

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano**  
**Departamento de Agroindustria Alimentaria**  
**Ingeniería en Agroindustria Alimentaria**



**Proyecto Especial de Graduación**  
**Caracterización fisicoquímica y sensorial de un queso crema elaborado**  
**con cultivo láctico de kéfir**

**Estudiante**

**Juan Sebastián Miñaca Villalba**

**Asesores**

**Blanca Carolina Valladares, M.Sc.**

**Adriana Hernández, D.Sc.**

**Honduras, agosto 2022**

**Autoridades**

**TANYA MÜLLER GARCÍA**

Rectora

**ANA M. MAIER ACOSTA**

Vicepresidenta y Decana Académica

**ADELA M. ACOSTA MARCHETTI**

Directora Departamento de Agroindustria Alimentaria

**HUGO ZAVALA MEMBREÑO**

Secretario General

## Contenido

Índice de Cuadros.....	5
Índice de Figuras .....	6
Índice de Anexos .....	7
Resumen .....	8
Abstract.....	9
Introducción.....	10
Materiales y Métodos.....	13
Color.....	16
Textura.....	16
Análisis Químicos .....	17
ATECAL.....	17
Potencial de Hidrógeno (pH).....	17
Determinación de Azúcares .....	17
Análisis Microbiológicos.....	18
Coliformes Totales .....	18
Análisis de Rendimiento.....	18
Análisis Sensorial Afectivo .....	18
Prueba de Aceptación.....	18
Prueba de Preferencia .....	19

Diseño Experimental y Análisis Estadístico .....	19
Resultados y Discusión.....	20
Análisis Físicos.....	20
Color .....	20
Textura .....	21
Análisis Químicos .....	22
Determinación de Azúcares .....	22
Acidez Titulable (ATECAL) y Potencial de Hidrógeno (pH) .....	23
Análisis Microbiológicos.....	24
Coliformes Totales .....	24
Análisis de Rendimiento.....	25
Análisis Sensorial.....	27
Prueba de Aceptación de Color .....	27
Prueba de Aceptación de Apariencia, Olor, Textura, Sabor y Aceptación General .....	28
Preferencia .....	29
Conclusiones .....	30
Recomendaciones.....	31
Referencias.....	32
Anexos.....	36
.....	36

### Índice de Cuadros

Cuadro 1 Formulaciones de los tratamientos de quesos crema con cultivo de kéfir.....	13
Cuadro 2 Resultados análisis físico: Color del queso crema con diferentes mezclas de cultivo láctico .....	20
Cuadro 3 Resultados análisis físico: Textura del queso crema con diferentes mezclas de cultivo láctico .....	21
Cuadro 4 Resultados análisis químico: Azúcares del queso crema con diferentes mezclas de cultivo láctico.....	22
Cuadro 5 Resultados análisis químicos: ATECAL y pH del queso crema con diferentes mezclas de cultivo láctico.....	24
Cuadro 6 Resultados análisis microbiológicos: Recuento coliformes totales del queso crema con diferentes mezclas de cultivo láctico.....	25
Cuadro 7 Resultados análisis de rendimiento: Rendimiento total del queso crema con diferentes mezclas de cultivo láctico.....	26
Cuadro 8 Resultados análisis sensorial afectivo: prueba color del queso crema con diferentes mezclas de cultivo láctico.....	27
Cuadro 9 Resultados análisis sensorial afectivo: prueba apariencia, olor, textura, sabor y aceptación general del queso crema con diferentes mezclas de cultivo láctico.....	28
Cuadro 10 Resultados de la prueba de categoría de preferencia usando la prueba Basker y Kramer	29

### Índice de Figuras

Figura 1 Flujo de proceso de elaboración del queso crema Zamorano.....	15
Figura 2 Flujo de proceso de elaboración del queso crema kéfir .....	16

## Índice de Anexos

Anexo A Formato hoja de evaluación sensorial.....	36
Anexo B Tabla de valor crítico para prueba Basker y Kramer.....	37
Anexo C Estructura macroscópica de los gránulos de un cultivo láctico de kéfir.....	38
Anexo D Demostración de colores de tratamientos en valores $L^*$ , $a^*$ y $b^*$ .....	39
Anexo E Probabilidades del análisis de varianza por cada variable dependiente del queso crema con diferentes mezclas de cultivo láctico .....	40
Anexo F Análisis de correlación entre algunas variables dependientes del queso crema con diferentes mezclas de cultivo láctico .....	41

## Resumen

El queso crema es uno de los quesos más demandados en el mercado, pero puede ocasionar problemas a personas que no toleran la lactosa. El cultivo láctico de kéfir es un producto acidificado que aporta beneficios nutricionales y permite producir bebidas lácteas fermentadas aptas para personas intolerantes a la lactosa, esta misma alternativa se buscó replicar con un queso. El objetivo del estudio fue evaluar el efecto del cultivo kéfir sobre las características fisicoquímicas, microbiológicas, económico y sensoriales del queso crema Zamorano. Se usó un diseño experimental de Bloques Completos al Azar (BCA) con tres mezclas de cultivo láctico para queso crema y tres repeticiones por tratamiento. Al queso se le hicieron análisis: fisicoquímicos (color, textura, perfil de azúcares, pH y ATECAL), microbiológicos (coliformes totales), económicos (rendimiento), y se hizo análisis sensorial afectivo con prueba de aceptación y una prueba de preferencia. El estudio concluyó que la adición de cultivo láctico de kéfir acidificó el queso, aumentó la claridad, la tonalidad verde, así como el contenido de glucosa y galactosa, pero disminuyó la coloración amarilla, el valor de la textura y redujo la lactosa del producto final. Incorporar el cultivo láctico kéfir en la mezcla de queso crema, mantuvo la aceptación del color, pero disminuyó la preferencia, así como la aceptación de los atributos de apariencia, olor, textura y sabor del queso. El uso de cultivo láctico de kéfir aumentó el rendimiento de queso crema y mantuvo los recuentos de coliformes totales dentro de los límites para consumo.

*Palabras clave:* ATECAL, Coliformes totales, color, lactosa, perfil de azúcares, rendimiento, textura.



### **Abstract**

Cream cheese is one of the most demanded cheeses on the market, but it can cause problems for people who are lactose intolerant. The lactic culture of kefir is an acidified product that provides nutritional benefits and allows the production of fermented milk drinks suitable for lactose intolerant people, this same alternative was sought to be replicated with a cheese. The objective of the study was to evaluate the effect of the kefir culture on the physicochemical, microbiological, economic, and sensory characteristics of Zamorano cream cheese. A randomized Complete Block experimental design (RCBD) was used with three lactic culture mixtures for cream cheese and three replicates per treatment. Analyzes were carried out on the cheese included physicochemical (color, texture, sugar profile, pH and ATECAL), microbiological (total coliforms), economic (yield), and an affective sensory analysis was carried out with an acceptance test and a preference test. The study concluded that the addition of lactic culture to kefir acidified the cheese, increased clarity, green hue, as well as glucose and galactose content, but decreased yellow coloration, texture value, and reduced lactose in the final product. Incorporating the kefir lactic culture in the cream cheese mixture maintained the color acceptance, but decreased the preference, as well as the acceptance of the appearance, smell, texture, and flavor attributes of the cheese. The use of kefir lactic culture increased cream cheese yield and kept total coliform counts within consumption limits.

*Keywords:* ATECAL, color, lactose, sugar profile, texture, total coliforms, yield.

## Introducción

Según el CODEX STAN A-6-1978 2006: “Se entiende por queso el producto blando, semiduro, duro o extraduro, madurado o no madurado en el que la proporción entre las proteínas de suero y la caseína no sea superior a la de la leche. Este producto se obtiene mediante la coagulación total o parcial de la proteína de la leche, por acción del cuajo u otros coagulantes idóneos, y por escurrimiento parcial del suero”. El queso crema es un producto lácteo, fermentado no madurado, obtenido por acidificación con cultivos lácticos hasta alcanzar un pH (4.4-6.6), es un producto fresco, blando con alto contenido de humedad (60 - 62%) y puede contener de 27 a 29% de grasa (Parra y Fonseca 2012). Este queso es elaborado con leche pasteurizada y sal como el principal aditivo, el producto posee alto valor calórico de 349 (kcal/100g), rico en proteínas (9%), contiene minerales como el calcio, fósforo y vitaminas A, D, B2 y B4 (Valencia et al. 2007).

El cultivo láctico de kéfir se caracteriza por tener la apariencia de gránulos gelatinosos de forma irregular de color blanco/amarillo (Guzel-Seydim et al. 2000). Los gránulos de kéfir tienen una variada y compleja composición microbiana (Vanegas Mantilla 2014; Juzgado Martos 2018). Wouters et al. (2002) y Zanirati Ferreira et al. (2014), indican que en mayor porción el kéfir contiene especies de bacterias ácido láctico (LAB), entre 65 - 80% las cuales son clasificadas en dos grupos: bacterias ácido lácticas homofermentativas y heterofermentativas (Witthuhn et al. 2005; Jianzhonga et al. 2009; Cheirsilp y Radchabut 2011). Este cultivo también cuenta con hongos miceliales (*Geotrichum candidum*) y más de 23 especies de levadura (*Candida Kluyveromyces* y *Sacharomyces*) asimiladoras de lactosa y no lactosa, pero formadoras de alcohol (Walstra et al. 2001; Simova et al. 2002; Witthuhn et al. 2004; Rattray y O’Connell 2011; Machado et al. 2012; Prado et al. 2015).

La fermentación por parte del cultivo láctico de kéfir genera doble fermentación: la propia de la leche, y la originada por el hongo, que es lo que dota al kéfir de su singularidad frente a otros productos como los yogures. En la leche se origina una fermentación hidro-alcohólica, mediante una

reacción lacto-alcohólica (la lactosa de la leche se transforma en ácido láctico y se produce anhídrido carbónico y alcohol, este último en una proporción inferior al 1% (Gálvez y Heras 2012).

