

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

Tesis de grado presentado como requisito para optar por el título de

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

AUTORES

EDWIN ALEXANDER JÁCOME LEMA
SANDRO RAFAEL MOLINA BASTIDAS

“EFECTO 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”

INTRODUCCIÓN

El hombre en su afán de disminuir estas pérdidas y mejorar en calidad ha desarrollado algunas alternativas, que van desde optimizar procesos hasta la utilización de nuevas tecnologías. Las técnicas de filtración tangencial son el grupo de nuevas tecnologías que ha adquirido en los últimos años mayor importancia en la industria alimenticia. Esta aplicación surge para la mejora y optimización de los procesos en las líneas de producción.

“El uso de leche microfiltrada ha sido ya investigado para la producción de queso, pero su empleo es problemático debido a la disminución marcada de los lacto fermentos naturales de la leche. Sin embargo, el empleo de membranas de micro filtración con un tamaño de poro de $0,1 \mu\text{m}$ permite más bien concentrar la caseína”

El presente estudio de investigación se fundamentó en la utilización de una nueva alternativa tecnológica e innovadora que utiliza leche concentrada por microfiltración tangencial cuyo principio es la eliminación de suero lácteo por centrifugación, para la elaboración de queso semimaduro para sánduche.

Al reconstituir la leche con grasa vegetal obtuvimos un producto con grasa insaturada y características similares a las del queso tradicional, el cual tendrá una buena aceptabilidad en el mercado, ya que puede ser consumido por personas que presentan problemas de asimilación metabólica.

OBJETIVOS

Objetivo General

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

Objetivos Específicos

- Determinar el mejor tipo de grasa.
- Evaluar la incidencia de los diferentes FRV utilizados
- Seleccionar el líquido de lavado de la cuajada.
- Determinar el rendimiento del queso elaborado con distintas concentraciones de leche.
- Evaluar la calidad del producto mediante análisis físico-químicos y organolépticos

HIPÓTESIS

Ho: El queso semimaduro para sanduche obtenido con leche concentrada mediante microfiltración tangencial, a niveles FRV 4, FRV 5 y FRV 6, con la adición de dos grasas y utilizando dos líquidos para el lavado, no influyen en su calidad.

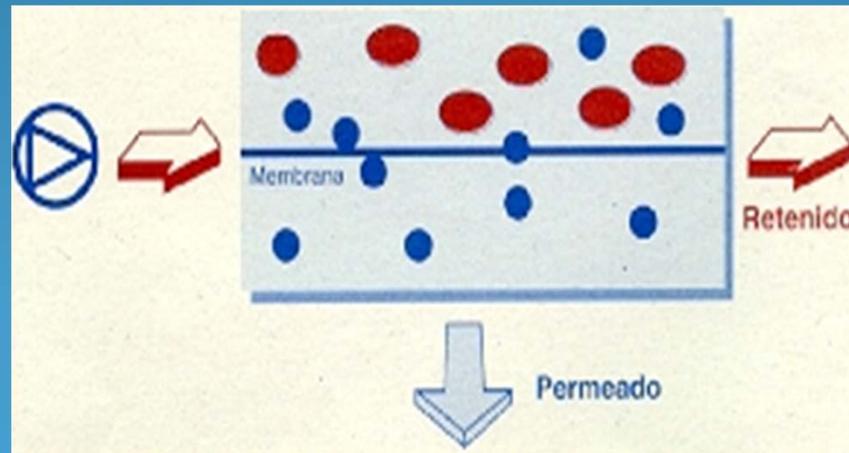
Hi: El queso semimaduro para sanduche obtenido con leche concentrada mediante microfiltración tangencial, a niveles FRV 4, FRV 5 y FRV 6, con la adición de dos grasas y utilizando dos líquidos para el lavado, influyen en su calidad

Microfiltración

Las operaciones de filtración tangencial son procesos físicos de separación transmembrana que permiten separar y/o concentrar los constituyentes de una mezcla líquida en función de sus propiedades. Es un proceso en el que una solución fluye bajo presión sobre la superficie de una membrana. Como resultado de la presión aplicada y en función de las propiedades de la membrana el solvente y ciertos solutos pasan a través de la membrana mientras que otros son retenidos.

La filtración tangencial. Se caracteriza por una circulación rápida del líquido a filtrar tangencialmente a una membrana (el filtro). Así, al tiempo que se efectúa la filtración, se auto limpia la membrana, lo que permite trabajar en continuo con características de funcionamiento estables (composición, caudal).

Como se puede observar en el siguiente gráfico, hay una entrada (el líquido a filtrar) y dos salidas: un filtrado / permeado empobrecido y un concentrado / retenido enriquecido.



El Queso

El queso es un alimento importante en la dieta de casi todas las personas por que es nutritivo y natural, fácil de producir en cualquier entorno, y permite el consumo de leche en momentos en los que no se puede obtener este producto, el queso es una conserva obtenida por la coagulación de la leche y por la acidificación y deshidratación de la cuajada

Características del queso semimaduro

Cada variedad de quesos posee una serie de características típicas referente al olor, sabor, color, consistencia, textura y aspecto general, que las distinguen de cualquier otra, y depende de las condiciones de producción y de la exactitud adoptada en el método de trabajo.

MÉTODOS

**FACTORES EN ESTUDIO PARA
ELABORACIÓN DE QUESO
SEMIMADURO PARA SANDUCHE.**

FACTOR A: FRV (factor de retención volumétrica):

- FRV 4 (A1)
- FRV 5 (A2)
- FRV 6 (A3)

FACTOR B: Líquido de lavado:

- Agua normal (B1)
- Primer permeado (B2)

FACTOR C: Adición de grasa:

- Lac 5328 (C1)
- Crema (C2)

Variables evaluadas al producto terminado

- Contenido de Proteína (Kjheldal)
- Contenido de grasa (Gerber)
- Contenido de humedad (Estufa)
- Contenido de sólidos (Estufa)
- pH (pHmetro)
- Rendimiento (Balance de Materiales)
- Pérdidas en el proceso (Balance de Materiales)
- Análisis organoléptico (Evaluación Sensorial)
- Microbiología: mohos, levaduras y Coliformes.

**DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE
ELABORACIÓN DE QUESO
SEMIMADURO PARA SANDUCHE.**

1. Recepción



2. Concentración



3. Pasteurización



4. Adición de grasa vegetal



5. Enfriamiento



6. Adición de fermento



7. Premaduración



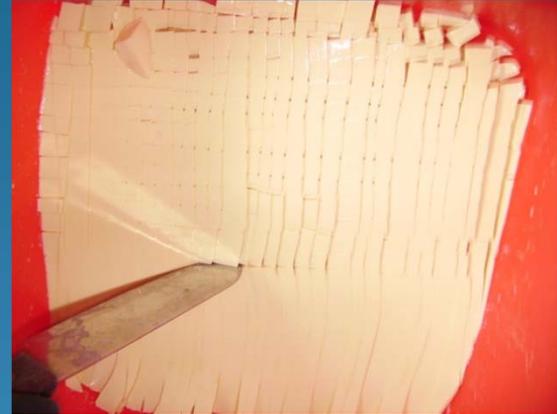
8. Adición de cuajo



9. Coagulación



10. Corte de la cuajada



11. Lavado y batido de la cuajada



12. Reposo y desuerado



13. Moldeo



14. Prensado



15. Pesado



16. Salado



17. Maduración



18. Encerado



RESULTADOS Y DISCUSIONES

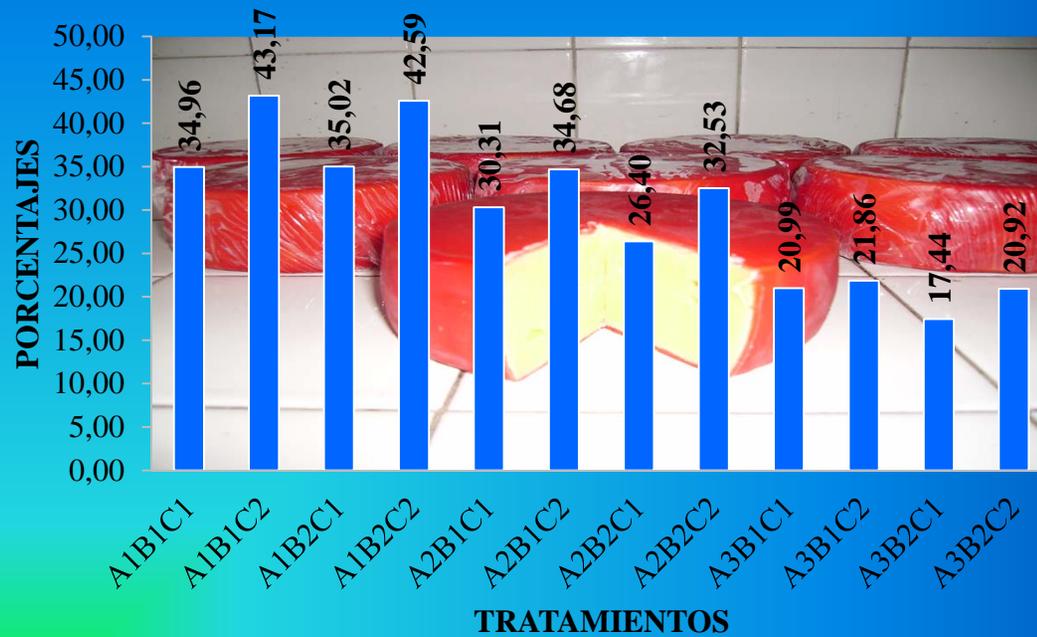
CARACTERÍSTICAS DE LA MATERIA PRIMA UTILIZADA PARA LA ELABORACIÓN DE QUESO SEMIMADURO PARA SÁNDUCHE

CARACTERÍSTICAS DE LA MATERIA PRIMA			
FRV	Análisis	Leche descremada	Leche concentrada
4	Acidez (°D)	16.00	35.00
	Grasa (%)	0.1	0.4
	Densidad (g/ml)	1.028	1.040
	Temperatura (°C)	11	30
	Sólidos totales (%)	8.2	28.8
5	Acidez (°D)	16	41
	Grasa (%)	0.1	0.5
	Densidad (g/ml)	1.028	1.045
	Temperatura (°C)	10	36
	Sólidos totales (%)	7.26	34
6	Acidez (°D)	16	50
	Grasa (%)	0.1	0.6
	Densidad (g/ml)	1.028	1.055
	Temperatura (°C)	11	43
	Sólidos totales (%)	8.8	38.7

EVALUACIÓN DE VARIABLES

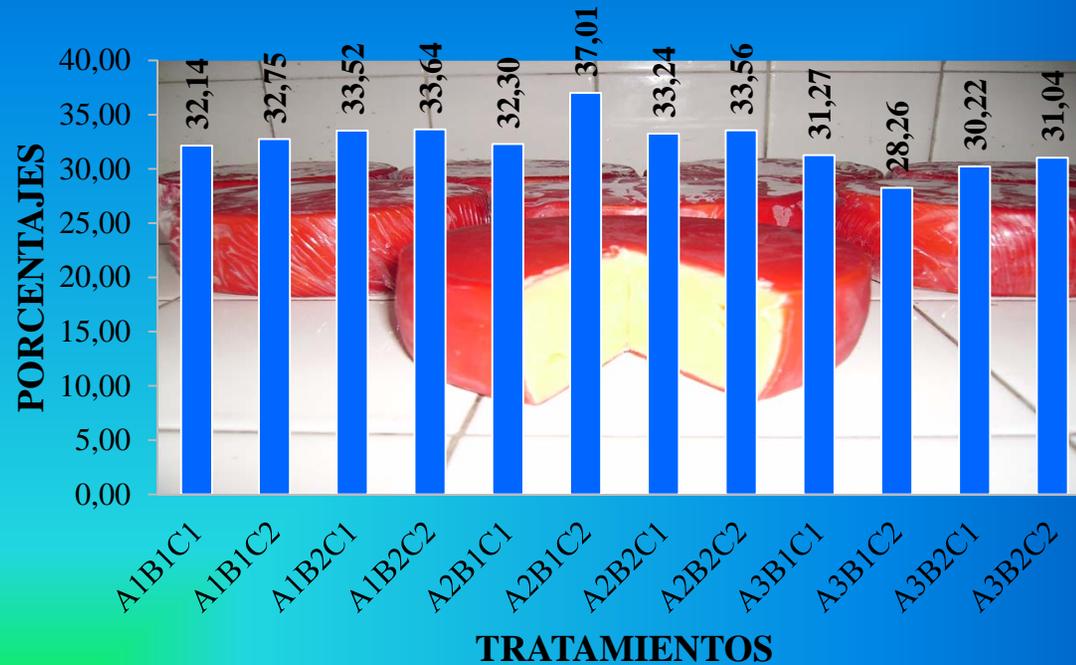
Porcentaje de grasa en extracto seco del producto terminado

