

**Evaluación de tres cuajos a dos
concentraciones en el rendimiento,
características físico-químicas y sensoriales
del queso crema Zamorano**

**José Carlos López Raudales
Luis Rolando Muñoz Romero**

Zamorano, Honduras
Noviembre, 2011

ZAMORANO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

**Evaluación de tres cuajos a dos
concentraciones en el rendimiento,
características físico-químicas y sensoriales
del queso crema Zamorano**

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

Presentado por

**José Carlos López Raudales
Luis Rolando Muñoz Romero**

Zamorano, Honduras
Noviembre 2011

Evaluación de tres cuajos a dos concentraciones en el rendimiento, características físico-químicas y sensoriales del queso crema Zamorano

Presentado por:

Jose Carlos López Raudales
Luis Rolando Muñoz Romero

Aprobado:

Luis Fernando Osorio, Ph.D.
Asesor principal

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

Jorge Cardona, Ph.D.
Asesor

Raúl Espinal, Ph.D.
Decano Académico

RESUMEN

López, J. y Muñoz, L. 2011. Evaluación de tres cuajos a dos concentraciones en el rendimiento, características físico-químicas y sensoriales del queso crema Zamorano. Proyecto especial de graduación del programa de Ingeniería en Agroindustria Alimentaria, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras. 27 p.

El queso crema es el resultado de la coagulación de la caseína de la leche como efecto de precipitación enzimática o ácida que resulta en un producto de consistencia sólida. El objetivo general del estudio fue evaluar tres marcas comerciales de cuajos líquidos a dos concentraciones mediante análisis físicos, químicos y sensoriales del queso crema. Se utilizó un BCA con arreglo 3x2 factorial y medidas repetidas en el tiempo (días 0, 15 y 30). Se evaluaron tres marcas comerciales de cuajo líquido (Chymax® Marschall® y Marzyme Supreme®) y dos concentraciones (8 y 10%); seis tratamientos y tres repeticiones para un total de 18 unidades experimentales. También se llevaron a cabo análisis microbiológicos para coliformes totales y evaluación sensorial exploratoria con 20 panelistas para los atributos de apariencia, aroma, acidez, textura, sabor y aceptación general. Finalmente se realizó un análisis de preferencia con 100 personas entre los dos tratamientos más aceptados y el tratamiento control. El tratamiento realizado con el cuajo Marzyme Supreme a 10% de concentración fue el tratamiento que presentó calificaciones más altas en la evaluación sensorial y en el análisis de preferencia pero no fue estadísticamente diferente a los otros tratamientos. La aceptación fue influenciada por el color claro, textura y acidez del queso. Se recomienda el tratamiento elaborado con el cuajo Chymax al 10% de concentración por ser el tratamiento que obtuvo el más alto rendimiento (13.70%). El costo variable de producción usando Chymax al 10% es \$ 1.74/libra.

Palabras clave: Chymax®, Coagulación enzimática, Marschall®, Marzyme Supreme®, sinéresis.

CONTENIDO

Portadilla	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido	iv
Índice de cuadros, figuras y anexos.....	v
1 INTRODUCCIÓN.....	1
2 MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	7
4 CONCLUSIONES.....	22
5 RECOMENDACIONES.....	23
6 LITERATURA CITADA.....	24
7 ANEXOS	25

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadros		Página
1.	Tratamientos evaluados por cada bloque.....	5
2.	Análisis del atributo Apariencia con el tiempo en el queso crema.....	7
3.	Análisis del atributo Aroma con el tiempo en el queso crema.	8
4.	Análisis del atributo Acidez con el tiempo en el queso crema.	9
5.	Análisis del atributo Textura con el tiempo en el queso crema.	9
6.	Análisis del atributo Sabor con el tiempo en el queso crema.....	10
7.	Análisis de Aceptación general con el tiempo.....	10
8.	Análisis de color del queso crema.	12
9.	Análisis de Textura con el tiempo en el queso crema.	13
10.	Análisis de Humedad con el tiempo en el queso crema.	13
11.	Análisis de Purga con el tiempo en el queso crema.....	14
12.	Análisis de ATECAL (acidez titulable) con el tiempo en el queso crema.	15
13.	Coefficiente de Pearson entre las variables analizadas en el queso crema.	16
14.	Probabilidad del factor Cuajo para variables sensoriales en el queso crema a los días 0 15 y 30.	16
15.	Probabilidad del factor concentración para variables sensoriales en el queso crema a los días 0 15 y 30.....	17
16.	Probabilidad del factor cuajo para variables físico-químicas en el queso crema a los días 0 15 y 30.	18
17.	Probabilidad del factor concentración para variables físico-químicas en el queso crema a los días 0 15 y 30.	18
18.	Análisis de preferencia de los mejores tratamientos en el queso crema.....	19
19.	Conteos de coliformes totales día 30 en el queso crema.	19
20.	Rendimiento de los tratamientos de queso crema.....	20
21.	Costos variables del queso crema Zamorano.....	20
22.	Costos variables por cada tratamiento de queso crema.	21
Figuras		Página
1.	Resumen análisis sensorial exploratorio para los diferentes atributos del queso crema Zamorano al día 0.	11

Anexos	Página
1. Formato de la hoja de evaluación sensorial para el análisis de aceptación.	25
2. Formato de la hoja de evaluación sensorial para el análisis de preferencia.	26
3. Flujo de proceso de elaboración del queso crema.	27

1. INTRODUCCIÓN

El queso por definición es un producto fresco o madurado, obtenido por coagulación y desuerado; a partir de la leche entera, estandarizada, descremada o crema proveniente de algunos mamíferos (Revilla 2009). El queso crema Zamorano, es un queso tipo fresco, obtenido mediante coagulación enzimática. En la coagulación enzimática el cuajo tiene la propiedad de romper la molécula de kappa caseína a nivel del enlace entre los aminoácidos fenilalanina–metionina (105-106), lo cual crea una inestabilidad de las micelas y provoca la coagulación de la leche dándose la formación de la cuajada, que al final del proceso dará origen al queso (Universidad de Zulia 2006).

Para elaborar queso, los componentes más importantes son la grasa láctea y la caseína ya que componentes como las sales minerales, proteínas del suero y la lactosa, se pierden en el suero que se extrae del queso. El rendimiento de la leche para hacer queso puede variar según el tipo de cuajo a utilizar. Actualmente el cuajo utilizado en la planta de Lácteos de Zamorano es el Chymax líquido, este es de mayor costo que los otros diferentes tipos de cuajo y es por esto que se va a evaluar el uso de dos cuajos diferentes para reducir costos de producción y obtener un mayor margen de utilidad en la producción del queso crema.

En la actualidad el rendimiento de queso crema en la planta de lácteos Zamorano se encuentra en un promedio del 12%. Bolaños en 2004, buscado incrementar el rendimiento del queso crema, añadió sólidos no grasos a la formulación pero el panel sensorial prefirió el queso elaborado actualmente por la planta debido principalmente al atributo de textura. Sagastume (2008), realizó una investigación para aumentar el rendimiento del queso crema mediante el uso de estabilizadores obteniendo una mejora de 2.9% en el rendimiento pero todavía no se han realizado investigaciones para establecer la relación óptima entre los factores cuajo y concentración a utilizar.

Según Revilla (2009), la formulación del queso crema debería rendir un 12%, es decir 12 Kg de queso/ 100 Kg de leche. Actualmente la elaboración de queso crema en la Planta de Lácteos en Zamorano está presentando rendimientos que andan alrededor de un 11.5% - 12%; este factor influye en la planeación de pedidos y en la predicción de cantidad de leche a utilizar para surtir una cantidad de queso al mercado. Además se presentaron reducciones en el margen de utilidad por parte de la Planta de Lácteos.

Los alcances de este estudio fueron mejorar la textura del queso crema y aumentar rendimientos en la planta de lácteos de Zamorano. Para la realización del estudio fueron utilizados tres diferentes cuajos: Chymax líquido, Marshall y Marzyme Supreme (todos de origen microbiano). La cantidad utilizada de estos cuajos fue de 4 y 5 ml por cada 50 litros de leche.

