

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales

ESCUELA DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

**EFEECTO DE LA LECHE CONCENTRADA POR
MICROFILTRACIÓN TANGENCIAL EN LA CALIDAD DE QUESO
SEMIMADURO PARA SANDUCHE, UTILIZANDO DOS LÍQUIDOS
DE LAVADO Y DIFERENTES TIPOS DE GRASA.**

AUTORES: Edwin Alexander Jácome Lema
Sandro Rafael Molina Bastidas

DIRECTOR: Ing. Marcelo Miranda

ASESORES: Ing. Marcelo Vacas
Ing. Ángel Satama
Dr. Luis Nájera

Ibarra – Ecuador

2008

APELLIDOS: Molina Bastidas
NOMBRES: Sandro Rafael
C. CIUDADANÍA: 040130014-0
TELÉFONO CONVENCIONAL: 2605-747
TELÉFONO CELULAR: 085833176
E-mail: srm_bas@yahoo.com
DIRECCIÓN:
Imbabura Ibarra El Sagrario Cuenca 2-19 y Santa Isabel
FECHA DE DEFENSA DE TESIS: 03 de junio del 2008

APELLIDOS: Jácome Lema
NOMBRES: Edwin Alexander
C. CIUDADANÍA: 040133497-4
TELÉFONO CONVENCIONAL: 2957-394
TELÉFONO CELULAR: 091130942
DIRECCIÓN:
Imbabura Ibarra El Sagrario L. Cristóbal Tobar S. y Nelson Dávila C.
FECHA DE DEFENSA DE TESIS: 03 de junio del 2008

RESUMEN

El presente estudio de investigación se fundamentó en la utilización de la filtración por membranas para la concentración de leche, cuyo principio es el incremento de sólidos y la eliminación de suero lácteo.

Como el principio de microfiltración tangencial es la centrifugación, la grasa propia de la leche es separada por lo que para aplicar esta alternativa fue necesario la reconstitución de la leche concentrada utilizando grasa vegetal y crema de leche, luego esta leche se utilizó en la elaboración de queso semimaduro para sánduche, en este proceso se utilizó dos líquidos para el lavado de la cuajada.

Con estos antecedentes, la presente investigación se desarrolló en la ciudad de Ibarra, en la unidad productiva de lácteos de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial, las variables evaluadas se realizaron en los laboratorios de uso múltiple de la UTN. Los factores que se estudió para la elaboración de queso semimaduro fueron tres:

Factor A: Factor de Retención Volumétrica (FRV), utilizando tres niveles de concentración: FRV4, FRV5, FRV6.

Factor B: Líquido de lavado de la cuajada, utilizando agua normal y el primer permeado.

Factor C: tipos de grasa utilizada en la reconstitución de la leche; grasa animal y grasa vegetal (Lac 5328).

Se utilizó un diseño experimental de Bloques Completamente al Azar con doce tratamientos y tres repeticiones por tratamiento, un análisis funcional de prueba de Tukey al 5% para tratamientos y DMS para factores, además de calcular el coeficiente de variación.

Al término de esta investigación se pudo observar claramente que los quesos semimaduros obtenidos con leche concentrada por microfiltración tangencial tenían más porcentaje de humedad que los elaborados con leche entera normal, por tal razón la textura del queso tuvo la particularidad que este fue suave, con características de queso blando tipo crema, pero de agradable sabor; además ninguno de estos quesos cumple con lo que establece la norma INEN NTE 64 en cuanto a cantidad de grasa en extracto seco cuyo porcentaje es un mínimo de 48%.

En el análisis organoléptico se observó que no existe diferencia estadística significativa, pero existe una tendencia a los distintos tratamientos.

SUMMARY

The present investigation study is based in the use of the filtration by membranes for the concentration of milk whose principle is the increment of solids and the elimination of the milky serum for centrifugation.

