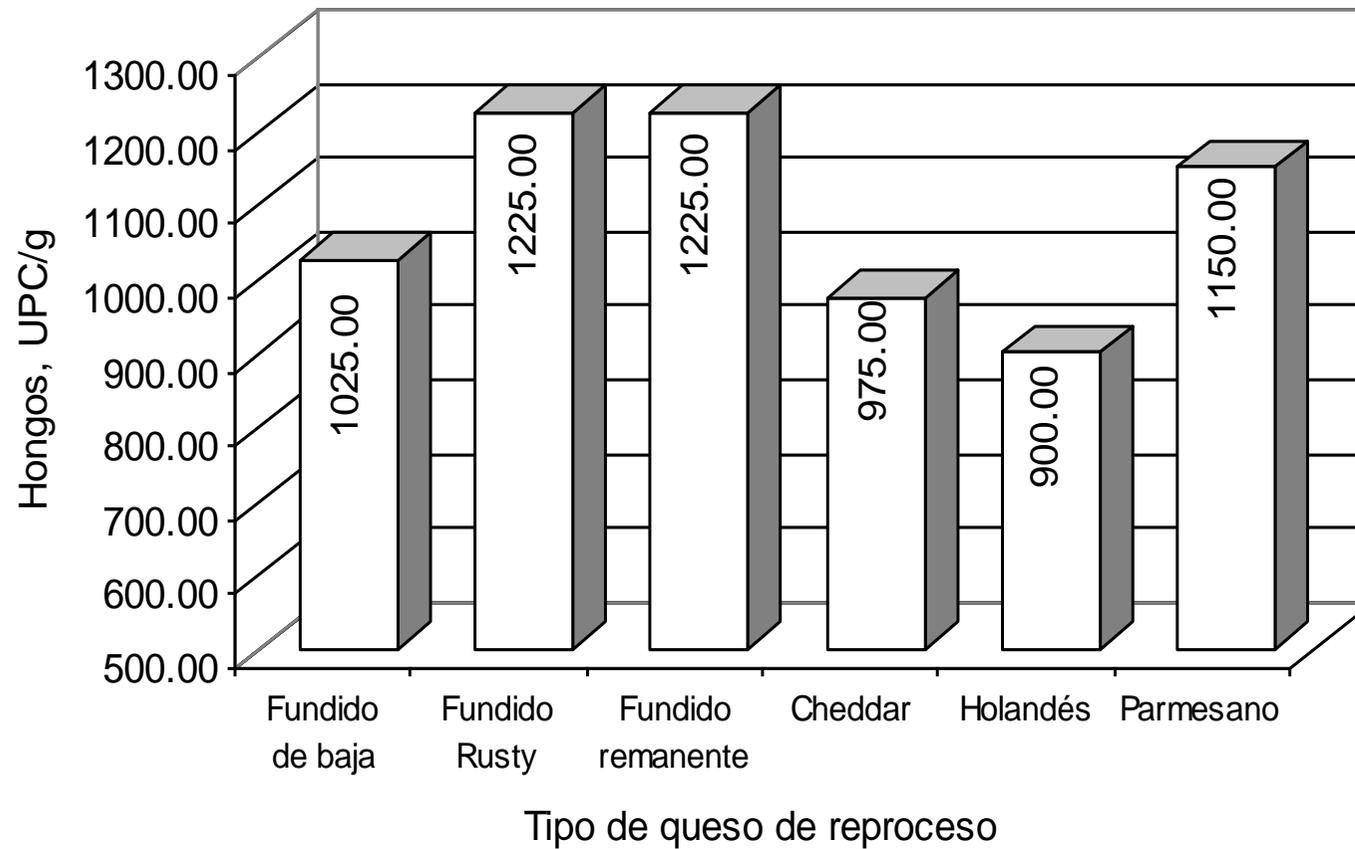


Gráfico 6. Presencia de Hongos (UPC/g) en la harina de queso elaborada con diferentes tipos de queso de reproceso (quesos de rechazo que no califican a comercialización y no viables para el consumo directamente).

e. Levaduras

La menor presencia de levaduras presentó la harina elaborada con queso Cheddar (650 UPC/g), que presenta diferencias significativas con las cantidades presentadas por las harinas obtenidas con los otros tipos de quesos de rechazo que no califican a comercialización y no viables para el consumo directamente que registraron cantidades entre 900 y 950 UPC/g, valores que están por debajo del máximo permitido por el INEN (1996) y el Mercosur (2002), que es de 5000 UPC/g, que se deben principalmente a que la materia prima utilizada para la elaboración de la harina, procede una bodega que no recibe ningún cuidado técnico ni higiénico, la misma que según Alais, C. (1998), las levaduras en las queserías pueden provocar fermentaciones gaseosas y sabores indeseables, así como floras esponjosas de la corteza húmeda del queso, pero que en todo caso, a pesar de existir la presencia de estos microorganismos, las cantidades encontradas de acuerdo a las recomendaciones del INEN (1996) y el Mercosur (2002), se consideran aptas para el consumo tanto humano como animal.

B. VALORACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DE LA HARINA DE QUESO ELABORADA CON DOS PROCESOS DE SECADO

Los resultados del análisis físico-químico y microbiológico de la harina de queso elaborada con quesos de rechazo que no califican a comercialización y no viables para el consumo directamente, por efecto de la utilización de diferentes tipos de secado (al horno y natural) se reportan en el cuadro 12, los mismos que se analizan a continuación:

Cuadro 12. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS E LA HARINA DE QUESO ELABORADA CON DIFERENTES PROCESOS DE SECADO (AL HORNO Y NATURAL) EN LA INDUSTRIA LECHERA FLORALP S.A.

Descripción	Tipo de secado		E. estándar	Probabilidad	Referencia INEN *
	Al horno	Natural			
pH	3,43 a	2,55 b	0,026	<0,001	
Acidez, °D	17,42 a	13,25 b	0,144	<0,001	
Humedad, %	8,20 a	7,33 b	0,078	<0,001	
M. Seca, %	91,80 b	92,67 a	0,078	<0,001	
Proteína, %	25,23 a	24,85 b	0,092	0,014	
Grasa, %	42,83 a	42,83 a		1,000	
Cenizas, %	7,38 a	7,07 b	0,042	<0,001	
Microbiológicas					
Staphylococcus sp., UFC/g	30,83 a	10,00 b	0,589	<0,001	1,0x10 ²
Escherichia coli, UFC/g	100,00	100,00			1,0x10 ²
Coliformes totales, UFC/g	217,50 a	150,00 b	14,446	0,006	5,0x10 ²
Hongos, UPC/g	1083,33 a	1083,33 a	47,140	1,000	5,0x10 ³
Levaduras, UPC/g	1116,67 a	650,00 b	32,275	<0,001	5,0x10 ³

Prob: >0,05 No existen significativas de acuerdo al ADEVA.

Prob: <0,05 Existen diferencias significativas de acuerdo al ADEVA.

Prob: <0,01 existen diferencias altamente significativas de acuerdo al ADEVA.

Promedios con letras diferentes en la misma fila difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey.

INEN *: Norma INEN 1528 (INEN, 1996).

1. Características físico-químicas

a. pH

El pH de la harina de queso obtenida por secado al horno es mayor que cuando se empleó el método natural ya que los valores encontrados fueron de 3,43 y 2,55, respectivamente, notándose por tanto que el pH de la harina es menos ácido cuando se procede a su deshidratación cuando se mantiene a temperaturas constantes y corrientes de aire, no así cuando se espera su deshidratación a través de los rayos solares, que a más de requerir más tiempo por cuanto la fuente de calor no es constante, posiblemente se desarrolla una mayor proliferación bacteriana, determinada por el pH (<http://www.senacyt.gob.pa>. 2007), notándose adicionalmente que este producto tiene características ácidas, lo que debería tenerse en cuenta cuando se lo emplee en la alimentación humana y animal.

b. Acidez

La acidez de la harina de queso presenta diferencias estadísticas altas ($P < 0.01$) por efecto de los tipos de secado, registrándose una acidez de 17,42 °D, cuando se deshidrato los quesos al horno y 13,25 °D, cuando se empleó medios naturales (gráfico 7), por lo que se considera que la harina a pesar de presentar características ácidas de acuerdo al pH analizado anteriormente, guarda relación con la acidez de los quesos de los cuales procede, ya que si se considera el reporte de Hansen, C. (2001), que indica que la acidez de los quesos varía entre 14° a 17° D, con pH entre 6 y 7, los valores obtenidos con el secado al horno se consideran normales, en cambio que al secarlo al natural, según <http://www.pasqualinonet.com.ar>. (2004), la materia prima sufre un período de fermentación por el tiempo que requiere, lo que le transfiere un mayor grado de acidez.

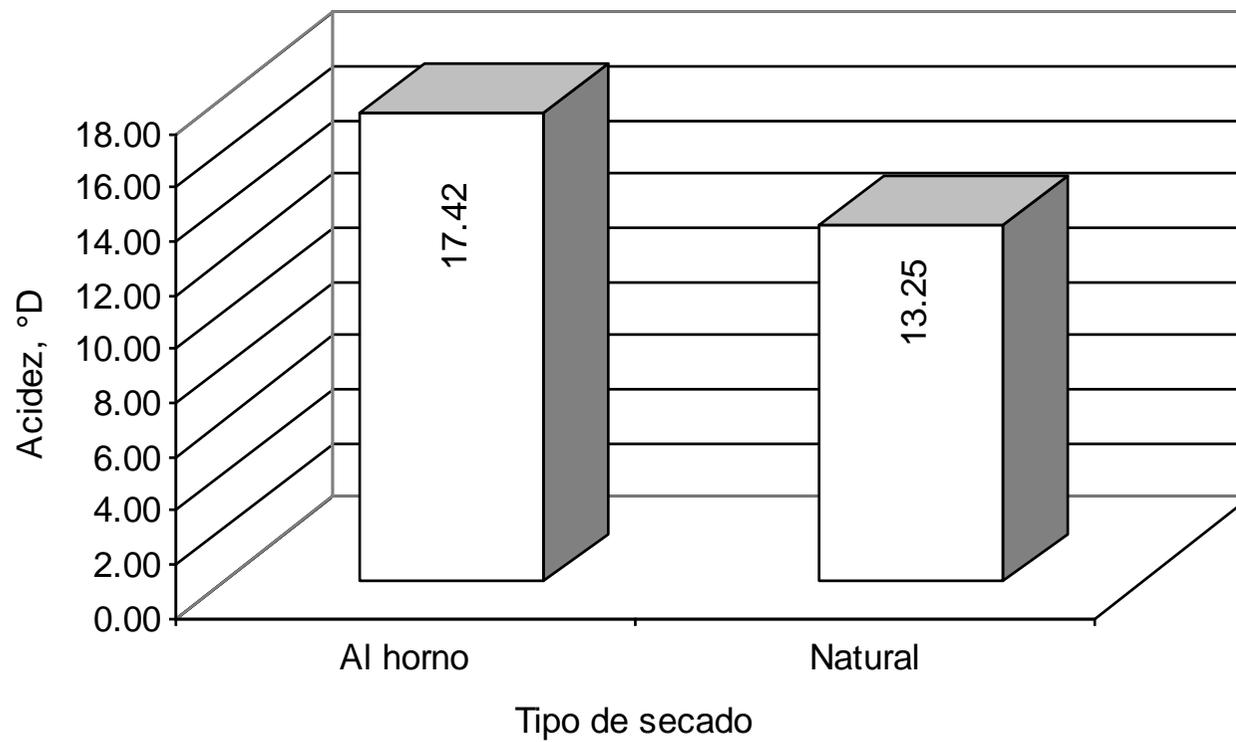


Gráfico 7. Acidez (°D) de la harina de queso obtenida mediante dos procesos de secado (al horno y natural) de quesos de reproceso.

c. Contenido de humedad

El proceso de secado en la obtención de la harina de queso afectó estadísticamente su contenido de humedad, registrándose una menor cantidad (7,33 %) cuando se lo secó mediante procesos naturales, que cuando se realizó mediante la utilización del horno (8,20 %), debido posiblemente a que en este proceso tuvo que incrementarse las corrientes de aire, para incrementar el proceso de deshidratación, pero debe tenerse en cuenta adicionalmente lo que se señala en <http://www.senacyt.gob.pa>. (2007), en que las características de los procesos elaborados dependen de las condiciones de temperatura y humedad a las que se procesan y mantengan.

d. Contenido de materia seca

El contenido de materia seca por ser inversamente al contenido de humedad, se determinó por consiguiente que la harina de queso obtenida por secado natural presente una mayor cantidad de materia seca que cuando se la deshidrató con el empleo del horno, ya que los valores registrados fueron de 92,67 y 91,80 %, respectivamente, que presentan diferencias altamente significativas entre estas.

e. Contenido de proteína

El contenido de proteína de la harina de queso obtenido de los quesos de rechazo que no califican a comercialización y no viables para el consumo directamente por efecto de los procesos de secado presentaron diferencias significativas ($P < 0.05$), por cuanto al secarse al horno se registró un mayor contenido de proteína que cuando se la deshidrató en forma natural ya que los valores determinados fueron de 25,23 y 24,85 %, respectivamente debiéndose posiblemente esta reducción del aporte proteico a la presencia de microorganismos presentes durante el secado natural.

Larrañaga, I. (1999), indica que los microorganismos necesitan agua, fuentes energéticas, nitrógeno, sales minerales y factores de crecimiento para su

desarrollo, por lo que se reduce el aporte proteico en la harina del queso, aunque su contenido por ser producto de la mezcla de varios tipos de quesos, los valores determinados tienen relación con el reporte de la Revista Vida (2003), donde se indica que la composición varía de acuerdo al tipo y a los procedimientos de elaboración, ya que los quesos frescos contienen de 10 a 12 %, los de pasta blanda contienen un 22% y los duros un 25%, por lo que considerando que la harina es un producto madurado que en su aporte proteico guarda relación con lo indicado en este reporte que es de alrededor del 25 %, pero que en todo caso se demuestra que la harina de queso es un producto altamente proteico(gráfico 8).

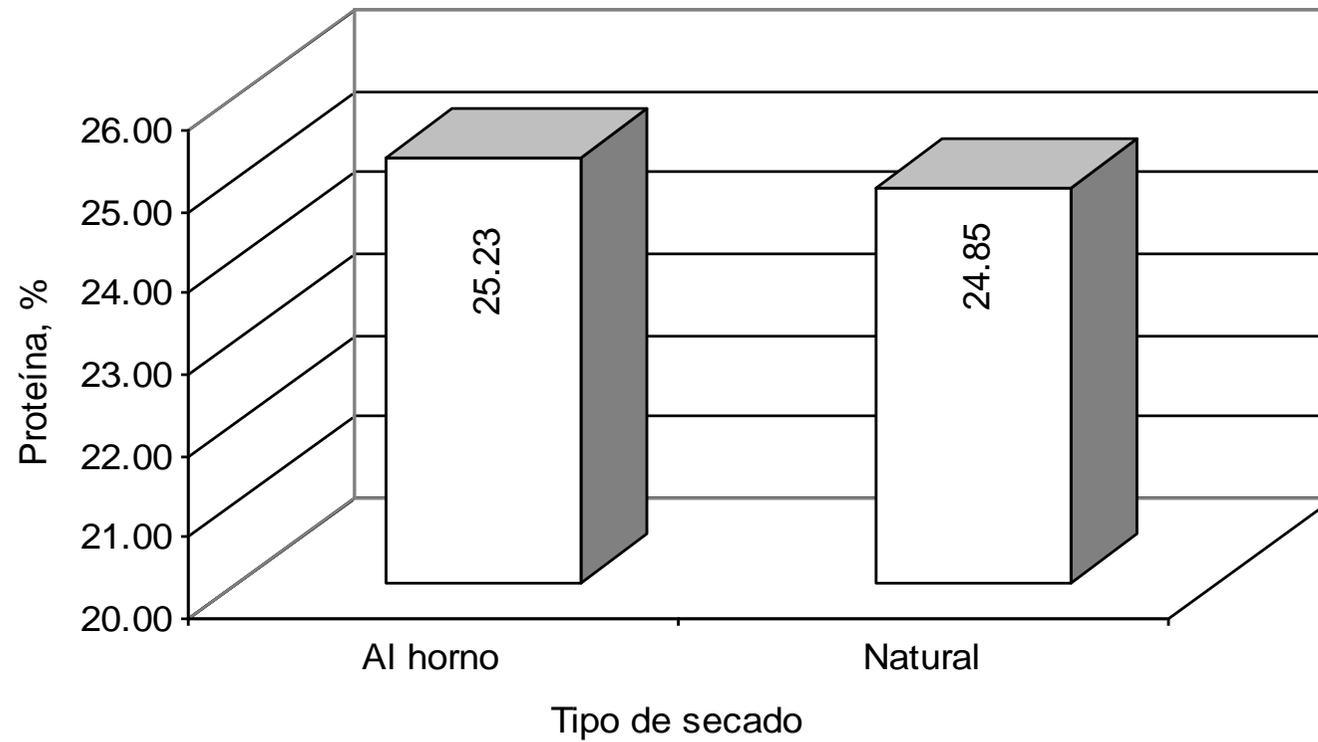


Gráfico 8. Contenido de proteína (%) en la harina de queso obtenida mediante dos procesos de secado (al horno y natural) de quesos de reproceso.

f. Contenido de grasa

En la elaboración de la harina de queso, los procesos de secado aplicados a las materias primas no alteraron el contenido de materia grasa, ya que las medias determinadas en ambos casos fue de 42,83 %, por lo que se puede considerar que durante el procesos de secado natural, que es donde se incrementa la cantidad de microorganismos en las materias primas, Larrañaga, I. (1999), indica que los microorganismos que contaminan los alimentos utilizan los hidratos de carbono, más que los ácidos grasos o las sustancias nitrogenadas, como fuente de energía, por lo que se considera que el aporte graso contenido en la harina, no sufrió transformación, por lo que clasificando a la harina de queso de acuerdo al contenido de grasa, puede pertenecer a la categoría de semigrasos, ya que mediante el Código alimentario Español (2005), el queso semigraso debe contener un mínimo de 25 % pero no más del 45 % de grasa, notándose adicionalmente que en la elaboración de la harina se utilizaron como materia prima quesos fundidos, que incrementan el contenido graso final, ya que en su elaboración muchas veces se le adiciona crema, para favorecer sus características de aceptación por el consumidor.

g. Contenido de cenizas

Los contenidos medios de cenizas de la harina de queso fueron diferentes estadísticamente ($P < .01$), por efecto los procesos de secado, por cuanto al emplearse el secado al horno la cantidad de cenizas registrada fue de 7,38 %, mientras que en el secado natural de 7,07 % (gráfico 9), lo que puede deberse a que en el secado al horno posiblemente con el calentamiento, se indujo a la formación de una harina con mayor humedad, debido a que se rompe el equilibrio del fosfato de calcio, con la liberación de los radicales sulfhídricos (SH-) de las proteínas solubles (Warner, N. 1990), aspecto este que no sucede cuando la deshidratación son por medios naturales.