La leche keferinada es parecida en apariencia a un yogur casero, este producto es una bebida originaria de Rusia y el sudoeste asiático. La composición de la microflora en el kéfir difiere según el origen geográfico, los cuales están estrictamente relacionados con las condiciones climáticas, generando así, diversas características fisicoquímicas y sensoriales. La microflora del kéfir es variable, con microorganismos tales como: *Lactococci* (*Lactococcus lactis* ssp. *lactis*, ssp. *cremoris*, y biovar *diacetylactis*), leuconostocs (*L. lactis*, *L. cremoris*), y lactobacilos (*L. brevis*, *L. kefir*, algunas veces *L. delbrueckii* ssp. *bulgariscus*, y *L. acidophilus*) (Walstra et al. 2001; Azizi et al. 2021).

A lo largo de los últimos años, el desarrollo de alimentos funcionales es tendencia en la alimentación y ha incrementado el interés por los alimentos fermentados por su efecto potencial beneficioso sobre la salud (Gómez et al. 2019). Según Ferrari et al. (2020), actualmente los productos a partir de la fermentación de la leche son los que están teniendo mayor crecimiento en los mercados de productos lácteos junto con otros productos fermentados no lácteos como la kombucha, y el kmchi, con un crecimiento previsto del 30% en los próximos años.

El cultivo láctico de kéfir tiene menor incidencia de enfermedades alérgicas en el intestino de los bebés (Kirjavainen et al. 2002; Sjögren et al. 2009; Russell et al. 2012; Vanegas Mantilla 2014) y la capacidad de desdoblar la lactosa en glucosa y galactosa para personas lacto-intolerantes (Conis 2008). Las personas lacto-intolerantes experimentan síntomas gastrointestinales (flatulencia, dolor abdominal y diarrea) al consumir lactosa, esto debido a su carencia de actividad de lactasa (b-galactosidasa) en el intestino delgado. La deficiencia de lactasa en adultos está presente en 50 a 70% de la población, obligándolos a buscar productos lácteos con la capacidad de ser ingeridos sin miedo a terminar con los síntomas que provoca la lacto intolerancia (Savaiano 2014). Este trabajo de investigación buscó principalmente el desarrollo de un queso crema a base de la fermentación del cultivo láctico Kéfir, para lo cual se decidió establecer los siguientes objetivos:

Evaluar el efecto del cultivo láctico kéfir en las características fisicoquímicas de un queso crema de Zamorano.

Analizar el efecto del cultivo láctico kéfir en las características sensoriales de un queso crema de Zamorano y determinar el rendimiento del queso crema a base del cultivo láctico de kéfir.

## Materiales y Métodos

### Localización del Estudio

El estudio se realizó en las instalaciones del Departamento de Agroindustria Alimentaria de la Escuela Agrícola Panamericana en el valle del río Yegüare, ubicado a 30 km al Este de Tegucigalpa, Francisco Morazán, Honduras. Los tratamientos se prepararon en la Planta de Lácteos, las pruebas fisicoquímicas se realizaron en el Laboratorio de Análisis de Alimentos Zamorano (LAAZ), los análisis microbiológicos en el Laboratorio de Microbiología de Alimentos Zamorano (LMAZ) y el análisis sensorial en el Laboratorio de Análisis Sensorial de la Planta de Innovación de Alimentos (PIA).

### Materia Prima

La leche pasteurizada, descremada y con 2.5% de grasa fue provista por la Planta de Lácteos de la Escuela Agrícola Panamericana y el cultivo láctico de kéfir fue adquirido de manera comercial. El cultivo láctico de kéfir fue alimentado diariamente dos veces al día, se agregaba 5 mL de leche por gramo de cultivo tanto a las 6:00 am y a las 4:00 pm y luego se procedía a colar esa leche.

### Proceso de Preparación de los Tratamientos

La elaboración de los tratamientos se basó en la formulación del queso crema de Zamorano y se tomó en consideración los cambios para agregar el cultivo láctico de kéfir. El porcentaje del cultivo láctico de kéfir variaba acorde a cada tratamiento evaluado, así como la quimosina (Cuadro 1).

### Cuadro 1

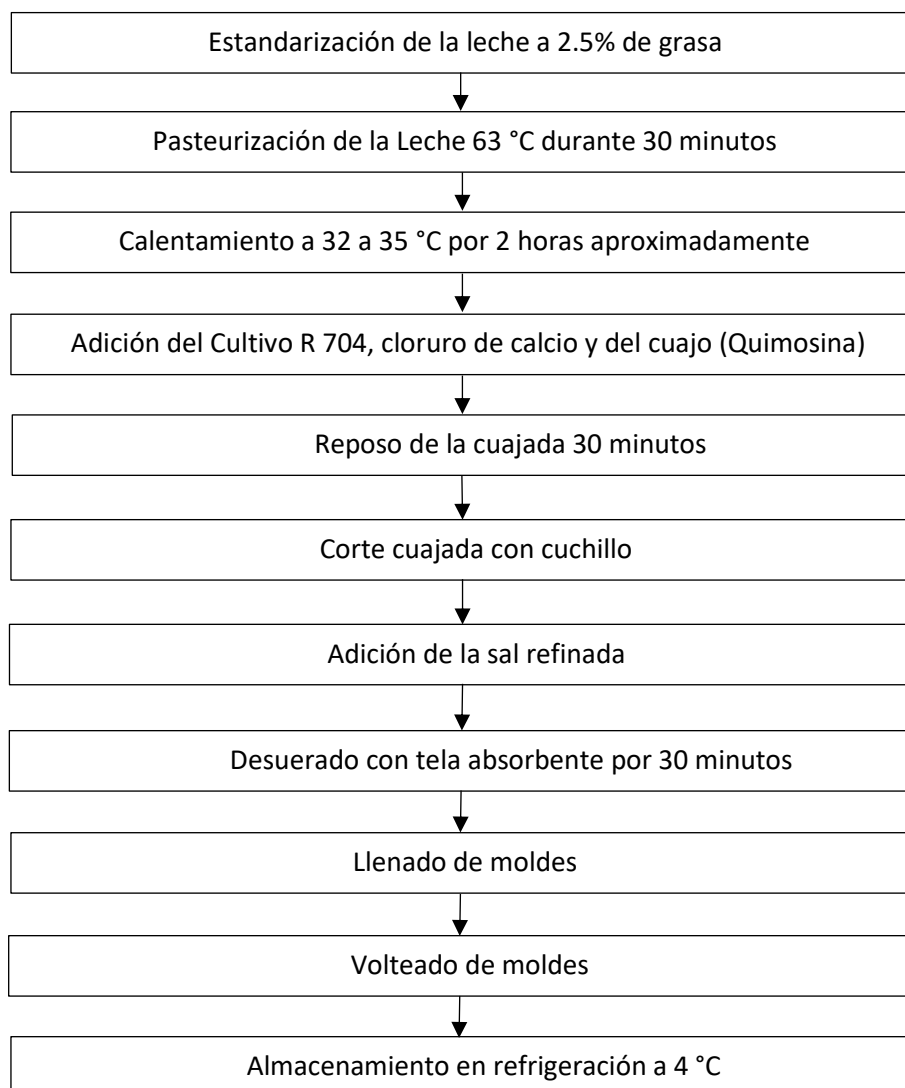
*Ingredientes de las formulaciones en porcentaje de los tratamientos de quesos crema con cultivo de kéfir*

Ingredientes	Control (Mezcla quimosina - R704)	Tratamiento 1 (Solo kéfir)	Tratamiento 2 (Mezcla kéfir-quimosina)
Leche al 2.5%	98.0100	75.4800	87.4751
Sal	1.9601	0.5000	0.5000
Cloruro de Calcio	0.0200	0.0200	0.0200
Cultivo láctico kéfir	-	24.0000	12.0000
Cuajo (Quimosina)	0.0098	-	0.0049
Cultivo R704	0.0001	-	-
Total	100.0000	100.0000	100.0000

La elaboración del queso crema (Figura 1) empieza por la estandarización de la leche (2.5% de grasa) y pasteurización (63 °C por 30 minutos), luego, la leche fue depositada en una olla multiusos para su calentamiento (32 a 35 °C) hasta la obtención de la cuajada (aproximadamente dos horas). El calentamiento de la leche se realizó con el objetivo de permitir la activación de la Quimosina (enzima encargada de la separación del cuajo y el suero). Una vez que la leche alcanzó el rango de temperatura ideal, se procedió a la adición de los ingredientes activadores Cultivo R 704 y el cuajo (Quimosina), también se agregó constantemente el cloruro de calcio. La mezcla se dejó en reposo por 30 minutos y al finalizar dicho tiempo se procedió a cortar el producto con un cuchillo, para darle la forma a la cuajada. Luego, se añadió la sal y se dejó desuerando en una tela absorbente. Los quesos fueron colocados en moldes para posteriormente ser volteados. El proceso terminó al colocar los quesos en refrigeración ( $4\text{ °C} \pm 2\text{ °}$ ).

