

Efecto de la presión de homogenización y uso de cuajo en las propiedades físico-químicas y sensoriales de la crema ácida

Vagnun Flaumbert Rivera Varela

Zamorano, Honduras

Diciembre, 2007

ZAMORANO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

Efecto de la presión de homogenización y uso de cuajo en las propiedades físico-químicas y sensoriales de la crema ácida

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

Presentado por:

Vagnum Flaumbert Rivera Varela.

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2007

El autor 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 del autor.

Vagnum Flaumbert Rivera Varela

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2007

Efecto de la presión de homogenización y uso de cuajo en las propiedades físico-químicas y sensoriales de la crema ácida

Presentado por:

Vagnum Flaumbert Rivera Varela

Aprobado:

Luís Fernando Osorio, Ph.D.
Asesor Principal

Luis Fernando Osorio, Ph.D.
Director
Carrera Agroindustria Alimentaria

Dina G. Fernández, Ing.
Asesora

Raúl Espinal, Ph.D.
Decano Académico

Kenneth L. Hoadley, D.B.A.
Rector

DEDICATORIA

A mí querido Dios.

A mis queridos padres, Olivar Rivera Enamorado y Justa Eduviges Varela Amador.

A Kellin Escalante. futura madre de nuestro siguiente hijo.

A mi querido hijo, Vagnum Jr.

A mis maestros.

A mis compañeros de cuarto Wilmer Caballero y Jose Padilla.

A mis amigos y amigas zamoranos.

A mis amigos y amigas de Tegucigalpa.

AGRADECIMIENTOS

A mí querido Dios, por darme tantas bendiciones y la paciencia que necesito para seguir adelante.

A mis queridos padres, por darme los consejos indicados en los momentos importantes y por su esfuerzo y dedicación.

A Kellin Escalante, por todo su amor y comprensión en los momentos difíciles.

A mi querido hijo, Vagnum Jr. por darme la mayor felicidad de este mundo, sabiendo que nuestro señor Dios lo tiene en su regazo.

A mis maestros, por la sabiduría y conocimientos impartidos, que sin ellos no podría llegar a ser lo que soy.

A mis compañeros de cuarto Wilmer Caballero y Jose Padilla, por este trayecto que vivimos juntos apoyándonos siempre.

A mis amigos y amigas zamoranos, en especial a la clase 2007 por todas las experiencias vividas y que viviremos en un futuro.

A mis amigos y amigas de Tegucigalpa, por su apoyo complementario e incondicional en los momentos necesitados.

A mi asesores, especialmente al Dr. Luís Fernando Osorio por sus enseñanzas y la confianza depositada en mi persona para desarrollar este proyecto.

A la Escuela Agrícola Panamericana, por todos los conocimientos adquiridos y experiencias vividas.

Al personal de la planta de Lácteos, Ingeniero Malcond, Francisco, Rigoberto Rubio, Rigoberto Silva, Max, Erick, Cesar, Emilio y Juan.

Al personal del comedor, por toda la alimentación y al personal de lavandería por su servicio brindado.

AGRADECIMIENTOS A PATROCINADORES

A mis padres, por todo su apoyo.

Al programa de becas Sr. Frederick Falck.

Al programa de becas Food For Progress USDA.

Al programa de becas de la Secretaría de Agricultura y Ganadería SAG de Honduras.

RESUMEN

Rivera, V. 2007 Efecto de la presión de homogenización y uso de cuajo en las propiedades físico-químicas y sensoriales de la crema ácida. Proyecto de Graduación del Programa de Ingeniería en Agroindustria Alimentaria, Escuela Agrícola Panamericana “El Zamorano”, Honduras. 26p.

La crema ácida es un producto lácteo con un contenido graso superior al 18%, obtenido de la acidificación de la crema con el uso de cultivo láctico y llevada a una acidez máxima de 0.40%. El objetivo de este estudio fue evaluar diferentes formulaciones de crema ácida que permitieran un aumento de la viscosidad y una reducción de costos. Con esta finalidad se evaluó el efecto del uso de cuajo y la variación de la presión de homogenización en la viscosidad de la crema ácida. Se utilizó un diseño experimental de Bloques Completos al Azar con arreglo factorial 3x2, con 6 tratamientos y tres repeticiones, obteniendo 18 unidades experimentales. Se evaluó el uso o no de cuajo y tres niveles de presión de homogenización (127, 148 y 169 Kg/cm²). El análisis sensorial se realizó con 12 panelistas no entrenados, pero que evalúan lácteos con cierta frecuencia. El tratamiento con la mejor aceptación fue el de 169 Kg/cm² sin uso de cuajo en su formulación. No se observó interacción entre el uso de cuajo y la presión de homogenización en la viscosidad de la crema ácida ($P > 0.05$). Se observó un aumento de la viscosidad en los tratamientos sin cuajo, pero una caída en viscosidad en el tratamiento con 169 Kg/cm² con cuajo ($P < 0.05$). No se encontraron diferencias significativas en acidez ($P > 0.05$). El contenido promedio de coliformes para las muestras de crema ácida fue menor a 10 ufc/ml lo cual cumple con las regulaciones sanitarias. El contenido graso de los diferentes tratamientos estuvo de acuerdo a lo estipulado en el diseño.

Palabras claves: acidez, grasa, viscosidad.

CONTENIDO

	Portadilla.....	i
	Autoría.....	ii
	Página de firmas.....	iii
	Dedicatoria.....	iv
	Agradecimientos.....	v
	Agradecimientos a patrocinadores.....	vi
	Resumen.....	vii
	Contenido.....	viii
	Indice de cuadros.....	x
	Indice de figuras.....	xi
	Indice de anexos.....	xii
1	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1	DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	2
1.2	ANTECEDENTES.....	2
1.3	JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.....	2
1.4	LIMITANTES DEL ESTUDIO.....	2
1.4.1	Limitantes.....	2
1.4.2	Alcances.....	3
1.5	OBJETIVO.....	3
1.5.1	Objetivo general.....	3
1.5.2	Objetivo específico.....	3
2	REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1	HISTORIA.....	4
2.2	DEFINICIÓN DE CREMA ÁCIDA.....	4
2.3	CARACTERÍSTICAS.....	4
2.4	HOMOGENIZACIÓN.....	5
2.4.1	Otros efectos de la homogenización.....	5
2.5	CUAJO.....	5
2.6	PROPIEDADES TEXTURALES DE PRODUCTOS ACIDIFICADOS.....	6
2.6.1	Factores del procesamiento que afectan la textura.....	6
3	MATERIALES Y MÉTODOS.....	7
3.1	LOCALIZACIÓN DEL ESTUDIO.....	7
3.2	MATERIALES Y EQUIPO.....	7
3.2.1	Materiales.....	7
3.2.2	Equipo.....	7
3.3	DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	8