La investigación realizada permitió:

- Determinar el efecto de tres cuajos a dos concentraciones en el rendimiento del queso crema.
- Determinar el efecto de tres cuajos a dos concentraciones en las características físico-químicas y sensoriales del queso crema.
- Establecer la mejor combinación de cuajo y concentración para obtener el mejor rendimiento del queso crema.
- Realizar análisis económico de costos variables para el mejor tratamiento.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Localización. La elaboración de cada tratamiento, el análisis sensorial y los análisis microbiológicos de queso crema, se realizaron en la Planta de Lácteos Zamorano y los análisis físico-químicos se realizaron en el Laboratorio de Análisis de Alimentos (LAAZ). Dichos lugares pertenecen a la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano; ubicada en el Departamento de Francisco Morazán, Km 30 Carretera a Danlí, Honduras.

El panel seleccionado fue establecido con empleados de la planta de lácteos, docentes y estudiantes de cuarto año de la carrera de Agroindustria que asumieron su compromiso con el estudio.

Materia prima

- Leche estandarizada (2.5% de grasa) pasteurizada.
- Cloruro de Calcio (CaCl_2) marca Calsol®.
- Cuajo líquido.
- Chymax, CHR- Hansen.
- Marshall, Danisco
- Marzyme Supreme, Danisco.
- Sal refinada.
- Bolsas para empacar al vacío marca CRYOVAC®.

Materiales y equipo

- Sistema de pasteurización HTST.
- Quesera de 200 litros.
- Barriles de 200 litros.
- Termómetro.
- Mascarilla y guantes.
- Termómetros.
- Liras horizontales y verticales de 1 cm.
- Moldes para queso crema PVC.
- Mantas de tela para desuerar.
- Cuchillo.
- Empacadora de vacío de doble campana.
- Balanza de precisión YP8100, Yamato®.
- Material de laboratorio para determinar acidez titulable: Pipeta de 9 ml. Solución de Fenolftaleína, solución de hidróxido de Sodio 0.1 N, recipiente blanco.

- Material de laboratorio para análisis microbiológicos: Agua peptonada, platos petri, incubadora a 35°C, mecheros, termómetro, probeta graduada de 25ml, pipetas de 1 ml, medio selectivo de crecimiento VRBA BD DIFCO.
- Materiales de laboratorio para los análisis físico-químicos del queso crema: Colorflex Hunter L*a*b*, modelo 40/0, serie número ex0687®, Horno Fisher Scientific Isotemp Oven – 105°C®, Texturómetro Brookfield modelo CT3®, Desecadores Pyrex, pié de rey, crisoles.

Elaboración del queso crema. Se estandarizaron 50 litros de leche a 2.5% grasa. Se pasteurizó a 74°C por 15 segundos, se procedió a calentar a 30°C. Se realizó la adición de 10 ml de cloruro de calcio y de los diferentes cuajos a evaluar a sus diferentes concentraciones y se procedió a agitar manualmente por tres minutos. La leche se dejó reposar por 45 minutos para su cuajado. Cuando la consistencia fue la adecuada, se procedió a cortar la cuajada en forma horizontal y vertical. Se dejó en reposo durante diez minutos, posteriormente se calentó la cuajada lentamente hasta llegar a 43.3°C, con agitación continua. Se eliminó 30% del suero de la quesera, se agregó de 1 kg de sal y se dejó en reposo por 20 minutos para eliminar completamente el suero y finalmente se realizó el llenado en los moldes, previamente desinfectados con cloro a 250 ppm. Cada molde se invirtió cada 30 minutos y después se llevó a la cámara fría. Después de 24 horas, se procedió a sacar los quesos del molde, para realizar el cortado y empacado al vacío. Los quesos ya empacados se almacenaron en la cámara fría a 4°C.

Análisis sensorial. Se llevó a cabo análisis de aceptación donde se utilizó un panel no entrenado de 20 personas. Se evaluaron atributos de apariencia, aroma, acidez, textura, sabor y aceptación general del queso crema. Se utilizó escala hedónica de 5 puntos siendo 1 la calificación sensorial más baja y 5 la más alta.

Los resultados de las evaluaciones sensoriales se analizaron mediante separación de medias Duncan ($P < 0.05$). La media más baja fue el queso crema menos aceptado y la media más alta el más aceptado.

Los dos tratamientos más aceptados más el control fueron evaluados en una prueba de preferencia que se realizó en el Puesto de Ventas Zamorano con 100 personas para escoger el tratamiento más preferido. Se registró el número de personas que prefería cada tratamiento y se evaluó los resultados utilizando la tabla de prueba de preferencia pareada de dos colas (Lawless y Heymann 1998).

Análisis físicos. Los análisis físicos de color y textura se realizaron en el Laboratorio de Análisis de Alimentos Zamorano (LAAZ). Para la evaluación de color se utilizó el instrumento Colorflex Hunter L*a*b*, modelo 40/0, serie número ex0687® evaluando los valores de color de acuerdo a su posición en los ejes L*a*b*. El eje L* indica la claridad y brillo en una escala de 0 (negro) a 100 (blanco). El eje a* mide el espectro de luz visible comprendido del color verde (-60) al rojo (+60), mientras que el eje b* mide el espectro de luz visible comprendido del azul (-60) al amarillo (+60) (HunterLab 2001).

La textura se analizó utilizando un Texturómetro Brookfield modelo CT3® utilizando el acople TA7, con una profundidad de corte de 20 mm. La pieza de queso crema tenía dimensiones de 18 x 27 x 43.5 mm (alto x ancho x largo). Se tomaron tres repeticiones por cada medición a una temperatura de 4 a 8°C.

Análisis químicos. El análisis de humedad se realizó en el Laboratorio de Análisis de Alimentos Zamorano (LAAZ). El análisis de Acidez titulable expresada como ácido láctico (ATECAL) se realizó en el Laboratorio de la Planta de Lácteos Zamorano. La humedad se midió utilizando el método de deshidratación en horno a 105°C, AOAC 926.08. El ATECAL fue medido en una escala de 0 a 1, siendo 0 alcalino y 1 ácido utilizando el método de titulación AOAC 920.124.

Análisis microbiológico. El análisis microbiológico se llevó a cabo en el laboratorio de la Planta de Lácteos Zamorano. Se realizaron conteos de coliformes totales a los días 0, 15 y 30 para cada tratamiento por duplicado. Se utilizó medio selectivo “Violet Red Bile Agar” (VRBA) mediante la técnica de vertido durante la siembra, colocando 1 ml de la muestra en la placa con una dilución de 1:10. La incubación de los cultivos fue realizada a 35°C ± 2°C durante 24 horas.

Análisis estadístico. En el cuadro 1 podemos observar los tratamientos evaluados por cada bloque. Mediante el experimento se buscó determinar la mejor combinación de dos factores (cuajo y concentración) y evaluar sus atributos sensoriales y físico-químicos del queso crema Zamorano, los tratamientos fueron resultado de la combinación de tres marcas comerciales de cuajo líquido (Chymax®, Marschall® y Marzyme Supreme®) a dos concentraciones (8 y 10%) para un total de seis tratamientos con tres repeticiones.

Cuadro 1. Tratamientos evaluados por cada bloque.

Tipo De Cuajo	Concentración (%)	
	8	10
Chymax	Trt1	Trt2
Marschall	Trt3	Trt4
Marzyme Supreme	Trt5	Trt6

Se evaluaron tres marcas diferentes en el factor cuajo (Chymax®, Marschall® y Marzyme Supreme®) y dos niveles diferentes en el factor de concentración (8 y 10%) en un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con medidas repetidas en el tiempo al día 0, 15 y 30. Se realizaron tres repeticiones obteniendo un total de 18 unidades experimentales.

Los resultados obtenidos del análisis de las características físico-químicas y sensoriales del queso crema al día 0, 15 y 30 fueron evaluados con el programa “Statistical Analysis System” (SAS® Version 9.1), usando pruebas de separación de medias Tukey para

atributos físicos y químicos, separación de medias Duncan para análisis sensorial y análisis de correlación de Pearson con una significancia de $P < 0.05$.