As the principle of microfiltration tangential it is the centrifugation, the fat characteristic of the milk it is separated by what is necessary to apply this alternative the rebuilding of the concentrated milk using vegetable fat and cremates of milk, after reconstituting this milk it was used in the elaboration of cheese semimaduro for sandwich, in this process we use two liquids for the laundry of the curd and at the end of the process we evaluate the quality of the cheese elaborated with concentrated milk.

With these antecedents, the present investigation was developed in the city of Ibarra, in the productive unit of milky of the School of Agroindustrial Engineering; the evaluated variables were carried out in the laboratories of multiple use of the UTN. The factors that it was studied for the elaboration of cheese semimaduro were three:

Factor A: Factor of Retention Volumetric (FRV), using three concentration levels: FRV4, FRV5, FRV6, where the numeration of the FRV represents the number of times that concentrates the milk.

Factor B: Liquid of laundry of the curd, using normal water and the first permeado.

Factor C: Types of fat used in the rebuilding of the milk; animal fat and vegetable fat (Lac 5328).

An experimental design of Blocks at random was used with three repetitions by treatment, a functional analysis of test of Tukey to 5% for treatments and DMS for factors, besides calculating the variation coefficient..

At finish of this investigation we observe clearly that the cheeses semimaduros obtained of the milk concentrated by tangential microfiltration had more percentage of humidity than those elaborated with normal whole milk, for such a reason the texture of the cheese had the particularity that this it was soft, with characteristic of cheese cream type, but of pleasant flavor; beside none of these cheeses it also fulfills what establishes the norm INEN NTE 64 as for quantity of fat in dry extract whose percentage is a minimum of 48%.

In the analysis organoléptic it was observed that difference significant statistic doesn't exist, but a tendency exists to the different treatments.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materia Prima

- Leche descremada
- Crema de Leche
- Grasa Vegetal (LAC-5328)

Insumos

- Cloruro de calcio
- Cuajo
- Fermento
- Líquido de lavado (agua, permeado)
- Nitrato de potasio
- Obsiemul MGS - 90
- Parafina
- Sal

MÉTODOS

Factores en estudio para elaboración de queso semimaduro para sánduche

La presente investigación asume los siguientes factores en estudio:

FACTOR A

FRV (factor de retención volumétrica)

FRV 4 (A1)

FRV 5 (A2)

FRV 6 (A3)

La numeración de los FRV (4, 5, 6), representa el número de veces que se concentra la leche.

FACTOR B

Líquido de lavado

Agua normal a 60 °C (B1)

Primer permeado a 60 °C (B2)

FACTOR C

Adición de grasa

Tipos de grasa

Lac 5328 (C1)

Crema (C2)

Tratamientos

Nro	FRV	LÍQUIDO DE LAVADO	GRASAS	COMBINACIONES
1	A1	B1	C1	A1B1C1
2	A1	B1	C2	A1B1C2
3	A1	B2	C1	A1B2C1
4	A1	B2	C2	A1B2C2
5	A2	B1	C1	A2B1C1
6	A2	B1	C2	A2B1C2
7	A2	B2	C1	A2B2C1
8	A2	B2	C2	A2B2C2
9	A3	B1	C1	A3B1C1
10	A3	B1	C2	A3B1C2
11	A3	B2	C1	A3B2C1
12	A3	B2	C2	A3B2C2

Diseño Experimental

Diseño completamente al azar con arreglo factorial:

A x B x C

Características del Experimento

Número de repeticiones: Tres (3)
Número de tratamientos: Doce (12)
Número de unidades experimentales: Treinta y seis (36)

Análisis de variancia.

Esquema del Adeva

FUENTE DE VARIACIÓN	GL
TOTAL	35
Tratamientos	11
(F A) FRV	2
(F B) L. lavado	1
(F C) Grasa	1
A x B	2
A x C	2
B x C	1
(A x B x C)	2
Error experimental	24

Variables evaluadas al producto terminado

VARIABLE	MÉTODO
➤ pH	pHmetro
➤ Contenido de grasa	Gerber
➤ Contenido de sólidos	Estufa
➤ Rendimiento	Balance de Materiales
➤ Pérdidas en cada etapa de proceso	Balance de Materiales
➤ Análisis organoléptico	Evaluación Sensorial
➤ Contenido de Proteína	Kjheldal

Además hubo necesidad de hacer análisis microbiológicos en leche descremada antes de entrar al proceso de concentración por microfiltración tangencial, al permeado obtenido en el proceso de concentración, a leche concentrada y a los tres mejores tratamientos.