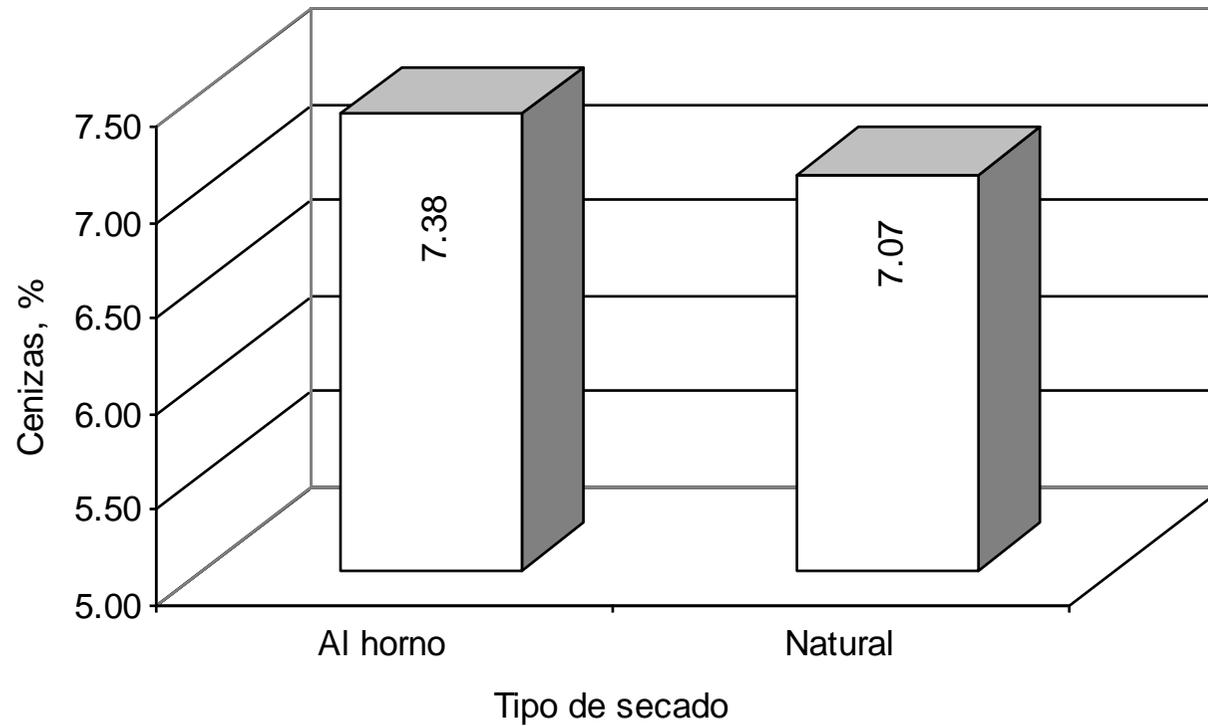


Gráfico 9. Contenido de cenizas (%) en la harina de queso obtenida mediante dos procesos de secado (al horno y natural) de quesos de reproceso.

2. Valoración microbiológica

a. **Staphylococcus sp**

La presencia de *Staphylococcus sp* en la harina de queso por efecto de los procesos de secado, registraron diferencias estadísticas altas ($P < 0.01$) entre las medias determinadas, por cuanto al deshidratar los quesos de rechazo que no califican a comercialización y no viables para el consumo directamente en el horno se registró una mayor presencia de estos microorganismos que cuando se empleó medios naturales (38,00 UFC/g frente 10,00 UFC/g, respectivamente), respuestas que pueden deberse a que en el secado al horno posiblemente se propició una temperatura adecuada para el desarrollo de los microorganismos, lo que esta representado en lo que señala Larrañaga, I. (1999), quién indica que los efectos de la temperatura sobre el crecimiento de los microorganismos se deben a las modificaciones que causa en el estado físico del agua a su mayor o menor disponibilidad para el germen, además, la temperatura influye en la velocidad de reacciones químicas y bioquímicas; y por tanto, en la tasa de crecimiento de los microorganismos, también puede considerarse que al haberse deshidrato al horno, la harina contenía un mayor porcentaje de humedad, con lo que se estaría propiciando una mayor cantidad de agua libre disponible (a_w) para el crecimiento microbiano y para los procesos químicos y enzimáticos, ya que los microorganismos como los seres vivos necesitan presencia de agua para la mayoría de los procesos metabólicos (<http://www.doschivos.com>. 2005), pero que en todo caso, las cantidades encontradas se enmarcan dentro de los requisitos exigidos por el INEN (1996), en la Norma INEN 1528, donde se indica que la cantidad permitida de *Staphylococcus* es de 100 UFC/g, por lo que se considera que la harina de queso obtenida es apta para el consumo humano y animal.

b. **Escherichia coli**

La presencia de *Escherichia coli*, fue en cantidades de 100 UFC/g en todas las muestras analizadas, debido posiblemente a que estas bacterias son sensibles a los tratamientos térmicos, no existiendo diferencias por efecto de los procesos de

secado, por lo que los valores determinados se encuentran dentro de los límites de tolerancia que señala el INEN (1996), en su norma respectiva que establece como requisito permitido 100 UFC de *E. coli* por gramo de alimento, ratificándose por tanto, que al contener la harina de queso poca humedad, haya escasa disponibilidad de agua libre, lo que impide el desarrollo de estos microorganismos (Miranda, L. 2000).

c. Coliformes totales

La presencia de coliformes totales en la harina de queso presentaron diferencias altamente significativas por los procesos de secado empleados en su elaboración, ya que al emplearse la deshidratación mediante el horno provocó que exista una mayor cantidad de coliformes totales (218 UFC/g), debido posiblemente a que la temperatura empleada favoreció el desarrollo de estos microorganismos, lo que es corroborado por Larrañaga, I. (1999), quién señala que la temperatura incide directamente sobre el crecimiento de los microorganismos, debido a las modificaciones que causa en el estado físico del agua, propiciando una mayor o menor disponibilidad para los microorganismos; en tanto que con el secado natural la presencia de coliformes totales se redujo, encontrándose 150 UFC/g (gráfico 10), aunque estos valores se consideran que se encuentran entre los márgenes de tolerancia para los consumidores, ya que el INEN (1996), como el Mercosur (2002), indican que un queso (en este caso la harina de queso) para que sea apto para el consumo deben presentar un máximo recomendado de 100 UFC/g y un recuento máximo permitido de 500 UFC/g.

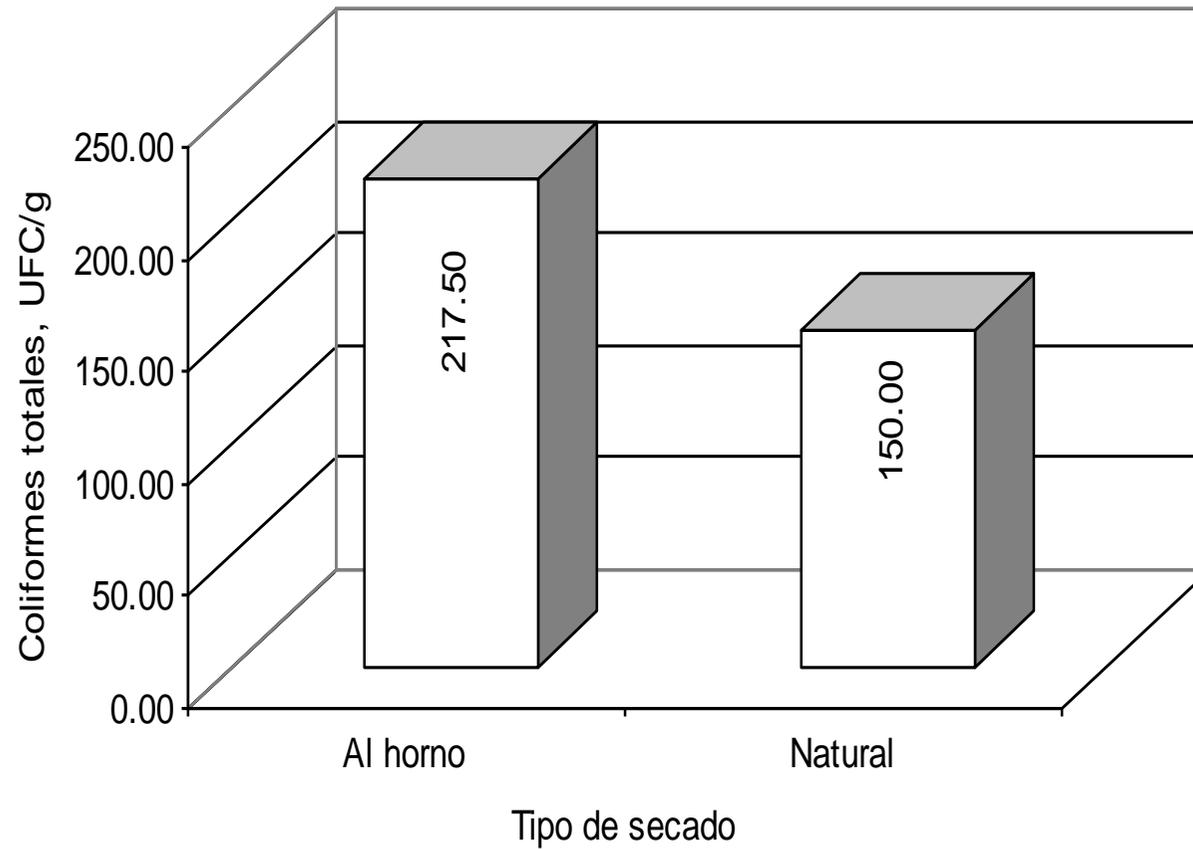


Gráfico 10. Presencia de coliformes totales (UFC/g) en la harina de queso obtenida mediante dos procesos de secado (al horno y natural) de quesos de reproceso.

d. Hongos

Con relación a la presencia de hongos en la harina de queso no existió diferencias estadísticas por efecto de los procesos de secado a los que se sometieron los quesos de rechazo que no califican a comercialización y no viables para el consumo directamente, por cuanto en ambos casos se establecieron medias de 1083 UPC/g, valores que se encuentran por debajo del límite permitido por el INEN (1996), ya que su norma correspondiente (INEN 1528. 1987-07), indica que su rango máximo permitido es de 5000 UPC/g, por lo que puede considerarse que la cantidad de hongos encontrados se debe a lo que se señala en <http://www.senacyt.gob.pa>. (2007), donde se señala que el tamaño y forma del queso están ligados al tipo de maduración que experimenta y a las condiciones de temperatura y humedad a las que se mantiene.

Estas condiciones tienen lugar una sucesión de microorganismos idónea, que utilizan el ácido láctico, neutralizando la pasta, por lo que en el presente estudio al parecer se propició las condiciones adecuadas en la elaboración de la harina de queso, por cuanto primeramente se realizó la recolección y selección de la materia prima, luego se procedió con el raspado y lavado de los quesos y proceder a picarlos, para establecer un tamaño uniforme de los trozos a ser sometidos a la deshidratación, obteniendo como resultado un alimento apto para el consumo, tanto para los humanos como para los animales, ya que a pesar de haberse determinado la presencia de hongos, las cantidades que habría que ingerir han de ser muy elevadas para que se produzcan efectos tóxicos.

e. Levaduras

La presencia de levaduras en la harina de queso obtenida por efecto de los procesos de secado de los quesos de rechazo que no califican a comercialización y no viables para el consumo directamente, presentaron diferencias altamente significativas entre las medias establecidas, ya que la cantidad de levaduras observadas en la harina elaborada por deshidratación al horno fue de 1117 UPC/g, en cambio que cuando se utilizó el proceso de secado natural, la carga

observada fue de 650 UPC/g (gráfico 11), lo que denota que al emplear temperaturas de 80 °C, durante aproximadamente 48 horas, se favorece el desarrollo de las levaduras, debido posiblemente a lo que se señala en <http://www.senacyt.gob.pa>. (2007), donde se indica que las condiciones de temperatura y humedad da lugar una sucesión de microorganismos idónea, consistente en levaduras y mohos halotolerantes que utilizan el ácido láctico, neutralizando la pasta y permitiendo el desarrollo posterior de bacterias, debido a que durante la proteólisis se acumulan una gran variedad de productos durante la maduración, por cuanto la actividad de mohos y levaduras origina la degradación de los componentes elevando el pH como se observó en la harina de queso obtenida por deshidratación al horno, pero debe también considerarse que las cantidades encontradas están por debajo del máximo permitido por el INEN (1996) y el Mercosur (2002), que es de 5000 UPC/g, lo que determina que este producto sea apto para el consumo.

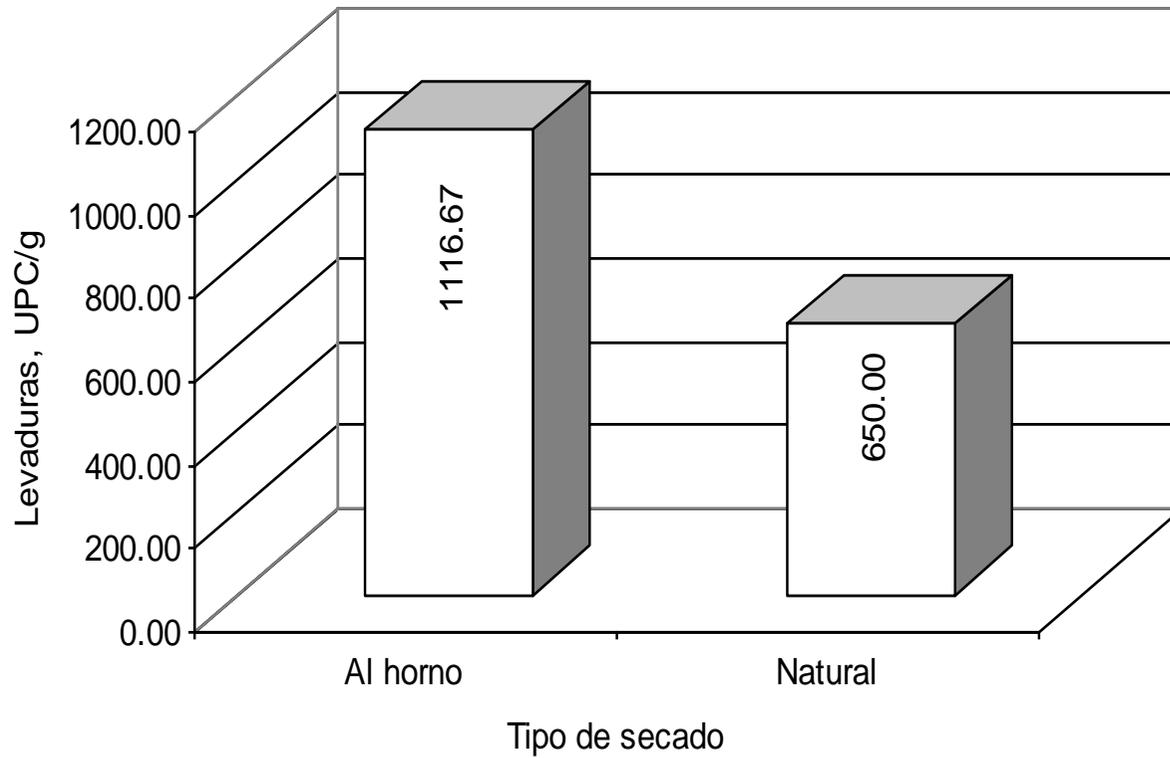


Gráfico 11. Presencia de levaduras (UPC/g) en la harina de queso obtenida mediante dos procesos de secado (al horno y natural) de quesos de reproceso.

C. VALORACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DE LA HARINA DE QUESO ELABORADA CON DIFERENTES TIPOS DE QUESOS DE REPROCESO BAJO DOS PROCESOS DE SECADO

1. Características físico-químicas

a. pH

Las medias determinadas del pH de la harina de queso obtenida de diferentes tipos de queso de reproceso y sometidos a diferentes procesos de secado (cuadro 13), presentaron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$), registrándose las mejores características con el empleo de quesos fundidos remanentes, baja del proceso y el Rusty, secados al horno, que presentaron valores de pH de 4.95, 4.85 y 4.80, respectivamente, en cambio que al emplearse los quesos Cheddar, Holandés y Parmesano, secados mediante proceso natural, los pH determinados fueron de 1,3, 1,0 y 1,0, en su orden (gráfico 12), lo que determina que al emplearse quesos fundidos en la elaboración de la harina de queso favorecen a esta característica, ya que este tipo de queso al estar elaborado de igual forma a partir de quesos madurados, que son sometidos a tratamientos posteriores posiblemente (González, M. 2002), tienden a mantener estas características, aún más si son secados al horno, a diferencia de los quesos Cheddar, Holandés y Parmesano, que durante el almacenamiento no recibieron tratamiento alguno, se eleva los índices microbiológicos, lo que permite que el pH del queso baje radicalmente, debido a lo que señala <http://www.senacyt.gob.pa>. (2007), en que durante los primeros días de la maduración, las bacterias se desarrollan rápidamente en su interior, que determina una alta producción de ácidos, que reducen el nivel del pH.

Cuadro 13. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE LA HARINA DE QUESO ELABORADA CON DIFERENTES TIPOS DE QUESO DE REPROCESO BAJO DOS SISTEMAS DE SECADO, EN LA INDUSTRIA LECHERA FLORALP S.A.

Factores de estudio		Parámetros															
		pH	Acidez (°D)		Humedad (%)		M. seca (%)		Proteína (%)		Grasa (%)		Cenizas (%)		Rendimiento (%)		
Tipo de queso	Secado																
Fundido de baja	Al Horno	4,85	a	26,00	a	9,71	a	90,30	c	26,10	ab	46,00	a	7,50	ab	61,37	a
Fundido de baja	Natural	4,45	b	22,00	c	7,75	bc	92,25	ab	25,05	b	46,00	a	7,00	b	49,02	bc
Fundido Rusty	Al Horno	4,80	ab	24,50	ab	7,71	bc	92,30	ab	25,10	b	44,00	b	7,15	b	48,73	bc
Fundido Rusty	Natural	4,00	c	20,50	cd	7,40	c	92,60	a	25,10	b	44,00	b	7,10	b	46,81	c
Fundido remanente	Al Horno	4,95	a	24,00	b	8,74	ab	91,27	bc	26,85	a	40,00	c	8,00	a	55,24	ab
Fundido remanente	Natural	3,50	d	19,50	d	7,25	c	92,75	a	25,15	b	40,00	c	7,00	b	45,86	c
Cheddar	Al Horno	2,00	e	8,50	f	7,62	c	92,39	a	25,60	ab	46,00	a	7,25	b	48,16	c
Cheddar	Natural	1,35	f	6,00	g	7,15	c	92,85	a	24,95	bc	46,00	a	7,00	b	45,23	c
Holandés	Al Horno	1,90	e	10,00	ef	7,48	c	92,53	a	25,15	b	46,00	a	7,35	b	47,27	c
Holandés	Natural	1,00	f	5,50	g	7,25	c	92,75	a	25,15	b	46,00	a	7,15	b	45,86	c
Parmesano	Al Horno	2,10	e	11,50	e	7,98	bc	92,02	ab	22,55	d	35,00	d	7,05	b	50,47	bc
Parmesano	Natural	1,00	f	6,00	g	7,20	c	92,80	a	23,70	cd	35,00	d	7,15	b	45,55	c
Error estándar		0,065		0,354		0,191		0,191		0,225				0,102		1,210	
Probabilidad		<0,001		0,026		0,003		0,003		0,001		<0,001		0,002		0,003	

Prob: >0,05 No existen significativas de acuerdo al ADEVA.

Prob: <0,05 Existen diferencias significativas de acuerdo al DEVA.

Prob: <0,01 existen diferencias altamente significativas de acuerdo al ADEVA .

Promedios con letras diferentes en la misma fila difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey.

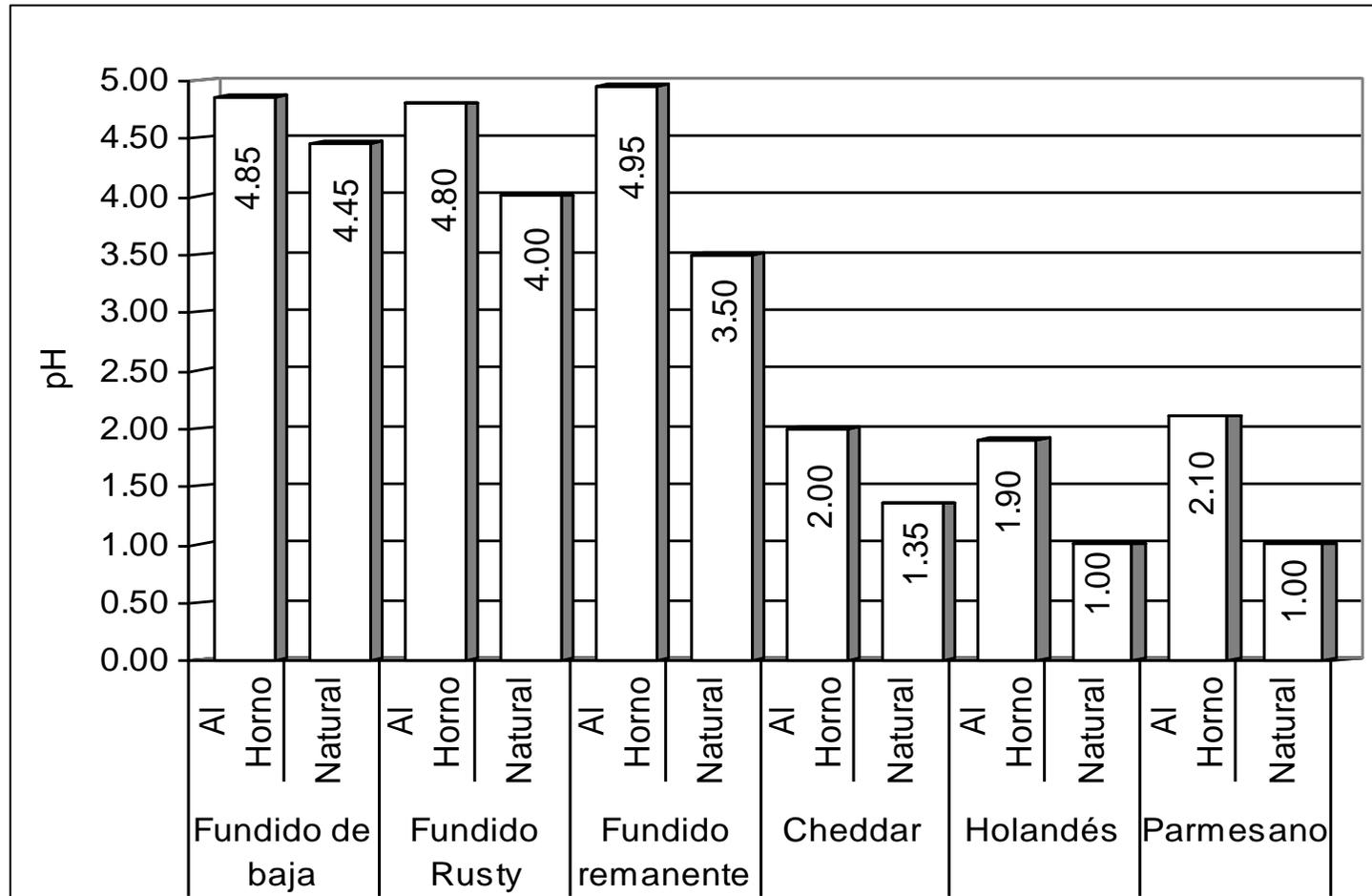


Gráfico 12. pH de la harina de queso obtenida de diferentes tipos de queso de reproceso sometidos a diferentes procesos de secado (al horno y natural).

b. Acidez

La acidez de la harina de queso por efecto de la interacción entre tipos de materias primas y procesos de secado, presentaron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre las medias obtenidas, observándose los mayores valores de acidez en las harinas obtenidas de los quesos fundidos de baja de proceso y del Rusty, que se secaron al horno, en los que se determinaron valores 26,00 y 24,50 °D, en su orden, en cambio cuando se emplearon los quesos Holandés y parmesano secados al natural, la acidez determinada fueron de 5,50 y 6,00 °D, que son los valores extremos encontrados en el presente trabajo, que denotan que el empleo de quesos de rechazo que no califican a comercialización y no viables para el consumo directamente, que no han sido sometidos a ningún tratamiento previo, registraron características de acidez no deseables, ya que según <http://www.pasqualinonet.com.ar>. (2004), cuando el queso pasa por un período de fermentación le transfiere un mayor grado de acidez, más aun si no se tiene en cuenta los cuidados higiénicos necesarios durante el almacenamiento de las materias primas antes de la elaboración de la harina de queso.

c. Contenido de humedad

La utilización de los diferentes tipos de materias primas y procesos de secado en la elaboración de harina de queso, determinaron su contenido de humedad, por cuanto se establecieron diferencias altamente significativas entre las medias determinadas, ya que al emplearse los quesos fundidos dados de baja y los de remanente en el proceso, secados al horno presentaron los mayores contenidos de humedad (9,71 y 8,74 %, respectivamente), a diferencia de los otros tratamientos considerados que presentaron valores entre 7,15 y 7,75 % de humedad, que son los casos extremos, y que corresponden a la harina obtenida de los quesos Cheddar y fundido dado de baja en el proceso y que se deshidrataron con secado natural, deduciéndose por tanto que los quesos fundidos cuando son secados al horno tienden a perder una menor proporción de humedad que cuando se los sea con métodos naturales, respuestas que ratifican lo enunciado en <http://www.senacyt.gob.pa>. (2007), donde se reporta que el

tamaño y forma del queso están ligados al tipo de maduración que experimenta y a las condiciones de temperatura y humedad a las que se mantienen.

d. Contenido de materia seca

El contenido de materia seca por ser inversamente proporcional al contenido de humedad, se encontró de igual manera que las medias de los diferentes tratamientos evaluados en base a los factores de estudio presentaron diferencias altamente significativas, ya que se registró los menores contenidos de materia seca en las harinas elaboradas con queso fundido de baja y del remanente del procesos, secados al horno que presentaron contenidos de 90,30 y 91,27 %, en cambio que las otras harinas de queso obtenidas presentaron mayores aportes de materia seca, las mismas que variaron entre 92,25 y 92,80 % (gráfico 13), por lo que se ratifica lo enunciado anteriormente, en que este contenido dependerá del tiempo de secado y del manejo que se dé durante el proceso de elaboración, así como también a las condiciones de temperatura y humedad en las que se mantienen las materias primas.

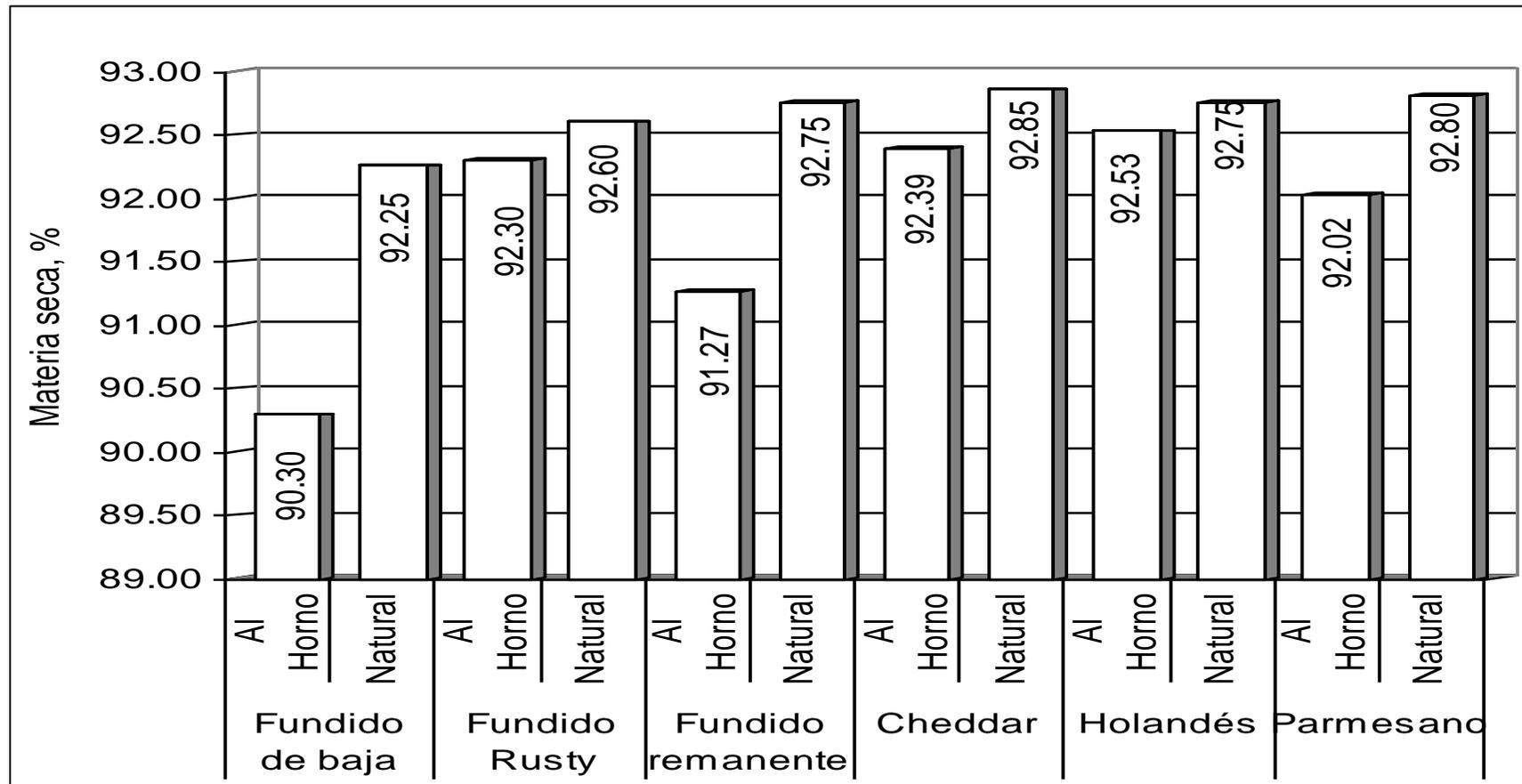


Gráfico 13. Contenido de materia seca (%) en la harina de queso obtenida de diferentes tipos de queso de reproceso sometidos a diferentes procesos de secado (al horno y natural).

e. Contenido de proteína

Los mayores contenidos de proteína en la harina de queso se observaron cuando se emplearon en su elaboración los quesos fundidos dados de baja en el proceso, así como en los remanentes secados al horno, que presentaron contenidos entre 26,10 y 26,85 %, en cambio que los menores contenidos proteicos se establecieron cuando se empleó como materia prima el queso parmesano secado tanto al horno como al natural, ya que el contenido de proteína de esta harina fue de 22,55 y 23,50 %, respectivamente (gráfico 14), que son los casos extremos determinados mediante las pruebas estadísticas, que determinan influencia significativa entre la interacción de los tipos de queso empleados para su elaboración así como los métodos de secado, aunque se debe tener en cuenta lo que reporta la Revista Vida (2003), y que se ratifica en el presente trabajo, que la composición nutritiva principalmente el aporte de proteína varía de acuerdo al tipo y a los procedimientos de elaboración del queso, notándose por consiguiente que la harina de queso por ser un producto deshidratado contiene una mayor concentración proteica pero que está en función de la materia prima empleada para su elaboración, por lo que los valores determinados permiten señalar que la harina de queso es un producto altamente proteico.