Análisis económico. Se realizó un análisis marginal para los seis tratamientos, tomando en cuenta los costos variables de producción y empaque. Finalmente se determinó cual de los tratamientos tiene una contribución más alta la rentabilidad del queso crema Zamorano.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Apariencia sensorial. El cuadro 2 indica que la media más alta para el atributo de apariencia al día 0 fue para el tratamiento 4; mientras que la más baja fue para el tratamiento 5 ($P < 0.05$). Para el día 15 no hubo diferencia significativa; mientras que en el día 30 el tratamiento 4 fue el menos aceptado ($P < 0.05$). Los análisis físicos de color determinan que existieron diferencias significativas entre los tratamientos y en el tiempo los cuales pudieron ser detectados con las mediciones del Colorflex y son congruentes con los cambios en la apreciación de los panelistas. Como se puede ver en el análisis de correlación, incrementos en la intensidad amarilla del queso crema causaron disminuciones en las calificaciones del atributo apariencia.

Al comparar las calificaciones sensoriales para el atributo de apariencia tomando en cuenta el factor tiempo se puede determinar que existió una disminución significativa ($P < 0.05$) al día 30 para los tratamientos 2, 4 y 6 esto debido a que una mayor concentración de cuajo existe una mayor retención de grasa en la matriz proteica del queso crema (Law y Tamime 1999). Los panelistas detectaron una disminución en la tonalidad blanca reemplazada por un tono más amarillento debido a la oxidación de las grasas contenidas en el queso crema.

Cuadro 2. Análisis del atributo Apariencia con el tiempo en el queso crema.

Tratamiento	Apariencia Sensorial		
	Día 0 \pm D.E.	Día 15 \pm D.E.	Día 30 \pm D.E.
TRT 4 (Marshall 10%)	4.12 \pm 0.83 ^{a(x)}	3.90 \pm 0.85 ^{a(x)}	3.12 \pm 1.31 ^{b(y)}
TRT 6 (Marzyme Supreme 10%)	4.05 \pm 0.76 ^{ab(x)}	3.70 \pm 0.98 ^{a(xy)}	3.53 \pm 1.18 ^{a(y)}
TRT 1 (Chymax 8%)	4.03 \pm 0.51 ^{ab(x)}	4.04 \pm 1.06 ^{a(x)}	3.78 \pm 1.00 ^{a(x)}
TRT 2 (Chymax 10%)	3.92 \pm 0.83 ^{ab(x)}	3.90 \pm 0.83 ^{a(x)}	3.57 \pm 1.08 ^{a(y)}
TRT 3 (Marshall 8%)	3.81 \pm 0.92 ^{ab(x)}	3.88 \pm 0.98 ^{a(x)}	3.77 \pm 1.29 ^{a(x)}
TRT 5 (Marzyme Supreme 8%)	3.73 \pm 0.89 ^{b(x)}	3.76 \pm 0.93 ^{a(x)}	3.60 \pm 1.10 ^{a(x)}
CV (%)	20.5	23.3	29.4

Tratamientos seguidos de diferente letra (ab) en cada columna son significativamente diferentes ($P < 0.05$).

Tratamientos seguidos de diferente letra (xy) en cada fila son significativamente diferentes ($P < 0.05$).

Escala: 1= Me disgusta mucho 5= Me gusta mucho. Media \pm D.E. Desviación estándar.

Aroma sensorial. El cuadro 3 indica que el tratamiento con la media más alta para el atributo de aroma al día 0 fue tratamiento 6, mientras que la media más baja la obtuvieron los tratamientos 5 y 3 ($P < 0.05$), lo que indica que los panelistas prefirieron los quesos

realizados con cuajo Marzyme supreme en una concentración al 10%. Para el día 15 no hubo diferencias significativas en los tratamientos evaluados. Mientras que en el día 30 los panelistas determinaron que los quesos con media más alta fueron los de los tratamientos 5, 6 y 1 mientras que la más baja los tratamientos 3 y 4.

Cuadro 3. Análisis del atributo Aroma con el tiempo en el queso crema.

Tratamiento	Aroma		
	Día 0 ± D.E.	Día15 ± D.E.	Día 30 ± D.E.
TRT 6 (Marzyme Supreme 10%)	4.20 ± 0.83 ^{a(x)}	3.51 ± 0.95 ^{a(y)}	3.70 ± 1.04 ^{a(y)}
TRT 4 (Marshall 10%)	3.99 ± 0.78 ^{ab(x)}	3.60 ± 0.88 ^{a(y)}	3.02 ± 1.25 ^{c(z)}
TRT 2 (Chymax 10%)	3.80 ± 0.73 ^{bc(x)}	3.73 ± 0.86 ^{a(x)}	3.17 ± 1.091 ^{bc(y)}
TRT 1 (Chymax 8%)	3.73 ± 0.71 ^{bc(x)}	3.75 ± 0.95 ^{a(x)}	3.51 ± 1.26 ^{ab(x)}
TRT 5 (Marzyme Supreme 8%)	3.64 ± 0.87 ^{c(x)}	3.66 ± 0.94 ^{a(x)}	3.63 ± 1.16 ^{a(x)}
TRT 3 (Marshall 8%)	3.63 ± 0.86 ^{c(x)}	3.66 ± 1.07 ^{a(x)}	3.17 ± 1.16 ^{bc(y)}
CV (%)	20.2	25.0	31.5

Tratamientos seguidos de diferente letra (ab) en cada columna son significativamente diferentes (P<0.05).

Tratamientos seguidos de diferente letra (xy) en cada fila son significativamente diferentes (P<0.05).

Escala: 1= Me disgusta mucho 5= Me gusta mucho. Media ± D.E. Desviación estándar.

Acidez sensorial. El cuadro 4 muestra que en el día 0 el tratamiento con la media más alta en el atributo de acidez fue el tratamiento 6; para el día 15 fue el tratamiento 1; mientras que para el día 30 el tratamiento con la media más baja fue el 4 (P<0.05). El análisis de acidez titulable demuestra que en el día 0 el tratamiento 6 tiene la acidez más baja junto con los tratamientos 3 y 4. Para el día 15 el análisis de acidez titulable demuestra que la menor acidez la presentaron los tratamientos 1 y 4, mientras que para el día 30 el ATECAL más bajo lo presentaron los tratamientos 1, 3 y 6. Este indicador nos permite determinar que los panelistas prefieren que el queso crema tenga un sabor menos ácido.

En el análisis sensorial la comparación para el atributo de acidez entre los días 0, 15 y 30 indica que los panelistas encontraron diferencias significativas en el tiempo (P<0.05). Los tratamientos aumentaron significativamente de acidez en el tiempo. El tratamiento 4 aumentó significativamente su acidez titulable lo que causó una disminución en la aceptación de los panelistas.

El tratamiento 4 alcanzó el nivel más alto de ATECAL en el día 30. Este nivel de acidez causó que los panelistas evaluaran con la más baja puntuación a este tratamiento, indicando que el máximo aceptado por los panelistas en lo que se refiere a acidez es 0.62 ATECAL que es la acidez del tratamiento anterior al menos aceptado. El aumento en la acidez se debió a que a medida que transcurre el tiempo los microorganismos psicrótrofos presentes en el queso crema generaron cantidades considerables de ácido láctico como residuo de su metabolismo (McSweeney 2007).

Cuadro 4. Análisis del atributo Acidez con el tiempo en el queso crema.