**Figura 1**

*Flujo de proceso de elaboración del queso crema Zamorano.*

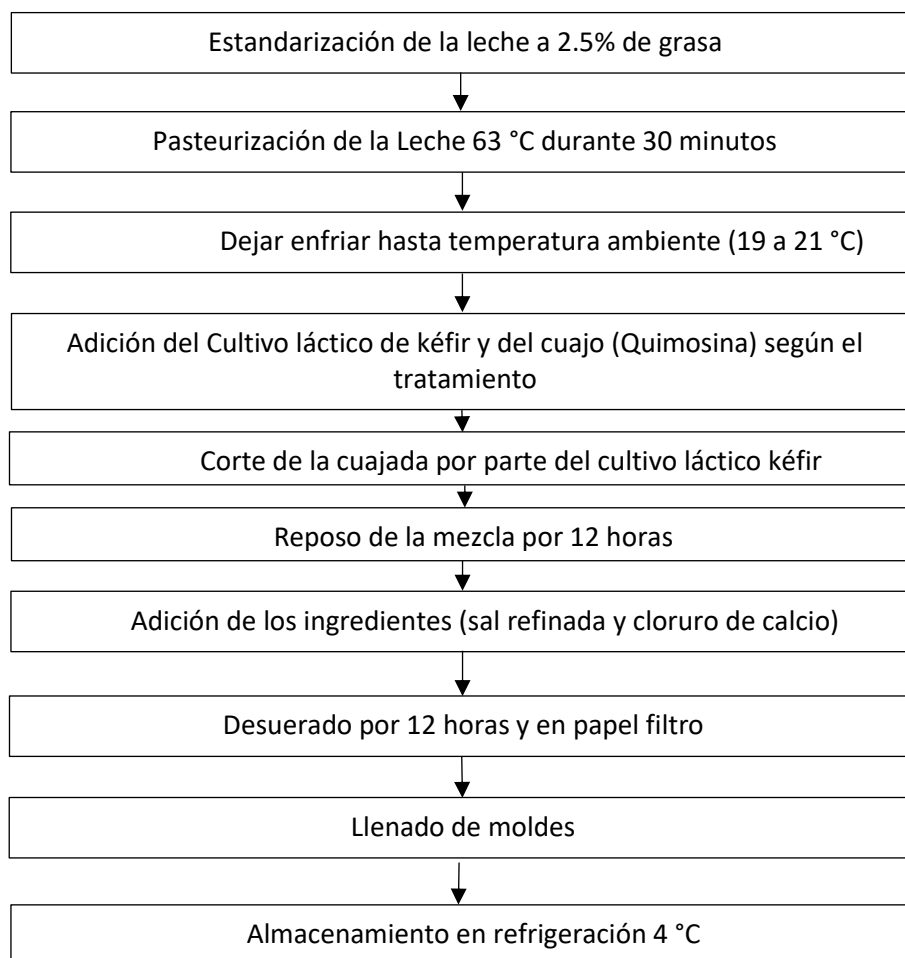


*Nota.* Adaptado de Revilla (2009).

La Figura 2 muestra que para la elaboración del queso crema a base de un cultivo láctico de kéfir se empezó también por la estandarización de la leche (2.5% de grasa) y pasteurización (63 °C por 30 minutos). Luego, la leche se dejó enfriar hasta llegar a temperatura ambiente (19 a 21 °C) para así añadir el cultivo láctico de kéfir dependiendo de la formulación del tratamiento con o sin quimosina. Se dejó reposar la mezcla por 12 horas hasta completar la fermentación de la leche, se añadió sal y cloruro de calcio y luego se dejó la mezcla en papel filtro para su desuerado. Se llenaron los moldes y se dejaron los quesos en refrigeración (4 °C ± 2 °C).

**Figura 2**

*Flujo de proceso de elaboración del queso crema kéfir.*



*Nota.* Adaptado de Walstra et al. (2001).

## **Análisis Físicos**

### **Color**

Se utilizó el colorímetro Colorflex Hunter Lab® Modelo 45/0 para mediciones de los valores  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$  de la escala de triple estímulo. El valor  $L^*$  mide la luminosidad de 0 - 100, donde 0 es negro (oscuro) y 100 es blanco (claro), El valor  $a^*$  (escala de -60 a +60), mide en el espectro visible los colores del verde al rojo, siendo  $a(-)$  tendencia a verde mientras,  $a(+)$  tendencia a rojo. El valor  $b^*$  (escala de -60 a +60), mide el espectro de azul al amarillo siendo los valores (-) tendientes a azul mientras los valores (+) tendientes a amarillo (Wrolstad y Smith 2010).

### **Textura**



Se utilizó el texturómetro Brookfield CT3 4500, el análisis de textura fue de corte (ASTM E83). Las muestras estuvieron en refrigeración previo al corte, luego se pasaron a un cuarto climatizado a 20 °C. Se utilizó un pie de rey para cortar cubos con valores próximos a 40 mm de largo × 30 mm de ancho × 30 mm de profundidad y se obtuvieron tres cubos de cada tratamiento. Se eliminaron las partes cercanas a la corteza ya que estas por lo general son más duras y así disminuir la variabilidad. Se utilizó el alambre de corte TA-SBA con un elemento TA-RT-KIT como base, un valor meta 5 mm agregados a la profundidad (35 mm), una carga de activación de 0.067 N y una velocidad de 2mm/s. (ASTM-E83 2002).

### **Análisis Químicos**

#### ***ATECAL***

La acidez titulable expresada como ácido láctico, se midió empleando el método utilizado en la Planta de Lácteos de Zamorano. Este proceso inicio colocando en un beaker 9 mL de suero de cada queso, luego se les agregaron tres gotas de solución indicadora de fenolftaleína, se agitó y se tituló con una solución de hidróxido de sodio (NaOH) a una concentración de 0.1 M. En continua agitación se encontró el punto donde la mezcla cambio de color a un rosado pálido, y se anotó la cantidad de mL de hidróxido de sodio (NaOH) que se añadió, sabiendo que mientras más cercano a 1 mL la muestra sería más ácida.

#### ***Potencial de Hidrógeno (pH)***

Para toma de este análisis se utilizó un potenciómetro “Large Display pH pen” del laboratorio de análisis de alimentos de Zamorano. Se realizaron tres repeticiones tomando un dato para cada muestra por tratamiento.

#### ***Determinación de Azúcares***

Se analizó el perfil de azúcares de los diferentes tratamientos mediante Cromatografía Líquida de Alta Resolución (HPLC, por sus siglas en inglés) y según el método oficial de la AOAC 982.14. En la fase móvil se usó agua desionizada filtrada cinco veces, la velocidad del flujo fue de 0.6 mL/min, con

un tiempo de corrida de 25 minutos (aproximadamente) y un volumen de inyección de 20 µL, por muestra. Se usó el software Agilent Chemstation Software 2003 para sistemas de cromatografía y Microsoft Excel® 2007 para analizar los datos (AOAC International 2012).

## **Análisis Microbiológicos**

### ***Coliformes Totales***

Se colocaron 90 mL de buffer de fosfato por cada muestra de 10 g de queso y se homogenizaron durante un minuto en bolsas plásticas en el Stomacher, dando como resultado la dilución 10<sup>-1</sup>. A partir de esta dilución se realizaron tres diluciones más 10<sup>-2</sup>, 10<sup>-3</sup> y 10<sup>-4</sup> y se utilizó la técnica de siembra por superficie en Agar Oxford con suplemento. Los platos fueron incubados a 37 °C por 24 horas para el posterior conteo de unidades formadoras de colonias.

### **Análisis de Rendimiento**

Para el análisis de rendimiento se tomó en cuenta la cantidad de queso obtenidos por la cantidad de leche estandarizada a 2.5% de grasa. Se midió el rendimiento del queso, 24 horas después de ser elaborado y puesto en refrigeración. Se pesó el queso en una balanza Ohaus con capacidad de 15 kilos y se dividió en la cantidad de litros de leche usados para así obtener un porcentaje de rendimiento, considerando su respectiva densidad (Ecuación1).

$$\text{Rendimiento (\%)} = \frac{\text{peso final Queso (gramos)}}{\text{peso Leche a 2.5\% (gramos)}} * 100\% \quad [1]$$

*Nota.* Densidad de la leche a 2.5% => d = 0.998 gr/ml. Fórmula adaptada de Walstra et al. (2001).

## **Análisis Sensorial Afectivo**

### ***Prueba de Aceptación***

El análisis sensorial se llevó a cabo a través de una evaluación afectiva, en la cual, se aplicó una prueba de aceptación con 35 panelistas no entrenados por cada repetición. Los panelistas evaluaron la aceptación de la apariencia, color, textura, olor, sabor, y aceptación en general de cada

tratamiento utilizando una escala hedónica de 9 puntos, siendo 1 “me desagrada muchísimo” y 9 “me agrada muchísimo” (Anexo A).

### ***Prueba de Preferencia***

También se realizó un análisis de preferencia con 100 panelistas consumidores de queso crema a quienes se les pidió ordenar los tratamientos del 1 al 3, siendo 1 el más preferido y 3 el menos preferido. Luego se realizó una sumatoria de los números 1 a 3, para definir cuál fue el tratamiento preferido, relacionando que mientras menos sea la suma, más 1 habrá tenido ese tratamiento y por ende habrá sido seleccionado como el preferido. Se trabajó con la tabla de Basker y Kramer para definir el valor crítico (Anexo B) y con dicho valor se definió si hubo diferencia entre tratamientos, analizando que las restas de las sumatorias entre tratamientos debían ser mayor al valor crítico para considerarse diferentes.

### **Diseño Experimental y Análisis Estadístico**

Se usó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con tres tratamientos (Cuadro 1) y tres repeticiones para cada tratamiento, obteniendo nueve unidades experimentales. Se utilizó el programa SAS® 9.4 “Statistical Analysis System” a través de un análisis de varianza y una separación de medias Duncan para identificar las diferencias entre tratamientos con una probabilidad  $\leq 0.05$ .

## Resultados y Discusión

### Análisis Físicos

#### Color

Los datos del Cuadro 2 muestran que entre tratamientos hubo diferencia estadísticamente significativa en los valores de L, a y b ( $P < 0.05$ ), en este estudio el cultivo láctico de kéfir independiente de la mezcla provocó en el queso una tonalidad más clara, con menor coloración amarilla y con tendencia a coloración verde. El queso crema Zamorano mostró una tonalidad menos clara y con tendencias a coloración amarilla-rojiza (Anexo D). Los valores obtenidos en cuanto a color para ambos tratamientos con cultivo láctico de kéfir son cercanos con respecto al queso crema de Ocosingo reportado por Morales-Nolasco et al. (2020).