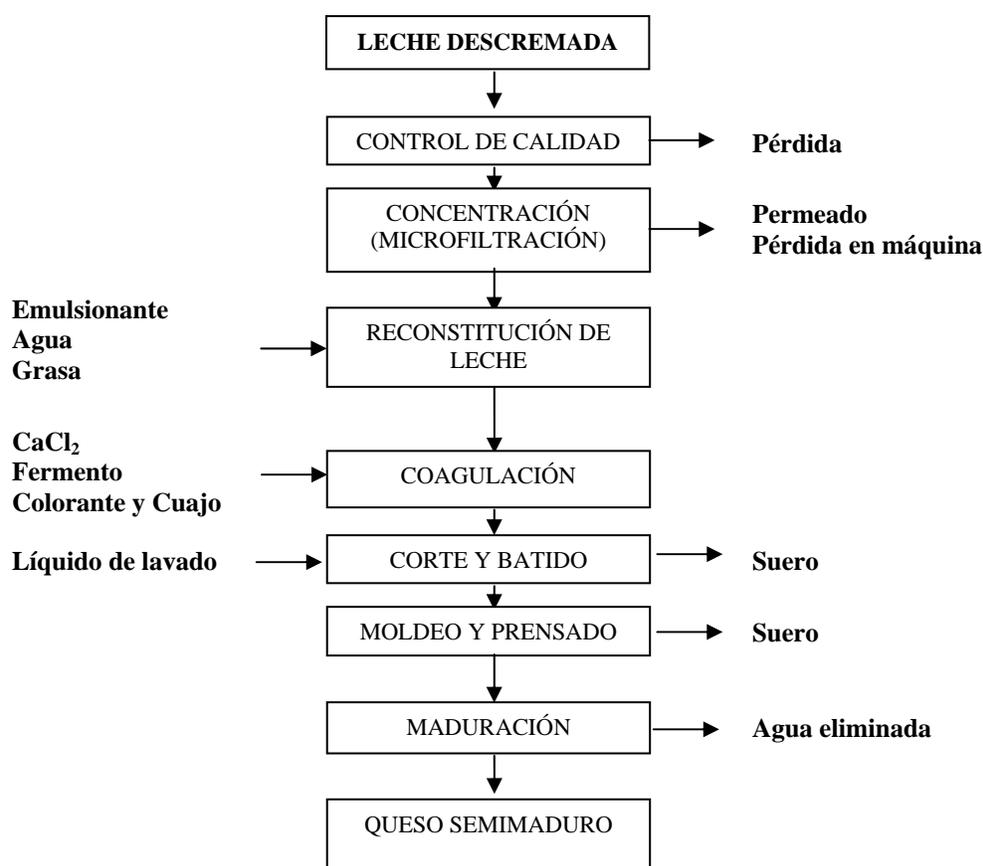
- Microbiología: mohos, levaduras y coliformes.

Análisis Funcional

En los tratamientos que hubo diferencia estadística significativa se realizó: Prueba de tukey al 5%, para factores se realizó la prueba de DMS.

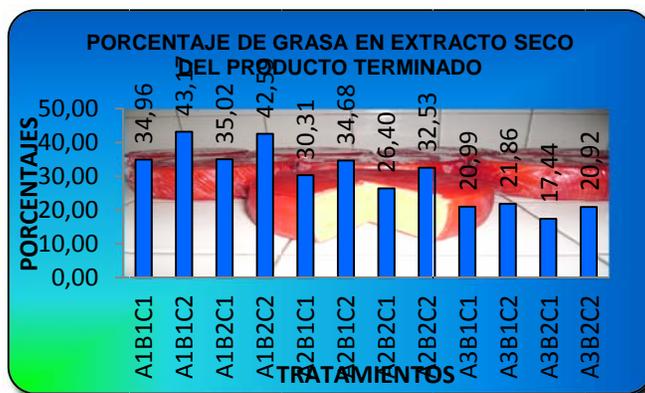
Para las variables no paramétricas se realizó la Prueba de Friedman al 1% y 5%.