Tratamiento	Acidez		
	Día 0 ± D.E.	Día 15 ± D.E.	Día 30 ± D.E.
TRT 6 (M. Supreme 10%)	4.00 ± 1.025 ^{a(x)}	3.22 ± 1.13 ^{c(xy)}	3.60 ± 1.19 ^{a(y)}
TRT 4 (Marshall 10%)	3.79 ± 1.05 ^{ab(x)}	3.53 ± 1.06 ^{abc(x)}	2.93 ± 1.47 ^{b(y)}
TRT 1 (Chymax 8%)	3.78 ± 1.02 ^{ab(x)}	3.93 ± 1.40 ^{a(x)}	3.51 ± 1.31 ^{a(x)}
TRT 2 (Chymax 10%)	3.73 ± 0.93 ^{ab(x)}	3.67 ± 1.05 ^{ab(x)}	3.18 ± 1.26 ^{ab(y)}
TRT 3 (Marshall 8%)	3.73 ± 0.76 ^{ab(x)}	3.46 ± 1.11 ^{bc(x)}	3.50 ± 1.14 ^{a(x)}
TRT 5 (M. Supreme 8%)	3.47 ± 1.10 ^{b(x)}	3.70 ± 1.14 ^{ab(x)}	3.43 ± 1.22 ^{a(x)}
CV (%)	25.6	29.7	34.9

Tratamientos seguidos de diferente letra (ab) en cada columna son significativamente diferentes (P<0.05).

Tratamientos seguidos de diferente letra (xy) en cada fila son significativamente diferentes (P<0.05).

Escala: 1= Me disgusta mucho 5= Me gusta mucho. Media ± D.E. Desviación estándar.

Textura sensorial. El cuadro 5 indica que la textura del queso crema del tratamiento 6 fue el que obtuvo la media más alta para el día 0; para el día 15 el tratamiento 6 obtuvo la media más baja; mientras que en el día 30 el tratamiento 4 fue calificado con la media más baja. El análisis físico de textura muestra que los panelistas no eligieron los tratamientos con mayor firmeza ni tampoco con mayor suavidad. Lo que permite inferir que prefieren una textura media que no sea firme (con mayor fuerza de corte) ni tampoco elástica.

A lo largo de la vida anaquel las proteasas cortan las proteínas en péptidos cortos que dan una textura más suave (McSweeney 2007). Es importante observar que los tratamientos 2, 3 y 5 no hubo cambios significativos a lo largo del experimento.

Cuadro 5. Análisis del atributo Textura con el tiempo en el queso crema.

Tratamiento	Textura		
	Día 0 ± D.E.	Día 15 ± D.E.	Día 30 ± D.E.
TRT 6 (Marzyme Supreme 10%)	4.00 ± 1.07 ^{a(x)}	3.28 ± 1.05 ^{b(xy)}	3.58 ± 1.23 ^{a(y)}
TRT 4 (Marshall 10%)	3.79 ± 1.02 ^{ab(x)}	3.68 ± 0.96 ^{a(x)}	2.72 ± 1.50 ^{b(y)}
TRT 2 (Chymax 10%)	3.70 ± 1.03 ^{ab(x)}	3.62 ± 1.04 ^{ab(x)}	3.35 ± 1.30 ^{a(x)}
TRT 1 (Chymax 8%)	3.70 ± 1.06 ^{ab(x)}	3.95 ± 0.94 ^{a(xy)}	3.53 ± 1.16 ^{a(y)}
TRT 3 (Marshall 8%)	3.61 ± 0.93 ^{ab(x)}	3.58 ± 1.10 ^{ab(x)}	3.52 ± 1.21 ^{a(x)}
TRT 5 (Marzyme Supreme 8%)	3.50 ± 0.95 ^{b(x)}	3.59 ± 1.02 ^{ab(x)}	3.55 ± 1.06 ^{a(x)}
CV (%)	26.7	26.5	34.3

Tratamientos seguidos de diferente letra (ab) en cada columna son significativamente diferentes (P<0.05).

Tratamientos seguidos de diferente letra (xy) en cada fila son significativamente diferentes (P<0.05).

Escala: 1= Me disgusta mucho 5= Me gusta mucho. Media ± D.E. Desviación estándar.

Sabor sensorial. En el atributo de sabor para el día 0 el tratamiento 6 obtuvo la media más elevada mientras que el tratamiento 5 la más baja; en el día 15 el tratamiento 1 obtuvo la media más alta y el tratamiento 6 descendió a la calificación más baja; para el

día 30 el tratamiento 2 fue el más aceptado y el 4 el de menor aceptación. La evaluación de los panelistas para el atributo de sabor fue afectada principalmente por la acidez debido que al comparar con la evaluación de los panelistas para el atributo de acidez existe una correlación entre los tratamientos con las medias más altas.

Cuadro 6. Análisis del atributo Sabor con el tiempo en el queso crema

Tratamiento	Sabor		
	Día 0 ± D.E.	Día 15 ± D.E.	Día 30 ± D.E.
TRT 6 (Marzyme Supreme 10%)	3.95 ± 1.14 ^{a(x)}	3.34 ± 1.88 ^{b(x)}	3.70 ± 1.12 ^{ab(x)}
TRT 2 (Chymax 10%)	3.90 ± 0.89 ^{ab(x)}	3.65 ± 0.99 ^{ab(x)}	3.22 ± 1.38 ^{bc(y)}
TRT 1 (Chymax 8%)	3.87 ± 0.79 ^{ab(x)}	4.15 ± 1.82 ^{a(x)}	4.05 ± 1.43 ^{a(x)}
TRT 4 (Marshall 10%)	3.85 ± 1.02 ^{ab(x)}	3.58 ± 1.09 ^{ab(x)}	2.78 ± 1.36 ^{c(y)}
TRT 3 (Marshall 8%)	3.58 ± 1.05 ^{ab(x)}	3.76 ± 1.90 ^{ab(x)}	3.47 ± 1.25 ^{ab(x)}
TRT 5 (Marzyme Supreme 8%)	3.47 ± 1.09 ^{b(x)}	3.61 ± 1.91 ^{ab(x)}	3.60 ± 1.19 ^{ab(x)}
CV (%)	25.8	44.9	51.8

Tratamientos seguidos de diferente letra (ab) en cada columna son significativamente diferentes (P<0.05).
Tratamientos seguidos de diferente letra (xy) en cada fila son significativamente diferentes (P<0.05).
Escala: 1= Me disgusta mucho 5= Me gusta mucho. Media ± D.E. Desviación estándar.

Aceptación General. Al comparar la aceptación general del queso crema a través del tiempo se observó que no existió diferencia significativa en los resultados, siendo los tratamientos 1 y 5 los más aceptados por los panelistas en los días 0, 15 y 30.

Cuadro 7. Análisis de Aceptación general con el tiempo.

Tratamiento	Porcentaje ± D.E.
TRT 1 (Chymax 8%)	23.3 ± 12.9 ^a
TRT 5 (Marzyme Supreme 8%)	18.3 ± 7.50 ^a
TRT 2 (Chymax 10%)	17.2 ± 8.33 ^{ab}
TRT 3 (Marshall 8%)	17.2 ± 10.3 ^{ab}
TRT 6 (Marzyme Supreme 10%)	12.2 ± 9.05 ^{ab}
TRT 4 (Marshall 10%)	11.7 ± 10.6 ^b

Tratamientos seguidos de diferente letra (ab) en cada columna son significativamente diferentes (P<0.05).
Media ± D.E. Desviación estándar.

Resumen del análisis sensorial exploratorio. La figura 1 muestra que para el día 0 los tratamientos 6 y 4 fueron los mejor calificados en el análisis sensorial de aceptación de todos los atributos evaluados. En base a los datos de esta figura se realizó el análisis sensorial de preferencia a 100 panelistas utilizando como tercer tratamiento el control (tratamiento 2).