#### Cuadro 2

*Resultados análisis físico: Color del queso crema con diferentes mezclas de cultivo láctico*

Tratamientos	L	a	b
	Media $\pm$ D. E.	Media $\pm$ D. E.	Media $\pm$ D. E.
Queso solo con cultivo de kéfir	88.95 $\pm$ 0.37 <sup>a</sup>	-0.24 $\pm$ 0.24 <sup>b</sup>	9.48 $\pm$ 0.51 <sup>b</sup>
Queso con mezcla cultivo kéfir-quimosina	88.51 $\pm$ 0.61 <sup>a</sup>	-0.02 $\pm$ 0.18 <sup>b</sup>	9.36 $\pm$ 0.49 <sup>b</sup>
Queso control	83.82 $\pm$ 0.58 <sup>b</sup>	1.08 $\pm$ 0.45 <sup>a</sup>	16.43 $\pm$ 0.88 <sup>a</sup>
C.V. (%)	0.55	0.45	4.05

*Nota.* Control= queso crema Zamorano con cultivo mezcla quimosina - R704. abMedias en cada columna seguidas de diferente letra son estadísticamente diferentes ( $P \leq 0.05$ ). C.V. (%) = Coeficiente de Variación. D.E. = Desviación Estándar.

De acuerdo con los resultados de Hiroshi et al. (2020), la intensidad de las reacciones de oscurecimiento (reacción de Maillard) en la leche descremada aumentó gradualmente debido al aumento de la temperatura. Xiang J et al. (2021) declararon que el desarrollo del color en la reacción de Maillard aumenta con la temperatura, el tiempo de calentamiento y el tipo de azúcar reductor.

Los resultados obtenidos corroboran las afirmaciones de los autores mencionadas anteriormente, porque en el queso crema Zamorano el color aumentó ya que su proceso de coagulación conllevaba más temperatura (32 a 35 °C durante 2 horas). A diferencia del queso crema

kéfir, el cual al no tener proceso de calentamiento su color tiende al blanco al no existir reacción de Maillard.

### **Textura**

El Cuadro 3 indica que existió diferencia estadísticamente significativa entre la textura de los tratamientos ( $P < 0.05$ ), la dureza del queso crema de Zamorano fue mayor a los quesos que fueron preparados con cultivo láctico de kéfir los cuales fueron más cortos y menos firmes.

### **Cuadro 3**

*Resultados análisis físico: Textura del queso crema con diferentes mezclas de cultivo láctico*

Tratamientos	Dureza (N) Media $\pm$ D. E.
Queso solo con cultivo de kéfir	0.40 $\pm$ 0.04 <sup>b</sup>
Queso con mezcla cultivo kéfir-quimosina	0.39 $\pm$ 0.05 <sup>b</sup>
Queso control	7.63 $\pm$ 0.91 <sup>a</sup>
C.V. (%)	18.88

*Nota.* Control= queso crema Zamorano con cultivo mezcla quimosina - R704 abMedias en cada columna seguidas de diferente letra son estadísticamente diferentes ( $P \leq 0.05$ ). C.V. (%) = Coeficiente de Variación. D.E. = Desviación Estándar.

Según Walstra et al. (2001), “Son varios los factores que pueden influenciar en la textura de los quesos procesados, tales como: temperatura, contenido graso, contenido acuoso, acidez, fosfato cálcico, concentración de sal y degradación proteica”. El queso con un alto contenido de agua suele tener inicialmente un pH bajo de hasta 5.4 es de textura corta y firme, cuando el pH del mismo queso inmaduro aumenta, por ejemplo, hasta 6.1, la textura se vuelve gomosa; la proteólisis hace al queso blando y plástico (Walstra et al. 2001). Se determinó que la textura “corta y menos firme” del queso crema con cultivo láctico de kéfir pudo relacionarse con su posible menor contenido de grasa y a su alta acidez, los cuales son factores determinantes y clave de la textura en un queso (Walstra et al. 2001; Huang Y et al. 2013).

Cómo resultado del proceso de coagulación enzimática producida por la Quimosina, la mayor parte de la caseína k se hidroliza para producir la agregación visible de las micelas de (para)caseína. Las micelas floculan formando agregados irregulares, constituyendo una red que adquiere

consistencia rápidamente hasta ser lo suficientemente firme para poder ser cortadas en cubos, dándole una textura más dura (Walstra et al. 2001).

## Análisis Químicos

### Determinación de Azúcares

De acuerdo con el Cuadro 4, existen diferencias estadísticamente significativas en los valores de azúcar entre tratamientos ( $P < 0.05$ ), el queso con cultivo de kéfir presentó menores valores de lactosa, mayores valores de glucosa y galactosa en comparación con el queso crema comercial de Zamorano.

Según Ugidos-Rodríguez et al. (2018), las bacterias ácido lácticas pueden hidrolizar la lactosa en glucosa y galactosa gracias a la lactasa bacteriana, es por eso que el cultivo kéfir al tener mayor presencia de estas bacterias, pudo tener mayor capacidad de producir más glucosa y galactosa. Lo cual fue diferente en el queso control, ya que, por la inactivación de las bacterias en el proceso de calentamiento, hay poco consumo de lactosa y menor producción de glucosa y galactosa.

### Cuadro 4

#### Resultados análisis químico: Azúcares del queso crema con diferentes mezclas de cultivo láctico

Tratamientos	Glucosa	Galactosa	Lactosa
	(g/100g) Media $\pm$ D. E.	(g/100g) Media $\pm$ D. E.	(g/100g) Media $\pm$ D. E.
Queso solo con cultivo de kéfir	1.42 $\pm$ 0.05 <sup>a</sup>	1.74 $\pm$ 0.07 <sup>a</sup>	0.59 $\pm$ 0.02 <sup>b</sup>
Queso con mezcla cultivo kéfir-quimosina	1.38 $\pm$ 0.06 <sup>a</sup>	1.28 $\pm$ 0.06 <sup>b</sup>	0.45 $\pm$ 0.02 <sup>c</sup>
Queso control	0.43 $\pm$ 0.01 <sup>b</sup>	0.39 $\pm$ 0.01 <sup>c</sup>	1.66 $\pm$ 0.03 <sup>a</sup>
C.V. (%)	3.99	3.99	2.67

Nota. Control= queso crema Zamorano con cultivo mezcla quimosina - R704. acMedias en cada columna seguidas de diferente letra son estadísticamente diferentes ( $P \leq 0.05$ ). C.V. (%) = Coeficiente de Variación. D.E. = Desviación Estándar.

Según Walstra et al. (2001), la lactosa en la leche se degrada a ácido láctico durante el proceso de fermentación de las bacterias ácido lácticas para la elaboración del queso crema, lo que provoca una reducción del pH y aumenta la consistencia del mismo. Es por esto, que en el caso del queso control, al tener un largo período de calentamiento durante la coagulación, la inactivación de las

bacterias ácido-lácticas es mayor. Por lo que, su trabajo de degradación de la lactosa es menor en comparación a la del cultivo láctico kéfir, comprobado por nuestros resultados en el Cuadro 4.

Rosa et al. (2017), determinaron que durante la etapa de enfriamiento, las bacterias presentes en el kéfir convierten la glucosa en ácido láctico y la fermentación alcohólica conduce a la acumulación de CO<sub>2</sub>, etanol y complejo vitamínico B(1, 24). Este paso de maduración reduce el contenido de lactosa y aumenta el contenido de galactosa y glucosa. La diferencia de cantidad de lactosa entre los dos tratamientos con kéfir se debe principalmente a que en el caso del tratamiento de solo kéfir, hay mayor acidez en el medio y según Labayen y Martínez (2003), mientras más ácido sea el medio menor será la cantidad de lactosa que las bacterias ácido lácticas puedan procesar, aunque la diferencia en pH es mínima, esto también se ve reflejado en una diferencia no tan extensa en cantidad de lactosa.

Según el RTCA 67.01.60:10 (n.d.), para que un producto pueda ser consumido por personas con intolerancia a la lactosa, sin miedo a sufrir de algún síntoma gastrointestinal, debe tener menos de 0.5 gramos de lactosa por 100 gramos de producto. De esta forma el tratamiento de queso crema con la mezcla de cultivo kéfir–quimosina, cumple con esta norma, por lo que puede ser clasificado como apto para el consumo de personas intolerantes a la lactosa, a diferencia de los otros dos tratamientos.

#### ***Acidez Titulable (ATECAL) y Potencial de Hidrógeno (pH)***

Según los datos registrados en el Cuadro 5, existió diferencia estadísticamente significativa en los valores de pH y ATECAL del queso ( $P < 0.05$ ), en este estudio los quesos con cultivo láctico de kéfir tuvieron menor valor de pH pero el valor ATECAL fue mayor. Para los valores de ATECAL se obtuvieron resultados de 0.14 a 0.17, los cuales coinciden con el rango establecido para quesos crema y los valores de pH van de 5.2 a 6 coincidiendo con los estudios de Walstra et al. (2001) y Fox et al. (2017).

## Cuadro 5

*Resultados análisis químicos: ATECAL y pH del queso crema con diferentes mezclas de cultivo láctico*

Tratamientos	ATECAL (mL) Media ± D. E.	Potencial de Hidrógeno (pH) Media ± D. E.
Queso solo con cultivo de kéfir	0.68 ± 0.11 <sup>b</sup>	5.70 ± 0.11 <sup>b</sup>
Queso con mezcla cultivo kéfir-quimosina	0.81 ± 0.10 <sup>a</sup>	5.73 ± 0.09 <sup>b</sup>
Queso control	0.15 ± 0.01 <sup>c</sup>	6.11 ± 0.12 <sup>a</sup>
C.V. (%)	14.2	1.86

*Nota.* Control= queso crema Zamorano con cultivo mezcla quimosina - R704 <sup>ac</sup>Medias seguidas de diferente letra son estadísticamente diferentes ( $P \leq 0.05$ ). C.V. (%) = Coeficiente de Variación. D.E. = Desviación Estándar.