PORCENTAJE DE GRASA EN EXTRACTO SECO DEL PRODUCTO TERMINADO



Porcentaje de proteína en extracto seco

PORCENTAJE DE PROTEÍNA EN EXTRACTO SECO DEL PRODUCTO TERMINADO



Porcentaje de humedad en queso al término de maduración

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 1%	F. 5%
Total	35	369,60				
Tratam.	11	293,62	26,69	8,43 **	3,1	2,22
Factor A (FRV)	2	262,46	131,23	41,45 **	5,61	3,4
Factor B (L.LAVA)	1	4,39	4,39	1,39 NS	7,82	4,26
Factor C (GRASAS)	1	10,40	10,40	3,29 NS	7,82	4,26
I (AxB)	2	1,36	0,68	0,22 NS	5,61	3,4
I (AxC)	2	10,70	5,35	1,69 NS	5,61	3,4
I (BxC)	1	0,16	0,16	0,05 NS	7,82	4,26
I (AxBxC)	2	4,14	2,07	0,65 NS	5,61	3,4
ERROR EXP.	24	75,98	3,17			

CV= 3.96%

Prueba Tukey al 5% para tratamientos de la variable humedad

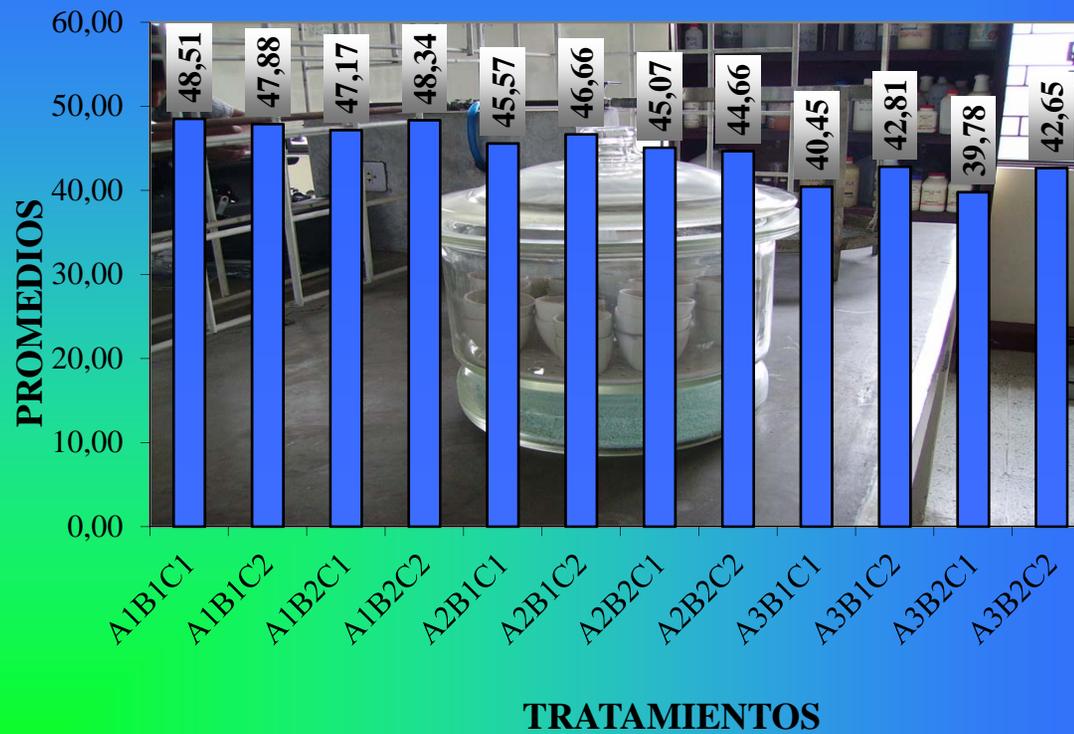
TRATAMIENTOS	A x B x C	PROMEDIOS	RANGOS
T11	A3B2C1	39,78	a
T9	A3B1C1	40,45	a
T12	A3B2C2	42,65	a
T10	A3B1C2	42,81	a
T8	A2B2C2	44,66	a
T7	A2B2C1	45,07	b
T5	A2B1C1	45,57	b
T6	A2B1C2	46,66	b
T3	A1B2C1	47,17	b
T2	A1B1C2	47,88	b
T4	A1B2C2	48,34	b
T1	A1B1C1	48,51	b

Prueba de DMS para el factor A (Factor de Retención Volumétrica).

	FACTORES	PROMEDIOS	SIGNIF	RANGOS
A3	FRV-6	248,54	*	a
A2	FRV-5	264,24	*	b
A1	FRV-4	282,865	*	c

Porcentaje de humedad

PORCENTAJE DE HUMEDAD EN PRODUCTO TERMINADO



Porcentaje de sólidos totales en producto terminado

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 1%	F. 5%
Total	35	369,60				
Tratam.	11	293,62	26,69	8,43 **	3,1	2,22
Factor A (FRV)	2	262,46	131,23	41,45 **	5,61	3,4
Factor B (L.LAVA)	1	4,39	4,39	1,39 NS	7,82	4,26
Factor C (GRASAS)	1	10,40	10,40	3,29 NS	7,82	4,26
I (AxB)	2	1,36	0,68	0,22 NS	5,61	3,4
I (AxC)	2	10,70	5,35	1,69 NS	5,61	3,4
I (BxC)	1	0,16	0,16	0,05 NS	7,82	4,26
I (AxBxC)	2	4,14	2,07	0,65 NS	5,61	3,4
ERROR EXP.	24	75,98	3,17			