Proceso de elaboración de queso semimaduro para sánduche



RESULTADOS Y DISCUSION

Porcentaje de grasa en extracto seco del producto terminado

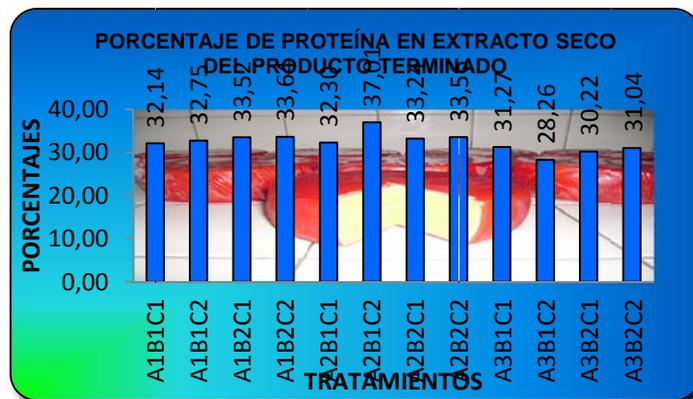


El gráfico indica el contenido de grasa en extracto seco de los quesos analizados. Con los datos obtenidos y según norma INEN 64 para queso semimaduro, ninguno de estos quesos está dentro de los rangos que establece esta norma en cuanto a cantidad de grasa en extracto seco cuyo porcentaje mínimo es de 48%.

Además se puede determinar que a menor FRV (factor de retención volumétrica) la grasa se retiene en mayor proporción y también la grasa vegetal es la que mejor se restituye en la leche concentrada, cabe señalar que la grasa vegetal y la crema que se utilizó en la restitución de la leche no fueron consideradas con el mismo volumen debido a que el porcentaje de grasa es distinto (crema 49% y grasa vegetal 100%).

En cuanto al líquido de lavado no se puede ver una influencia notable en la retención de grasa.

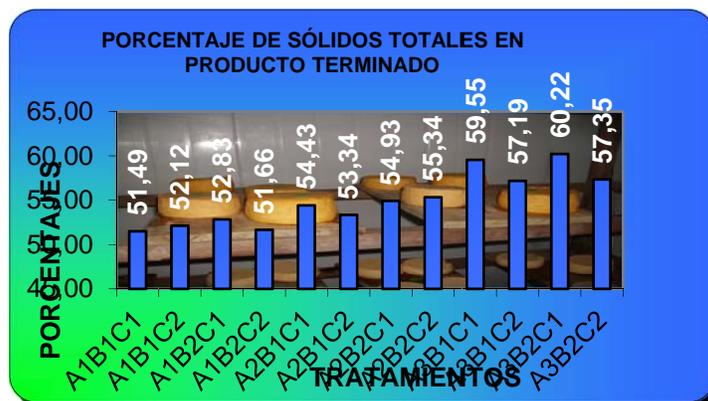
Porcentaje de proteína



Este gráfico muestra el contenido de proteína en extracto seco.

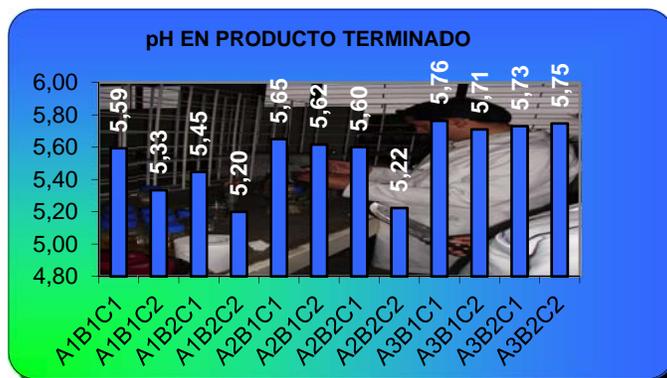
Según las muestras analizadas todas se encuentran dentro de un rango entre 30 y 37 g de proteína por cada 100 g de muestra analizada y no se puede ver que haya una relación entre el contenido de proteína y los diferentes factores en estudio.