El queso crema de Zamorano tiene un proceso de calentamiento constante a 32 °C y dicho tratamiento pudo haber sido el factor necesario para la inactivación progresiva de las bacterias lácticas limitando su acidificación final. En el queso crema con cultivo láctico de kéfir mostró mayor desarrollo de bacterias lácticas y de ácido láctico posiblemente porque la coagulación de la leche ocurre a temperatura ambiente, permitiendo la reproducción de bacterias y una mejor acidificación (Barkema et al. 2009).

### **Análisis Microbiológicos**

#### ***Coliformes Totales***

Los datos del Cuadro 6, muestran que no se encontró diferencia estadísticamente significativa en los recuentos de coliformes totales entre los tratamientos de este estudio ( $P > 0.05$ ). El conteo de microorganismos de todos los tratamientos de este estudio estuvo por debajo del valor legalmente permitido según fue establecido por el RTCA 67.04.50:08, el cual estipula como un límite para quesos frescos 10 UFC/g para el caso de coliformes totales (Walstra et al. 2001; Reglamento Técnico Centroamericano 2009).



## Cuadro 6

*Resultados análisis microbiológicos: Recuento coliformes totales del queso crema con diferentes mezclas de cultivo láctico*

Tratamientos	Log <sub>10</sub> UFC/g Media ± D. E.
Queso solo con cultivo de kéfir	1.84 ± 1.72 <sup>a</sup>
Queso con mezcla cultivo kéfir-quimosina	1.00 ± 0.26 <sup>a</sup>
Queso control	2.32 ± 0.89 <sup>a</sup>
C.V. (%)	78.14

*Nota.* Control= queso crema Zamorano con cultivo mezcla quimosina - R704 <sup>a</sup>Letras iguales dentro de la misma columna indican que no hay diferencias entre tratamientos (P > 0.05). C.V. (%) = Coeficiente de Variación. D.E. = Desviación Estándar.

Miao et al. (2014), identificaron que La cepa *Lactobacillus paracasei subesp. tolerans*, previamente aislada de granos de kéfir, fue identificada como productora de la bacteriocina F1. Esta última mostró un amplio rango de bioactividad antimicrobiana contra bacterias Grampositivas (*Staphylococcus aureus* y *Bacillus thuringiensis*), Gram-negativas (*Escherichia coli*, *Salmonella enterica* y *Shigella dysenteriae*) y hongos (*Aspergillus niger*, *A. flavus*, *Rhizopus nigricans* y *Penicillium glaucum*).

### Análisis de Rendimiento

El Cuadro 7 muestra que el rendimiento de los tratamientos fue significativamente diferente entre quesos (P < 0.05), variando de un 8 a 12% según sea el tratamiento. Según Ferreira et al. (2010), el ácido láctico producido por las bacterias presentes en los gránulos de kéfir, favorece a la disminución del pH provocando la desestabilización de las micelas de caseína principalmente por solubilización del fosfato de calcio asociado a éstas. Al descender el pH entre 4.9 - 5.7 se alcanza el punto isoeléctrico de las caseínas y éstas se precipitan, con lo cual se produce la coagulación de la leche.

**Cuadro 7**

*Resultados análisis de rendimiento: Rendimiento total del queso crema con diferentes mezclas de cultivo láctico*

Tratamientos	Rendimiento (%) Media $\pm$ D. E.
Queso solo con cultivo de kéfir	25.80 $\pm$ 4.35 <sup>a</sup>
Queso con mezcla cultivo kéfir-quimosina	21.85 $\pm$ 4.48 <sup>b</sup>
Queso control	13.52 $\pm$ 2.13 <sup>c</sup>
C.V. (%)	18.21

*Nota.* Control= queso crema Zamorano con cultivo mezcla quimosina - R704 <sup>a,c</sup>Letras diferentes indican que hay diferencias entre

tratamientos (P < 0.05). C.V. (%) = Coeficiente de variación. D.E. = Desviación Estándar.

Walstra et al. (2001), afirman que las enzimas proteolíticas secretadas por las bacterias ácido lácticas también participan en la coagulación de la leche, ya que son capaces de hidrolizar la caseína K, insolubilizándose cerca de su pH isoeléctrico.

Para el queso control, ocurre una coagulación enzimática por la presencia de la quimosina, la cual es agregada en función de cuajo. Para los quesos con cultivo láctico kéfir, la coagulación presente es de origen ácido, en ambos casos se da la hidrolización de la caseína, produciendo las micelas de paracaseína. Estas micelas se juntan en agregados irregulares, formando así una red o también llamado gel. Este gel, tiene la función principal de evitar la pérdida excesiva de agua en el queso y así formar la mayor cantidad de cuajo posible.

Los geles formados por la coagulación enzimática y ácida son diferentes, la cuajada ácida es más corta y puede ser más firme que la enzimática. La cuajada ácida puede cortarse y agitarse igual que un gel enzimático, pero presenta muy poca sinéresis, especialmente en el rango de pH de 4.9 a 5.7 genera un gel. Esto quiere decir que el queso con cultivo láctico kéfir, al coagularse por acidificación, presenta una red de micelas de paracaseína más firme y con la capacidad de retener más cuajada y producir menos sinéresis al momento del desuerado. Siendo esta la explicación del por qué el queso con cultivo láctico kéfir tiene mayor rendimiento contra el queso control (Revilla 2009)

establece un rendimiento de 13 a 15% para queso crema con cultivo láctico R-704, el cual coincide con nuestros datos del control.

## **Análisis Sensorial**

### ***Prueba de Aceptación de Color***

En este análisis posiblemente el cultivo láctico de kéfir no aportó características visibles sobre el atributo de color para ser identificadas por los panelistas (Cuadro 8) por lo que no provocó diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) en la aceptación de este atributo y los quesos obtuvieron la calificación de “Me agrada bastante”.

### **Cuadro 8**

*Resultados análisis sensorial afectivo: prueba color del queso crema con diferentes mezclas de cultivo láctico*

Tratamientos	Color Media $\pm$ D. E.
Queso solo con cultivo de kéfir	7.53 $\pm$ 1.32 <sup>a</sup>
Queso con mezcla cultivo kéfir-quimosina	7.48 $\pm$ 1.37 <sup>a</sup>
Queso control	7.40 $\pm$ 1.15 <sup>a</sup>
C.V. (%)	16.30

*Nota.* Control= queso crema Zamorano con cultivo mezcla quimosina - R704 <sup>a</sup>Letras iguales indican que no hay diferencias entre tratamientos ( $P > 0.05$ ). C.V. (%) = Coeficiente de Variación. D.E. = Desviación Estándar. Escala hedónica: 1 = “Me desagrada muchísimo”; 2 = “Me desagrada mucho”; 3 = “Me desagrada bastante”; 4 = “Me desagrada ligeramente”; 5 = “Ni me agrada, ni me desagrada”; 6 = “Me agrada ligeramente”; 7 = “Me agrada bastante”; 8 = “Me agrada mucho” y 9 = “Me agrada muchísimo”.

A pesar de las diferencias encontradas en la prueba objetiva de valores L, a y b, todos los quesos presentaron un color típico blanco que varía mínimamente, lo cual se pudo corroborar dado que los valores de los tres tratamientos fueron cercanos a 7.5 en la escala hedónica planteada, que se considera una diferencia de color apenas perceptible al ojo humano con respecto al control (Suárez et al. 2017).

### ***Prueba de Aceptación de Apariencia, Olor, Textura, Sabor y Aceptación General***

El Cuadro 9 muestra que existieron diferencias estadísticas significativas ( $P < 0.05$ ) en la aceptación de los atributos de apariencia, olor, textura, sabor y aceptación general de los quesos, encontrando que al usar el cultivo láctico de kéfir disminuyó la aceptación del queso crema.

#### **Cuadro 9**

*Resultados análisis sensorial afectivo: prueba apariencia, olor, textura, sabor y aceptación general del queso crema con diferentes mezclas de cultivo láctico*

Tratamientos	Apariencia Media $\pm$ D. E.	Olor Media $\pm$ D. E.	Textura Media $\pm$ D. E.	Sabor Media $\pm$ D. E.	Aceptación General Media $\pm$ D. E.
Queso solo con cultivo de kéfir	7.24 $\pm$ 1.46 <sup>b</sup>	6.59 $\pm$ 1.55 <sup>b</sup>	6.48 $\pm$ 1.75 <sup>b</sup>	5.97 $\pm$ 2.11 <sup>b</sup>	6.46 $\pm$ 1.83 <sup>b</sup>
Queso con mezcla cultivo kéfir-quimosina	7.27 $\pm$ 1.42 <sup>b</sup>	6.50 $\pm$ 1.58 <sup>b</sup>	6.47 $\pm$ 1.83 <sup>b</sup>	5.60 $\pm$ 2.25 <sup>b</sup>	6.23 $\pm$ 1.79 <sup>b</sup>
Queso control	7.63 $\pm$ 1.10 <sup>a</sup>	7.02 $\pm$ 1.49 <sup>a</sup>	7.40 $\pm$ 1.45 <sup>a</sup>	7.79 $\pm$ 1.32 <sup>a</sup>	7.57 $\pm$ 1.28 <sup>a</sup>
C.V. (%)	15.90	20.27	22.74	29.71	23.55

*Nota.* Control= queso crema Zamorano con cultivo mezcla quimosina - R704 <sup>ab</sup>Medias en cada columna seguidas de diferente letra son estadísticamente diferentes ( $P \leq 0.05$ ). C.V. (%) = Coeficiente de Variación. D.E. = Desviación Estándar. Escala hedónica: 1 = "Me desagrada muchísimo"; 2 = "Me desagrada mucho"; 3 = "Me desagrada bastante"; 4 = "Me desagrada ligeramente"; 5 = "Ni me agrada, ni me desagrada"; 6 = "Me agrada ligeramente"; 7 = "Me agrada bastante"; 8 = "Me agrada mucho" y 9 = "Me agrada muchísimo".