CV= 3,23%

Prueba Tukey al 5% para tratamientos de la variable sólidos totales

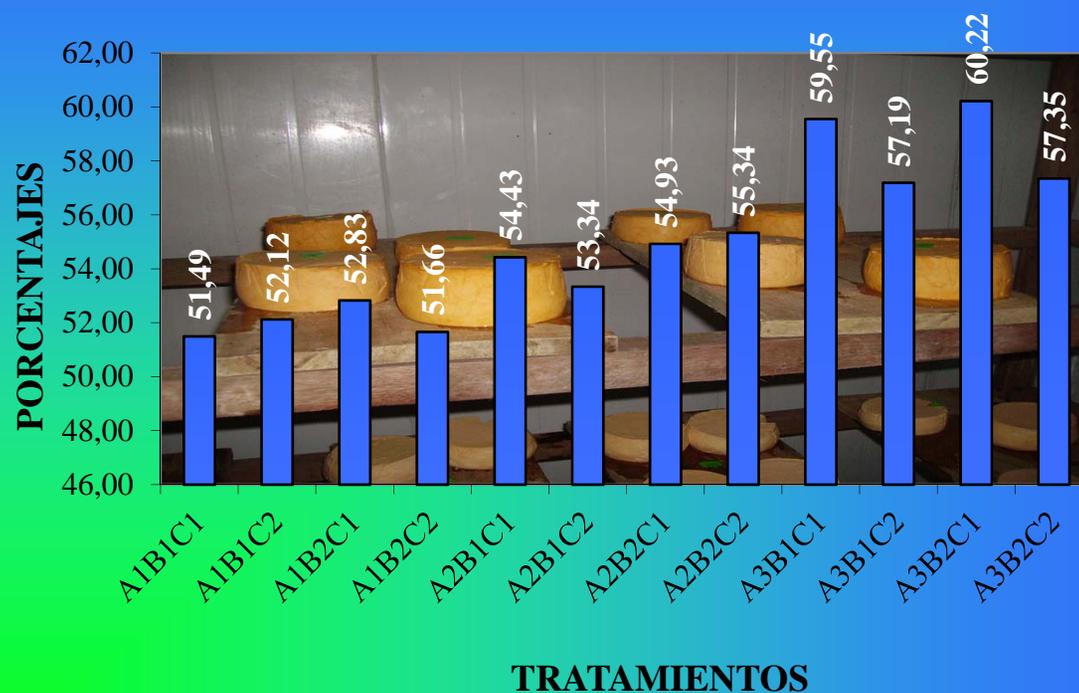
TRATAMIENTOS	A x B x C	PROMEDIOS	RANGOS
T11	A3B2C1	60,22	a
T9	A3B1C1	59,55	a
T12	A3B2C2	57,35	a
T10	A3B1C2	57,19	a
T8	A2B2C2	55,34	a
T7	A2B2C1	54,93	b
T5	A2B1C1	54,43	b
T6	A2B1C2	53,34	b
T3	A1B2C1	52,83	b
T2	A1B1C2	52,12	b
T4	A1B2C2	51,66	b
T1	A1B1C1	51,49	b

Prueba de DMS para el factor A (Factor de Retención Volumétrica)

	FACTORES	PROMEDIOS	SIGNIF	RANGOS
A3	FRV-6	351,46	*	a
A2	FRV-5	335,76	*	b
A1	FRV-4	317,135	*	c

Porcentaje de sólidos totales

PORCENTAJE DE SÓLIDOS TOTALES EN PRODUCTO TERMINADO



pH al final de la maduración

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 1%	F. 5%
Total	35	1,70				
Tratam.	11	1,34	0,12	8,19 **	3,1	2,22
Factor A (FRV)	2	0,73	0,36	24,31 **	5,61	3,4
Factor B (L.LAVA)	1	0,13	0,13	8,69 **	7,82	4,26
Factor C (GRASAS)	1	0,23	0,23	15,23 **	7,82	4,26
I (AxB)	2	0,08	0,04	2,57 NS	5,61	3,4
I (AxC)	2	0,09	0,05	3,10 NS	5,61	3,4
I (BxC)	1	0,02	0,02	1,13 NS	7,82	4,26
I (AxBxC)	2	0,08	0,04	2,52 NS	5,61	3,4
ERROR EXP.	24	0,36	0,0149			

CV= 2.20%

Prueba Tukey al 5% para tratamientos de la variable pH

TRATAMIENTOS	A x B x C	PROMEDIOS	RANGOS
T9	A3B1C1	5,76	a
T12	A3B2C2	5,75	a
T11	A3B2C1	5,73	a
T10	A3B1C2	5,71	a
T5	A2B1C1	5,65	a
T6	A2B1C2	5,62	a
T7	A2B2C1	5,60	a
T1	A1B1C1	5,59	a
T3	A1B2C1	5,45	a
T2	A1B1C2	5,33	b
T8	A2B2C2	5,22	b
T4	A1B2C2	5,20	b

Prueba de DMS para el factor A (Factor de Retención Volumétrica)

	FACTORES	PROMEDIOS	SIGNIF	RANGOS
A3	FRV-6	34,425	**	a
A2	FRV-5	33,135	**	b
A1	FRV-4	32,36	**	c

Prueba de DMS para el factor B (Líquido de lavado)

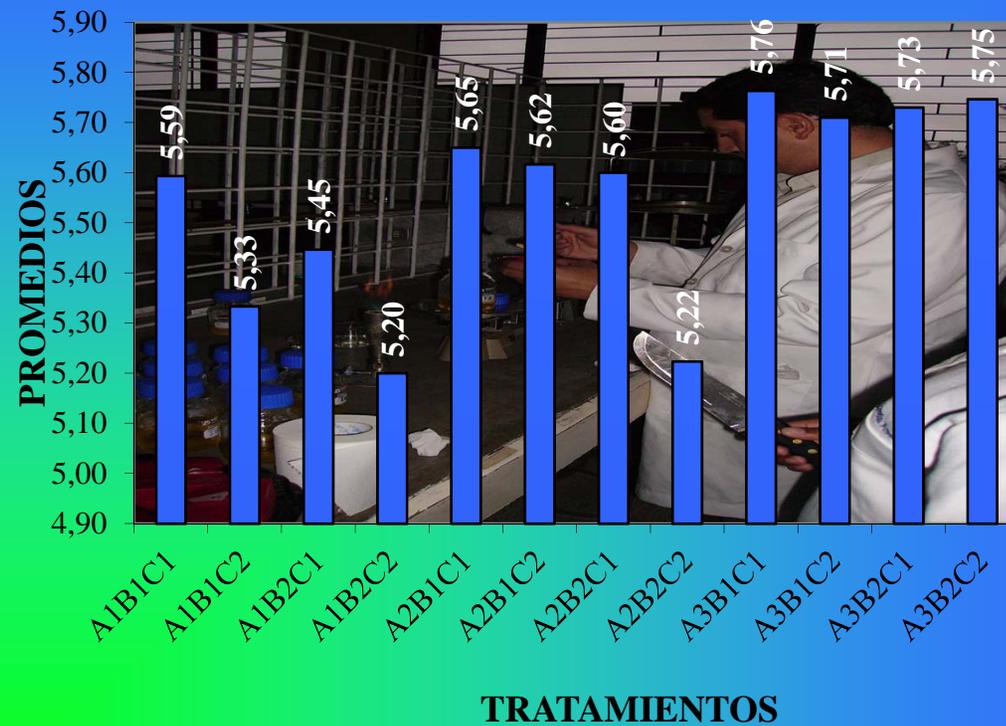
	FACTORES	PROMEDIOS	SIGNIF	RANGOS
B1	L. água	50,50	**	a
B2	L. permeado	49,42		b