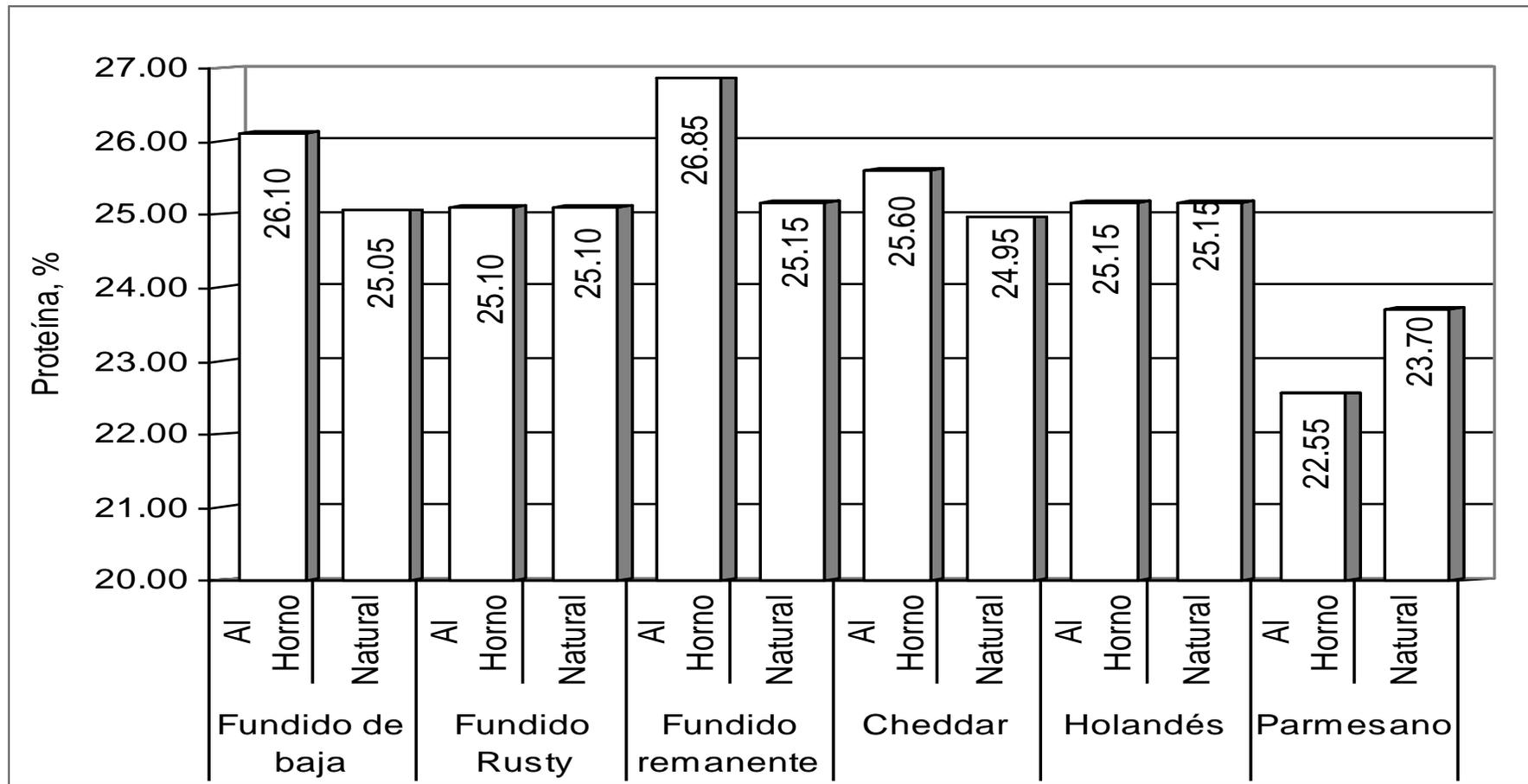


Gráfico 14. Contenido de proteína (%) en la harina de queso obtenida de diferentes tipos de queso de reproceso sometidos a diferentes procesos de secado (al horno y natural).

f. Contenido de grasa

Los contenidos de grasa en las harinas de queso elaboradas con diferentes tipos de quesos de rechazo que no califican a comercialización y no viables para el consumo directamente, sometidos a dos procesos de secados, registraron diferencias altamente significativas entre las medias determinadas, ya que los mayores contenidos de grasa en la harina (46.00 %) se determinaron cuando se emplearon los quesos fundidos dados de baja en el proceso de elaboración, así como con el holandés y Cheddar, secados tanto al natural como al horno, en menor cantidad se observaron en las harinas elaboradas con quesos fundidos Rusty y el remanente que presentaron contenidos grasos entre 40.00 y 44.00 %, en cambio que la harina del queso parmesano presentó el aporte más bajo de grasa que corresponde al 35.00 % (gráfico 15), notándose en este parámetro que la parecer el tipo de secado no influye en los valores obtenidos, sino que tienen una relación directa con el tipo de queso empleado, por cuanto González, M (2002), manifiesta que el queso fundido se fabrica a partir de quesos madurados, que son sometidos a tratamientos posteriores; y contiene normalmente entre 30 y 45% de grasa sobre el contenido total de sólidos, aunque también se elaboran variedades de quesos fundidos con mayor o menor contenido en grasa.

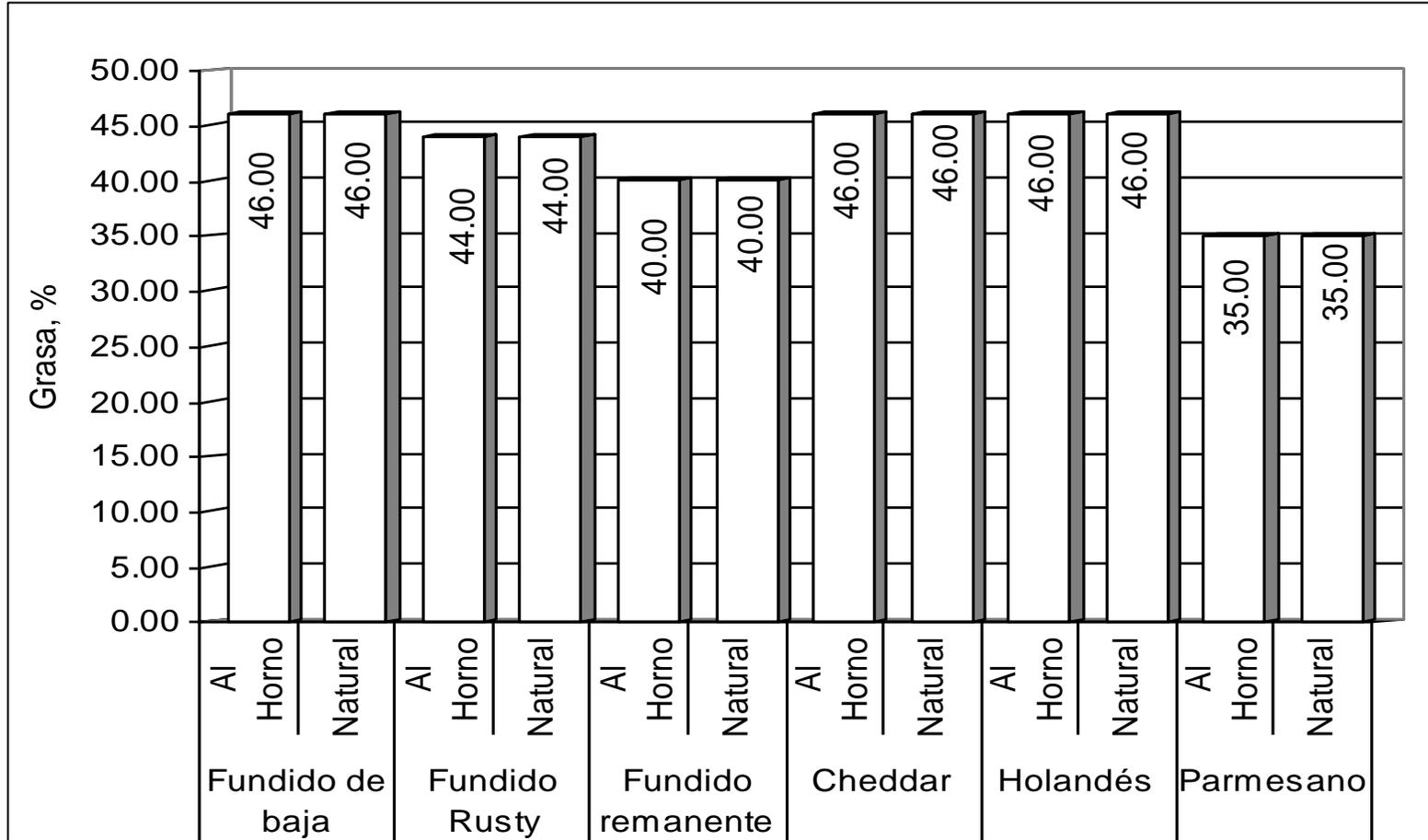


Gráfico 15. Contenido de grasa (%) en la harina de queso obtenida de diferentes tipos de queso e reproceso sometidos a diferentes procesos de secado (al horno y natural).

g. Contenido de cenizas

De igual manera, los contenidos de cenizas de la harina de queso dependieron del tipo de materia prima empleado y de los procesos de secados aplicados, por cuanto entre las medias se establecieron diferencias altamente significativas, por cuanto al emplearse los quesos fundidos dados de baja en el proceso y considerados remanentes del mismo, secados al horno presentaron contenidos entre 7.50 y 8.00 % de cenizas, en cambio que con los otros tipos de quesos utilizados como materias primas, se registraron cantidades de cenizas que fluctuaron de 7.00 a 7.35 %, que corresponden a las harinas elaboradas con queso fundidos dados de baja secados al natural y por efecto del empleo del queso Holandés y secado al horno (gráfico 16), debiendo tenerse en cuenta que posiblemente la mayor cantidad de cenizas registradas en las harinas de los quesos fundidos se deban a que en el proceso de su elaboración según la página <http://eris.unalmed.edu.co> (2005), el queso fundido resulta de la mezcla de varios quesos como son los quesos frescos, Holandés, Mozzarella y Cheddar, una vez molidos son sometidos a procesos térmicos con la adición de agua y sales fundentes.

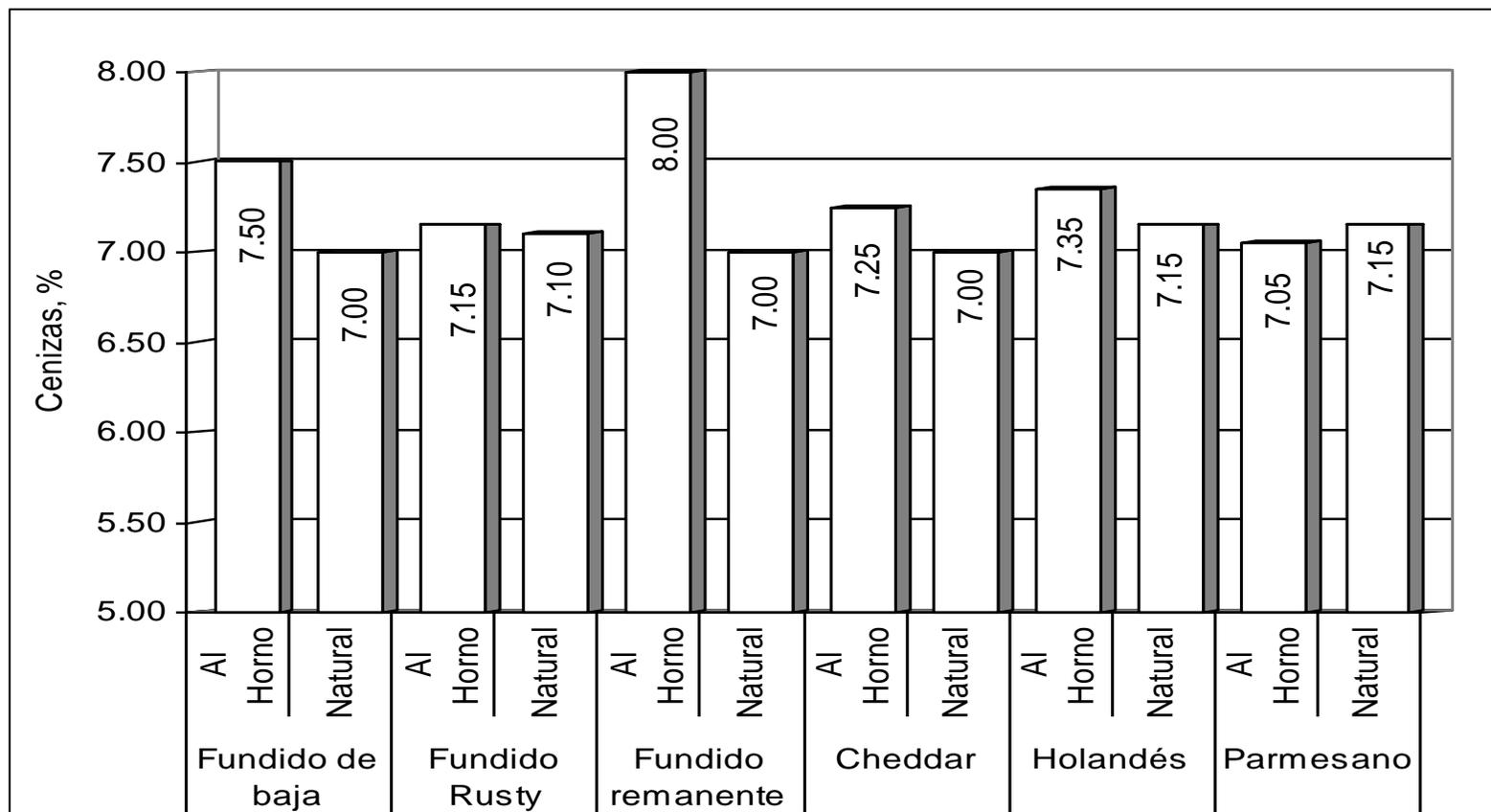


Gráfico 16. Contenido de cenizas (%) en la harina de queso obtenida de diferentes tipos de queso de reproceso sometidos a diferentes procesos de secado (al horno y natural).

2. Valoración microbiológica

a. **Staphylococcus sp**

Las cantidades de *Staphylococcus sp* encontrados en la harina de queso obtenida de diferentes tipos de queso de reproceso y sometidos a diferentes procesos de secado (cuadro 14), establecieron que las medias presenten diferencias significativas altas ($P < 0,01$), observándose la mayor cantidad de estos microorganismos (70,0 UFC/g) en la harina elaborada con queso fundido de baja secado al horno, reduciéndose a 40 y 45 UFC/g con el empleo de los quesos fundidos Rusty y remanente, secados de igual manera al horno, en tanto que el resto de tratamientos presentaron únicamente 10,00 UFC/g (gráfico 17), por lo que al considerar las cantidades encontradas son efecto del contenido de humedad de la harina, ya que según <http://www.doschivos.com>. (2005), los microorganismos requieren de agua libre disponible (a_w) para su crecimiento y multiplicación, así como para los procesos químicos y enzimáticos, ya que los microorganismos como los seres vivos necesitan presencia de agua para la mayoría de los procesos metabólicos.

Cuadro 14. CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS DE LA HARINA DE QUESO ELABORADA CON DIFERENTES TIPOS DE QUESOS DE REPROCESO BAJO DOS SISTEMAS DE SECADO, EN LA INDUSTRIA LECHERA FLORALP S.A.

Factores de estudio		Carga microbiana de						
		Staphylococoos sp. (UFC/g)	Escherichia coli (UFC/g)	Coliformes totales (UFC/g)	Hongos (UPC/g)	Levaduras (UPC/g)		
Tipo de queso	Secado							
Fundido de baja	Al Horno	70,00	a	100,00	700,00	a 900,00	a 1100,00	ab
Fundido de baja	Natural	10,00	c	100,00	250,00	b 1150,00	a 700,00	bc
Fundido Rusty	Al Horno	45,00	b	100,00	200,00	b 1300,00	a 1300,00	a
Fundido Rusty	Natural	10,00	c	100,00	200,00	b 1150,00	a 600,00	c
Fundido remanente	Al Horno	40,00	b	100,00	105,00	b 1300,00	a 1150,00	a
Fundido remanente	Natural	10,00	c	100,00	150,00	b 1150,00	a 700,00	bc
Cheddar	Al Horno	10,00	c	100,00	100,00	b 1100,00	a 700,00	bc
Cheddar	Natural	10,00	c	100,00	100,00	b 850,00	a 600,00	c
Holandés	Al Horno	10,00	c	100,00	100,00	b 700,00	a 1150,00	a
Holandés	Natural	10,00	c	100,00	100,00	b 1100,00	a 700,00	bc
Parmesano	Al Horno	10,00	c	100,00	100,00	b 1200,00	a 1300,00	a
Parmesano	Natural	10,00	c	100,00	100,00	b 1100,00	a 600,00	c
Error estándar		1,443			35,385	115,470	79,057	
Probabilidad		<0,001			<0,001	0,085	0,023	

Prob: >0,05 No existen significativas de acuerdo al ADEVA.