Porcentaje de sólidos totales



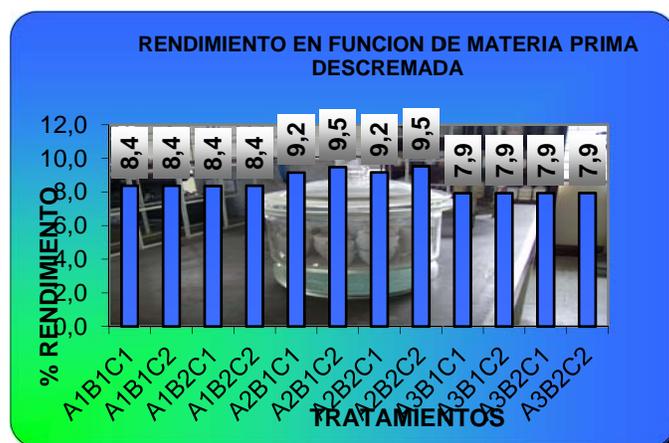
El gráfico muestra los valores promedios de análisis de porcentaje de sólidos totales. Al observar los resultados de los análisis el mejor tratamiento es T11 (Factor de Retención Volumétrica nivel de concentración 6+ Lavado con primer permeado + grasa vegetal) con un 60,22 % de sólidos totales. A continuación el tratamiento T9 (Factor de Retención Volumétrica nivel de concentración 6+ Lavado con agua + grasa vegetal) con un 59,55 % de sólidos totales, estos valores son los mas altos y representan los mayores y mejores porcentajes de sólidos totales.

pH al final de la maduración



El gráfico nos muestra los valores promedios de análisis de pH en el producto terminado. Al observar los resultados de los análisis todos los tratamientos se encuentran en un rango de pH entre 5.2 a 5.7.

Rendimiento con respecto a leche inicial



El gráfico reporta los valores promedios del rendimiento en función de materia prima descremada con respecto al producto terminado. Al observar los resultados de los análisis de rendimiento los mejores tratamientos son T8 (Factor de Retención Volumétrica nivel de concentración5 + Lavado con primer permeado + crema) y T 6 (Factor de Retención Volumétrica nivel de concentración 5 + Lavado con agua + crema) con un 9.5 % en rendimiento. Estos valores representan los mayores porcentajes de rendimiento.

Pérdidas en el proceso de elaboración

ACTIVIDAD	FRV 4		FRV 5		FRV 6	
	ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA
Recepción (g)	47288		51400		61680	
Pruebas de calidad (g)		203.34		205.6		203.54
MFT (g)	47084.66		51194.4		61476.45	
leche concentrada(g)		10335.06		9778.16		9436.6
permeado(g)		36255.2		40904.3		51271.4
pérdida en máquina(g)		494.4		511.94		768.45
Reconstitución						
leche concentrada(g)	10335.06		9778.16		9436.6	
emulsionante(g)	864		763		759	
agua(cm ³)	334.8		286.2		274.9	
grasa(g)						
Coagulación						
adición de CaCl ₂ (g)	2.16		1.92		1.92	
adición fermento(g)	0.059		0.052		0.052	
colorante(g)	1.1		1.1		1.1	
cuajo(g)	21		19		19	
Líquido de lavado(g)	4100		3600		3600	
mezcla(g)	15874.18		14640.26		14282.17	
desuerado(g)		9288.2		9022.86		8013.47
cuajada(g)		6586		5617.4		6268.7
Moldeo (g)	6585.86		5617.44		6268.7	
Prensado(g)	6585.86		5617.44		6268.7	
suero(g)		137.2		104.9		96.8
Queso(g)	6448.73		5512.54		6171.92	
Maduración(g)						
agua eliminada(g)	6448.73		5512.54		6171.9	
producto final(g)	4180.3	2268,4	4512.1	1000.44	4900.4	1271,5