Prueba de DMS para el factor C (Tipos de grasa)

	FACTORES	PROMEDIOS	SIGNIF	RANGOS
C1	GRASA. V.	50,675	**	a
C2	CREMA	49,245		b

pH al final de la maduración

pH EN PRODUCTO TERMINADO



Rendimiento con respecto a leche inicial

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T 1%	F. 5%
Total	35	13,45				
Tratam.	11	12,86	1,17	47,84**	3,1	2,22
Factor A (FRV)	2	12,49	6,24	255,42**	5,61	3,4
Factor B (L.LAVA)	1	0,00	0,00	0,01 ^{NS}	7,82	4,26
Factor C (GRASAS)	1	0,15	0,15	6,01*	7,82	4,26
I (AxB)	2	0,00	0,00	0,01 ^{NS}	5,61	3,4
I (AxC)	2	0,22	0,11	4,58*	5,61	3,4
I (BxC)	1	0,00	0,00	0,01 ^{NS}	7,82	4,26
I (AxBxC)	2	0,00	0,00	0,08 ^{NS}	5,61	3,4
ERROR EXP.	24	0,59	0,02			

CV= 1.83%

Prueba Tukey al 5% para tratamientos de la variable rendimiento

TRATAMIENTOS	A x B x C	PROMEDIOS	RANGOS
T8	A2B2C2	9,53	a
T6	A2B1C2	9,50	a
T5	A2B1C1	9,17	a
T7	A2B2C1	9,17	a
T1	A1B1C1	8,37	b
T4	A1B2C2	8,37	b
T2	A1B1C2	8,37	b
T3	A1B2C1	8,37	b
T10	A3B1C2	7,97	c
T11	A3B2C1	7,93	c
T12	A3B2C2	7,93	c
T9	A3B1C1	7,90	c

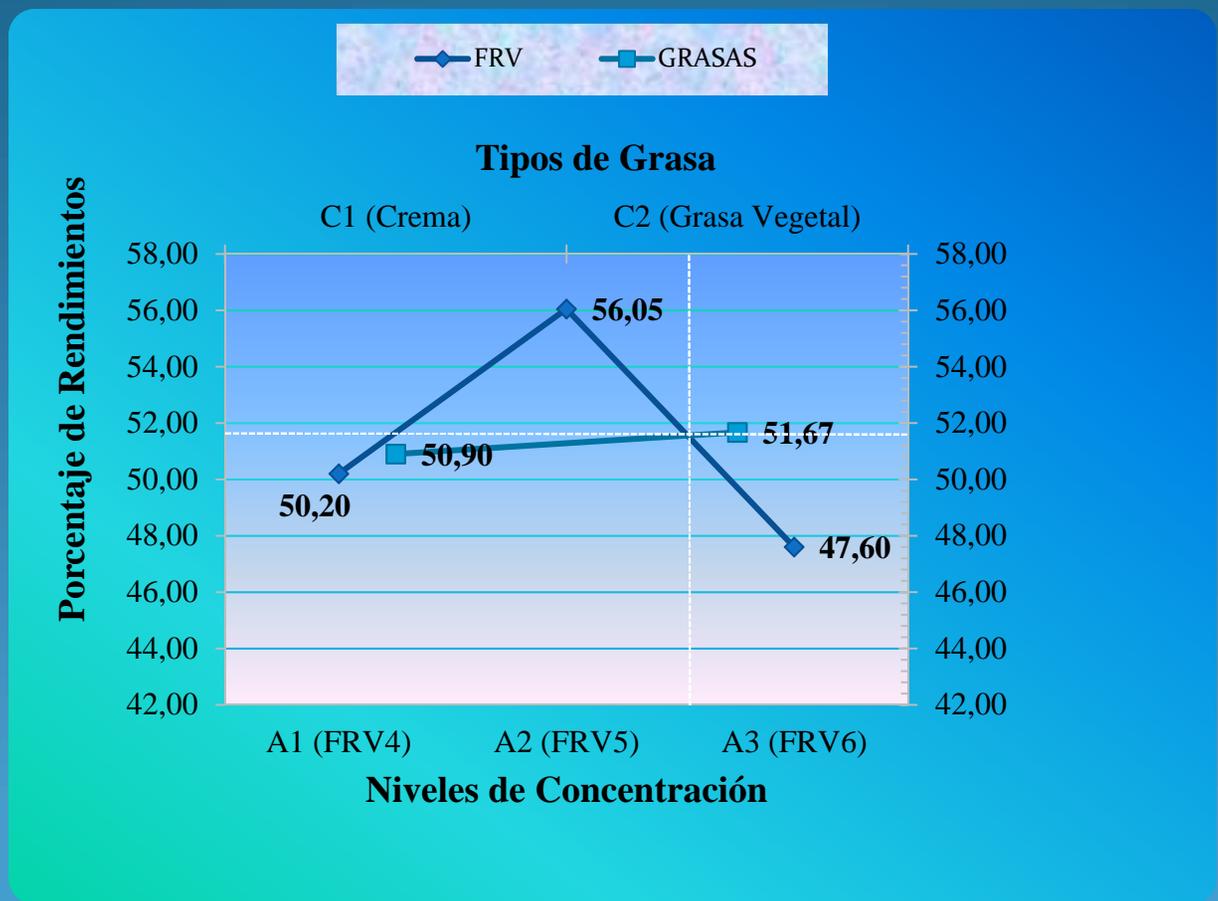
Prueba de DMS para el factor A (Factor de Retención Volumétrica)

	FACTORES	PROMEDIOS	SIGNIF	RANGOS
A2	FRV-5	56,05	**	a
A1	FRV-4	50,2	**	b
A3	FRV-6	47,6	**	c

Prueba de DMS para el factor C (Tipos de grasa)