3.4	METODOLOGÍA.....	9
3.4.1	Elaboración de crema ácida.....	9
3.4.2	Formulación para la elaboración de crema ácida.....	10
3.5	ANÁLISIS SENSORIAL EXPLORATORIO.....	12
3.6	ANÁLISIS FÍSICOS.....	12
3.6.1	Viscosidad.....	12
3.6.2	Color.....	12
3.7	ANÁLISIS QUÍMICOS.....	12
3.7.1	Acidez.....	12
3.7.2	Grasa.....	13
3.8	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO.....	13
3.9	ANÁLISIS ECONÓMICO.....	13
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	14
4.1	ANÁLISIS SENSORIAL.....	14
4.1.1	Análisis sensorial exploratorio.....	14
4.2	ANÁLISIS FÍSICOS.....	17
4.2.1	Análisis de viscosidad.....	17
4.2.2	Análisis de color.....	18
4.3	ANÁLISIS QUÍMICOS.....	20
4.3.1	Análisis ATECAL (acidez expresada como ácido láctico)	20
4.3.2	Análisis de grasa.....	21
4.4	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO.....	21
4.5	ANÁLISIS ECONÓMICO DE COSTOS VARIABLES.....	22
5	CONCLUSIONES.....	23
6	RECOMENDACIONES.....	24
7	BIBLIOGRAFÍA.....	25
8	ANEXOS.....	26

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Diseño experimental.....	8
2. Formulación A.....	10
3. Formulación B.....	10
4. Evaluación de apariencia de la crema ácida.....	14
5. Evaluación del aroma de la crema ácida.....	15
6. Evaluación de la viscosidad de la crema ácida.....	15
7. Evaluación de acidez de la crema ácida.....	16
8. Evaluación del sabor de la crema ácida.....	16
9. Resultado análisis de viscosidad.....	17
10. Valor L de la crema ácida.....	18
11. Valor a* de la crema ácida.....	19
12. Valor b* de la crema ácida.....	19
13. Evaluación de acidez de la crema ácida.....	20
14. Contenido graso de los diferentes tratamientos.....	21
15. Resultados microbiológicos de los tratamientos analizados.....	21
16. Costos variables de crema ácida sin cuajo.....	22
17. Costos variables de crema ácida con cuajo.....	22

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1.	Flujo de proceso para la elaboración de crema ácida.....	11
2.	Viscosidad de la crema ácida.....	17

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo	Página
1. Hoja de evaluación sensorial.....	27

1. INTRODUCCIÓN

Según Canadian Dairy Product Manufactures (2007), la elaboración de productos acidificados no es de nuestra época, históricamente la fermentación de productos lácteos data desde los 10,000 A.C, en esos tiempos la fermentación ocurría con bacterias que se encontraban naturalmente en la leche.

Según Gale Group (2002), el 2001 fue un año exitoso para los productos lácteos acidificados, debido a que la mayoría de sus categorías experimentaron un incremento en ventas. La crema ácida logró el crecimiento más rápido en esta categoría, obteniendo un crecimiento de 8.4% por dólar gastado en un producto lácteo, más de 398 millones de libras de crema ácida se vendieron en el 2001 y los consumidores gastaron alrededor de \$632 millones de dólares.

Según la Secretaria de Industria y Comercio de Honduras (2004), en su estudio de demanda externa de productos nostálgicos, del total de exportaciones de productos lácteos hacia los Estados Unidos \$288,777 corresponden a crema ácida.

Según Revilla (2000), la mantequilla rala o natilla mejor conocida de esta forma en el área centroamericana, es obtenida a partir de crema cruda acidificada por fermentación natural a temperatura ambiente. Esta crema generalmente tiene un alto contenido graso (35 – 50%) que le proporciona buen sabor y buena consistencia, volviéndola apetecible.

Es importante mencionar que este producto posee igual o quizás mayor demanda que la crema ácida producida industrialmente, en vista que estos productos artesanales están bien arraigados a las costumbres de los consumidores, especialmente en Centroamérica.

El presente estudio plantea evaluar el efecto del uso de cuajo y tres presiones de homogenización (127, 148 y 169 Kg/cm²), en las características físico-químicas y sensoriales de la crema ácida, logrando así un beneficio económico en cuanto a la reducción de insumos.

1.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La mentalidad de los consumidores madura cada día más, las necesidades que estos tenían ha cambiado con el tiempo, en la actualidad nos encontramos con clientes atraídos por los nuevos productos, que las empresas con mucho esfuerzo desarrollan en sus departamentos de investigación y desarrollo.

En la Empresa de Industrias Lácteas de Zamorano, se están llevando acabo nuevos estudios para encontrar métodos y procesos óptimos que ayuden a satisfacer las necesidades de los consumidores, uno de ellos es la elaboración de la crema ácida.

A pesar que este producto posee un fuerte posicionamiento en el mercado, se debe buscar siempre la optimización de procesos y uso de nuevos ingredientes para satisfacer las necesidades de los clientes.

1.2 ANTECEDENTES

Actualmente en la Empresa de Industrias Lácteas de Zamorano no se han elaborado investigaciones relacionadas con la optimización de procesos en la elaboración de la crema ácida, así como el efecto de nuevos ingredientes en su formulación.

Salas (2001), elaboró un estudio con el objeto de crear un protocolo para la elaboración de crema ácida pasteurizada para los productores artesanales en Honduras que puedan usar con mayor facilidad.

Compañías como Chr. Hansen están desarrollando nuevas cepas de cultivos lácticos que brindan mejores texturas a las cremas, estas nuevas cepas satisfacen a los mercados y a la empresa, al mercado generando productos bajos en grasa para aquellos segmentos que los deseen, a la empresa reduciendo costos al utilizar la grasa sobrante en otros procesos.

1.3 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

La búsqueda de la optimización de procesos y el uso de nuevos ingredientes, lo cual trae consigo una mejor imagen de los productos Zamorano y si es posible, una reducción de costos al utilizar menos insumos, justifica este estudio.

1.4 LIMITANTES DEL ESTUDIO

1.4.1 Limitantes

- El presupuesto, el cual impide elaborar un estudio más a fondo sobre los efectos de los pasos en el flujo de proceso en la elaboración de crema ácida así como el uso de otros ingredientes que no sea cuajo.

- Ausencia de un panel sensorial entrenado, que ayude a reflejar las preferencias del mercado de la forma más acertada posible.

1.4.2 Alcances

- Estudiar el efecto del uso del cuajo y presión de homogenización en las características físico-químicas y sensoriales de la crema ácida.
- Encontrar el tratamiento más aceptado entre tres presiones de homogenización y el uso o no de cuajo.

1.5 OBJETIVO

1.5.1 Objetivo general

- Determinar el efecto de la presión de homogenización y uso de cuajo en las propiedades físico-químicas y sensoriales de la crema ácida.

1.5.2 Objetivo específico

- Evaluar el efecto de la homogenización y cuajo en las características sensoriales de la crema ácida.
- Evaluar el efecto de la homogenización y cuajo en las características físico-químicas de la crema ácida.
- Determinar los costos variables de la crema ácida.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 HISTORIA

Según Canadian Dairy Product Manufactures (2007), la función de los productos lácteos fermentados era primordialmente extender la vida de anaquel, esto trajo múltiples beneficios, como la mejora del sabor y digestibilidad de los productos.

Históricamente la fermentación de productos lácteos data desde los 10,000 A.C, en esos tiempos los productos se fermentaban con bacterias que se encontraban naturalmente en la leche, las cuales eran géneros de *lactococci spp.* y *lactobacill spp.* estos suprimen la descomposición y la patogenicidad de los organismos.

2.2 DEFINICIÓN DE CREMA ÁCIDA

Según Revilla (2000), la crema ácida es aquel producto obtenido de la acidificación de la crema por el uso de cultivo láctico, llevado a una acidez máxima de 0.40%, esta es también conocida como mantequilla rala, crema agria, natilla o mantequilla blanca.