En la prueba de aceptación de apariencia, a los panelistas les agradó bastante el queso crema con cultivo láctico de kéfir y les agradó mucho el queso crema Zamorano. Según la literatura, esto se debe a que principalmente unos de los aspectos que prefieren los consumidores en lo que se refiere a la apariencia, es la textura chiclosa y con mayor firmeza (López y Martínez 2018).

Los panelistas consideraron que la aceptación del olor, la textura y el sabor del queso con kéfir tuvo la calificación de "Me agrada ligeramente", mientras el queso control de obtuvo valoración de "Me agrada bastante" en esos mismos atributos. En base a los resultados, podemos determinar que la aceptabilidad de los panelistas al queso crema estaba influenciado positivamente por el sabor, el olor y la viscosidad de la leche, ya que es una característica muy familiar.

Irigoyen et al. (2005), mostraron que en el caso del queso kéfir, se encuentra negativamente influenciado por la astringencia, el sabor amargo, el sabor agrio y el olor a fermentado, ya que no son atributos de consumo cotidiano por este tipo de panelistas.

### **Preferencia**

En este estudio el queso crema de Zamorano obtuvo el valor más bajo en la sumatoria de resultados (153) pues obtuvo la mayor cantidad de veces el valor 1 en la escala de ordenamiento, lo cual determina que ese tratamiento fue preferido sobre los demás (Cuadro 10). Según la tabla de Basker y Kramer al tener tres productos y 100 panelistas, el valor crítico fue de 33.1. Al definir las diferencias entre sumatorias los valores son mayores al valor crítico es así como el queso control fue diferente a los dos quesos con cultivo láctico de kéfir mientras que los quesos con cultivo láctico de kéfir no fueron diferentes entre sí.

### **Cuadro 10**

*Resultados de la prueba de categoría de preferencia usando la prueba Basker y Kramer*

		Queso solo con cultivo de kéfir	Queso con mezcla cultivo kéfir-quimosina	Queso control
		209	238	153
Queso solo con cultivo de kéfir	209	0	29	-56
Queso con mezcla cultivo kéfir-quimosina	238	29	0	85
Queso control	153	-56	85	0

*Nota.* Control= queso crema Zamorano con cultivo mezcla quimosina - R704 Valor crítico para prueba Basker: 33.1. Valor 1 es el más preferido y valor 3 menos preferido. Nivel de significancia: 95%

La preferencia del consumidor por productos alimenticios en general depende de las características organolépticas como la apariencia, el sabor, la textura y otros atributos del producto que se pueden percibir a través de los sentidos (Wierenga 1983; Steenkamp 1993; Roininen et al. 1999).

### **Conclusiones**

La adición de cultivo láctico de kéfir a la mezcla acidifica el queso, aumenta la claridad del producto, la tonalidad verde y los valores de glucosa y galactosa, disminuye la coloración amarilla, la firmeza de la textura y reduce la cantidad de lactosa presente en el producto final.

La incorporación de cultivo láctico kéfir a la mezcla de queso crema, mantiene la aceptación del color, disminuye la preferencia y aceptación de los atributos de apariencia, olor, textura y sabor del queso crema.

El uso de cultivo láctico de kéfir aumenta el rendimiento de queso crema y mantiene los recuentos microbiológicos dentro de límites de consumo.

### **Recomendaciones**

Realizar recuentos microbiológicos del cultivo láctico de kéfir, sobre los tipos de bacterias ácido-lácticas, hongos y levaduras existentes, para cumplimiento del RTCA (defina que significa RTCA) sobre criterios microbiológicos.

Realizar un análisis de grasa y proteína sobre los quesos crema con cultivo láctico de kéfir, para verificar la literatura con respecto a un queso bajo en grasa y alto en proteína.

Analizar la factibilidad económica y técnica para la producción del cultivo láctico de kéfir en la planta de lácteos de Zamorano.

Determinar el proceso idóneo para la reducción de la acidez en la elaboración del queso crema a base de cultivo láctico de kéfir.

## Referencias

- AOAC International. 2012. Official Methods of Analysis of AOAC International. 19ª ed. Estados Unidos de América: [sin editorial] (vol. 2). ISBN: 0-935584-83-8; [consultado el 25 de may. de 2022].
- ASTM-E83. 2002. Standard Practice for Verification and Classification of Extensometer System. USA: Book of ASTM Standards. 13 p. (E 83-02). 10 de jun. de 2002; [actualizado el 10 de jun. de 2002; consultado el 16 de may. de 2022].
- Azizi NF, Kumar MR, Yeap SK, Abdullah JO, Khalid M, Omar AR, Osman MA, Syed Mortadza SA, Alitheen NB. 2021. Kefir and Its Biological Activities. 1ª ed. Basel, Switzerland: MDPI; [actualizado el 27 de may. de 2021; consultado el 5 de may. de 2022].
- Barkema HW, Green MJ, Bradley AJ, Zadoks RN. 2009. Invited review: The role of contagious disease in udder health. *Journal of Dairy Science*; [consultado el 13 de may. de 2022]. 92(10):4717–4729. eng. doi:10.3168/jds.2009-2347.
- Cheirsilp B, Radchabut S. 2011. Use of whey lactose from dairy industry for economical kefir production by *Lactobacillus kefirianofaciens* in mixed cultures with yeasts. ELSEVIER; [consultado el 8 de may. de 2022]. 28:574–580.
- Conis E. 15 de sep. de 2008. Kefir's good but may not merit a halo. *Los Angeles Times*; [consultado el 13 de may. de 2022]. <https://www.latimes.com/archives/la-xpm-2008-sep-15-he-nutrition15-story.html>.
- Ferrari A, Vinderola G, Weill R. 2020. Alimentos fermentados: microbiología, nutrición, salud y cultura. 1ª ed. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Asociación Civil Danone para la Nutrición, la Salud y la Calidad de Vida. 412 p. ISBN: 978-987-25312-2-5; [consultado el 22 de may. de 2022].
- Ferreira IMPLVO, Pinho O, Monteiro D, Faria S, Cruz S, Perreira A, Roque AC, Tavares P. 2010. Short communication: effect of kefir grains on proteolysis of major milk proteins. *Journal of Dairy Science*. 93(1):27–31. eng. doi:10.3168/jds.2009-2501.
- Fox PF, Guinee TP, Cogan TM, McSweeney PLH. 2017. Fundamentals of Cheese Science. 2ª ed. Boston, MA: Springer US. 803 p. ISBN: 978-1-4899-7679-6.
- Gálvez MA, Heras ME. 2012. Estudio experimental sobre la obtención de kéfir (leche kefirada) en nuestro medio, partiendo de la reproducción y mantención de los nódulos de kéfir [Bachelor Thesis]. Guayaquil-Ecuador: Universidad de Guayaquil, Facultad Ingeniería Química. 128 p; [consultado el 13 de may. de 2022]. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/2368>.
- Gómez C, Gueimonde M, Kärlund A, Salminen S. 2019. El Papel de los Alimentos Fermentados en la Alimentación. Kuopio-Finlandia: Universidad de Finlandia Oriental. 17 p. (Capítulo 12); [consultado el 17 de may. de 2022].
- Guzel-Seydim Z, C. Seydim A, Greene AK. 2000. Organic Acids and Volatile Flavor Components Evolved During Refrigerated Storage of Kefir. *Journal of Dairy Science*; [consultado el 5 de may. de 2022]. 83:275–277. Clemson University, Clemson, SC 29634-0361.
- Hiroshi H, Guemra S, Bosso A, de Pádua É, Ito LR. 2020. Reducción de proteínas y glucosa por reacción de Maillard en leche con lactosa hidrolizada. 47(1). doi:10.4067/S0717-75182020000100014.



