

**Efecto de la concentración de cultivo láctico y
la acidez de corte en el tiempo de incubación
y las características físicas y sensoriales del
queso Cabaña**

Lisbeth Alicia Pacheco Palencia

ZAMORANO
Carrera de Agroindustria

Diciembre, 2004.

ZAMORANO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA

Efecto de la concentración de cultivo láctico y la acidez de corte en el tiempo de incubación y las características físicas y sensoriales del queso Cabaña

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

presentado por:

Lisbeth Alicia Pacheco Palencia

Honduras
Diciembre, 2004.

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

Lisbeth Alicia Pacheco Palencia

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2004.

Efecto de la concentración de cultivo láctico y la acidez de corte en el tiempo de incubación y las características físicas y sensoriales del queso Cabaña

presentado por

Lisbeth Alicia Pacheco Palencia

Aprobada:

Luis Fernando Osorio, Ph.D.
Asesor Principal

Raúl Espinal, Ph.D.
Coordinador
Carrera de Agroindustria

Raúl Espinal, Ph.D.
Asesor

Aurelio Revilla, M.S.A.
Decano Académico

Kenneth Hoadley, D.B.A.
Rector

DEDICATORIA

A mi Padre del cielo, con inmensa gratitud.

A mis padres, Eugenia y Pablo y a mis hermanos, Luis Pablo y Kevin.

A mis abuelitos, Manuel y Albertina y a mis tíos Luis, Adolfo y Claudia.

A Félix, mi fortuna.

A mis maestros.

A mis amigos y amigas zamoranos.

AGRADECIMIENTOS

A mi Padre Santo, por darme el regalo de la vida y lo necesario para ser feliz.

A mis padres, por todo su amor y apoyo durante estos 21 años y hacer posible todo lo que soy.

A mis hermanos, por todo lo que son y significan para mí y los lazos de amor que compartimos.

A toda mi familia, en especial a mis abuelitos, por su amor de padres y sus consejos a lo largo de mi camino.

A Félix, por su alegría en los buenos momentos, su apoyo en los malos y su amor a cada instante.

A mis asesores, especialmente al Dr. Luis Osorio, por sus enseñanzas y la inmensa confianza depositada en mí.

A mi amada Alma Mater por los conocimientos adquiridos, las lecciones aprendidas y las inolvidables experiencias vividas.

A mis hermanos Zamoranos, la clase 2004, por ser mis compañeros en este viaje. De manera especial a mis compañeros de trabajo: Hugo, Boris, Griffith, Patty y a María del Carmen, por los cuatro años compartiendo un mismo techo.

Al grupo católico Promesas y a todos sus miembros pasados, presentes y futuros; por ser un rincón permanente de luz y amor en Zamorano.

Al personal de la Planta de Lácteos, especialmente a Emilio, Rigoberto Rubio y Rigoberto Silva por su ayuda en este estudio y su cálida acogida.

A todas las personas que conocí estando en Zamorano, especialmente a mis madrinas de lavandería y el personal del comedor; por vestirme y alimentarme estos cuatro años.

AGRADECIMIENTO A PATROCINADORES

A mis padres, por permitirme llegar hasta acá.

A la fundación NIPPON, por el apoyo financiero que hizo posible mi educación en Zamorano.

RESUMEN

Pacheco, Lisbeth A. 2004. Efecto de la concentración de cultivo láctico y la acidez de corte en el tiempo de incubación y las características físicas y sensoriales del queso Cabaña. Proyecto de Graduación del Programa de Ingeniería en Agroindustria, Escuela Agrícola Panamericana "El Zamorano", Honduras. 49 p.

El queso Cabaña es un tipo de queso fresco de apariencia granular y sabor ligeramente ácido; elaborado a partir de leche descremada coagulada por acción de cultivos lácticos y pequeñas cantidades de cuajo. La Planta de Lácteos de Zamorano es actualmente la única productora de este queso en Honduras, utilizando para su manufactura el método largo de elaboración. Dicho método considera un periodo de incubación nocturno de 16 horas, durante el cual la leche permanece en la quesera sin control de temperatura alguno. Como resultado, la calidad del queso obtenido es altamente variable, afectando no sólo las ventas sino el posicionamiento en el mercado. El objetivo de este estudio fue ensayar diversos métodos de elaboración de queso Cabaña que permitieran reducir el tiempo de elaboración y uniformizar la calidad del producto final. Con este fin se evaluó el efecto de la concentración de cultivo láctico y la acidez titulable al cortar la cuajada en el tiempo de incubación y las características físicas y sensoriales del queso obtenido. Se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar con un arreglo factorial 2x2, evaluando la concentración de cultivo láctico (0.004 y 0.006%) y la acidez de la leche al momento del corte (0.35 y 0.45% ATECAL); utilizando el queso producido actualmente por la planta como control. El tiempo de incubación, acidez final de la cuajada, tamaño de gránulo y acidez final del queso elaborado fueron evaluados. Asimismo, se condujo un análisis sensorial exploratorio para establecer diferencias ($P < 0.05$) en apariencia, color, aroma, textura, sabor, acidez y apreciación general del producto. El periodo de incubación se redujo a un promedio entre 4 y 4.5 horas en todos los tratamientos; siendo los inoculados con 0.004% de cultivo láctico los más apreciados y mejor evaluados en cuanto a sabor. El tratamiento cortado a 0.35% ATECAL mostró la mejor apariencia y textura; aunque un rendimiento menor en 1.5% al obtenido actualmente en la planta. Por otra parte, al fijar una acidez de corte de 0.45% ATECAL, se obtuvo un rendimiento mayor en 1% sobre el volumen de leche empleado respecto al obtenido actualmente en la planta, aunque con las mismas características sensoriales.

Palabras clave: acidez titulable, análisis sensorial, rendimiento, apariencia, textura.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Autoría.....	ii
Página de firmas.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimientos.....	v
Agradecimientos a patrocinadores.....	vi
Resumen.....	vii
Contenido.....	viii
Índice de Cuadros.....	xi
Índice de Figuras.....	xiii
Índice de Anexos.....	xiv
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	2
2.1 HISTORIA Y ORIGEN DEL QUESO CABAÑA.....	2
2.2 DEFINICIÓN.....	2
2.3 CLASIFICACIÓN.....	3
2.4 TENDENCIAS DE CONSUMO.....	3
2.5 ESTÁNDARES DE IDENTIDAD.....	4
2.6 COMPOSICIÓN Y ASPECTOS NUTRICIONALES.....	4
2.7 PROCESO DE ELABORACIÓN.....	5
2.7.1 Pasteurización de la leche.....	5
2.7.2 Incubación.....	5
2.7.3 Corte.....	6
2.7.4 Desuerado.....	6
2.7.4.1 Calentamiento.....	6
2.7.4.2 Agitación.....	6
2.7.5 Lavado.....	6
2.7.6 Cremado y salado.....	6
2.8 FUNCIONALIDAD DE INGREDIENTES.....	7
2.8.1 Leche.....	7
2.8.1.1 Proteínas.....	7
2.8.1.2 Carbohidratos.....	7
2.8.1.3 Grasa.....	7
2.8.1.4 Enzimas.....	7
2.8.1.5 Vitaminas.....	7

2.8.1.6	Minerales.....	8
2.8.1.7	Antibióticos.....	8
2.8.2	Cloruro de calcio.....	8
2.8.3	Cultivo láctico.....	8
2.8.4	Cuajo.....	9
2.8.5	Crema.....	9
2.8.6	Sal.....	9
2.9	RENDIMIENTO.....	9
2.10	VIDA DE ANAQUEL.....	9
2.11	ATRIBUTOS SENSORIALES.....	10
2.11.1	Color y apariencia.....	10
2.11.2	Cuerpo y textura.....	10
2.11.3	Sabor.....	10
2.11.4	Evaluación sensorial.....	10
3.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	11
3.1	UBICACIÓN.....	11
3.2	MATERIALES Y EQUIPO.....	11
3.2.1	Ingredientes y materiales.....	11
3.2.2	Maquinaria y equipo.....	11
3.3	MÉTODOLOGÍA.....	12
3.3.1	Manufactura de queso Cabaña.....	12
3.4	MEDICIONES DURANTE EL PROCESO.....	12
3.4.1	Temperatura.....	12
3.4.2	Acidez titulable.....	14
3.4.3	Tiempo de incubación.....	14
3.4.4	Tamaño de gránulo.....	14
3.4.5	Rendimiento.....	14
3.5	EVALUACIÓN SENSORIAL.....	14
3.6	ANÁLISIS ECONÓMICO.....	15
3.7	DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANALISIS ESTADÍSTICO.....	15
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	17
4.1	ESTUDIOS PRELIMINARES.....	17
4.2	TIEMPO DE INCUBACIÓN.....	19
4.3	ANÁLISIS DE ACIDEZ.....	20
4.3.1	Acidez final de la cuajada.....	20

4.3.2	Acidez final del queso.....	20
4.4	ANÁLISIS FÍSICOS.....	21
4.4.1	Tamaño de partícula.....	21
4.5	ANÁLISIS EXPLORATORIO.....	22
4.5.1	Apariencia.....	22
4.5.2	Color.....	22
4.5.3	Aroma.....	23
4.5.4	Textura.....	23
4.5.5	Acidez.....	24
4.5.6	Sabor.....	24
4.5.7	Evaluación general.....	25
4.6	RENDIMIENTO.....	25
4.7	ANÁLISIS ECONÓMICO.....	27
5.	CONCLUSIONES	29
6.	RECOMENDACIONES	30
7.	BIBLIOGRAFÍA	31
8.	ANEXOS	34

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro

1.	Composición media de diversos tipos de queso.....	3
2.	Diseño experimental de tratamientos.....	16
3.	Cambio en acidez titulable en leche incubada a 32°C con diferentes concentraciones de cultivo láctico.....	18
4.	Tiempo para la formación de cuajada según tratamiento.....	19
5.	Acidez titulable (ATECAL) de la cuajada sin crema.....	20
6.	Acidez titulable del queso Cabaña elaborado bajo diversos tratamientos.....	20
7.	Número de gránulos de queso presentes en un área circular de 5.4 cm de diámetro.....	21
8.	Evaluación de apariencia del queso Cabaña.....	22
9.	Evaluación de color en queso Cabaña.....	22
10.	Evaluación de la magnitud del aroma en queso Cabaña.....	23
11.	Evaluación de la textura del queso Cabaña.....	23
12.	Evaluación sensorial de acidez en queso Cabaña.....	24
13.	Evaluación de sabor en queso Cabaña.....	24
14.	Apreciación general del queso Cabaña.....	25
15.	Rendimiento en kilogramos según tratamiento.....	25

16.	Análisis de costos variables de queso Cabaña bajo el método tradicional.....	26
17.	Análisis de costos variables de queso Cabaña bajo tratamiento 1 (0.004% cultivo y 0.35% ATECAL).....	26
18.	Análisis de costos variables de queso Cabaña bajo tratamiento 2 (0.004% cultivo y 0.45% ATECAL).....	27
19.	Análisis comparativo de utilidades en la elaboración de queso Cabañas entre tratamientos y control.....	27

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura

1.	Análisis proximal de queso Cabaña.....	4
2.	Diagrama de flujo de elaboración de queso Cabaña.....	13
3.	Velocidad de desarrollo de acidez en el tiempo a diversas concentraciones de cultivo láctico en leche a 32°C.....	17
4.	Cambio de acidez en el tiempo según concentración de cultivo láctico en leche incubada a 32°C.....	18

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo

1.	Formato de evaluación sensorial.....	35
2.	Análisis de varianza del estudio.....	36
3.	Análisis estadístico y separación de medias.....	37
4.	Hoja de control de parámetros de proceso en la elaboración de queso Cabaña.....	49

1. INTRODUCCIÓN

El queso Cabaña es un tipo de queso fresco de delicado sabor y textura, muy apreciado tanto en América como en Europa. Históricamente es originario de Estados Unidos, actualmente el mayor productor y consumidor de este queso a nivel mundial, seguido por la Unión Europea, Australia y Canadá. En este mercado, la popularidad del queso Cabaña ha llevado al desarrollo y lanzamiento de nuevos estilos, sabores y presentaciones; incluyendo versiones sin grasa o sin sal, con frutas o condimentos, enfocadas a segmentos específicos del mercado (World Cheese Market, 2004).