En el cuadro se indica las pérdidas que existieron en el proceso, teniendo que las etapas que son más vulnerables respecto a la pérdida de sólidos y masa son: lavado y desuerado. Todas estas pérdidas se traducen en la disminución del rendimiento.

Tabulación estadística de las variables organolépticas

VARIABLE	F calculada	5%	1%
APARIENCIA	8,13 ^{NS}	19,7	24,7
SABOR	14,56 ^{NS}	19,7	24,7
TEXTURA	6,69 ^{NS}	19,7	24,7
OLOR	7,73 ^{NS}	19,7	24,7

Este cuadro nos indica que los productos tuvieron aceptación, ya que no existió significación estadística al 5% en ninguna de las características organolépticas, demostrándose que hay aceptabilidad por parte del consumidor hacia esta nueva alternativa en queso.

CONCLUSIONES

- Referente al contenido de proteína en extracto seco. Los resultados indican que todas las muestras se encuentran en un rango de 30% a 37% proteína, y no se puede ver que haya una relación entre el contenido de proteína y los diferentes factores en estudio.
- En lo referente a la grasa utilizada en la reconstitución de leche concentrada se encontró que, utilizando grasa vegetal y una menor concentración (Factor de Retención Volumétrica) la leche se restituye de mejor manera y uniforme. Al reconstituir la leche con crema se utilizó mayor volumen con respecto a grasa vegetal, debido a que el porcentaje de grasa es del 49 % y 100 % respectivamente.
- Al determinar el pH de los quesos, para cada uno de los tratamientos analizados muestran que estos se encuentran en un rango de 5.2 a 5.7.
- Con lo relacionado al contenido de humedad, ninguno de los tratamientos cumple con los valores establecidos en la norma INEN 63 (39% de humedad), encontrándose que los tratamientos T11 y T9 se acercan a este valor, estos tratamientos corresponden a leche concentrada nivel 6.
- Con respecto al rendimiento se puede concluir que los tratamientos con mejor porcentaje fueron aquellos en los que se utilizó leche concentrada a Factor de Retención Volumétrica nivel de concentración 5 y crema de leche, esto se debe a que poseen mas peso al final de la maduración.
- Con lo referente al tiempo de coagulación, se encontró una notable disminución, debido a que la materia prima presenta mayor porcentaje de sólidos y por ende las micelas de paracaseinato se encuentran más unidas.
- Los resultados de los análisis sensoriales, muestran que no existió diferencia estadística significativa entre tratamientos para los atributos apariencia, sabor, textura y olor.
- En cuanto a la textura del queso tuvo la particularidad que todas las muestras fueron suaves, con características de queso blando tipo crema y de agradable sabor.

RECOMENDACIONES

- Para concentrar la leche por microfiltración tangencial es necesario utilizar leche descremada, debido a que el principio de funcionamiento de la máquina filtradora es la centrifugación y en el caso de utilizar leche entera separa la grasa de la leche, lo que ocasiona el taponamiento de los orificios de la membrana y por tal razón dificulta el proceso de concentración.
- Para realizar los cálculos de restitución de grasa (crema y grasa vegetal) en la leche y elaboración de queso, se debe hacer en base a leche concentrada y no en función de leche entera.
- Luego de la reconstitución de la leche concentrada sea con grasa vegetal o crema de leche, se debe dejar en reposo por un lapso determinado de tiempo, para que exista una buena emulsión y el producto retenga la mayor cantidad de grasa.
- Continuar con investigaciones tomando en consideración la cantidad de cuajo y del tiempo de coagulación en la elaboración de queso, utilizando leche concentrada.
- Se recomienda estudiar la influencia de la temperatura, humedad relativa y en el proceso de maduración.
- Realizar investigaciones relacionadas al proceso de elaboración de queso semimaduro, en la etapa de reconstitución de la leche, por que las características de consistencia del queso fueron muy particulares: suave, blanda; como de queso para untar.
- Diversificar la investigación de microfiltración tangencial a otras líneas de proceso en el ámbito alimenticio.