- Huang Y, Wu F, Wang X, Sui Y, Yang L, Wang J. 2013. Characterization of *Lactobacillus plantarum* Lp27 isolated from Tibetan kefir grains: a potential probiotic bacterium with cholesterol-lowering effects. *Journal of Dairy Science*. 96(5):2816–2825. eng. doi:10.3168/jds.2012-6371.
- Irigoyen A, Arana I, Castiella M, Torre P, Ibanez F. 2005. Microbiological, physicochemical, and sensory characteristics of kefir during storage. *Food Chemistry*. 90(4):613–620. doi:10.1016/j.foodchem.2004.04.021.
- Jianzhong Z, Xiaolia L, Hanhu J, Mingsheng D. 2009. Analysis of the microflora in Tibetan kefir grains using denaturing gradient gel electrophoresis. *ELSEVIER*; [consultado el 8 de may. de 2022]. 770–775.
- Juzgado Martos R. 2018. Estudio de la comunidad microbiana del kéfir tradicional y aislamiento de microorganismos con actividad microbiana [Trabajo de Fin de Grado]. Jaén, España: Universidad de Jaén, Facultad de Ciencias Experimentales; [consultado el 8 de may. de 2022].
- Kirjavainen PV, Arvola T, Salminen SJ, Isolauri E. 2002. Aberrant composition of gut microbiota of allergic infants: a target of bifidobacterial therapy at weaning? *Gut*; [consultado el 9 de may. de 2022]. 51(1):51–55. eng. doi:10.1136/gut.51.1.51.
- Labayen I, Martínez J. 2003. Bacterias probióticas y deficiencia de lactasa. [sin lugar]. 9 p.
- López J, Martínez N. 2018. Perfil sensorial y fisicoquímico del queso considerando las preferencias del consumidor. *Agrociencia*; [consultado el 31 de may. de 2022]. 52(3). [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-31952018000300361](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952018000300361).
- Machado A, Lemos MA, Silva R, Soares A, Trajano J, Flosi V. 2012. Microbiological, technological and therapeutic properties of kefir: a natural probiotic beverage. *Brazilian Journal of Microbiology*; [consultado el 9 de may. de 2022]. 2(1678-4405):341–349.
- Miao J, Guo H, Ou Y, Liu G, Fang X, Liao Z, Ke C, Chen Y, Zhao L, Cao Y. 2014. Purification and characterization of bacteriocin F1, a novel bacteriocin produced by *Lactobacillus paracasei* subsp. *tolerans* FX-6 from Tibetan kefir, a traditional fermented milk from Tibet, China. *Food Control*. 42:48–53. doi:10.1016/j.foodcont.2014.01.041.
- Morales-Nolasco E, Adriano-Anaya L, Gálvez-López D, Rosas-Quijano R, Vázquez-Ovando A. 2020. Características fisicoquímicas, sensoriales y microbiológicas de queso crema elaborado con adición de bacterias ácido lácticas como cultivo iniciador. *Ciencias Biológicas y de la Salud*; [consultado el 17 de may. de 2022]. 22(1):93–101. <http://www.scielo.org.mx/pdf/biotecnia/v22n1/1665-1456-biotecnia-22-01-93.pdf>.
- Parra R, Fonseca E. 2012. Características fisicoquímicas, proximal y sensorial de un queso tipo crema saborizado. *Universidad de Antioquia*; [consultado el 17 de may. de 2022]. 19(0121-4004):S216-S218.
- Prado MR, Blandón LM, Vandenberghe LPS, Rodrigues C, Castro GR, Thomaz-Soccol V, Soccol CR. 2015. Milk kefir: composition, microbial cultures, biological activities and related products. *Technological Educational Institute of Peloponnese*; [consultado el 12 de oct. de 2015]. 6:1–10.
- Rattray FP, O'Connell MJ. 2011. Fermented Milks Kefir. *Encyclopedia of Dairy Sciences*; [consultado el 9 de may. de 2022]. 3(10.12691/jfnr-3-6-5):518–524.
- Reglamento Técnico Centroamericano. RTCA 67.04.50:08 (2009).

- Revilla A. 2009. Tecnología de la Leche. 5ta edición. Honduras: Zamorano Academic Press ; [consultado el 13 de may. de 2022].
- Roininen K, Lähteenmäki L, Tuorila H. 1999. Quantification of consumer attitudes to health and hedonic characteristics of foods. *Appetite*; [consultado el 13 de may. de 2022]. 33(1):71–88. eng. doi:10.1006/appe.1999.0232.
- Rosa DD, Dias MMS, Grześkowiak ŁM, Reis SA, Conceição LL, Peluzio MdCG. 2017. Milk kefir: nutritional, microbiological and health benefits. *Nutr Res Rev.* 30(1):82–96. eng. doi:10.1017/S0954422416000275.
- RTCA para el etiquetado nutricional de productos alimenticios preenvasados para consumo humano para la población a partir de 3 años de edad (n.d.).
- Russell SL, Gold MJ, Hartmann M, Willing BP, Thorson L, Wlodarska M, Gill N, Blanchet M-R, Mohn WW, McNagny KM, et al. 2012. Early life antibiotic-driven changes in microbiota enhance susceptibility to allergic asthma. *EMBO Rep*; [consultado el 9 de may. de 2022]. 13(5):440–447. eng. doi:10.1038/embor.2012.32.
- Savaiano DA. 2014. Lactose digestion from yogurt: mechanism and relevance. *Am J Clin Nutr*; [consultado el 17 de may. de 2022]. 99(5 Suppl):1251S-5S. eng. doi:10.3945/ajcn.113.073023.
- Simova E, Beshkova D, Angelov A, Hristozova T, Frengova G, Spasov Z. 2002. Lactic acid bacteria and yeasts in kefir grains and kefir made from them. *Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology*; [consultado el 9 de may. de 2022]. 1–6.
- Sjögren YM, Jenmalm MC, Böttcher MF, Björkstén B, Sverremark-Ekström E. 2009. Altered early infant gut microbiota in children developing allergy up to 5 years of age. *Clin Exp Allergy.* 39(4):518–526. eng. 9/5/2022. doi:10.1111/j.1365-2222.2008.03156.x.
- Steenkamp J-B. 1993. Food Consumption Behavior. *European Advances in Consumer Research*; [consultado el 13 de may. de 2022]. 1:401–409.
- Suárez L, Gómez L, Zapata J. 2017. Características Físicas, Microbiológicas y Sensoriales de Queso Blanco Fresco y Salchicha Premium Bajas en Contenido de Sodio. *La Serena.* 28. doi:10.4067/S0718-07642017000600003.
- Ugidos-Rodríguez S, Matallana-González MC, Sánchez-Mata MC. 2018. Lactose malabsorption and intolerance: a review. [sin lugar]: [sin editorial]. 44 p. (vol. 9). eng.
- Valencia FE, Millán LdJC, Restrepo CM. 2007. Efecto de sustitutos de grasa en propiedades sensoriales y texturales del queso crema. *Revista Lasallista de Investigación*; [consultado el 5 de may. de 2022]. 4(1794-4449):20–26.
- Vanegas Mantilla CV. 2014. Obtención de bacterias ácido lácticas mediante aislamiento en el kéfir de leche, para la optimización en la síntesis de ácido láctico por fermentación [Proyecto de grado]. Bogotá, Colombia: Universidad de los Andes, Departamento de Ingeniería Química; [consultado el 8 de may. de 2022].
- Walstra P, Geurts TJ, Noomen A, Jellema A, van Boekel MAJS. 2001. *Ciencia de la Leche y Tecnología de los Productos Lácteos*. Zaragoza-España: ACRIBA, S.A. ISBN: 842000961X; [consultado el 18 de may. de 2022].

- Wierenga B. 1983. Model and Measurement Methodology for the analysis of consumer choice of food products. *Journal of Food Quality*; [consultado el 13 de may. de 2022]. 6:119–137.
- Witthuhn RC, Schoeman T, Britz TJ. 2004. Isolation and characterization of the microbial population of different South African kefir grains. Department of Food Science, Stellenbosch University; [consultado el 8 de may. de 2022]. 57:33–37.
- Witthuhn RC, Schoeman T, Britz TJ. 2005. Characterisation of the microbial population at different stages of Kefir production and Kefir grain mass cultivation. *International Dairy Journal*. 383–389.
- Wouters JTM, Ayad EHE, Hugenholtz J, Smit G. 2002. Microbes from raw milk for fermented dairy products. *International Dairy Journal*; [consultado el 5 de may. de 2022]. 91–109.
- Wrolstad RE, Smith DE. 2010. Color Analysis. En: Nielsen SS, editor. *Food Analysis*. 4ª ed. Boston, MA: Springer US. p. 575–586.
- Xiang J, Liu F, Wang B, Chen L, Liu W, Tan S. 2021. A Literature Review on Maillard Reaction Based on Milk Proteins and Carbohydrates in Food and Pharmaceutical Products: Advantages, Disadvantages, and Avoidance Strategies. *Foods*. 10(9). eng. doi:10.3390/foods10091998.
- Zanirati Ferreira DF, Abatemarco Jr. M, de Cicco Sandes SH, Nicoli JR, Cantini Nunes Á, Neumann E. 2014. Selection of lactic acid bacteria from Brazilian kefir grains for potential use as starter or probiotic cultures. *ELSEVIER*; [consultado el 8 de may. de 2022]. 1–7.

## Anexos

## Anexo A

## Formato hoja de evaluación sensorial

Nacionalidad: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_/\_\_/\_\_\_\_

**Instrucciones:** Frente a usted tiene 3 vasos plásticos de 1 oz, cada una codificada con una muestra diferente de quesos. Observe las características de cada una de las muestras de izquierda a derecha y determine su aceptación evaluando cada atributo presentado para cada muestra con una escala del 1 al 9, tal como se detalla a continuación. También dispone de una galleta soda y un vaso de agua para que pueda limpiar su paladar después de cada muestra.

Puntaje	Categoría	Puntaje	Categoría
1	Me desagrada muchísimo	6	Me agrada ligeramente
2	Me desagrada mucho	7	Me agrada bastante
3	Me desagrada bastante	8	Me agrada mucho
4	Me desagrada ligeramente	9	Me agrada muchísimo
5	Ni me agrada ni me desagrada		

Muestra #: \_\_\_\_\_

Apariencia	Color	Olor	Textura	Sabor	Aceptación General

Muestra #: \_\_\_\_\_

Apariencia	Color	Olor	Textura	Sabor	Aceptación General

Muestra #: \_\_\_\_\_

Apariencia	Color	Olor	Textura	Sabor	Aceptación General

Observaciones:

---



---

**Prueba de preferencia**

**Instrucciones:** Una vez haya concluido la degustación, ordene de mayor a menor preferencia las muestras, siendo el numeral 1 la muestra más preferida y el 3 la muestra menos preferida.