2.3 CARACTERÍSTICAS

Según Canadian Dairy Product Manufactures (2007), la crema ácida tradicionalmente se deja acidificar por medios naturales, pero hoy en día es elaborada por fermentación ácido láctica utilizando *Streptococcus lactis*, con o sin la adición de cuajo para aumentar la viscosidad, los estabilizadores pueden ser utilizados para mantener la consistencia.

La crema ácida posee un sabor suave y sutil, con un cuerpo liso y grueso, el contenido graso de esta varía entre 18 a 26%, pero actualmente se están produciendo variedades con baja grasa.

El rango de acidez de la crema ácida varía entre 0.20 – 0.40%, la vida de anaquel es muy limitada, puede ser extendida con un tratamiento térmico después que esta halla sido fermentada.

2.4 HOMOGENIZACIÓN

Según Goff (1998), la homogenización es el sometimiento mecánico de los glóbulos grasos a través de un pequeño orificio, mejora las propiedades de la crema debido a que reduce el tamaño de los glóbulos grasos y aumenta la viscosidad.

Según Lucey (2004), los glóbulos grasos que se encuentran naturalmente en la leche no interactúan con las caseínas de la matriz gelificada, mezclas que contienen altas cantidades de grasa son típicamente homogenizadas usando altas presiones de 106-176 Kg/cm² en la primera etapa y 35 Kg/cm² en la segunda etapa, en un rango de temperatura entre los 55 a 71°C. La homogenización asiste en la mezcla de estabilizadores y otros ingredientes.

En el microscopio no se aprecian glóbulos grasos individuales en la crema homogenizada, sino grandes aglomerados. Estos son llamados grumos de homogenización, los grumos contienen líquido intersticial, el volumen efectivo de partículas en la nata aumenta, y por lo tanto, también lo hace su viscosidad (Walstra et. al., 2001).

Según Walstra et. al. (2001), las condiciones que más favorecen la formación de grumos de homogenización, son:

- Alto contenido graso.
- Contenido proteico bajo.
- Presión de homogenización elevada.
- Un exceso de la superficie proteica; esto se encuentra favorecido por una temperatura de homogenización baja, un precalentamiento y por una presión de homogenización elevada.

2.4.1 Otros efectos de la homogenización

Según Walstra et. al. (2001), la homogenización de la leche contiene otros efectos, como son:

- El color se hace más blanco.
- Disminuye la autooxidación de la grasa, y en consecuencia, la formación de aromas extraños se reduce.
- Los glóbulos grasos pierden su capacidad de aglutinarse por el frío. Este efecto se debe a la inactivación que se produce a presiones de homogenización muy bajas.

2.5 CUAJO

La quimosina es la enzima que lleva a cabo la hidrólisis de la caseína K, escindiendo o eliminando los “pelos” que sobresalen a modo de proyecciones en la superficie de las micelas de caseína (Walstra et. al., 2001).

El cuajo es utilizado en ciertas formulaciones para la elaboración de crema ácida, ya que cumple la función de brindar una mejor textura, la crema provee un medio acidificado y el cuajo actúa perfectamente sobre las proteínas bajo estas condiciones.

Según Lucey (2004), la actividad del cuajo es lenta a temperaturas inferiores a los 28°C y generalmente cantidades pequeñas de cuajo son utilizados en ciertos productos lácteos acidificados como es el caso de la crema ácida, éste incrementa la gelificación por efecto del pH, debido a la remoción de pelos de macropeptidos.

2.6 PROPIEDADES TEXTURALES DE PRODUCTOS ACIDIFICADOS

Según Lucey (2004), las propiedades texturales de las leches acidificadas pueden ser determinadas por un rango de métodos empíricos y fundamentales, como la reología oscilatoria de pequeña amplitud, cizalla oscilatoria de larga amplitud, penetración, análisis de perfil textural, viscosímetro rotacional y varios métodos sensoriales, las propiedades texturales y sensoriales son de alta importancia para determinar la aceptación del consumidor final.

2.6.1 Factores del procesamiento que afectan la textura

Según Lucey (2004), los principales parámetros que influyen la textura de los productos lácteos acidificados incluye:

- Nivel de fortificación y materiales utilizados.
- Tipo de estabilizador y nivel utilizado.
- Contenido graso y condiciones de homogenización.
- Condiciones del tratamiento térmico de la leche.
- Cultivo iniciador (tipo, nivel de producción de ácido láctico y producción de exopolisacáridos).
- Temperatura de maduración (influye en el crecimiento del cultivo iniciador, agregación del gel y fuerza del cuerpo).
- Condiciones de enfriamiento.
- Manejo del producto finalizado.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LOCALIZACIÓN DEL ESTUDIO

El estudio se realizó en la localidad de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, localizada en el valle del Yeguaré, Km 32, al este de la ciudad de Tegucigalpa, municipio de San Antonio de Oriente, Departamento de Francisco Morazán, Honduras, C.A.

La elaboración de los distintos tratamientos de la crema ácida, análisis químicos y el microbiológico se realizó en la Empresa de Industrias Lácteas Zamorano, y lo que corresponde a los análisis físicos se realizaron en el Laboratorio de Análisis de Alimentos.

3.2 MATERIALES Y EQUIPO

3.2.1 Materiales

- Leche estandarizada (2 % de grasa) pasteurizada.
- Leche en polvo.
- Cultivo láctico marca (Danisco Choozit RA 22 LYO 250 DCJ®).
- Estabilizador para crema ácida marca (Uni Stab®).
- Cuajo líquido de doble potencia 1:1500 marca (Chymax de Chr. Hansen®).
- Sal refinada.
- Panes de helado, tamaño medio Galón.
- Hidróxido de Sodio al 0.1N.
- Acido sulfúrico.
- Agar VRBA marca (Difco™).
- Fenolftaleína al 1% en alcohol etílico al 95%.

3.2.2 Equipo

- Pasteurizador por tandas marca (Creamer & Package, serie 8011).
- Homogenizador marca (APV A3, serie 20052410712).
- Enfriador de placas marca (AVP-CREPACO, serie 19358, modelo SR15-S).
- Balanza marca (NSF, modelo sk-2000).
- Balanza analítica marca (Mettler AE200).
- Termómetro marca (Koch, modelo 064108-00).

- Pasteurizador por tandas (200L de capacidad), con su respectivo agitador Dairy apparatus and supplies, Marcathe creamy package MFG Company Tamaño 50.
- Enfriador de placas marca (IDEA, International Dairy Equipment Associates, Inc., modelo 24 HTF, patente, 1992097).
- Cuarto frío para mantener la crema ácida a 4°C.
- Color Flex Hunter Lab (modelo número 45/0).
- Consistómetro de Brookfield (modelo RVDVII+).

3.3 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con un arreglo factorial de 3X2 con 6 tratamientos y 3 repeticiones.

Los resultados de los análisis físico-químicos y sensoriales se analizaron en el programa estadístico SAS® por medio de un análisis de varianza (ANDEVA) con la prueba de separación Tukey.

El estudio consintió en evaluar el efecto del uso o no del cuajo y tres presiones de homogenización (127, 148 y 169 Kg/cm²) en las propiedades físico-químicas y sensoriales de la crema ácida.