Prob: <0,05 Existen diferencias significativas de acuerdo al ADEVA.

Prob: <0,01 existen diferencias altamente significativas de acuerdo al ADEVA.

Promedios con letras diferentes en la misma fila difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey.

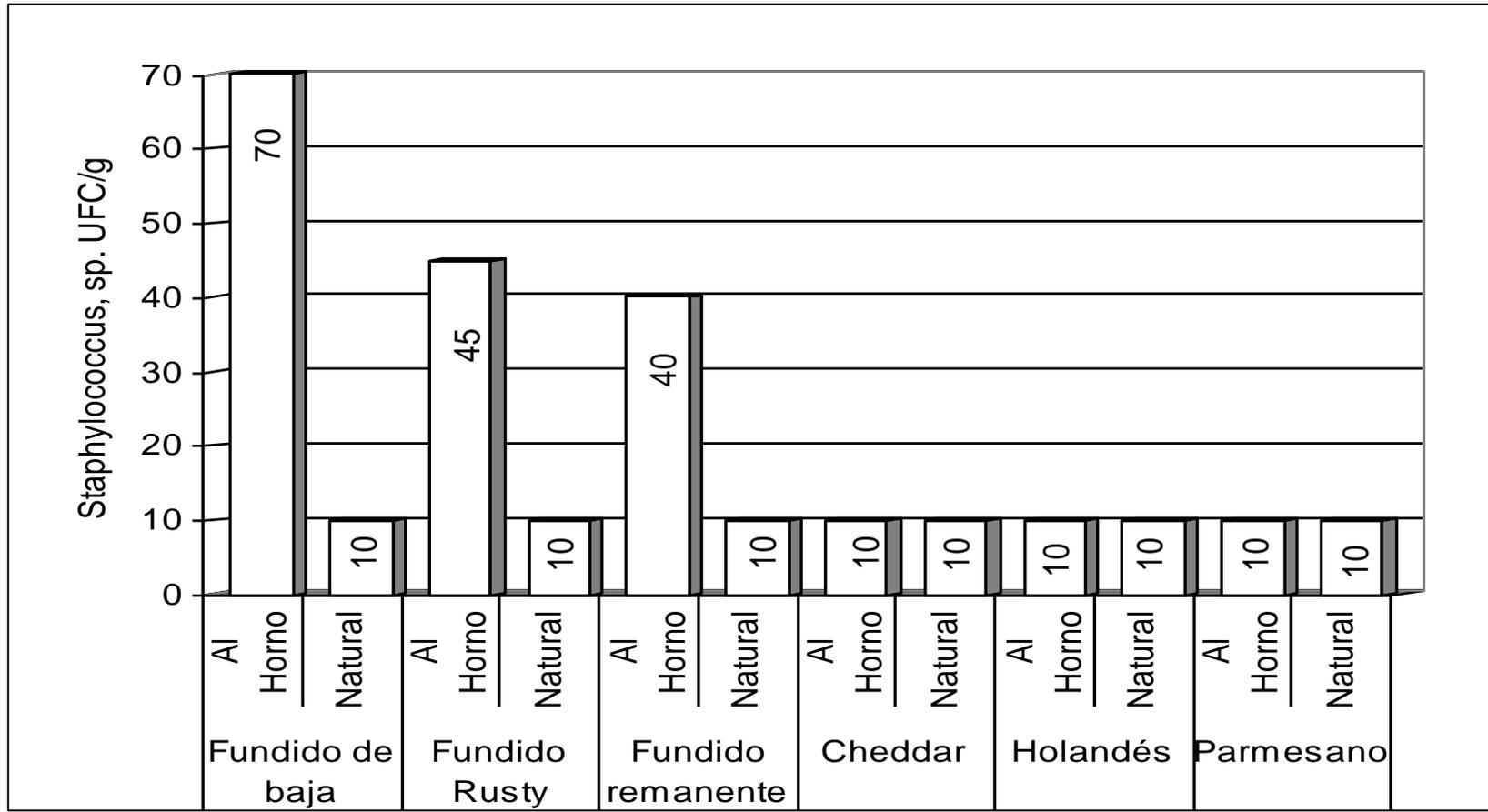


Gráfico 17. Presencia de *Staphylococcus sp.* (UFC/g) en la harina de queso obtenida de diferentes tipos de queso de reproceso sometidos a diferentes procesos de secado (al horno y natural).

b. Escherichia coli

La presencia de *Escherichia coli*, en las harinas queso obtenidas con el empleo de diferentes tipos de queso de reproceso y sometidos a diferentes procesos de secado, contenían cantidades de 100 UFC/g, por lo que se consideran que están dentro de los límites de tolerancia que señalan las Normas INEN (1996), donde se reporta que un alimento para que sea apto para el consumo humano deben presentar un máximo de 100 UFC/g.

c. Coliformes totales

Las cantidades de coliformes totales encontradas se deben principalmente a que la materia prima para la elaboración de la harina permaneció un tiempo considerable en almacenamiento, sin proveerles ningún tratamiento específico sanitario ni higiénico, por lo que al parecer los métodos de secado tienen poca influencia, aunque mediante el análisis de variancia se estableció diferencias altamente significativas entre las medias alcanzadas con el empleo del queso fundido dado de baja en el proceso secado al horno que presentó 700 UFC/g, con el resto de tratamientos que fluctúan entre 100,00 y 250,00 UFC/g (gráfico 18), considerándose que este último grupo se encuentra dentro de los límites de tolerancia señalados por el INEN (1996) y el Mercosur (2002), ya que estas instituciones indican que un queso para que sea apto para el consumo deben presentar un máximo recomendado de 100 UFC/g y un recuento máximo permitido de 500 UFC/g, lo que no sucede con la harina obtenida del queso fundido dado de baja en el proceso secada al horno, cuyo valor excede los indicados, considerándose no apta higiénicamente para el consumo humano, por lo que además se debería investigar la aplicación de determinados productos bacteriostáticos y fungicidas, que permitan reducir las cargas microbianas encontradas.

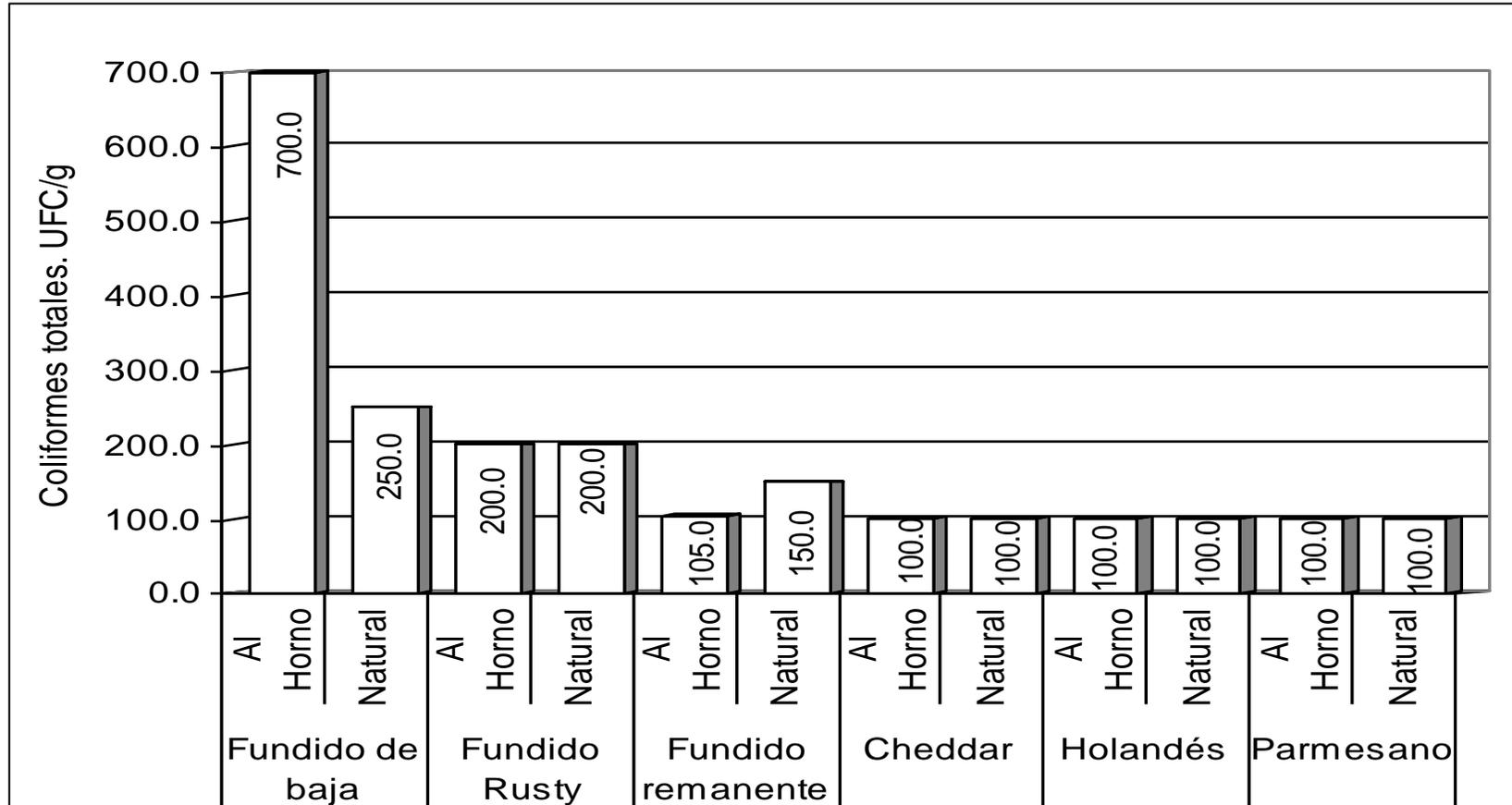


Gráfico 18. Presencia de Coliformes totales (UFC/g) en la harina de queso obtenida de diferentes tipos de queso de reproceso sometidos a diferentes procesos de secado (al horno y natural).

d. Hongos

Con respecto a la presencia de hongos en las harinas de quesos obtenidos por efecto de la interacción entre los diferentes tipos de queso de reproceso y métodos de secado, se estableció que las medias encontradas no presentan diferencias estadísticas ($P > 0,05$), aunque numéricamente se estableció que los valores fluctúan entre 700 y 1300 NMP/g, que corresponden a las harinas elaboradas con quesos holandés de reproceso secados al horno y del queso fundido de remanente secado al horno, respectivamente (gráfico 19), por lo que puede indicarse que estas cantidades encontradas pueden deberse a la contaminación del medio ambiente, las instalaciones y utensilios mal higienizadas, ya que no se da ningún tratamiento higiénico a los quesos de rechazo que no califican a comercialización y no viables para el consumo directamente, que son considerados en la planta como contaminantes más que materia prima, por lo que a través de la presente metodología puede obtenerse un producto altamente proteico y apto para el consumo humano, ya que se enmarcan en los límites permitidos por el INEN (1996) y Mercosur (2002), ya que estas instituciones indican que su rango máximo permitido oscilan entre 500 y 5000 UPC/g.

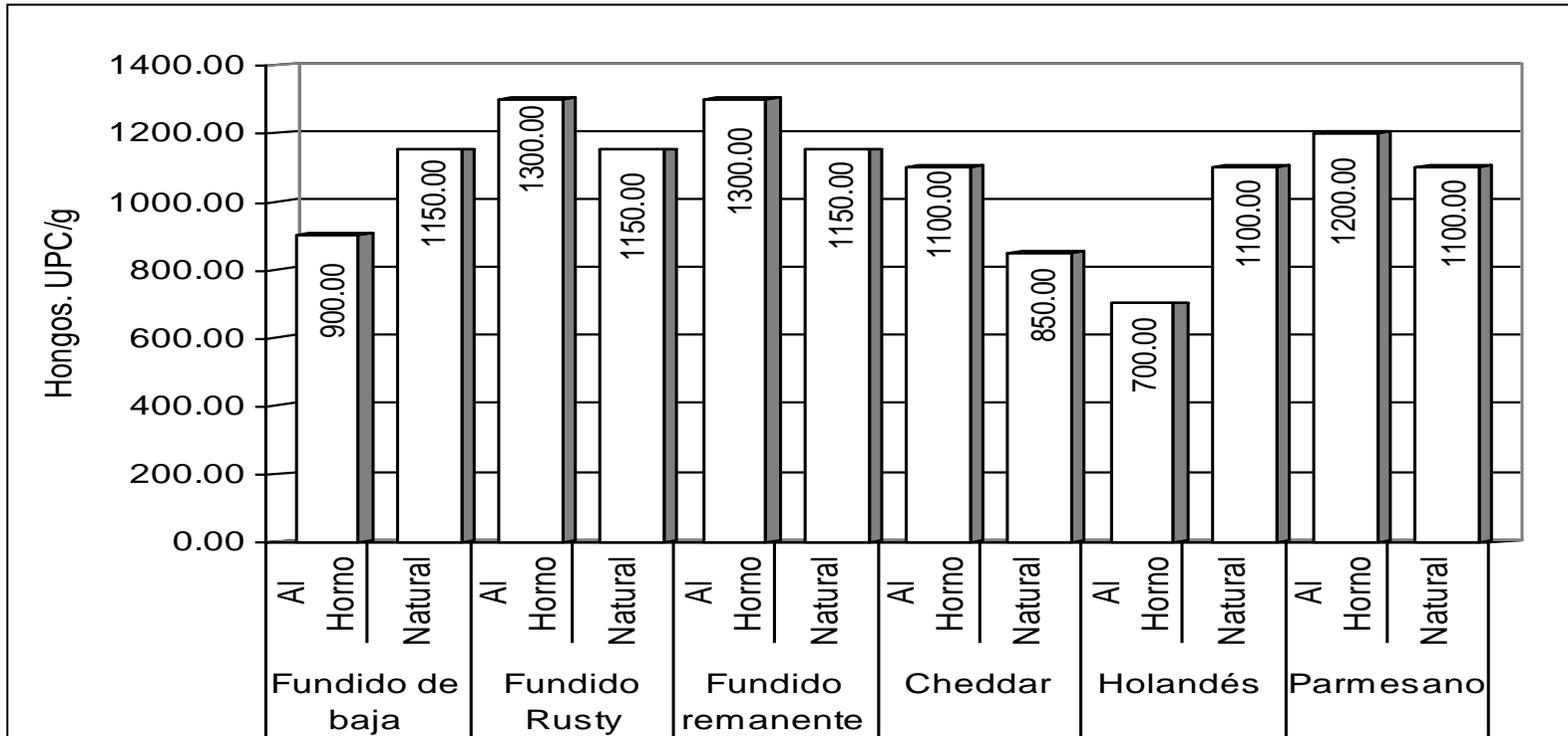


Gráfico 19. Presencia de hongos (UPC/g) en la harina de queso obtenida de diferentes tipos de queso de reproceso sometidos a diferentes procesos de secado (al horno y natural).

e. Levaduras

La presencia de levaduras en las harinas de sangre obtenidas de diferentes tipos de queso de reproceso y sometidos a diferentes procesos de secado, presentaron diferencias significativas ($P < 0,05$), encontrándose las mayores cantidades en las harinas secadas al horno de los quesos fundidos de baja, fundido Rusty, fundido remanente, holandés y parmesano, que registraron cantidades entre 1100 y 1300 NMP/g, en cambio cuando el proceso de secado fue natural, las harinas presentaron menores cantidades de levaduras, en el orden de 600 UPC/g, lo que puede deberse posiblemente a que durante el secado al horno se propicia las condiciones de temperatura y humedad que da lugar una sucesión de microorganismos idónea, consistente en levaduras y mohos halotolerantes que utilizan el ácido láctico, neutralizando los componentes del queso y permitiendo el desarrollo posterior de bacterias, que origina la degradación de los componentes, (<http://www.senacyt.gob.pa>. 2007), pero que sin embargo las cantidades de levaduras encontradas son superiores al valor máximo recomendado que es de 500 UPC/g, pero inferiores al recuento máximo permitido que es de 5000 UPC/g, señalados por el INEN (1996) y el Mercosur (2002), considerándose por tanto que la harina obtenida puede ser utilizada para el consumo humano y animal, ya que este producto de acuerdo a los resultados anteriormente analizados demuestra que es altamente proteico y las cargas microbianas encontradas no superan los valores máximos permitidos (gráfico 20).