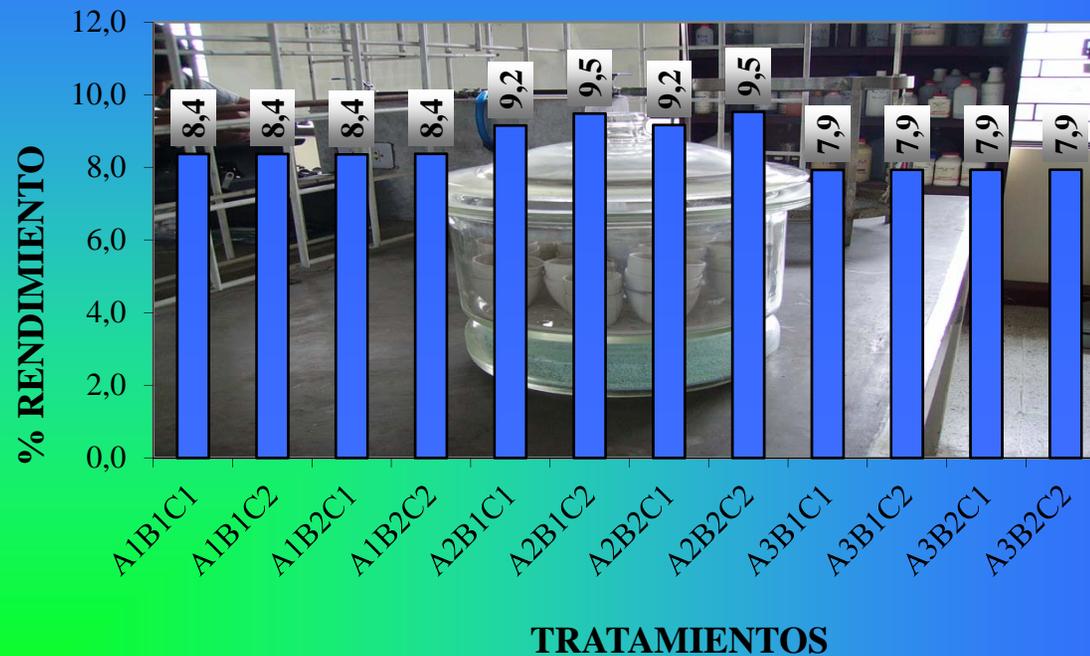
	FACTORES	PROMEDIOS	SIGNIF	RANGOS
C2	CREMA	77,5	**	a
C1	GRASA V.	76,35		b

Interacción de los Factores: A (Factor de Retención Volumétrica) y C (tipos de grasa) para el rendimiento



Rendimiento con respecto a leche inicial

RENDIMIENTO EN FUNCION DE MATERIA PRIMA DESCREMADA



Pérdidas en el proceso de elaboración

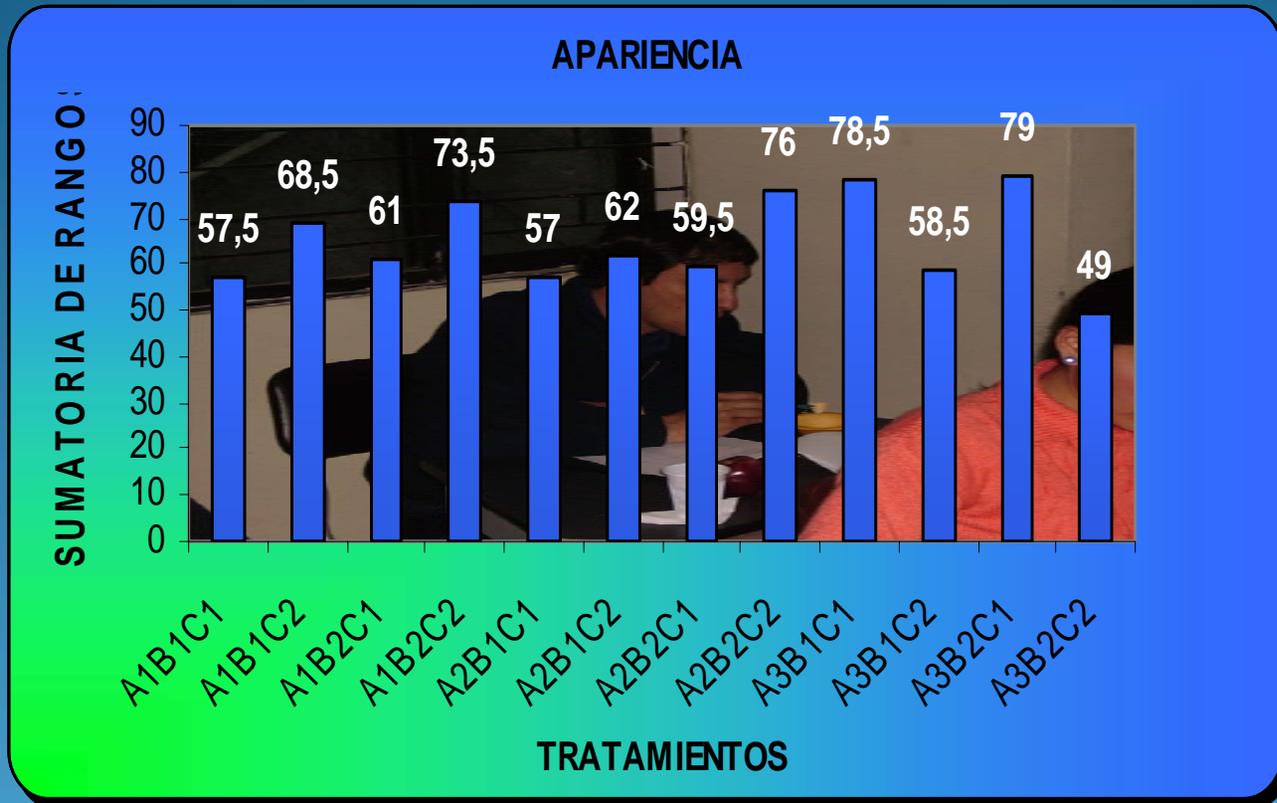
ACTIVIDAD	FRV 4		FRV 5		FRV 6	
	ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA
Recepción (g)	47288		51400		61680	
Pruebas de calidad (g)		203.34 (0.43%)		205.6 (0.4%)		203.54 (0.33%)
MFT (g)	47084.66		51194.4		61476.45	
leche concentrada(g)		10335.06		9778.16		9436.6
permeado(g)		36255.2		40904.3		51271.4
pérdida en máquina(g)		494.4 (1.05%)		511.94 (1%)		768.45 (1.25%)
Reconstitución						
leche concentrada(g)	10335.06		9778.16		9436.6	
emulsionante(g)	216		190.8		189.6	
agua(cm ³)	864		763		759	
grasa(g)	334.8		286.2		274.9	
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 (58.5%)		9022.86 (61.6%)		8013.47 (56.1%)
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 (2.1%)		104.9 (1.87%)		96.8 (1.54%)
Queso(g)	6448.73		5512.54		6171.92	
Maduración(g)	6448.73		5512.54		6171.9	
agua eliminada(g)		2268,4 (35.2%)		1000.44 (18.15%)		1271,5 (20.60%)
producto final(g)	4180.3		4512.1		4900.4	