Cuadro 1. Diseño experimental

Cuajo	Presiones		
	127 Kg/cm ²	148 Kg/cm ²	169 Kg/cm ²
Uso De Cuajo	TRT 1	TRT 2	TRT 3
Ausencia de Cuajo	TRT 4	TRT 5	TRT6

- Tratamiento 1: crema ácida elaborada con una presión de homogenización de 127 Kg/cm².
- Tratamiento 2: crema ácida elaborada con una presión de homogenización de 148 Kg/cm².
- Tratamiento 3: crema ácida elaborada con una presión de homogenización de 169 Kg/cm².
- Tratamiento 4: crema ácida elaborada con una presión de homogenización de 127 Kg/cm² y uso de cuajo en su formulación.
- Tratamiento 5: crema ácida elaborada con una presión de homogenización de 148 Kg/cm² y uso de cuajo en su formulación.
- Tratamiento 6: crema ácida elaborada con una presión de homogenización de 169 Kg/cm² y uso de cuajo en su formulación.

3.4 METODOLOGÍA

3.4.1 Elaboración de crema ácida

La planta de lácteos posee un proceso de elaboración de crema ácida semitecnificado, ya que todavía es necesaria la intervención de recurso humano en la elaboración, a pesar de esto, se cuenta con los equipos y estándares necesarios para brindar un producto final con la calidad deseada para los consumidores y que a continuación se describen los pasos:

- Obtención de la crema: se utilizó crema estandarizada al 40%, se obtuvo de la descremadora de la planta de lácteos, previo a cualquier operación fue necesario realizar la prueba de grasa por el método de Babcock para verificar su contenido.
- Mezcla de sólidos: al agregar las materias primas sólidas se aumentaron la cantidad de sólidos no grasos en la crema, con el fin de mejorar características en el producto final de consistencia, viscosidad y sabor.

Las cantidades utilizadas de las materias primas fueron: 3.3% de leche en polvo, 0.5% de estabilizador para crema ácida y 1% de sal refinada, además se redujo el contenido graso al 26% utilizando agua para dicha finalidad.

- Pasteurización: la mezcla de crema ácida fue pasteurizada en la unidad por tandas a 73°C por 30 min, esto con el objetivo que ninguna bacteria patógena quedara en el producto final, ya que puede afectar la salud del consumidor o el crecimiento del cultivo láctico que se va a utilizar.
- Homogenización: la mezcla de crema ácida una vez pasteurizada fue sometida a presiones de homogenización, ya sea de 127, 148 y 169 Kg/cm² dependiendo del tratamiento, la homogenización cumple funciones como la prevención del desnatado y aumento de la viscosidad.
- Enfriamiento: se efectuó el enfriamiento a una temperatura de 40-45°C de la crema ácida mediante un enfriador de placas, esto con la finalidad de crear el medio ideal de crecimiento para el cultivo láctico que iba a ser adicionado.
- Inoculación: se inóculo cultivo láctico de la marca Danisco Choozit RA 22 LYO 250 DCJ®), en una proporción de 15g de cultivo láctico por cada 550kg de crema ácida, la cantidad inoculada es la necesaria para brindar las propiedades características que posee la crema ácida.
- Maduración: una vez inoculado el cultivo, se dejó madurar esté a temperatura ambiente hasta llegar a un valor de 0.3 a 0.4 de acidez titulable, los cultivos utilizados fueron *Lactococcus lactis ssp. lactis* y *Lactococcus lactis ssp. cremoris* los cuales son buenos productores de ácido láctico.

Es importante mencionar que en esta sección se redujo el contenido graso de ciertos tratamientos a 23% de grasa con leche estandarizada al 2%, por razones de la investigación.

- Enfriamiento y reposo: cuando la crema ácida alcanza un ATECAL en el rango de 0.3 a 0.4, es almacenada en cuarto frío para su posterior distribución en el mercado de Tegucigalpa.

3.4.2 Formulación para la elaboración de crema ácida

Seis tratamientos de crema ácida fueron elaborados, variando la formulación (A, B) y presión de homogenización (127, 148 y 169 Kg/cm²). En los siguientes cuadros se describe cada formulación.

Cuadro 2. Formulación A

Ingrediente	Porcentaje(%)
Crema estandarizada al 40%	64
Agua	30
Leche en polvo	3.3
Estabilizador crema ácida	0.5
Sal Refinada	1

Cuadro 3. Formulación B

Ingrediente	Porcentaje(%)
Crema estandarizada al 40%	57
Leche estandarizada al 2%	10
Agua	30
Leche en polvo	3.3
Estabilizador	0.5
Sal refinada	1
Cuajo	3cc/100kg