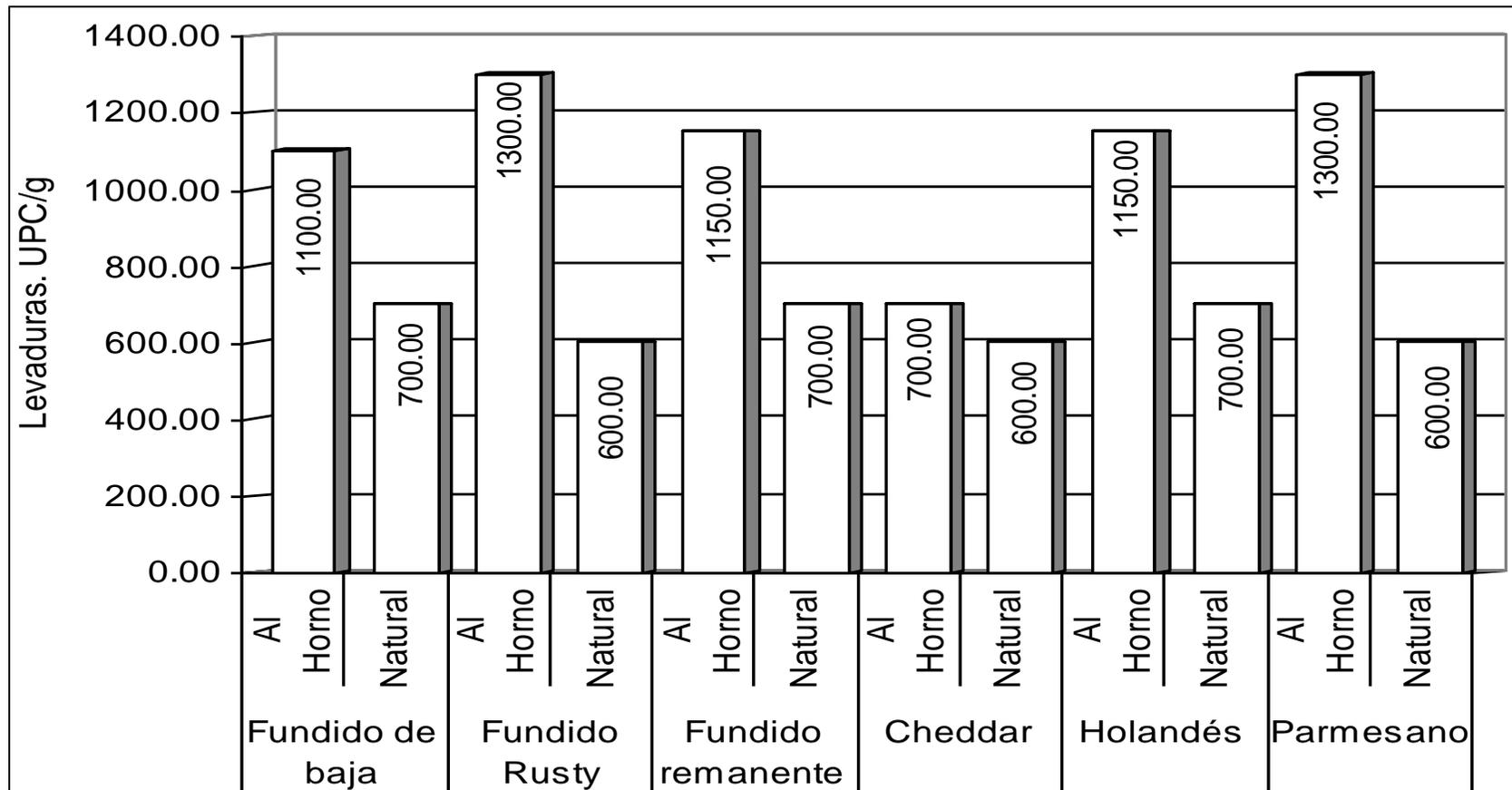


Gráfico 20. Presencia de levaduras (UPC/g) en la harina de queso obtenida de diferentes tipos de queso de reproceso sometidos a diferentes procesos de secado (al horno y natural).

D. ANÁLISIS PRODUCTIVO Y ECONÓMICO DE LA OBTENCIÓN DE HARINA DE QUESO ELABORADA CON DIFERENTES TIPOS DE QUESOS DE REPROCESO BAJO DOS PROCESOS DE SECADO

1. Rendimiento

Las medias determinadas en el rendimiento porcentual de harina de queso con relación a la cantidad de materia prima utilizada (quesos de reproceso), presentaron diferencias altamente significativas (cuadro 13), ya que se encontró rendimientos entre 55,24 y 61,37 %, cuando se emplearon los quesos fundidos dados de baja en el proceso y los remanentes del mismo, los cuales fueron secados al horno, en cambio, cuando se empleó el queso Cheddar, Holandés, Parmesano independientemente del proceso de secado y el mismo fundido remanente pero secado al natural, presentaron los menores rendimientos, los mismos que fluctuaron entre 45,23 y 50,47 % (gráfico 21), por lo que se considera que los mayores rendimientos, se alcanzan en los quesos que presentaron los mayores contenidos de humedad, lo que es corroborado por Hansen, C. (2001), quien indica que la influencia más importante en el rendimiento, es el tenor de humedad del queso, naturalmente, cuanto mayor sea el tenor de agua de un queso mayor será el rendimiento de dicha fabricación. El aumento del tenor de humedad es limitado por las alteraciones paralelas que pueden ocurrir en el queso, como una aceleración del proceso de maduración (hidrólisis más intensa); siendo necesario además considerar lo que señala Revilla, A. (1996), quien indica que la expresión del rendimiento no demuestra la situación real de aceptación del producto en el mercado, ya que no se toma en cuenta las características nutritivas y organolépticas, que es una de las respuestas que espera tener la empresa en la elaboración de harina de queso.

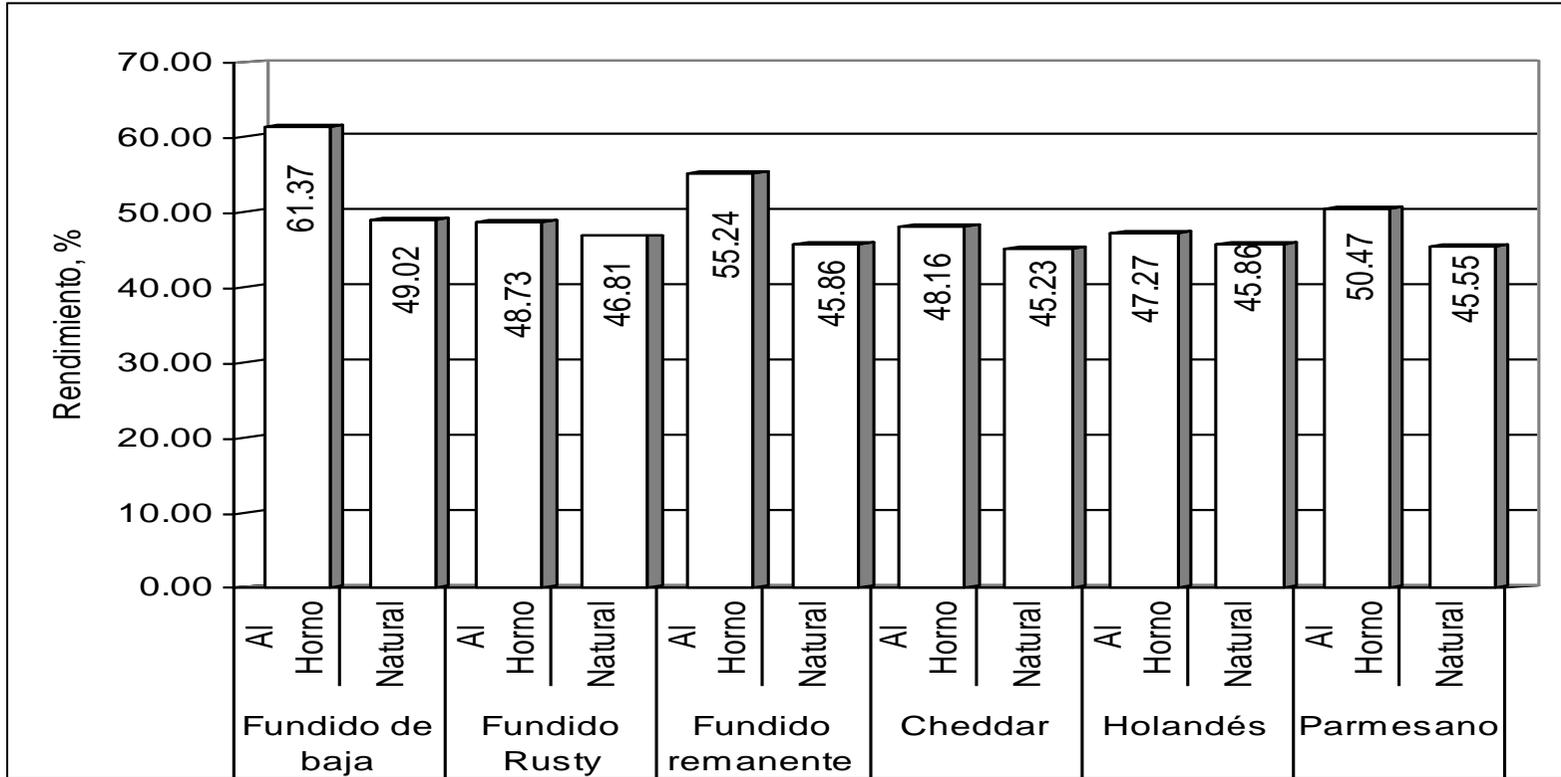


Gráfico 21. Rendimiento (%) en la obtención de harina de queso utilizando diferentes tipos de queso de reproceso y sometidos a diferentes procesos de secado (al horno y natural).

2. Costo de producción

Los costos de producción por kg de harina de queso (cuadro 15), variaron considerablemente de acuerdo al empleo de los diferentes quesos de rechazo que no califican a comercialización y no viables para el consumo directamente así como por los métodos de secado, pues cuando se empleó el queso fundido dado de baja en el proceso y secado al horno, el costo de producción en harina fue de 1,22 dólares/kg, seguido de la utilización del queso fundido remanente igualmente secado al horno que fue de 1,36 dólares/kg, en cambio, cuando se utilizaron los quesos Cheddar y Holandés en la elaboración de la harina mediante el secado al horno sus costos de producción fueron los más altos que se registraron, siendo de 1,56 y 1,59 dólares/kg, respectivamente, que son los casos extremos encontrados; por lo que al emplearse el secado natural de los diferentes tipos de quesos utilizados, los costos de producción se encuentran entre los enunciados, considerándose además que aunque parezca elevados los costos de producción de la harina de queso, se debe tener en cuenta que la materia prima utilizada es de los quesos que no pueden ser comercializados directamente, pero permite obtener un producto que puede constituirse en una alternativa nutricional importante, por su alto contenido en proteína.

Cuadro 15. ANÁLISIS ECONÓMICO (DÓLARES) DE LA PRODUCCIÓN DE HARINA DE QUESO ELABORADA CON DIFERENTES TIPOS DE QUESOS DE REPROCESO BAJO DOS SISTEMAS DE SECADO, EN LA INDUSTRIA LECHERA FLORALP S.A.

Tipo de queso	Secado	Cantidad de materia prima (kg)	Costo secado (\$)	Mano de obra (\$)	Uso de equipos (\$)	TOTAL EGRESOS (\$)	Rendimiento (%)	Harina de queso obtenida (kg)	Costo de producción (\$/kg)	Precio de venta (\$/kg)	TOTAL INGRESOS (\$)	B/C
Fundido de baja	Al Horno	10	0,50	1,00	1,00	7,50	61,37	6,14	1,22	1,80	11,05	1,47
Fundido Rusty	Al Horno	10	0,50	1,00	1,00	7,50	48,73	4,87	1,54	1,80	8,77	1,17
Fundido remanente	Al Horno	10	0,50	1,00	1,00	7,50	55,24	5,52	1,36	1,80	9,94	1,33
Cheddar	Al Horno	10	0,50	1,00	1,00	7,50	48,16	4,82	1,56	1,80	8,67	1,16
Holandés	Al Horno	10	0,50	1,00	1,00	7,50	47,27	4,73	1,59	1,80	8,51	1,13
Parmesano	Al Horno	10	0,50	1,00	1,00	7,50	50,47	5,05	1,49	1,80	9,08	1,21
Fundido de baja	Natural	10	0,00	1,00	1,00	7,00	49,02	4,90	1,43	1,80	8,82	1,26
Fundido Rusty	Natural	10	0,00	1,00	1,00	7,00	46,81	4,68	1,50	1,80	8,43	1,20
Fundido remanente	Natural	10	0,00	1,00	1,00	7,00	45,86	4,59	1,53	1,80	8,25	1,18
Cheddar	Natural	10	0,00	1,00	1,00	7,00	45,23	4,52	1,55	1,80	8,14	1,16
Holandés	Natural	10	0,00	1,00	1,00	7,00	45,86	4,59	1,53	1,80	8,25	1,18
Parmesano	Natural	10	0,00	1,00	1,00	7,00	45,55	4,56	1,54	1,80	8,20	1,17

El kg de queso para reproceso es de 0,50 dólares/kg.

En el secado se empleó en total un cilindro de gas (2,0 dólares).

B/C: Beneficio/Costo.

3. Rentabilidad

Mediante el indicador beneficio/costo (cuadro 15), se establece que al elaborar harina de sangre con los quesos fundidos dados de baja y remanentes a través del proceso de secado al horno, se alcanzan las mayores rentabilidades con beneficios/costos (B/C) de 1,47 y 1,33, respectivamente, que representan que por cada dólar invertido se obtiene utilidades de 47 y 33 centavos, que son superiores a los B/C obtenidos con la utilización de los otros tipos de queso considerados de reproceso, entre los cuales las menores rentabilidades alcanzadas fueron con el empleo de los quesos Holandés secado al horno con un B/C de 1,13 y del Cheddar a través de los dos procesos de secado, que registraron un B/C de 1,16 en ambo casos, índices que a pesar de que presentan grandes diferencias, se consideran importantes, si se toma en consideración, que la harina de queso puede realizarse permanentemente utilizándose los quesos de rechazo que no califican a comercialización y no viables para el consumo directamente, por lo tanto, con la elaboración de harina de queso se soluciona varios aspectos como: el aprovechamiento de materia prima que se encuentra almacenada en la empresa Industria Lechera FLORALP S.A., que es considerada como un problema de contaminación y por otro lado, del producto procesado (harina de queso) se obtiene un valor agregado, ya que se genera una rentabilidad que supera la tasa de interés vigente que cobran las instituciones bancarias en cualquier actividad comercial.

V. CONCLUSIONES

1. Los productos utilizados como materia prima que son los quesos de rechazo que no califican a comercialización y no viables para el consumo directamente, incidieron en las características físico-químicas de la harina elaborada, ya que de los quesos fundidos de baja, el remanente y el Rusty, presentaron características menos ácidas (pH entre 4,23 y 4,65 y la acidez de 21,75 a 24,00 °D), que cuando se emplearon los quesos Holandés, Cheddar y Parmesano, ya que se registraron pH de 1,45 a 1,68 y su acidez de 7,25 a 8,75 °D.
2. Caracterizando el valor nutritivo de la harina de queso por efecto de los diferentes tipos de quesos empleados, presentaron la siguiente composición: materia seca entre 91,27 y 92,62 %, contenido proteico de 23,13 a 26,00 %, grasa de 35,0 a 40,0 %; y cenizas de 7,10 a 7,50 %, anotándose que entre estas respuestas existen diferencias altamente significativas.
3. Respecto al proceso de secado, este influyó en las características físico-químicas y nutritivas de la harina de queso, presentando la harina de queso mejores características cuando los quesos fueron deshidratados al horno.
4. En la evaluación del efecto de los diferentes tipos de queso de reproceso y sometidos a diferentes procesos de secado, se encontró influencias estadísticas, presentando las mejores respuestas con la utilización de los quesos fundidos considerados de baja y remanentes secados al horno, ya que presentaron los más altos índices de pH (de 4,85 a 4,95), mayor contenido de humedad (8,74 a 9,71 %) y proteína (26,10 a 26,85 %), considerables cantidades de cenizas (7,5 a 8,0 %) y los más altos rendimientos (55,24 a 61,37 %).
5. Los análisis microbiológicos realizados, determinaron la presencia de *Staphylococcus sp.*, *Escherichia coli*, Coliformes totales, hongos y levaduras, en cantidades que difieren estadísticamente por efecto de los diferentes factores considerados para su evaluación, así como en su interacción, pero en

cantidades que superan los máximos recomendado, pero inferiores al recuento máximo permitidos por el INEN (1996) y el Mercosur (2002), por lo que se considera a la harina obtenida en todos los casos como apta para el consumo humano y animal.