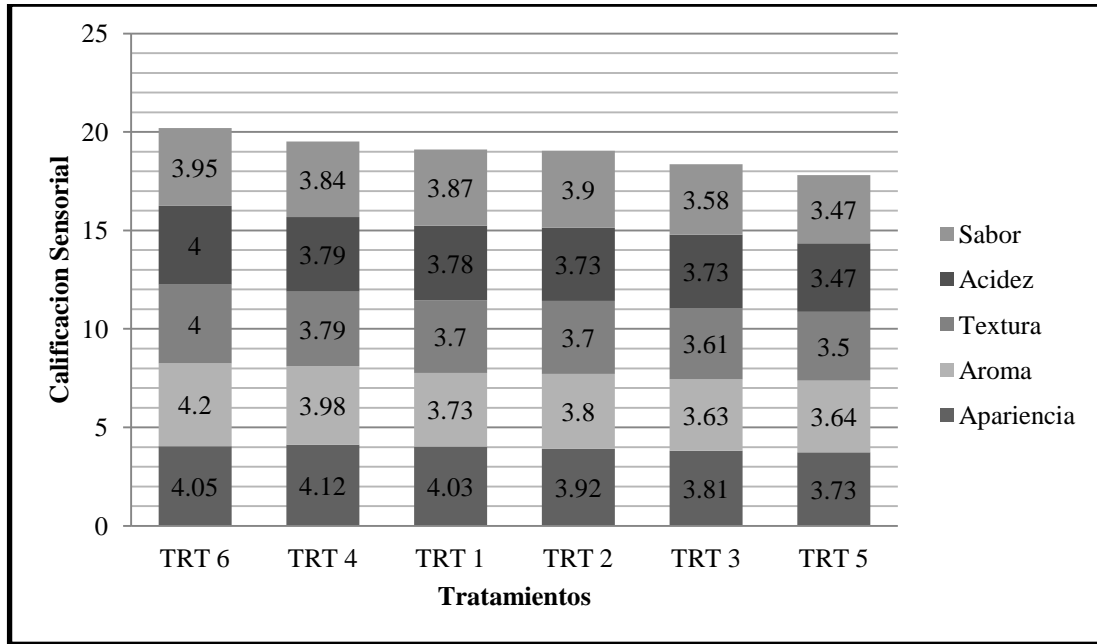


Figura 1. Resumen análisis sensorial exploratorio para los diferentes atributos del queso crema Zamorano al día 0.

Análisis físico de color. El cuadro 8 nos muestra los resultados de color y podemos observar que los ejes L y b* no tuvieron diferencia significativa en el color del queso a lo largo del estudio. Sin embargo el eje b* si vario durante el tiempo, lo que indica que a medida transcurría el tiempo el queso cambiaba a una tonalidad mas amarilla.

Al Comparar el atributo de color con la apariencia sensorial del queso podemos ver que los tratamientos preferidos por los panelistas fueron aquellos con altos valores en el eje L, valores cercanos al punto neutro en el eje a* y valores bajos en el eje b*; esto indica que los panelistas prefirieron los tratamientos con mayor intensidad del color blanco, intensidad baja de color rojo o verde y una intensidad baja en el color amarillo como ser los tratamientos 1 y 5.

A mayor intensidad de color amarillo en los tratamientos menor fue la calificación que los panelistas dieron en el atributo sensorial de apariencia. Esto lo podemos observar en el tratamiento 4 que fue el que mayor intensidad de color amarillo tuvo al día 30 y fue el que menor calificación obtuvo en ese mismo día.

Cuadro 8. Análisis de color del queso crema.

TRT	L* ± D.E.	a* ± D.E.	b* ± D.E.		
			Día 0	Día 15	Día 30
TRT 1	91.03 ± 1.51 ^a	0.62 ± 1.04 ^b	17.2 ± 0.40 ^{b(x)}	17.3 ± 1.08 ^{b(x)}	17.3 ± 0.91 ^{b(x)}
TRT 2	90.95 ± 1.80 ^a	0.76 ± 1.01 ^{ab}	16.8 ± 0.60 ^{b(y)}	17.1 ± 1.33 ^{b(y)}	18.6 ± 1.38 ^{ab(x)}
TRT 6	90.79 ± 1.59 ^{ab}	0.97 ± 1.08 ^{ab}	17.4 ± 0.68 ^{ab(y)}	17.7 ± 0.40 ^{ab(y)}	18.6 ± 1.04 ^{ab(x)}
TRT 5	90.71 ± 1.28 ^{ab}	0.90 ± 1.05 ^{ab}	17.4 ± 0.67 ^{b(x)}	18.0 ± 0.99 ^{ab(x)}	18.0 ± 1.21 ^{b(x)}
TRT 3	90.48 ± 1.51 ^{ab}	0.84 ± 0.98 ^{ab}	17.3 ± 0.86 ^{b(y)}	18.4 ± 1.13 ^{a(x)}	17.8 ± 0.45 ^{b(xy)}
TRT 4	89.98 ± 1.73 ^b	1.00 ± 1.05 ^a	18.2 ± 0.77 ^{a(y)}	17.9 ± 0.66 ^{ab(y)}	19.9 ± 0.73 ^{a(x)}
CV(%)	1.18	52.5	3.28	3.93	5.44

Tratamientos seguidos de diferente letra (ab) en cada columna son significativamente diferentes (P<0.05).
Tratamientos seguidos de la diferente letra (xy) en cada fila son significativamente diferentes (P<0.05).

Análisis físico de textura. El cuadro 9 nos muestra la dureza del queso evaluada en el texturómetro de Brookfield en el laboratorio de análisis de alimentos de Zamorano. Podemos observar que los tratamientos más aceptados por los panelistas fueron aquellos con dureza intermedia (alrededor de 3 N). En el día 0 el tratamiento que presentó la mayor resistencia a la fuerza de corte fue el tratamiento 3, mientras que el tratamiento más suave fue el 2. En el día 15 los tratamientos no presentaron diferencia significativa, lo cual concuerda con las calificaciones para el atributo textura evaluado sensorialmente a excepción del tratamiento 6 que presentó calificaciones más bajas que los otros tratamientos; mientras que en el día 30 el tratamiento con mayor resistencia a la fuerza de corte fue el tratamiento 2 tanto sensorialmente como a nivel de laboratorio y los tratamientos más suaves fueron el 3 y 4.

La comparación de textura en el tiempo indica que existió una disminución significativa en la textura al día 30 dentro de los tratamientos (P<0.05). Dicha disminución se dio por el aumento de acidez como demuestra la correlación negativa entre textura y ATECAL. Esto se debe a que al disminuir la acidez del queso las proteínas adquieren cargas positivas, lo que causa repulsión electrostática entre ellas, cambiando el grado de firmeza de la matriz de proteína y grasa del queso crema (Inda 2000), además, este fenómeno también fue la causa de la sinéresis que se observó en el tiempo.

Cuadro 9. Análisis de Textura con el tiempo en el queso crema.

Tratamiento	Textura (Newtons)		
	Día 0 ± D.E.	Día 15 ± D.E.	Día 30 ± D.E.
TRT 3 (Marschall 8%)	3.69 ± 0.57 ^{a(x)}	3.04 ± 0.50 ^{a(y)}	2.74 ± 0.56 ^{b(y)}
TRT 4 (Marschall 10%)	3.32 ± 0.27 ^{ab(x)}	3.13 ± 0.30 ^{a(x)}	2.47 ± 0.33 ^{b(y)}
TRT 6 (Marzyme Supreme 10%)	2.99 ± 0.27 ^{bc(x)}	2.86 ± 0.44 ^{a(x)}	3.03 ± 1.07 ^{ab(x)}
TRT 1 (Chymax 8%)	2.84 ± 0.23 ^{c(x)}	2.81 ± 0.43 ^{a(x)}	2.93 ± 0.22 ^{ab(x)}
TRT 5 (Marzyme Supreme 8%)	2.83 ± 0.27 ^{c(x)}	2.72 ± 0.16 ^{a(x)}	2.86 ± 0.75 ^{ab(x)}
TRT 2 (Chymax 10%)	2.39 ± 0.40 ^{d(y)}	2.67 ± 0.33 ^{a(y)}	3.40 ± 0.67 ^{a(x)}
CV (%)	9.83	9.59	15.3

Tratamientos seguidos de diferente letra (ab) en cada columna son significativamente diferentes (P<0.05).
 Tratamientos seguidos de diferente letra (xy) en cada fila son significativamente diferentes (P<0.05).
 Media ± D.E. Desviación estándar.

Análisis de humedad. Al comparar el porcentaje de humedad de los tratamientos con la sinéresis que estos mismos presentan y con los rendimientos de cada tratamiento podemos ver que los tratamientos con mayor porcentaje de humedad fueron los tratamientos con mayor rendimiento y mayor purga en el estudio.