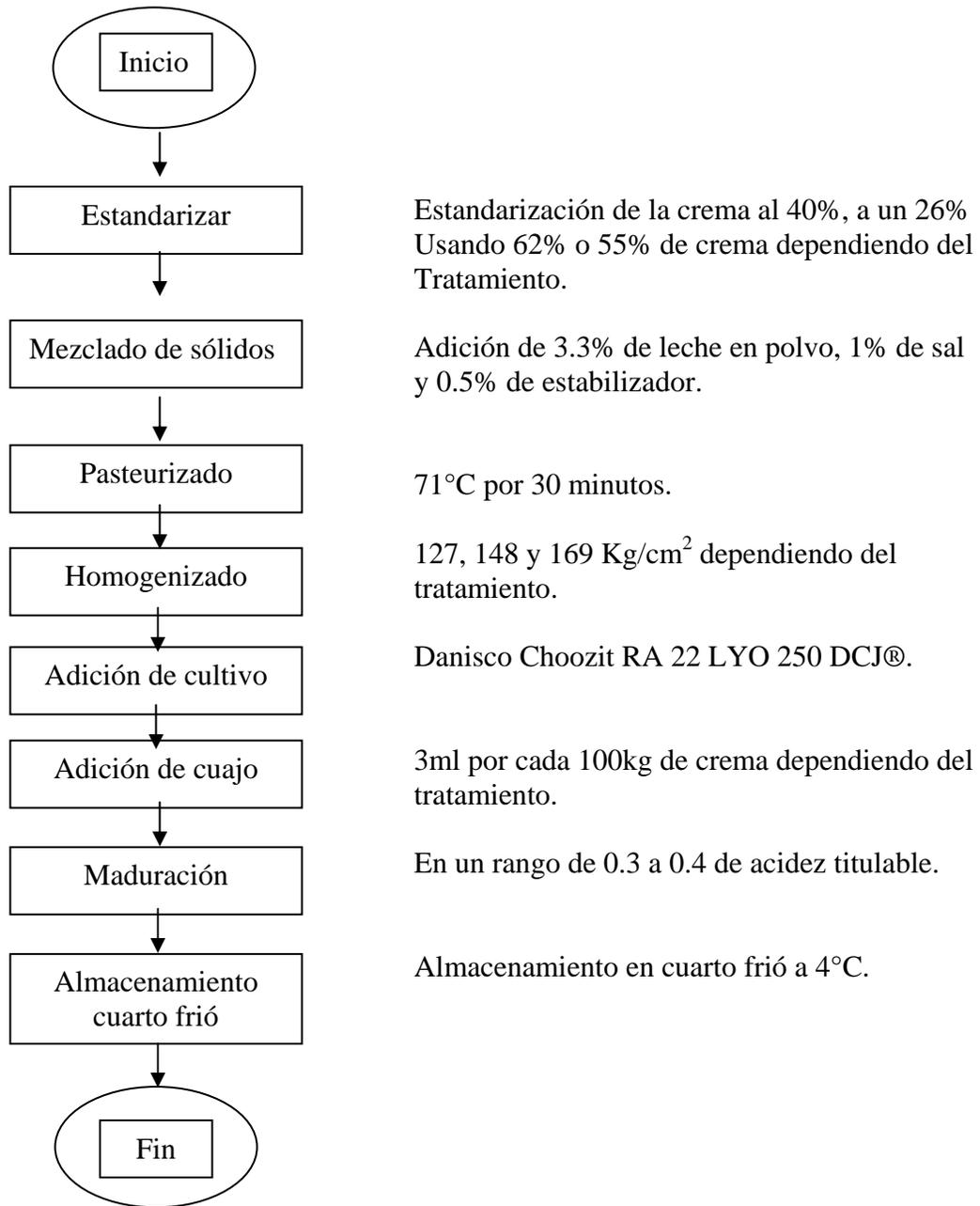


Figura 1. Flujo de proceso para la elaboración de crema ácida

3.5 ANÁLISIS SENSORIAL EXPLORATORIO

Las evaluaciones sensoriales se realizaron en Zamorano con un panel sensorial no capacitado de 12 personas que evalúa productos lácteos frecuentemente. El panel analizó los atributos de: apariencia, aroma, viscosidad, acidez y sabor de la crema ácida.

Se utilizó una escala numérica balanceada de 1 a 5 donde uno representó la característica no deseada y cinco la más aceptada (Anexo 1). Para la codificación se utilizó una numeración de 3 dígitos al azar para evitar sesgo dentro del panel sensorial.

3.6 ANÁLISIS FÍSICOS

Los análisis físicos de viscosidad y color fueron realizados en el centro de evaluación de alimentos, haciendo uso del equipo respectivo para cuantificar estos parámetros.

3.6.1 Viscosidad

Se necesitó el Consistómetro de Brookfield (modelo RVDVII+), con el acople número 7 y 100 RPM midiendo la viscosidad inicial al encender el equipo, para todos los tratamientos. La viscosidad fue medida en cP expresado como 1 gm/cm-s ó $0.001\text{ Pascal segundo}$ o dina segundo por centímetro cuadrado. Se utilizó 15 ml de muestra a una temperatura constante de 5°C , tomando muestras representativas de cada uno de los tratamientos.

3.6.2 Color

Se midió el color de los diferentes tratamientos haciendo uso de Color Flex Hunter Lab modelo número 45/0, se tomaron muestras representativas de cada uno de los tratamientos.

3.7 ANÁLISIS QUÍMICOS

3.7.1 Acidez

Se midió la acidez de los diferentes tratamientos haciendo uso de la prueba de ATECAL, ya que es el método normalmente utilizado para la medición de acidez en productos lácteos, la medición se desarrolló de la siguiente manera según Revilla (2000):

- Pesado de 9g de muestra.
- Agregado de 3 gotas de Fenolftaleína.
- Titulación de la muestra con hidróxido de sodio, hasta que se obtuvo el color rosado tenue.
- Registro de los resultados.

3.7.2 Grasa

Se midió el contenido graso de los diferentes tratamientos por medio del método Babcock especificado por Revilla, ya que es el más utilizado en la industria Láctea, el análisis se realizó de la siguiente manera:

1. Pesado de 9 gramos de los diferentes tratamientos de crema ácida.
2. Agregado de 10 ml de agua a 60°C.
3. Adición de 9 ml de ácido sulfúrico.
4. Centrifugación de la muestra por 5 minutos.
5. Adición de agua a 60°C hasta el cuello del butirómetro y centrifugación por dos minutos.
6. Adición de agua a 60°C hasta el final del butirómetro y centrifugación por un minuto.
7. Lectura de la muestra.

3.8 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Se hicieron conteos de coliformes, con el objeto de asegurar la inocuidad de la crema ácida y que no exceda la norma microbiológica legal, haciendo uso de Agar (VRBA) “Violet Red Biller Agar” de la marca DifcoTM, los pasos a seguir fueron los siguientes:

- Limpieza con Alcohol etílico al 75% el área donde se realiza el análisis.
- Pesado de 10g de crema ácida en una bolsa de homogenización y 90 ml de agua peptonada.
- Homogenización en el Stomacher.
- Adición de 1ml de muestra al plato petri.
- Adición de 10 a 15ml de Agar VRBA al plato petri.
- Incubación a 37°C por un período de 24 horas.

El resultado de Coliformes totales según las normas ICAITI (2002), debe de ser menor a 10 UFC/ml para productos lácteos y derivados.

3.9 ANÁLISIS ECONÓMICO

Se efectuó el análisis de los costos variables de producción para los tratamientos con y sin cuajo.

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 ANÁLISIS SENSORIAL

4.1.1 Análisis sensorial exploratorio

Cuadro 4. Evaluación de apariencia de la crema ácida.

TRT	Descripción	Media \pm D.E	Separación de medias Tukey (P<0.05)*
3	169 Kg/cm ² / sin cuajo	4.50 \pm 0.16	A
2	148 Kg/cm ² / sin cuajo	4.46 \pm 0.16	A
1	127 Kg/cm ² / sin cuajo	4.33 \pm 0.16	A
5	148 Kg/cm ² / con cuajo	3.76 \pm 0.16	B
6	169 Kg/cm ² / con cuajo	3.63 \pm 0.16	B
4	127 Kg/cm ² / con cuajo	3.60 \pm 0.16	B

*Tratamientos seguidos de diferente letra son significativamente diferentes (P<0.05)

El cuadro número cuatro muestra la preferencia de los panelistas con respecto a la variable apariencia, se puede apreciar que los tres tratamientos más aceptados fueron los que no tenían cuajo en su formulación los cuales eran: el tratamiento 3 (169 Kg/cm²/ sin cuajo), 2 (148 Kg/cm²/ sin cuajo) y 1 (127 Kg/cm²/ sin cuajo), los demás tratamientos fueron los menos gustados.

Al relacionar los resultados del panel con el colorímetro, se concluyó que los tratamientos sin cuajo son los que obtuvieron los valores de L a* y b* más altos, se aprecia que existe una mayor aceptación de los panelistas hacia los tratamientos más claros, con una mayor intensidad de rojo y amarillo.

Según Walstra et. al. (2001), las micelas de caseína son las únicas que contribuyen a las propiedades ópticas de la crema ácida, debido a que no son homogéneas y carecen de bordes pronunciados.

La interacción entre el cuajo y las micelas de caseína hace que se formen agregados más grandes de proteína, provocando una menor refracción de la luz en comparación a los tratamientos en los que no se adicione cuajo.

Cuadro 5. Evaluación del aroma de la crema ácida.

TRT	Descripción	Media ± D.E	Separación de medias Tukey (P<0.05)*	
3	169 Kg/cm ² / sin cuajo	4.26 ± 0.15	A	
2	148 Kg/cm ² / sin cuajo	4.20 ± 0.15	A	
1	127 Kg/cm ² / sin cuajo	4.16 ± 0.15	A	
4	127 Kg/cm ² / con cuajo	3.80 ± 0.15	B	C
6	169 Kg/cm ² / con cuajo	3.73 ± 0.15		C
5	148 Kg/cm ² / con cuajo	3.67 ± 0.15		C

*Tratamientos seguidos de diferente letra son significativamente diferentes (P<0.05)

El cuadro número cinco indica que los tratamientos 3 (169 Kg/cm²/ sin cuajo), 2 (148 Kg/cm²/ sin cuajo) y 1 (127 Kg/cm²/ sin cuajo), son los más gustados con respecto a la variable aroma, continua la preferencia por los tratamientos sin cuajo, los demás tratamiento no tuvieron tan buena aceptación.