Honduras es un excelente mercado para la comercialización de queso Cabaña, evidenciado por la demanda creciente de este producto en los últimos años. Actualmente, la planta de Lácteos de Zamorano manufactura un promedio de 230 kg semanales de queso Cabaña, de los cuales más del 90% son destinados al mercado de Tegucigalpa. El crecimiento de la población urbana hondureña, estimada en más de cuatro millones de personas (FAO, 2004) hace que las expectativas de mercado para queso Cabaña sean muy prometedoras. Además, Zamorano posee una clara ventaja competitiva al ser el único productor de este tipo de queso a nivel nacional, cuyas ventas ascienden a más de \$27,500 anuales.

No obstante, mantener su competitividad en un mercado de consumidores cada vez más exigentes es un reto no sólo de productividad sino de calidad. En esta área se han manifestado problemas en los últimos años, principalmente en cuanto a la falta de uniformidad, textura, apariencia, aroma y sabor del producto. Dichos defectos son el producto de un largo proceso de elaboración en el que la leche debe permanecer a temperatura ambiente (de 18 a 24°C) por periodos mayores a 16 horas, incluso propensa a contaminación ambiental.

El desarrollo de una metodología que logre uniformizar y mejorar las características físicas y sensoriales del queso Cabaña Zamorano, reduciendo a la vez el tiempo empleado en su elaboración es el principal objetivo del presente estudio. Para lograrlo, se analizaron diversos métodos de elaboración de queso Cabaña, seleccionando aquél que permitiese obtener un producto uniforme y de superior calidad en menor tiempo del empleado actualmente. Con este fin se evaluó el efecto de la concentración de cultivo láctico y la acidez titulable (ATECAL) del coágulo al momento del corte en las características físicas y sensoriales del queso Cabaña.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 HISTORIA Y ORIGEN DEL QUESO CABAÑA

Sandine y Elliker (1970, citado por Beresford et. al., 2001) afirman que la fabricación de queso empezó hace unos 8000 años y que existen hoy más de mil variedades de quesos alrededor del mundo, cada uno con textura y sabor únicos.

Según Scott (2002), las bolsas de cuero animal constituían un medio usual de las tribus nómadas para almacenar y transportar la leche sobrante de las necesidades diarias. La fermentación del azúcar de la leche en estos climas cálidos, haría que la leche se coagulase en las bolsas y el movimiento durante los viajes desintegraría las cuajadas ácidas en grumos y suero. El suero constituía una bebida refrescante y las cuajadas, conservadas por la acción del ácido producido en la fermentación y un poco de sal, proporcionaban un alimento rico en proteína.

Numerosas referencias al queso pueden encontrarse desde tiempos bíblicos y se cree que su difusión a partir de Mesopotamia se extendió progresivamente a toda Europa. La migración de poblaciones debidas a los hábitos nómadas tribales, hambrunas, conflictos e invasiones condujo a colonizaciones, llevando sus viejas artes de quesería artesanal hacia nuevas regiones. Esto dio lugar a nuevas variedades de queso según las diferencias climáticas y tipo de animales criados (Scott, 2002). Durante la Edad Media, la manufactura de quesos fue constantemente mejorada por los monjes de los monasterios en Europa (IDFA, 2003).

Fueron los europeos, procedentes de diversos países, quienes transfirieron la tecnología para la fabricación de una gran variedad de quesos en América. El queso Cabaña, históricamente una comida popular en el centro de Europa, solía elaborarse en granjas y dentro del hogar. Con la conquista, a mediados del siglo XVI, las colonias americanas adoptaron las prácticas de fabricación de queso en sus cabañas, dándole a este queso su nombre (Kosikowski y Mistry, 1997).

2.2 DEFINICIÓN

"El queso Cabaña es el queso no madurado, escaldado o no, de alta humedad, textura blanda o suave, granular y cremosa; preparado con leche descremada, coagulada por cultivos lácticos, con o sin adición de enzimas. En el caso del queso Cabaña con crema, ésta es añadida de manera que su contenido final de grasa láctea sea igual o mayor a 4%" (OIRSA, 1999).

Por su parte, el Códex Alimentario (1999) lo caracteriza como una cuajada blanda sin madurar, coagulada por ácido que tiene partículas de coágulo discretas de tamaño relativamente uniforme y en el caso del queso Cabaña con crema, cubierto con una mezcla o aderezo cremoso.

2.3 CLASIFICACIÓN

Dentro de los criterios para la clasificación de quesos mencionada por Madrid (1999); según el tipo de leche a partir de la cual se elabora, el queso Cabaña es originalmente derivado de leche vacuna. Según el tipo de coagulación, es obtenido por acidificación y precipitación de las proteínas de la leche. Es también un queso fresco por su alto contenido de humedad (alrededor de 80%) y un queso magro debido a su bajo contenido graso (menor a 20% del extracto seco). Finalmente, por su consistencia es considerado de pasta blanda e identificado con los Estados Unidos según su procedencia.

Cuadro 1. Composición media de diversos tipos de queso.

Queso	Porcentaje					pH
	Humedad	Proteína	Grasa	CHO's	Ceniza	
Cabaña	79.0	12.5	4.5	2.7	1.4	4.8
Crema	53.7	7.5	34.9	2.7	0.1	4.6
Cheddar	36.7	24.9	33.1	1.3	3.9	5.5
Mozzarella	54.1	19.4	21.6	2.1	2.6	5.3
Parmesano	29.2	35.7	25.8	3.2	6.0	5.4

Fuente: Hill, 2004.

2.4 TENDENCIAS DE CONSUMO

La asociación del consumo de grasa con la obesidad, arterosclerosis, enfermedades coronarias e hipertensión ha incrementado el interés, la demanda y la oferta de comidas bajas en grasa por parte de grandes segmentos de la población (Zalazar et. al., 2002). Sin embargo, el consumo de quesos bajos en grasa es aún bajo debido a la pobre percepción del consumidor, basada en un inadecuado sabor y textura (Katsiari et. al., 2002). La reducción del contenido graso en el queso incrementa la dureza, reduce la funcionalidad y afecta el sabor de los quesos madurados (Sheehan y Guinee, 2004). Es por ello que las variedades de queso no madurado han tenido mayor éxito comercial (Mistry, 2001). Este es el caso del queso Cabaña, naturalmente bajo en grasa desde su origen.

En Honduras, la tendencia al consumo de productos bajos en grasa favorece claramente la comercialización de queso Cabaña, donde sólo en el mercado de Tegucigalpa, la planta de Lácteos de Zamorano vende más de 11,500 kg anualmente.

2.5 ESTÁNDARES DE IDENTIDAD

Según los Estándares Federales de Identidad para queso Cabaña CFR 133.128, el queso Cabaña debe contener no menos de 4% de grasa láctea y no más de 80% de humedad. Asimismo, cualquier ingrediente no lácteo usado en el aderezo de crema debe ser funcional y no solamente incrementar la cantidad de sólidos totales de la crema (Morley, 1981).

2.6 COMPOSICIÓN Y ASPECTOS NUTRICIONALES

El queso es una fuente concentrada de nutrientes esenciales, particularmente proteínas, calcio, fósforo, zinc, vitamina A, riboflavina y vitamina B12. Sin embargo, su contenido nutricional puede variar, según los ingredientes y procesos empleados en su manufactura. Los componentes insolubles de la leche como proteínas, minerales coloidales, grasa y vitaminas liposolubles son retenidos y concentrados en el queso. Por su parte, los componentes solubles como lactosa, vitaminas y minerales solubles se pierden en el suero, encontrando en el queso solamente trazas de ellos (National Dairy Council, 2004).

El queso no sólo se caracteriza por su elevado contenido protéico sino también por el alto valor biológico de la proteína en él contenida. Debido a su carácter ácido, el queso Cabaña concentra la mayor parte de la caseína en forma isoelectrica, es decir, no hidrolizada o digerida previamente. Por el contrario, la mayoría de la lactosa es transformada en ácido láctico y otros ácidos, dejando sólo vestigios de ella en el queso. De forma similar, el contenido graso de la cuajada es mínimo, menor a 0.5%. Finalmente, es también una fuente de ácido linoléico y esfingolípidos, componentes lácteos potencialmente beneficiosos en la reducción del riesgo a contraer cáncer y enfermedades coronarias (National Dairy Council, 2004).

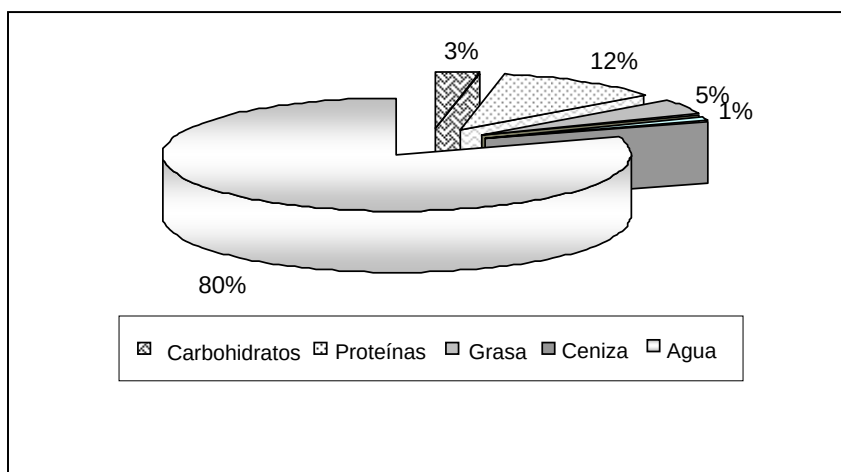


Figura 1. Análisis proximal de queso Cabaña. Efectuado por la autora en el Centro de Evaluación de Alimentos de la Escuela Agrícola Panamericana. 2003.

2.7 PROCESO DE ELABORACIÓN

El queso Cabaña, a diferencia de la mayoría de quesos madurados derivados de la acción del cuajo sobre la leche, es obtenido por precipitación ácida de las proteínas de la leche (Kosikowski y Mistry, 1997).

2.7.1 Pasteurización de la leche

Con el fin de estandarizar la calidad microbiológica de la leche y destruir posibles patógenos, ésta debe ser sometida a un tratamiento térmico mínimo de 72°C durante 15 segundos. No obstante, muchos procedimientos queseros son muy sensibles al tratamiento térmico. Las proteínas del suero podrían ser desnaturalizadas, formando un complejo con las micelas de caseína interfiriendo la acción del cuajo en la leche, alargando los tiempos de coagulación y obteniendo cuajadas de estructuras débiles (Singh y Waungana, 2001).

2.7.2 Incubación

Frecuentemente, métodos indirectos como la determinación de pH o el grado de formación de ácido son usados para fijar la temperatura óptima y la actividad acidificante (Adamberg et.al, 2003).

Para la elaboración de quesos, la medida de pH puede hacerse durante la conversión de líquido a sólido, pero la dependencia del pH de la leche respecto a la temperatura y la capacidad tampón de la leche dentro del margen de pH de 4.5 a 6.7 hace que existan dificultades en el uso de estas medidas. La capacidad tampón de la leche es en cambio relativamente baja en el punto final de cambio de color de la fenolftaleína (pH 8.3), lo que la hace muy útil para titular la acidez de la leche y del suero. No existe sin embargo una relación directa entre las lecturas del pH y las de la acidez titulable pues a diferencia de las lecturas de acidez titulable, la evolución del pH durante el proceso de quesería tiene la forma de una curva suave (Scott, 2002).

Según Kosikowsky y Mistry (1997), la tasa normal de desarrollo de acidez en leche descremada inoculada con 5% de cultivo láctico activo e incubada a 32°C, permite precipitar la caseína contenida en la leche en cinco horas. Bajo estas condiciones, se obtiene un pH de 4.7 y un valor de acidez titulable de 0.51% al final del periodo de incubación.

El desarrollo de ácido en la manufactura de queso Cabaña es absolutamente esencial, no sólo en la obtención de sus atributos sensoriales característicos, sino también en su estabilidad microbiológica. El incremento en la concentración de ácido láctico no sólo induce la coagulación sino controla la humedad, promoviendo la sinéresis y previniendo hasta cierto punto el crecimiento de bacterias patógenas, al tiempo que desarrolla el aroma, textura y sabor característicos de este queso (Hill, 2004).

2.7.3 Corte

El corte de la cuajada acelera la expulsión del suero y permite un calentamiento más uniforme de los cubos obtenidos. Según Scott (2002), el tamaño de las partículas de cuajada afecta a la velocidad de pérdida de suero, la velocidad de escaldado y velocidad de producción de ácido. Generalmente, la cuajada es primero cortada horizontalmente y luego verticalmente, utilizando liras con varias separaciones, dependiendo la variedad producida. Para obtener un queso de cuajada pequeña, se utilizan liras de 0.65 cm de separación, mientras que para la obtención de granos de cuajada más grandes, liras de 1.5 cm de separación son empleadas (National Dairy Council, 2004).