BIBLIOGRAFIA CITADA

1. ALFA S.A. (1998) **“SIMPOSIUM DE QUESOS Y PRODUCTOS LACTEOS FERMENTADOS”** San José de Costa Rica.
2. A.M.M./ (1985) mvc. **“Manual de tecnología y control de calidad de productos lácteos”**
3. DUBACH,J (1989) **“ El ABC para las queserías rurales del Ecuador “** convenio MAG – COTESU 2da Edición Quito
4. FAO (1984) **“Manual de microbiología de la leche”** Chile.
5. FAO (1986) **“COMPOSICIÓN Y PROPIEDADES DE LA LECHE”** Redactado por Héctor Covacevich. Santiago Chile
6. FAO (Mayo 1988) **“Manual de Elaboración de Queso”** Chile
7. <http://www.infoleche.com>
8. http://danival.org/queso/img/tabla_quesos_2.pgj”.
9. <http://www.inen.gov.ec/> Normas Técnicas (No 4, N° 1529-8, No 9, No 11, No 12, No 13, No 18, No 62, No 63, No 64, No 66, No 67)
10. Keating P. (1992) **“Manual de tecnología y control de calidad de productos lácteos”**.
11. LAWSON. H. (1980) **“Aceites y Grasas Alimentarios”**, editorial ACRIBIA S.A.
12. LOPEZ Gómez Antonio (2003). **“Manual de Industrias Lácteas”**

RESUMEN EJECUTIVO

PROBLEMA

Dos grandes problemas que a enfrentado el hombre a lo largo del tiempo en la elaboración de queso es la perdida de sólidos en la extracción del suero y el tiempo de elaboración lo que representa mermas en el rendimiento y pérdidas económicas en la empresa.

JUSTIFICACIÓN

El presente estudio de investigación se fundamenta en la utilización de una nueva alternativa tecnológica que utiliza leche concentrada por MF (microfiltración) tangencial en la elaboración de queso semimaduro para sánduche.

OBJETIVO GENERAL

- Evaluar el efecto de la leche concentrada por MF tangencial en la calidad del queso semimaduro para sánduche, utilizando dos líquidos de lavado y diferentes tipos de grasa.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el mejor tipo de grasa para reconstituir leche concentrada por MF tangencial.
- Evaluar la incidencia de los diferentes FRV (concentraciones) en la elaboración y calidad de queso semimaduro para sánduche.
- Evaluar el líquido de lavado de la cuajada en la elaboración de queso semimaduro para sánduche.
- Determinar el rendimiento del queso elaborado con distintas concentraciones de leche.
- Evaluar la calidad del producto mediante análisis físico-químicos: humedad, grasa, pH, extracto seco, grasa / extracto seco, y organolépticos: olor, color, sabor, textura.

MÉTODOS

Esta investigación asume tres factores en estudio:

Factor A (Factor de Retención Volumétrica) con tres niveles

Factor B (Líquido de lavado) con dos niveles

Factor C (Tipos de grasa) con dos niveles

Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar con arreglo factorial AxBxC con tres repeticiones.

RESULTADOS

El queso tiene un porcentaje de proteína de 32-37 % en extracto seco, un porcentaje inferior a 48 % de grasa en extracto seco y una humedad superior a 39 %

CONCLUSIONES

Esta investigación logró demostrar que el queso elaborado con leche concentrada por MF tangencial si influye en la calidad del mismo.

RECOMENDACIONES

Realizar otras investigaciones de la temática profundizando en puntos críticos en el proceso de elaboración como por ejemplo: tiempos de coagulación, cantidad de cuajo, acidez, parámetros de maduración.