Cuadro 6. Evaluación de la viscosidad de la crema ácida.

TRT	Descripción	Media ± D.E	Separación de medias Tukey (P<0.05)*	
3	169 Kg/cm ² / sin cuajo	4.40 ± 0.20	A	
2	148 Kg/cm ² / sin cuajo	4.36 ± 0.20	A	
1	127 Kg/cm ² / sin cuajo	4.20 ± 0.20	A	B
5	148 Kg/cm ² / con cuajo	3.70 ± 0.20	A	B
6	169 Kg/cm ² / con cuajo	3.50 ± 0.20		B C
4	127 Kg/cm ² / con cuajo	3.36 ± 0.20		C

*Tratamientos seguidos de diferente letra son significativamente diferentes (P<0.05)

El cuadro número seis muestra la preferencia de los panelistas con respecto a la variable viscosidad, los tratamientos 3 (169 Kg/cm²/ sin cuajo), 2 (148 Kg/cm²/ sin cuajo) son los más preferidos con respecto a la variable viscosidad, los demás tratamientos no fueron tan aceptados.

Al relacionarlos con los datos obtenidos en el análisis físico con el consistómetro, se puede apreciar que los tratamientos más gustados en el panel sensorial, son los que obtuvieron el mayor valor de viscosidad en la prueba física, concluyendo así una preferencia por los panelistas de tratamientos que posean una mayor presión de homogenización sin utilizar cuajo en su formulación.

Cuadro 7. Evaluación de acidez de la crema ácida.

TRT	Descripción	Media \pm D.E	Separación de medias Tukey (P<0.05)*	
2	148 Kg/cm ² / sin cuajo	4.46 \pm 0.16	A	
3	169 Kg/cm ² / sin cuajo	4.36 \pm 0.16	A	
1	127 Kg/cm ² / sin cuajo	4.33 \pm 0.16	A	
5	148 Kg/cm ² / con cuajo	3.10 \pm 0.16	A	
4	127 Kg/cm ² / con cuajo	3.56 \pm 0.16	B	
6	169 Kg/cm ² / con cuajo	3.53 \pm 0.16	B	

*Tratamientos seguidos de diferente letra son significativamente diferentes (P<0.05)

El cuadro siete indica una amplio número de tratamientos preferidos respecto a la variable acidez, los tratamientos 2 (148 Kg/cm²/sin cuajo), 3 (169 Kg/cm²/ sin cuajo), 1 (127 Kg/cm²/ sin cuajo) y 5 (148 Kg/cm²/ sin cuajo) son los más preferidos en cuanto a acidez, los tratamientos 4 (127 Kg/cm²/ con cuajo) y 6 (169 Kg/cm²/con cuajo) no fueron tan aceptados en comparación a los demás.

Los datos obtenidos por el análisis de ATECAL indican que no existe diferencia significativa entre tratamientos, al compararlo con el análisis sensorial se aprecia que los panelistas encontraron diferencias en dos tratamientos, esté contraste se atribuye más a la falta de un panel entrenado, que la forma en que se corrió el experimento.

Cuadro 8. Evaluación del sabor de la crema ácida.

TRT	Descripción	Media \pm D.E	Separación de medias Tukey (P<0.05)*		
3	169 Kg/cm ² / sin cuajo	4.43 \pm 0.20	A		
1	127 Kg/cm ² / sin cuajo	4.40 \pm 0.20	A		
2	148 Kg/cm ² / sin cuajo	4.36 \pm 0.20	A		
5	148 Kg/cm ² / con cuajo	4.16 \pm 0.20	A	B	
4	127 Kg/cm ² / con cuajo	3.73 \pm 0.20		B	C
6	169 Kg/cm ² / con cuajo	3.53 \pm 0.20			C

*Tratamientos seguidos de diferente letra son significativamente diferentes (P<0.05)

El cuadro número ocho nos muestra la preferencia de los panelistas con respecto a la variable sabor, se observa que los tres tratamientos más preferidos fueron el tratamiento número 3 (169 Kg/cm²/ sin cuajo), 1 (127 Kg/cm²/ sin cuajo) y 2 (148 Kg/cm²/ sin cuajo), Los demás tratamientos fueron los menos gustados.

Al relacionarlo con los datos obtenidos por el análisis de ATECAL, se observa que no existen diferencias significativas en acidez, esto resulta de gran importancia debido a que

el cultivo láctico es el que brinda las características de sabor a las cremas, por lo tanto esta diferencia se atribuye a la falta de entrenamiento de los panelistas.

4.2 ANÁLISIS FÍSICOS

4.2.1 ANÁLISIS DE VISCOSIDAD

Cuadro 9. Resultado análisis de viscosidad.

TRT	Descripción	Media(cP)	Separación de medias Tukey (P<0.05)*
3	169 Kg/cm ² / sin cuajo	14713	A
2	148 Kg/cm ² / sin cuajo	12480	B
1	127 Kg/cm ² / sin cuajo	11333	C
5	148 Kg/cm ² / con cuajo	10427	D
4	127 Kg/cm ² / con cuajo	9120	E
6	169 Kg/cm ² / con cuajo	7670	F

*Tratamientos seguidos de diferente letra son significativamente diferentes (P<0.05).

Según los datos obtenidos por el consistómetro de Brookfield, el tratamiento número 3 (169 Kg/cm²/ sin cuajo) posee la mayor viscosidad de todas las muestras analizadas en este estudio, esta información brinda cierta concordancia con los datos obtenidos en el análisis sensorial, ya que según el panel los tratamientos 3 (169 Kg/cm²/ sin cuajo) y 2 (148 Kg/cm²/ sin cuajo) son los que poseen la mejor viscosidad.

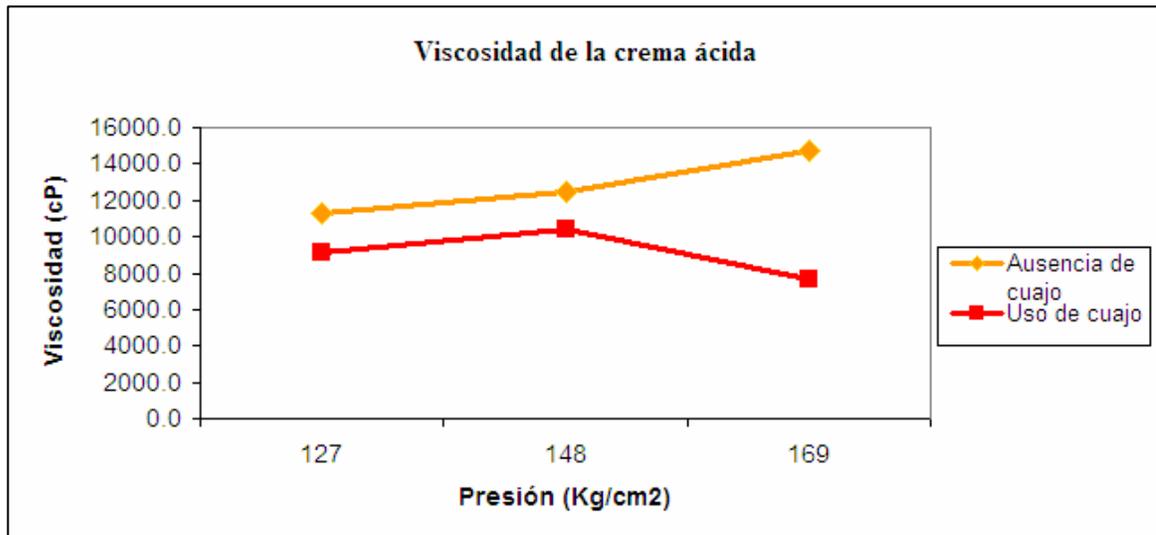


Figura 2. Viscosidad de la crema ácida.