2.7.4 Desuerado

2.7.4.1 Calentamiento. Este proceso contrae las partículas de cuajada para una remoción más efectiva del suero. Asimismo, influencia la textura y la humedad final del queso, inhibiendo la proliferación de microorganismos (National Dairy Council, 2004). La temperatura a la cual se calienta la cuajada y la velocidad de calentamiento o escaldado afectan la velocidad de sinéresis del suero y la velocidad de desarrollo de los microorganismos del cultivo de arranque. La temperatura final también afecta la supervivencia de las distintas bacterias del cultivo, de forma que el número de *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* se reduce, dejando prácticamente intacta la población de *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*. Esta inhibición diferencial permite que muchas de las enzimas de las *L. lactis* remanentes en la cuajada contribuyan al sabor, evitando la excesiva producción de ácido (Scott, 2002).

2.7.4.2 Agitación. El movimiento de la cuajada, de forma que los coágulos o granos se mantengan como partículas separadas flotando en el suero, ayuda eficazmente a la eliminación del suero. El término “reposo” de las cuajadas se usa para designar el cese de la agitación, para que en condiciones estáticas decanten por floculación los granos de cuajada hundiéndose hacia el fondo (Scott, 2002). En el caso del queso Cabaña, dicha agitación debe ser cuidadosa, pues al contrario de otros quesos, la coalescencia de las partículas de cuajada es indeseable.

2.7.5 Lavado

La dilución del suero con agua reduce la velocidad de formación de ácido pues agota las reservas de lactosa, reduciendo así la actividad de las bacterias ácido lácticas (Waldron 1997, citado por Shakeel-Ur-Rehman et. al., 2004). El agua en contacto con el queso debe estar libre de olores y materiales extraños y haber sido filtrada, clorinada a niveles de 1 a 10 ppm y ajustada a pH entre 6.0 y 6.5 (Kosikowski y Mistry, 1997).

2.7.6 Cremado y salado

Posterior al drenaje del suero y agua residual, una mezcla cremosa es incorporada a la cuajada para obtener un queso Cabaña con un porcentaje de grasa láctea no menor a 4%. Sabores como frutas y vegetales pueden ser también añadidos antes de ser empacados en

recipientes herméticos (Morley, 1981). El pH inicial de la cuajada y la intensidad de la cocción determinan su poder de retención de crema. Si se corta a un pH alto, cerca de 4.8 y se cocina a temperaturas mayores a 57°C por periodos prolongados, la capacidad de la cuajada de absorber crema se verá reducida. Cuajadas cortadas a pH de 4.5 a 4.6 tienden a ser más suaves, más frágiles y retienen mayor humedad, pero tienen mayor capacidad de absorción de crema al compararlas con aquellas cortadas a un pH más alto (Kosikowski y Mistry, 1997).

2.8 FUNCIONALIDAD DE INGREDIENTES

2.8.1 Leche

2.8.1.1 Proteínas. Las proteínas de la leche pueden dividirse en dos grupos principales: el complejo micelar de caseína, que existe principalmente en estado coloidal, constituyendo 80% del total y las proteínas del suero o proteínas séricas que se encuentran disueltas en el suero de la leche y constituyen el 20% restante. La caseína está conformada por un complejo estructural de múltiples submicelas compuestas de cadenas de aminoácidos. En peso, por aproximadamente 40% de ella es α -caseína, 35% β -caseína, 15% κ -caseína y 10% son componentes minoritarios (Waugh, 1971, citado por Scott, 2002). El suero de la leche contiene aproximadamente 0.6% de proteínas séricas que, al hacer queso, quedan inicialmente atrapadas en la cuajada; no obstante, su carácter soluble hace que sean arrastradas con el suero al cortar o desintegrar la cuajada (Scott, 2002).

2.8.1.2 Carbohidratos. El principal azúcar de la leche es la lactosa, cuyo contenido promedio en la leche bovina es 4.9%. Aproximadamente 98% del mismo se pierde en el suero como lactosa o como ácido láctico (Shakeel-Ur-Rehman et. al., 2004).

2.8.1.3 Grasa. La grasa láctea es la más diversa de todas las grasas naturales, habiendo cuantificado más de cien ácidos grasos distintos, en longitudes variables, de cuatro a veintidós carbonos; aproximadamente el 70% de los cuales son saturados. Su contenido de ácidos grasos de cadena corta, especialmente ácido butírico, hacen de su sabor algo único (Hill, 2004).

2.8.1.4 Enzimas. Algunas de las principales enzimas presentes en la leche son la lactoperoxidasa, ribonucleasa, xantina-oxidasa, catalasa, aldolasa y lactasa, junto a grupo de fosfatasas, lipasas, esterasas, proteasas, amilasas, oxidasas y reductasas. No obstante, su actividad es considerada apenas significativa en leches destinadas a quesería y muchas de ellas son destruidas por el tratamiento térmico normal (Scott, 2002). Además, la leche contiene también trazas de compuestos nitrogenados como amonio, urea, creatinina, creatina y ácido úrico (National Dairy Council, 2004).

2.8.1.5 Vitaminas. Además de su importancia nutricional, algunas vitaminas pueden influir en la actividad metabólica de los microorganismos del queso. Algunas vitaminas del complejo B como la tiamina y piridoxamina son nutrientes necesarios para el crecimiento bacteriano (Scott, 2002).

2.8.1.6 Minerales. Las sustancias clasificadas como cenizas de la leche contienen una gran proporción de componentes metálicos como potasio, sodio, calcio, magnesio, manganeso, hierro, cobre, cobalto, cinc, cromo y níquel, así como elementos no metálicos como azufre, cloro, yodo y fósforo; normalmente en forma de radicales ácidos. Algunas sales son de primordial importancia en el proceso del queso, siendo especialmente notables las sales de calcio y magnesio de los ácidos fosfórico y cítrico (Scott, 2002).

2.8.1.7 Antibióticos. La presencia de compuestos bactericidas o bacteriostáticos en la leche del queso, destruye los microorganismos necesarios para el desarrollo de la acidez, sabor y aroma del queso. *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* y *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* son ambos susceptibles a los antibióticos, registrando niveles inhibidores de 0.05 y 0.01 unidades internacionales, respectivamente (Scott, 2002).

2.8.2 Cloruro de Calcio

Según Capra (2003), el papel del calcio es primordial en la presentación del queso, pues actúa como un factor cementante respecto a los conjuntos de caseína. El fosfato cálcico agrupa las micelas de proteína y por lo tanto su cantidad se relaciona directamente con la firmeza y el cuerpo del queso. Sin embargo, el ácido láctico producido durante la fermentación disuelve los enlaces de fosfato cálcico, provocando su eliminación durante el desuerado.

2.8.3 Cultivo Láctico

De acuerdo con Hill (2004), la categorización de los cultivos lácticos según sus características tecnológicas y de crecimiento obedece a cuatro criterios: metabolitos principales (homofermentativos y heterofermentativos), temperaturas óptimas de crecimiento (mesofílicos y termofílicos), composición del cultivo (cepas puras y mixtas) y forma de inoculación (tradicional o directa).

La degradación de la lactosa para la producción de ácido láctico es la principal función de los cultivos y empieza cuando ésta es absorbida y fosforilada por las cepas de *L. lactis*. Lactosa-6-fosfato es posteriormente hidrolizada por la enzima fosfo-β-galactosidasa produciendo glucosa y galactosa-6-fosfato. Estos metabolitos intermedios son luego metabolizados vía glucólisis a triosas fosfato que finalmente son transformadas en piruvato y lactato, precursor de ácido láctico (De Vos y Hugenholtz, 2004). La capacidad acidificante de los cultivos es actualmente expresada en unidades de actividad. Una unidad de actividad del cultivo de arranque es la que produce 150 mmol de ácido láctico en leche descremada a 30°C en cuatro horas (Scott, 2002).

En el queso Cabaña, el ácido láctico es producido por cultivos lácticos comerciales que contienen las bacterias *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* y *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* como acidificadores principales (Beresford et. al, 2001). Ambas mesófilas y homofermentativas, pertenecen al grupo de bacterias ácido lácticas (BAL); un conjunto de bacterias Gram positivas, inmóviles, no formadoras de esporas, aerotolerantes y fermentadoras de hexosas para la producción de ácido láctico (Adamberg et.al, 2003).

2.8.4 Cuajo

En el queso Cabaña, el cuajo o quimosina se utiliza en pequeñas cantidades para ayudar a la formación de la cuajada. Capra (2003) afirma que la velocidad y capacidad de un cuajo se ve influenciada por factores como acidez de la leche, temperatura (rangos óptimos entre 35 y 43°C) y presencia de calcio. La cantidad añadida puede variar según la fuerza del cuajo, definida como el volumen de leche en litros que se cuajan con un litro de cuajo en 40 minutos a 35°C.

2.8.5 Crema

El sabor, la lubricación de la cuajada y la modificación de la textura son algunas de las funciones que la crema añadida cumple dentro del queso Cabaña. Además, la crema añade sólidos y grasa, ajustando el contenido de humedad del queso para cumplir con los estándares de identidad (National Dairy Council, 2004).

2.8.6 Sal

El desarrollo del sabor característico del queso Cabaña no sería posible sin la adición de sal. Según Hill (2004), para quesos que se salan en la quesera, el contenido uniforme de sal depende de la estimación precisa del peso de la cuajada sin salar, el pesado exacto de la sal y consistencia en las operaciones de procesamiento.

2.9 RENDIMIENTO

Según Revilla (2000), aproximadamente 16 kilogramos de queso Cabaña con crema se obtienen a partir de 100 kilogramos de leche descremada fluida.

Una expresión científica del rendimiento de queso Cabaña es la expresada por el número de kilogramos de cuajada con 80% de humedad obtenida de un kilogramo de sólidos de leche, incluyendo los sólidos del cultivo. El rendimiento máximo obtenido bajo esta definición es aproximadamente 1.7 kilos (Kosikowski y Mistry, 1997).

2.10 VIDA DE ANAQUEL

El periodo durante el cual la calidad y frescura de un producto no sufren marcado deterioro define su vida de anaquel. De acuerdo con el USDA (1994), el requisito de conservación de calidad ha sido cumplido cuando el queso Cabaña, luego de ser almacenado a 7°C durante un periodo de 14 a 21 días, según lo especifique la etiqueta, posea un sabor y apariencia satisfactorios y esté libre de sabores u olores amargos, ácidos, fermentados u otros objetables. Asimismo, exige que la fecha de elaboración y vencimiento sean detalladas en la etiqueta del producto.

2.11 ATRIBUTOS SENSORIALES

2.11.1 Color y Apariencia

El queso deberá presentar un color blanco cremoso limpio, natural. Asimismo, las partículas tendrán que ser uniformes, sin importar el estilo o corte de la cuajada. El queso Cabaña con crema debe tener una capa uniforme de crema alrededor de las partículas de cuajada con un mínimo de crema libre. Igualmente, la presencia de suero libre es también indeseable (USDA, 2001).

2.11.2 Cuerpo y textura

La textura deberá ser firme pero lo suficientemente tierna para permitir la absorción adecuada de la crema. El queso debe ser suave pero no harinoso, pastoso, desmenuzado, pegajoso, pesado, acuoso, fangoso o poseer cualquier otra característica objetable en su textura. El estilo de gránulos de cuajada pequeña puede contener partículas de aproximadamente un cuarto de pulgada o menos, mientras el estilo de gránulos grandes debe contener partículas de aproximadamente 3/8 de pulgada (USDA, 2001).

2.11.3 Sabor

El sabor del queso Cabaña debe ser delicado y placentero, similar a la leche fresca de vaca, con un ligero aroma a ácido láctico y diacetilo. Puede poseer cierto grado de acidez pero libre de sabores indeseables como amargo, fermentado, mohoso, yesoso u otros sabores extraños a la naturaleza del producto. Los ingredientes deberán estar distribuidos uniformemente por todo el producto y el sabor debe ser característico de los ingredientes utilizados (USDA, 2001).

2.11.4 Evaluación sensorial

Los métodos afectivos cuantitativos miden las respuestas de los consumidores relacionadas a atributos sensoriales. En una prueba hedónica, el catador responderá a las diferentes cualidades organolépticas evaluadas dándoles una puntuación sobre una escala que puede traducirse a valores numéricos. Con esta prueba podemos conocer la calidad organoléptica de un producto para cada atributo sensorial evaluado (Meilgaard et. al, 1999).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.6 UBICACIÓN

La Planta de Industrias Lácteas de la Escuela Agrícola Panamericana “El Zamorano” fue el escenario para la preparación de las unidades experimentales, el análisis físico de las muestras y la caracterización de sus propiedades sensoriales respectivas.