6. En la evaluación de los costos de producción se determinó las mejores respuestas cuando se elaboró la harina de queso con el empleo de quesos fundidos considerados de baja y remanentes secados al horno, ya que cada kg de producto obtenido tuvieron costos de 1,22 y 1,36 dólares, en su orden, a diferencia que cuando se empleó el queso holandés de reproceso secado al horno, que se elevó a 1,59 dólares/kg de harina, por lo que los beneficios/costos determinados fueron de 1,47 y 1,13, respectivamente.

VI. RECOMENDACIONES

En base a los resultados obtenidos, se pueden realizar las siguientes recomendaciones:

1. Elaborar harina de queso utilizando preferentemente quesos fundidos considerados de baja y remanentes secados al horno, por cuanto con esta materia prima se encontró mejores respuestas en los índices de pH y acidez, así como en el contenido de humedad y proteína, los más altos rendimientos, menores costos de producción y las rentabilidades más altas.
2. Replicar el presente trabajo, de la elaboración de harina de queso, pero con la aplicación de determinados productos bacteriostáticos y fungicidas naturales o químicos, que permitan reducir las cargas microbianas encontradas, pero que tengan características de inocuidad tanto para los humanos como para los animales.
3. Difundir la tecnología aplicada en el presente trabajo, para que pueda ser utilizada no solo en la industria lechera FLORALP S.A, sino a nivel local, regional y nacional, ya que la misma permite utilizar las materias primas como son los quesos de rechazo que no califican a comercialización y no viables para el consumo directamente, considerados en las plantas procesadoras como contaminantes, de las cuales se obtiene un producto altamente proteico y apto para el consumo humano y animal.

VII. LITERATURA CITADA

1. ALAIS, C. 1998. Ciencia de la leche. 10a ed. Zaragoza, España. Edit. Reverte. pp. 24-45.
2. Antonio, M. 1999. Tecnología Quesera. 2a. ed. Madrid, España. Edit. . Edit. Acribia. pp. 10-30.
3. ESPAÑA, CÓDIGO ALIMENTARIO ESPAÑOL. 2005. Norma general de calidad para los quesos fundidos con destino al mercado interior. Boe-Número: 292/1985. Ini-Página: 38648. Fin-Página: 38655
4. GONZÁLEZ, M. 2002. Tecnología para la elaboración de queso blanco, amarillo y yogurt. Veraguas, Panamá. Archivo pdf.
5. HANSEN, C. 2001. Ha-Lactase. Folleto divulgativo de la lactasa comercial de Ha-lactase de Chr. Hansen. Distribuidora Descalzi. Guayaquil, Ecuador.
6. <http://eris.unalmed.edu.co>. 2005. Planta de leches. Universidad Nacional de Colombia sede Medellín, Departamento de Ingeniería Agrícola y Alimentos.
7. <http://www.carrageninas/productos.asp>. 2000. MIRANDA, L. Carrageninas.
8. <http://www.centa.gob.sv>. 2005. RODRÍGUEZ, A Y SERMEÑO, A. Recetario de Quesos Salvadoreños. MAG-FAO.
9. <http://www.doschivos.com>. 2005. Factores que afectan el crecimiento de microorganismos.
10. <http://www.ecuarural.gov.ec>. 2008. El ABC para la Quesería Rural de los Andes. Quito- Ecuador.

11. <http://www.geocities.com>. 2004. Burdiles. S. La leche y sus productos.
12. <http://www.laserenisima.com.ar>. 2005. Los quesos.
13. <http://www.mercosulgmres>. 2002. MERCOSUR. RES N° 079/94
Resolución MSyAS N° 110 del 4.04.95
14. <http://www.pasqualinonet>. 2005. Los aditivos. Cocina de Pasqualino Marchese.
15. <http://www.senacyt.gob.pa>. 2007. Tecnología para la elaboración de queso blanco, amarillo y yogurt.
16. <http://www.sica.gov.ec>. 2005. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Queso. Características generales. Proyecto SICA-BIRF/MAG. Ecuador.
17. <http://www.ultimahora.com>. 2003. Tajadas de sabor. Revista Vida. N° 284.
18. <http://www.ultimahora.com.py>. 2003. Tajadas de sabor.
19. <http://www.unavarra.es>. 2003. Departamento de microbiología de la Universidad de Navarra.
20. INSTITUTO NACIONAL ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN (INEN). 1996. Elaboración y requisitos exigidos en la elaboración de quesos. Norma INEN 1528. Quito, Ecuador.
21. LARRAÑAGA, I. 1999. Control e higiene de los alimentos. 2a ed. Madrid, España. Edit. McGraw Hill. pp. 10-36.
22. MADRID, V. 1999. Tecnología Quesera. 2a ed. Madrid, España. Edit. Mundi Prensa. pp 15-26.

23. REVILLA, A. 1996. Tecnología de la leche. 1a ed. Tegucigalpa – Honduras. Edit. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. pp 5 – 30.
24. TORTORA J. 1993 introducción a la microbiología. 1a ed. Zaragoza, España. Edit. Acribia. pp 32-41
25. WARNER, N. 1990. Principios de la tecnología de lácteos. 1a ed. México DF, México. Edit. AGT S.A. pp 12-24.
26. WHIRLPAC, N. 1994. 3M Petrifilm. Folletos divulgativos de las placas de recuento y guías de interpretación.

ANEXOS

Anexo 1. Resultados experimentales de la evaluación física-química, nutricional y microbiológica de la harina de queso obtenida de diferentes tipos de queso de reproceso sometidos a diferentes procesos de secado (al horno y natural)

Tratamiento	Tipo de queso	ph	Acidez, °D	H.R. %	Mat. Seca %	Proteína %	Grasa %	Cenizas %	Rendimiento
Al horno	Fundido De baja en elproceso	4.80	26.00	9.52	90.48	26.00	46.00	7.50	60.20
Al horno	Fundido De baja en elproceso	4.90	26.00	9.89	90.11	26.20	46.00	7.50	62.54
Al horno	Fundido Rusty	4.80	24.00	7.60	92.40	25.00	44.00	7.00	48.06
Al horno	Fundido Rusty	4.80	25.00	7.81	92.19	25.20	44.00	7.30	49.39
Al horno	Fundido remanentes	4.90	24.00	8.52	91.48	26.90	40.00	8.00	53.88
Al horno	Fundido remanentes	5.00	24.00	8.95	91.05	26.80	40.00	8.00	56.60
Al horno	Cheddar	2.00	8.00	7.32	92.68	25.80	46.00	7.50	46.29
Al horno	Cheddar	2.00	9.00	7.91	92.09	25.40	46.00	7.00	50.02
Al horno	Holandes	2.00	10.00	7.45	92.55	25.30	46.00	7.40	47.11
Al horno	Holandes	1.80	10.00	7.50	92.50	25.00	46.00	7.30	47.43
Al horno	Parmesano	2.00	11.00	7.96	92.04	23.00	35.00	7.10	50.34
Al horno	Parmesano	2.20	12.00	8.00	92.00	22.10	35.00	7.00	50.59
Natural	Fundido De baja en elproceso	4.40	22.00	8.00	92.00	25.00	46.00	7.00	50.60
Natural	Fundido De baja en elproceso	4.50	22.00	7.50	92.50	25.10	46.00	7.00	47.44
Natural	Fundido Rusty	4.00	21.00	7.30	92.70	25.30	44.00	7.00	46.17
Natural	Fundido Rusty	4.00	20.00	7.50	92.50	24.90	44.00	7.20	47.44
Natural	Fundido remanentes	3.50	19.00	7.00	93.00	25.10	40.00	7.00	44.28
Natural	Fundido remanentes	3.50	20.00	7.50	92.50	25.20	40.00	7.00	47.44
Natural	Cheddar	1.20	6.00	7.30	92.70	25.00	46.00	7.00	46.17
Natural	Cheddar	1.50	6.00	7.00	93.00	24.90	46.00	7.00	44.28
Natural	Holandes	1.00	5.00	7.00	93.00	25.30	46.00	7.30	44.28
Natural	Holandes	1.00	6.00	7.50	92.50	25.00	46.00	7.00	47.44
Natural	Parmesano	1.00	6.00	7.40	92.60	23.20	35.00	7.10	46.81
Natural	Parmesano	1.00	6.00	7.00	93.00	24.20	35.00	7.20	44.28

Continuación Anexo 1

Tratamiento	Tipo de queso	Staphylococcos. (UFC/g)	E. Coli (UFC/g)	Coliformes		
				T. (UFC/g)	Hongos (UPC/g)	Levaduras (UPC/g)
Al horno	Fundido De baja en elproceso	70	100	600	1000	1200
Al horno	Fundido De baja en elproceso	70	100	800	800	1000
Al horno	Fundido Rusty	40	100	200	1200	1400
Al horno	Fundido Rusty	50	100	200	1400	1200
Al horno	Fundido remanentes	40	100	100	1200	1100
Al horno	Fundido remanentes	40	100	110	1400	1200
Al horno	Cheddar	10	100	100	1200	800
Al horno	Cheddar	10	100	100	1000	600
Al horno	Holandes	10	100	100	800	1200
Al horno	Holandes	10	100	100	600	1100
Al horno	Parmesano	10	100	100	1400	1200
Al horno	Parmesano	10	100	100	1000	1400
Natural	Fundido De baja en elproceso	10	100	200	1100	800
Natural	Fundido De baja en elproceso	10	100	300	1200	600
Natural	Fundido Rusty	10	100	200	1300	600
Natural	Fundido Rusty	10	100	200	1000	600
Natural	Fundido remanentes	10	100	100	1300	800
Natural	Fundido remanentes	10	100	200	1000	600
Natural	Cheddar	10	100	100	900	600
Natural	Cheddar	10	100	100	800	600
Natural	Holandes	10	100	100	1000	800
Natural	Holandes	10	100	100	1200	600
Natural	Parmesano	10	100	100	1000	600
Natural	Parmesano	10	100	100	1200	600

Análisis I

Análisis Físico - Químicos

Tratam	Tipo queso	Replica	ph	Acidez	H.R. %	Mat. Seca %	Proteína %	Grasa %	Cenizas %	Rendimiento	Stap. NMP/g.	E. Coli	Coliformes	Hongos	Levaduras
1	1	1	4,80	26,00	9,52	90,48	26,00	46,00	7,50	60,20	70	100	600	1000	1200
1	1	2	4,90	26,00	9,89	90,11	26,20	46,00	7,50	62,54	70	100	800	800	1000
1	2	1	4,80	24,00	7,60	92,40	25,00	44,00	7,00	48,06	40	100	200	1200	1400
1	2	2	4,80	25,00	7,81	92,19	25,20	44,00	7,30	49,39	50	100	200	1400	1200
1	3	1	4,90	24,00	8,52	91,48	26,90	40,00	8,00	53,88	40	100	100	1200	1100
1	3	2	5,00	24,00	8,95	91,05	26,80	40,00	8,00	56,60	40	100	110	1400	1200
1	4	1	2,00	8,00	7,32	92,68	25,80	46,00	7,50	46,29	10	100	100	1200	800
1	4	2	2,00	9,00	7,91	92,09	25,40	46,00	7,00	50,02	10	100	100	1000	600
1	5	1	2,00	10,00	7,45	92,55	25,30	46,00	7,40	47,11	10	100	100	800	1200
1	5	2	1,80	10,00	7,50	92,50	25,00	46,00	7,30	47,43	10	100	100	600	1100
1	6	1	2,00	11,00	7,96	92,04	23,00	35,00	7,10	50,34	10	100	100	1400	1200
1	6	2	2,20	12,00	8,00	92,00	22,10	35,00	7,00	50,59	10	100	100	1000	1400
2	1	1	4,40	22,00	8,00	92,00	25,00	46,00	7,00	50,60	10	100	200	1100	800
2	1	2	4,50	22,00	7,50	92,50	25,10	46,00	7,00	47,44	10	100	300	1200	600
2	2	1	4,00	21,00	7,30	92,70	25,30	44,00	7,00	46,17	10	100	200	1300	600
2	2	2	4,00	20,00	7,50	92,50	24,90	44,00	7,20	47,44	10	100	200	1000	600
2	3	1	3,50	19,00	7,00	93,00	25,10	40,00	7,00	44,28	10	100	100	1300	800
2	3	2	3,50	20,00	7,50	92,50	25,20	40,00	7,00	47,44	10	100	200	1000	600
2	4	1	1,20	6,00	7,30	92,70	25,00	46,00	7,00	46,17	10	100	100	900	600
2	4	2	1,50	6,00	7,00	93,00	24,90	46,00	7,00	44,28	10	100	100	800	600
2	5	1	1,00	5,00	7,00	93,00	25,30	46,00	7,30	44,28	10	100	100	1000	800
2	5	2	1,00	6,00	7,50	92,50	25,00	46,00	7,00	47,44	10	100	100	1200	600
2	6	1	1,00	6,00	7,40	92,60	23,20	35,00	7,10	46,81	10	100	100	1000	600
2	6	2	1,00	6,00	7,00	93,00	24,20	35,00	7,20	44,28	10	100	100	1200	600

Anexo 2. Análisis estadísticos del pH de la harina de queso elaborada con diferentes tipos de quesos de reproceso de la Industria lechera FLORALP S.A. y secados mediante dos procesos (al horno y natural).

1. Análisis de varianza

F.V.	S.C.	g.l.	C.M.	Fcal	Prob.	
Factor A (Tipo de secado)	4,682	1	4,682	561,800	0,000	**
Factor B (Tipo de queso)	49,773	5	9,955	1194,560	0,000	**
Interacción A x B	0,663	5	0,133	15,920	0,000	**
Error experimental	0,100	12	0,008			
Total	55,218	23				

2. Cuadro de medias

<u>Factor:</u>		<u>Media</u>	<u>Error estándar</u>
<u>Tipo de secado</u>			0,026
Al Horno		3,433 a	
Natural		2,550 b	
<u>Tipo de queso</u>			0,046
Fundido baja del proceso		4,650 a	
Fundido Rusty		4,400 b	
Fundido remanente		4,225 b	
Cheddar		1,675 c	
Holandes		1,450 d	
Parmesano		1,550 cd	
<u>Tipo de queso</u>	<u>Tipo de secado</u>		0,065
Fundido baja del proceso	Al Horno	4,850 a	
	Natural	4,450 b	
Fundido Rusty	Al Horno	4,800 ab	
	Natural	4,000 c	
Fundido remanente	Al Horno	4,950 a	
	Natural	3,500 d	
Cheddar	Al Horno	2,000 e	
	Natural	1,350 f	
Holandes	Al Horno	1,900 e	
	Natural	1,000 f	
Parmesano	Al Horno	2,100 e	
	Natural	1,000 f	

Anexo 3. Análisis estadísticos de la Acidez (°D) de la harina de queso elaborada con diferentes tipos de quesos de reproceso de la Industria lechera FLORALP S.A. y secados mediante dos procesos (al horno y natural).

1. Análisis de varianza

F.V.	S.C.	g.l.	C.M.	Fcal	Prob.	
Factor A (Tipo de secado)	104,167	1	104,167	416,667	0,000	**
Factor B (Tipo de queso)	1335,333	5	267,067	1068,267	0,000	**
Interacción A x B	4,833	5	0,967	3,867	0,026	*
Error experimental	3,000	12	0,250			
Total	1447,333	23				

2. Cuadro de medias

<u>Factor:</u>	<u>Media</u>	<u>Error estándar</u>
<u>Tipo de secado</u>		0,144
Al Horno	17,417 a	
Natural	13,250 b	
<u>Tipo de queso</u>		0,250
Fundido baja del proceso	24,000 a	
Fundido Rusty	22,500 b	
Fundido remanente	21,750 b	
Cheddar	7,250 d	
Holandes	7,750 cd	
Parmesano	8,750 c	
<u>Tipo de queso</u>	<u>Tipo de secado</u>	0,354
Fundido baja del proceso	Al Horno	26,000 a
	Natural	22,000 c
Fundido Rusty	Al Horno	24,500 ab
	Natural	20,500 cd
Fundido remanente	Al Horno	24,000 b
	Natural	19,500 d
Cheddar	Al Horno	8,500 f
	Natural	6,000 g
Holandes	Al Horno	10,000 ef
	Natural	5,500 g
Parmesano	Al Horno	11,500 e
	Natural	6,000 g

Anexo 4. Análisis estadísticos del contenido de humedad (%) de la harina de queso elaborada con diferentes tipos de quesos de reproceso de la Industria lechera FLORALP S.A. y secados mediante dos procesos (al horno y natural).