Podemos observar que el tratamiento 2 fue el que mayor rendimiento presentó ya que a mayor cantidad de agua, mayor peso que va tener al momento de medir rendimiento. Al otro extremo tenemos los tratamientos con menor porcentaje de agua que fueron los tratamientos 3 y 4. Podemos compararlo con el cuadro 14 y podemos observar que estos tratamientos fueron los de menor rendimiento.

Al comparar el porcentaje de humedad (cuadro 10) con los porcentajes de purga de los tratamientos podemos observar que el tratamiento 2 es el tratamiento que presenta mayor media en la variable purga tanto al día 15 como al día 30, ya que es el tratamiento que inicio con la mayor cantidad de agua. De la misma manera, podemos observar que los tratamientos con menor media en la variable purga al día 15 y 30 fueron los tratamientos 3 y 4.

Cuadro 10. Análisis de Humedad con el tiempo en el queso crema.

Tratamiento	Humedad (%)		
	Día 0 ± D.E.	Día 15 ± D.E.	Día 30 ± D.E.
TRT 2 (Chymax 10%)	56.4 ± 1.64 ^{a(x)}	52.0 ± 2.59 ^{a(y)}	52.8 ± 0.70 ^{a(y)}
TRT 1 (Chymax 8%)	54.0 ± 1.29 ^{b(x)}	50.8 ± 1.41 ^{a(y)}	50.9 ± 0.64 ^{b(y)}
TRT 5 (Marzyme Supreme 8%)	53.9 ± 0.26 ^{b(x)}	49.8 ± 1.07 ^{a(y)}	50.8 ± 1.40 ^{b(y)}
TRT 6 (Marzyme Supreme 10%)	52.7 ± 1.63 ^{b(x)}	51.5 ± 0.83 ^{a(x)}	49.7 ± 1.28 ^{b(y)}
TRT 3 (Marschall 8%)	51.8 ± 1.85 ^{b(x)}	50.7 ± 1.97 ^{a(xy)}	49.7 ± 1.05 ^{b(y)}
TRT 4 (Marschall 10%)	51.8 ± 0.67 ^{b(x)}	49.7 ± 0.93 ^{a(y)}	50.1 ± 1.54 ^{b(y)}
CV (%)	2.53	3.05	2.06

Tratamientos seguidos de diferente letra (ab) en cada columna son significativamente diferentes (P<0.05).
 Tratamientos seguidos de diferente letra (xy) en cada fila son significativamente diferentes (P<0.05).
 Media ± D.E. Desviación estándar.

Análisis de purga. El cuadro 11 nos muestra la cantidad de agua que liberaron los tratamientos a los 15 y 30 días de su elaboración. Como podemos observar el tratamiento 2 fue el que presentó mayor media en el porcentaje de purga al día 15 y 30; mientras que los tratamientos 6, 4 y 3 fueron los que menor media tuvieron al día 15 y los tratamientos 4 y 3 al día 30.

Comparando con el rendimiento y la humedad podemos observar que existe una relación directa entre porcentaje de agua, rendimiento y porcentaje de purga estableciendo que a mayor porcentaje de humedad del tratamiento, mayor rendimiento y mayor porcentaje de purga del mismo. Existe una correlación de 57.81% lo cual indica que las variables de humedad y purga están relacionadas.

Cuadro 11. Análisis de Purga con el tiempo en el queso crema.

Tratamiento	Purga (%)	
	Día 15 ± D.E.	Día 30 ± D.E.
TRT 2 (Chymax 10%)	9.39 ± 3.80 ^{a(y)}	14.0 ± 2.12 ^{a(x)}
TRT 5 (Marzyme Supreme 8%)	6.37 ± 1.84 ^{ab(y)}	12.3 ± 1.65 ^{ab(x)}
TRT 1 (Chymax 8%)	6.08 ± 3.35 ^{ab(y)}	9.12 ± 2.36 ^{bc(x)}
TRT 6 (Marzyme Supreme 10%)	5.81 ± 2.01 ^{b(y)}	9.54 ± 0.93 ^{bc(x)}
TRT 4 (Marschall 10%)	5.02 ± 1.31 ^{b(y)}	8.45 ± 1.01 ^{c(x)}
TRT 3 (Marschall 8%)	4.59 ± 3.44 ^{b(y)}	8.52 ± 3.65 ^{c(x)}
CV (%)	29.2	19.8

Tratamientos seguidos de diferente letra (abc) en cada columna son significativamente diferentes ($P < 0.05$).
 Tratamientos seguidos de diferente letra (xy) en cada fila son significativamente diferentes ($P < 0.05$).
 Media ± D.E. Desviación estándar.

Análisis químico de Acidez. El cuadro 12 indica que el tratamiento con mayor media de acidez titulable fue el tratamiento 5 en el día 0, mientras que el tratamiento 4 fue el que presentó menor media este mismo día. En el día 15 el tratamiento 6 fue el tratamiento con la acidez más alta y los tratamientos 1 y 4 los de acidez más baja; para el día 30 los tratamientos 2 y 4 fueron los más ácidos y los menos ácidos fueron los tratamientos 5, 1, 3 y 6 ya que no se encontró diferencia estadísticamente significativa ($P > 0.05$) entre ellos.

Al comparar la acidez titulable con el atributo sensorial de sabor podemos observar que los tratamientos preferidos por los panelistas fueron aquellos que presentaron menor acidez en cada tiempo de evaluación, siendo el tratamiento 5 el mejor calificado en el atributo sabor al día 0 y el tratamiento 1 el mejor calificado tanto al día 15 como al día 30. Estos resultados nos indican que los panelistas percibieron la acidez de los quesos y esto tuvo efecto negativo en la calificación del atributo de sabor.

Por otro lado, podemos comparar la acidez titulable con el atributo sensorial de textura ya que existió una correlación negativa (-0.62) entre estas dos variables indicando que la acidez del queso tuvo un efecto negativo sobre la calificación del atributo textura en el análisis sensorial de aceptación.

Cuadro 12. Análisis de ATECAL (acidez titulable) con el tiempo en el queso crema.

Tratamiento	ATECAL(%)		
	Día 0 ± D.E.	Día 15 ± D.E.	Día 30 ± D.E.
TRT 5 (Marzyme Supreme 8%)	0.26 ± 0.04 ^{a(x)}	0.41 ± 0.05 ^{ab(y)}	0.61 ± 0.02 ^{b(z)}
TRT 2 (Chymax 10%)	0.22 ± 0.01 ^{ab(x)}	0.40 ± 0.02 ^{ab(y)}	0.66 ± 0.02 ^{a(z)}
TRT 1 (Chymax 8%)	0.21 ± 0.01 ^{ab(x)}	0.37 ± 0.03 ^{b(y)}	0.61 ± 0.03 ^{b(z)}
TRT 3 (Marschall 8%)	0.20 ± 0.01 ^{b(x)}	0.40 ± 0.04 ^{ab(y)}	0.60 ± 0.02 ^{b(z)}
TRT 6 (Marzyme Supreme 10%)	0.20 ± 0.01 ^{b(x)}	0.46 ± 0.06 ^{a(y)}	0.62 ± 0.02 ^{b(z)}
TRT 4 (Marschall 10%)	0.17 ± 0.02 ^{b(x)}	0.37 ± 0.04 ^{b(y)}	0.67 ± 0.01 ^{a(z)}
CV (%)	8.96	6.41	1.68

Tratamientos seguidos de diferente letra (ab) en cada columna son significativamente diferentes (P<0.05).

Tratamientos seguidos de diferente letra (xy) en cada fila son significativamente diferentes (P<0.05).

Media ± D.E. Desviación estándar.

Correlación. El cuadro 13 nos indica la evaluación de correlación realizada entre los análisis físico-químicos y sensoriales del queso crema. Existió una correlación alta positiva entre la apariencia sensorial del queso crema y la calificación otorgada para el atributo sabor, esto nos indica que la apariencia del queso influyó en la calificación de sabor por parte de los panelistas.

Existió una correlación media negativa entre el valor del color b* y apariencia sensorial, lo que nos muestra los panelistas mostraron menor aceptación en este atributo cuando percibieron mayor tonalidad amarilla en el producto.