3.7 MATERIALES Y EQUIPO

3.7.1 Ingredientes y materiales para la elaboración de queso Cabaña

1. Leche descremada al 0.05% de grasa.
2. Cultivo láctico Rhodia Ezal RA022; Rhodia, C.A.
3. Cuajo líquido doble potencia Chymax Ultra; Chr. Hansen, WI, USA.
4. Cloruro de Calcio Cal Sol; Chr. Hansen, WI, USA.
5. Agua potable a temperatura ambiente.
6. Agua potable a 4°C.
7. Crema ácida Zamorano al 26% de grasa.
8. Sal refinada.

3.7.2 Maquinaria y equipo utilizado

1. Quesera de 200 litros de capacidad.
2. Pala de acero inoxidable.
3. Liras vertical y horizontal con 1 cm de separación.
4. Probeta graduada de 10 mL.
5. Balanza electrónica.
6. Termómetro.
7. Cronómetro.
8. Pipeta de 9 mL.
9. Fenolftaleína.
10. Hidróxido de Sodio 0.1 N.
11. Vasos blancos.
12. Envases para queso Cabaña.

3.8 METODOLOGÍA

3.8.1 Manufactura de queso Cabaña

Cuatro tipos distintos de queso Cabaña fueron elaborados, variando la concentración de cultivo láctico inoculado (4 y 6 unidades por cada 50L) y la acidez de corte de la cuajada (0.35 y 0.45% ATECAL). Los pasos restantes del proceso de elaboración y formulación fueron estandarizados. Se utilizó leche descremada y pasteurizada a 72°C por 15 segundos, añadiendo 10 mL de Cloruro de Calcio y 0.5 mL de cuajo por tanda de 50 litros. Finalmente, se uniformizó el aderezo cremoso de la cuajada, incorporando 15% de crema y 1.5% de sal sobre el peso del queso obtenido.

El procedimiento para la elaboración de los tratamientos, adaptado de Revilla (2000), se resume en la figura 2, y se detalla a continuación:

1. Precalentamiento de la leche a 22°C.
2. Inoculación de cultivo láctico según el tratamiento elaborado y adición de Cloruro de Calcio, agitando uniformemente durante cinco minutos.
3. Calentamiento de la leche a 32°C.
4. Incorporación de cuajo y reposo total de la cuajada, monitoreando la temperatura y desarrollo de la acidez cada 30 minutos.
5. Corte del coágulo en cubos de 1 centímetro de lado, a la acidez experimental fijada por el tratamiento respectivo.
6. Agitación suave y calentamiento lento de la cuajada, subiendo la temperatura a una tasa de 1.5°C durante los primeros quince minutos; 1°C cada cinco minutos durante los siguientes 15 minutos y posteriormente 1°C cada dos minutos hasta llegar a una temperatura de 43°C; utilizando diferenciales de temperatura de 5, 10 y 20°C respectivamente en cada etapa de calentamiento.
7. Drenado completo del suero.
8. Lavado con agua a temperatura ambiente, agitación y drenado total del agua.
9. Lavado con agua fría (4°C), agitación y drenado por completo.
10. Adición de crema y sal, mezclando hasta obtener una apariencia uniforme.
11. Envasado del producto en recipientes plásticos de 454 g de capacidad.
12. Almacenamiento inmediato en cuartos refrigerados a 4°C.

3.9 MEDICIONES DURANTE EL PROCESO

3.9.1 Temperatura

La temperatura fue determinada durante todo el proceso, según la metodología anteriormente expuesta y cada veinte minutos durante el periodo de incubación. Se utilizó un solo termómetro calibrado para todos los tratamientos, tomando su lectura tres minutos después de su inserción directa en la leche o en la cuajada con el fin de obtener un dato confiable.

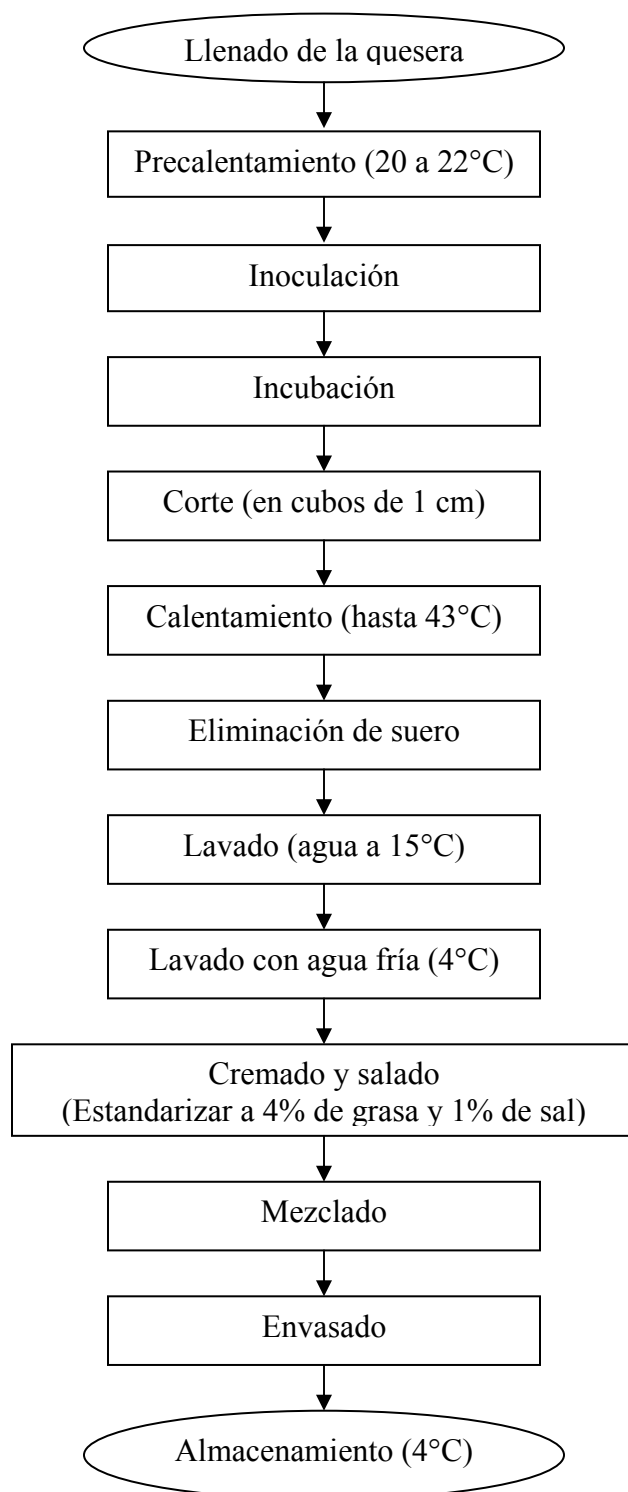


Figura 2. Diagrama de flujo de elaboración de queso Cabaña (Revilla, 2000).

3.9.2 Acidez titulable

La acidez de la leche durante todo el proceso y en el producto final fue determinada mediante titulación con Hidróxido de Sodio 0.1N utilizando Fenolftaleína como indicador y expresada en equivalentes de ácido láctico, según el método descrito por Revilla (2000). El procedimiento seguido se detalla a continuación:

1. Se pesó nueve gramos de muestra de cuajada y suero en un recipiente plástico de fondo blanco.
2. Se añadió dos gotas de Fenolftaleína.
3. Se tituló la muestra con Hidróxido de Sodio, gota por gota, mezclando bien después de cada adición hasta evidenciar un color rosado pálido.
4. Se tomó la lectura de acidez directamente del instrumento de titulación, restando el valor inicial del valor final.

Además de las lecturas de acidez durante el proceso, se analizó la acidez final de la cuajada justo antes de ponerle crema y sal así como la acidez del queso obtenido, un día después de su manufactura. El queso elaborado en la planta el día anterior al análisis fue tomado como control.

3.9.3 Tiempo de incubación

Para la determinación del tiempo se contó con un cronómetro de mano activado al momento de la inoculación del cultivo en la leche.

3.9.4 Tamaño de gránulo

Posterior a la adición de crema y sal, se efectuó el análisis de tamaño de los gránulos de cuajada del queso elaborado. Con el fin de hacer comparaciones bajo una base común, se delimitó un área circular con diámetro de 5.4 centímetros, reportando posteriormente el número de gránulos presentes dentro de dicha área. Según el National Dairy Council, 2004), se esperaría encontrar 1 grano/cm² en el caso del queso Cabaña tipo cuajada grande y 1.5 granos/cm² para el tipo de cuajada pequeña.

3.4.5 Rendimiento

La cantidad total de queso Cabaña obtenido fue determinada mediante el pesado directo en una balanza una vez empacado el producto, sustrayendo del peso total, el del envase que lo contenía. El rendimiento porcentual se ha definido como el número de kilogramos de queso obtenido a partir de 100 litros de leche descremada, de la siguiente forma:

$$\% \text{ Rendimiento} = (\text{Kilogramos de queso obtenido} / \text{Litros de leche empleados}) * 100$$

3.5 EVALUACIÓN SENSORIAL

Se empleó un grupo focal de catorce consumidores habituales de queso Cabaña, quienes luego de una breve inducción acerca de los objetivos del estudio, la forma de evaluación y las características a evaluar en el producto, procedieron a calificar individualmente las muestras según su criterio, efectuando tres repeticiones en tres días distintos. La metodología empleada se describe a continuación:

1. Se preparó el lugar de la prueba, colocando en cada puesto los cuatro diferentes tratamientos y el queso comercializado por la planta (utilizado como control). Cada muestra fue rotulada con una cifra de tres dígitos determinada al azar y coincidiendo con el código numérico de la boleta utilizada ese día. En cada repetición, tanto los códigos como el orden de las muestras fueron cambiados.

2. Se proporcionó a cada panelista su propio material de degustación, agua y galletas de soda como limpiadores del paladar entre cada una de las muestras. Así también, una boleta de evaluación con las instrucciones y características a evaluar en cada muestra.

Una escala hedónica de 5 puntos (5= muy bueno, 1= muy malo), fue utilizada para la evaluación de apariencia, color, textura, sabor y apreciación general del producto. Para las variables de aroma y acidez, una escala de 5 puntos fue igualmente empleada, aunque expresando la magnitud del atributo evaluado (5= muy pronunciado, 1= imperceptible).

3.6 ANÁLISIS ECONÓMICO

Se efectuó un análisis económico comparativo de los dos mejores tratamientos según el análisis sensorial y el proceso efectuado actualmente en la planta. El análisis económico se basó únicamente en los costos variables de manufactura de queso Cabaña, trabajando con los precios actuales de materia prima y materiales empleados y tomando como base una tanda de 700 kg de leche, según el procedimiento de manufactura habitual en la planta. Un análisis unitario de costos fue efectuado basado en la presentación de una libra que actualmente comercializa la planta. Las cifras fueron obtenidas de la siguiente forma:

Costo total

Costo de materia prima principal

(+) Costo de materia prima accesoría

(+) Costo de empaque

Costo unitario

Costo total/número de libras empacadas

Ingresos = Precio por libra * número de libras empacadas

(-) Costo total

(=) Utilidad bruta

Margen de utilidad bruta = (Utilidad bruta/ Ingresos totales) * 100

3.7 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANALISIS ESTADÍSTICO

Tres pruebas de cada tratamiento fueron efectuadas; produciendo cuatro diferentes tipos de queso, empleando distintos procedimientos con el fin de evaluar el efecto de la concentración de cultivo láctico y la acidez titulable al momento de cortar la cuajada en el proceso de elaboración de queso Cabaña.

Tabla 2. Diseño experimental de tratamientos.

Concentración	ATECAL de Corte	
	0.35%	0.45%
4 g/100 litros (0.004%)	TRT 1	TRT 2
6 g/100 litros (0.006%)	TRT 3	TRT 4

Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA), donde cada repetición (primer, segundo y tercer intento) constituyó un bloque y cada una de las combinaciones de concentración y acidez en el procedimiento, un tratamiento distinto; según muestra la tabla 2.

Las variables evaluadas fueron: tiempo de elaboración, rendimiento, acidez final de la cuajada, acidez final del queso, tamaño de partícula y los atributos sensoriales: apariencia, color, aroma, textura, sabor y acidez; así como una apreciación general del conjunto de características manifestadas.