Análisis organoléptico

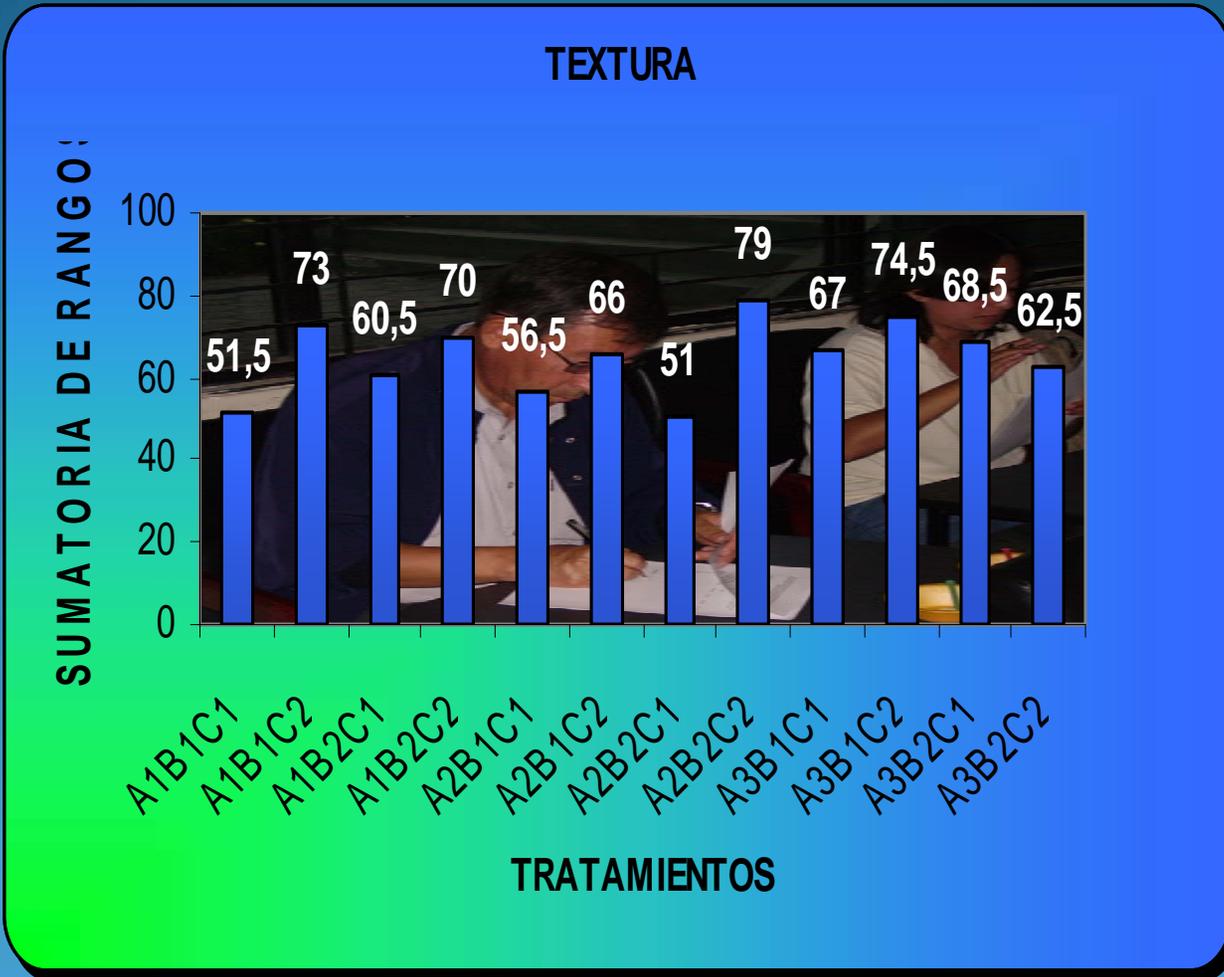
Tabulación estadística de las variables organolépticas