En la figura dos se observan los valores de viscosidad obtenidos entre las presiones de homogenización y uso de cuajo, no existe interacción entre los tratamientos, las viscosidades obtenidas con los diferentes presiones de homogenización (127, 148 y 169 Kg/cm²) en ausencia de cuajo fueron superiores a los tratamientos en los que se utilizó cuajo en su formulación.

Se observa un incremento en viscosidad al aumentar la presión en los tratamientos sin cuajo, lo cual va de acorde a lo explicado por Lucey (2004), que indica que a mayor presión de homogenización, existe una mayor viscosidad en la crema ácida, sin embargo esta tendencia no se observa en los tratamientos con cuajo ya que en la presión de 169 Kg/cm² ocurre una disminución de la viscosidad.

Es importante mencionar que para aquellos tratamientos en donde se utilizó cuajo se realizó una reducción del 3% de grasa en comparación con aquellos tratamientos en donde no se uso cuajo, con el estudio realizado no se pudo concluir si existía una interacción entre el nivel de grasa y el uso de cuajo en la viscosidad de la crema ácida.

4.2.2 Análisis de color

Cuadro 10. Valor L de la crema ácida.

TRT	Descripción	Valor L	Separación de medias Tukey (P<0.05)*
3	169 Kg/cm ² / sin cuajo	95.44	A
2	148 Kg/cm ² / sin cuajo	94.94	B
1	127 Kg/cm ² / sin cuajo	94.10	C
6	169 Kg/cm ² / con cuajo	93.78	D
5	148 Kg/cm ² / con cuajo	92.49	E
4	127 Kg/cm ² / con cuajo	91.41	F

*Tratamientos seguidos de diferente letra son significativamente diferentes (P<0.05).

El valor de L es expresado en una escala 0-100, entre más cerca del 100 se encuentra el producto, este será más claro y entre más cerca del cero es más oscuro.

Al observar los datos en el cuadro 12 se puede observar que existe diferencia significativas entre los tratamientos (P<0.05). Los tratamientos 3 (169 Kg/cm²/ sin cuajo) y 2 (148 Kg/cm²/sin cuajo), son los que poseen los valores más altos de claridad.

Cuadro 11. Valor a* de la crema ácida.

TRT	Descripción	Valor a*	Separación de medias Tukey (P<0.05)*
3	169 Kg/cm ² / sin cuajo	1.90	A
2	148 Kg/cm ² / sin cuajo	1.45	B
1	127 Kg/cm ² / sin cuajo	1.20	C
6	169 Kg/cm ² / con cuajo	1.11	D
5	148 Kg/cm ² / con cuajo	1.02	E
4	127 Kg/cm ² / con cuajo	0.96	F

*Tratamientos seguidos de diferente letra son significativamente diferentes (P<0.05).

El valor de a* nos indica que tan rojo o verde es el producto, entre más positivo es el valor, tiende a ser más hacia la tonalidad roja y entre más negativo el valor, tiende hacia la tonalidad verde.

Se obtuvieron diferencias significativas entre tratamientos (P<0.05), se puede apreciar en la tabla que los tratamientos sin cuajo en su formulación 3 (169 Kg/cm²/ Sin cuajo), 2 (148 Kg/cm²/ sin cuajo) poseen los valores mas altos de a*, tendiendo estos más hacia la tonalidad roja.

Cuadro 12. Valor b* de la crema ácida.

TRT	Descripción	Valor b*	Separación de medias Tukey (P<0.05)*
3	169 Kg/cm ² / sin cuajo	14.86	A
2	148 Kg/cm ² / sin cuajo	14.43	B
1	127 Kg/cm ² / sin cuajo	14.10	C
6	169 Kg/cm ² / con cuajo	13.87	D
5	148 Kg/cm ² / con cuajo	13.40	E
4	127 Kg/cm ² / con cuajo	13.06	F

*Tratamientos seguidos de diferente letra son significativamente diferentes (P<0.05).

Los valores de b* nos indica que tan amarillo o azul es el producto, entre más positivo el valor, el producto tiende a hacia la tonalidad de amarillo y entre más negativo el valor, tiende hacia la tonalidad de azul.

Se puede apreciar que todos los datos son significativamente diferentes (P<0.05), por otro lado se observa que los tratamientos 3 (169 Kg/cm²/ sin cuajo), 2 (148 Kg/cm²/ sin cuajo) tienden a ser más amarillos en comparación con los demás tratamientos.

Al compararlo con los datos obtenidos en el panel sensorial, se encontró que los panelistas encontraron diferencias en color entre los tratamientos sin cuajo con los tratamientos con cuajo, pero el análisis estadístico no indica tal diferencia. Los tratamientos sin cuajo en su formulación poseen los valores más altos en la escala L a*b*.

4.3 ANÁLISIS QUÍMICOS

4.3.1 Análisis ATECAL (acidez expresada como ácido láctico)

Cuadro 13. Evaluación de acidez de la crema ácida.

TRT	Descripción	Media \pm D.E	Separación de medias Tukey (P<0.05)*
3	169 Kg/cm ² / sin cuajo	0.44 \pm 0.020	A
6	169 Kg/cm ² / con cuajo	0.43 \pm 0.020	A
4	127 Kg/cm ² / con cuajo	0.42 \pm 0.020	A
1	127 Kg/cm ² / sin cuajo	0.41 \pm 0.020	A
2	148 Kg/cm ² / sin cuajo	0.41 \pm 0.020	A
5	148 Kg/cm ² / con cuajo	0.40 \pm 0.020	A

*Tratamientos seguidos de letra similar no son significativamente diferentes (P>0.05)

Según los datos obtenidos por el análisis estadístico, no existen diferencias significativas en acidez entre los diferentes tratamientos de crema ácida, ya que todos fueron elaborados con la misma cantidad de cultivo láctico (15g de cultivo láctico por cada 550kg de crema ácida).

Al hacer una revisión de los datos con la literatura, se observa que los valores obtenidos tienden a excederse un poco con los niveles establecidos por Revilla (2000) para una crema ácida los cuales son de 0.2-0.4.

Al compararlo con el panel sensorial, se pudo apreciar que los panelistas detectaron diferencias entre los distintos tratamientos, lo cual estadísticamente no existe.

4.3.2 Análisis de grasa

Cuadro 14. Contenido graso de los diferentes tratamientos.

TRT	Descripción	Contenido graso
1	127 Kg/cm ² / sin cuajo	25.8
2	148 Kg/cm ² / sin cuajo	25.9
3	169 Kg/cm ² / sin cuajo	25.9
4	127 Kg/cm ² / con cuajo	22.8
5	148 Kg/cm ² / con cuajo	22.6
6	169 Kg/cm ² / con cuajo	22.6

Al realizar los análisis de grasa por el método de Babcock se pudo verificar que el contenido graso de los tratamientos esta de acorde a lo estipulado.