Se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) con medias ajustadas utilizando el modelo lineal general (GLM, por sus siglas en inglés), del Sistema de Análisis Estadístico (SAS®), versión 8.0, fijando un nivel de significancia de $P < 0.05$.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los productos obtenidos mediante los diversos tratamientos mostraron en general mejores características que el elaborado bajo el método tradicional, como una textura de cuajada más consistente y de mayor tamaño; presentando, en conjunto, una apariencia agradable y propia de un queso Cabaña. El periodo de incubación se redujo a aproximadamente 4 horas, dependiendo de la acidez de corte y la concentración de cultivo láctico.

Sensorialmente se lograron resultados satisfactorios, siendo las propiedades de tratamientos elaborados con la menor concentración de cultivo láctico (0.004%), las más apreciadas por los panelistas.

4.1 ESTUDIOS PRELIMINARES

Inicialmente, diversas concentraciones fueron ensayadas, con el fin de determinar el rango de concentración óptimo para la elaboración de queso Cabaña por el método corto. Se evaluó el efecto de añadir 0.002, 0.004 y 0.006% de cultivo láctico en la velocidad de acidificación y las características generales del coágulo obtenido.

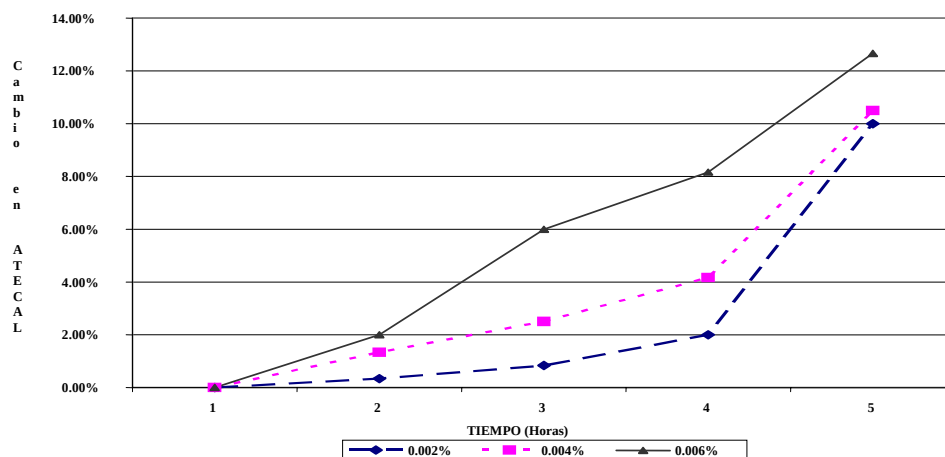


Figura 3. Velocidad de desarrollo de acidez en el tiempo a diversas concentraciones de cultivo láctico en leche incubada a 32°C.

Como lo muestra la figura 3, existió una marcada diferencia respecto al comportamiento de las curvas de desarrollo de acidez entre las distintas concentraciones utilizadas; diferenciándose de manera particular la concentración de 0.006%, presentando una mayor producción general de ácido láctico a partir de la segunda hora de incubación. Por el contrario, al emplear una concentración de 0.002% como en el método tradicional, el desarrollo de la acidez fue prácticamente nulo, incluso hasta la tercera hora de incubación pero aumentando de forma drástica a partir de la cuarta hora.

Cuadro 3. Cambio en acidez titulable en leche descremada incubada a 32°C con diferentes concentraciones de cultivo láctico.

Hora	ATECAL	
	Concentración 0.004%	Concentración 0.006%
0	0.170 ± 0.011	0.170 ± 0.013
1	0.183 ± 0.016	0.190 ± 0.026
2	0.208 ± 0.018	0.250 ± 0.021
3	0.250 ± 0.015	0.332 ± 0.019
4	0.355 ± 0.022	0.458 ± 0.022
5	0.458 ± 0.026	N.d.

N.d. No disponible.

Los efectos físicos de la tasa de cambio de acidez en el coágulo formado fueron observados. En general, el coágulo obtenido de la inoculación con 0.002% de cultivo láctico fue débil, desintegrándose fácilmente al momento del desuerado y dando al queso una textura pastosa. De allí que las concentraciones de 0.004 y 0.006% fueran elegidas para los tratamientos experimentales. En el cuadro 3 y la figura 4 se muestra el cambio de acidez en el tiempo según la cantidad de cultivo láctico empleada, útil en la estimación del tiempo de incubación a partir de la concentración de cultivo láctico.

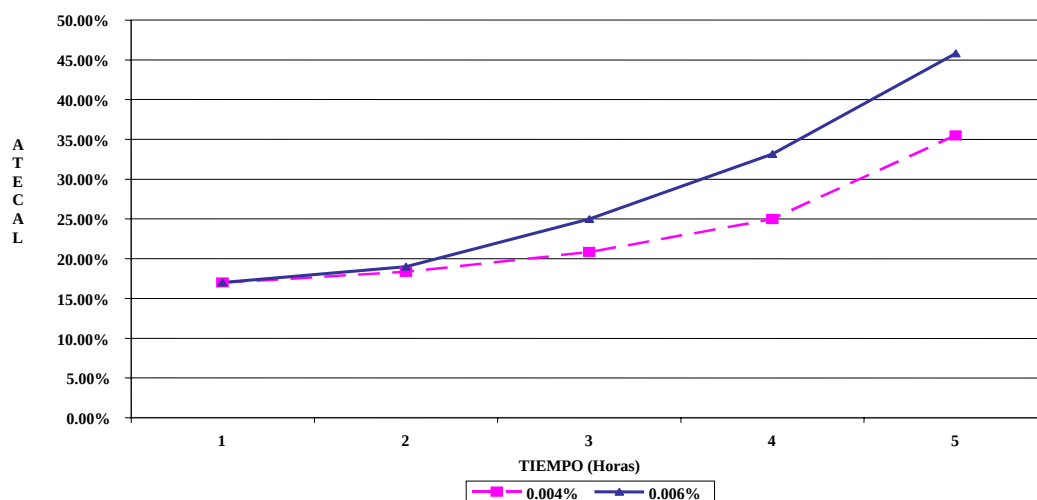


Figura 4. Cambio de acidez en el tiempo según concentración de cultivo láctico en leche incubada a 32°C.

Adicionalmente, la acidez titulable a la cual se corta el coágulo fue identificada como la variable de mayor influencia, no sólo en el periodo de incubación sino también en las características finales del queso obtenido. En pruebas preliminares se observó que si la acidez de corte es menor a 0.35% ATECAL, se produce un cambio drástico en la textura del queso en un periodo de 24 horas. Un queso de aspecto cristalino y reseco es obtenido. Asimismo, la textura consistente y de coloración blanca cambia radicalmente en el producto final a una cuajada gelatinosa y translúcida en medio de una red de crema. Según Emmons y Tuckey (1967), tales defectos son producto de una degradación proteolítica causada por un pH no lo suficientemente bajo en la cuajada.

Por otra parte, al cortar la cuajada a una acidez mayor a 0.45%, la misma se desintegró al momento del desuerado, lo cual no sólo bajó considerablemente el rendimiento (hasta en un 50%) sino también impactó de forma negativa las propiedades sensoriales, dando una consistencia y apariencia pastosas al producto final. Es así como la acidez de corte experimental fue fijada en 0.35 y 0.45% ATECAL. Pruebas sucesivas fueron efectuadas para estandarizar parámetros durante la incubación, desuerado y cremado del producto.

4.2 TIEMPO DE INCUBACIÓN

Los resultados en cuanto al tiempo de formación de cuajada (cuadro 4) muestran que la principal variable en la determinación del tiempo de incubación fue la concentración de cultivo láctico empleada, con una relación inversa sobre el tiempo de incubación al mantener una misma acidez de corte. Por otra parte, se evidenció una relación directa de la acidez de corte con el tiempo de incubación (menor tiempo de incubación a menor acidez de corte); conforme al hecho que el corte de la cuajada marca el final del periodo de incubación.

Cuadro 4. Tiempo para la formación de cuajada según tratamiento.

Tratamiento	Tiempo promedio de coagulación, horas.	Separación de Medias (DMS $p < 0.05$)
0.004% cultivo, 0.45% acidez	4.473 ± 0.098	A
0.004% cultivo, 0.35% acidez	4.030 ± 0.098	B
0.006% cultivo, 0.45% acidez	4.007 ± 0.098	B
0.006% cultivo, 0.35% acidez	3.250 ± 0.098	C

El menor tiempo de incubación se registró en el tratamiento 3, inoculado con 0.006% de cultivo láctico y cortado a 0.35% de acidez, naturalmente debido a una mayor concentración de cultivo y una menor acidez de corte. De la misma forma, el mayor tiempo fue requerido por el tratamiento con 0.004% de cultivo y cortado a 0.45% de acidez.

4.3 ANÁLISIS DE ACIDEZ

4.3.1 Acidez final de la cuajada

La acidez final de la cuajada fue definida con el objetivo de determinar su influencia en la acidez final del queso y las características físicas y sensoriales obtenidas de cada tratamiento.

Cuadro 5. Acidez titulable (ATECAL) de la cuajada sin crema.

Tratamiento	Acidez final media	Separación de Medias (DMS $p < 0.05$)
0.006% cultivo, 0.45% acidez	$1.467 \pm 0.011\%$	A
0.004% cultivo, 0.45% acidez	$1.333 \pm 0.011\%$	B
0.006% cultivo, 0.35% acidez	$1.317 \pm 0.011\%$	B
Planta	$1.327 \pm 0.011\%$	B
0.004% cultivo, 0.35% acidez	$1.247 \pm 0.011\%$	C

En el cuadro 5 se observa que tanto la cantidad de cultivo láctico inoculada como la acidez de corte influenció la acidez final de la cuajada; un resultado esperado a partir no sólo de un mayor desarrollo previo de acidez a partir del corte sino también de la mayor carga bacteriana inoculada, capaz de desarrollar una mayor acidez durante el desuerado. Consecuentemente, la mayor acidez fue registrada en el tratamiento con la mayor acidez de corte y mayor concentración de cultivo y viceversa. Asimismo, se observó un efecto compensatorio entre acidez de corte y concentración de cultivo, sin encontrar diferencias significativas en la acidez de estos tratamientos con el control.

4.3.2 Acidez final del queso

La lectura final de acidez del queso elaborado mostró un patrón similar al de la acidez de la cuajada sin crema, aunque exhibiendo valores más bajos, posiblemente debido al efecto de la crema (ATECAL 1.0%), como se muestra a continuación.

Cuadro 6. Acidez titulable del queso Cabaña elaborado bajo diferentes tratamientos.

Tratamiento	ATECAL Promedio	Separación de Medias (DMS $p < 0.05$)
0.006% cultivo, 0.45% acidez	$1.353 \pm 0.012\%$	A
0.004% cultivo, 0.45% acidez	$1.303 \pm 0.012\%$	AB
0.006% cultivo, 0.35% acidez	$1.263 \pm 0.012\%$	B
0.004% cultivo, 0.35% acidez	$1.120 \pm 0.012\%$	C
Planta	$1.133 \pm 0.012\%$	C

Asimismo, tanto la acidez al momento del corte como la concentración de cultivo láctico influenciaron la acidez final del queso; obteniendo un patrón similar al de la acidez de la cuajada sin crema: mayor acidez final cuando la acidez de corte y la concentración de cultivo láctico fueron más altas. Finalmente, el tratamiento con menor concentración de cultivo y menor acidez de corte, alcanzó una acidez final estadísticamente igual al control en el queso obtenido, por debajo del resto de tratamientos.

4.4 ANÁLISIS FÍSICOS

4.4.1 Tamaño de partícula

El tamaño de partícula fue determinado indirectamente, mediante el conteo del número de gránulos de queso presentes en un área determinada. Se observó que la variable determinante en el tamaño de partícula fue la acidez al cortar la cuajada, reduciendo el tamaño a medida que aumentó la acidez de corte. El área establecida, 22.9 centímetros cuadrados fue útil en la estimación del tamaño de partícula, considerando el número de gránulos por centímetro cuadrado.

Cuadro 7. Número de gránulos de queso presentes en un área circular de 5.4 cm de diámetro.