Además, podemos observar que existió una correlación media positiva entre los valores de humedad y purga del queso crema, es decir, que a mayor porcentaje de humedad del queso mayor fue la sinéresis del mismo a lo largo de su vida de anaquel. Por otro lado podemos ver que existió una correlación media positiva entre el rendimiento del queso y su porcentaje de humedad, siendo los tratamientos de mayor rendimiento los tratamientos con mayor porcentaje de humedad.

Existió una correlación media negativa entre los valores de sabor sensorial y acidez titulable, mientras que los valores de textura sensorial y sabor sensorial tuvieron una correlación alta positiva indicando que los panelistas prefirieron los tratamientos con menor acidez y con mayor firmeza.

Por otro lado podemos observar que la relación que existió entre las variables textura sensorial y ATECAL fue de una correlación media negativa indicando que a mayor acidez del queso menor fue la evaluación en el atributo de textura, lo que afirma que los panelistas prefirieron los tratamientos con mayor textura.

Cuadro 13. Coeficiente de Pearson entre las variables analizadas en el queso crema.

Variables	Coeficiente de Pearson	
	Coeficiente	Probabilidad > R
Apariencia Sensorial - Sabor sensorial	0.802	<0.001
Color (Valor b*) - Apariencia Sensorial	-0.709	0.001
Humedad – Purga	0.578	0.012
Humedad - Rendimiento	0.527	0.024
Sabor sensorial - Acidez (ATECAL)	-0.498	0.039
Sabor sensorial - Textura Sensorial	0.889	<0.001
Textura Sensorial – Acidez (ATECAL)	-0.623	0.0057

Probabilidad de los factores cuajo y concentración e interacción por variable analizada. El cuadro 14 nos muestra que existió influencia del factor cuajo en los atributos sensoriales de sabor, acidez, textura y aroma, mientras que no tuvo influencia en los atributos de apariencia y aceptación general.

Cuadro 14. Probabilidad del factor Cuajo para variables sensoriales en el queso crema a los días 0 15 y 30.

Factor	Variables Sensoriales																	
	Sabor			Acidez			Textura			Aroma			Apariencia			Aceptación General		
Cuajo	0	15	30	0	15	30	0	15	30	0	15	30	0	15	30	0	15	30
Chymax	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	B	A	A	A	A	A	A
Marschall	A	AB	B	A	B	A	A	AB	B	A	A	B	A	A	A	A	A	A
Marzyme S.	B	B	A	A	B	A	A	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A

Tratamientos seguidos de diferente letra (ab) en cada columna son significativamente diferentes (P<0.05).

Factor concentración vs. atributos sensoriales. Podemos observar en el cuadro 15 que el factor concentración no tuvo influencia en los atributos sensoriales en los días de evaluación (0, 15 y 30) a excepción en los atributos sabor y textura los cuales si fueron afectados por la concentración de cuajo en el día 30.

Cuadro 15. Probabilidad del factor concentración para variables sensoriales en el queso crema a los días 0 15 y 30.

Factor	Variables Sensoriales																	
	Sabor			Acidez			Textura			Aroma			Apariencia			Aceptación General		
Concentración	0	15	30	0	15	30	0	15	30	0	15	30	0	15	30	0	15	30
8 %	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
10 %	A	A	B	A	A	A	A	A	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A

Tratamientos seguidos de diferente letra (ab) en cada columna son significativamente diferentes ($P < 0.05$).

Factor cuajo vs. atributos físico-químicos. En el cuadro 16 podemos observar que el factor cuajo tuvo efecto en las variables físico-químicas siendo el cuajo Chymax el que presento mas diferencias entre los cuajos evaluados; además podemos observar que en los atributos de humedad y rendimiento los tres niveles del factor cuajo influyeron en los tratamientos realizados.

Factor concentración vs. atributos físico-químicos. En el cuadro 17 observamos que existió interacción entre el factor de la concentración a lo largo de todo el experimento para los atributos de ATECAL, ejes L a* y b* y textura. Las concentraciones no tuvieron efecto en los atributos de humedad, rendimiento y purga.

Cuadro 16. Probabilidad del factor cuajo para variables físico-químicas en el queso crema a los días 0 15 y 30.

Factor	Variables Físico-Químicas																							
	ATECAL			L			A			B			Textura			Humedad			Rendimiento			Purga		
Cuajo	0	15	30	0	15	30	0	15	30	0	15	30	0	15	30	0	15	30	0	15	30	0	15	30
Chymax	A	B	A	A	A	A	B	A	B	B	B	B	C	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Marschall	A	B	A	B	B	B	A	A	A	A	A	A	A	A	B	C	A	B	C	C	C	A	B	B
Marzyme S.	A	A	B	A	AB	A	A	A	A	A	A	AB	B	B	A	B	A	B	B	B	B	A	AB	A

Cuadro 17. Probabilidad del factor concentración para variables físico-químicas en el queso crema a los días 0 15 y 30.

Factor	Variables Físico-Químicas																							
	ATECAL			L			A			B			Textura			Humedad			Rendimiento			Purga		
Concentración	0	15	30	0	15	30	0	15	30	0	15	30	0	15	30	0	15	30	0	15	30	0	15	30
8	A	A	B	A	B	A	B	A	B	A	A	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
10	A	A	A	A	A	B	A	A	A	A	A	A	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A

Análisis sensorial de preferencia. El análisis sensorial de preferencia se realizó entre los tratamientos 6, 4 y 2, evaluados con las mejores calificaciones sensoriales. El tratamiento 6 fue el mejor calificado en el análisis sensorial y en la prueba de preferencia. Se realizó una prueba de Chi- cuadrado para evaluar la preferencia entre tratamientos por los panelistas. La prueba de Chi-cuadrado con 2 grados de libertad para los tres tratamientos fue de 2.07 el cual es menor al valor esperado (5.99) con $P < 0.05$, por lo tanto no existió diferencia significativa en la preferencia de los tratamientos de queso crema.

$$\chi^2: \frac{12}{(N(K)(K+1))} \sum (Tk)^2 - (3(N)(K + 1))$$

Donde:

K= Numero de muestras evaluadas

N= Numero de panelistas

Tk= Total de rangos.

Al comparar con el rendimiento obtenido para cada tratamiento podemos observar que el mejor tratamiento es el control (Chymax al 10%) al tener el rendimiento más alto.

Cuadro 18. Análisis de preferencia de los mejores tratamientos en el queso crema.

Tratamiento	Preferencia
TRT 6 (Marzyme Supreme 10%)	40 ^a
TRT 2 (Chymax 10%)	31 ^a
TRT 4 (Marschall 10%)	29 ^a
Total	100

Tratamientos seguidos de letras iguales no son significativamente diferentes ($P \geq 0.05$).

Análisis microbiológico. El Cuadro 15 indica el conteo microbiológico de los tratamientos, el cual demuestra que todos cumplieron con el parámetro de calidad microbiológica establecido por ICAITI para productos lácteos y derivados (Chiriboga 2008), ya que conteos finales menores a 10 ufc de coliformes totales por gramo de muestra fueron reportados.

Cuadro 19. Conteos de coliformes totales día 30 en el queso crema.

Tratamiento	UFC/ml	Máximo Legal
TRT 5 (Marzyme Supreme 8%)	3 ^a	≤ 10 UFC/ml
TRT 4 (Marschall 10%)	2 ^a	≤ 10 UFC/ml
TRT 1 (Chymax 8%)	4 ^a	≤ 10 UFC/ml
TRT 2 (Chymax 10%)	3 ^a	≤ 10 UFC/ml
TRT 3 (Marschall 8%)	5 ^a	≤ 10 UFC/ml
TRT 6 (Marzyme Supreme 10%)	4 ^a	≤ 10 UFC/ml

Tratamientos seguidos de letras iguales no son significativamente diferentes ($P \geq 0.05$).