1. Muestra #: \_\_\_\_\_

2. Muestra #: \_\_\_\_\_

3. Muestra #: \_\_\_\_\_

**¡Muchas Gracias por su colaboración!**

## Anexo B

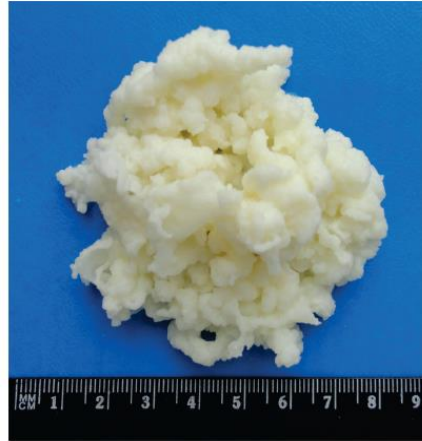
Tabla de valor crítico para prueba Basker y Kramer

Número de panelistas	Número de productos								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
20	8.8	14.8	21.0	27.3	33.7	40.3	47	53.7	60.6
21	9.0	15.2	21.5	28.0	34.6	41.3	48.1	55.1	62.1
22	9.2	15.5	22.0	28.6	35.4	42.3	49.2	56.4	63.5
23	9.4	15.9	22.5	29.3	36.2	43.2	50.3	57.6	65.0
24	9.6	16.2	23.0	29.3	36.9	44.1	51.4	58.9	66.4
25	9.8	16.6	23.5	29.9	37.7	45.0	52.5	60.1	67.7
26	10.0	16.9	23.9	30.5	38.4	45.9	53.5	61.3	69.1
27	10.2	17.2	24.4	31.1	39.2	46.8	54.6	62.4	70.4
28	10.4	17.5	24.8	31.7	39.9	47.7	55.6	63.6	71.7
29	10.6	17.8	25.3	32.3	40.6	48.5	56.5	64.7	72.9
30	10.7	18.2	25.7	32.8	41.3	49.3	57.5	65.8	74.2
31	10.9	18.5	26.1	33.4	42.0	50.2	59.4	66.9	75.4
32	11.1	18.7	26.5	34.0	42.6	51.0	60.3	60.3	76.6
33	11.3	19.0	26.9	35.0	43.3	51.7	61.2	69.0	77.8
34	11.4	19.3	27.3	35.6	44.0	52.5	62.1	70.1	79.0
35	11.6	19.6	27.7	36.1	44.6	53.3	63	71.1	80.1
36	11.8	19.9	28.1	36.6	45.2	54.0	63.9	72.1	81.3
37	11.9	20.2	28.5	37.1	45.9	54.8	64.7	73.1	82.4
38	12.1	20.4	28.9	37.6	46.5	55.5	67.2	74.1	83.5
39	12.2	20.7	29.3	38.1	47.1	56.3	65.6	75.0	84.6
40	12.4	21.0	29.7	38.6	47.7	57.0	66.4	76.0	85.7
41	12.6	21.2	30.0	39.1	48.3	57.7	67.2	76.9	86.7
42	12.7	21.5	30.4	39.5	48.9	58.4	68	77.9	87.8
43	12.9	21.7	30.8	40.0	49.4	59.1	68.8	78.8	88.8
44	13.0	22.0	31.1	40.5	50.0	59.8	69.6	79.7	89.9
45	13.1	22.2	31.5	40.9	50.6	60.4	70.4	80.6	90.9
46	13.3	22.5	31.8	41.4	51.1	61.1	71.2	81.5	91.9
47	13.4	22.7	32.2	41.8	51.7	61.8	72	82.4	92.1
48	13.6	23.0	32.5	42.3	52.2	62.4	72.7	83.2	93.8
49	13.7	23.2	32.8	42.7	52.8	63.1	73.5	84.1	94.8
50	13.9	23.4	33.2	43.1	53.3	63.7	74.2	85.0	95.8
55	14.5	24.6	34.8	45.2	55.9	66.8	77.9	89.1	100.5
60	15.2	25.7	36.3	47.3	58.4	69.8	81.3	93.1	104.9
65	15.8	26.7	37.8	49.2	60.8	72.6	84.6	96.9	109.2
70	16.4	27.7	39.2	51.0	63.1	75.4	87.8	100.5	113.3
80	17.5	29.6	42.0	54.6	67.4	80.6	93.9	107.5	121.2
90	18.6	31.4	44.5	57.9	71.5	85.5	99.6	114.0	128.5
100	19.6	33.1	46.9	61.0	75.4	90.1	105	120.1	135.5
110	20.6	34.8	49.2	64.0	79.1	94.5	110.1	126.0	142.1
120	21.5	36.3	51.4	66.8	82.6	98.7	115	131.6	148.4

Ref: Lawless HT, Heymann H. Sensory evaluation of food. Principles and practices. Kluwer Academic/Plenum Publishers. New York, London, Dordrecht, Boston, 1998.

**Anexo C**

*Estructura macroscópica de los gránulos de un cultivo láctico de kéfir*



*Nota.* Adaptado de Machado et al. (2012)

**Anexo D**

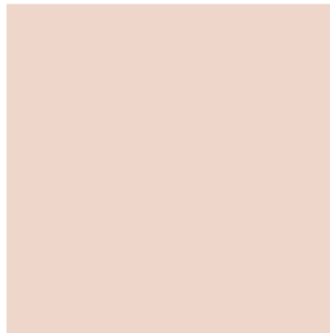
*Demostración de colores de tratamientos en valores  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$*

Queso Crema Zamorano



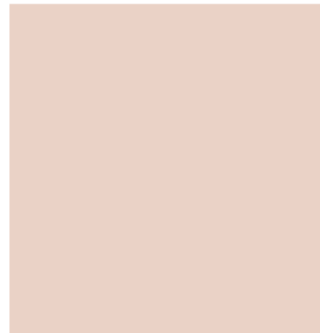
$L = 83.82$   
 $a = 1.08$   
 $b = 16.43$

Queso crema solo kéfir



$L = 88.95$   
 $a = -0.24$   
 $b = 9.48$

Queso crema mezcla kéfir-quimosina



$L = 88.51$   
 $a = -0.02$   
 $b = 9.36$

### Anexo E

*Probabilidades del análisis de varianza por cada variable dependiente del queso crema con diferentes*

*mezclas de cultivo láctico*

Variable Dependiente	Tratamiento	Repetición	R <sup>2</sup>	% C.V.
Longitud	<.0001	0.0425	0.9669	0.5490
Onda a	<.0001	0.0121	0.8609	96.9458
Onda b	<.0001	0.0004	0.9837	4.0458
Dureza	0.0001	0.4663	0.9894	18.8830
Glucosa	<.0001	0.3378	0.9961	3.9932
Galactosa	<.0001	0.3021	0.9971	3.9980
Lactosa	<.0001	0.4620	0.9991	2.6675
Azúcares Totales	<.0001	0.1260	0.9924	2.2035
ATECAL	<.0001	0.0016	0.9384	14.1993
pH	<.0001	0.3591	0.7607	1.8560
Coliformes Totales	0.5315	0.8973	0.2994	78.1436
Rendimiento	<.0001	0.0936	0.6839	18.2147
Apariencia	0.0285	0.0432	0.4931	15.8909
Olor	0.0131	0.9679	0.4922	20.2716
Textura	<.0001	0.1559	0.4773	22.7366
Sabor	<.0001	0.4030	0.4763	29.7074
Color	0.7288	0.0338	0.4004	16.3023
Aceptación General	<.0001	0.4531	0.4536	23.5503

*Nota.* C.V.= coeficiente de variación.



## Anexo F

*Análisis de correlación entre algunas variables dependientes del queso crema con diferentes mezclas de cultivo láctico*

Variables	Correlación de Pearson	
	Coefficiente %	Probabilidad >  r
Apariencia – Color	0.65547	<.0001
Apariencia – Olor	0.55975	<.0001
Apariencia – Textura	0.62438	<.0001
Apariencia – Sabor	0.41651	<.0001
Apariencia – Aceptación	0.48511	<.0001
Color – Olor	0.44925	<.0001
Color – Textura	0.48083	<.0001
Color – Sabor	0.25362	<.0001
Color – Aceptación	0.37179	<.0001
Olor – Textura	0.57877	<.0001
Olor – Sabor	0.50892	<.0001
Olor – Aceptación	0.56821	<.0001
Textura – Sabor	0.57720	<.0001
Textura – Aceptación	0.61715	<.0001
Sabor – Aceptación	0.87671	<.0001

*Nota.* Análisis de correlación entre la aceptación de atributos sensoriales y aceptación general.

Variables	Correlación de Pearson	
	Coefficiente %	Probabilidad >  r
ATECAL – Dureza	0.18181	0.3034
pH – Dureza	0.20447	0.2461

*Nota.* Análisis de correlación entre los atributos químicos (ATECAL y pH) y el físico (Textura).

Variables	Correlación de Pearson	
	Coefficiente %	Probabilidad >  r
Glucosa – Longitud	-0.99861	<.0001
Glucosa – Onda “a”	0.92249	<.0001
Glucosa – Onda “b”	0.99741	<.0001
Galactosa – Longitud	0.64016	0.0102
Galactosa – Onda “a”	-0.45731	0.0865
Galactosa – Onda “b”	-0.64611	0.0093
Lactosa – Longitud	-0.92316	<.0001
Lactosa – Onda “a”	0.99323	<.0001
Lactosa – Onda “b”	0.90974	<.0001
Azúcares Totales – Longitud	-0.99858	<.0001
Azúcares Totales – Onda “a”	0.92189	<.0001
Azúcares Totales – Onda “b”	0.99742	<.0001
Glucosa – Galactosa	0.95315	<.0001

Glucosa – Lactosa	-0.98655	<.0001
Galactosa – Lactosa	-0.89785	0.0010

*Nota.* Análisis de correlación entre el atributo químico (Azúcares Totales) y el físico (Color).

Variables	Correlación de Pearson	
	Coficiente %	Probabilidad >  r
ATECAL – Rendimiento	0.68851	<.0001
pH – Rendimiento	0.60512	<.0001

*Nota.* Análisis de correlación entre los atributos químicos (ATECAL, pH y Lactosa).

Variables	Correlación de Pearson	
	Coficiente %	Probabilidad >  r
Lactosa – ATECAL	-0.32603	0.0399
Lactosa – pH	0.43148	0.0108
pH - ATECAL	-0.98217	<.0001

*Nota.* Análisis de correlación entre los atributos químicos (ATECAL y pH) y el Rendimiento.

Variables	Correlación de Pearson	
	Coficiente %	Probabilidad >  r
Dureza – Rendimiento	0.16421	0.3534

*Nota.* Análisis de correlación entre el atributo físico (Textura) y el Rendimiento.