Tratamiento	Número de gránulos promedio	Separación de Medias (DMS $p < 0.05$)
Planta	50.333 ± 1.59	A
0.004% cultivo, 0.45% acidez	36.333 ± 1.59	B
0.006% cultivo, 0.45% acidez	39.000 ± 1.59	B
0.004% cultivo, 0.35% acidez	21.667 ± 1.59	C
0.006% cultivo, 0.35% acidez	25.667 ± 1.59	C

En el cuadro 7 se aprecia el aumento en el tamaño de los gránulos a medida que la acidez de corte disminuye, reduciendo el número de gránulos dentro del área establecida. En los tratamientos cortados a 0.35% ATECAL, de 1 a 1.1 gránulos/cm² fueron encontrados, un tamaño de partícula característico del queso Cabaña tipo cuajada grande (1 gránulo/cm²). Los cubos fácilmente distinguibles le dieron al queso una mejor textura y apariencia. No obstante, la tendencia de las partículas a agruparse entre sí aumentó, haciendo del desuerado un factor clave para evitar la formación de aglomeraciones indeseables.

Por otra parte, cuando la acidez de corte fue de 0.45% ATECAL, de 1.5 a 1.7 gránulos/cm² fueron contabilizados, un tamaño propio del tipo de cuajada pequeña (1.5 gránulos/cm² promedio). Asimismo, se observó en los gránulos más pequeños una textura desmenuzable y suave que confería al queso características de tipo unttable y absorbía más fácilmente la crema, efectos afines a lo observado por Kosikowski y Mistry (1997). En el caso del queso elaborado en la planta, se obtuvo un promedio 2 gránulos/cm² y características similares al queso cortado a 0.45% ATECAL.

4.5 ANÁLISIS EXPLORATORIO

4.5.1 Apariencia

La apreciación general sobre la apariencia del queso bajo los distintos tratamientos coincidió con las conclusiones obtenidas anteriormente respecto al tamaño de gránulo, donde la acidez de corte fue determinante en las dimensiones y textura aparente de las partículas de cuajada. Los tratamientos cortados a 0.35% ATECAL fueron mejor evaluados, resultando estadísticamente distintos al resto de tratamientos, como lo muestra el cuadro 8. Se concluyó que un buen tamaño de gránulo es importante en la obtención de una apariencia deseable y propia en el queso Cabaña.

Cuadro 8. Evaluación de apariencia del queso Cabaña.

Tratamiento	Calificación	Separación de Medias (DMS $p < 0.05$)
0.004% cultivo, 0.35% acidez	4.357 ± 0.556	A
0.006% cultivo, 0.35% acidez	3.976 ± 0.556	A
0.004% cultivo, 0.45% acidez	2.786 ± 0.556	B
0.006% cultivo, 0.45% acidez	2.833 ± 0.556	B
Planta	2.500 ± 0.556	B

4.5.2 Color

No se detectaron diferencias de color entre tratamientos (cuadro 9), posiblemente debido a que éste es principalmente determinado por la crema añadida, idéntica en todos los tratamientos. Un color crema característico fue obtenido y analizado mediante el Colorflex Hunterlab. Los valores derivados del análisis fueron: 93.76 de claridad (L), 0.34 de rojo (a) y 12.67 de amarillo (b); equivalentes a la expresión cuantitativa de la mezcla de blanco, rojo y amarillo responsables del color del queso. La absorbancia mínima fue registrada en 460 nm y la máxima en 690 nm.

Cuadro 9. Evaluación de color en queso Cabaña.

Tratamiento	Calificación	Separación de Medias (DMS $p < 0.05$)
0.004% cultivo, 0.35% acidez	3.895 ± 0.569	A
0.004% cultivo, 0.45% acidez	3.619 ± 0.569	A
0.006% cultivo, 0.35% acidez	3.714 ± 0.569	A
0.006% cultivo, 0.45% acidez	3.881 ± 0.569	A
Planta	3.771 ± 0.569	A

4.5.3 Aroma

La magnitud del aroma percibido fue evaluada, detectando diferencias significativas entre tratamientos con diferentes concentraciones de cultivo láctico, según se muestra en el cuadro 10. La magnitud del aroma detectado fue mayor en el caso de los tratamientos con mayor concentración de cultivo láctico, posiblemente debido a una mayor producción de diacetilo y compuestos característicos en el periodo de incubación y durante el desuerado; producto de una mayor carga microbiana. Los tratamientos inoculados con 0.004% de cultivo láctico obtuvieron una calificación de aroma igual a la del control, lo que sugiere un aroma menos pronunciado y probablemente más cercano al aroma suave característico del queso Cabaña.

Cuadro 10. Evaluación de la magnitud del aroma en queso Cabaña.

Tratamiento	Calificación	Separación de Medias (DMS $p < 0.05$)
0.006% cultivo, 0.35% acidez	4.381 ± 0.484	A
0.006% cultivo, 0.45% acidez	4.571 ± 0.484	A
0.004% cultivo, 0.35% acidez	3.490 ± 0.484	B
0.004% cultivo, 0.45% acidez	3.600 ± 0.484	B
Planta	3.719 ± 0.484	B

4.5.4 Textura

Los resultados de la evaluación de textura de los distintos tratamientos se presentan en el cuadro 11. De forma análoga a la apariencia y el tamaño de gránulo, la acidez de corte determina la textura del queso, evidenciando una estrecha relación entre estas variables. Los patrones similares observados llevan a la conclusión que un mayor tamaño de partícula, obtenida mediante una menor acidez de corte, produce una mejor apariencia y una textura más deseable, generalmente más firme, en el producto final. Es así como a una acidez de corte de 0.35% ATECAL se alcanzan las mejores calificaciones en cuanto a textura en el queso, independientemente de la cantidad de cultivo empleada.

Cuadro 11. Evaluación de la textura del queso Cabaña.

Tratamiento	Calificación	Separación de Medias (DMS $p < 0.05$)
0.004% cultivo, 0.35% acidez	4.476 ± 0.444	A
0.006% cultivo, 0.35% acidez	4.357 ± 0.444	A
0.004% cultivo, 0.45% acidez	3.048 ± 0.444	B
0.006% cultivo, 0.45% acidez	2.976 ± 0.444	B
Planta	2.833 ± 0.444	B

4.5.5 Acidez

Además de los valores de acidez titulable del queso obtenido, el grado de acidez percibido fue evaluado sensorialmente, resumiendo los resultados en el cuadro 12. No obstante, mientras la acidez titulable del producto final obedeció tanto a la concentración de cultivo como a la acidez de corte; la acidez percibida dependió en mayor medida de la acidez de corte. De esta forma, los tratamientos cortados a 0.45% ATECAL mostraron valores de acidez más altos que aquellos cortados a 0.35%. No se encontraron diferencias significativas entre el queso elaborado por la planta y el resto de tratamientos.

Cuadro 12. Evaluación sensorial de acidez en queso Cabaña.

Tratamiento	Calificación	Separación de Medias (DMS $p < 0.05$)
0.004% cultivo, 0.45% acidez	4.105 ± 0.522	A
0.006% cultivo, 0.45% acidez	3.976 ± 0.522	A
Planta	3.814 ± 0.522	AB
0.004% cultivo, 0.35% acidez	3.488 ± 0.522	B
0.006% cultivo, 0.35% acidez	3.545 ± 0.522	B

4.5.6 Sabor

El efecto de los tratamientos en el sabor del queso se muestra en el cuadro 13, apreciando una relación entre la concentración de cultivo láctico inoculada y de la acidez de corte en la evaluación del sabor del queso. En general, los tratamientos inoculados a 0.004% obtuvieron calificaciones más altas en cuanto a sabor. Sin embargo, la acidez percibida pareció no tener relación con la evaluación de sabor de los tratamientos, encontrando distintos grados de acidez dentro de un mismo rango de apreciación por parte de los panelistas. No obstante, una estrecha relación con la evaluación del aroma fue detectada, siendo los tratamientos de aroma menos pronunciado los mejor calificados. El queso elaborado en la planta no presentó diferencias significativas en sabor con ninguno de los tratamientos.

Cuadro 13. Evaluación de sabor en queso Cabaña.

Tratamiento	Calificación	Separación de Medias (DMS $p < 0.05$)
0.004% cultivo, 0.45% acidez	4.429 ± 0.578	A
0.004% cultivo, 0.35% acidez	4.333 ± 0.578	A
Planta	3.972 ± 0.578	AB
0.006% cultivo, 0.45% acidez	3.610 ± 0.578	B
0.006% cultivo, 0.35% acidez	3.643 ± 0.578	B

4.5.7 Evaluación general

Los resultados obtenidos de la en la evaluación general del queso, detallados en el cuadro 14, muestran un patrón semejante a la evaluación de sabor, perfilándolo como el atributo de mayor importancia en la valoración del producto final. En ambos casos, la cantidad de cultivo láctico inoculada jugó un papel determinante en el sabor y calidad percibida, donde los tratamientos inoculados a una concentración de 0.004% de cultivo láctico presentaron las mejores características. El queso elaborado por la planta no presentó diferencias estadísticas ante tratamiento alguno.

Cuadro 14. Apreciación general del queso Cabaña.

Tratamiento	Calificación	Separación de Medias (DMS $p < 0.05$)
0.004% cultivo, 0.35% acidez	4.571 ± 0.576	A
0.004% cultivo, 0.45% acidez	4.381 ± 0.576	A
Planta	3.841 ± 0.576	AB
0.006% cultivo, 0.35% acidez	3.505 ± 0.576	B
0.006% cultivo, 0.45% acidez	3.376 ± 0.576	B

4.6 RENDIMIENTO

La relación entre la acidez de corte y el rendimiento del queso es presentada en el cuadro 15, manifestando una relación directa entre ambas. Mayores rendimientos fueron obtenidos a medida que la acidez de corte incrementaba hasta 0.45% ATECAL, posiblemente debido al mayor contenido de humedad en la cuajada y a una mayor capacidad de absorción de crema, producto de una mayor acidez.

Cuadro 15. Rendimiento en kilogramos según tratamiento.

Tratamiento	Peso medio	% Rendimiento	Separación de Medias (DMS $p < 0.05$)
0.006% cultivo, 0.45% acidez	8.433 ± 0.041	16.87 ± 0.08	A
0.004% cultivo, 0.45% acidez	8.467 ± 0.041	16.93 ± 0.08	A
Planta	8.033 ± 0.041	16.07 ± 0.08	B
0.006% cultivo, 0.35% acidez	7.167 ± 0.041	14.33 ± 0.08	C
0.004% cultivo, 0.35% acidez	7.267 ± 0.041	14.53 ± 0.08	C

De esta forma, los tratamientos cortados a 0.45% ATECAL rindieron en promedio 17% de queso sobre los kilogramos de leche empleada, uno por ciento mayor al obtenido actualmente en la planta. No se encontraron diferencias significativas al variar la concentración de cultivo. Por otra parte, el rendimiento de los tratamientos cortados a 0.35% ATECAL fue 1.5% menor al registrado en la planta; quizá debido al menor

contenido de humedad en el queso, producto de una cuajada de baja acidez, precipitada con ayuda de cuajo y cuya capacidad de retención de humedad fue menor a aquella cortada a mayor acidez, especialmente durante el desuerado.

4.7 ANÁLISIS ECONÓMICO

El análisis sensorial muestra que los tratamientos elaborados a partir de 0.004% de cultivo láctico fueron preferidos, principalmente debido a su sabor y aroma. No obstante, las variaciones en rendimiento encontradas, según la acidez de corte, justifican un análisis económico con el fin de determinar la diferencia en utilidades por tanda elaborada, según el tratamiento. Los costos totales y unitarios por tanda de 700 kg de leche se muestran en los cuadros 16, 17 y 18.

Cuadro 16. Análisis de costos variables de queso Cabaña bajo el método tradicional.

Ingrediente	Unidad	Costo unitario L.	Unidades	Total L.	Total \$
Leche descremada	l	5.50	700.00	3,850.00	213.89
Crema ácida	kg	47.08	16.80	790.94	43.94
Sal refinada	kg	6.46	1.68	10.85	0.60
Cloruro de calcio	l	12.36	0.14	1.73	0.10
Cultivo láctico	100 u	414.00	0.14	57.96	3.22
Cuajo líquido	l	464.02	0.01	4.64	0.26
Vasos de 450 g	Unidad	2.07	245.00	507.15	28.18
TOTAL COSTOS				5,223.28	290.18
Costo unitario por libra				21.32	1.18

Cuadro 17. Análisis de costos variables de queso Cabaña bajo tratamiento 1 (0.004% de cultivo láctico y 0.35% ATECAL al corte).