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

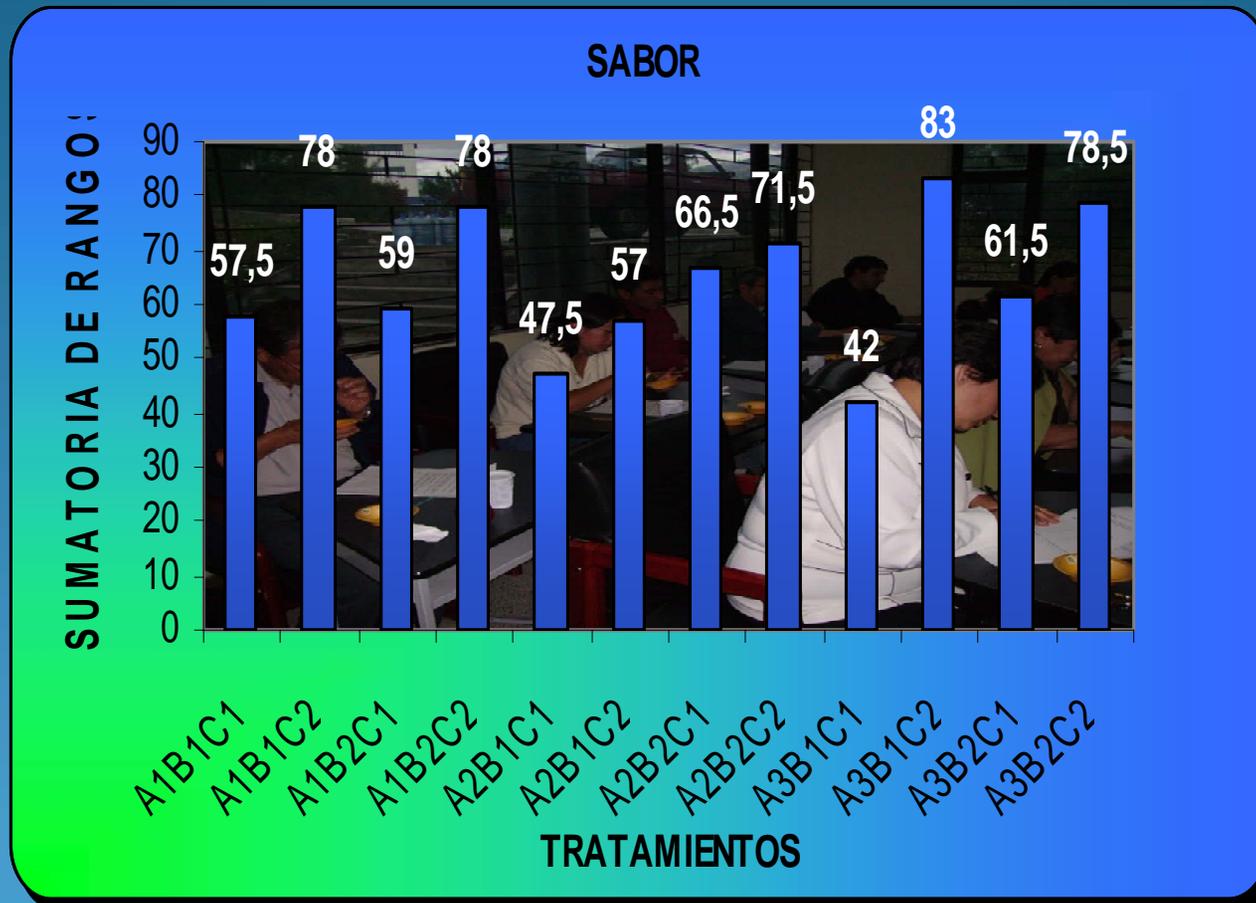
Apariencia



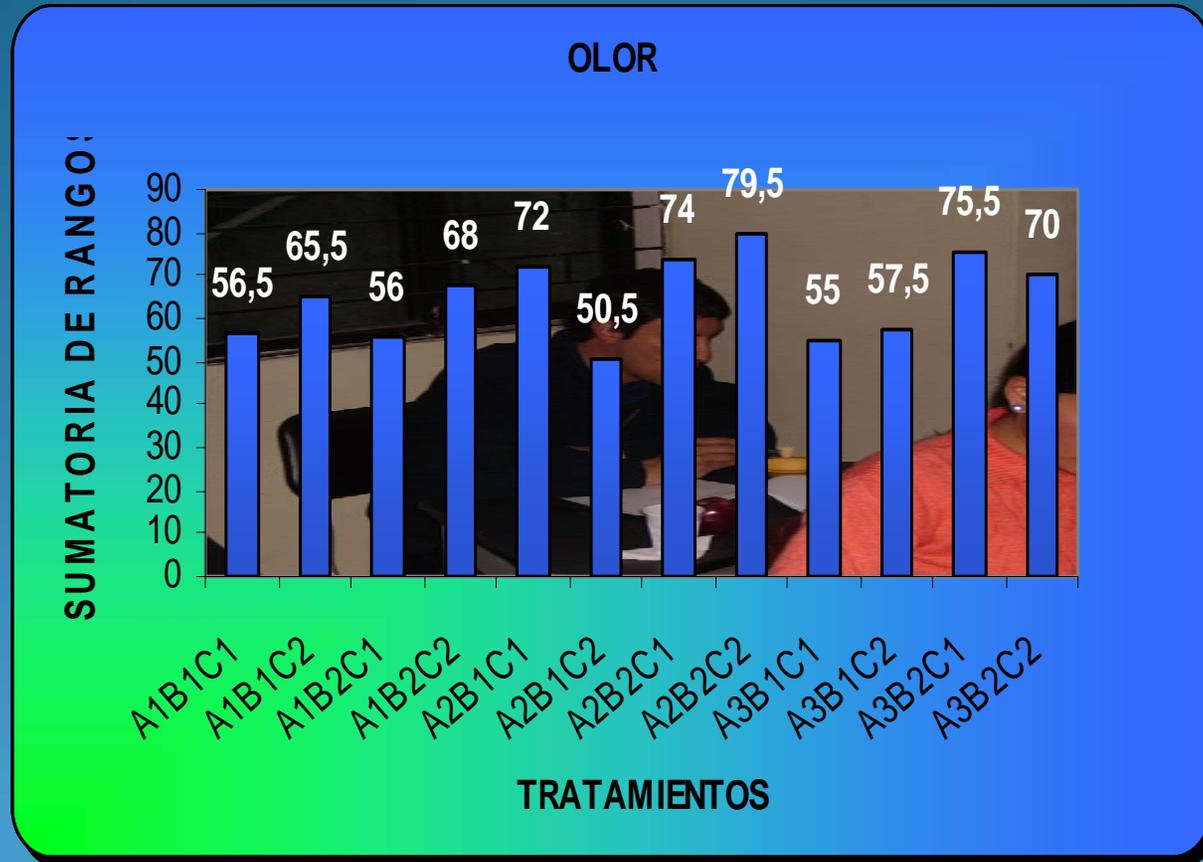
Textura



Sabor



Olor



CONCLUSIONES

➤ Referente al contenido de proteína en extracto seco. No existe norma INEN que indique el porcentaje requerido de proteína en el queso. 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 (Factor de Retención Volumétrica, tipos de lavado, tipos de grasa). El contenido medio de proteína fue de 32.41%.

➤ 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 todos los quesos se encuentra dentro de los rangos establecidos (entre 5.2 a 5.8).

➤ 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.

➤ En cuanto al líquido de lavado no se puede ver una influencia notable en la retención de grasa, cantidad de sólidos, pH, contenido de proteína y análisis microbiológico. Aunque cabe resaltar que la temperatura de lavado de la cuajada fue un poco elevada (60 °C), esto se realizó con el fin de mejorar la consistencia de los gránulos de cuajada.

➤ Con respecto al rendimiento podemos concluir que los tratamientos con mejor porcentaje fueron aquellos en los que utilizamos leche concentrada a Factor de Retención Volumétrica nivel de concentración 5.

➤ Con lo referente al tiempo de coagulación, encontramos 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, es decir los tratamientos fueron estadísticamente iguales. Sin embargo, en cuanto a la apariencia los tratamientos con mayor puntaje fueron T9 (A3B2C1 Factor de Retención Volumétrica nivel de concentración 6, lavado con permeado y grasa vegetal), y T11 (A3B1C1 Factor de Retención Volumétrica nivel de concentración 6, lavado con agua y grasa vegetal).

➤ 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.

➤ 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 son muy particulares: suave, blanda; como de queso para untar.

➤ Diversificar la investigación de microfiltración tangencial a otras líneas de proceso en el ámbito alimenticio.

The image features a solid blue background. At the top, there are several overlapping, wavy lines in various shades of blue, creating a decorative header effect. The word "GRACIAS" is centered in the middle of the page in a white, serif font.

GRACIAS