Análisis de rendimiento. El cuadro 16 indica que el tratamiento de mayor rendimiento fue el tratamiento 2; mientras que los tratamientos de menor rendimiento fueron el 3 y 4. La potencia del cuajo determinó el rendimiento del queso crema, los tratamientos elaborados con el cuajo de doble potencia (1:15,000) fueron los que mayor rendimiento presentaron (tratamientos 1 y 2) y los tratamientos elaborados con cuajos de potencia simple (1:10,000) fueron los que presentaron menor rendimiento (tratamiento 3 y 4).

Además, otras variables que influyen en el rendimiento del queso pueden ser la composición y calidad de la leche, el tratamiento a la cuajada, los equipos queseros, el procedimiento de manufactura y la precisión de los procedimientos de medida (Sanchez et al. 1994).

Cuadro 20. Rendimiento de los tratamientos de queso crema.

Tratamiento	Lbs/50 Lts de leche
	Media \pm D.E.
TRT 2 (Chymax 10%)	13.70 \pm 0.74 ^a
TRT 1 (Chymax 8%)	12.97 \pm 0.36 ^b
TRT 5 (Marzyme Supreme 8%)	12.60 \pm 0.05 ^{bc}
TRT 6 (Marzyme Supreme 10%)	12.50 \pm 0.66 ^c
TRT 3 (Marschall 8%)	11.93 \pm 1.24 ^d
TRT 4 (Marschall 10%)	11.81 \pm 0.53 ^d

Tratamientos seguidos de diferente letra (abcd) en cada columna son significativamente diferentes ($P < 0.05$).
Media \pm D.E. Desviación estándar.

Análisis económico. El cuadro 17 muestra los costos variables de producción de queso crema Zamorano. Se utilizaron 50 litros de leche para elaborar cada tratamiento evaluado. Los precios utilizados para realizar este análisis de costo fueron actualizados hasta el mes de Septiembre del 2011.

Cuadro 21. Costos variables del queso crema Zamorano.

Ingrediente	Precio	Unidad	Cantidad utilizada	Costo (L.)
Costo de elaboración (12 lbs de queso)				
Leche Fluida	8.70	Litro	50 Litros	435.00
Cloruro de calcio	9.53	Kg	10 gramos	0.01
Cuajo Chymax	572.64	Litro	0.005 Litros	2.86
Sal refinada	6.71	Kg	1 Kg	6.71
Costo Total de Elaboración				444.58
Costo de empaque				
Bolsa Para empacar queso 7x9 pulgadas	0.70		12	8.40
Costo Total Unitario (Lb de queso)				37.75

El cuadro 18 indica la comparación entre los costos de los seis diferentes tratamientos, dado que la materia prima usada fue la misma para todos los tratamientos, el rendimiento fue el factor determinante para establecer el costo final en el queso crema.

En el cuadro 18 podemos observar que los costos de producción de cada tratamiento fueron directamente proporcionales al rendimiento de cada tratamiento (cuadro 16), siendo el tratamiento 2 el que presentó menor costo de producción ya que obtuvo un mayor rendimiento en la elaboración por su alto contenido de humedad; el tratamiento 4 fue el más caro de producir pero fue el queso que tuvo menor humedad al momento de elaborarse y por lo tanto menor rendimiento.

Cuadro 22. Costos variables por cada tratamiento de queso crema.

Tratamiento	Costo (L/Tanda)	Costo (L/Libra)	Costo (L/Unidad)	Costo Total (L/Libra)
TRT 2 (Chymax 10%)	444.58	32.45	0.70	33.15
TRT 1 (Chymax 8%)	444.01	34.23	0.70	34.93
TRT 5 (Marzyme Supreme 8%)	442.70	35.13	0.70	35.83
TRT 6 (Marzyme Supreme 10%)	442.94	35.44	0.70	36.14
TRT 3 (Marschall 8%)	442.64	37.10	0.70	37.80
TRT 4 (Marschall 10%)	442.87	37.50	0.70	38.20

4. CONCLUSIONES

- Los parámetros físico químicos que más influyeron en la aceptación del queso crema fueron el color, ATECAL y la textura; los panelistas prefirieron el queso crema con menor acidez, color más claro, tonalidad menos amarilla y textura mas solida.
- El tratamiento más preferido y con mejor calificación en el análisis sensorial exploratorio fue el tratamiento 6 elaborado con el cuajo Marzyme Supreme a una concentración de 10%.
- Con el tiempo hubo cambios significativos en la evaluación de los atributos de color y textura debido principalmente a la oxidación de las grasas que causaron tonalidad amarilla; el aumento en acidez a través del tiempo causó una disminución en la estabilidad de las proteínas que conforman la matriz del queso.
- El tratamiento elaborado con el cuajo Chymax a una concentración de 10% fue el que presento mayores rendimientos en la producción de queso crema debido a su mayor contenido de humedad. El costo variable de producción del tratamiento elaborado con el cuajo Chymax a una concentración de 10% fue de \$ 1.74 por libra de producto.

5. RECOMENDACIONES

- Realizar un estudio utilizando diferentes cantidades de cloruro de calcio para determinar la relación óptima entre cuajo y cloruro de calcio.
- Evaluar más variables en el proceso de elaboración de queso crema como: tiempo de agitación, temperatura de cocción de la cuajada, concentración de sal y tiempo de cuajado.
- Utilizar panelistas entrenados para las evaluaciones sensoriales para disminuir la variabilidad de los resultados.

6. LITERATURA CITADA

Law, A. y Tamime, A. 1999. Technology Of Cheesemaking. Sheffield Academic PressEngland.

Bolaños, F. 2004. Efecto de la adición de sólidos no grasos sobre el rendimiento y características sensoriales del queso crema Zamorano. Proyecto de Graduación del Programa de Ingeniería en Agroindustria, Valle de Yeguaré, HN, Escuela Agrícola Panamericana.

Chiriboga, A. 2008. Efecto de la adición de estabilizadores en el rendimiento, propiedades físico-químicas y sensoriales del queso crema Zamorano. Proyecto de Graduación del Programa de Ingeniería en Agroindustria, Valle de Yeguaré, HN, Escuela Agrícola Panamericana

Mcsweeney, P. 2007. Cheese Problem Solved. Cambridge England.

Pasquel, A. 2001. Gomas: Una aproximación a la industria de alimentos. Disponible en: <http://www.unapiquitos.edu.pe/links/facultades/alimentarias/v1/1.pdf>

Revilla, A. 2009. Tecnología de la leche. 3 ed. Zamorano Honduras. Zamorano Academia Press. 369 p.



Sagastume, J. 2007. Efecto del uso de estabilizadores en el rendimiento y características físico-químicas y sensoriales del queso crema Zamorano. Valle de Yeguaré, Honduras. Escuela Agrícola Panamericana. 50p.

Sánchez, C.; García de H., M.; Prays R. 1994. Mejoramiento del rendimiento y de las características organolépticas del queso blanco suave y crema elaborado con leche de cabra. Disponible en: http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_ci/ZootecniaTropical/zt1201/texto/mejoramiento.htm

Universidad de Zulia. 2006. Estandarización de la detección del glicomacropéptido por PAGE-SDS como índice de adulteración de la leche. Consultado el 18/Mayo/2011. Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/959/95911641013.pdf>

7. ANEXOS

Anexo 1. Formato de la hoja de evaluación sensorial para el análisis de aceptación.

	Análisis Sensorial Queso Crema Zamorano				
Instrucciones: Favor de encerrar en un círculo la evaluación de la muestra para cada uno de los atributos listados a la derecha. Utilice la siguiente escala:					
Muestra _____	Me desagrada <u>mucho</u>	Me desagrada moderadamente	No me agrada ni me desagrada	Me agrada moderadamente	Me agrada mucho
Apariencia	1	2	3	4	5
Aroma	1	2	3	4	5
Textura	1	2	3	4	5
Acidez	1	2	3	4	5
Sabor	1	2	3	4	5
Gracias por su participación					

Anexo 2. Formato de la hoja de evaluación sensorial para el análisis de preferencia.

Nombre:			
Nacionalidad:		Sexo: F___ M___	Edad:
Por favor encierre en un círculo la muestra que prefiere.			
	456	384	529
Explique su elección:			
¡Gracias!			

Anexo 3. Flujo de proceso de elaboración del queso crema.