Ingrediente	Unidad	Costo unitario L.	Unidades	Total L.	Total \$
Leche descremada	l	5.50	700.00	3,850.00	213.89
Crema ácida	kg	47.08	15.05	708.55	39.36
Sal refinada	kg	6.46	1.47	9.50	0.53
Cloruro de calcio	l	12.36	0.14	1.73	0.10
Cultivo láctico	100 u	414.00	0.28	115.92	6.44
Cuajo líquido	l	464.02	0.01	4.87	0.27
Vasos de 450 g	Unidad	2.07	224.00	463.68	25.76
TOTAL COSTOS				5,154.25	286.35
Costo unitario por libra				23.01	1.28

Cuadro 18. Análisis de costos variables de queso Cabaña bajo tratamiento 2 (0.004% de cultivo láctico y 0.45% ATECAL al corte).

Ingrediente	Unidad	Costo unitario L.	Unidades	Total L.	Total \$
Leche descremada	l	5.50	700.00	3,850.00	213.89
Crema ácida	kg	47.08	17.50	823.90	45.77
Sal refinada	kg	6.46	1.75	11.31	0.63
Cloruro de calcio	l	12.36	0.14	1.73	0.10
Cultivo láctico	100 u	414.00	0.28	115.92	6.44
Cuajo líquido	l	464.02	0.01	4.87	0.27
Vasos de 450 g	Unidad	2.07	259.00	536.13	29.79
TOTAL COSTOS				5,343.86	296.88
Costo unitario por libra				20.63	1.15

Ligeras diferencias en el costo unitario por libra fueron encontradas entre el queso elaborado por la planta y aquél cortado a 0.45% ATECAL, con un ahorro de \$0.03 por libra al emplear el procedimiento experimental. No obstante, un costo adicional de \$0.10 por libra respecto al control es registrado en el caso del tratamiento cortado a 0.35% ATECAL. Sin embargo, cabe destacar que los costos fijos no han sido considerados en el análisis, haciendo que el diferencial sea en todos los casos mayor a los datos presentados, debido a una mayor dilución de costos fijos al aumentar el rendimiento.

Finalmente, el margen de utilidad bruto por tanda de queso elaborada ha sido calculado, comparando el procedimiento actual con los tratamientos anteriormente expuestos. Los resultados se muestran en el cuadro 19.

Cuadro 19. Análisis comparativo de utilidades en la elaboración de queso Cabañas entre tratamientos y control.

	Planta	Corte a 0.35% ATECAL	Corte a 0.45% ATECAL
INGRESOS, L.	6,786.50	6,204.80	7,174.30
COSTO TOTAL, L.	5,223.28	5,154.25	5,343.86
UTILIDAD BRUTA, L.	1,563.22	1,050.55	1,830.44
MARGEN DE UTILIDAD BRUTO	23.0%	16.9%	25.5%

El margen de utilidad bruto muestra una diferencia porcentual de 6.1 puntos más baja en el caso del tratamiento inoculado con 0.004% cultivo y cortado a 0.35% ATECAL, lo que representa un decremento en ganancias de L.512.67 por tanda elaborada; sin tomar en cuenta los costos fijos incrementales.

No obstante, la mejora de las características sensoriales del producto en el tratamiento cortado a 0.35% ATECAL respecto a textura, apariencia, sabor y aroma podría justificar el incremento en precio requerido para compensar la disminución en rendimiento. Dicho aumento deberá ser de al menos 6%, es decir, alrededor de L.1.80 por libra.

En cuanto al tratamiento inoculado a la misma concentración (0.004%), pero cortado a 0.45% ATECAL, el incremento en rendimiento se traduce en un aumento del margen de ganancia, representando L.267.22 adicionales por tanda elaborada, sin considerar su efecto positivo en la dilución de los costos fijos. A pesar que este tratamiento no muestra mejoras significativas en apariencia y textura respecto al queso actualmente elaborado por la planta, sí reduce el largo periodo de incubación a temperatura ambiente, minimizando así el riesgo de contaminación y permitiendo un mejor control del proceso para la obtención de un producto de calidad constante.

5. CONCLUSIONES

- El periodo de incubación se redujo a un promedio de 4 a 4.5 horas en todos los tratamientos, con un descenso inversamente proporcional a la concentración de cultivo láctico empleada.
- Las características sensoriales de mayor influencia en la apreciación general del queso Cabaña fueron sabor y aroma; determinados por la concentración de cultivo láctico, siendo 0.004% la concentración mejor evaluada, independientemente de la acidez de corte.
- La apariencia y textura del queso Cabaña fue influenciada principalmente por el tamaño de las partículas de cuajada, inclinándose por gránulos definidos de más de un centímetro de arista, obtenidos en los tratamientos cortados a 0.35% ATECAL.
- La acidez final del queso, tanto química como sensorialmente, es afectada en mayor medida y de forma directa por la acidez de corte, optando por tratamientos de menor acidez, cortados a 0.35% ATECAL.
- El queso Cabaña elaborado con 0.004% de cultivo láctico y cortado a 0.35% ATECAL presentó mejores características de apariencia y textura que el producto actualmente elaborado pero mantuvo el color, sabor y aroma característico del queso Cabaña tradicional.
- El queso obtenido a partir de la inoculación con 0.004% de cultivo y cortado a 0.45% ATECAL presentó características similares de apariencia, sabor, color, aroma y textura al queso actualmente elaborado en la planta.
- El rendimiento del queso Cabaña fue directa y únicamente influenciado por la acidez de corte; obteniendo rendimientos de 14.5 y 17% al cortar el queso a 0.35 y 0.45% ATECAL respectivamente.
- El queso Cabaña elaborado con 0.004% de cultivo láctico y cortado a 0.35% ATECAL representa una reducción en las utilidades brutas de L512.67 por tanda de 700 kilos de leche; mientras su homólogo cortado a 0.45% ATECAL incrementa en L267.22 las utilidades brutas por tanda elaborada.

6. RECOMENDACIONES

- Efectuar un análisis detallado de vida útil del producto elaborado, aunque en estudios preliminares se mantuvieron las características sensoriales por aproximadamente tres semanas. No obstante, la vida útil declarada actualmente en el envase del producto es de un mes.
- Realizar un estudio de mercado para cuantificar la demanda y determinar si las características obtenidas mediante el método inoculado al 0.004% y cortado a 0.35% de ATECAL justifican el incremento en precio necesario para mantener o incluso aumentar el margen de ganancia bruto actual o bien si las características del tratamiento inoculado a la misma concentración pero cortado a 0.45% de ATECAL son las más aceptadas.
- Controlar rigurosamente las variables de temperatura y desarrollo de acidez durante el periodo de incubación, asegurando la acidez de corte deseada; según el método elegido a partir del estudio de mercado.

7. BIBLIOGRAFÍA

ADAMBERG, K.; Kask, S.; Laht, T.; Paalme, T. 2003. International Journal of Food Microbiology 85, 171-183.

BERESFORD, T.; Fitzsimons, N.; Brennan, N.; Cogan, T. 2001. Recent advances in cheese microbiology. International Dairy Journal 11, 259-274.

CAPRA, 2003. Principios básicos en la elaboración de queso de Cabra (en línea). Consultado el 3 de junio de 2004. Disponible en: <http://capra.iespana.es/capra/basico/principios.htm>

CODEX Alimentario. 1999. Norma Internacional Individual del Codex para el “Cottage Cheese”, incluido “Cottage Cheese” de crema. FAO CODEX STAN C-16-1968, Rev. 1-1999. Vol. 12. Sección 7.

CODY, R.; Smith, J. 1991. Applied Statistics and the SAS programming language. Prentice Hall. United States of America. 403 p.

DE VOS, W.; Hugenholtz, J. 2004. Engineering metabolic highways in Lactococci and other lactic acid bacteria. Trends in Biotechnology 22, 72-79.

EMMONS, D.; TUCKEY, S. 1967. Cottage Cheese and other cultured milk products. New York, USA, Pfizer & Co., Inc. 143 p.

FAO. 2004. Honduras population for 2005 (en línea). Consultado el 30 de mayo de 2004. Disponible en: <http://apps.fao.org>

HILL, A. 2004. Cheese site (en línea). Department of Food Science, University of Guelph, Canada. Consultado el 5 de junio de 2004. Disponible en: <http://www.foodsci.uoguelph.ca/cheese.htm>

IDFA. 2003. History of Cheese (en línea). Consultado el 20 de mayo de 2004. Disponible en: www.idfa.org/facts/cheese/cf34.pdf

KATSIARI, M.C.; Voutsinas, L.P.; Kondyli E. 2002. Improvement of sensory quality of low-fat Kefalograviera-type cheese with commercial adjunct cultures. International Dairy Journal 12, 757-764.

KOSIKOWSKI, F.; Mistry, V. 1997. Cheese and fermented milk foods. 3a. ed. F.V.Kosikowski and Associates. NY, USA. Vol I. 728 p.

MADRID, A. 1999. Tecnología Quesera. 2a. Ed. Edit. Mundi-Prensa. Madrid, España. 412 p.

MEILGAARD, M.; Vance, G.; Carr, T. 1999. Sensory Evaluation Techniques. 3a. Ed. CRC Press LLC. USA. 387 p.

MISTRY, V. 2001. Low fat cheese technology. *Internacional Dairy Journal* 11, 413-422.

MORLEY, R. 1981. Suggestions for the preparation of cream dressings for Cottage cheese (en línea). Consultado el 30 de mayo de 2004. Disponible en: http://www.marschall.com/marschall/proceed/pdf/81_42.pdf

NATIONAL DAIRY COUNCIL. 2004. Dairy products in human nutrition (en línea). Consultado el 30 de mayo de 2004. Disponible en: <http://www.nationaldairycouncil.org/nutrition/products/knowledge.asp>

OIRSA, 1999. Norma de quesos frescos no madurados (en línea). Consultado el 30 de mayo de 2004. Disponible en: www.oirsa.org/OIRSA/Miembros/Nicaragua/Decretos_Leyes_Reglamentos/NTON-03-022-99.htm

REVILLA, A. 2000. Tecnología de la leche. 3a. Ed. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras, Centro América. 396 p.

SCOTT, R. 2002. Fabricación de Queso. 2ª. Ed. Edit. Acribia, S.A. Zaragoza, España. 488 p.

SHAKEEL-UR-REHMAN, Waldron, D., Fox, P. 2004. Effect of modifying lactose concentration in cheese curd on proteolysis and in quality of Cheddar cheese (en línea). *International Dairy Journal*. Consultado el 20 de abril de 2004. Disponible en: www.elsevier.com/locate/foodsci

SHEEHAN, J.; Guinee, T. 2004. Effect of pH and calcium level on the biochemical, textural and functional properties of reduced-fat Mozzarella cheese. *International Dairy Journal* 14, 161-172.

SINGH, H.; Waungana, A. 2001. Influence of heat treatment of milk on cheesemaking properties. *International Dairy Journal* 11, 543-551.

TRATNIK, L.; Bozanik, R.; Miokovik, G; Subarik, D. 2001. Optimisation of Manufacture and Quality of Cottage Cheese. *Journal of Food technology biotechnology* 39(1), 43-48.

USDA. 1994. Commercial Item Description Cottage Cheese A-A-20154A (en línea). Consultado el 1 de junio de 2004. Disponible en: <http://www.ams.usda.gov/fqa/aa20154a.htm>

USDA. 2001. Specifications for Cottage Cheese and Dry Curd Cottage Cheese (en línea). Consultado el 30 de abril de 2001. Disponible en: www.ams.usda.gov/dairy/cottage_cheese.pdf

WORLD Cheese Market (en línea). 2004. Consultado el 30 de mayo de 2004. Disponible en: www.cheesemarketnews.com

ZALAZAR, C; Zalazar, S.; Bernal, S; Bertola, N.; Bevilacqua, A.; Zaritzky, N. 2002. Effect of moisture level and fat replacer on physicochemical, rheological and sensory properties of low fat soft cheeses. International Dairy Journal 12, 45-50.

8. ANEXOS

Anexo 1. Formato de evaluación sensorial.

Muestra No._____

Fecha:_____

EVALUACIÓN DE QUESO CABAÑA

Instrucciones: encierre en un círculo el número que corresponde al grado que mejor exprese su opinión sobre cada uno de los aspectos de la muestra, según la escala mostrada.

APARIENCIA

1	2	3	4	5
Muy mala	Mala	Regular	Buena	Muy buena

COLOR

1	2	3	4	5
Muy malo	Malo	Regular	Bueno	Muy bueno

AROMA

1	2	3	4	5
Imperceptible	Leve	Definido	Pronunciado	Muy pronunciado

TEXTURA

1	2	3	4	5
Muy mala	Mala	Regular	Buena	Muy buena

SABOR

1	2	3	4	5
Muy mala	Mala	Regular	Buena	Muy buena

ACIDEZ

1	2	3	4	5
Imperceptible	Leve	Definida	Pronunciada	Muy pronunciada

APRECIACIÓN GENERAL

1	2	3	4	5
Muy mala	Mala	Regular	Buena	Muy buena

Anexo 2. Análisis de varianza del estudio.