1. Análisis de varianza

F.V.	S.C.	g.l.	C.M.	Fcal	Prob.	
Factor A (Tipo de secado)	4,533	1	4,533	61,876	0,000	**
Factor B (Tipo de queso)	5,449	5	1,090	14,876	0,000	**
Interacción A x B	2,463	5	0,493	6,724	0,003	**
Error experimental	0,879	12	0,073			
Total	13,323	23				

2. Cuadro de medias

<u>Factor:</u>		<u>Media</u>	<u>Error estándar</u>
<u>Tipo de secado</u>			0,078
Al Horno		8,203 a	
Natural		7,333 b	
<u>Tipo de queso</u>			0,135
Fundido baja del proceso		8,728 a	
Fundido Rusty		7,553 b	
Fundido remanente		7,993 b	
Cheddar		7,383 b	
Holandes		7,363 b	
Parmesano		7,590 b	
<u>Tipo de queso</u>	<u>Tipo de secado</u>		0,191
Fundido baja del proceso	Al Horno	9,705 a	
	Natural	7,750 bc	
Fundido Rusty	Al Horno	7,705 bc	
	Natural	7,400 c	
Fundido remanente	Al Horno	8,735 ab	
	Natural	7,250 c	
Cheddar	Al Horno	7,615 c	
	Natural	7,150 c	
Holandes	Al Horno	7,475 c	
	Natural	7,250 c	
Parmesano	Al Horno	7,980 bc	
	Natural	7,200 c	

Anexo 5. Análisis estadísticos del contenido de materia seca (%) de la harina de queso elaborada con diferentes tipos de quesos de reproceso de la Industria lechera FLORALP S.A. y secados mediante dos procesos (al horno y natural).

1. Análisis de varianza

F.V.	S.C.	g.l.	C.M.	Fcal	Prob.	
Factor A (Tipo de secado)	4,533	1	4,533	61,876	0,000	**
Factor B (Tipo de queso)	5,449	5	1,090	14,876	0,000	**
Interacción A x B	2,463	5	0,493	6,724	0,003	**
Error experimental	0,879	12	0,073			
Total	13,323	23				

2. Cuadro de medias

<u>Factor:</u>		<u>Media</u>	<u>Error estándar</u>
<u>Tipo de secado</u>			0,078
Al Horno		91,798 a	
Natural		92,667 b	
<u>Tipo de queso</u>			0,135
Fundido baja del proceso		91,273 b	
Fundido Rusty		92,448 a	
Fundido remanente		92,008 a	
Cheddar		92,618 a	
Holandes		92,638 a	
Parmesano		92,410 a	
<u>Tipo de queso</u>	<u>Tipo de secado</u>		0,191
Fundido baja del proceso	Al Horno	90,295 c	
	Natural	92,250 ab	
Fundido Rusty	Al Horno	92,295 ab	
	Natural	92,600 a	
Fundido remanente	Al Horno	91,265 bc	
	Natural	92,750 a	
Cheddar	Al Horno	92,385 a	
	Natural	92,850 a	
Holandes	Al Horno	92,525 a	
	Natural	92,750 a	
Parmesano	Al Horno	92,020 ab	
	Natural	92,800 a	

Anexo 6. Análisis estadísticos del contenido de proteína (%) de la harina de queso elaborada con diferentes tipos de quesos de reproceso de la Industria lechera FLORALP S.A. y secados mediante dos procesos (al horno y natural).

1. Análisis de varianza

F.V.	S.C.	g.l.	C.M.	Fcal	Prob.	
Factor A (Tipo de secado)	0,844	1	0,844	8,333	0,014	*
Factor B (Tipo de queso)	19,784	5	3,957	39,079	0,000	**
Interacción A x B	4,894	5	0,979	9,667	0,001	**
Error experimental	1,215	12	0,101			
Total	26,736	23				

2. Cuadro de medias

<u>Factor:</u>		<u>Media</u>	<u>Error estándar</u>
<u>Tipo de secado</u>			0,092
Al Horno		25,225 a	
Natural		24,850 b	
<u>Tipo de queso</u>			0,159
Fundido baja del proceso		25,575 ab	
Fundido Rusty		25,100 b	
Fundido remanente		26,000 a	
Cheddar		25,275 ab	
Holandes		25,150 b	
Parmesano		23,125 c	
<u>Tipo de queso</u>	<u>Tipo de secado</u>		0,225
Fundido baja del proceso	Al Horno	26,100 ab	
	Natural	25,050 b	
Fundido Rusty	Al Horno	25,100 b	
	Natural	25,100 b	
Fundido remanente	Al Horno	26,850 a	
	Natural	25,150 b	
Cheddar	Al Horno	25,600 ab	
	Natural	24,950 bc	
Holandes	Al Horno	25,150 b	
	Natural	25,150 b	
Parmesano	Al Horno	22,550 d	
	Natural	23,700 cd	

Anexo 7. Análisis estadísticos del contenido de grasa (%) de la harina de queso elaborada con diferentes tipos de quesos de reproceso de la Industria lechera FLORALP S.A. y secados mediante dos procesos (al horno y natural).

1. Análisis de varianza

F.V.	S.C.	g.l.	C.M.	Fcal	Prob.	
Factor A (Tipo de secado)	0,000	1	0,000	,	,	ns
Factor B (Tipo de queso)	403,333	5	80,667	,	,	**
Interacción A x B	0,000	5	0,000	,	,	**
Error experimental	0,000	12	0,000			
Total	403,333	23				

2. Cuadro de medias

<u>Factor:</u>		<u>Media</u>	<u>Error estándar</u>
<u>Tipo de secado</u>			0,000
Al Horno		42,833	a
Natural		42,833	a
<u>Tipo de queso</u>			0,000
Fundido baja del proceso		46,000	a
Fundido Rusty		44,000	b
Fundido remanente		40,000	c
Cheddar		46,000	a
Holandes		46,000	a
Parmesano		35,000	d
<u>Tipo de queso</u>	<u>Tipo de secado</u>		0,000
Fundido baja del proceso	Al Horno	46,000	a
	Natural	46,000	a
Fundido Rusty	Al Horno	44,000	b
	Natural	44,000	b
Fundido remanente	Al Horno	40,000	c
	Natural	40,000	c
Cheddar	Al Horno	46,000	a
	Natural	46,000	a
Holandes	Al Horno	46,000	a
	Natural	46,000	a
Parmesano	Al Horno	35,000	d
	Natural	35,000	d

Anexo 8. Análisis estadísticos del contenido de cenizas (%) de la harina de queso elaborada con diferentes tipos de quesos de reproceso de la Industria lechera FLORALP S.A. y secados mediante dos procesos (al horno y natural).

1. Análisis de varianza

F.V.	S.C.	g.l.	C.M.	Fcal	Prob.	
Factor A (Tipo de secado)	0,602	1	0,602	28,880	0,000	**
Factor B (Tipo de queso)	0,450	5	0,090	4,320	0,018	*
Interacción A x B	0,763	5	0,153	7,328	0,002	**
Error experimental	0,250	12	0,021			
Total	2,065	23				

2. Cuadro de medias

<u>Factor:</u>		<u>Media</u>	<u>Error estándar</u>
<u>Tipo de secado</u>			0,042
Al Horno		7,383	a
Natural		7,067	b
<u>Tipo de queso</u>			0,072
Fundido baja del proceso		7,250	ab
Fundido Rusty		7,125	b
Fundido remanente		7,500	a
Cheddar		7,125	b
Holandes		7,250	ab
Parmesano		7,100	b
<u>Tipo de queso</u>	<u>Tipo de secado</u>		0,102
Fundido baja del proceso	Al Horno	7,500	ab
	Natural	7,000	b
Fundido Rusty	Al Horno	7,150	b
	Natural	7,100	b
Fundido remanente	Al Horno	8,000	a
	Natural	7,000	b
Cheddar	Al Horno	7,250	b
	Natural	7,000	b
Holandes	Al Horno	7,350	b
	Natural	7,150	b
Parmesano	Al Horno	7,050	b
	Natural	7,150	b

Anexo 9. Análisis estadísticos del rendimiento (%) de la harina de queso elaborada con diferentes tipos de quesos de reproceso de la Industria lechera FLORALP S.A. y secados mediante dos procesos (al horno y natural).

1. Análisis de varianza

F.V.	S.C.	g.l.	C.M.	Fcal	Prob.	
Factor A (Tipo de secado)	180,511	1	180,511	61,658	0,000	**
Factor B (Tipo de queso)	217,849	5	43,570	14,882	0,000	**
Interacción A x B	98,461	5	19,692	6,726	0,003	**
Error experimental	35,132	12	2,928			
Total	531,954	23				

2. Cuadro de medias

<u>Factor:</u>		<u>Media</u>	<u>Error estándar</u>
<u>Tipo de secado</u>			0,494
Al Horno		51,871 a	
Natural		46,386 b	
<u>Tipo de queso</u>			0,856
Fundido baja del proceso		55,195 a	
Fundido Rusty		47,765 b	
Fundido remanente		50,550 b	
Cheddar		46,690 b	
Holandes		46,565 b	
Parmesano		48,005 b	
<u>Tipo de queso</u>	<u>Tipo de secado</u>		1.210
Fundido baja del proceso	Al Horno	61,370 a	
	Natural	49,020 bc	
Fundido Rusty	Al Horno	48,725 bc	
	Natural	46,805 c	
Fundido remanente	Al Horno	55,240 ab	
	Natural	45,860 c	
Cheddar	Al Horno	48,155 c	
	Natural	45,225 c	
Holandes	Al Horno	47,270 c	
	Natural	45,860 c	
Parmesano	Al Horno	50,465 bc	
	Natural	45,545 c	

Anexo 10. Análisis estadísticos de la presencia de Sthaphylococoos (UFC/g) en la harina de queso elaborada con diferentes tipos de quesos de reproceso de la Industria lechera FLORALP S.A. y secados mediante dos procesos (al horno y natural).

1. Análisis de varianza

F.V.	S.C.	g.l.	C.M.	Fcal	Prob.	
Factor A (Tipo de secado)	2604,167	1	2604,167	625,000	0,000	**
Factor B (Tipo de queso)	3120,833	5	624,167	149,800	0,000	**
Interacción A x B	3120,833	5	624,167	149,800	0,000	**
Error experimental	50,000	12	4,167			
Total	8895,833	23				

2. Cuadro de medias

Factor:		Media	Error estándar
<u>Tipo de secado</u>			0,589
Al Horno		30,833	a
Natural		10,000	b
<u>Tipo de queso</u>			1.021
Fundido baja del proceso		40,000	a
Fundido Rusty		27,500	b
Fundido remanente		25,000	b
Cheddar		10,000	c
Holandes		10,000	c
Parmesano		10,000	c
<u>Tipo de queso</u>	<u>Tipo de secado</u>		1.443
Fundido baja del proceso	Al Horno	70,000	a
	Natural	10,000	c
Fundido Rusty	Al Horno	45,000	b
	Natural	10,000	c
Fundido remanente	Al Horno	40,000	b
	Natural	10,000	c
Cheddar	Al Horno	10,000	c
	Natural	10,000	c
Holandes	Al Horno	10,000	c
	Natural	10,000	c
Parmesano	Al Horno	10,000	c
	Natural	10,000	c

Anexo 11. Análisis estadísticos de la presencia de E, coli (UFC/g) en la harina de queso elaborada con diferentes tipos de quesos de reproceso de la Industria lechera FLORALP S.A. y secados mediante dos procesos (al horno y natural).

1. Cuadro de medias

<u>Factor:</u>	<u>Media</u>	<u>Error estándar</u>
<u>Tipo de secado</u>		0,026
Al Horno	<100	
Natural	<100	
<u>Tipo de queso</u>		
Fundido baja del proceso	<100	
Fundido Rusty	<100	
Fundido remanente	<100	
Cheddar	<100	
Holandes	<100	
Parmesano	<100	
<u>Tipo de queso</u>	<u>Tipo de secado</u>	
Fundido baja del proceso	Al Horno	<100
	Natural	<100
Fundido Rusty	Al Horno	<100
	Natural	<100
Fundido remanente	Al Horno	<100
	Natural	<100
Cheddar	Al Horno	<100
	Natural	<100
Holandes	Al Horno	<100
	Natural	<100
Parmesano	Al Horno	<100
	Natural	<100

Anexo 12. Análisis estadísticos de la presencia de Coliformes totales (UFC/g) en la harina de queso elaborada con diferentes tipos de quesos de reproceso de la Industria lechera FLORALP S.A. y secados mediante dos procesos (al horno y natural).

1. Análisis de varianza

F.V.	S.C.	g.l.	C.M.	Fcal	Prob.	
Factor A (Tipo de secado)	27337,500	1	27337,500	10,917	0,006	**
Factor B (Tipo de queso)	437187,500	5	87437,500	34,917	0,000	**
Interacción A x B	177187,500	5	35437,500	14,151	0,000	**
Error experimental	30050,000	12	2504,167			
Total	671762,500	23				

2. Cuadro de medias

<u>Factor:</u>	<u>Media</u>	<u>Error estándar</u>
<u>Tipo de secado</u>		14.446
Al Horno	217,500 a	
Natural	150,000 b	
<u>Tipo de queso</u>		25.021
Fundido baja del proceso	475,000 a	
Fundido Rusty	200,000 b	
Fundido remanente	127,500 b	
Cheddar	100,000 b	
Holandes	100,000 b	
Parmesano	100,000 b	
<u>Tipo de queso</u>	<u>Tipo de secado</u>	35.385
Fundido baja del proceso	Al Horno	700,000 a
	Natural	250,000 b
Fundido Rusty	Al Horno	200,000 b
	Natural	200,000 b
Fundido remanente	Al Horno	105,000 b
	Natural	150,000 b
Cheddar	Al Horno	100,000 b
	Natural	100,000 b
Holandes	Al Horno	100,000 b
	Natural	100,000 b
Parmesano	Al Horno	100,000 b
	Natural	100,000 b

Anexo 13. Análisis estadísticos de la presencia de hongos (NMP/g) en la harina de queso elaborada con diferentes tipos de quesos de reproceso de la Industria lechera FLORALP S.A. y secados mediante dos procesos (al horno y natural).

1. Análisis de varianza

F.V.	S.C.	g.l.	C.M.	Fcal	Prob.	
Factor A (Tipo de secado)	0,000	1	0,000	0,000	1,000	ns
Factor B (Tipo de queso)	373333,333	5	74666,667	2,800	0,067	ns
Interacción A x B	340000,000	5	68000,000	2,550	0,085	ns
Error experimental	320000,000	12	26666,667			
Total	1033333,333	23				

2. Cuadro de medias

<u>Factor:</u>	<u>Media</u>	<u>Error estándar</u>
<u>Tipo de secado</u>		47.140
Al Horno	1083,333 a	
Natural	1083,333 a	
<u>Tipo de queso</u>		81.650
Fundido baja del proceso	1025,000 a	
Fundido Rusty	1225,000 a	
Fundido remanente	1225,000 a	
Cheddar	975,000 a	
Holandes	900,000 a	
Parmesano	1150,000 a	
Tipo de queso	Tipo de secado	115.470
Fundido baja del proceso	Al Horno	900,000 a
	Natural	1150,000 a
Fundido Rusty	Al Horno	1300,000 a
	Natural	1150,000 a
Fundido remanente	Al Horno	1300,000 a
	Natural	1150,000 a
Cheddar	Al Horno	1100,000 a
	Natural	850,000 a
Holandes	Al Horno	700,000 a
	Natural	1100,000 a
Parmesano	Al Horno	1200,000 a
	Natural	1100,000 a

Anexo 14. Análisis estadísticos de la presencia de levaduras (NMP/g) en la harina de queso elaborada con diferentes tipos de quesos de reproceso de la Industria lechera FLORALP S.A. y secados mediante dos procesos (al horno y natural).

1. Análisis de varianza

F.V.	S.C.	g.l.	C.M.	Fcal	Prob.	
Factor A (Tipo de secado)	1306666,667	1	1306666,667	104,533	0,000	**
Factor B (Tipo de queso)	268333,333	5	53666,667	4,293	0,018	*
Interacción A x B	248333,333	5	49666,667	3,973	0,023	*
Error experimental	150000,000	12	12500,000			
Total	1973333,333	23				

2. Cuadro de medias

Factor:		Media	Error estándar
<u>Tipo de secado</u>			32.275
Al Horno		1116,667	a
Natural		650,000	b
<u>Tipo de queso</u>			55.902
Fundido baja del proceso		900,000	ab
Fundido Rusty		950,000	a
Fundido remanente		925,000	a
Cheddar		650,000	b
Holandes		925,000	a
Parmesano		950,000	a
<u>Tipo de queso</u>	<u>Tipo de secado</u>		79.057
Fundido baja del proceso	Al Horno	1100,000	ab
	Natural	700,000	bc
Fundido Rusty	Al Horno	1300,000	a
	Natural	600,000	c
Fundido remanente	Al Horno	1150,000	a
	Natural	700,000	bc
Cheddar	Al Horno	700,000	bc
	Natural	600,000	c
Holandes	Al Horno	1150,000	a
	Natural	700,000	bc
Parmesano	Al Horno	1300,000	a
	Natural	600,000	c