Según Lucey (2004), existe un efecto de la cantidad de grasa en las características de la crema ácida, como ser los atributos de viscosidad, sabor y apariencia. No se pudo realizar un análisis estadístico de este efecto por el diseño del estudio.

4.4 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Cuadro 15. Resultados microbiológicos de los tratamientos analizados.

TRT	Descripción	Análisis de Coliformes Totales	
		Resultados ufc/g	Valor máximo permitidos ufc/g
1	127 Kg/cm ² sin cuajo	<10	10
2	148 Kg/cm ² sin cuajo	<10	10
3	169 Kg/cm ² sin cuajo	<10	10
4	127 Kg/cm ² con cuajo	<10	10
5	148 Kg/cm ² con cuajo	<10	10
6	169 Kg/cm ² con cuajo	<10	10

Al observar los datos obtenidos por el cuadro 15, los resultados van de acorde a las normas para productos lácteos y derivados ICAITI (2002), por lo que se puede concluir que estos productos son aptos para el consumo humano.

4.5 ANÁLISIS ECONÓMICO DE COSTOS VARIABLES

Cuadro 16. Costos variables de crema ácida sin cuajo.

Ingrediente	Precio L.	Unidad	Cantidad Utilizada	Total L.
Crema estandarizada al 40%	32.3	Kg	64.974	1364.454
Agua	0	Kg	30.226	0
Leche en polvo	26.16	Lb	3.3	86.328
Estabilizador crema ácida	94.74	Lb	0.5	47.37
Sal refinada	6.46	Lb	1	6.46
Cultivo láctico	9.48	gr	2.72	25.7856
Total de costos				2264.604

Cuadro 17. Costos variables de crema ácida con cuajo.

Ingrediente	Precio L.	Unidad	Cantidad Utilizada	Total L.
Crema estandarizada al 40%	32.3	Kg	57.477	1207.017
Agua	0	Kg	37.723	0
Leche en polvo	26.16	Lb	3.3	86.328
Estabilizador crema ácida	94.74	Lb	0.5	47.37
Sal refinada	6.46	Lb	1	6.46
Cultivo láctico	9.48	gr	2.72	25.7856
Cuajo liquido	406.65	L	0.003	1.21995
Total de costos				2023.671

La información brindada por los cuadros de costos variables nos indican que existe una reducción en costos al utilizar cuajo en la formulación de crema ácida, obteniéndose un costo variable de L. 9.45 para los tratamientos con cuajo y L. 10.57 para los tratamientos sin cuajo.

5. CONCLUSIONES

- A mayor presión de homogenización, mayor viscosidad en la crema ácida.
- Se obtuvieron mayores valores de viscosidad en los tratamientos que no se uso cuajo en su formulación.
- Los tratamientos sin cuajo fueron los más aceptados en cuanto a los atributos sensoriales de: apariencia, aroma, viscosidad, acidez y sabor.
- Los tratamientos sin cuajo en su formulación obtuvieron valores más altos en la escala $L a^*b^*$ en comparación con los que si se utilizó cuajo.
- El costo variable unitario para los tratamientos sin cuajo fue de L 10.57 y L 9.45 para los tratamientos con cuajo.

6. RECOMENDACIONES

- Considerar la cantidad de cultivo láctico utilizada en la formulación de la crema ácida, ya que se obtuvieron valores un poco altos comparados con la literatura.
- Realizar un estudio, analizando las interacciones que existe entre el nivel de grasa y el uso de cuajo con la viscosidad de la crema ácida.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Canadian Dairy Product Manufactures. 2007. Fermented Milk Products (en línea). Consultado el 13 de Agosto de 2007. Disponible en: http://www.milkingredients.ca/dcp/article_e.asp?catid=145&page=2568.
- Gale Group. 2002. Cultured dairy products up to \$4.2 billion in 2001 - Dairy Market Trends - Brief Article (en línea). Consultado el 22 de Agosto de 2007. Disponible en: http://findarticles.com/p/articles/mi_m3301/is_7_103/ai_89883216.
- Goff, D. 1998. Homogenization of Milk and Milk Products (en línea). Consultado el 31 de Abril de 2007. Disponible en: <http://www.foodsci.uoguelph.ca/dairyedu/homogenization.html>.
- Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial (ICAITI). 2002. Normas Centroamericanas, Guatemala, C.A.
- Lucey, J.A. cultured dairy products: an overview of their gelation and texture properties. *International journal of Dairy Technology*. 57: 77-84.
- Revilla, A. 2000. Tecnología de la leche. 3 ed. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. 396p.
- Salas Neacato, S. E. 2001. Producción de crema ácida pasteurizada para condiciones artesanales en Honduras. Tesis Ingeniero Agrónomo, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras 38 p.
- Secretaria de Industria y Comercio. 2004. Estudio De Demanda Externa De Productos Nostálgicos De Honduras (en línea). Consultado el 22 de Agosto de 2007. Disponible en: <http://www.sic.gob.hn/portal/nostalgic/Reporte%20Final%20Demanda%20Productos%20Nostalgicos%20de%20H.pdf>.
- Walstra, P.; Geurts, T.J.; Normen, A.; Jellema, A.; van Boekel, M.A.J.S. 2001. Ciencia de la leche y tecnología de los productos lácteos, Trad. Oria Almudí, Rosa Zaragoza, España, Editorial Acirbia. 729 p.

8. ANEXOS

Anexo 1. Hoja de evaluación sensorial**Hoja de evaluación sensorial**

Análisis exploratorio de la crema ácida usando tres presiones de homogenización y Cuajo en su formulación

Número de Muestras: 6

Nombre: _____

Fecha: _____

Instrucciones: Marque con una X la calificación que a su criterio posee cada muestra en un rango del 1 al 5, siendo 5 como la máxima puntuación.

- 1 Me desagrada mucho**
- 2 Me desagrada un poco**
- 3 No me agrada ni desagrada**
- 4 Me agrada un poco**
- 5 Me agrada mucho**

Muestra	1	2	3	4	5
Apariencia	<input type="radio"/>				
Aroma	<input type="radio"/>				
Sabor	<input type="radio"/>				
Viscosidad	<input type="radio"/>				
Acidez	<input type="radio"/>				

Muestra	1	2	3	4	5
Apariencia	<input type="radio"/>				
Aroma	<input type="radio"/>				
Sabor	<input type="radio"/>				
Viscosidad	<input type="radio"/>				
Acidez	<input type="radio"/>				

Muestra	1	2	3	4	5
Apariencia	<input type="radio"/>				
Aroma	<input type="radio"/>				
Sabor	<input type="radio"/>				
Viscosidad	<input type="radio"/>				
Acidez	<input type="radio"/>				

Muestra	1	2	3	4	5
Apariencia	<input type="radio"/>				
Aroma	<input type="radio"/>				
Sabor	<input type="radio"/>				
Viscosidad	<input type="radio"/>				
Acidez	<input type="radio"/>				

Muestra	1	2	3	4	5
Apariencia	<input type="radio"/>				
Aroma	<input type="radio"/>				
Sabor	<input type="radio"/>				
Viscosidad	<input type="radio"/>				
Acidez	<input type="radio"/>				

Muestra	1	2	3	4	5
Apariencia	<input type="radio"/>				
Aroma	<input type="radio"/>				
Sabor	<input type="radio"/>				
Viscosidad	<input type="radio"/>				
Acidez	<input type="radio"/>				