Variable	R-Square	Coeff Var (%)	Pr > F
Tiempo	0.972803	2.433169	<.0001
Acidez cuajada	0.967809	4.824384	<.0001
Acidez queso	0.971055	3.980880	<.0001
Número de granos	0.897890	8.600130	<.0001
Apariencia	0.686835	16.88616	<.0001
Color	0.727501	15.06922	0.4986
Aroma	0.629859	12.24630	0.0010
Textura	0.804651	12.91208	<.0001
Sabor	0.577009	14.92420	<.0001
Acidez percibida	0.623854	14.17145	<.0001
Apreciación general	0.616485	15.13288	<.0001
Rendimiento	0.766935	11.65733	0.0004

R-Square = Ajuste del modelo.

Coeff Var = Coeficiente de variación

Pr > F = Significancia del modelo.

Anexo 3. Análisis estadístico y separación de medias.

The SAS System						
The GLM Procedure						
Least Squares Means						
CONC	ACID	TIEMPO LSMEAN	Standard Error	Pr > t	LSMEAN Number	
0	0	435.666667	5.651942	<.0001	1	
4	35	403.000000	5.651942	<.0001	2	
4	45	447.333333	5.651942	<.0001	3	
6	35	325.000000	5.651942	<.0001	4	
6	45	400.666667	5.651942	<.0001	5	
Least Squares Means for effect CONC*ACID						
Pr > t for H0: LSMean(i)=LSMean(j)						
Dependent Variable: TIEMPO						
i/j	1	2	3	4	5	
1		0.0035	0.1825	<.0001	0.0024	
2	0.0035		0.0005	<.0001	0.7778	
3	0.1825	0.0005		<.0001	0.0004	
4	<.0001	<.0001	<.0001		<.0001	
5	0.0024	0.7778	0.0004	<.0001		

The SAS System

The GLM Procedure
Least Squares Means

CONC	ACID	ACFIN LSMEAN	Standard Error	Pr > t	LSMEAN Number
0	0	1.32666667	0.00636832	<.0001	1
4	35	1.24666667	0.00636832	<.0001	2
4	45	1.33333333	0.00636832	<.0001	3
6	35	1.31666667	0.00636832	<.0001	4
6	45	1.46666667	0.00636832	<.0001	5

Least Squares Means for effect CONC*ACID
Pr > |t| for H0: LSMean(i)=LSMean(j)

Dependent Variable: ACFIN

i/j	1	2	3	4	5
1		<.0001	0.1014	0.0571	<.0001
2	<.0001		<.0001	0.0002	<.0001
3	0.1014	<.0001		0.0536	<.0001
4	0.0571	0.0002	0.0536		<.0001
5	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	

The SAS System

The GLM Procedure
Least Squares Means

CONC	ACID	ACQUESO LSMEAN	Standard Error	Pr > t	LSMEAN Number
0	0	1.13333333	0.00699206	<.0001	1
4	35	1.12000000	0.00699206	<.0001	2
4	45	1.30333333	0.00699206	<.0001	3
6	35	1.26333333	0.00699206	<.0001	4
6	45	1.35333333	0.00699206	<.0001	5

Least Squares Means for effect CONC*ACID
Pr > |t| for H0: LSMean(i)=LSMean(j)

Dependent Variable: ACQUESO

i/j	1	2	3	4	5
1		0.2145	<.0001	<.0001	<.0001
2	0.2145		<.0001	<.0001	<.0001
3	<.0001	<.0001		0.1037	0.0510
4	<.0001	<.0001	0.1037		<.0001
5	<.0001	<.0001	0.0510	<.0001	

The SAS System

The GLM Procedure
Least Squares Means

CONC	ACID	NUMGRAN LSMEAN	Standard Error	Pr > t	LSMEAN Number
0	0	50.3333333	0.9189366	<.0001	1
4	35	21.6666667	0.9189366	<.0001	2
4	45	36.3333333	0.9189366	<.0001	3
6	35	25.6666667	0.9189366	<.0001	4
6	45	39.0000000	0.9189366	<.0001	5

Least Squares Means for effect CONC*ACID
Pr > |t| for H0: LSMean(i)=LSMean(j)

Dependent Variable: NUMGRAN

i/j	1	2	3	4	5
1		<.0001	<.0001	<.0001	0.0002
2	<.0001		<.0001	0.1520	<.0001
3	<.0001	<.0001		0.0004	0.1200
4	<.0001	0.1520	0.0004		<.0001
5	0.0002	<.0001	0.1200	<.0001	

The SAS System

The GLM Procedure
Least Squares Means

CONC	ACID	APARIEN LSMEAN	Standard Error	Pr > t	LSMEAN Number
0	0	2.50000000	0.08573633	<.0001	1
4	35	4.35714286	0.08573633	<.0001	2
4	45	2.78571429	0.08573633	<.0001	3
6	35	3.97619048	0.08573633	<.0001	4
6	45	2.83333333	0.08573633	<.0001	5

Least Squares Means for effect CONC*ACID
Pr > |t| for H0: LSMean(i)=LSMean(j)

Dependent Variable: APARIEN

i/j	1	2	3	4	5
1		<.0001	0.1950	<.0001	0.0650
2	<.0001		<.0001	0.0519	<.0001
3	0.1950	<.0001		<.0001	0.6950
4	<.0001	0.0519	<.0001		<.0001
5	0.0650	<.0001	0.6950	<.0001	

The SAS System

The GLM Procedure
Least Squares Means

CONC	ACID	COLOR LSMEAN	Standard Error	Pr > t	LSMEAN Number
0	0	3.77142857	0.08780519	<.0001	1
4	35	3.89523810	0.08780519	<.0001	2
4	45	3.61904762	0.08780519	<.0001	3
6	35	3.71428571	0.08780519	<.0001	4
6	45	3.88095238	0.08780519	<.0001	5

Least Squares Means for effect CONC*ACID
Pr > |t| for H0: LSMean(i)=LSMean(j)

Dependent Variable: COLOR

i/j	1	2	3	4	5
1		0.1020	0.7018	0.2514	0.1350
2	0.1020		0.0802	0.0925	0.0860
3	0.7018	0.0802		0.4440	0.0632
4	0.2514	0.0925	0.4440		0.1811
5	0.1350	0.0860	0.0632	0.1811	

The SAS System

The GLM Procedure
Least Squares Means

CONC	ACID	AROMA LSMEAN	Standard Error	Pr > t	LSMEAN Number
0	0	3.71904762	0.07468598	<.0001	1
4	35	3.49047619	0.07468598	<.0001	2
4	45	3.60000000	0.07468598	<.0001	3
6	35	4.38095238	0.07468598	<.0001	4
6	45	4.57142857	0.07468598	<.0001	5

Least Squares Means for effect CONC*ACID
Pr > |t| for H0: LSMean(i)=LSMean(j)

Dependent Variable: AROMA

i/j	1	2	3	4	5
1		0.0601	0.0951	<.0001	<.0001
2	0.0601		0.1038	<.0001	<.0001
3	0.0951	0.1038		<.0001	<.0001
4	<.0001	<.0001	<.0001		0.0729
5	<.0001	<.0001	<.0001	0.0729	

The SAS System

The GLM Procedure
Least Squares Means

CONC	ACID	TEXTURA LSMEAN	Standard Error	Pr > t	LSMEAN Number
0	0	2.83333333	0.06849981	<.0001	1
4	35	4.47619048	0.06849981	<.0001	2
4	45	3.04761905	0.06849981	<.0001	3
6	35	4.35714286	0.06849981	<.0001	4
6	45	2.97619048	0.06849981	<.0001	5

Least Squares Means for effect CONC*ACID
Pr > |t| for H0: LSMean(i)=LSMean(j)

Dependent Variable: TEXTURA

i/j	1	2	3	4	5
1		<.0001	<.0601	<.0001	<.1001
2	<.0001		<.0001	0.2206	<.0001
3	<.0601	<.0001		<.0001	0.4618
4	<.0001	0.2206	<.0001		<.0001
5	<.1001	<.0001	0.4618	<.0001	

The SAS System

The GLM Procedure
Least Squares Means

CONC	ACID	SABOR LSMEAN	Standard Error	Pr > t	LSMEAN Number
0	0	3.97190476	0.08915334	<.0001	1
4	35	4.33333333	0.08915334	<.0001	2
4	45	4.42857143	0.08915334	<.0001	3
6	35	3.64285714	0.08915334	<.0001	4
6	45	3.61047619	0.08915334	<.0001	5

Least Squares Means for effect CONC*ACID
Pr > |t| for H0: LSMean(i)=LSMean(j)

Dependent Variable: SABOR

i/j	1	2	3	4	5
1		0.0531	0.0511	0.0521	0.0601
2	0.0531		0.4510	0.0121	0.0016
3	0.0511	0.4510		<.0001	<.0001
4	0.0521	0.0121	<.0001		0.1021
5	0.0601	0.0016	<.0001	0.1021	

The SAS System

The GLM Procedure
Least Squares Means

CONC	ACID	ACIDEZ LSMEAN	Standard Error	Pr > t	LSMEAN Number
0	0	3.81428571	0.08059562	<.0001	1
4	35	3.48809524	0.08059562	<.0001	2
4	45	4.10476190	0.08059562	<.0001	3
6	35	3.54523810	0.08059562	<.0001	4
6	45	3.97619048	0.08059562	<.0001	5

Least Squares Means for effect CONC*ACID
Pr > |t| for H0: LSMean(i)=LSMean(j)

Dependent Variable: ACIDEZ

i/j	1	2	3	4	5
1		0.0531	<.0001	0.0572	0.3201
2	0.0531		<.0001	0.0003	0.2116
3	<.0001	<.0001		0.2202	<.0001
4	0.0572	0.0003	0.2202		0.0010
5	0.3201	0.2116	<.0001	0.0010	

The SAS System

The GLM Procedure
Least Squares Means

CONC	ACID	EVGRAL LSMEAN	Standard Error	Pr > t	LSMEAN Number
0	0	3.84128571	0.08895441	<.0001	1
4	35	4.57142857	0.08895441	<.0001	2
4	45	4.38095238	0.08895441	<.0001	3
6	35	3.50476190	0.08895441	<.0001	4
6	45	3.37619048	0.08895441	<.0001	5

Least Squares Means for effect CONC*ACID
Pr > |t| for H0: LSMean(i)=LSMean(j)

Dependent Variable: EVGRAL

i/j	1	2	3	4	5
1		<.0001	<.0001	0.0521	0.1031
2	<.0001		0.1316	<.0001	<.0001
3	<.0001	0.1316		0.0008	<.0001
4	0.0521	<.0001	0.0008		0.0532
5	0.1031	<.0001	<.0001	0.0532	

The SAS System

The GLM Procedure
Least Squares Means

CONC	ACID	RENDIM LSMEAN	Standard Error	Pr > t	LSMEAN Number
0	0	8.03333333	0.10723805	<.0001	1
4	0.35	7.26666667	0.10723805	<.0001	2
4	0.45	8.46666667	0.10723805	<.0001	3
6	0.35	7.16666667	0.10723805	<.0001	4
6	0.45	8.43333333	0.10723805	<.0001	5

Least Squares Means for effect CONC*ACID
Pr > |t| for H0: LSMean(i)=LSMean(j)

Dependent Variable: RENDIM

i/j	1	2	3	4	5
1		0.0010	0.0298	0.0004	0.0033
2	0.0010		<.0001	0.5282	0.0001
3	0.0298	<.0001		<.0001	0.5282
4	0.0004	0.5282	<.0001		<.0001
5	0.0033	0.0001	0.5282	<.0001	

Anexo 4. Hoja de control de parámetros de proceso en la elaboración de queso Cabaña.

HOJA DE CONTROL DE PARÁMETROS DE PROCESO QUESO CABAÑA	
Encargado:	Fecha:
Litros de leche:	Hora inicio:
INOCULACION	
Hora:	Temperatura:
INCUBACIÓN	
Hora:	Temperatura:
Hora:	Temperatura:
Hora:	Temperatura:
Hora:	Temperatura:
Hora:	Temperatura:
CORTE DE CUAJADA	
Hora:	ATECAL cuajada:
COCCIÓN DE CUAJADA	
Hora de inicio:	Temperatura de inicio:
Hora de finalización:	Temperatura de finalización:
RENDIMIENTO	
Vasos 450 g:	Vasos 230 g:
OBSERVACIONES:	